

Armin Reller · Luitgard Marschall
Simon Meißner · Claudia Schmidt

Ressourcen- strategien

Eine Einführung in den
nachhaltigen Umgang
mit Ressourcen





Armin Reller/Luitgard Marschall/
Simon Meißner/Claudia Schmidt (Hrsg.)

Ressourcenstrategien

Eine Einführung in den
nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen



Impressum

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

© 2013 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Layout, Satz und Prepress: Lohse Design, Heppenheim

Umschlaggestaltung: Peter Lohse, Heppenheim

Umschlagabbildung: © ferkelraggae - Fotolia.com

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-534-25914-4

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-534-73670-6

eBook (epub): 978-3-534-73671-3

Menü

[Buch lesen](#)

[Innentitel](#)

[Inhaltsverzeichnis](#)

[Informationen zum Buch](#)

[Informationen zu den Herausgebern](#)

[Impressum](#)

Inhalt

Vorwort

Vorwort der Herausgeber

Einleitung

- 1 Bis zur Erschöpfung - Zur Geschichte der Ausbeutung natürlicher Ressourcen**
 - 1.1 Energetische Basis des Wachstums
 - 1.2 Bevölkerungswachstum und Urbanisierung
 - 1.3 Wirtschaftswachstum und Internationalisierung des Handels
 - 1.4 Veränderungen der Mentalitäten und Lebensstile
 - 1.5 Fazit und Ausblick

- 2 Ressourcengeographie: Eine Einführung**
 - 2.1 Ressourcen und ihre räumlichen Dimensionen
 - 2.2 Aufgaben und Fragestellungen der Geographie im Allgemeinen und der Ressourcengeographie im Speziellen
 - 2.3 Grundlegende ressourcenspezifische Begriffe und Definitionen
 - 2.4 Boden, Wasser und agrarische Rohstoffe
 - 2.5 Mineralische Rohstoffe: Energieträger und Metalle
 - 2.6 Fazit und Ausblick

- 3 Ressourcenkonflikte**

- 3.1 Ursachen der Konflikte
- 3.2 Die Bearbeitung der Konflikte und das Gewalttrisiko
- 3.3 Ressourcen und Entwicklung
- 3.4 Ressourcenfluch
- 3.5 Den Fluch erklären
- 3.6 Den Fluch überwinden
- 3.7 Fazit und Ausblick

4 Anforderungen an nachhaltige Innovationen

- 4.1 Einleitung
- 4.2 Unterscheidung von Innovationen bzw. der Innovationsforschung im Rahmen des ökonomischen Mainstreams und der nachhaltigen Entwicklung
- 4.3 Innovationen ökologischer Nachhaltigkeit
- 4.4 Exkurs: Soziale Innovationen im Kontext nachhaltiger Entwicklung
- 4.5 Schlussfolgerungen

5 Wie viel Kuchen für wie lange? Eine ressourcenökonomische Perspektive auf den Abbau erschöpflicher Ressourcen

- 5.1 Indikatoren für Ressourcenknappheit
- 5.2 Das Grundmodell der Ökonomie erschöpflicher Ressourcen: Die Hotelling-Regel
- 5.3 Erweiterungen des Hotelling-Modells
- 5.4 Fazit

6 Ressourcenschonung durch innovative Recycling- und Kreislaufkonzepte

- 6.1 Theoretische und begriffliche Grundlagen
- 6.2 Gesetzlicher Rahmen für eine europäische und deutsche Kreislaufwirtschaft
- 6.3 Schwierigkeiten und Herausforderungen des Recyclings

- 6.4 Technische Grundlagen
- 6.5 Aktuelle und neue Herausforderungen an das Recycling
- 6.6 Zusammenfassung und Fazit

7 Ressourcenmanagement aus betriebswirtschaftlicher Sicht

- 7.1 „Wirtschaften“ als betriebliche Handlungsmaxime
- 7.2 Diskussion des Zielsystems betriebswirtschaftlichen Handelns
- 7.3 Betrachtungsgegenstand des Ressourcenmanagements
- 7.4 Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien am Beispiel der Wiederverwendung von Altprodukten (Produktnutzungskonzept)

8 Rechtliche Grundlagen des Ressourcenschutzes

- 8.1 Ressourcenschutzrecht - Orientierung
- 8.2 Die globalen Ressourcen als Gegenstand des Völkerrechts
- 8.3 Sicherung und Schutz von Ressourcen im EU-Recht
- 8.4 Ressourcen im deutschen Recht
- 8.5 Recht als Teil einer Ressourcenstrategie
- 8.6 Ausblick

9 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung

- 9.1 Der Begriff der „Nachhaltigkeit“
- 9.2 Von der Umweltbildung zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
- 9.3 Herausforderungen in der Bildungsarbeit für eine nachhaltige Entwicklung
- 9.4 Diskrepanz Wissen und Handeln
- 9.5 Gestaltungskompetenzen
- 9.6 Zukunft der BNE

10 Umweltethik und Ressourcenfragen

10.1 Die Aufgabe der Ethik

10.2 Vier Themen einer Ressourcenethik

10.3 Die Frage des individuellen Lebensstils

10.4 Schluss

11 Ressourcen - kollektives Experimentieren mit Knappheit

11.1 Knappheit - Facetten eines Problems

11.2 Kollektives Experimentieren mit Knappheit

11.3 Ressourcenkonflikte - Nachhaltigkeit als kollektives Experiment

11.4 Ressourcenpolitik?

12 Stoffgeschichten: Ein Instrument zur Analyse und Kommunikation

12.1 Analytisches und kommunikatives Potenzial

12.2 Wissenschaftliche und literarische Tradition

12.3 Ideenfindung und praktische Umsetzung

12.4 Baustein für einen zukunftsfähigen Umgang mit Ressourcen

13 Ressourcenstrategie oder die Suche nach der tellurischen Balance

13.1 Dimensionen einer Ressourcenstrategie

13.2 Stoff- und Energietransformationen in der Technosphäre

13.3 Kritikalität als Bewertungsinstrument

13.4 Bildung für eine mündige Ressourcennutzung

Autorenverzeichnis

Literaturverzeichnis

Register

Übungsaufgaben und Kontrollfragen

Vorwort

Ernst Ulrich von Weizsäcker

DIE ERDE IST ENDLICH, die Expansionsgier der Menschheit offenbar nicht. Auf dieses Problem hat der Club of Rome bereits 1972 in seiner berühmten Studie „Die Grenzen des Wachstums“ hingewiesen. Zwar löste das Buch damals ein publizistisches Erdbeben aus. Doch die Ausbeutung von Ressourcen hat sich in der Zwischenzeit nicht etwa verlangsamt, sondern beschleunigt.

Bis gegen Ende des 20. Jahrhunderts schien dies aber niemanden ernstlich zu beunruhigen. Das Rohstoffthema war wieder aus der öffentlichen und politischen Aufmerksamkeit verschwunden, da die Ressourcen nach den Ölkrisen der 1970er Jahre zunächst immer billiger wurden und sich dann nur sanft verteuerten. Ab dem Jahr 2000 rückten Rohstoffe jedoch erneut ins Interesse der Politik. Warum? Weil sie nun plötzlich systematisch teurer zu werden schienen. Dies hatte einen einfachen Grund: Das sich wirtschaftlich rasant entwickelnde China kaufte immer größere Mengen davon ein. Um die Jahrtausendwende waren schließlich auch die vielerorts gehorteten Vorräte ausverkauft und das Angebot an neu geschürften Bodenschätzen einschließlich Öl hinkte der wachsenden Nachfrage immer mehr hinterher.

Daraufhin setzte ein Meinungsumschwung ein. In den Industrienationen breitete sich die Befürchtung aus, dass Ressourcenengpässe das Wachstum des wirtschaftlichen

Wohlstandes bremsen würden. Drei gleichermaßen plausible Reaktionen lagen nahe:

- ◆ Intensivierung der Rohstoffexploration
- ◆ spekulative Käufe von Ressourcen und Zukunftstiteln auf Ressourcen
- ◆ vermehrtes Streben nach Erhöhung der Ressourcenproduktivität

Die dritte Strategie war uns Autoren von „Faktor Vier – Doppelter Wohlstand, Halbierter Ressourcenverbrauch“ (1995) schon in den 1990er Jahren wohlbekannt, nur blieb das Buch anfangs fast ohne politische Resonanz. Hingegen fiel das Nachfolgewerk „Faktor Fünf – Die Formel für nachhaltiges Wachstum“ (2009) alsbald auf fruchtbaren Boden. Es schien geradezu zur Vorlage für die sich in der EU-Kommission entwickelnde Ressourcenstrategie zu werden. Seine Grundaussage lautet, dass sich aus einer Einheit Ressourcen – ein Fass Öl, eine Tonne Kupfererz, ein Kubikmeter Wasser – rund fünfmal so viel Wohlstand erzeugen lässt.

Eine solch dramatische Steigerung der Ressourcenproduktivität wird allerdings nicht stattfinden, wenn die Rohstoffpreise niedrig sind – wie etwa von 1982 bis 2000. *Faktor Fünf* schlägt daher eine politische Lösung vor: die Preise von Primärressourcen regelmäßig um genau den Wert anzuheben, um den auch die Ressourcenproduktivität im gleichen Zeitraum zugenommen hat. Auf diese Weise würde der durchschnittliche Preis für Ressourcen pro Ware oder Dienstleistung nicht steigen, da der Gesamtbedarf an Ressourcen sinkt. Sollte der Weltmarktpreis für einen Rohstoff ansteigen, bräuchte man keine weiteren Eingriffe bzw. könnte sogar preisdämpfend eingreifen.

Ressourceneffizienz wird so zum Kern des technischen Fortschritts. Aber es gibt auch einen zivilisatorisch-

kulturellen Fortschritt: fort vom besinnungslosen Verschwenden zur wohl bedachten Nutzung der Natur, fort vom rein materiellen Wohlstand zum Genießen in der Genügsamkeit. Hier liegt auch eine zentrale Aufgabe der Bildung: durch Vorbilder, durch Fakten und durch „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ - einem wichtigen Zehnjahresprogramm der UNESCO.

Bildung für Nachhaltige Entwicklung ist innerhalb der eng gefassten Schulfächer oder Universitätsdisziplinen kaum realisierbar. Denn Technik ist immer eingebettet in Verhalten, Anreizstrukturen, kulturelle Werte. Umgekehrt verändern sich diese auch mit der Technik und dem naturwissenschaftlichen Kenntnisstand. Interdisziplinarität ist demnach gefragt.

Das vorliegende Lehrbuch versucht genau dieses, indem es Umweltgeschichte, Ressourcengeographie, Politikwissenschaften, Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, Abfall- und Ressourcenmanagement, Umweltrecht, Pädagogik, Umweltethik und Soziologie zusammenführt. Dieses Vorgehen ist auch eine Herausforderung für die Studienorganisation. Ingenieurstudenten muss erlaubt sein, sich auf soziologische und juristische Fragen einzulassen, und ebenso sollten Sozialwissenschaftler den für sie oft ungewohnten und mühsamen Weg in die Methoden und Ergebnisse von Natur- und Ingenieurwissenschaften beschreiten können.

Die gute Seite solcher Anstrengung ist, dass Studierende, die in dieser fachübergreifenden Arbeit trittsicher und faktenkundig werden, in ihren späteren Berufen oder in demokratischen Entscheidungsprozessen eine wichtige Kompetenz aufweisen, die man heute über weithin vergeblich sucht. Und wer nicht das Glück hatte, sich diese Kompetenz an der Hochschule anzueignen, kann sie sich mit Hilfe dieses Buches selbst erarbeiten.

Vorwort der Herausgeber

UM STRATEGIEN FÜR DEN nachhaltigen Umgang mit Ressourcen entwickeln zu können, braucht es eine ganzheitliche Herangehensweise, die das vielschichtige Wissen unterschiedlicher Fachrichtungen zusammenführt. Die Notwendigkeit einer derart integrierten Sichtweise wurde an der Universität Augsburg früh erkannt und vor vielen Jahren durch die Entwicklung des Konzepts der „Stoffgeschichten“ angestoßen. Hierbei wird ein Stoff in Form eines Alltagsproduktes von der Entstehung bis zum Lebensende und darüber hinaus mit all seinen ökonomischen, ökologischen und soziokulturellen Kontexten betrachtet. Diese Vorgehensweise geht über die bekannten Lebenszyklusperspektiven hinaus. Es werden nicht nur die planerisch-wirtschaftlichen Aspekte der Wertschöpfungs- und Produktionskette behandelt, sondern auch die vielfältigen Kontexte, in die der Stoff eingebettet ist. Daraus resultierte die Erkenntnis, dass aufgrund der Vielseitigkeit unserer alltäglich verwendeten Stoffe hinsichtlich unterschiedlichster wissenschaftlicher Fragestellungen, Probleme, Zugänge und Methoden eine Auseinandersetzung ohne die Zusammenführung von Geistes- und Naturwissenschaften überhaupt nicht möglich ist. Stoffgeschichten bieten somit nicht nur eine neue Perspektive für eine inter- und transdisziplinäre Umweltforschung, sondern ermöglichen zudem die Vermittlung komplexer Sachverhalte.

Diese innovative Vorgehensweise wurde mit der Neugründung des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie an

der Universität Augsburg im Jahr 2009 institutionalisiert. Sie zeigt sich auch in der Zusammensetzung des Lehrstuhlteams: Geographen, Erziehungs-, Materialwissenschaftler, Technikhistoriker und Ökonomen forschen und arbeiten gemeinsam an ressourcenrelevanten Inhalten, analysieren und bewerten die komplexen Problemursachen und -strukturen und vermitteln diese wiederum in die einzelnen Disziplinen und an Akteure in Industrie, Politik und Gesellschaft. Ziel ist, alle zum Verständnis des Themas wichtigen Zielgruppen sowie Forschungsperspektiven zu bündeln und daraus resultierende Problemfelder zu identifizieren und möglichst realistisch abzubilden. Subjektive Alltagshandlungen und -erfahrungen werden dabei gezielt mit wissenschaftlichen Herangehensweisen verknüpft.

Über die Jahre hinweg entwickelte sich so ein umfangreiches interdisziplinäres Lehrangebot zu Fragen der Nachhaltigkeit und der Ressourcenstrategie, das mittlerweile fester Bestandteil einer Vielzahl von Studiengängen der Universität Augsburg ist, wie z.B. der Geographie, den Umweltwissenschaften, der Physik, den Materialwissenschaften, den Erziehungswissenschaften, den Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, dem Wirtschaftsingenieurwesen, der Umweltethik und der sozialwissenschaftlichen Konfliktforschung. Neben einzelnen Lehrveranstaltungen betrifft dies vor allem aufeinander aufbauende Lehrmodule und weiterführende Qualifizierungsarbeiten, so dass sich eine „Augsburger Tradition“ in der Vernetzung von Studiengängen und der interdisziplinären Lehre unter Beteiligung zahlreicher Lehrstühle, allen voran des neu gegründeten Lehrstuhls für Ressourcenstrategie, etabliert hat.

Diese Entwicklung ist das Resultat einer langjährigen Zusammenarbeit verschiedener Institute und damit der kontinuierlichen Verknüpfung von unterschiedlichen fachdisziplinären Kompetenzen rund um das Thema eines

zukunftsfähigen und verantwortungsvollen Umgangs mit Ressourcen. Zahlreiche Diskussionspartner und Ideengeber haben diesen Weg begleitet - ihnen gilt unser Dank! Stellvertretend für viele sind hier zu nennen: Prof. Dr. Markus Huppenbauer (ETH Zürich), Prof. Dr. Dr. Gunther Gottlieb (Universität Augsburg), Dr. Walter Schindler, Dr. Jens Soentgen vom Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg sowie dessen langjährige Mitglieder und Mitarbeiter. Ferner gilt unser Dank den Mitgliedern der Institute für Physik, Geographie und Materials Resource Management der Universität Augsburg. Insbesondere dem Arbeiterteam des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie, allen voran Renate Diessenbacher, sei für die vielen Diskussionen und die fortwährende Unterstützung herzlich gedankt. Schließlich möchten wir auch die vielen Studierenden erwähnen, die mit ihren Ideen und erarbeiteten Stoffgeschichten wichtige Anregungen und Impulse für unsere Arbeit lieferten.

Zu guter Letzt danken wir vor allem den Autorinnen und Autoren, die an diesem Lehrbuch tatkräftig mitgewirkt und dazu beigetragen haben, die Erkenntnisse aus der jahrelangen Zusammenarbeit in einem Lehrbuch zu vereinen. Erst durch ihren unermüdlichen Einsatz wurde es möglich, die vielfältigen Facetten des Themas einer breiten Leserschaft zugänglich zu machen. In diesem Zusammenhang geht unser Dank auch an Dr. Martina Blum für die sehr sorgfältige Mitarbeit beim Lektorat sowie an Julia Grimm für die Zuarbeit beim Beschaffen von Daten.

Ein solches Buch bietet - gerade in seiner ersten Fassung - sicherlich in einzelnen Punkten auch Anlass zu Kritik und Ansätze für Verbesserungen. Hier sind wir auf Ihre Mithilfe als Leserin und Leser angewiesen. Über eine Rückmeldung zur Konzeption und zum Inhalt des Buches würden wir uns sehr freuen. Hinweise auf Fehler oder Unstimmigkeiten sind ebenfalls willkommen. Vielen Dank für Ihre Unterstützung und Ihr Interesse an diesem - aus unserer

Sicht - überaus zukunftsrelevanten Thema des verantwortungsvollen Umgangs mit Ressourcen!

Augsburg, Herbst 2013

Armin Reller, Luitgard Marschall,
Simon Meißner und Claudia Schmidt

Einleitung

*Armin Reller, Luitgard Marschall, Simon Meißner,
Claudia Schmidt*

DIE WELTWIRTSCHAFTLICHE EXPANSION und die Globalisierung haben zu einer Nachfrage nach Energie und unterschiedlichsten Rohstoffen in bisher nie da gewesenen Dimensionen geführt und in eben solchem Maß soziale und ökologische Probleme hervorgerufen. Die Konsequenzen unseres bisherigen Handelns machen sich erst nach und nach bemerkbar: in Form einer zunehmenden Verknappung natürlicher Ressourcen, daraus resultierenden Verteilungskonflikten, der Ausbildung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Disparitäten, des Klimawandels und anderer globaler Zusammenhänge. Diese Entwicklung wird sich in den kommenden Jahrzehnten weiter dynamisieren und verschärfen, wenn langfristig keine Wege der suffizienten und global verantwortlichen Ressourcennutzung eingeschlagen werden und eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs erfolgt. Momentan gelingt es noch zu selten, umzudenken sowie alltägliche Verhaltens- und Konsummuster zu ändern, zumal die Anreize hierfür gering sind. Um die Zukunft verantwortungsbewusst gestalten zu können, gilt es auch, die Ursachen und Folgen der oftmals bedrohlichen Entwicklungen umfassend zu verstehen. Der „zukunftsfähige und strategische Umgang mit Ressourcen“

ist damit ein hochaktuelles Thema und gewinnt zunehmend an Brisanz in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.

Bei der Auseinandersetzung mit dem künftigen Ressourcenumgang stellen sich viele Fragen und Herausforderungen: Wie wird sich die zukünftige Rohstoffverfügbarkeit entwickeln? In welchem Ausmaß führen die steigende Nachfrage nach Energie, Metallen, Wasser, usw. zu sozialen und politischen Konflikten? Werden wir durch neue Technologien in der Lage sein, mit Umweltbelastungen umzugehen, zu denen die Globalisierung und das rasche Anwachsen der Weltbevölkerung unweigerlich führen? Sind in Zukunft verstärkt politische und rechtliche Regelungen von Nöten? Welche ethischen und moralischen Grenzen gilt es bei der Ressourcennutzung zu beachten? Welchen Beitrag können wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Innovationen zur Steigerung der Ressourceneffizienz und -suffizienz leisten? Wie können Bildung und Wissen dazu beitragen, diese Herausforderungen in Zusammenhang mit Ressourcen und Umweltfragen zu kommunizieren und zu meistern?

Insbesondere aus Sorge vor einer zukünftigen Rohstoffverknappung wurden in den letzten Jahren - national wie international - immer mehr Arbeits- und Forschungsgruppen zu dem Thema gegründet und institutionalisiert. Mittlerweile setzen sich auf wissenschaftlicher, politischer und ökonomischer Ebene immer mehr Vertreterinnen und Vertreter unterschiedlichster Institutionen mit oben genannten Fragestellungen auseinander und versuchen, die für die zukünftige Entwicklung relevanten Herausforderungen zu analysieren sowie realisierbare Handlungsvorschläge zu erarbeiten.

Um die genannten Probleme beschreiben und Lösungen entwickeln zu können, reicht die Betrachtung von Wertschöpfungsketten und Technologien nicht aus. Mit

bislang üblichen Herangehensweisen, die sich meist auf ein natur- und wirtschaftswissenschaftliches Verständnis mit dem Ziel der Effizienzsteigerung oder der umfassenden Quantifizierung von Umwelt- und Verknappungsrisiken stützen, können wir nicht die zunehmend komplexen Zusammenhänge und wenig vorhersagbaren Entwicklungen in Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt nachvollziehen. Um neue Lösungsansätze und Strategien für einen nachhaltigen Umgang mit knappen und essentiellen Rohstoffen zu entwickeln, ist es vielmehr geboten, disziplinär begrenzte Sichtweisen und Problemdefinitionen zu überwinden. Gefragt ist ein fachübergreifender und integrativer Ansatz, der neben technischen, wirtschaftlichen und ökologischen auch kulturgeschichtliche, soziale und ethische Gesichtspunkte einbezieht und diese kontextspezifisch vernetzt.

Veröffentlichungen und Lehrbücher, die eine solche interdisziplinäre Betrachtung der globalen Stoffkreisläufe und weltweiten Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe leisten, sind kaum vorhanden. Das vorliegende Lehrbuch will dazu beitragen, diese Lücke schließen und einen integrativen Einblick in die Thematik der Nachhaltigkeit und Ressourcenstrategie aus Sicht unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen ermöglichen. Dabei sollen sowohl inhaltliche als auch methodische Kompetenzen aus den Natur- und Wirtschaftswissenschaften wie auch den Geistes- und Sozialwissenschaften zusammengeführt werden, um potentielle Anknüpfungspunkte und Synergien für eine Zusammenarbeit zwischen den Fachdisziplinen aufzuzeigen.

Interdisziplinäres Arbeiten, Forschen, Lehren und Lernen bietet jedoch nicht nur Chancen, sondern stellt alle beteiligten Akteure vor viele Herausforderungen: Jede Disziplin hat ihre eigene Sprache, wissenschaftliche Tradition und Kultur; sie verwendet Begriffe und arbeitet mit Theorien, die für Fachfremde auf den ersten Blick

schwer verständlich sind. Solche Hürden zu überwinden, setzt sowohl die Bereitschaft zur Auseinandersetzung und Einarbeitung in neue Themenfelder als auch Offenheit gegenüber anderen Denkweisen und Ansichten voraus. Gleichzeitig gilt es, sich kritisch und reflektiert mit den jeweiligen Aussagen und Ansichten auseinanderzusetzen.

In diesem Lehrbuch führen Expertinnen und Experten aus der Sicht ihrer jeweiligen „Heimatdisziplin“ in das Thema eines zukunftsfähigen Umgangs mit Ressourcen ein. Auch wenn ein vereinfachter Zugang zum Fachwissen der einzelnen Disziplinen unser Anliegen war, haben wir viele ihrer disziplinären Eigenheiten und Ausdrucksweisen bewusst beibehalten. Denn ein wichtiger Aspekt der interdisziplinären Ausbildung ist aus unserer Sicht, sich mit fachspezifischem Wissen auseinanderzusetzen und seine disziplinäre Einordnung zu schulen. Es geht darum, „über den eigenen Tellerrand hinauszublicken“ und das Erkennen, Analysieren und Bewerten von komplexen, sich gegenseitig beeinflussenden Zusammenhängen und letztlich das Verknüpfen von Kontexten zu üben.

Das vorliegende Lehrbuch orientiert sich in weiten Teilen an einer interdisziplinären Grundlagenvorlesung an der Universität Augsburg, die als Ringvorlesung mit dem Titel „Ressourcenstrategie – Bildung für nachhaltige Entwicklung“ konzipiert und seit 2009 abgehalten wird. Sie wird ergänzt durch weiterführende und vertiefende Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Studiengängen. Viele der Dozentinnen und Dozenten haben sich auch an diesem Lehrbuch als Autorinnen und Autoren beteiligt. Uns ist bewusst, dass nicht alle Themen rund um den Komplex „nachhaltiger Umgang mit Ressourcen“ in der ihnen gebührenden Weise behandelt werden. Wir beabsichtigen daher, in ergänzenden Publikationen diejenigen Gegenstände abzuhandeln, die im vorliegenden Buch nicht oder nur am Rande angesprochen werden. Das Buch

gliedert sich in vier Abschnitte, die chronologisch wie inhaltlich aufeinander aufbauen:

- ◆ Kapitel 1 führt in Form eines historischen Rückblicks in die gegenwärtige Ressourcenproblematik ein.
- ◆ Kapitel 2 bis 8 leisten eine Bestandsaufnahme des stofflichen, räumlichen und wirtschaftlichen Ist-Zustands der Ressourcennutzung und identifizieren, welche Herausforderungen für einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen in der Gegenwart bestehen. Zunächst stehen die geographische Betrachtung der Ressourcenverteilung und die räumlichen Auswirkungen von Ressourcennutzung im Vordergrund. Ihnen folgt eine sozial- und politikwissenschaftliche Analyse der sich daraus ergebenden Konflikte. Aus Sicht der Innovationsforschung werden Maßnahmen und Innovationen ökologischer Nachhaltigkeit vorgestellt. Weiter werden die ökonomischen Grundlagen des Ressourcenmanagements sowie die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen einer Kreislaufwirtschaft dargelegt. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Ressourcennutzung runden den zweiten Teil des Buches ab.
- ◆ Kapitel 9 bis 12 widmen sich der gesellschaftlichen Auseinandersetzung und möglichen Strategien zur Gestaltung eines verantwortungsvollen Umgangs mit Ressourcen. Im Hinblick auf die wichtige Rolle von Bildung und ihrer Vermittlung behandeln sie Fragen der Bildung für nachhaltige Entwicklung und deren Kommunikation. Bei der Bewertung von Umweltfragen darf auch ein umwelt- und ressourcenethischer Standpunkt nicht fehlen. Aus soziologischer Perspektive wird daher der Umgang von Gesellschaften mit Nichtwissen und Umweltrisiken beleuchtet. Abschließend wird anhand des Konzeptes der Stoffgeschichten eine

Möglichkeit vorgestellt, wie komplexe Sachverhalte unterschiedlichen Zielgruppen vermittelt werden können.

- ◆ Kapitel 13 zeigt schließlich unterschiedliche Dimensionen auf, die bei der Entwicklung einer zukunftsfähigen Ressourcenstrategie berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus werden Leitplanken und Kriterien für eine Kritikalitätsbetrachtung abgeleitet, die eine Orientierungshilfe bieten, um den Umgang mit Ressourcen langfristig auf den Pfad der Nachhaltigkeit zu bringen. Das Ziel dabei ist, eine dauerhafte Balance zwischen ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedürfnissen herzustellen.

Um dem Lehrbuchcharakter gerecht zu werden, finden sich für jedes Kapitel am Ende des Buches – sei es zum Zweck des Selbststudiums oder zur Prüfungsvorbereitung – ausgewählte Übungsaufgaben und Kontrollfragen.

Das vorliegende Lehrbuch erhebt nicht den Anspruch, die Erkenntnisse der beteiligten Disziplinen umfassend darzustellen, sondern wurde als interdisziplinäre Einführung konzipiert, die den Einstieg in das komplexe Thema des nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen erleichtern soll. Es wird vor allem der Ansatz verfolgt, die vielfältigen methodischen, wissenschaftstheoretischen und inhaltlichen Schnittstellen zwischen den Disziplinen aufzuzeigen, die zusammen einen wichtigen Beitrag für eine zukunftsfähige und verantwortungsvolle Entwicklung leisten können. Vor allem soll es Anregungen für die selbständige Vertiefung und Weiterführung des Themas geben.

1

Bis zur Erschöpfung - Zur Geschichte der Ausbeutung natürlicher Ressourcen

Luitgard Marschall, Simon Meißner, Claudia Schmidt

IM JAHR 2012 FIEL der sogenannte „Welterschöpfungstag“ (Earth Overshoot Day) auf den 22. August. Dieser Stichtag markiert jenen Tag im Jahr, an dem wir Menschen alle Ressourcen aufgebraucht haben, die uns die Erde für ein ganzes Jahr bereitstellen kann. In den restlichen Wochen und Monaten des Jahres leben wir über unsere Verhältnisse – wir zehren sozusagen von der Substanz. In die ökologische Verschuldung geriet die Menschheit erstmalig in den 1980er Jahren (s. [Abb. 1.1](#)). Damals wurden zum ersten Mal in der Menschheitsgeschichte die Fähigkeiten der Natur überstrapaziert, Ressourcen zu erneuern und Giftstoffe in Luft, Wasser und Boden zu neutralisieren. Seither übersteigt der ökologische Fußabdruck der Menschheit immer mehr die Biokapazität des Planeten. Die Ressourcen sind also jedes Jahr etwas früher erschöpft und das Datum der jährlichen Grenzüberschreitung rutscht jedes Jahr um ein paar Tage weiter nach vorn im Kalender. 1999 übertraf der Bedarf der Menschheit das Angebot der Natur schon

um etwa 20 % (WACKERNAGEL ET AL. 2002: 9266ff.). Gegenwärtig überfordern wir die Tragfähigkeit der Erde um 50 %. Und wenn wir den Kurs nicht bald ändern, reichen ab dem Jahr 2030 voraussichtlich auch zwei Planeten nicht mehr aus, um den zunehmenden Rohstoffhunger zu stillen und die anfallenden Abfälle und Schadstoffe zu neutralisieren (WWF 2012: 6).

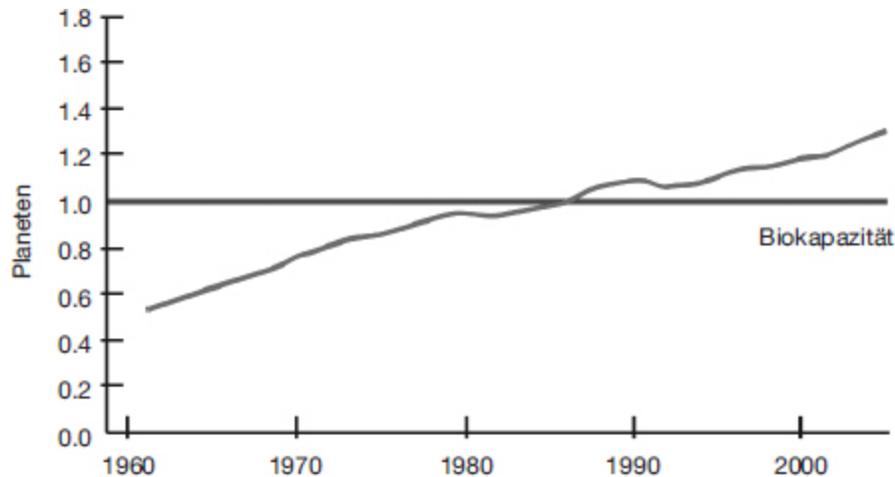


Abb. 1.1: Ökologischer Fußabdruck der Menschheit (MEADOWS ET AL. 2009: XVII).

Schnelles Handeln scheint dringend geboten. Doch um neue zukunftsfähige Entwicklungspfade beschreiten zu können, die auf Nachhaltigkeit zielen und die Belastungsgrenzen der Umwelt nicht länger ignorieren, ist ein genaues Verständnis der gegenwärtigen Fehlentwicklung nötig. Was sind die tieferen Ursachen der heutigen Umwelt- und Ressourcenproblematik? Welche Triebkräfte haben innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit zum globalen Ausmaß der Krise geführt? Wann sind die entscheidenden Weichenstellungen erfolgt und wo liegen richtungsweisende Wendepunkte? Antworten auf derlei Fragen liefert die Umweltgeschichte (vgl. WINIWARTER & KNOLL 2007). Das Hauptinteresse dieser historischen Disziplin gilt den vielfältigen Aspekten der Wechselbeziehung zwischen Mensch und Umwelt. Darüber

hinaus tragen auch die Technik- und die Konsumgeschichte dazu bei, den gegenwärtigen Zustand der ökologischen Grenzüberschreitung von seinen Entstehungsbedingungen her zu analysieren.

Der Blick auf die Vergangenheit verhilft nicht nur dazu, die Herausbildung komplexer Zusammenhänge und Sachzwänge Stück für Stück nachvollziehen und mögliche Verlaufsformen der Zukunft klarer abschätzen zu können. Die historische Perspektive vermag auch ein stärkeres Epochenbewusstsein für die Mensch-Umwelt-Problematik zu wecken (PFISTER 1994: 72) und jene Zeitschwelle auszumachen, die unsere heutige material- und energieintensive Epoche von ihrer vorangehenden, weniger verschwenderischen und umweltzerstörerischen Entwicklungsperiode trennt.

Fraglos greift der Mensch, seit es ihn gibt, in seine natürliche Umwelt ein. Bereits Jäger- und Sammlergesellschaften haben ihre Umgebung signifikant geprägt, indem sie Tiere erlegten oder kontrolliert mit Feuer umgingen. Dass Rohstoffe aus der Erde gescharrt, in andere Regionen transportiert, zu technischem Gerät und Gebrauchsobjekten verarbeitet werden, ist ebenfalls kein neues Phänomen. Deshalb fällt es auch so leicht, historische Parallelen zu fast allen Umwelthemen zu finden, die heute Schlagzeilen machen: „Verschmutzung durch fossile Brennstoffe? Schon das mittelalterliche London atmete schwer, wenn sich die Abgase der Kohle mit dem feuchtkalten Wetter zum berüchtigten ‚Smog‘ vermengten“ (UEKÖTTER 2009: 14).

Trotzdem sehen Umwelthistoriker in dem derzeitigen Mensch-Umwelt-Verhältnis ein neues Phänomen. In seiner Untersuchung *Blue Planet - Die Geschichte der Umwelt im 20. Jahrhundert* arbeitet etwa John McNeill anhand einer beeindruckenden Beispielfülle heraus, wie sehr sich das 20. Jahrhundert in seinen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt von früheren Epochen unterscheidet (MCNEILL

2003). Im Zeitraum von nur 100 Jahren haben sich etwa die Bevölkerungszahl vervierfacht, die Wirtschaft um das 14fache und der Energieverbrauch um das 16fache zugenommen, während die industrielle Produktion sogar um den Faktor 40 gewachsen ist. Zugleich wurden aber auch am Ende des Jahrhunderts 13mal mehr Kohlendioxid in die Atmosphäre ausgestoßen und neunmal mehr Wasser verbraucht als zu seinem Beginn (ebd.: 9). Die Intensität, das Ausmaß und die Geschwindigkeit, mit der Menschen in diesem „verschwenderischen Jahrhundert“ Ökosysteme verändert hätten, seien in der Geschichte beispiellos – so das Fazit des Historikers.

Betrachten wir zusätzliche Umwelt- und Wohlstandsindikatoren aus den westlichen Industrienationen wie Flächenversiegelung, Abfallaufkommen oder Anzahl der Kraftfahrzeuge, so fällt auf, dass sich ihr Wachstum um 1950 geradezu sprunghaft beschleunigt. Der Umwelthistoriker Christian Pfister zieht daraus den Schluss, dass die besorgniserregende gegenwärtige Umweltsituation in erster Linie die Folge solcher um die Jahrhundertmitte einsetzender exponentieller Wachstumsschübe sei. Pfister spricht in diesem Zusammenhang von dem „1950er Syndrom“. Gemessen am heutigen Zustand habe sich Europa noch bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts auf einem „umweltverträglichen, quasistationären Entwicklungspfad“ bewegt (PFISTER 1994: 74ff.).

Richtungsweisender Wendepunkt für die Mensch-Umwelt-Problematik sind also die 1950er Jahre, die in Westeuropa den Übergang zu jenem üppigen Lebensstil markieren, der sich für die Umwelt spätestens gegen Ende des 20. Jahrhunderts als ruinös erweisen sollte. Bezeichnenderweise vollzog sich in diesem Jahrzehnt auch der Wandel von der Industrie zur Konsumgesellschaft. In der Bundesrepublik Deutschland etwa bildete sich das Phänomen des Massenkonsums in den 1950er und 1960er

Jahren aus. Aus vielen ehemaligen Luxusgütern wie Kühlschrank, Waschmaschine oder Auto, die vormals nur einer kleinen privilegierten Bevölkerungsgruppe zugänglich waren, wurden weit verbreitete Gebrauchsgüter. Dem nordamerikanischen Vorbild folgend entwickelte sich der uneingeschränkte Konsum nun auch zum herausragenden Kennzeichen westeuropäischer Nachkriegsgesellschaften. Neue und außerordentlich energie- und materialintensive Lebensstile setzten sich durch und ließen bzw. lassen den Ressourcen hunger der westlichen Moderne nahezu unersättlich scheinen.

Um im Folgenden die Voraussetzungen und Schlüsselfaktoren für das Wachstum aufzuzeigen, das vor etwa 200 Jahren seinen Ausgang nahm und gegen Mitte des 20. Jahrhunderts im Zuge der Herausbildung der Konsumgesellschaft eine zusätzliche Dynamik gewann, richtet sich das Augenmerk auf gravierende Veränderungen in den Bereichen Energie, Entwicklung der Bevölkerung, Wirtschaft und Technik sowie der Globalisierung von Stoffströmen. In ihrer Summe ebneten sie den Weg in die heutige Überflusgesellschaft - und damit auch in die ökologische Verschuldung. Allerdings wäre der Eintritt ins „konsumistische Schlaraffenland“ nicht ohne den grundlegenden Wandel von Wertvorstellungen und Mentalitäten möglich gewesen (vgl. ANDERSEN 1997: 6f. u. 32), die ebenfalls beleuchtet werden.

1.1 Energetische Basis des Wachstums

Energie ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken - ob im Alltag oder bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Strenggenommen lässt sie sich weder erzeugen noch verbrauchen, sondern nur von einer Form in andere Formen überführen. Auf unserem Planeten steht sie in den verschiedensten Arten zur Verfügung. Für das

menschliche Wirtschaften sind in erster Linie Strahlungsenergie sowie mechanische, chemische, thermische, elektrische und nukleare Energie bedeutsam. Da sich aber nicht jede Energieart für jeden Verwendungszweck einsetzen lässt, liegt die größte Herausforderung bei der Bereitstellung von Energie darin, die richtige Energieform im richtigen Moment am richtigen Ort zur Verfügung zu haben - noch dazu in möglichst großer Menge.

In der Agrargesellschaft war dieser Idealzustand so gut wie nie gegeben; ihre Mitglieder bewegten sich einem kontrollierten Solarenergiesystem. Zur Energiegewinnung waren sie auf die Kraft der Sonne angewiesen, die über den Umweg der Photosynthese Biomasse bereitstellte (s. dazu SIEFERLE 1997). Da der Zugriff auf fossile Energieträger fehlte, waren dem Ausmaß an verfügbarer Energie von vornherein enge Grenzen gesetzt. Menschen der Agrargesellschaft standen pro Kopf zehn- bis fünfzehnmal weniger Bruttoenergie zur Verfügung als Angehörigen der heutigen Konsumgesellschaft (PFISTER 1994: 74). Erneuerbare und nachwachsende Rohstoffe erfüllten unterschiedliche Funktionen. Sie dienten nicht nur als Energieträger, sondern lieferten zugleich Nahrungsmittel und fast sämtliche für die Produktion notwendigen Materialien. Holz, Torf, Stroh und natürliche Exkrementen deckten also sowohl den Wärmebedarf zum Kochen und Heizen von Häusern als auch für die Herstellung von Ziegeln und das Schmelzen von Eisen. In mechanische Energie waren sie jedoch nicht umwandelbar.

Wichtigste Quelle für mechanische Energie war die Muskelkraft. Sie speist sich aus der chemischen Energie, die in Nahrungsmitteln gespeichert war. Ihre Wirksamkeit ließ sich durch den Gebrauch von Werkzeugen und die Nutzung von Wasserrädern und Windmühlen zum Mahlen von Getreide und zum Pressen von Öl steigern. Darüber hinaus ergänzten Zugochsen und Lastpferde die

menschliche Leistung. Ochsen und Kühe waren lange Zeit die bevorzugten Arbeitstiere, da sie als Wiederkäuer Zellulose nutzen und so - im Unterschied zu Pferden - nur von Grasstopeln und Stroh leben können. Pferde konkurrierten dagegen direkt mit dem Menschen um Nahrung. Ein Ochse leistete in etwa die Arbeit von vier Menschen und lieferte zudem noch Fleisch und Leder. Hinzu kam, dass er sich vor einen Pflug spannen ließ. Während sich Menschen mit Hacken 200 Arbeitsstunden lang plagten, um einen Hektar Land für die Aussaat vorzubereiten, benötigte ein Ochse mit einem Holzpflug dafür etwa 13 Stunden. Deshalb konnten, seit Ochsen die schweren Böden pflügten, neue Räume für den Nahrungsmittelanbau erschlossen und mehr Tiere und Menschen ernährt werden. Doch noch um 1800, also zu Beginn der Industriellen Revolution in Europa, wurden mehr als 70 % der verwendeten mechanischen Energie durch menschliche Muskelkraft erzeugt (MCNEILL 2003: 25).

Da sowohl Energieträger als auch Nahrungsmittel und Werkstoffe in erster Linie organischer Herkunft waren, bildeten kultivierbare Bodenflächen den wichtigsten Beschränkungsfaktor des Solarenergiesystems. Energetisches Wachstum war nur durch die Ausweitung land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen zu erzielen, was lediglich innerhalb bestimmter Grenzen möglich war. Der einzige langfristige Energiespeicher war Holz - das „Holzlager“ der Wälder bot einen Vorrat für 200 Jahre und mehr (SIEFERLE ET AL. 2006: 103).

Die Beschränkungen des Solarenergiesystems zeigten sich auch bei der Bereitstellung von Produktionsmitteln. Werkzeugen und Geräten waren durch die geringe Druckfestigkeit und den hohen Verschleiß des Universalwerkstoffes Holz Leistungsgrenzen gesetzt. Die alternative Verwendung von robusterem Eisen scheiterte an den enormen Energiekosten, die durch das Verwenden