

Perspektiven der Ethik

herausgegeben von
Reiner Anselm, Thomas Gutmann
und Corinna Mieth

8



Umweltethik interdisziplinär

herausgegeben von

Daniela Demko, Bernice S. Elger, Corinna Jung
und Georg Pfeleiderer

Mohr Siebeck

Digitaler Sonderdruck des Autors mit Genehmigung des Verlages

ISBN 978-3-16-153645-8
ISSN 2198-3933 (Perspektiven der Ethik)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2016 Mohr Siebeck Tübingen. www.mohr.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Das Buch wurde von Computersatz Staiger in Rottenburg/N. aus der Minion gesetzt, von Laupp und Göbel in Gomaringen auf alterungsbeständiges Werkdruckpapier gedruckt und von der Buchbinderei Nädele in Nehren gebunden.

Inhalt

Vorwort	VII
 <i>Bruno Baur</i>	
Wer trägt die Verantwortung für die Erhaltung der Biodiversität?	1
 <i>Andreas Brenner</i>	
Das große Wesen achten. Ecocid-Act und Gaia-Theorie	13
 <i>Hartmut Leser</i>	
Herren und Meister der Natur und Umwelt: Maßlosigkeit oder Zukunftssicherung? – Dargestellt am Beispiel der sogenannten „Zwischenstadt“	27
 <i>Georg Pfeleiderer</i>	
Natur als „Schöpfung“? Zu Problematik und Produktivität theologischer Umweltethik	55
 <i>Dietmar von der Pfordten</i>	
Naturschutz jenseits des Menschen	71
 <i>Silvia Tobias, Corinna Jung, Franz Conen, Christine Alewell</i>	
Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch: Ein richtiger Weg zur nachhaltigen Bodennutzung	91
 <i>Markus Vogt</i>	
Ökologische Humanität. Elemente einer Grundlegung der Umweltethik	107
 <i>Carl Friedrich Gethmann</i>	
Naturveränderung und Natur-Heimatrecht. Normative Fragen der Strukturveränderung des ländlichen Raumes	125
 <i>Angelika Krebs</i>	
„Und was da war, es nahm uns an“. Landschaft, Stimmung und Heimat	137

Andreas Dietrich

Der Garten – heilig oder profan? Zur Kulturgeschichte eines
exemplarischen Stücks Landschaft in umweltethischer Perspektive 165

Daniela Demko

„Eigenwert der Natur“ und „Würde“ als Fragen der Umweltethik 181

Autorenverzeichnis 207

Personenregister 211

Sachregister 217

Vorwort

Im Frühjahrssemester 2013 wurde an der Universität Basel die Ringvorlesung „Verantwortung für die Umwelt aus interdisziplinär-ethischer Sicht“ veranstaltet. Dies gab Gelegenheit, die „Basler Ethik“ – nach einem gelungenen Pilotprojekt einer Ringvorlesung von 2009 zur „Ethik des gelebten Lebens“ – erneut sowohl den Fachleuten verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen als auch einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen. Die Neuausrichtung und Verbreiterung des Basler Ethikangebots legte es auch nahe, wichtige Schnittstellen und Kooperationen mit auswärtigen Kolleginnen und Kollegen hervorzuheben. Getragen wurde auch diese neue Ringvorlesung von Ethikerinnen und Ethikern verschiedener Fakultäten der Basler Universität, insbesondere des Instituts für Bio- und Medizinethik (IBMB), das der Naturwissenschaftlichen und der Medizinischen Fakultät angegliedert ist, des Philosophischen Seminars in der Philosophisch-Historischen Fakultät, der Theologischen Fakultät und der Juristischen Fakultät. Diesen und weiteren Disziplinen gehörten auch die im Rahmen der neuerlichen Ringvorlesung Referierenden an. Alle Referierenden haben freundlicherweise ihre Beiträge für die Veröffentlichung bereitgestellt.

Thematisch spannt sich der Bogen der hier veröffentlichten Vorträge aus der Ringvorlesung über die ganze Breite der modernen Umweltethik und erfasst sowohl neu zugespitzte und mit neuen Perspektiven versehene klassische Fragestellungen als auch gänzlich neue Perspektiven der Umweltethik.

Wem gegenüber bestehen umweltethische Pflichten? Alle Individuen, meint *Dietmar von der Pfordten*, verdienen, ausgehend von einem normativen Individualismus, grundsätzlich ethische Berücksichtigung, sofern sie Strebungen, Bedürfnisse, Wünsche oder Ziele entfalten. Eine solche Berücksichtigung ergebe sich nicht etwa daraus, dass sie empfindungs- oder bewussteinfähig seien – der Pathozentrismus ziehe den Kreis der moralisch zu Berücksichtigenden zu eng. *Von der Pfordtens* hierarchische biozentrische Position erfordert hierbei zudem eine Binnendifferenzierung und hierarchische Gliederung für den Konfliktfall.

Noch weiter zieht *Daniela Demko* den Kreis der moralisch zu Berücksichtigenden und schlägt eine Differenzierung zwischen einem *holistischen Eigenwert*begriff und einem *biozentrischen Würde*begriff vor. In einer Unterscheidung zwischen Eigenwert und Würde geht sie hierbei zum einen in kritischer Rezeption der Wertphilosophie und unter Anknüpfung an den Wertsubjektivismus von einem von Menschen zugesprochenen und Menschen verpflichtenden Eigenwert aus, widmet sich zum anderen dem Ein- und Ausgrenzungscharakter des Würdebegriffs sowie

des Weiteren mit Blick auf den *biozentrischen* Würdebegriff den ideengeschichtlichen Entwicklungen des *Lebensbegriffs*.

Angelika Krebs spricht sich im Prinzip für eine pathozentrische Sichtweise aus, nimmt aber den Ausgang vom Naturerleben des Menschen, für den es wichtig sei, die ganze Natur, die uns umgibt, in ihrer Fülle zu erleben. Sie stellt die Gegenüberstellung von instrumentellem Wert der Natur und Eigenwert der Natur in Frage, indem sie der Natur einen eudaimonistischen Wert zuerkennt. Natur sei wichtig für uns Menschen in ihrer Schönheit, ihrer Identitätsstiftung und ihrer Heiligkeit, wir können uns geborgen fühlen durch die ästhetischen Erfahrungen schöner Landschaften und können so Kunst und Landschaft besser verstehen.

Als Strukturfragen des Mensch-Natur-Verhältnisses greift *Carl Friedrich Gethmann* die Fragen nach umweltethischen Pflichten auf. Man habe bisher überwiegend Verpflichtungen des Menschen gegenüber der Natur diskutiert – dem stellt er konkretere normative Fragen naturnaher Lebensformen (Landwirtschaft, Tierhaltung, Jagd) gegenüber und befasst sich insbesondere mit der Frage eines Anspruchs auf Vertrautheit des Menschen mit seinen gewohnten natürlichen Umgebungen. Was der Mensch als Natur betrachte, sei selbst ein Kulturphänomen, in welchem er sich zurechtfinden wolle. Die Geschwindigkeit der Veränderung in einem Stadtbild etwa sei deshalb auf ein für den Menschen angemessenes Mass zu begrenzen.

Andreas Brenner empfiehlt, die Natur vom Ganzen (Holismus) her zu denken und ihre Elemente als Glieder eines Organismus und nicht als Teile im Sinn des Mechanismus zu begreifen. Für dieses Verständnis der Natur als (Super-)Organismus greift er das Gaia-Konzept von der Erde als einem nicht nur Leben beherbergenden, sondern seinerseits lebenden beseelten Wesen auf, indem er etwa auf Formen von Selbstregulierung der Temperatur, von Metabolismus und Selbstheilung der Erde verweist. Aus einer solchen Natur geschöpfte physiologische Kraft sei Voraussetzung der moralischen Kraft des Menschen.

Mit dem Spannungsverhältnis zwischen Humanität, verstanden als Freiheitsschutz und Armutsbekämpfung, und der Übernutzung natürlicher Ressourcen durch eine solche Humanität befasst sich *Markus Vogt* und fragt nach der Notwendigkeit eines neuen Begriffs von Humanität. Dazu gehöre die Frage nach einer gerechten räumlichen Teilhabe für alle, nach einer „Anthropologie des Wohnens“. In der Humanökologie sieht er den Ort für einen Brückenschlag zwischen Personalität und Nachhaltigkeit – zur Ökologie gehöre eben auch die innere Natur des Menschen und sein soziales Umfeld, der Mensch müsse gerade als relationales Wesen begriffen werden.

Die Ambivalenz in der Geschichte des Christentums zwischen Naturerhaltung und Naturvernichtung thematisiert *Georg Pfeleiderer*. Dabei wirbt er um Verständnis dafür, dass ein menschlicher Herrschaftsanspruch über die Natur aus der Kargheit der Versorgung und der Bedrohtheit des Menschen entstehen konnte, sieht aber andererseits auch die Gaia-Hypothese im religiösen Kontext und hält die Erfahrung der Lebenserhaltung durch Lebenszerstörung für einen wichtigen

Grund eines evolutionären Entstehens von Religion im entsöhnenden Opfer. Alle vier umweltethischen Typen – Anthropozentrismus, Pathozentrismus, Biozentrismus und Physiozentrismus – würden sich aus der Sicht der christlichen Theologie als Aussagen von Teilwahrheiten (*particula veri*) darstellen.

Der Garten als Element von Landschaft, vor allem mit dem Dualismus von heilig und profan, ist das Thema, das sich *Andreas Dietrich* setzt. Es geht ihm um die Kulturgeschichte der Landschaftswahrnehmung am Beispiel des Gartens an der Schnittfläche von Natur und Kultur, Urbanität und Ruralität sowie Sakralität und Profanität. Er sieht in der Gegenwart eine Verarmung der Landschaft auf Grund einer Intensivierung der Landwirtschaft und damit eine Profanisierung, die den „heiligen Garten“ zurück in die Städte bringt. Mit dem Verlust der vertrauten und schönen Landschaften gehe zugleich das Gefühl verloren, noch irgendwo zu Hause zu sein.

Mit der Biodiversität befasst sich *Bruno Bauer* und versteht darunter nicht nur genetische Vielfalt, sondern praktisch alle Formen der Lebensvielfalt, also etwa auch die Wechselbeziehungen zwischen den Arten. Zwar gebe es in den letzten dreieinhalb Milliarden Jahren eine ständige Zu- und Abnahme von Biodiversität, das Aussterben von Arten gehe aber derzeit mindestens tausendmal schneller vor sich als je zuvor. Gute Gründe, sich für Biodiversität einzusetzen, gebe es unter den Gesichtspunkten von Nahrung, Gesundheit und Ästhetik, aber auch wegen ökonomischer Werte wie funktionstüchtiger Wälder und schliesslich aus ethischen Gründen des intrinsischen Wertes von Arten.

Ein Umweltproblem, mit dem sich *Silvia Tobias*, *Corinna Jung*, *Franz Conen* und *Christine Alewell* in ihrem Beitrag befassen, ist die ständig zunehmende Bodenversiegelung als die denkbar stärkste Bedrohung des Bodens. Die Autorinnen und Autoren suchen zu klären, ob man dieses Phänomen zunehmender Versiegelung durch Bodenentsiegelung an anderen Stellen kompensieren könnte. Im Einzelfall können sich dabei aber mit der Zwecksetzung der anschliessenden Verwendung erhebliche Schwierigkeiten ergeben. Plädiert wird im Ergebnis für die Schaffung eines Wertesystems, das eine Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch mit einschliesst.

Hartmut Leser macht in seinem Beitrag deutlich, dass zum ökologischen Problemraum auch der abiotische Komplex zähle. Zur Ökologie gehörten auch ein sozialer und ökonomischer Teil und Man-made-desasters wie etwa Chemie- oder Kernkraft-Unfälle. Häufig hätten wir den Eindruck, dass es für Umweltprobleme keine Verantwortlichen gebe, was er an der Entwicklung der zwischenstädtischen Agglomerationen exemplifiziert. Keiner hat diese „Zwischenstädte“ gewollt, niemand sie richtig geplant. Umweltdenken sollte aber gesellschaftliches Denken sein und verantwortliches Handeln setze Umweltdenken voraus.

Alle Beiträge lassen erkennen, wie unser Verständnis davon, wer zu den „*moral patients*“ der Umweltdebatte gehört, immer wieder in Bewegung gerät und wie neue Fragestellungen die klassischen Fragen ergänzen und überlagern. Zwecksetzungen wie Naturerleben oder Vertrautheit mit der natürlichen oder kulturellen Umwelt

sperren sich einer klaren Einteilung in ein instrumentelles oder vom Eigenwert bestimmtes Umweltverständnis – hier lässt sich paradoxer Weise dem „Nutzen“ für den Menschen überhaupt erst über die Zurechnung eines Eigenwerts der Natur näher kommen. Denn eine Natur, die uns nur als instrumentalisiertes Objekt begegnen würde, liesse uns weder ihre Fülle spüren noch Vertrautheit mit Landschaften und Gegenden gewinnen. Auch die zunehmende Verschränkung von Biotischem und Nicht-Biotischem im Umweltbegriff, das Ineinandergreifen von Natürlichem und Artifiziellem, von Natur und Kultur, der Versuch, in der Kategorie des Raums und der gerechten Raum-Zuteilung allem und allen zu seinem und ihrem relativen moralischen Recht zu verhelfen, öffnet neue Sichtweisen. Theologie kann dann von der Natur als „Gottes Kultur“ sprechen und die Natur des Menschen soll in der Humanökologie geistes- und naturwissenschaftliche Komponenten verbinden.

Die Herausgeberinnen und der Herausgeber danken für die wertvolle und grosszügige Unterstützung der Ringvorlesung durch die Freiwillige Akademische Gesellschaft Basel (FAG) und für den Druckkostenbeitrag durch die Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (Scnat).

Basel, im Januar 2016

Daniela Demko, Bernice Elger,
Corinna Jung, Georg Pfleiderer

Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch: Ein richtiger Weg zur nachhaltigen Bodennutzung

Silvia Tobias, Corinna Jung, Franz Conen, Christine Alewell

1. Einleitung

Boden ist eine zentrale Ressource, die für den Menschen heute und in Zukunft viele lebenswichtige Funktionen erfüllt. Zu diesen Bodenfunktionen zählt nicht nur die Produktionsfunktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse, sondern auch die Wasserspeicherfunktion zur Eindämmung von Hochwasserabflüssen, die Funktion als CO₂-Senke, Lebensraum und Genpool für natürliche Pflanzen und Tiere sowie Filter- und Pufferfunktion chemischer Stoffe, was unter anderem zur Trinkwasserreinigung beiträgt. Diese Funktionen kann der Boden jedoch nur erfüllen, solange seine Oberfläche nicht versiegelt ist. Überbauungen sind die stärkste Bedrohung des Bodens, denn sie zerstören alle diese genannten Bodenfunktionen.¹ Bedingt durch den hohen Flächenverbrauch der heutigen Siedlungsentwicklung (1m²/s in der Schweiz, 8m²/s in Deutschland), die immer mit Versiegelung gekoppelt ist, wird der Boden zu einer endlichen Ressource. Insbesondere in der Raumplanung ist dies heute bereits zu spüren.

In jüngster Vergangenheit gab es in der Schweiz verschiedene politische Vorstösse gegen die unbegrenzte Siedlungsausdehnung in die Fläche: die Volksabstimmung zur Beschränkung des Zweitwohnungsanteils in den Gemeinden vom März 2012, die Volksabstimmung zur Revision des Raumplanungsgesetzes (RPG) vom März 2013 und im Kanton Zürich die Volksabstimmung über die sogenannte „Kulturlandinitiative“ zur zukünftigen Beschränkung der Siedlungsfläche auf das aktuelle Ausmass vom März 2012. Alle diese Initiativen wurden in den Abstimmungen vom Stimmvolk gutgeheissen; ein Zeichen, dass die Bevölkerung die Problematik bei der Siedlungsentwicklung erkannt hat. Diese Entwicklung lässt sich auch in anderen Ländern Europas beobachten. Besorgnis bereitet den Staaten vor allem die im Vergleich zum Bevölkerungswachstum wesentlich stärkere Ausbreitung der Siedlungsflächen.² Als Reaktion werden in verschiedenen Ländern Mass-

¹ Salenghe, Riccardo / Marsan, Franco Ajmone, „The anthropogenic sealing of soils in urban areas“, *Landscape and Urban Planning* 90 (2009), 1–10.

² EEA (European Environment Agency), *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*, Kopenhagen 2006.

nahmen zur Begrenzung der versiegelten Flächen getroffen.³ Diese reichen von der Parkplatzpflasterung mit Rasengittersteinen zur Erhöhung der Wasserinfiltrationskapazität bis hin zur Forderung nach Rückbau und Entsiegelung versiegelter Flächen als Kompensation für neue Versiegelung an anderer Stelle. Auch in der Schweiz wird man in Zukunft Massnahmen zur Kompensation neu versiegelter Flächen treffen müssen. Viele Gemeinden beklagen sich, dass die erwähnten politischen Entscheide eine weitere Siedlungsentwicklung an gut erschlossenen, raumplanerisch sinnvollen Orten verhindern. Gleichzeitig liegen in verschiedenen Gemeinden überbaute Flächen, z. B. alte Industrieareale, brach. Die gesellschaftliche Veränderung von der Industrie- zur Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft stellt neue Anforderungen an die Raumplanung: Während im Industriezeitalter die Nähe zu Rohstoffen und Energieträgern die Fabriken an die Flussufer und Waldränder ziehen liess, ist heute für den Dienstleistungssektor die Erreichbarkeit der zentrale Standortfaktor.⁴ So siedeln sich die Firmen heute mit Vorliebe in der Nähe von Flughäfen, grossen Bahnhöfen und Autobahnanschlüssen an. Mit der allgemein stark gestiegenen Mobilität haben sich auch die gesellschaftlichen Ansprüche an die Transportsysteme geändert. Heute besteht ein grosser Bedarf nach Hochleistungsstrassen und -eisenbahnstrecken.⁵ Das führt gerade bei den Strassen dazu, dass die Hauptverbindungsachsen nicht mehr wie früher die Dorfzentren miteinander verbinden, sondern als Umgehungsstrassen um die Dörfer herum ausgebaut werden. Heute ist den Verkehrsplanern aber auch bewusst, dass die alten Strassen zurückgebaut und für den Durchgangsverkehr unattraktiv gestaltet werden müssen, da sie andernfalls als „Schleichwege“ genutzt werden.

Angesichts der veränderten gesellschaftlichen Ansprüche an die Landnutzung und der aktuellen politischen Voraussetzungen drängt sich für die Raumplanung eine Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch auf. Die Idee ist einfach: Jede neue Bodenversiegelung ist im Interesse gegenwärtiger und zukünftiger Generationen mit dem Rückbau und der Entsiegelung brachliegender versiegelter Flächen zu kompensieren. Dadurch könnten die mit der Neuversiegelung zerstörten Bodenfunktionen an einem anderen Ort wiederhergestellt werden. Dies könnte zu einer echten Ressourcenschonung im Sinne des Konzepts der starken Nachhaltigkeit beitragen.

Wir prüfen in diesem Artikel in einem Gedankenexperiment, ob der Verlust von Bodenfunktionen infolge Versiegelung durch Bodenentsiegelung an einer anderen Stelle kompensiert werden kann und ob dies zu einer nachhaltigen Entwicklung beiträgt, sowie welche Konflikte und Probleme dabei gegebenenfalls entstehen können. Die Diskussion wird vor dem Hintergrund der Konzepte der starken

³ Prokop, Gundula/Jobstmann, Heide/Schönbauer, Arnulf, *Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27*, Brüssel 2011.

⁴ Kobayashi, Kiyoshi/Okumura, Makoto, „The growth of city systems with high-speed railway systems“, *Annals of Regional Science* 31 (1997), 39–56.

⁵ Feitelson, Eran/Salomon, Ilan, „The implications of differential network flexibility for spatial structures“, *Transportation Research A* (2000), 459–479.

und schwachen Nachhaltigkeit geführt. Dabei werden drei verschiedene Perspektiven eingenommen: i) die Perspektive der Raumplanung, die eine Kompensation der Landnutzungen verfolgt, ii) die Perspektive des Bodenschutzes, der eine Kompensation der Bodenfunktionen verlangt, iii) die Perspektive der Gesellschaft und Ethik, die die Erfüllung der Ansprüche sowohl der heutigen als auch der zukünftigen Generationen anstrebt.

2. Konzepte starker und schwacher Nachhaltigkeit

Der ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammende Begriff der Nachhaltigkeit schaut mittlerweile auf eine dreihundertjährige Geschichte zurück. Obwohl Hans Carl von Carlowitz, ein Oberberghauptmann im sächsischen Freiberg, in seinem 1713 erschienenen Werk *Sylvicultura oeconomica* den Begriff der Nachhaltigkeit eigentlich nur einmal erwähnte, wird ihm landläufig die Urheberschaft dieses Begriffs zugeschrieben.⁶ Grund dafür ist der Gegenstand, mit dem er sich vor allem beschäftigte: drohender Holzmangel und die Sorge darum, den Bestand respektvoll zu behandeln und für die Nachwelt zu sichern. Holz war damals eine zentrale Ressource für energieintensive Manufakturen wie Glashütten und Schiffswerften, es war notwendig für den Erzbergbau und gleichzeitig bestand grosser Bedarf an Ackerlandgewinnung: Wälder wurden daher im grossen Stil abgeholzt. Sollte weiter so mit den Waldbeständen umgegangen werden, war ein Holzmangel unvermeidlich.⁷ Carlowitz prognostizierte bei einem sich nicht ändernden Abholzungsverhalten auch Folgen für nachkommende Generationen. Er proklamierte daher einen wertschätzenden und verantwortungsvollen Umgang mit der Natur und besonders den Baumbeständen, um diese auch für die Nachwelt zu erhalten. Von Anfang an bringt daher der entstehende Begriff der Nachhaltigkeit Ressourcenmanagement, Verantwortung, eine Form von Generationengerechtigkeit sowie ökonomische Interessen zusammen.

Knapp 300 Jahre später sind diese Begriffe im Brundtland-Report⁸, dessen offizieller Name *Our Common Future* lautet, nach wie vor zentrale Themen. Allerdings wird mittlerweile Nachhaltigkeit, bzw. *sustainability* oder *sustainable development*, explizit genannt und ausführlicher besprochen. In Absatz 27 steht unter der Überschrift „Sustainable Development“ im Bericht:

⁶ „wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen/daß es eine kontinuierliche, beständige und nachhaltige Nutzung gebe/ weil es eine unentbehrliche Sache ist/ ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag“ (Carlowitz 1713, 105, zitiert nach Grober, Ulrich, „Urtexte – Carlowitz und die Quellen unseres Nachhaltigkeitsbegriffs“, *Natur und Landschaft* 88 [2013], 46).

⁷ Grober, Ulrich, „Urtexte – Carlowitz und die Quellen unseres Nachhaltigkeitsbegriffs“, *Natur und Landschaft* 88 (2013), 47 f.

⁸ World Commission of Environment and Development, *Our common future* (Brundtland-Report), Oxford 1987.

Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

Und etwas weiter:

sustainable development is not a fixed state of harmony, but rather a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development, and institutional change are more consistent with future as with present needs. (Absatz 30)

Im Sinne der Nachhaltigkeit muss es also im Hinblick auf zukünftige Generationen Ziel sein, Ressourcen zu erhalten. Als Ressourcen gelten hierbei verschiedene Arten von Kapital. Grunwald und Kopfmüller unterscheiden zwischen natürlichem Kapital (wie Boden, Rohstoffe, Wasser oder Luft) und künstlichem Kapital, also von Menschen produzierte Entitäten (wie etwa Wissen, Technik, Gebäude, Strukturen).⁹ Döring und Ott legen diversifizierter eine Liste mit sechs verschiedenen Kapitalarten vor: Sie trennen in Naturkapital, Sachkapital, kultiviertes Naturkapital (wie landwirtschaftliche Nutzflächen), Sozialkapital (z. B. Institutionen), Humankapital ([Aus-]Bildung) und Wissenskapital.¹⁰ Auch wenn die zweite Liste etwas ausführlicher ist, wird auch hier eigentlich eine Zweiteilung weitergeführt, nämlich die Unterscheidung in was natürlich bzw. ökologisch ist und das, was durch Menschen hinzugefügt wurde.

Nachhaltigkeit kann nun so verstanden werden, dass entweder versucht wird, die Gesamtheit verschiedener Kapitalarten zu erhalten oder aber die Einzelkomponenten. Das Hauptaugenmerk der Nachhaltigkeit liegt also auf der Frage der Substitution. Die zentrale Frage lautet: wie und in welchem Umfang können bzw. müssen verschiedene Arten von Kapital ersetzt werden? Dies führt zur Unterscheidung zwischen starker und schwacher Nachhaltigkeit. Ansätze der starken Nachhaltigkeit verlangen, dass die natürlichen Bestände, „über die Zeit hinweg konstant gehalten werden“.¹¹ Dies hat weitreichende Konsequenzen, man denke etwa an den Verbrauch von Bodenschätzen, die nicht reproduzierbar sind. Im Gegensatz dazu kann bei Modellen schwacher Nachhaltigkeit natürliches Kapital auch durch künstliches ersetzt werden. Döring und Ott sprechen hier von einer „Portfolio-Perspektive auf die Kapitalbestände der Gesellschaft“, da jeder Posten austauschbar ist und schliesslich nur die Maximierung von Nutzen zählt.¹² Wie schon diese kurze Charakterisierung zeigt, handelt es sich bei starker und schwacher Nachhaltigkeit um theoretische Konzepte, die jeweils einer Auslegung bedürfen und in entsprechenden Kontexten auf ihre Bedeutung und Folgen hin überprüft werden müssen.

⁹ Grunwald, Armin/Kopfmüller, Jürgen, *Nachhaltigkeit*, Frankfurt a. M./New York 2006, 37.

¹⁰ Döring, Ralf/Ott, Konrad, „Nachhaltigkeitskonzepte“, *Zfww* 2/3 (2001), 320 f.

¹¹ Döring, Ralf/Ott, Konrad, „Nachhaltigkeitskonzepte“, *Zfww* 2/3 (2001), 321.

¹² Ebd.

3. Konzeptionelle Fallbeispiele

Wir diskutieren die Möglichkeiten einer Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch an zwei Fällen, die im Zusammenhang mit der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung typischerweise vorkommen.

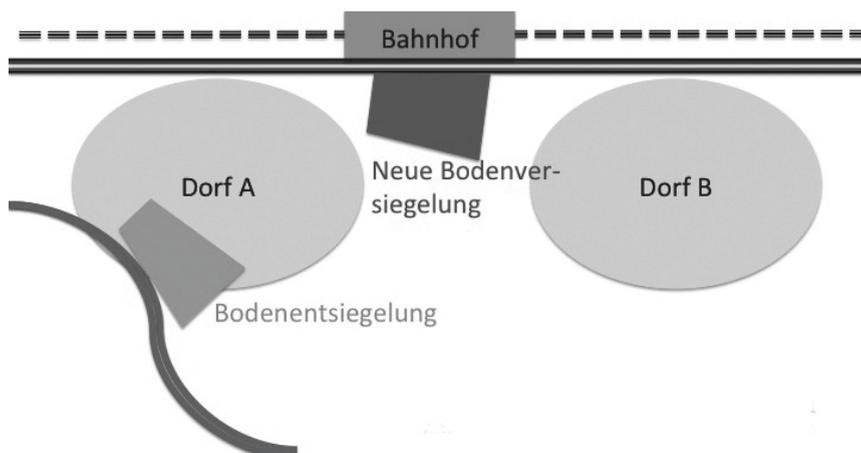


Abb. 1: Fallbeispiel A Siedlungserweiterung:

Hier wurde eine landwirtschaftlich genutzte Braunerde neu versiegelt und zur Kompensation ein ehemaliges Industriegelände entsiegelt und wieder für die Landwirtschaft nutzbar gemacht. Die Flächen sind gleich gross und der Boden wurde direkt umgelagert.

Ein Bahnhof, der zwei Dörfer bedient, stand bis vor kurzem auf der sogenannten grünen Wiese. Neben diesem Bahnhof und zwischen den beiden Dörfern ist nun ein neues Dienstleistungszentrum entstanden. Die Erschliessung ist ideal; nicht nur durch den Bahnhof, sondern auch durch die benachbarte Strasse, einen Autobahnzubringer. Zur Kompensation wurde am Rande des Dorfes A ein stillgelegtes Industriearéal von derselben Fläche zurückgebaut und entsiegelt. Die Fabrik hatte sich ursprünglich wegen der Wasserkraft am Ufer des Dorfbaches angesiedelt. Die neu überbaute Fläche in der Nähe des Bahnhofs entstand auf einer tiefgründigen, nährstoffreichen Braunerde aus sandigem Lehm, die vorher landwirtschaftlich genutzt wurde. Vor der Überbauung wurde dieser Boden auf die entsiegelte Fläche des stillgelegten Industriearéals umgelagert und dort wieder für die landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung gestellt.

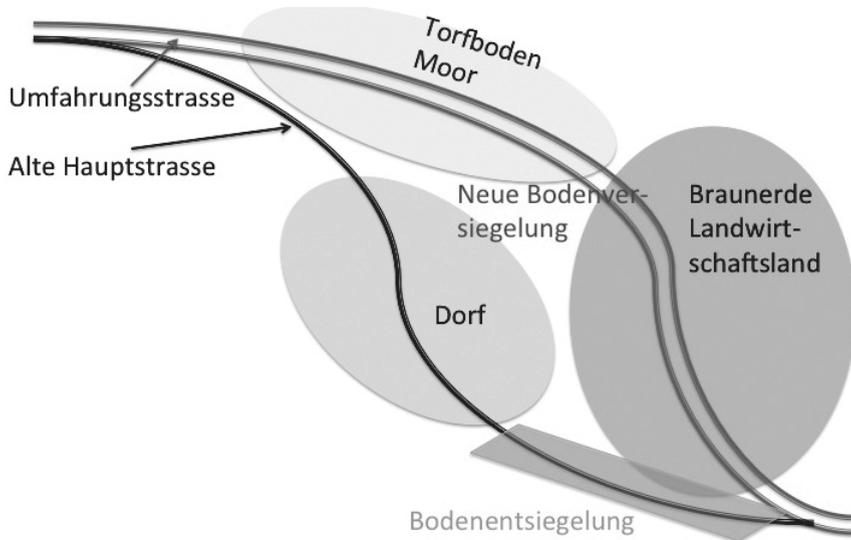


Abb. 2: Fallbeispiel B Umfahungsstrasse:

Zur Verkehrsentlastung eines Dorfes wurde eine Umfahungsstrasse durch ein Moor und durch Landwirtschaftsland neu gebaut. Kompensiert wurde der Eingriff mit der Entsiegelung eines Abschnitts der alten Hauptstrasse in das Dorf. Durch den Rückbau entstand neu eine Ruderalfläche, während durch den Strassenbau ein Braunerde- und ein Torfboden zerstört wurden.

Ein Dorf, das durch ein hohes Aufkommen an Durchgangsverkehr belastet war, wurde durch eine Umfahungsstrasse entlastet. Damit die alte Strasse zu Stossverkehrszeiten nicht zum „Schleichweg“ wird, wurde ein Teilstück zwischen der Umfahungsstrasse und dem Dorf aufgebrochen und als Ruderalfläche dem Naturschutz und der Naherholung zur Verfügung gestellt. Der neu gebauten Umfahungsstrasse fielen eine landwirtschaftlich genutzte Braunerde und ein Moor zum Opfer. Die entsiegelte Fläche besteht aus dem ursprünglichen Strassenplanum, d. h. einem stark verdichteten, kiesigen Rohboden. Die entsiegelte Fläche ist nicht nur wesentlich kleiner als die neu versiegelte, sie ist zudem durch einen Bodentyp und Bodeneigenschaften charakterisiert, die bislang in der Region nicht vorkamen und damit auch nicht unbedingt die vorherigen Bodenfunktionen ersetzen.

4. Starke und schwache Nachhaltigkeit aus Sicht der Raumplanung

Zu den wichtigsten Aufgaben der Raumplanung gehört die Abwägung der verschiedenen Nutzungsinteressen auf der beschränkten Bodenfläche. Problematisch ist dabei, dass die eigentlichen Ziele der Raumplanung gemäss Art. 1 des Raumplanungsgesetzes (RPG) in sich schon widersprüchlich sind: Die Raumplanung soll einen haushälterischen Umgang mit dem Boden und den Schutz der natürlichen Ressourcen gewährleisten und gleichzeitig eine geordnete Siedlungsentwicklung ermöglichen und die Landesversorgung sicherstellen. Es ist offensichtlich, dass eine Neuversiegelung des Bodens nur nach einer sorgfältigen Abwägung aller Nutzungsinteressen erfolgen sollte. Doch auch bei einer Bodenentsiegelung ist für die Wahl einer sinnvollen Nachnutzung eine Interessenabwägung nötig.

Die Erhaltung des Naturkapitals im Sinne der starken Nachhaltigkeit kann für die Raumplanung zweierlei bedeuten: i) die Kompensation einer neu versiegelten Fläche mit der Entsiegelung einer Fläche von derselben Grösse (quantitativer Bodenschutz); und ii) die Wiederherstellung der durch die Überbauung verloren gegangenen Landnutzung auf einer entsiegelten Fläche. Diese Bedingungen sind im Fallbeispiel A ideal erfüllt. Ganz anders sieht es im Fallbeispiel B aus. Die entsiegelte Fläche entspricht dort nur einem Bruchteil der neu überbauten Fläche. Zudem sind die verloren gegangenen Landnutzungen keineswegs kompensiert. Als Verluste sind die landwirtschaftlichen Produktionsfunktionen des Bodens, Naturschutz-Aspekte im Sinne der Erhaltung der Feuchtgebiete und Klimaschutz-Aspekte durch Verlust eines Kohlenstoffspeichers zu nennen, wenn man davon ausgeht, dass Teile des Moores für den neuen Strassenabschnitt trocken gelegt werden müssen. Gewonnen werden durch die Förderung von Ruderalstandorten Biodiversitätsfunktionen und die Erholungsfunktion für die Bevölkerung im betreffenden Dorf. Der grösste Nutzen dieser Massnahme ist allerdings die Entlastung des Dorfbereichs vom Durchgangsverkehr, wovon generell die Dorfbevölkerung profitiert.

In Beispiel A wird aus Sicht der Raumplanung das Prinzip der starken Nachhaltigkeit konsequent umgesetzt; sowohl das Naturkapital, d. h. die Bodenfläche, als auch die wirtschaftliche Produktionsgrundlage für die Landwirtschaft werden kompensiert. Demgegenüber repräsentiert das Beispiel B das Prinzip der schwachen Nachhaltigkeit. Der gesellschaftliche Nutzen aus der Verkehrsentslastung und der neu gewonnenen Naherholungsfläche steht im Vordergrund. Das entsiegelte Strassenstück kann für die Erholungsnutzung wesentlich zugänglicher sein als ein sumpfiges Moor oder ein Getreide- oder Maisfeld, das nicht betreten werden darf.

5. Starke und schwache Nachhaltigkeit aus Sicht des Bodenschutzes

Wie eingangs erwähnt, erfüllt der Boden für Mensch und Umwelt essentielle Funktionen. Die Ausprägungen dieser Bodenfunktionen hängen vom Bodenaufbau, der Topografie und den klimatischen Bedingungen am jeweiligen Standort ab. Je nach Standortbedingungen bilden sich verschiedene Böden aus. Diese Vielfalt an Böden führt zu einer entsprechend grossen Vielfalt an Ökosystemen, die der Mensch unter anderem als landschaftliche Vielfalt wahrnimmt und die ihm unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten bietet. Das bedeutet aber auch, dass nicht jeder Boden an jedem beliebigen Standort wiederhergestellt werden kann, bzw. dass ein rekultivierter Boden seine spezifischen Funktionen nicht zwingend an jedem Standort in gleichem Masse erfüllen kann. Hinzu kommt, dass die Prozesse des Bodenabtrags und der Rekultivierung den Boden stark beeinträchtigen.¹³ Durch den Abtrag wird der Boden in seinem natürlichen Aufbau und Gefüge gestört. Bei der Schüttung ist darauf zu achten, dass der Boden in abgetrocknetem Zustand möglichst locker geschüttet, möglichst wenig und nur mit leichten Maschinen befahren wird. Andernfalls besteht die Gefahr, dass das Bodengefüge verdichtet und in der Folge die Sauerstoffversorgung im Boden eingeschränkt wird. Dies wiederum beeinträchtigt die Bodenfunktion als Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Bodenverdichtungen waren die häufigsten Schäden, die die Landwirte in der Vergangenheit auf Rekultivierungen, z. B. über ehemaligen Kiesabbaugebieten, beklagten. In den vergangenen 20 Jahren wurden grosse Fortschritte im schonenden Umgang mit Boden bei Bauvorhaben erzielt.¹⁴ Dennoch bleiben Rekultivierungen heikle Eingriffe in den Boden. Im günstigsten Fall sind die Schüttungen überlockert und müssen sich über mehrere Jahre durch ihr Eigengewicht setzen, um eine tragfähige Bodenstruktur wiederzugewinnen.¹⁵ Gewisse Böden, insbesondere Moorböden, können nur mit grösster Mühe oder gar nicht rekultiviert werden (siehe weiter unten).

In Fallbeispiel A wurde auch aus Sicht des Bodenschutzes das Prinzip der starken Nachhaltigkeit umgesetzt. Der überbaute Boden wurde direkt umgelagert und am neuen Standort wieder aufgebaut. Eine sandig-lehmige, nährstoffreiche Braunerde lässt sich wegen ihres hohen Anteils mineralischer Bestandteile und ihrer, bei fachgerechter landwirtschaftlicher Praxis in der Regel gut ausgebildeten, Boden-

¹³ Friedli, Bénédicte/Tobias, Silvia/Fritsch, Martin, „Quality assessment of restored soils: combination of classical soil science methods with ground penetrating radar and near infrared aerial photography?“, *Soil and Tillage Research* 46 (1998), 103–115.

¹⁴ Tobias, Silvia, „Fortschritte im Bodenschutz beim Bauen“, in: *Thema Umwelt* 4 (2007).

¹⁵ Tobias, Silvia/Haberecht, Maja/Stettler, Matthias/Meyer, Martin/Ingensand, Hilmar, „Assessing the reversibility of soil displacement after wheeling in situ on restored soils“, *Soil and Tillage Research* 98 (2008), 81–93; dies., „Setzungsmessungen bei der Befahrung rekultivierter Böden“, *Agrarforschung* 15 (2008), 282–287.

struktur mit stabilen Aggregaten auch schadlos rekultivieren, d. h. es besteht keine besondere Gefahr, dass der Boden während des Abtrags- und Rekultivierungsprozesses verdichtet würde.

Sandig lehmige Braunerden haben eine für den Wasserhaushalt relativ günstige Korngrößenverteilung. Der ausreichend hohe Sandanteil fördert die Durchlässigkeit des Bodens, verhindert Staunässe und Sauerstoffmangel und lässt das Niederschlagswasser in tiefere Schichten einsickern. Gleichzeitig sorgen die feinkörnigen Bodenanteile Schluff und Ton für die Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser sowie eine genügende Kationenaustauschkapazität, was für die Speicherung von Nährstoffkationen wie auch die Ausbildung eines stabilen Bodengefüges entscheidend ist. Ganz besonders wegen der günstigen Wasserhaushaltseigenschaften, der stabilen Bodenstruktur, und der häufig anzutreffenden tiefen Gründigkeit der Böden, sind diese Braunerden im Schweizer Mittelland sehr geeignet für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen.

In Fallbeispiel A ist das Prinzip der starken Nachhaltigkeit vollumfänglich umgesetzt, wenn der rekultivierte Boden seine Produktionsfunktion für landwirtschaftliche Kulturen genauso gut erfüllen kann, wie er das zuvor am Standort der neuen Überbauung tat. Wegen der kurzen Distanz zwischen dem überbauten und rekultivierten Standort kann davon ausgegangen werden, dass an beiden Standorten dieselben klimatischen Bedingungen herrschen und dieselben Kulturpflanzen daher an beiden Standorten gleich gut gedeihen können. Sollte sich der rekultivierte Standort aber im Schatten eines Hügelzugs oder Waldes, oder in Tal- oder Hanglage befinden, kann die landwirtschaftliche Nutzbarkeit des rekultivierten Bodens gegenüber dem ursprünglichen Standort stark eingeschränkt sein. Das bedeutet, dass mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Bodens nicht in jedem Fall auch die Bodenfunktionen im ursprünglichen Ausmass wiederhergestellt werden können, sondern dass auch Exposition und Geomorphologie berücksichtigt werden müssen. Versteht man starke Nachhaltigkeit als vollständige Kompensation der verlustigen Bodenfunktionen, dann ist nicht nur die Wiederherstellung des durch Überbauung verlorenen Bodens, sondern auch die Wahl des geeigneten Standorts für die Entsiegelung ausschlaggebend. Werden die ursprünglichen Bodenfunktionen am Standort der Entsiegelung weniger gut erfüllt und auch nicht durch andere Bodenfunktionen wie z. B. erhöhter Wasserspeicherung zum Hochwasserschutz kompensiert, ist der ganze Prozess der Überbauung trotz begleitender Entsiegelung letztlich als nicht nachhaltig zu bezeichnen.

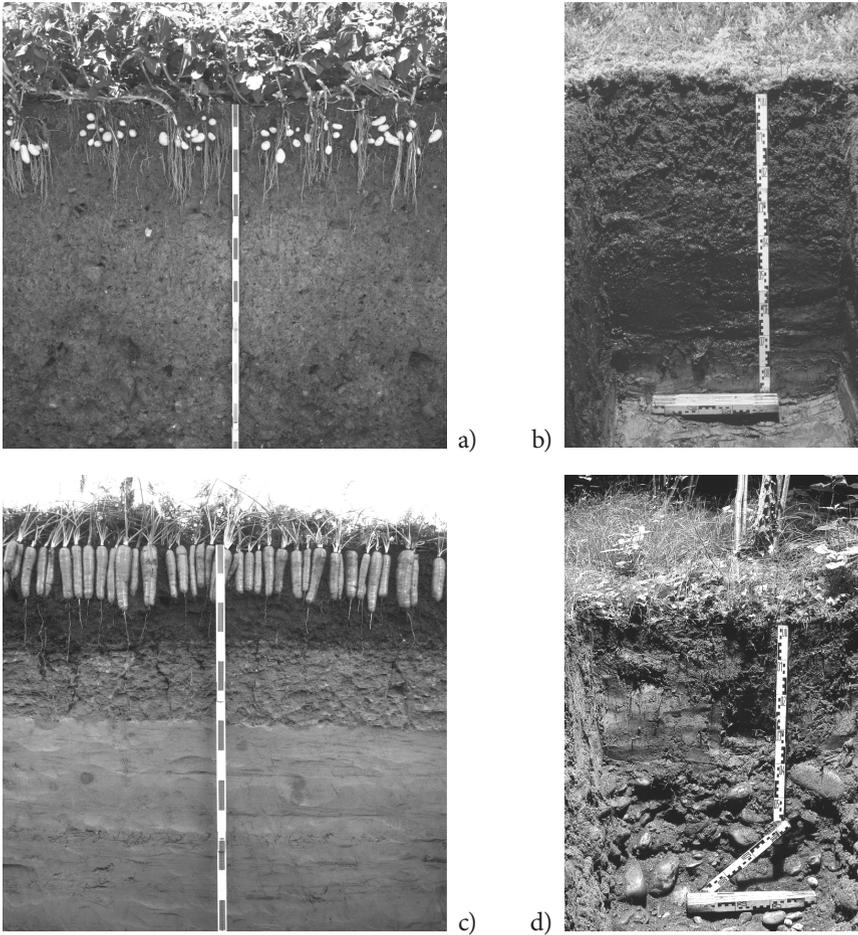


Abb. 3: Beispiele von Bodenprofilen:

- a) Braunerde; b) Moorboden; c) entwässerter Moorboden; d) Auenboden (Rohboden). © für a) und c): Agroscope: Gabriela Brändle, Urs Zihlmann; LANAT: Andreas Chervet; © für b) und d): WSL: Marco Walser

Fallbeispiel B führt für den Bodenschutz schon rein aus der Flächenbilanz zwischen der neu versiegelten und der entsiegelten Fläche zu grossen Verlusten. Zudem kann der neu erschaffene Rohboden nicht oder zumindest nicht in demselben Ausmass dieselben Bodenfunktionen erfüllen wie die verlorene Braunerde und/oder der Moorboden. Während die Braunerde, wie oben erläutert, mit bodenschonenden Techniken am neuen Standort unter Umständen hätte rekultiviert werden können, hätte eine Umlagerung des Moorbodens an den entsiegelten Standort kaum Erfolg gehabt.

Moore entstehen unter Luftabschluss über einer wasserundurchlässigen Stauschicht, z. B. über einer Grundmoräne eines Gletschers oder über einer dichten Tonschicht. Unzersetztes organisches Material lagert sich am Gewässergrund über der Stauschicht ab und führt über Jahrhunderte zur Verlandung des Gewässers. Niedermoore (in der Schweiz auch Flachmoore genannt) sind typischerweise immer bis zur Bodenoberfläche wassergesättigt und bestehen weitgehend aus Torf, d. h. aus unzersetzten Pflanzenresten. Somit spielen Moore auch eine bedeutende Rolle als CO₂-Senke. Der starke Sauerstoffmangel in Moorböden schränkt die Pflanzenvielfalt ein, bietet aber gleichzeitig einigen konkurrenzschwachen, hoch spezialisierten und oft seltenen Arten eine biologische Nische.

Abtrag und Umlagerung führen zur Entwässerung des Moorbodens. Zudem besteht die Gefahr der Bodenentwässerung, wenn die Unterlage des Moorbodens am neuen Standort nicht absolut wasserundurchlässig ist. Entwässert man einen Moorboden, was dank seiner hohen Durchlässigkeit wegen dem hohen Porenvolumen und dem hohen Anteil an Grobporen des Torfes schnell eintritt, tritt Luft in die Poren ein und setzt die aeroben Abbauprozesse der Mikroorganismen in Gang. Der Torf wird in seine mineralischen Bestandteile zersetzt, es werden grosse Mengen an CO₂ in die Atmosphäre abgegeben, der Stickstoff wird zu den pflanzenverfügbaren Molekülen Ammonium und Nitrat umgewandelt und schliesslich sackt der Boden infolge der Zerkleinerung der organischen Substanz in sich zusammen. Um ein Moor umzulagern, müsste also ein Standort gefunden werden, der die Wassersättigung des umgelagerten Materials gewährleistet, ohne dabei ein bestehendes Moor zu zerstören. Letzteres wäre wohl nur auf heutigen intensiv genutzten und in der Vergangenheit drainierten Moorflächen denkbar, die im Zuge der Umlagerung und Aufschüttung dann gleichzeitig wiedervernässt und damit rekultiviert würden.

Ursprünglich wurden Moore als Streuwiesen genutzt und waren für die Landwirtschaft von geringem Interesse. Um die Bodenstabilität zu erhöhen und die Sauerstoffversorgung der Pflanzenwurzeln zu verbessern wurden insbesondere in den Zeiten der Weltkriege in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts viele Moorböden entwässert und für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen urbar gemacht. Gleichzeitig wurden während der Zersetzung des Torfes wichtige Nährstoffe freigesetzt. Heute steht unsere Gesellschaft einer Moorentwässerung kritisch gegenüber, weil durch die Drainage und intensive landwirtschaftliche Bearbeitung, besonders im Gemüsebau des schweizerischen Mittellandes, in einigen ehemaligen

Moorböden der Torfbis zur Stauschicht zersetzt ist und damit zum Einen eine Bewirtschaftung in Zukunft in Frage gestellt ist und zum anderen diese Böden nicht mehr als Kohlenstoffspeicher im Sinne des Klimaschutzes funktionieren können. Zudem verlangt die Gesellschaft heute den Schutz von Mooren wegen ihrer parkähnlichen landschaftlichen Ästhetik und der seltenen Arten, die sie beherbergen (Biodiversitätsfunktion). Der Bau der Umfahrungsstrasse in Fallbeispiel B führt somit zum Verlust wichtiger ökologischer Funktionen des Moores. Daher stossen heutzutage Strassenbaupläne durch Mooregebiete auch vermehrt auf Widerstand seitens der Naturschutzorganisationen und der breiten Bevölkerung.

Auf der Ertragsseite erhält der Bodenschutz im Fallbeispiel B einen Rohboden. Rohböden bestehen zur Hauptsache aus dem unverwitterten Muttergestein, d. h. dem C-Horizont mit einer sehr dünnen Bodenaufgabe. Natürlicherweise kommen Rohböden an Standorten mit relativ hoher Frequenz an starken mechanischen Störungen vor. Diese sind z. B. Flussauen mit häufig wiederkehrenden Überschwemmungen oder Hanglagen im Gebirge mit häufigen Massenbewegungen (Rutschungen). Auf diesen Böden können sich Pflanzen nur punktuell auf kleinen Flächen im Schatten der mechanischen Störungen ansiedeln und dort die Verwitterung des Muttergesteins und die eigentliche Bodenbildung vorantreiben. Das führt in der Fläche zu sehr unregelmässigen und geringen Horizontmächtigkeiten und extremen Wasserhaushaltseigenschaften (von extrem trocken bei Normalwasserstand zu Wassersättigung während hoher Niederschläge). Auf Rohböden finden sich in der Regel Pionierökosysteme, die sich durch Arten mit tiefen Ansprüchen an den Standort, aber einer grossen Konkurrenzschwäche gegenüber anderen Pflanzenarten kennzeichnen. Zudem bleiben diese Pionierökosysteme an Standorten mit wenig Störung in der Regel nur wenige Dekaden bestehen, weil die Verwitterungs- und Bodenrenewbildungsrate auf Rohböden besonders hoch ist und die Sukzession nachfolgender Pflanzengesellschaften begünstigt.¹⁶ Bewirtschafteter Kiesgruben gestalten ihre Abbautappen heute in einigen Fällen so, dass sich Pionierökosysteme einrichten und vom einen zum nächsten abgebauten Kompartiment wandern können (sog. Wanderbiotope).

In Fallbeispiel B wurde mit der Entsiegelung ein Bodenökosystem erschaffen, das es bislang in dieser Region noch nicht gab. Dadurch wurde die ökologische und landschaftliche Vielfalt erhöht, was durchaus als Gewinn bezeichnet werden kann. Allerdings ist eine Abwägung zwischen den verlorenen und neu gewonnenen Bodenökosystemen sehr schwierig. Wenn der überbaute Moorboden seltene Arten der Roten Liste beherbergte und der neu entsiegelte Rohboden vorab Ubiquisten bzw. Generalisten einen Lebensraum bieten kann, ist aus naturschutzbiologischer Sicht der Verlust der seltenen Arten viel stärker zu gewichten als der Gewinn des neuen Pionierökosystems.

¹⁶ Stockmann, Uta/Minasmy, Budiman/McBratney, Alex B., „How fast does soil grow?“, *Geoderma* 216 (2014), 48–61.

6. Starke und schwache Nachhaltigkeit aus gesellschaftlicher Sicht

Betrachtet man die beiden Fallbeispiele vom Standpunkt der intergenerationellen Gerechtigkeit, so bietet Beispiel A den zukünftigen Generationen sehr ähnliche Voraussetzungen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse, wie sie die aktuelle Generation erfährt. In Beispiel B hingegen werden die zukünftigen Generationen stark veränderte Rahmenbedingungen vorfinden, die andere Bedürfnisse decken können als heute. Doch wie bereits erwähnt ändern sich die gesellschaftlichen Ansprüche an die Umwelt in Abhängigkeit von wirtschaftlichen und politischen Bedürfnissen oder auch Zwängen und nicht zuletzt auch dem Zeitgeist. Wir können heute die zukünftigen gesellschaftlichen Bedürfnisse kaum mit Sicherheit voraussehen. Während in der Wirtschaftskrise um die beiden Weltkriege auch in der Schweiz eine regelrechte Anbauschlacht stattgefunden hat, um die Ernährung der Bevölkerung sicherzustellen, steht die Gesellschaft seit den 1970er-Jahren der intensiven Landwirtschaft kritisch gegenüber, weil sie zu ausgeräumten Landschaften, hohen Biodiversitätsverlusten, hohen Bodenerosionsraten und starken Schadstoffimmissionen in die Umwelt geführt hat. Es ist deshalb möglich, dass die in Fallbeispiel B neu erstellte Ruderalfläche von der heutigen Bevölkerung stärker geschätzt wird als der in Fallbeispiel A wiederhergestellte Landwirtschaftsboden. Die zukünftigen Generationen könnten aber wieder andere Prioritäten setzen, insbesondere aufgrund der Auswirkungen des globalen Klima- und Landnutzungswandels. Ausgehend von den Klimaänderungsszenarien des *Intergovernmental Panels on Climate Change* (IPCC) sagen Parry et al.¹⁷ für die gemäßigten Breiten des Globus eine landwirtschaftliche Ertragssteigerung von 5 % bis 10 % bis zum Jahr 2080 voraus, während sie in ariden Gebieten der Erdkugel mit Ertragsverlusten von bis zu 30 % gegenüber dem heutigen Stand rechnen. Zentraleuropa kann nach diesem Modell zu einer landwirtschaftlichen Gunstregion werden und als Produktionsregion für die globale Ernährungssicherung stark an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig ist es möglich, dass unter Szenarien von weltweiten Wirtschaftskrisen und zunehmender Rohstoffknappheit die Bedeutung an lokaler und regionaler Lebensmittelproduktion zunimmt und Forderungen nach autarker Versorgung zumindest innerhalb Europas gestellt werden könnten. Zudem geht die *Food and Agricultural Organization of the United Nations* (FAO) derzeit davon aus, dass die für 2050 auf 9 Milliarden geschätzte Weltbevölkerung nur ernährt werden kann, wenn die Entwicklungsländer ihren landwirtschaftlichen Ertrag verdoppeln.¹⁸ Es ist jedoch sehr unsicher, ob diese Ertragssteigerung erreicht, und vor allem, ob sie

¹⁷ Parry, Martin L./Rosenzweig, Cynthia/Iglesias, Ana/Livermore, Matthew/Fischer, Günther, „Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios“, *Global Environmental Change* 14 (2004), 53–67.

¹⁸ Fischer, Günther/Hizsnyik, Eva/Prieler, Sylvia/Wiberg, David, *Scarcity and abundance of land resources: Competing uses and the shrinking land resource base*, FAO, Rome 2011.

über 50 Jahre aufrechterhalten werden kann. Um die Weltbevölkerung in Zukunft zu ernähren, erachten es die Autoren für nötig, global alle Land- und Bodenressourcen nachhaltig zu bewirtschaften, insbesondere in Regionen mit ertragreichen Böden. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass die Gesellschaft in Zukunft die landwirtschaftliche Produktion wieder stärker gewichten wird und daher auch in Fällen wie im Beispiel B auf der entsiegelten Fläche einen rekultivierten Landwirtschaftsboden vorziehen würde.

7. Fazit

Will man eine neue Bodenversiegelung mit der Entsiegelung einer anderen Fläche kompensieren, stellen sich viele praktische Fragen nach dem geeigneten Bodenaufbau und der erwünschten Nachnutzung auf der entsiegelten Fläche. Das Prinzip der starken Nachhaltigkeit verlangt die Erhaltung aller Kapitalarten, insbesondere des ökologischen Kapitals. Will man dieses Prinzip mit einer Bodenentsiegelung zur Kompensation einer Neuversiegelung streng verfolgen, gilt es nicht nur, eine Fläche derselben Grösse zu entsiegeln und den ursprünglichen Boden der neu versiegelten Fläche darauf wiederherzustellen, sondern der Boden sollte auch am neuen Standort seine ursprünglichen Funktionen wieder mindestens im selben Mass erfüllen können. Da die Ausprägung der Bodenfunktionen aber auch stark von den Standortverhältnissen (Klima, Relief, Untergrund, Wasserhaushalt) abhängen, wird das Prinzip der starken Nachhaltigkeit wohl in den seltensten Fällen so streng umgesetzt werden können. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass nach erfolgter Bodenumlagerung gewisse Bodenfunktionen noch besser als am ursprünglichen Standort des Bodens erfüllt werden können. Grundsätzlich kann das ökologische Kapital auch erhalten bleiben, wenn am entsiegelten Standort andere Bodenfunktionen gefördert werden als diejenigen, die der Versiegelung zum Opfer gefallen sind. Es können neue Bodenökosysteme entstehen, die bislang in der Region gefehlt haben. So kann z. B. in einer „Agrarwüste“ eine Ruderalfläche, wie sie in Beispiel B hergestellt wurde, zur räumlichen Vernetzung natürlicher Lebensräume und Erhöhung der Biodiversitätsfunktion beitragen. Angesichts des fortschreitenden Artensterbens können nach einer Bodenentsiegelung naturbelassene Flächen als Gen-Reservoir für die Zukunft dienen. Doch auch diese Funktion als „Trittsteinbiotop über Raum und Zeit“ kann die entsiegelte Fläche nur erfüllen, wenn sie an einem geeigneten Standort angelegt wird. In der Praxis stellt sich also die nach wie vor schwierige Substitutions-Frage, welches natürliche Ökosystem neu erschaffen werden soll und wo das wie möglich ist. Das heisst, eine Gesellschaft, die eine Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch anstrebt, muss ein Wertesystem und Zielvorstellungen hinsichtlich der Bodenfunktionen entwickeln und entsprechende Entscheidungsprozesse etablieren.

Noch schwieriger wird die Abwägung, wenn im Sinne der schwachen Nachhaltigkeit bei einer Bodenentsiegelung zur Kompensation einer Neuversiegelung in der Summe das ökologische Kapital eingeschränkt wird, dafür aber der gesellschaftliche oder wirtschaftliche Nutzen aus der Massnahme gross ist. Eine genaue Bilanzrechnung zwischen dem ökologischen Verlust und dem gesellschaftlichen Nutzen ist kaum möglich. Daraus folgt wiederum das Risiko, dass die Massnahme der Bodenentsiegelung in der Praxis sehr beliebig ist oder zur Ersparnis kurzfristiger Kosten gar nicht umgesetzt wird. In diesem Fall würde der Anteil des versiegelten Bodens jedoch weiterhin ungebremst ansteigen. Dies wiederum würde global zu einer noch grösseren Fläche beitragen, auf der alle Bodenfunktionen ausser der Standortfunktion (Trägerfunktion) zerstört sind.

Die eingangs erwähnten politischen Vorstösse machen jedoch deutlich, dass die Bevölkerung ein weiteres Wachstum der versiegelten Bodenfläche nicht mehr toleriert. Eine Kreislaufwirtschaft im Bodenverbrauch wird dringend benötigt. Die Siedlungsplanung muss um den Aspekt der Bodenentsiegelung zur Kompensation von Neuversiegelungen erweitert werden. Dabei sind die folgenden Fragen besonders zu beachten: i) welche Bodenfunktionen können wo wie gut (wieder-)hergestellt werden? ii) mit welcher Nachnutzung bzw. mit welchem Bodenökosystem lässt sich die intergenerationelle Gerechtigkeit am ehesten erreichen? iii) wie können Wertsysteme und Zielvorstellungen von Bodenfunktionen geschaffen werden?

Quellen

- Döring, Ralf/Ott, Konrad, „Nachhaltigkeitskonzepte“, *Zfwu* 2/3 (2001), 315–339.
- EEA (European Environment Agency), *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*, Copenhagen 2006.
- Feitelson, Eran/Salomon, Ilan, „The implications of differential network flexibility for spatial structures“, *Transportation Research A* (2000), 459–479.
- Fischer, Günther/Hiznyik, Eva/Prieler, Sylvia/Wiberg, David, *Scarcity and abundance of land resources: Competing uses and the shrinking land resource base*, FAO, Rome 2011.
- Friedli, Bénédicte/Tobias, Silvia/Fritsch, Martin, „Quality assessment of restored soils: combination of classical soil science methods with ground penetrating radar and near infrared aerial photography?“, *Soil and Tillage Research* 46 (1998), 103–115.
- Grober, Ulrich, „Urtexte – Carlowitz und die Quellen unseres Nachhaltigkeitsbegriffs“, *Natur und Landschaft* 88 (2013), 46–48.
- Grunwald, Armin/Kopfmüller, Jürgen, *Nachhaltigkeit*, Frankfurt a. M./New York 2006.
- Kobayashi, Kiyoshi/Okumura, Makoto, „The growth of city systems with high-speed railway systems“, *Annals of Regional Science* 31 (1997), 39–56.
- Parry, Martin L./Rosenzweig, Cynthia/Iglesias, Ana/Livemore, Matthew/Fischer, Günther, „Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios“, *Global Environmental Change* 14 (2004), 53–67.
- Prokop, Gundula/Jobstmann, Heide/Schönbauer, Arnulf, *Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27*, Brüssel 2011.

- Salenghe, Riccardo/Marsan, Franco Ajmone, „The anthropogenic sealing of soils in urban areas“, *Landscape and Urban Planning* 90 (2009), 1–10.
- Stockmann, Uta/Minasny, Budiman/McBratney, Alex B., „How fast does soil grow?“, *Geoderma* 216 (2014), 48–61.
- Tobias, Silvia/Haberecht, Maja/Stettler, Matthias/Meyer, Martin/Ingensand, Hilmar, „Assessing the reversibility of soil displacement after wheeling in situ on restored soils“, *Soil and Tillage Research* 98 (2008), 81–93.
- Tobias, Silvia/Stettler, Matthias/Haberecht, Maja/Meyer, Martin/Ingensand, Hilmar, „Setzungsmessungen bei der Befahrung rekultivierter Böden“, *Agrarforschung* 15 (2008), 282–287.
- Tobias, Silvia, „Fortschritte im Bodenschutz beim Bauen“, in: *Thema Umwelt* 4 (2007), 22 f.
- World Commission of Environment and Development, *Our common future* (Brundtland-Report), Oxford 1987.