Umwelt und Gesellschaft

Herausforderung für Wissenschaft und Politik

Verena WINIWARTER (Hg.)

KIOES Opinions 8 (2018)

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 1–104.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Umwelt und Gesellschaft
Herausforderung für Wissenschaft und Politik

KIOES Opinions 8 (2018)

KIOES Opinions 8 (2018): 1–104.

doi: 10.1553/KIOESOP_008

Imprint:

KIOES Opinions are published by the **Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)** of the Austrian Academy of Sciences (OeAW). KIOES publishes current opinions written, initiated or invited by KIOES related to topical subjects on an irregular basis in **KIOES Opinions**. The target audience includes scientists, policy makers and the public. Opinions expressed in this article are solely those of the author(s), and they do not necessarily reflect in any way those of KIOES or OeAW.

More information about KIOES and download of KIOES Opinions at http://www.oeaw.ac.at/kioes

Managing Editor:
Viktor J. Bruckman

Layout: Karin Windsteig

Cover photo credit: Fotofolia

Editorial office:
Commission for Interdisciplinary Ecological Studies , OeAW, Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, 1010 Vienna
E-mail: viktor.bruckman@oeaw.ac.at, +43 1 51581 3200

Inhaltsverzeichnis

Wolfgang Lutz
Vorwort VII

Verena Winiwarter
Perspektiven auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich
Vorbemerkung 1
„Perspektiven" als orientierender Zugang 2
Umwelt und Öffentlichkeit in Österreich 2
Gesellschaftliches Lernen für einen anderen Umgang mit der Umwelt 4
Die Rolle der Wissenschaft 4
Konzeptuelle Grundlagen für „Umweltlernen" 5
Langfristige Prozesse im Fokus des Lernens 7
Literatur 9

Georg Gratzer und Verena Winiwarter
Chancen und Herausforderungen bei der Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele aus österreichischer Sicht
Einleitung 13
Die Agenda 2030 13
Grundprinzipien der SDGs 17
Die Umsetzung der SDGs in Österreich 23
Literatur 25

Günter Blöschl
Wasser und Gesellschaft
Langfristige Vermächtnisrisiken in Österreich im Bereich Wasser 27
Handlungsmöglichkeiten in Sektoren der Wasserwirtschaft 29
Vernetzung und Konflikte zwischen Zielen 31
Die im Bereich Wasser angesprochenen Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) 33
Literatur 34

Robert Jandl, Andreas Baumgarten und Sophie Zechmeister-Boltenstern
Böden und Nachhaltigkeitsziele
Einleitung 37
Information über die Böden Österreichs 38
Erwartungen der Gesellschaft und sektorale Betrachtung 39
Altlasten 42
Böden und Klimawandel 43
Betroffene Nachhaltigkeitsziele 44
Ernährungssicherheit 44
Gesundheit 45
Wasserversorgung 45

Klimaschutz 47
Zusammenschau 48
Literatur 48

Anne Kasper-Giebl
Luftqualität und Gesellschaft
Situation in Österreich 53
Vermächtnisrisiken – Lebenszeit von Luftschadstoffen, Langfristigkeit und Verfrachtung 54
Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Luftqualität – Vernetzung und Konflikte 55
Energiegewinnung 56
Luftqualität in Ballungsräumen / Mobilität / Verkehr 56
Landwirtschaft – Böden und Vegetation 57
Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele 57
Literatur 57

Helga Kromp-Kolb
Klima und Gesellschaft
Einleitung 61
Langfristigkeit und Vermächtnisrisiken 62
Zeitskalen 62
Projektionen und der Umgang mit dem Unerwarteten 62
Beherrschbarkeit des Klimawandels 63
Das Pariser Abkommen 63
Handlungsmöglichkeiten in Österreich 64
Reaktionen und Maßnahmen 64
Situation in Österreich 65
Klimawandel, Weltbevölkerung und Wirtschaftsweise 66
Synergien, Trade-offs und die SDGs 67
Literatur 68

Christian Sturmbauer, Christian Berg und Joseph Strauss
Die biologisch-ökologische Perspektive auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich
Einleitung 71
Der Schutz der Biodiversität im internationalen Kontext 71
Der europäische Kontext 73
Die Situation in Österreich 74
Spezifische Anforderungen zur Erfüllung von SDG 15 in Österreich 76
Landnutzung 76
Neobiota 78
Böden als Lebensgrundlage erhalten 79
Vermächtnis- und Langzeitrisiken im Bereich der Biodiversität 80
Abschließende Bemerkungen: Landnutzung und Gesellschaft 81
Literatur 83

Erich Striessnig und Alexia Fürnkranz-Prskawetz
Demographie und Gesellschaft
Geringeres Bevölkerungswachstum als Auswirkung der SDGs 85

Bildung als kausale Verbingung zwischen SDGs und geringerem Bevölkerungswachstum 86
Bevölkerung und CO_2-Emissionen 87
Klimawandel und Demographie 89
Demographie und Umwelt – SDGs in Österreich 89
Literatur 90

Verena Winiwarter
Vermächtnisrisiken in Österreich als Herausforderung für die Umsetzung der Agenda 2030 93
Wasser 94
Luftqualität 95
Klima 95
Boden 96
Biodiversität 97
Demographie 98
Vermächtnisrisiken als Querschnittsmaterie der Umweltpolitik? 98
Literatur 98

Biografien der Autorinnen und Autoren 99

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): VII–VIII.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Vorwort

Wolfgang Lutz

Die nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs), die von den Staats- und Regierungschefs der Welt im September 2015 im Rahmen der Agenda 2030 beschlossen wurden, werden zunehmend zu einer zentralen Richtschnur der internationalen wie auch der nationalen Entwicklungsplanung. Im Gegensatz zu früheren globalen Entwicklungszielen gelten sie nicht nur für die Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern. Sie gelten auch für die innere Entwicklung jedes Landes, auch in den Industrieländern und auch in Österreich. Dazu hat sich auch die österreichische Bundesregierung 2015 durch ihre Zustimmung verpflichtet.

Die Agenda 2030 ist nicht eine bürokratische Verordnung, die von Experten hinter verschlossenen Türen ausgearbeitet wurde. Im Gegenteil, sie ist Resultat des größten und breitesten partizipativen Prozesses, der je in der Menschheitsgeschichte durchgeführt wurde. In den Jahren vor 2015 gab es dazu in praktisch allen Ländern der Welt zahllose Hearings, Bürgerversammlungen und Gesprächsrunden zu allen Herausforderungen für unsere Zukunft, von Gesundheit und Bildung zur Armutsbekämpfung und Ungleichheit, von der Gendergerechtigkeit zu sinnvoller Arbeit, vom sauberen Trinkwasser und sauberer Luft bis hin zu Biodiversität und Klimawandel. Zu allen diesen Themen wurde mit weltweitem Aufwand in einem bottom-up Prozess ein breites Spektrum von Zielvorstellungen für die kommenden Jahre gesammelt und ein Katalog von 17 breiten und 169 spezifischeren Zielen entwickelt.

Neuartig an diesem Prozess war auch, dass er in einer bisher kaum vorhandenen Weise ein Zusammenspiel von Wissenschaftlern, Regierungen, NGOs und einer Palette sehr verschiedener Vertreter der Zivilgesellschaft darstellte. Die Wissenschaft spielte dabei eine zentrale Rolle, da sie in der Lage ist, die Faktenlage und die Modellrechnungen für die Zukunft in transparenter und inter-subjektiv überprüfbarer Weise darzulegen.

Die Agenda 2030 in erster Linie als eine Umweltagenda zu sehen, wäre ein Irrtum. Sie betrifft alle Bereiche des Lebens und der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung, die längerfristig für das Leben und Zusammenleben der Menschen wichtig erscheinen. Ein Beispiel ist hier die Frage der Geschlechtergerechtigkeit, die nicht nur in einem eigenen Ziel (SDG 5) verankert ist, sondern die auch explizit im Kontext mehrerer anderer Ziele genannt wird. Dies gilt ebenso für die Ziele im Bereich der Bildung (SDG 4) und Gesundheit (SDG 3), die die zentrale Rolle der sozialen Entwicklung betonen und nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Umweltfragen zu stehen scheinen.

Dennoch hängt die Zukunft unserer Gesundheit auch ganz entscheidend vom Funktionieren der natürlichen Lebenserhaltungssysteme ab, die vom sauberen Wasser über die Luftqualität bis hin zur Biodiversität reichen. Auch alle unsere wirtschaftlichen Aktivitäten sind in das ökologische System eingebunden. So hängt etwa die landwirtschaftliche Produktion und die für unser Überleben notwendige Ernährung entscheidend von den Insekten ab, die die Pflanzen befruchten. Der in der öffentlichen Diskussion manchmal konstruierte Gegensatz zwischen Umweltschutz und Wirtschaftswachstum ist ein fataler Irrtum, der auf kurzfristigem und sektoral begrenztem Denken beruht und der systemisch vernetzten Realität unserer Welt nicht gerecht wird.

Die in mehrfacher Hinsicht zentrale Rolle der Wissenschaft bei allen Bestrebungen in Richtung nachhaltiger Entwicklung wird zunehmend von Entschei-

dungsträgern erkannt. Nur die Wissenschaft kann eine valide Basis für das Verstehen der Zusammenhänge liefern, die für unser Überleben und unser aller längerfristiges Wohlergehen entscheidend sind. Sie ergründet die Gesetze der Natur, denen wir nicht entgehen können, ob es jetzt gerade opportun erscheint oder nicht. Sie ist auch in Form der Disziplinen-übergreifenden Systemanalyse in der Lage, die oft komplexen Interaktionen zwischen Mensch und Natur zu verstehen und mittels Modellen zukünftige Entwicklungen zu antizipieren.

Schließlich ist auch – insbesondere im Zeitalter von „Fake News" und „subjektiven Realitäten" – ganz entscheidend, dass Wissenschaft auf den strengsten Kriterien von Peer Review und Reproduzierbarkeit von Experimenten und Modellrechnungen beruht und daher vertrauenswürdig ist. Entscheidend für dieses Vertrauen im Kontext der nachhaltigen Entwicklung ist auch, dass explizit gemacht wird, welche Erkenntnisse wissenschaftlich bereits gut abgesichert sind und welche weniger.

Im Kontext der Agenda 2030 hat die UNO Generalversammlung 2015 einen wichtigen, aber in der Öffentlichkeit bisher nur wenig beachteten Schritt zur Stärkung der Rolle der Wissenschaft gesetzt. Der offizielle Vierjahresbericht, der den Fortschritt bei der Agenda 2030 analysieren und den Staats- und Regierungschefs 2019 darstellen soll (GSDR2019, Global Sustainable Development Report 2019) wurde erstmals einer Gruppe von unabhängigen Wissenschaftlern (IGS, Independent Group of Scientists) anvertraut. Diese bedeutet, dass im Gegensatz zum IPCC-Sachstandsbericht und anderen wichtigen UN-Berichten, die Regierungen nicht über den finalen Text mitverhandeln, sondern dass der Text in alleiniger Verantwortung der Gruppe von 15 Wissenschaftlern liegt, die vom UN Generalsekretär persönlich ernannt wurden.

Auf Vorschlag der österreichischen Bundesregierung wurde auch ich zum Mitglied dieser Gruppe ernannt. Die Arbeit der Gruppe ist eine riesige Herausforderung, da sie nicht nur ein breites Spektrum von Disziplinen beinhaltet, sondern auch nach Kriterien der regionalen Verteilung und Gender zusammengestellt wurde und da sie außer für Reisekosten kein Budget zur Verfügung hat. Daher ist sie stark auf den Input der internationalen wissenschaftlichen Community angewiesen.

Eine ganz wichtige Funktion kommt in diesem Zusammenhang den nationalen Wissenschaftsakademien zu. Sie können durch ihre Mitglieder auf die besten Wissenschaftler sehr vieler Disziplinen zurückgreifen und haben – je nach Land in unterschiedlicher Ausprägung – den Auftrag, relevante wissenschaftliche Ergebnisse in für Politik und Gesellschaft verständlicher Form zusammenzufassen und in den politischen Prozess der Gestaltung der Zukunft einzubringen. Die US National Academy of Sciences hat bereits eine lange Tradition solcher Arbeiten und auch die deutsche nationale Akademie Leopoldina hat hierfür in den letzten Jahren neue Modelle entwickelt. Beide beschäftigen sich derzeit mit der Synthese wissenschaftlicher Erkenntnisse im Kontext der Agenda 2030, um diese den Regierungen als Querschnittmaterie zugänglich zu machen und bei der politischen Prioritätensetzung mit wissenschafts-basierten Informationen dienlich zu sein.

Es ist sehr zu begrüßen, dass die Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien der ÖAW sich jetzt auch in Österreich dieser Frage auf breiterer Basis annimmt. Dies könnte ein wichtiger erster Schritt zur systematischen wissenschaftlichen Beratung österreichischer Entscheidungsträger in Fragen der nachhaltigen Entwicklung sein. Unter längerfristiger Perspektive gibt es für die Welt und auch konkret für Österreich kein wichtigeres Thema. Hier sind Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft zur Zusammenarbeit auf höchsten Niveau gefordert.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 1–11.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Perspektiven auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich

Verena Winiwarter

Vorbemerkung

Das hier der Öffentlichkeit vorgelegte Perspektivenpapier ist aus der Zusammenarbeit der Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien (KIÖS) und der Kommission für Klima und Luftqualität (KKL) hervorgegangen, die am 18.10.2016 eine gemeinsame Arbeitsgruppe eingerichtet haben, um ein „Positionspapier zu Umwelt und Naturressourcen" zu erarbeiten. Dieser ursprüngliche, nunmehr revidierte Plan resultierte aus der Analyse, dass über die gesetzlichen Berichtspflichten hinaus wenig aktuelle Darstellungen zu diesem Themenkreis verfügbar waren. Die öffentlich sichtbare Umweltberichterstattung nahm in Österreich mit der Ökobilanz Österreich von 1988 ihren Anfang (Fischer-Kowalski, 1988). Auch der Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes ist seit 1989 (Berichtsperiode 1985–1988) im dreijährigen Abstand verfügbar. Der zwar von den Sozialpartnern dominierte, aber unter Beteiligung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften erstellte Nationale Umweltplan von 1995[1] (Österreichische Bundesregierung, 1995) wurde allerdings wenig wirksam und erreichte keine große Öffentlichkeit (Pesendorfer, 2007). Ein unabhängiger wissenschaftlicher Bericht zum Status von Umwelt und Naturressourcen als Anregung zur öffentlichen Diskussion schien daher sinnvoll.

Doch mit dem 2015 international beschlossenen umweltpolitischen Ziel einer umfassenden Orientierung auf nachhaltige Entwicklung („Agenda 2030") schien es angezeigt, in Verfolgung des 2015 erstellten Arbeitsplans der KIÖS als wissenschaftlichen Beitrag zu den Anstrengungen Österreichs zur Erreichung der 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen den Fokus auf die Schnittstelle Umwelt und Gesellschaft zu legen.

Die Arbeitsgruppe bat daher zunächst Vertreterinnen und Vertreter des Umweltbundesamts und des Wissenschaftsressorts um einen Überblick zu den österreichischen Aktivitäten. Dr. Karl Kienzl und Dr. Karolina Begusch-Pfefferkorn ist für ihre orientierenden Darstellungen sehr zu danken. Die in Österreich als „Mainstreaming" Prozess unter Koordination des Bundeskanzleramtes angelegte Umsetzung der Agenda 2030 eröffnet viele Möglichkeiten, hat aber den Nachteil, dass die Sichtbarkeit der Neuorientierung bislang eher gering geblieben ist. Auch daher haben sich die Mitglieder der Gruppe entschlossen, ein „Perspektivenpapier zu Umwelt und Gesellschaft" vorzulegen.

Die Mitglieder (Günter Blöschl, Alexia Fürnkranz-Prskawetz, Robert Jandl, Anne Kasper-Giebl, Christian Sturmbauer, Josef Strauß und Verena Winiwarter) brachten nicht nur ihre eigene Expertise ein, sondern konnten namhafte weitere ExpertInnen gewinnen, ihnen durch Vorträge und Diskussionen eine breitere Informationsbasis zu ermöglichen, insbesondere dort, wo sie selbst nicht ihre Kernkompetenzen hatten.

1 Der NUP ist als pdf im Nachdruck 1996 verfügbar: https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XX/III/III_00055/imfname_532325.pdf, Zur Beteiligung der ÖAW siehe https://www.oeaw.ac.at/fileadmin/kommissionen/klimaundluft/1994_NUP_K1_3_Einleitung_Klima.pdf

Die Arbeitsgruppe hat von diesen Beiträgen sehr profitiert und drückt den Kolleginnen und Kollegen Helmut Rechberger, Sigrid Stagl, Josef Seethaler und Ewald Wiederin ihren Dank aus. Georg Gratzer, der in Österreich einer der profiliertesten Wissenschaftler ist, die sich mit der Herausforderung an die Wissenschaft durch die Agenda 2030 beschäftigen, konnte gewonnen werden, für diesen Band eine orientierende Einleitung zu verfassen. Obwohl ebenfalls nicht Mitglied der AG, hat sich Helga Kromp-Kolb bereit erklärt, das Kapitel zu Klima zu verfassen, wofür wir uns ganz besonders bedanken. Als Autoren bzw. Ko-Autoren konnten Andreas Baumgarten, Sophie Zechmeister-Boltenstern, Erich Striessnig und Christian Berg das Kompetenzprofil verbreitern, auch dafür gebührt herzlicher Dank. Wolfgang Lutz, der sich bereit erklärt hat, ein Vorwort zu verfassen, sei ebenfalls unser besonderer Dank ausgesprochen.

Allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe, und allen anderen AutorInnen, die allesamt bereit waren, ohne Honorar oder Kostenersatz Zeit zu investieren, gilt der Dank der beiden Kommissionen.

Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ist für die Ressourcen zu danken, die diesen Prozess möglich gemacht haben, großer Dank gebührt Karin Windsteig und Viktor Bruckman, den MitarbeiterInnen der Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien, die nicht nur die zahlreichen Sitzungen organisiert und protokolliert, sondern auch für die Zusammenstellung des vorliegenden Bandes unverzichtbare Beiträge geleistet haben.

„Perspektiven" als orientierender Zugang

Perspektiven sind „Blickwinkel", sie nehmen ihren Ausgang von ganz bestimmten Standpunkten, von denen aus die Welt in je einmaliger Gestalt erscheint. Ein Perspektivenpapier wie das hier vorgelegte bietet in jedem Kapitel einen Blick aus einer bestimmten Richtung, von einer spezifischen Position aus. Entsprechend ihrer Kompetenzen blicken die AutorInnen auf jene Schnittstellen zwischen Umwelt und Gesellschaft, die sich an der ökologischen Basis befinden. Sie fragen, welche Herausforderungen ein nachhaltiger Umgang mit Wasser, mit den Böden, mit der Luftqualität und dem Klima sowie mit den anderen Lebewesen, mit denen wir die Erde als Lebensraum teilen, mit sich bringt. Schlussendlich diskutiert ein Team aus der Demographie, welche Rolle die Menschen dabei als biologisch/kulturelle Spezies spielen.

Jede Wissenschaftlerin, jeder Wissenschaftler bringt einen spezifischen disziplinären Hintergrund, einen speziellen Wissensstand und Erfahrungshintergrund ein, aber dank der systematischen wissenschaftlichen Methoden, die allen gemeinsam sind, sind die Perspektiven, wenngleich personen- und kontextspezifisch doch inter-subjektiv und nachvollziehbar.

In den Diskussionen der Arbeitsgruppe kristallisierte sich heraus, dass es in der Fülle der Berichte, Analysen und Empfehlungen an nachvollziehbaren Kriterien für die Priorisierung von Maßnahmen, aber auch des Forschungsbedarfs, der sich aus der Agenda 2030 ergibt, mangelt. Aus dem Diskussionsprozess entstand die Einsicht, dass die Analyse und Einschätzung langfristiger Wirkungen von durch die Menschen verursachte Umweltveränderungen eine bislang wenig untersuchte Dimension der Schnittstelle ist: Sie drängt sich als Priorisierungskriterium für Prozesse nachhaltiger Entwicklung aber geradezu auf. Einen solchen Priorisierungsvorschlag macht dieser Band, indem er Vermächtnisrisiken als wichtige Kategorie einführt. Auf diese „Vermächtnisrisiken" wird einleitend eingegangen, am Ende des Bandes steht eine Zusammenfassung solcher langfristigen Risiken für Österreich.

Der vorliegende Sammelband versteht sich als Diskussionsbeitrag. Die AutorInnen möchten dazu anregen, die Beschäftigung mit der Schnittstellenproblematik Gesellschaft/Umwelt als interdisziplinäre und transdisziplinäre Aufgabe für Wissenschaft und Politik, aber auch Verwaltung, NGOs und im Bildungsbereich tätige Personen aufzufassen und sich zu beteiligen. Dies erscheint uns angesichts der geringen Aufmerksamkeit für Umweltfragen in der österreichischen Öffentlichkeit dringlich.

Umwelt und Öffentlichkeit in Österreich

In Österreich gäbe es keinen Grund, über den Zustand der Umwelt besorgt zu sein, so das Ergebnis von Meinungsumfragen. Die in Abbildung 1 wiedergegebenen Mikrozensusergebnisse von 2011 zeigen, dass 90 % der Befragten mit der Qualität der Umwelt zufrieden sind, einzig bei der Lärmbelastung scheint die Zufriedenheit geringer.

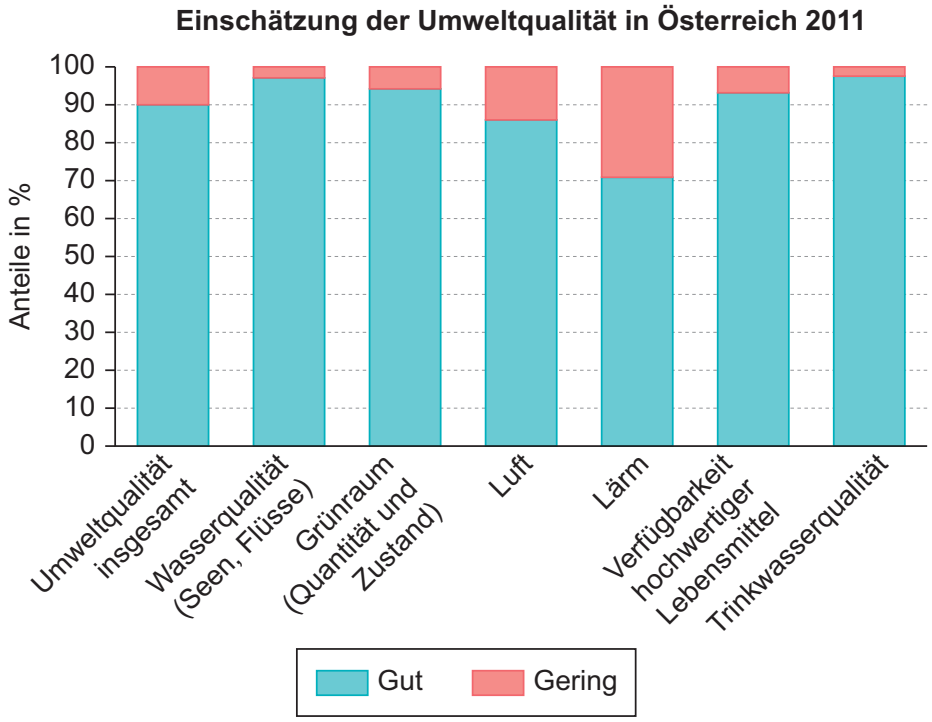


Abbildung 1: Einschätzung der Umweltqualität in Österreich. Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus 2011.

Betrachtet man die Ergebnisse der im Jahr 2017 durchgeführten Eurobarometer-Spezialumfrage „Umwelt" (European Union, 2017) zur Einstellung der Bürgerinnen und Bürger der europäischen Union, so erscheint Umweltschutz als wichtiges Thema, dessen Bedeutung auf EU-Ebene zwischen 2014 und 2017 sogar um 3 Prozentpunkte stieg. Nunmehr halten 56 % der Befragten EU-EinwohnerInnen das Thema für sehr wichtig, weitere 38 % finden es „wichtig". In Österreich sank die Einschätzung der Wichtigkeit von Umweltschutz gegenüber 2014 allerdings um 12 % und ist nunmehr für 41 % der Befragten sehr wichtig, weitere 44 % finden das Thema wichtig. Werden die wichtigsten Themen innerhalb des Bereichs abgefragt, so führt Klimawandel vor Luftverschmutzung, steigendem Abfallaufkommen und der Verschmutzung von Flüssen, Seen und Grundwasser, an fünfter Stelle steht die Verschmutzung in der Landwirtschaft durch Pestizide, Düngemittel und die damit verbundene Bodenverschlechterung (European Union, 2017, factsheet)[2].

Doch die Spezialumfrage täuscht, betrachtet man den Kontext. Im Standard-Eurobarometer 87 (2017) wurden EU-BürgerInnen gefragt, was sie für die wichtigsten Probleme halten, denen die EU derzeit gegenübersteht. Die Liste wird angeführt von Terrorismus (mit 44 % seit 2016 um 12 Prozentpunkte gestiegen), Einwanderung (38 %; -7), danach kommen die wirtschaftliche Lage (18; -2), die Lage der öffentlichen Finanzen der Mitgliedsstaaten (17 %; +/- 0), Arbeitslosigkeit (15 %; -1), Kriminalität (10 %; +2) und der Einfluss der EU in der Welt, den 9 % der Befragten für eines der zwei wichtigsten Probleme hielten. Erst danach kommt der Klimawandel, den 8 % der EU-Bürgerinnen gleichbleibend für hoch bedeutsam halten, während Inflation und steigende Lebenshaltungskosten mit 7 % (-1) noch vor dem Thema Umwelt mit gleichbleibend 6 %, Steuern und Renten (je 3 %; -1) und Energieversorgung mit gleichbleibend 3 % liegen. Der Vergleich der wichtigsten Themen im zeitlichen Verlauf ab 2010 zeigt, dass „Umwelt" es in keinem dieser Jahre unter die 6 wichtigsten Themen geschafft hat.

Im November 2017, bei der nächsten Standard-Eurobarometer-Befragung, wurden die Themen Umwelt, Klima und Energie bei der Frage, was die wichtigsten

2 http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/80328

Probleme des eigenen Landes seien, zusammengezogen. Es zeigt sich, dass 10 % der BürgerInnen der EU diesen Themenkomplex für einen der beiden wichtigsten halten, in Österreich sind es 13 %. Angeführt wird die Liste jener Probleme, die das eigene Land betreffen, von Arbeitslosigkeit, Einwanderung, gesundheits- und Sozialleistungen, Lebenshaltungskosten und Terrorismus, auch die ökonomische Situation allgemein, Pensionen, Kriminalität und das Bildungssystem sind wichtiger als der Umwelt-Energie-Klimakomplex. Die Problemwahrnehmung, was Probleme der EU als Ganzes angeht, hat sich kaum geändert, Klimawandel liegt mit 12 % EU-weit und 16 % in Österreich an 6. Stelle, nach Themen wie, Terrorismus, der ökonomischen Situation und Arbeitslosigkeit. Die „Umwelt" ist für 8 % (Österreich 11 %) ein EU-weit wichtiges Thema, während Energieversorgung mit EU-weit 3 % und in Österreich 5 % erst an 11. Stelle auftaucht.

Die steigende Bedeutung sozialer Medien gegenüber anderen Informationsquellen, die von Eurobarometer ebenfalls untersucht wurde, sollte bei allen Überlegungen, wie die „Öffentlichkeit" erreicht und für Umweltthemen sensibilisiert werden kann, einbezogen werden.[3] Für die Wissenschaft stellt sich zunehmend die Frage nach Schnittstellenkompetenzen im Umgang mit der Öffentlichkeit, gerade in Zeiten, in denen traditionelle Informationskanäle an Bedeutung verlieren (vgl. Fischer et al., 2012).

Gesellschaftliches Lernen für einen anderen Umgang mit der Umwelt

Die Rolle der Wissenschaft

Wie auch Wolfgang Lutz in seinem Vorwort zu diesem Band betont, kommt wissenschaftlicher Expertise in den anstehenden Prozessen gesellschaftlicher Transformation eine ganz besondere Rolle zu. Die „European Science Foundation" hat 2013 ein von einer Gruppe höchstrangiger ExpertInnen verfasstes „Briefing" zur Frage der Schnittstelle von Politik und Gesellschaft herausgegeben (Felt et al., 2013)[4]. Darin wird unter anderem empfohlen, Raum und Zeit für neue Formate der Interaktion zu schaffen. Dies ist gerade bei einem umfassenden Transformationsprozess, wie ihn die Agenda 2030 vorsieht, nötig. Die Implementation der SDGs ist ohne strukturelle Verankerung wissenschaftlicher Expertise auch auf nationaler Ebene, wie sie mit der „Independent Group of Scientists" international gegeben ist, nicht denkbar.

Der österreichische Bundeskanzler Sebastian Kurz hat in Beantwortung einer parlamentarischen Anfrage am 20.2.2018 zu den Plänen der Regierung betreffend die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele (Anfrage vom 20.12.2017) ausgeführt, dass die Koordination des Prozesses weiterhin bei Bundeskanzleramt und Außenministerium verbleibt, wobei das Internetportal www.sdg.gv.at über die Umsetzung informiert[5]. Zur Umsetzung der SDGs bedürfe es des aktiven Engagements der gesamten Gesellschaft, insbesondere der relevanten Organe und Kooperationspartner auf Bundes-, Landes-, Städte- und Gemeindeebene sowie der Sozialpartner, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft. Zur Rolle von Wissenschaft nahm der Bundeskanzler auch direkt Stellung: „Die verstärkte Einbeziehung der Wissenschaft in die SDG-Umsetzung ist ein wesentliches Element des SDG-Prozesses. Das Format der Einbeziehung sowie die Idee eines wissenschaftlichen Beirats werden derzeit geprüft."[6]

Dieser Sammelband kann als Vorleistung der Wissenschaft im Hinblick auf die geplante stärkere Einbeziehung aufgefasst werden. Die Wissenschaft hat eine Selbstbeschäftigungspflicht, sie hat sich im Lauf der Wissenschaftsgeschichte immer wieder dadurch ausgezeichnet, gesellschaftliche Probleme auch dann zum Gegenstand von Forschung zu machen, wenn dafür gerade keine öffentliche Aufmerksamkeit vorhanden ist. Die Autorinnen und Autoren hoffen, dass die vorgelegten Ergebnisse eines intensiven Diskussionsprozesses zu einem gesellschaftlichen Lernprozess unter Beteiligung der Wissenschaft beitragen.

In eine Arbeitsgruppe, wie sie der Bundeskanzler angekündigt hat, sollten jedenfalls auch ExpertInnen

3 Die Arbeitsgruppe ist Dr. Josef Seethaler vom CMC (https://www.oeaw.ac.at/cmc/home/), der den Mitgliedern der AG mit seinem Input die Frage des Umwelt-Problembewusstseins und der damit verbundenen kommunikativen Herausforderungen erst klar gemacht hat, zu großem Dank verpflichtet.

4 http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/spb50_ScienceInSociety.pdf

5 https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVI/AB/AB_00064/imfname_681549.pdf

6 Ebd. S 2/3

aus den Bereichen Recht, Medien, Ökonomie und Politikwissenschaften zugezogen werden. Der vorliegende Band ist keine Darstellung aller Perspektiven, die für die Begleitung der SDGs gebraucht werden. Er geht aber unter Nutzung der Kompetenzen der Beteiligten auf die biosphärischen Nachhaltigkeitsziele und die damit verbundene Frage der demographischen Entwicklung näher ein und deckt damit unverzichtbare Grundlagen für die nachhaltige Entwicklung ab.

Konzeptuelle Grundlagen für „Umweltlernen"

Gesellschaftliches Lernen ist nicht einfach die Summe individueller Lernvorgänge, wenngleich Individuen in Prozessen gesellschaftlichen Lernens durchaus etwas lernen (Hoffmann et al., 2007). Gesellschaften müssen sich selbst beobachten und sozial robustes Wissen generieren, um eine Grundlage für Eingreifen zu haben. Solch sozial robustes, in soziale Kontexte eingebettetes Orientierungswissen, das auf demokratisch legitimiertem Weg geschaffen wird, kann, wie Krainer und Winiwarter darlegen, als "Lernen dritter Ordnung" verstanden werden (Krainer & Winiwarter, 2016). Maasen und Lieven sehen solches Lernen sogar als Möglichkeit, Wissenschaft in der Gesellschaft zu steuern (Maasen & Lieven, 2006). Begrifflichkeit und Anspruch dieses Lernens dritter Ordnung lassen sich auf Gregory Bateson zurückführen. Es unterscheidet sich fundamental von Lernen erster und zweiter Ordnung. Lernen erster Ordnung stellt die Produktions- und Rahmenbedingungen nicht in Frage, sondern trainiert dazu, vorgegebene Inhalte fehlerfrei wiederzugeben. Lernen zweiter Ordnung reflektiert zu den Inhalten auch deren Grundannahmen und Produktionsbedingungen und verändert entsprechend auch Lerninhalte, wenn andere Inhalte als relevanter angesehen werden. Es verbleibt aber in den vorgefundenen Systembedingungen. Als "Transformatives Lernen" richtet das Lernen dritter Art seinen Blick auf Systeme im Ganzen und Prozesse der Veränderung (vgl. O'Brien et al., 2013, 57). Bateson nannte es "epistemic learning" und beschreibt es als ein Lernen, das als Teil des Lernprozesses die Konstruktion des Lernens selbst kritisiert (Sterling, 2011).

Doch derlei Einsichten in Lernprozesse bleiben allzu abstrakt, wenn sie nicht mit einem konkreten Thema verbunden sind. Wenn es um Lernen über Nachhaltigkeit oder Umweltschutz geht, ist ein Lernen zweiter und dritter Ordnung nur dann möglich, wenn das Verhältnis von Gesellschaft und Natur/Umwelt geeignet beobachtet wird. Die Beobachtung nur der ökonomischen Performance, wie sie etwa das Bruttosozialprodukt leistet, ist dafür nicht ausreichend. Die Einführung von neuen statistischen Messgrößen, die materielle Transfers und nicht nur deren ökonomischen Wert abbilden, ist ein Beispiel für eine Weiterentwicklung der Selbstbeobachtung und zumindest Ausdruck von Lernen zweiter Art (Eurostat, 2002). Man könnte dies allgemeiner formulieren: Wenn es keine geeigneten Indikatoren für die Messung von Veränderungen gibt, kann ein System solche Veränderungen auch nicht als Input für seine Selbststeuerung verwenden.

Lernen Gesellschaften durch Selbstbeobachtung an der Natur/Gesellschaft Schnittstelle, ist das Ergebnis häufig die Einrichtung neuer Institutionen, die umweltrelevanten Akteuren neue Handlungsmuster ermöglicht. Die Einrichtung der UNEP im Jahr 1972 ist Ausdruck eines solchen Akts gesellschaftlichen Lernens. Die Einrichtung neuer Institutionen setzt weitere Lernprozesse in Gang und greift in die Selbstbeobachtung ein, weil neue Beobachtungen zur Verfügung gestellt werden. Der „Global Environmental Outlook", den die UNEP herausgibt, ist nur ein Beispiel für ein Produkt der Institutionalisierung, das weitere Lernprozesse zum Ziel hat. Lernprozesse sind allerdings keineswegs linear. Immer wieder erleben wir Überraschungen, es kommt zu als krisenhaft wahrgenommenen Entwicklungen, die allerdings ebenfalls zu gesellschaftlichen Lernprozessen führen können (vgl. hierzu Winiwarter & Bork, 2014).

Umweltverschmutzung durch Pestizide, die zu einem „Stummen Frühling" ohne Singvögel führen, saurer Regen, Waldsterben, Chemieunfälle wie jene von Basel und Seveso, der Reaktorunfall von Three Mile Island und der Super-GAU in Tschernobyl, jährliche Fälle von Ölpest durch Tankerunfälle an Küsten von Spanien bis Kalifornien, das Aussterben von Spezies wie der Wandertaube, dem tasmanischen Beutelwolf oder dem javanesischen Tiger, die radioaktive Verseuchung paradiesischer Inselwelten im Pazifik durch Atombombentests … Die Liste von krisenhaften Entwicklungen, die die globale Industriegesellschaft in Ökosystemen im 20. Jahrhundert verursacht hat, könnte beinahe beliebig verlängert werden. Mit der Umweltbelastung wuchs deren Wahrnehmung, so ist die Liste der Institutionen, Berichte, politischen

Prozesse, Regelungsversuche und Innovationen ebenso lang wie die Liste der Probleme.

1987 einigte sich die Weltgemeinschaft auf den Überbegriff „sustainable development". Er hat sich bei aller (berechtigten) Kritik als politik- und handlungsleitend im Umgang mit der Umwelt durchgesetzt. Voraussetzung jeder Nachhaltigkeitspolitik sind Daten, die es erlauben, Trends über die Zeit zu verfolgen und entsprechende Steuerungsmaßnahmen zu ergreifen. Umweltmonitoring ist daher notwendige Grundlage jeglicher Umweltpolitik. Seit den 1980er Jahren wurden vermehrt Methoden der Beobachtung und Messung entwickelt, die es erlauben, Umweltindikatoren aufzustellen. Solche Indikatoren sind auch im jüngsten Prozess der Beobachtung und versuchten Steuerung globaler Zukunft, der Agenda 2030 nötig[7].

Doch es braucht eine konzeptive Basis, um zu entscheiden, welche Beobachtungsdimensionen überhaupt als nutzbringend oder relevant erachtet werden, wofür also quantifizierbare Indikatoren entwickelt werden sollten. Mehrere solcher konzeptiver Entwürfe, die das Verhältnis von Natur und Gesellschaft fassbar machen wollen, haben seit Beginn der „Umweltdebatte" öffentliche Aufmerksamkeit bekommen, nach den Analysen des Club of Rome über die „Grenzen des Wachstums", der von Barry Commoner eingeführten IPAT-Formel, dem DPSIR-Schema zur Konzeptualisierung von gesellschaftlichem Einfluss auf Ökosysteme, dessen Gründen, Wirkungen und den Reaktionen darauf, oder der in Österreich entwickelten Material- und Energieflussindikatoren (hierzu Bartelmus & Seifert, 2003, OECD, 2015, Fischer-Kowalski et al. 2011) ist in den letzten Jahren der „ökologische Fussabdruck" öffentlich wirksam geworden, Fussabdruckrechner sind im Internet verfügbar und erlauben, das eigene Umweltverhalten zu quantifizieren. Auf globaler Ebene sind allen voran die „Planetary Boundaries" oder „planetaren Grenzen" öffentlich wahrnehmbar, als neuer Versuch, Gesellschaft auf eindringliche Weise über ihren Einfluss auf Ökosysteme zu orientieren.

Der sichere Raum für menschliche Gesellschaften wird durch Grenzen der Belastbarkeit natürlicher Systeme definiert, so die Grundidee der planetaren Grenzen. Neun verschiedene Grenzen wurden identifiziert. Es sind dies Klimawandel und Versauerung der Ozeane durch Kohlendioxid aus Verbrennungsprozessen und aufgrund von Landnutzungsänderungen, die Belastung der Atmosphäre durch Aerosole, der Verlust an Ozon in der oberen Atmosphäre, der diese durchlässiger für die energiereiche und damit gefährliche UV-Strahlung macht („Ozonloch"), der Verlust an Biodiversität bzw. biosphärischer Integrität (Artensterben und Verlust an Schlüsselhabitaten), weitreichende Eingriffe in die biogeochemischen Kreisläufe von Stickstoff und Phosphor, Landnutzungswandel (darunter fällt auch die Abholzung von Wäldern), chemische Verschmutzungen aller Art, sowie der Verbrauch an Süßwasser (Steffen et al., 2015)[8].

Die Menschheit hat sich den meisten dieser planetaren Grenzen erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts anzunähern begonnen, dann aber viele rasch überschritten. Heute gelten zumindest die Grenzen tolerierbaren Biodiversitätsverlusts und von Eingriffen in Stickstoff- und Phosphorkreislauf als überschritten, Klimawandel und Landnutzungsveränderungen sind in der kritischen Zone. Allerdings sind natürliche Phänomene selten linear, wie Terry Hughes et al. (2013) deutlich machen: Das Leben auf der Erde hat in der Vergangenheit wiederholt abrupte und massive Veränderungen gezeigt, und es besteht kein Grund zu der Annahme, dass es in Zukunft keine vergleichbaren planetarischen Regimewechsel geben wird. Verschiedene Indizien weisen darauf hin, dass Regimewechsel auftreten, wenn das Klima oder die Biosphäre einen Wendepunkt überschreitet. Ob menschliche Aktivitäten in naher Zukunft ein solches globales Ereignis auslösen werden, ist aufgrund kritischer Wissenslücken ungewiss. Insbesondere fehlt uns das Verständnis dafür, wie sich Regimeveränderungen über Skalen hinweg ausbreiten und ob lokale oder regionale Kippunkte zu globalen Übergängen führen können. Die fortdauernde Störung von Ökosystemen und Klima, kombiniert mit einer durch menschliche Migration und Handel auch biosystemisch globalisierten Gesellschaft erhöht die Dringlichkeit, innerhalb sicherer planetarer Grenzen zu operieren.

Den planetaren Grenzen stehen allerdings Grenzen gegenüber, die das soziale Fundament betreffen. Kate Raworth hat in einer Studie für die Entwicklungs-NGO OXFAM die menschlichen Grundbedürfnisse mit den planetaren Grenzen in Beziehung gesetzt

7 Zu den SDGs, ihrem Verhältnis zueinander und den Prinzipien ihrer Umsetzung siehe den folgenden Beitrag von Gratzer und Winiwarter, 2018, 13–26, in diesem Band.

8 online öffentlich verfügbar unter http://www-ramanathan.ucsd.edu/files/pr210.pdf

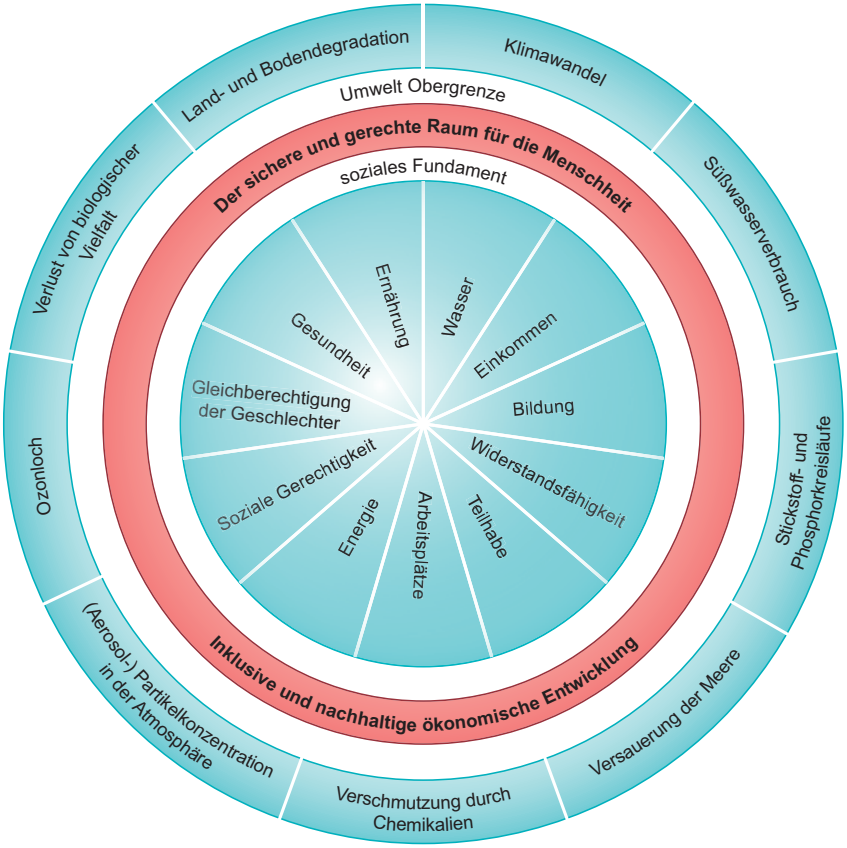


Abbildung 2: Menschenwürdiges Leben innerhalb der planetaren Grenzen muss das soziale Fundament sichern, ohne die planetaren Grenzen zu überschreiten. Dieser erwünschte Handlungsraum ist mit dem roten Ring, dem "Doughnut" markiert. Nach Raworth, 2012.

und daraus die Darstellung eines Rings entwickelt, der nach einem entsprechend geformten angelsächsischen Gebäck oft „Oxfam Doughnut“ genannt wird (Raworth, 2012).

Dieser Darstellung liegt die normative Vorstellung zugrunde, dass es einen Handlungsspielraum für die Menschheit gäbe, in dessen Rahmen die Erfüllung sozialer Grundbedürfnisse innerhalb planetarer Grenzen möglich sei. Viele der in der Agenda 2030 formulierten Ziele liegen im sozialen Innenbereich, andere im Außenbereich. Ob diese beiden Grenzen innerhalb des herrschenden Wirtschaftsparadigmas eingehalten werden können, ist eine offene Frage. Es gibt verschiedene Ansätze, der Begrenztheit von Ressourcen und dem Klimawandel innerhalb des herrschenden Wirtschaftsparadigmas Rechnung zu tragen, etwa die „Green Economy“ und die Environmental Economy, aber auch alternative (heterodoxe) Wirtschaftstheorien, etwa den Ansatz der Ecological Economics (vgl. Daly, 2015) oder Socio-Ecological Economics (Spash, 2017).[9]

Langfristige Prozesse im Fokus des Lernens

Nachhaltigkeitsorientierte Konzepte wie jenes der Planetaren Grenzen aber ebenso der ökologische Fußabdruck und viele andere sind problematisch, weil sie Vermächtnisse ignorieren. Das sind jene Hinterlassenschaften früherer Eingriffe, die in Zukunft Arbeits-

9 Die Arbeitsgruppe ist Sigrid Stagl zu Dank verpflichtet, sie hat durch ihre Einführung in Fragen nachhaltiger Ökonomie sehr zur Orientierung beigetragen.

und Energieaufwand bewirken und ein erhebliches Risiko darstellen. Eine gesellschaftliche Transformation in Richtung Nachhaltigkeit muss die Hypotheken erkennen, die Gesellschaften bereits auf die Zukunft aufgenommen haben, indem sie Plutonium produziert, unterirdische Bergbaue angelegt und wieder aufgegeben, Böden mit langlebigen synthetischen Chemikalien durchtränkt haben bzw. ganz allgemein durch die Gefährdung der Integrität von Land- und Meeresökosystemen bewirkt haben. Gesellschaften müssen einen Weg finden, um die Langlebigkeit von Vermächtnissen und deren Gefährlichkeit in die Priorisierung von Umweltschutzmaßnahmen einzubeziehen. Es sollte auch in Betracht gezogen werden, dass es Synergien zwischen langfristigen Risiken und Verstärkungen durch gesellschaftliche Limitationen gibt, die zur Diskussion zu stellen sind. Die Größe des aus einer „Altlast" resultierenden Risikos hängt unmittelbar mit Fragen gesellschaftlicher Regelung („Governance") zusammen. Ein hoch problematisches Vermächtnis in einem LICUS-Staat (Niedrigeinkommensland unter Stress) müsste anders eingeschätzt werden als eines in einer reichen, entwickelten Demokratie.

Ebenso stellt sich die Frage nach räumlichen und zeitlichen Skaleneffekten. Wie Sivapalan und Blöschl (2015) ausführen, resultieren viele Probleme bei der Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen aus einer Diskrepanz zwischen den Maßstäben der natürlichen Prozesse, die verwaltet werden und dem Umfang der unter gemeinsamer Verwaltung stehenden räumlichen Einheit. Auch zeitliche Diskrepanzen treten auf: Während etwa Werte, die im Rechtssystem verankert sind, nur langsam geändert werden können, treten viele Umweltveränderungen schneller auf.[10] Daher rührt auch der oft als irritierend wahrgenommene Hinweis von UmweltwissenschaftlerInnen, man habe nicht mehr viel Zeit. Sivapalan und Blöschl weisen auch auf langfristige Folgen etwa von Regulierungsmaßnahmen hin, deren Effekte erst nachmehreren menschlichen Generationen merkbar werden. Sie nennen das Ogallala High Plains Grundwasserreservoir in den USA als Beispiel, dessen Übernutzung seit mindestens 40 Jahren trotz einer Vielzahl von politischen Maßnahmen und der Einrichtung von Institutionen, die sich mit diesem Problem befassen, weitergeht. Dies sei Ergebnis eines Missverhältnisses zwischen dem lokal geregelten Ressourcenmanagement und dem größeren, regionalen Ausmaß der Grundwasserbewegung (Sivapalan und Blöschl, 2015, 7001). Naturale Prozesse können im

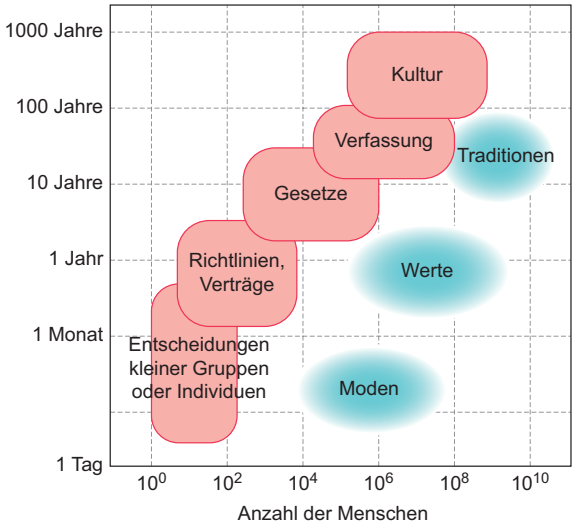


Abbildung 3: Charakteristische räumlich-zeitliche Skalierung institutioneller Regulierungsprozesse in Gesellschaften. (Nach Gunderson 1995, zit. nach Sivapalan und Blöschl, 2015.

Vergleich zu gesellschaftlichen Prozessen sowohl langsamer als auch schneller ablaufen. Schnellere Prozesse sind etwa in Form von Kipp-Punkten zwischen Systemzuständen oder durch Ausbreitung von Mikroorganismen mit raschen Generationsfolgen denkbar. Solche Prozesse können aber auch so schleichend und langsam verlaufen, dass sie zu lange nicht als Problem wahrnehmbar sind und daher auch nicht geregelt werden (vgl. auch Renn, 2014). In Abbildung 3 ist der Zusammenhang anschaulich dargestellt, wobei die Anzahl der betroffenen Personen und die Langfristigkeit der sozialen Prozesse zueinander in Beziehung gesetzt werden.

Praktiken im Umgang mit der Natur sind an materielle Substrate gebunden – schon zur Jagd benötigten Menschen Waffen, zur Zubereitung von Nahrung, zur Herstellung von Kleidung und anderen Artefakten wurde Werkzeug benötigt und damit die Natur verändert. Während manche Praktiken auf der Artefaktebene spurlos blieben, weil die dafür verwendeten Artefakte nicht haltbar waren, finden wir bis heute Steinwerkzeuge, die aus dem Paläolithikum stammen, und auch Hominiden sind bereits mit Werkzeugen in Verbindung gebracht worden. Die Hinterlassenschaften von Menschen ha-

10 Die Arbeitsgruppe hat durch Ewald Wiederin eine Einführung in umweltrechtliche Fragen in Österreich erhalten, die auch die Problematik der zeitlichen Dimension umfasste. Die Arbeitsgruppe hat daraus wertvolle Orientierungen gewonnen und dankt wM Wiederin herzlich für seinen Beitrag.

ben sich im Verlauf der Menschheitsgeschichte massiv geändert. Wie Tabelle 1 zeigt, lassen sie sich in gutartige, problematische und heimtückische einteilen (vgl. Winiwarter et al., 2013). Heimtückische Arrangements erzeugen ein sehr langfristiges Erbe. Eine Gesellschaft, die heimtückische nukleare Vermächtnisse geschaffen hat, muss dauerhaft entsprechend agieren, wie die internationale Politik gegenüber Iran oder Pakistan bezeugt. Sie werden daher als „transformativ" charakterisiert: So lange es spaltbares Material gibt, muss es vor Terroristen geschützt werden. Selbstmordattentäter handeln derzeit als Einzelne. Aber was, wenn eine größere Gruppe oder ein Staat beschließen, das Leben der eigenen Gruppe oder Staatsbürger und das anderer sei nicht so wichtig wie das Zünden einer Atombombe? Die Bewachungskosten der Atomarsenale und der diversen zivilen Orte des Brennstoffzyklus sind auf Dauer so hoch, dass nicht einmal die Kraftwerke einen Netto-Energiegewinn versprechen.

Tabelle 1: Arrangements und ihr Vermächtnis (Winiwarter & Schmid, 2008, Winiwarter et al., 2013, 2016).

	Arrangements mit kurzlebigen Vermächtnissen	Arrangements mit stabilen, langlebigen Vermächtnissen	Arrangements mit transformativen Vermächtnissen
Typ des Vermächtnisses	gutartig	problematisch	heimtückisch
Lebensdauer	kurz	mittel	lang
Hauptsächlicher Energieaufwand	Produktion	Produktion und Wartung	Wartung
Wartungsaufwand	niedrig	mittel	hoch
Transformatives Potential	lokal, sektoral	regional, sektoral	global, transsektoral, gesamtgesellschaftlich

Eine auf langfristige Lernprozesse fokussierte Umweltpolitik muss die Vermeidung von Vermächtnissen mit transformativem Potential entscheidungsleitend machen, dies kann vielleicht unter dem Begriff der „Langfristvorsorge" zusammengefasst werden. Für eine so angelegte Politik hat die Europäische Umweltagentur wichtige Vorarbeiten vorgelegt, in zwei Berichten, die das (zu) späte Lernen aus frühen Warnungen thematisieren und bedauerlicherweise bislang nur in englischer Sprache vorliegen (Harremoës 2001, EEA 2013).

Die Arbeitsgruppe konzentrierte sich, wie einleitend angemerkt, auf jene Nachhaltigkeitsziele, die als „biosphärisch" zusammengefasst werden können, auf Wasser, Luft, Klima, Böden und Biodiversität, wobei die menschliche Demographie als Input- wie resultierende Größe nachhaltiger Entwicklung einbezogen wurde. Diese biosphärischen Grundlagen sind nicht abtauschbar, eine positive Entwicklung bei Hunger, Bildung, industrieller Entwicklung oder Produktion und Konsum ist jeweils nur dann möglich, wenn gleichzeitig der Zustand der Erdsysteme verbessert wird oder sich dadurch verbessert. Sie sind zudem von der konstatierten Problematik des Missverhältnisses zwischen Regelungsbereich und systemisch interagierendem Bereich gekennzeichnet. Man könnte pointiert formulieren, dass der gute Zustand der österreichischen Umwelt zum Teil „nur geborgt" ist, weil sogenannte Spillover-Effekte wirksam werden. Durch globale Handelsverflechtungen kann Österreich seinen Umweltverbrauch quasi exportieren, was bei allen Einschätzungen unbedingt berücksichtigt werden muss[11].

Literatur

Bartelmus, P. und Seifert, E.K. (eds) "*Green accounting*". Farnham: Ashgate Publishing, 2003.

Daly, H. "*Economics for a full world*". Cambridge: Great Transition Initiative – toward a transformative vision and praxis, 2015, online publiziert,

11 Vgl. dazu auch Gratzer und Winiwarter, 2018, 13–26, in diesem Band.

http://www.greattransition.org/publication/economics-for-a-full-world; accessed April 2018.

EEA "Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation", In *EEA Report*, 1/2013. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2013, https://doi.org/10.2800/73322.

Europäische Kommission "*Standard-Eurobarometer 87, Frühjahr 2017, Erste Ergebnisse: Die öffentliche Meinung in der Europäischen Union*". Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, https://doi.org/10.2775/914616.

European Commission "*Report Special Eurobarometer 468 – Attitudes of European citizens towards the environment*". Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/80328.

European Communities "Material use in the European Union 1980–2000: indicators and analysis", In *Statistical Working Papers*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2002, http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-statistical-working-papers/-/KS-AO-02-005.

Felt, U., Barben, D., Irwin, A. et al. "*Science in society: Caring for our futures in turbulent times*", In *Science Policy Briefing*, 50. Strasbourg: European Science Foundation (ESF), 2013, http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/spb50_ScienceInSociety.pdf.

Fischer, R., Schendl, G., Schmid, M. et al. "Grundsätzliche Überlegungen zu einer vorsorgenden Gesellschaft und der Rolle von Wissenschaft", In H. Egner und M. Schmid (eds) *Jenseits traditioneller Wissenschaft? Zur Rolle von Wissenschaft in einer vorsorgenden Gesellschaft*. München: Oekom Verlag, 49–70, 2012.

Fischer-Kowalski, M. (ed) "Öko-Bilanz Österreich: Zustand, Entwicklungen, Strategien". Wien: Falter-Verlag, 1988.

Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Giljum, S. et al. "Methodology and indicators of economy-wide material flow accounting", *Journal of Industrial Ecology*, 15(6), 855–876, 2011, https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00366.x.

Gratzer, G. und Winiwarter V., "Chancen und Herausforderungen bei der Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele", *KIOES-Opinions* 8, 13–26, 2018.

Harremoës, P., Gee, D., MacGarvin, M. et al. (eds) "Late lessons from early warnings: The precautionary principle 1896–2000", = *Environmental Issue Report*, 22/2001. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2001, https://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22.

Hoffmann, E., Siebenhühner, B., Beschorner, T. et al. (eds) "*Gesellschaftliches Lernen und Nachhaltigkeit*". Marburg: Metropolis, 2007.

Hughes, T.P., Carpenter, S., Rockström, J. et al. "Multiscale regime shifts and planetary boundaries", *Trends in Ecology & Evolution*, 28(7), 389–395, 2013, https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.05.019.

Krainer, L. und Winiwarter, V. "Die Universität als Akteurin der transformativen Wissenschaft: Konsequenzen für die Messung der Qualität transdisziplinärer Forschung", *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 25(2), 110–116, 2016, https://doi.org/10.14512/gaia.25.2.11.

Maasen, S. und Lieven, O. "Transdisciplinarity: a new mode of governing science?" *Science and Policy*, 399–410, 2006.

ÖAW-KRL "Umweltwissenschaftliche Grundlagen und Zielsetzungen im Rahmen des Nationalen Umweltplans für die Bereiche Klima, Luft, Lärm und Geruch", In *Schriftenreihe der Sektion I des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 17*. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW), Kommission für Reinhaltung der Luft (KRL), Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 1994, https://www.oeaw.ac.at/fileadmin/kommissionen/klimaundluft/1994_NUP_K1_3_Einleitung_Klima.pdf.

O'Brien, K., Reams, J., Caspari, A. et al. "You say you want a revolution? Transforming education and capacity building in response to global change", *Environmental Science & Policy*, 28, 48–59, 2013, https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.11.011.

OECD "Material resources, productivity and the environment", In *OECD Green Growth Studies*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), OECD Publishing, 2015, http://dx.doi.org/10.1787/9789264190504-en.

Österreichische Bundesregierung "*Nationaler Umweltplan*". Wien: Bundesministerium für Umwelt, 1995, https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/

XX/III/III_00055/imfname_532325.pdf; (aufgerufen April 2018).

Pesendorfer, D. "*Paradigmenwechsel in der Umweltpolitik – Von den Anfängen der Umwelt- zu einer Nachhaltigkeitspolitik: Modellfall Österreich?*". Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer, 2007. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90747-5.

Raworth, K. "A safe and just space for humanity – Can we live within the doughtnut?", In *Oxfam Discussion Papers*. Nairobi: OXFAM International, 2012, https://oxf.am/2FLvKDl.

Renn, O. "*Das Risikoparadox. Warum wir uns vor dem Falschen fürchten.*" Frankfurt am Main: Fischer Verlag, 2014.

Sivapalan, M. und Blöschl, G. "Time scale interactions and the coevolution of humans and water", *Water Resources Research*, 51(9), 6988–7022, 2015, https://doi.org/10.1002/2015WR017896.

Spash, C. (ed) "*Routledge Handbook of Ecological Economics*". Abingdon: Routledge, 2017, https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317395102.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, 347(6223), 1259855, 2015. https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Sterling, S. "Transformative learning and sustainability: sketching the conceptual ground", *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 17–33, 2011.

Winiwarter, V. und Schmid, M. "Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers "Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren", In T. Knopf (ed), *Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart*. Tübingen: Attempto Verlag, 158–173, 2008.

Winiwarter, V., Schmid, M., Hohensinner, S. et al. "The environmental history of the Danube River Basin as an issue of long-term socio-ecological research", In S.J. Singh, H. Haberl, M. Chertow et al. (eds) *Long term socio-ecological research. Studies in society-nature interactions across spatial and temporal scales*. Dordrecht: Springer Netherlands, 103–122, 2013, https://doi.org/10.1007/978-94-007-1177-8.

Winiwarter, V. und Bork, H.R. "*Umweltgeschichte: Ein Plädoyer für Rücksicht und Weitsicht*". Wien: Picus Verlag, 2014.

Winiwarter, V., Schmid, M., Haberl, H. et al. "Why legacies matter: Merits of a long-term perspective", In H. Haberl, M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann et al. (eds) *Social ecology. Society-nature relations across time and space*. Cham: Springer, 149–168, 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-319-33326-7.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 13–26.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

Chancen und Herausforderungen bei der Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele aus österreichischer Sicht

Georg Gratzer und Verena Winiwarter

Einleitung

Die Menschheit steht vor kritischen, vielfältigen und vernetzten Herausforderungen. Der Klimawandel bedroht die Integrität der Biosphäre und hat das Potential, humanitäre Krisen zu verursachen und Armut in starkem Ausmaß zu verstärken. Biodiversitätsverluste haben Ausmaße eines von Menschen verursachten, sechsten Massensterbens angenommen (Ceballos et al., 2015). Ungleichheit innerhalb von Ländern nimmt zu und verursacht Verluste sozialer Kohäsion und Krisen der Demokratie in vielen Ländern.

Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, die von der Generalversammlung der Vereinten Nationen im September 2015 angenommen wurde, nimmt sich dieser vielfältigen Herausforderungen auf umfassende Art und Weise an. Dadurch soll die Welt auf einen Pfad der Transformation hin zu einer fairen und nachhaltigen Lebensweise, die niemanden zurücklässt, gebracht werden. Strukturiert entlang der großen Themen Menschen, Planet, Wohlstand, Frieden und Partnerschaft, formuliert die Agenda mit ihren Zielen und Zielvorgaben die Vision einer Welt frei von Armut und Hunger, in der Konsum- und Produktionsmuster nachhaltig und fair sind und in der alle ihr volles Potenzial gleichermaßen in Harmonie mit der Umwelt entfalten können (UN 2015).

Diese ambitionierte Vision wurde von allen Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen angenommen, so auch von Österreich, das sich zur Umsetzung der Agenda 2030 verpflichtet hat. Allerdings sind die SDGs noch nicht in der österreichischen Öffentlichkeit „angekommen", auch in den Vorlesungsverzeichnissen der Universitäten spielen sie bislang eine vergleichsweise geringe Rolle.

Die internationale Wissenschaft hat inzwischen die SDGs als Forschungsthema aufgegriffen. Ende 2016 wurden die SDGs von 650 Publikationen im Titel, der Kurzfassung oder den Schlüsselworten erwähnt (Gratzer & Keeton, 2017), im Jahr 2017 waren 915 Publikationen in dieser Datenbank mit diesen Themen registriert. In den ersten drei Monaten 2018 sind bereits 123 Titel verzeichnet.

Auf den folgenden Seiten wird die Geschichte der Entstehung der Agenda 2030 dargestellt und ihre Grundprinzipien erläutert. Danach wird beschrieben, wie die Komplexität der Agenda gezähmt wird und die Kohärenz der Ziele und Zielvorgaben gewährleistet werden kann. Zum Schluss des Kapitels wird die Umsetzung der Agenda 2030 in Österreich diskutiert.

Die Agenda 2030

Im September 2015 verabschiedete die Generalversammlung der Vereinten Nationen die UN-Resolution A/70/L.1 „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung". Diese Resolution, in deren Zentrum die 17 nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable development goals, SDGs) stehen, wird als die bislang ambitionierteste Agenda „gegen Armut und für den Planeten" gesehen, die jemals beschlossen wurde (UN 2016). Sie

vereint globale Entwicklungsziele und Umweltziele in einem umfassenden Rahmenwerk.

Die Vereinten Nationen sind seit Jahrzehnten in der Vorbereitung und Durchführung einschlägiger Konferenzen, der Veröffentlichung von großen Zustands- und Perspektivenberichten und in der Entwicklung von Konventionen im Umweltbereich tätig, seit der Ausrichtung der ersten UN-Umweltkonferenz 1972 in Stockholm waren etwa die Konferenz von Rio 1992 und deren Nachfolgeveranstaltung Rio+20 Meilensteine in der globalen Umweltpolitik. Die Rio +20 Konferenz wird generell als Misserfolg eingestuft (Ivanova, 2013), jedoch wurde in dieser Konferenz der Grundstein zur Formulierung der nachhaltigen Entwicklungsziele gelegt. Inspiriert von der Wirkmächtigkeit der Millenniums-Entwicklungsziele (Millennium Development Goals, MDGs) wurde beschlossen, eine umfassende und universelle Agenda zu entwickeln, die sowohl Umweltnachhaltigkeit, soziale Gleichheit und grundlegende menschliche Bedürfnisse als auch politische Steuerungswerkzeuge umfasst.

Die neuen Ziele wurden als direkte Nachfolge der Millenniums-Entwicklungsziele etabliert, die im September 2000 beschlossen wurden und bis 2015 Gültigkeit hatten. Sie zielten darauf ab, entlang von 8 Zielen (Abb. 1) und 21 Zielvorgaben die Lebensverhältnisse von Menschen in Entwicklungsländern zu verbessern. Die MDGs wurden als Erfolg gefeiert und haben in der Tat dazu beigetragen, die Hälfte der Menschen aus extremer Armut zu befreien, Hunger um annähernd die Hälfte zu reduzieren, Kindersterblichkeit zu senken und den Zugang zu Grundschulbildung zu verbessern. In einem Drittel der Entwicklungsländer wurde Geschlechtergleichheit in der Grundschulbildung erreicht und die Neuinfektionsraten von HIV/AIDS wurden gesenkt. Die Ziele konnten jedoch die ärmsten Menschen in den Entwicklungsländern nicht erreichen (Olinto et al. 2013) und die Armutsreduktion wird vorwiegend der wirtschaftlichen Entwicklung in China und Indien zugeschrieben (Sachs, 2012). Umweltziele wurden nur in geringem Ausmaß erreicht (UN 2015a).

Die enge Konzeption der MDGs auf nur 8 Ziele wurde als Stärke für die Vermittlung, die Vermarktung der Ziele, gesehen. Die einfache Messbarkeit der Erreichung einfacher und weniger Ziele mit einfachen Indikatoren wurde ebenfalls vielfach als Stärke der MDGs gesehen. Allerding wurde genau dieser gepriesene reduktionistische Ansatz der Millenniums-Entwicklungsziele dafür kritisiert, der Komplexität und Multidimensionalität von Nachhaltigkeitsfragen nicht gerecht zu werden und zu einer Verzerrung des Nachhaltigkeitsdiskurses und damit auch der Ergebnisse der Umsetzung zu führen (Fukuda-Parr, Yamin, & Greenstein, 2014).

Die Agenda 2030 als Folgeprozess der MDGs sollte daher zwar weiterhin auf konkret formulierten Zielen beruhen, jedoch so umorganisiert werden, dass sie die nationale und internationale Politikgestaltung „holistischer als die MDGs “ (UN 2012 #i) in vier Dimensionen anleiten sollte: (1) inklusive soziale Entwicklung, (2) inklusive wirtschaftliche Entwicklung, (3) Umweltnachhaltigkeit und (4) Frieden und Sicherheit (UN 2012).

Die neuen Ziele (Abb. 2) wurden in zwei Entwicklungssträngen erarbeitet, nämlich einerseits einem formellen Konsultationsprozess auf Regierungsebenen und andererseits einem umfassenden Partizipationsprozess, in den annähernd 2 Millionen Menschen in 88 Ländern in der Form von „globalen

Ziel 1: Beseitigung der extremen Armut und des Hungers
Ziel 2: Verwirklichung der allgemeinen Grundschulbildung
Ziel 3: Förderung der Gleichheit der Geschlechter und Ermächtigung der Frauen
Ziel 4: Senkung der Kindersterblichkeit
Ziel 5: Verbesserung der Gesundheit von Müttern
Ziel 6: Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten
Ziel 7: Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit
Ziel 8: Aufbau einer weltweiten Entwicklungspartnerschaft

Abbildung 1: Die Millenniums-Entwicklungsziele.

Konversationen“ eingebunden wurden. Damit unterscheiden sich die SDGs wesentlich von den Millenniumszielen, die von VertreterInnen der UN, von Weltbank, IWF und dem Entwicklungsausschuss des Development Assistance Committee der OECD ohne weitergehenden Konsultationsprozess ausgearbeitet worden waren (Fukuda-Parr, 2016).

Vergleicht man die Zielportfolios der MDGs und der Agenda 2030, werden mehrere Unterschiede deutlich (vgl. Abb. 3). Die „Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit“ wurde in mehreren Zielen konkretisiert, währen die verschiedenen Gesundheitsziele in ein Ziel zusammengefasst wurden. Das Bildungsziel wurde umfassender, aber damit auch abstrakter, während die Ziele 7–12 als deutliche Konkretisierungen gesellschaftlicher Transformationen interpretiert werden können. Ein neues Ziel in diesem Teil der Agenda ist Ziel 10, das auf eine Verringerung der Ungleichheit in und zwischen Ländern abzielt. Die Aufnahme dieses Ziels stieß besonders bei Industriestaaten auf Ablehnung: Sie wurde von Ländern des globalen Südens „(früher: „Entwicklungsländer“) und von Gruppen der Zivilgesellschaft eingefordert (Fukuda-Parr, 2016). Dieses Ziel wird auch als Voraussetzung für das Ziel 8, der Förderung von „dauerhaftem, breitenwirksamen und nachhaltigem Wirtschaftswachstum, produktiver Vollbeschäftigung und menschenwürdiger Arbeit für

Ziel 1: Armut in allen ihren Formen und überall beenden

Ziel 2: Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern

Ziel 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern

Ziel 4: Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern

Ziel 5: Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen

Ziel 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten

Ziel 7: Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern

Ziel 8: Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern

Ziel 9: Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen

Ziel 10: Ungleichheit innerhalb von und zwischen Staaten verringern

Ziel 11: Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig machen

Ziel 12: Für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sorgen

Ziel 13: Umgehend Massnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen *

Ziel 14: Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen

Ziel 15: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern

Ziel 16: Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern

Ziel 17: Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen

* Das Originaldokument der UNO merkt zu diesem Ziel an: In Anerkennung dessen, dass das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen das zentrale internationale zwischenstaatliche Forum für Verhandlungen über die globale Antwort auf den Klimawandel ist.

Abbildung 2: Die Ziele der Agenda 2030 (SDGs).

alle“ gesehen[1]. Ziel 8 ist zugleich einer der wesentlichen Kritikpunkte an der Agenda 2030. Kritisiert wird die Perpetuierung der Hegemonie der Kommodifizierung der Gesellschaft (Kopnina, 2016)und auch des Nachhaltigkeitsdiskurses und der Fokus auf dauerhaftes (wenn auch inklusives und nachhaltiges) Wirtschaftswachstum. Dabei wird insbesondere darauf hingewiesen, dass es durch Marktmechanismen bislang nicht gelungen ist, den Ausstoß von Treibhausgasen wirksam zu reduzieren und die Biodiversitätsverluste zu stoppen. Ziel 10, die Verringerung der Ungleichheit in und zwischen Ländern, ist auf Zielvorgabenebene stark mit allen anderen Zielen vernetzt (siehe weiter unten). Daraus kann abgeleitet werden, dass diesem Ziel, das zu Beginn der Diskussionen um die SDGs deutlich dem Ziel 8 untergeordnet wurde, im Verlauf des Entstehungsprozesses der Agenda 2030, eine wichtigere Rolle zugeordnet wurde.

Wesentliche Elemente der „globalen systemischen Dysfunktionen“ (Wals & Peters 2018), die zur Postulierung eines neuen Erdzeitalters, des Anthropozäns (Crutzen, 2006, Smith & Zeder, 2013), geführt haben, sind biosphärischer Natur. Der hier vorgelegte Perspektivenbericht konzentriert sich auch deshalb auf die biosphärischen Ziele, weil die Erreichung dieser Ziele eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung anderer Ziele darstellt. Er wird aber auch dem Anspruch auf Unteilbarkeit der Agenda 2030 gerecht, indem er, von den biosphärischen Zielen ausgehend, die Vernetzung mit anderen Zielen im Fokus behält.

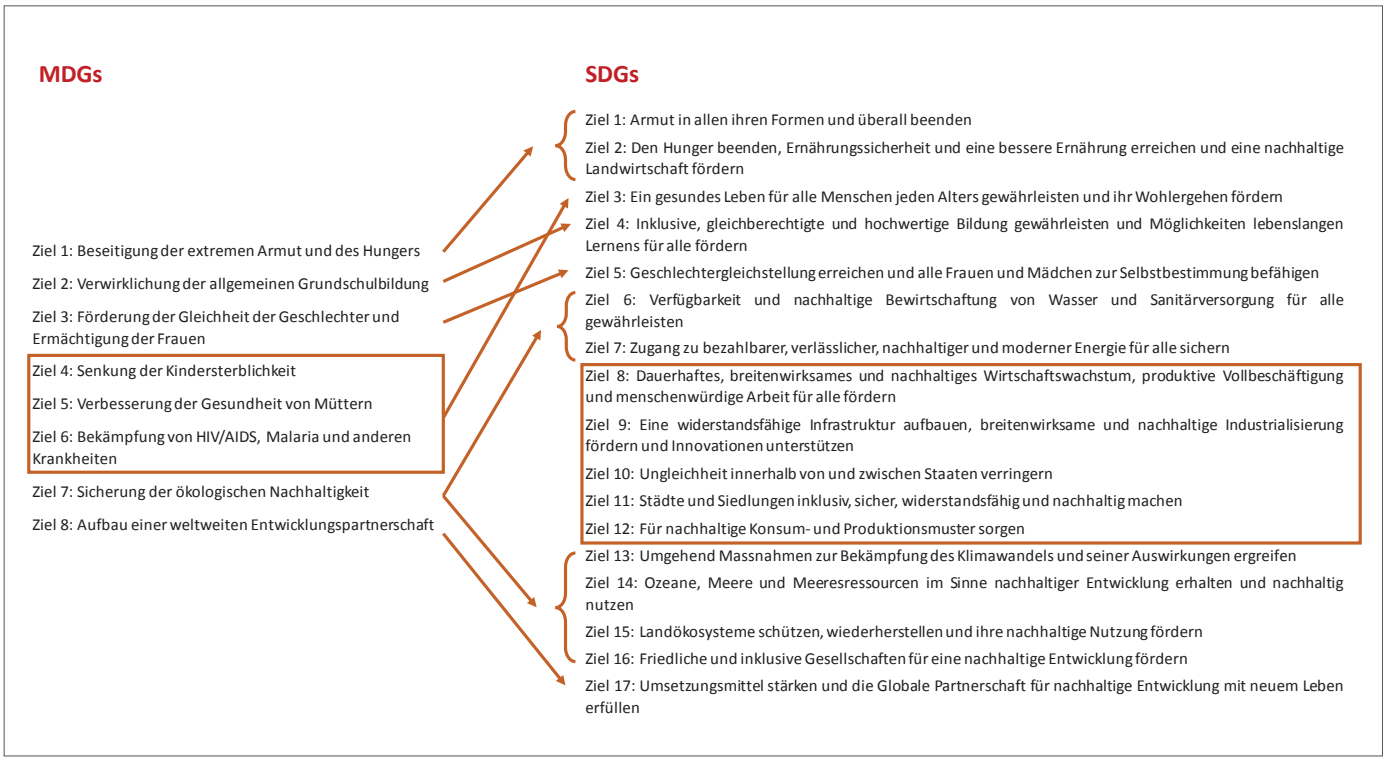


Abbildung 3: Vergleich der MDGs und der SDGs. Quelle: eigene Darstellung (V. Winiwarter, 2018).

1 In der Agenda 2030 heißt es dazu (Seite 8 /38): „Ein dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum ist eine wesentliche Voraussetzung für Wohlstand. Dies wird allerdings nur dann möglich sein, wenn Reichtum geteilt und Einkommensungleichheit bekämpft wird.“

Grundprinzipien der SDGs

Die Agenda 2030 ist universell, integriert und unteilbar (UN 2015b). Universell bedeutet, dass sie für die ganze Welt gilt. Dies ist ein großer Fortschritt gegenüber den MDGs, der allerdings auch dazu führt, dass die Zielmessung, -gewichtung und vor allem die Umsetzung in sehr verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten ganz unterschiedliche Bündel von Maßnahmen brauchen. Die Agenda 2030 überlässt daher die Umsetzung der Agenda den einzelnen Mitgliedsstaaten.

Die Agenda 2030 ist ein hochkomplexes politisches Rahmenwerk. Die darin verknüpften Ziele sind ebenso ambitioniert wie verschieden und stellen an die umsetzenden Staaten große Anforderungen. Das kommt auch darin zum Ausdruck, dass die 17 Ziele mit insgesamt 169 den Zielen zugehörigen Zielvorgaben konkretisiert wurden. Es wäre daher für umsetzende Staaten und deren Institutionen naheliegend, sich jeweils nur jene Ziele auszuwählen, deren (zumindest teilweise) Erreichung keine allzu große Herausforderung darstellt und andere, schwer zu erreichende, Ziele zu ignorieren. Ein solches „cherry picking" oder Rosinenklauben kann aber über die Vortäuschung von Umsetzungsaktivität hinaus noch grundsätzlichere Probleme verursachen: mehrere Zieldimensionen stehen immer in einem Zusammenhang zueinander, sie können sich gegenseitig verstärken, aber zueinander auch im Widerspruch stehen. Wenn bei der Umsetzung jeweils nur ein Ziel mit seinen Zielvorgaben bearbeitet wird, ohne seine Interaktionen mit den anderen Zielvorgaben zu beachten, können negative Konsequenzen für die Erreichung anderer Ziele unentdeckt bleiben. Solche Zielkonflikte fanden sich z. B. bei der Umsetzung von Naturschutzvorhaben, die armutsverstärkend sein können (CIFOR, 2003) oder bei der Substitution von fossilen Kraftstoffen mit Agrotreibstoffen als Klimaschutzmaßnahme, die Zielkonflikte mit Biodiversitätszielen bringen (Danielsen et al., 2009).

Um einem Rosinenklauben und der Erzeugung von Zielkonflikten zu vorzubeugen, hat die UNO einen integrierten Ansatz für die Agenda 2030 gewählt. Sie hat die Zielvorgaben für ein Ziel jeweils so formuliert, dass sie mit anderen Zielen verflochten sind (Abb. 2). Dadurch wird es schwieriger, bei der Umsetzung eines Ziels die jeweils anderen Ziele außer Acht zu lassen.

Um diese Verknüpfung von allen Zielen und Zielvorgaben darzustellen, wurde bereits im Mai 2015 eine Netzwerkanalyse vorgelegt (Blanc, 2015). Da von den 17 Zielen eines, nämlich Ziel 17, keine inhaltliche Agenda beschreibt, sondern die Umsetzung anspricht, und da auf der Ebene der 169 Zielvorgaben mehrere die Mittel der Umsetzung ansprechen (ins-

Abbildung 4: Verflechtung von SDG 15 mit Zielvorgaben anderer Ziele als Beispiel für die Verflechtung von Zielvorgaben und Zielen der Agenda 2030. Quelle: eigene Darstellung (G. Gratzer, 2018).

besondere sind das Finanzinstrumente, Kapazitäten-Entwicklungsmaßnahmen, Technologietransfer und Handel), wurden diese aus der Analyse ausgeklammert. So wurden Interaktionen auf inhaltlicher Ebene sichtbar. Abbildung 2 verdeutlicht diese Verknüpfungen von Zielvorgaben der Ziele 2, 3, 6, 8 und 12 mit dem Ziel 15. Solche Relationen wurden für 107 Subziele und 16 Ziele dargestellt. Die Ziele sind ungleich stark miteinander vernetzt. Verantwortlicher Konsum und Produktion (Vernetzung mit 14 Zielvorgaben anderer Ziele), Ungleichheit (12), Armut (10) und Wachstum und Beschäftigung (10) stehen oben auf der Liste. Am unteren Ende der Liste stehen Energie (3), Infrastruktur und Industrialisierung (3) und Ozeane (2). Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse dieser Analyse.

Die Vernetzung der Ziele über ihre Zielvorgaben ist also ein geschicktes Mittel, um sicherzustellen, dass die Agenda 2030 als Gesamtheit bearbeitet wird. Es ist aber auch evident, dass die stark vernetzten Ziele wie eine verantwortliche Gestaltung von Konsum und Produktion und die Verringerung der Ungleichheit durch ihren höheren Vernetztheitsgrad nicht wichtiger sind als andere Ziele wie die Sicherung des Zugangs zu nachhaltiger Energie, der Eindämmung des Klimawandels und des Schutzes von Landökosystemen und der Förderung ihrer nachhaltiger Nutzung.

Ebenso wie bei den 20 AICHI-Biodiversitätszielen (vgl. Sturmbauer et al., 2018, 71–84), wird die Frage, wie sich Maßnahmen zur Erreichung von einzelnen Zielvorgaben auf die jeweils anderen Zielvorgaben und Ziele auswirken, als wesentliche Aufgabe für die Wissenschaft identifiziert und als Forschungsaufgabe angenommen. Die meisten Arbeiten zu den SDGs befassen sich mit den beschriebenen Interaktionen der Ziele und Zielvorgaben (Weitz, Carlsen, Nilsson, & Skånberg, 2018).

Nilsson, Griggs, & Visbeck (2016) publizierten im Fachjournal Nature einen einfachen Zugang, um Interaktionen der Zielvorgaben abzuschätzen: auf einer 7-stufigen Skala werden von Gruppen von ExpertInnen die Beziehungen von Zielen und Zielvorgaben bewertet (Abb. 3).

Die Skala reicht von +3 für Ziele und Zielvorgaben die unteilbar sind (z. B. führt die Erreichung von

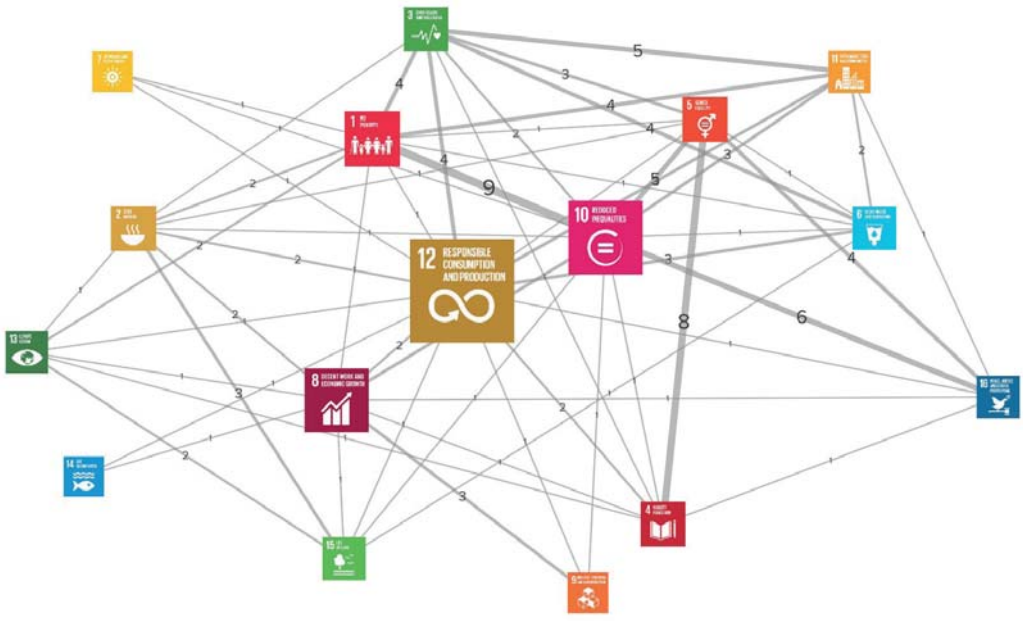


Abbildung 5: Auf der Basis von Le Blanc 2015, hat Mohr (2016) die Verbindungen der 16 inhaltlichen Nachhaltigkeitsziele auf Ebene der Zielvereinbarungen mittels Netzwerkanalyse dargestellt. Die Abbildung zeigt die Darstellung des Eigenvektors, der bemisst, wie gut ein Element mit anderen stark verbundenen Elementen verbunden ist (Wiedergegeben aus Mohr 2016).

Zielvorgabe 14.7[2] zur Erreichung von Zielvorgabe 1.1 und 1.2[3]) über Beziehungen die sich gegenseitig verstärken (+2) bzw. ermöglichen (+1), bzw. die Möglichkeiten für die Erreichung eines anderen schaffen. Die AutorInnen der Arbeit nennen hier als Beispiel die Bereitstellung von Beleuchtung in ländlichen Haushalten in Ländern des globalen Südens, die Bildung unterstützt, weil auf diese Weise abends Hausaufgaben gemacht werden könnten (allerdings garantiert – wie viele von uns wissen – das Vorhandensein von Strom nicht, dass Hausaufgaben auch wirklich gemacht werden). Ziele können sich klarerweise auch neutral zueinander verhalten (0), Bildung und Bewahrung des Lebens in den Ozeanen sind voneinander im Wesentlichen unabhängig. Ziele können einander einschränken, Klimawandel und Nutzung fossiler Energien stehen in einem solchen Verhältnis (-1), sie können einander widersprechen (-2), das wurde vor allem beim Ziel 8 (Wirtschaftswachstum) und den biosphärischen Zielen bereits deutlich. Ziele können einander aber auch gegenseitig ausschließen (-3).

Der Internationale Dachverband der wissenschaftlichen Gesellschaften (ICSU), hat 2017 in einer umfangreichen Studie diese Methode angewandt, um die Interaktionen zwischen den Zielen 2, 3, 7 und 14, genauer unter die Lupe zu nehmen (International Council for Science (ICSU), 2017). Der Bericht diskutiert nicht nur die Interaktionen, sondern auch die wesentlichen Wissenslücken, was ihn als Grundlage einer wissenschaftlichen Beschäftigung mit den SDGs besonders wertvoll macht.[4] In Abbildung 4 ist ein Beispiel für die Darstellungen aus diesem Bericht zu sehen, die bereits vorgestellte 7-teilige Skala liegt dieser Analyse zu Grunde. Von den 316 Interaktionen der Zielvorgaben der waren 238 positiv, 66 neutral und 66 negativ. Beziehungen die sich ausschließen (-3), wurden nicht geortet.

Diese Methode wurde inzwischen in einer Reihe von Untersuchungen angewandt, z. B. um die Beziehungen des Energieziels SDG 7[5] mit allen anderen Zielen zu untersuchen (McCollum et al., 2018). Auf der Basis einer Literaturanalyse und des vorgestellten Bewertungsschemas wurde ebenfalls festgestellt, dass die positiven Interaktionen überwiegen. Die einzige Bewertung mit -2 wurde in der Interaktion des Ziels 7 mit Zielvorgabe 2.3 gefunden, in der es um die Verdopplung der landwirtschaftlichen Produktivität und die Einkommen von kleinen Nahrungsmittelproduzenten geht, wenn große Flächen für die Produktion von Agrokraftstoffen und nicht für Nahrungsmittel eingesetzt werden.

Für Schweden, das versucht, sich als Vorbild in der Umsetzung der SDGs zu etablieren (Engström, Howells, & Destouni, 2018, Weitz et al., 2018), wurde diese Methode angewandt, um die Interaktionen von je zwei für Schweden relevanten Zielvorgaben für alle SDGs abzuschätzen. Von den 1122 untersuchten Interaktionen waren nur 4 % im negativen Bereich angesiedelt, keine Interaktion wurde als ausschließend bewertet. Die Analyse wurde in dieser Arbeit um eine Netzwerkanalyse erweitert, die es erlaubt, Subnetzwerke genauer zu analysieren und Interaktionen höherer Ordnung einzubeziehen.

In der Anwendung der Bewertungsmatrix stellt sich die grundlegende Frage der Ebene, auf der die Bewertungen vorgenommen werden. Weitz et al. (2018) verdeutlichen, dass die Ebene der Ziele dafür zu hoch angesiedelt ist weil die Möglichkeiten der Interaktionen bei breiten Zielen zu vielfältig sind, um sie mit einem Wert zu versehen. Auch für die Ebene der Zielvorgaben können verschiedene Maßnahmen verschiedene Bewertungen ergeben. Wir schlagen daher vor, die Bewertungen auf Ebene von Maßnahmen durchzuführen und somit jede Maßnahme, die gesetzt wird, um eine Zielvorgabe zu erreichen, zu bewerten. Eine weitere grundlegende und entscheidende Frage bezieht sich auf die ExpertInnengruppe die bewertet: hier sind einerseits hohe Anforderungen an den Einblick in ein Fachgebiet und andererseits auch die Fähigkeit, inter-

2 14.7 Bis 2030 die sich aus der nachhaltigen Nutzung der Meeresressourcen ergebenden wirtschaftlichen Vorteile für die kleinen Inselentwicklungsländer und die am wenigsten entwickelten Länder erhöhen, namentlich durch nachhaltiges Management der Fischerei, der Aquakultur und des Tourismus

3 1.1 Bis 2030 die extreme Armut – gegenwärtig definiert als der Anteil der Menschen, die mit weniger als 1,25 Dollar pro Tag auskommen müssen – für alle Menschen überall auf der Welt beseitigen
1.2 Bis 2030 den Anteil der Männer, Frauen und Kinder jeden Alters, die in Armut in all ihren Dimensionen nach der jeweiligen nationalen Definition leben, mindestens um die Hälfte senken

4 https://www.icsu.org/cms/2017/05/SDGs-Guide-to-Interactions.pdf

5 SDG 7: Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern

disziplinär zu denken, gefragt. Unabhängige Gruppen von WissenschafterInnen wären ein ideales Gremium, um solche Bewertungen durchzuführen, und die Politikgestaltung bei der Navigation durch die Komplexität der Agenda 2030 zu unterstützen. Spätestens hier treten Fragen von Macht in den Vordergrund und können die Bewertungen stark beeinflussen (Nilsson, pers. Komm.).

Die Interaktion von Maßnahmen zur Erreichung des 2°C Klimaziels und der Erreichung der SDGs wurde von (Stechow et al., 2016) entlang verschiedener energierelevanter Mitigations-Szenarien in einer Modellstudie untersucht. Die Arbeit zeigt, dass schwache und kurzfristige Mitigationsstrategien erhebliche negative Interaktionen mit SDGs erzeugen können, während energieverbrauchssenkende Maßnahmen der Schlüssel dabei sind, diese negativen Interaktionen in Synergien zu verwandeln. Die Arbeit verdeutlicht auch, dass es nötig ist, Klimapolitik und die SDGs in einem Rahmenwerk zu bearbeiten.

Eine weitere modellbasierte Arbeit widmet sich der Frage nach den Interaktionen zwischen Naturschutz und Nahrungsmittelproduktion und Nahrungsmittelpreisen im Kontext der SDGs und weist SDG 12 (Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen) eine zentrale Rolle in der Minimierung von Zielkonflikten zwischen Nahrungsmittelsicherheit und Biodiversitätserhaltung zu (Obersteiner et al., 2016).

Eine neuere Arbeit bietet einen vollständigen Überblick über Synergien und Konflikte innerhalb und zwischen den SDGs auf Basis einer historischen Analyse (Pradhan et al., 2017). Daten der UNO zu 122 Indikatoren für 227 Länder zwischen 1983 und 2016 wurden von einer Gruppe am Potsdamer Institut für Klimafolgen-

Interaction	Name	Explanation	Example
3	Indivisible	Inextricably linked to the achievement of another goal.	Ending all forms of discrimination against women and girls is indivisible from ensuring women's full and effective participation and equal opportunities for leadership.
2	Reinforcing	Aids the achievement of another goal.	Providing access to electricity reinforces water-pumping and irrigation systems. Strengthening the capacity to adapt to climate-related hazards reduces losses caused by disasters.
1	Enabling	Creates conditions that further another goal.	Providing electricity access in rural homes enables education, because it makes it possible to do homework at night with electric lighting.
0	Consistent	No significant positive or negative interactions.	Ensuring education for all does not interact significantly with infrastructure development or conservation of ocean ecosystems.
–1	Constraining	Limits options on another goal.	Improved water efficiency can constrain agricultural irrigation. Reducing climate change can constrain the options for energy access.
–2	Counteracting	Clashes with another goal.	Boosting consumption for growth can counteract waste reduction and climate mitigation.
–3	Cancelling	Makes it impossible to reach another goal.	Fully ensuring public transparency and democratic accountability cannot be combined with national-security goals. Full protection of natural reserves excludes public access for recreation.

Abbildung 6: Skala zur Bewertung der Interaktionen eines SDGs oder einer Zielvorgabe auf ein anderes Ziel (Nilsson et al., 2016).

forschung analysiert. Dabei kamen die Forscher unter anderem zu folgenden Ergebnissen, wie die Internetplattform Springer Professional ausführt:

- Innerhalb der SDGs gibt es global betrachtet weit mehr positive als negative Wechselwirkungen, vor allem bei den Zielen „Keine Armut“ (SDG 1), „Gesundheit und Wohlergehen“ (SDG 3), „Hochwertige Bildung“ (SDG 4), „Weniger Ungleichheiten“ (SDG 10), „Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion“ (SDG 12) und „Maßnahmen zum Klimaschutz“ (SDG 13).

- Zwischen den einzelnen SDGs zeigen sich weltweit gesehen sowohl positive als auch negative Interaktionen. Die Ziele „Keine Armut“ (SDG 1) und „Gesundheit und Wohlergehen“ (SDG 3) besitzen eine positive Beziehung mit den meisten anderen Zielen. Die SDG „Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion“ (SDG 12) sowie „Leben an Land“ (SDG 15) stehen mit anderen Zielen zumeist in einem Spannungsverhältnis.

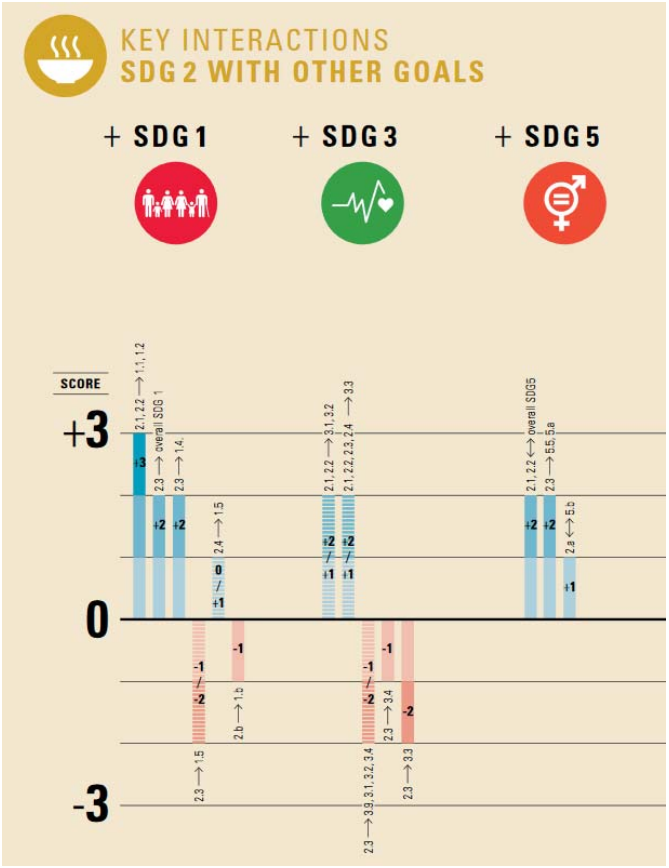


Abbildung 7: Die auf Ebene der Unterziele diagnostizierte Interaktion zwischen Ziel 2 und den Zielen 1,3, und 5 (aus ICSU, 2017).

- Auch auf Länderebene überwiegen die positiven Wechselwirkungen zwischen den SDGs. Der Anteil der Synergien beträgt in allen untersuchten Staaten über 40 Prozent, in 70 Staaten sogar über 60 Prozent. Der Anteil der Zielkonflikte liegt in fast allen Staaten unter 50 Prozent, in 140 Staaten unter 40 Prozent (vgl. auch Abb. 8).

- In der Länderperspektive besitzt das Ziel „Gesundheit und Wohlergehen“ (SDG 3) die meisten positiven Wechselbeziehungen mit anderen Nachhaltigkeitszielen. Der potenziell größte Positivhebel besteht dabei zwischen den Zielen „Gesundheit und Wohlergehen“ und „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“ (SDG 3 und 6), mit einer möglichen Auswirkung auf rund 3 Milliarden Menschen.

- Der größte vermeintliche Zielkonflikt besteht zwischen den Zielen „Gesundheit und Wohlergehen“ und „Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion“ (SDG 3 und 12). In 121 Staaten mit einer Gesamtbevölkerung von insgesamt 3,4 Milliarden Menschen rangiert dieser an oberster Stelle.[6,7]

Klarerweise ist jedes Land der Erde durch seine spezifische Situation gekennzeichnet, was auch auf das jeweilige Verhältnis der Subziele zueinander Einfluss hat. Eine japanische Studie vergleicht mehrere ostasiatische Staaten, darunter Japan, China, Kambodscha

6 https://www.springerprofessional.de/nachhaltigkeit/ressource/konsum-als-hemmschuh-fuer-nachhaltigen-fortschritt/15420090

7 https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/2017EF000632

und Bangladesch.[8] Eine solche Studie für Österreich steht aus, ohne Experteneinschätzungen auf Ebene der Zielvorgaben ist die Beantwortung dieser Frage nicht möglich. Die japanische Studie zeigt auch die Grenzen auf, die eine mathematische Netzwerkanalyse hat. Es lassen sich zwar nahezu beliebig detaillierte Tabellen und Grafiken herstellen, ob sie einen Informationsgewinn bringen, darüber gibt es keine Untersuchungen. Die japanische Gruppe hat ein Webtool zur Verfügung gestellt, bei dem alle in der Studie erfassten Länder umfassend präsentiert und mit vielen interaktiven Angeboten auch das Wissen über die Herausforderungen in jedem einzelnen Land erweitert werden kann[9]. Die Studie untersucht auch nachbarliche Beziehungen und deren Einfluss, was auch im Fall eines Landes mit vielen Nachbarn wie Österreich in jede Strategie einfließen muss.

Herausforderungen gibt es nicht nur hinsichtlich der Frage, wie die Ziele zueinander in Verbindung stehen und ob sie einander widersprechen, sondern auch bei den vielen bestehenden Forschungslücken. In der Forschungsliteratur wird auch darauf hingewiesen, dass das Monitoring, also die Feststellung, ob man sich einem Ziel nähert, von guten Indikatoren abhängt. Eine Gruppe von Experten aus statistischen Zentralämtern und entsprechenden WissenschaftlerInnen bearbeitet in einer UN-Arbeitsgruppe die Frage nach geeigneten Indikatoren, die in 3 Qualitätsklassen eingeteilt werden, in Tier I, II, und III.[10]

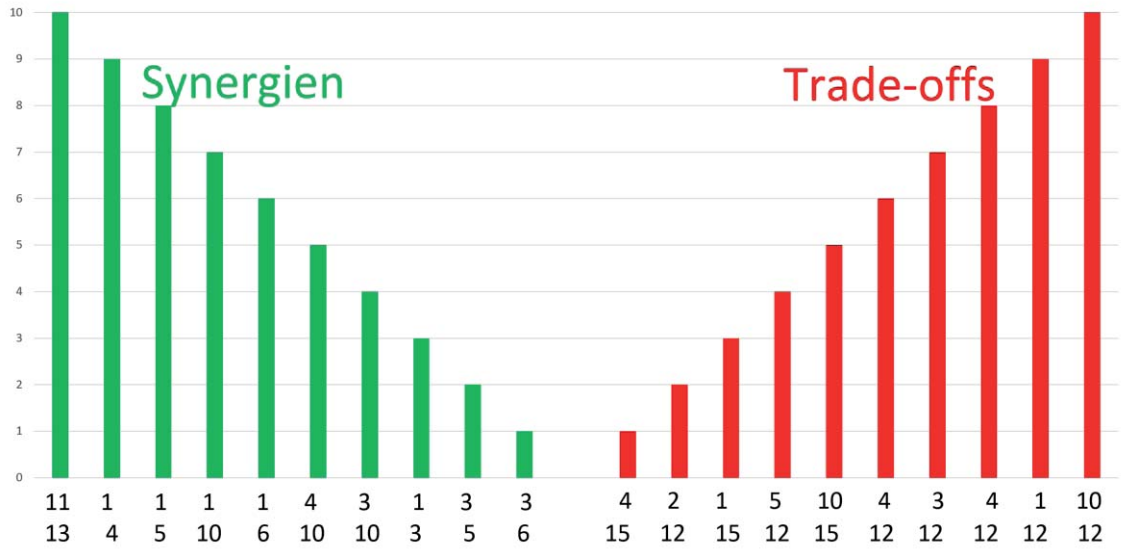


Abbildung 8: Die 10 Paare von SDGs, die die meisten Synergien zueinander aufweisen und jene 10, die einander am meisten ausschließen. Es wird sehr rasch deutlich, dass bei Ziel 12 (nachhaltiger Konsum und Produktion) die meisten Zielkonflikte bestehen, während Armutsbekämpfung mit vielen anderen Zielen positiv verknüpft ist. (Daten aus Pradhan et al. 2017, eigene Darstellung: V. Winiwarter 2018).

8 https://pub.iges.or.jp/pub/sustainable-development-goals-interlinkages

9 https://sdginterlinkages.iges.jp/visualisationtool.html

10 https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/

Im Dezember 2017 waren 93 Indikatoren der Klasse I, 66 der Klasse 2 und 68 der Klasse drei zugeordnet.[11] Unter Tier I werden jene Indikatoren subsummiert, die konzeptuell klar sind, für die es eine international anerkannte, standardisierte Berechnungsmethode gibt und für die regelmäßig Daten für mindestens 50 % der Ländern, für die der Indikator relevant ist, bzw. 50 % der Bevölkerung in allen Regionen, für die der Indikator relevant ist. Tier II unterscheidet sich davon dadurch, dass die Daten nicht regelmäßig erhoben werden, die man bräuchte, um einen konzeptuell klaren, international anerkannten und standardisierten Indikator auch anwenden zu können. Tier III versammelt alle jene indikatoren, die sich noch im Entwicklungsstadium befinden. Es ist auch auf diesem Gebiet noch viel zu tun.

Die Umsetzung der SDGs in Österreich

Die deutsche Bertelsmann-Stiftung finanzierte einen Ländervergleich der Implementation der Agenda 2030. Österreich schneidet dabei sehr gut ab und wurde auf Rang 7 gereiht. Das Land wurde bei SDG 1, 6 und 7 sehr gut bewertet, bei SDGs 15 und 17 zeigten sich starke Defizite, auch SDGs 5, 9, 12 und 13 wiesen niedrige bis mittlere Werte auf. Dabei ist zu beachten, dass z. B. SDG 1.2., das eine Halbierung von Armut gemäß der nationalen Armutsdefinition vorsieht, 2016 noch nicht beurteilt werden konnte, aber gemäß einem Bericht der Statistik Austria keine sinkende Tendenz aufweist[12] und somit einer Erreichung nicht nähergekommen ist. Doch selbst für die führenden drei Länder Schweden, Dänemark und Finnland hält der Bericht fest, dass sie in der Bekämpfung von Klimawandel und in der Geschlechtergleichstellung sowie Bildung großen Herausforderungen gegenüberstehen.

Die reichen Länder externalisieren allerdings große Teile ihrer sozialen und Umweltprobleme in arme Länder. Diese Effekte wurden in einem weiteren Bericht der Bertelsmann Stiftung als Spillover-Effekte in den Bereichen Umwelt, Wirtschaft, Finanz und Regierungsführung sowie Sicherheit gemessen[13]. Generell zeigt sich hier eine starke Korrelation mit dem pro Kopf Einkommen in den Staaten. Österreich liegt bei diesem Wert etwa gleichauf mit Schweden und Deutschland, die negativsten Effekte auf andere Länder wurden für die Schweiz, Singapur und Luxemburg festgestellt. Diese Spillover-Werte wurden allerdings nicht in die Gesamtrankings einbezogen. Die reichen Staaten, darunter auch Österreich, schnitten unter Einbeziehung dieser Werte also schlechter ab als dargestellt.

Die Agenda 2030 wird von den UN-Mitgliedsstaaten umgesetzt. Die österreichische Bundesregierung wählte dafür einen „Mainstreaming-Ansatz[14]". Mit einem Ministerratsbeschluss beauftragte die Bundesregierung im Jänner 2016 die Bundesministerien, die Agenda 2030 in Strategien und Programme zu integrieren und Aktionspläne und Maßnahmen auszuarbeiten. Es wurde eine interministerielle Arbeitsgruppe eingesetzt, die unter der Leitung des Bundesministerium für Europa, Integration und Äußeres sowie des Bundeskanzleramtes steht. Die Leitung der Arbeitsgruppe hat jedoch nur für das Berichtswesen eine koordinierende Rolle und ist nicht mit der Steuerung oder Lenkung der Umsetzung der Agenda 2030 betraut. Österreich hat auch nicht, wie z. B. Deutschland, die Tschechische Republik oder Schweden, eine Strategie zur Umsetzung der Agenda 2030 erarbeitet.

Damit gibt es in Österreich weder eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie zur Umsetzung der SDGs, noch eine zentrale Verantwortung für deren Umsetzung. In Deutschland, der Schweiz und Schweden wurden bzw. werden diese Strategien unter Einbindung der Zivilgesellschaft und der Wissenschaft in partizipativen Prozessen erarbeitet. Derzeit gibt es in Österreich keine koordinierte Einbindung der Zivilgesellschaft. Während in Deutschland, Schweden und der Schweiz die Wissenschaft in die Umsetzung systematisch einbezogen sind, ist eine derartige Einbindung in Österreich zwar angedacht, wurde aber noch nicht umgesetzt. Das Ökobüro als Zusammenschluß von NGOs stellt eine Informationsplattform

11 https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/tier-classification/

12 http://www.statistik.at/web_de/statistiken/internationales/agenda2030_sustainable_development_goals/un-agenda2030_monitoring/index.html

13 http://sdgindex.org/assets/files/2017/2017-SDG-Index-and-Dashboards-Report--full.pdf

14 Im Rahmen einer Lehrveranstaltung der BOKU entstand eine Serie von Interviews mit österreichischen Akteuren und deren Einschätzung zum Mainstreaming: https://www.youtube.com/watch?v=sXS98CqEgtA&vl=en-GB

zur Verfügung.[15] Am 27. September 2017 schlossen sich über 80 zivilgesellschaftliche Organisationen aus verschiedenen Bereichen zusammen, um sich für die Umsetzung der 2030 Agenda und der darin enthaltenen Ziele für Nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals – SDGs) einzusetzen, zuvor wurde diese Koordinationsrolle von der AG Globale Verantwortung wahrgenommen. Sie betreiben gemeinsam eine zivilgesellschaftliche Plattform für die Umsetzung der SDGs[16] Mehrere Akteure aus der Wissenschaft, etwa die Allianz Nachhaltiger Universitäten, die ein Optionenpapier zur Gestaltung und Umsetzung der SDGs in Österreich erarbeiten wird[17] oder auch die Akademie der Wissenschaften als unabhängige Gelehrtengesellschaft, die bereits Vorleistungen in den Prozess einbringen.

Die geringe Wahrnehmbarkeit der Umsetzung mag teils dem Mainstreaming Ansatz geschuldet sein. Gerade auf kommunaler Ebene und in einzelnen Bundesländern auch auf Länderebene sind in vielen Bereichen Maßnahmen umgesetzt worden, die zur Erreichung der SDGs beitragen, ohne dass sie als solche ausgeschildert wurden. Doch wurde die Agenda 2030 nicht in das Arbeitsprogramm der Regierung für 2017 und 2018 aufgenommen. Im Regierungsprogramm 2017–2022 wird die Agenda 2030 nur zweimal erwähnt, Österreich bekennt sich darin zur gesamtstaatlichen Umsetzung der Agenda 2030[18], ohne konkrete Maßnahmen zu beschreiben.

Der Entwurf der Klima- und Energiestrategie der österreichischen Bundesregierung[19] erwähnt die Agenda 2030 nicht, obwohl eine Reihe von SDGs davon direkt betroffen sind (insbesondere SDG 7 und 13). Angesichts aktueller Forschungsergebnisse wie der oben zitierten Studie von Stechow et al., (2016), empfiehlt sich eine intensive Abstimmung von vorgeschlagenen Maßnahmen (nach deren Konkretisierung) mit der Agenda 2030. Um die SDGs umsetzen zu können, bedarf es zudem einer umfassenden Lückenanalyse. Eine solche Lückenanalyse wurde bislang der Öffentlichkeit nicht vorgestellt, obwohl sich Österreich durch Unterzeichnung der Agenda 2030 zu einem „soliden, freiwilligen, wirksamen, partizipatorischen, transparenten und integrierten Rahmen zur Weiterverfolgung und Überprüfung“ verpflichtet hat. Derzeit ist nicht bekannt, ob und in welcher Form Österreich eine solche Lückenanalyse durchführen wird.

Für die Bemessung der Erfüllung der SDGs sind auf nationaler Ebene die von der UN vorgegebenen Sets von 244 Indikatoren anzupassen bzw. zu entwickeln. Dabei sind für rund ein Viertel der Indikatoren in Österreich keine Daten verfügbar, ein weiteres Fünftel bezieht sich auf Größen, die keine statistischen Daten im eigentlichen Sinn darstellen. Für den Rest der Indikatoren sind Daten verfügbar, bzw. beziehen sich auf Ziele, die bereits erreicht sind[20]. Die Situation in Österreich ist also nicht besser als international, es bedürfte eines koordinierten Vorgehens, um dieses Problem zu bearbeiten.

Die Ergebnisse der Bewertung der Zielerreichung sind international darzustellen, die Agenda 2030 sieht einen umfassenden Berichtsprozess zur Unterstützung ihrer Umsetzung vor. Die Mitgliedsstaaten sind eingeladen, in jährlichen Treffen freiwillig ihre Fortschritte in der Umsetzung zu präsentieren. Ein solcher Bericht soll mindestens zweimal vorgelegt werden, die Mitgliedsstaaten sind aber zu einer regelmäßigen Berichtslegung angehalten. Diese Berichte werden dem „Hochrangigen Politischen Forum für Nachhaltige Entwicklung der UN“ präsentiert, das die Ergebnisse diskutiert und Empfehlungen zur weiteren Umsetzung abgibt. Im Jahr 2016 haben 22 Staaten über ihre Fortschritte berichtet, 2017 waren es 43 Staaten und 2018 werden es 47 Staaten sein, die Berichte legen[21]. Für 2019 sind bereits weitere 16 Staaten angemeldet. Von den EU-Staaten werden

15 http://www.oekobuero.at/sdgs

16 https://www.sdgwatch.at/de/

17 http://nachhaltigeuniversitaeten.at/gesellschaftliche-verantwortung/sdg/

18 https://www.bundeskanzleramt.gv.at/documents/131008/569203/Regierungsprogramm_2017%e2%80%932022.pdf/b2fe3f65-5a04-47b6-913d-2fe512ff4ce6

19 https://mission2030.info/wp-content/uploads/2018/04/mission2030_Klima-und-Energiestrategie.pdf

20 http://www.statistik.at/web_de/statistiken/internationales/agenda2030_sustainable_development_goals/un-agenda2030_monitoring/index.html

21 https://sustainabledevelopment.un.org/vnrs/

nur zwei bis Ende 2019 nicht berichtet haben, nämlich Bulgarien und Österreich, das für 2020 seinen ersten Bericht plant und insgesamt nur zweimal berichten möchte.

Österreich ist somit bedauerlicherweise Schlusslicht im Prozess der Umsetzung der Agenda 2030 in Mitteleuropa, und teilt sich diesen Platz in der EU mit Bulgarien. Die Bertelsmann-Studie stellt Österreich ein insgesamt sehr gutes Zeugnis aus, was so interpretiert werden kann, dass die Erreichung der Ziele der Agenda 2030 mit vertretbarem Aufwand machbar wäre. Umso bedauerlicher ist, dass durch den gewählten Mainstreaming Prozess ohne zentrale Koordination weder Fortschritte sichtbar werden, was ein schöner Ansporn für Akteure wäre, noch eine Einschätzung von Prioritäten möglich wird, was eine zentrale Steuergröße für politische Maßnahmen darstellt.

Literatur

Blanc, D.L. "Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets", *Sustainable Development*, 23(3), 176–187, 2015, https://doi.org/10.1002/sd.1582.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D. et al. "Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction". *Science Advances* 1(5), 2015, https://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1400253.

CIFOR "*Exploring the forest – poverty link*". Bogor: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2003, https://doi.org/10.17528/cifor/001554.

Crutzen, P.J. "The "Anthropocene"", In E. Ehlers und T. Kraft (eds) *Earth System Science in the Anthropocene*. Berlin, Heidelberg: Springer, 13–18, 2006, https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3.

Danielsen, F., Beukema, H., Burgess, N.D. et al. "Biofuel plantations on forested lands: Double jeopardy for biodiversity and climate", *Conservation Biology*, 23(2), 348–358, 2009, https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01096.x.

Engström, R.E., Howells, M. und Destouni, G. "Water impacts and water-climate goal conflicts of local energy choices – notes from a Swedish perspective", *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 376, 25–33, 2018, http://dx.doi.org/10.5194/piahs-376-25-2018.

Fukuda-Parr, S., Yamin, A.E. und Greenstein, J. "The power of numbers: A critical review of Millennium Development Goal targets for human development and human rights", *Journal of Human Development and Capabilities*, 15(2–3), 105–117, 2014, https://doi.org/10.1080/19452829.2013.864622.

Fukuda-Parr, S. "From the Millennium Development Goals to the Sustainable Development Goals: Shifts in purpose, concept, and politics of global goal setting for development", *Gender & Development*, 24(1), 43–52, 2016, https://doi.org/10.1080/13552074.2016.1145895.

Gratzer, G. und Keeton, W.S. "Mountain forests and sustainable development: the potential for achieving the United Nations' 2030 Agenda", *Mountain Research and Development*, 37(3), 246–253, 2017, https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-17-00093.1.

ICSU "*A guide to SDG interactions: from science to implementation*". Paris: International Council for Science (ICSU), 2017, https://doi.org/10.24948/2017.01.

Ivanova, M. "The contested legacy of Rio+20", *Global Environmental Politics*, 13(4), 1–11, 2013, https://doi.org/10.1162/GLEP_e_00194.

Kopnina, H. "The victims of unsustainability: A challenge to sustainable development goals", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23(2), 113–121, 2016, https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1111269.

McCollum, D.L., Echeverri, L.G., Busch, S. et al. "Connecting the sustainable development goals by their energy inter-linkages", *Environmental Research Letters*, 13(3), 033006, 2018, https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaafe3.

Mohr, J. "A toolkit for mapping relationships among the Sustainable Development Goals (SDGs)", Online, 2016. https://blog.kumu.io/a-toolkit-for-mapping-relationships-among-the-sustainable-development-goals-sdgs-a21b76d4dda0, Abfrage am 20.04.2018.

Nilsson, M., Griggs, D. und Visbeck, M. "Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals", *Nature News*, 534(7607), 320–322, 2016, https://doi.org/10.1038/534320a.

Obersteiner, M., Walsh, B., Frank, S. et al. "Assessing the land resource–food price nexus of the Sustainable Development Goals", *Science Advances*, 2(9), e1501499, 2016, https://doi.org/10.1126/sciadv.1501499.

Olinto, P., Beegle, K., Sobrado, C. et al. "The state of the poor: Where are the poor, where is extreme poverty harder to end, and what is the current profile of the world's poor?", In *Economic Premise*, 125. Washington D.C.: The World Bank, 2013, http://documents.worldbank.org/curated/en/311511468326955970/The-state-of-the-poor-where-are-the-poor-where-is-extreme-poverty-harder-to-end-and-what-is-the-current-profile-of-the-worlds-poor.

Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D. et al. "A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions", *Earth's Future*, 5(11), 1169–1179, 2017, https://doi.org/10.1002/2017EF000632.

Sachs, J.D. "From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals", *The Lancet*, 379(9832), 2206–2211, 2012, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0.

Smith, B.D. und Zeder, M.A. "The onset of the Anthropocene", *Anthropocene*, 4, 8–13, 2013, https://doi.org/10.1016/j.ancene.2013.05.001.

Stechow, C. von, Minx, J.C., Riahi, K. et al. "2 °C and SDGs: united they stand, divided they fall?", *Environmental Research Letters*, 11(3), 034022, 2016, https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034022.

Sturmbauer, C., Berg, C. und Strauss, J. "Die biologische-ökologische Perspetive auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich", *KIOES-Opinions* 8: 71–84, 2018. United Nations "*Realizing the future we want for all: Report to the Secretary-General*". New York: United Nations, 2012, www.un.org/millenniumgoals/pdf/Post_2015_UNTTreport.pdf.

United Nations "*Millenium Entwicklungsziele. Bericht 2015*". New York: United Nations, 2015a, http://www.un.org/depts/german/millennium/MDG%20Report%202015%20German.pdf.

United Nations "*Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1*". New York: United Nations, 2015b, http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf.

United Nations "Secretary-General Announces Common Ground Initiative, with Advertising's 'Big Six' Supporting Sustainable Development Goals", *ENV/DEV/1683-PI/2176*, 24 June 2016, https://www.un.org/press/en/2016/envdev1683.doc.htm.

Wals, A.E.J. und Peters M.A. "Flowers of Resistance: Citizen science, ecological democracy and the transgressive education paradigm" (abbreviated version), In: A. König (ed.) *Sustainability Science: Key Issues. Routledge*. In Press. 2018, Abgekürzte Vorab-Version online: http://transgressivelearning.org/2017/11/08/flowers-resistance-citizen-science-ecological-democracy-transgressive-education-paradigm-abbreviated-version-full-chapter-published-xxxxx/

Weitz, N., Carlsen, H., Nilsson, M. et al. "Towards systemic and contextual priority setting for implementing the 2030 Agenda", *Sustainability Science*, 13(2), 531–548, 2018, https://doi.org/10.1007/s11625-017-0470-0.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 27–35.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

Wasser und Gesellschaft

Günter Blöschl

Langfristige Vermächtnisrisiken in Österreich im Bereich Wasser

Im Zusammenhang von Umwelt und Gesellschaft kann Wasser aus drei Perspektiven betrachtet werden:

- Nutzung des Wassers (z. B. für die Trinkwasserversorgung)
- Schutz des Wassers (z. B. vor Verunreinigungen)
- Schutz der Menschen vor dem Wasser (z. B. Hochwasserschutz)

In jedem dieser drei Bereiche werden Entscheidungen getroffen, die möglicherweise langfristige Wirkungen haben, kaum reversibel sind und/oder unvorhergesehene Konsequenzen auslösen. Dabei kann es sich um wichtige Einzelentscheidungen handeln oder um den summarischen Effekt vieler kleiner Entscheidungen, der eine entsprechende Wirkung entfaltet. Derartige Entscheidungen schaffen transformative Vermächtnisse (*sensu* Winiwarter & Schmid, 2008), die künftige Generationen vor sehr schwierige Herausforderungen stellen können. Das bedeutet, dass manche kurzfristig erfolgreiche Maßnahmen die langfristige Vulnerabilität erhöhen, weil Altlasten geschaffen werden, die die Handlungsmöglichkeiten einschränken. Eine strategische Planung gegen den Hintergrund globaler Trends wie demografische Entwicklung, Urbanisierung, Globalisierung, Ressourcenknappheit und Klimawandel (BMUB, 2012) kann derartige Risiken reduzieren (SDG 8.4).

Österreich ist mit anderen Ländern der Welt in vielfacher Weise vernetzt. In Hinblick auf den Bereich Wasser sind vor allem die wirtschaftlichen Verflechtungen bedeutsam. Es ist deshalb nicht nur der Wasserverbrauch bzw. die Wasserbelastung zu bedenken, die in Österreich selbst erfolgt, sondern auch entsprechende Effekte in anderen Ländern, die ursächlich auf Entscheidungen in Österreich zurückzuführen sind (Spillover-Effekte nach Sachs et al., 2017). Ein derartiger Effekt ist der Einkauf landwirtschaftlicher Produkte aus dem Ausland, der gewissermaßen das für die Bewässerung erforderliche Wasser importiert (virtuelles Wasser, Hoekstra & Mekkonen, 2012).

Das Wechselspiel zwischen Wasser, Gesellschaft und Umwelt im Allgemeinen ist durch einen permanenten Wandel geprägt (Cosgrove & Cosgrove, 2012, Montanari et al., 2013). Langfristige Wirkungen im Sektor Wasser können durch die folgenden dynamischen Effekte entstehen (Sivapalan & Blöschl, 2015):

(a) Lange Zeitskalen der hydrologischen Prozesse: Die Trinkwasserversorgung basiert in Österreich auf unterirdischem Wasser, das Aufenthaltszeiten von hunderten Jahren und mehr besitzt. Verunreinigungen, die jetzt erfolgen, können deshalb die Wasserversorgung über einen entsprechend langen Zeitraum gefährden, da eine kürzerfristige Sanierung sehr teuer oder nicht möglich sein kann. Verunreinigungen können durch Düngemittel (Nitrat), Pflanzenschutzmittel oder Mikroverunreinigungen (z. B. Pharmaprodukte) erfolgen. Die möglichen Auswirkungen von Umwandlungsprodukten dieser Substanzen sind nicht immer bekannt. Klimaschwankungen sind ebenfalls langfristig, mit Auswirkungen auf verringerte Wasserverfügbarkeit im Südosten und erhöhtes Hochwasserrisiko im Norden Österreichs.

(b) Lange Zeitskalen der technischen Systeme: Die Infrastruktur der Wasserwirtschaft (Wasserkraft, Hochwasserschutz, Wasserversorgungs- und Entsorgungssysteme) besitzt eine typische Lebensdauer von etwa einem Jahrhundert. Die erforderlichen Investitions-

kosten sind nur über lange Zeiträume aufbringbar. Die Sicherung der Erhaltung der derzeit vorhandenen Infrastruktur ist ein wichtiger Faktor. Zudem stellt sich die Frage des Umfangs der zusätzlichen Infrastruktur, die in Zukunft erhalten werden muss. Schon derzeit ist etwa im Bereich der Abwasserkanalsysteme eine gewisse Vernachlässigung der Investitionen zu orten, die für die Betriebe und Kommunen nicht unbedingt wirtschaftlich nachhaltig ist.

(c) Lange Zeitskalen der gesellschaftlichen Prozesse: Die Werte der Gesellschaft verändern sich nur langsam, auch wenn negative Effekte bestimmter Entscheidungen bereits klar sichtbar sind. Beispielsweise dauerte es Jahrzehnte, bis in Österreich die Auswirkungen von Deponien auf die Grundwasserqualität in der Öffentlichkeit wahrgenommen wurden, und entsprechende gesetzliche Maßnahmen gesetzt wurden. Ähnliche Effekte kann es bei der Gewässerregulierung für den Hochwasserschutz geben. Ein Rückbau (Gewässerrenaturierung) ist erst dann möglich, wenn sich die gesellschaftlichen Werte ändern, und die Kosten sind vielfach sehr hoch, oft viel höher als die der ursprünglichen Regulierungsmaßnahmen.

(d) Kipppunkte: Im Bereich der Gewässerökologie ist die Dynamik des ökologischen Systems teilweise fragil. Ein Beispiel sind invasive, gebietsfremde Arten an Fließgewässern (z. B. Japanknöterich), die die Uferstabilität beeinträchtigen, Uferabbrüche und Auskolkungen erzeugen, und generell zu einer Verarmung der Biodiversität führen können. Arten wie die Kanadische Wasserpest beeinträchtigen das Gewässer selbst. Pflegemaßnahmen auf unbefristete Zeit werden dadurch notwendig.

(e) Lock-in Situationen im Wechselspiel Gesellschaft-Wasser: Durch das Zusammenspiel mehrerer Prozesse kann es zu stabilen, aber unerwünschten Situationen kommen, die kaum oder nur sehr schwer zu ändern sind. Werden zum Schutz von Siedlungen Hochwasserschutzdämme gebaut, so werden die neu geschützten Fläche attraktiver für den Zuzug (der Levee Effekt). Dadurch wird das Hochwasserrisiko nicht wie intendiert verringert, sondern vergrößert. Eine Rückverlegung der Dämme weiter weg vom Gewässer ist dann nur sehr schwer durchsetzbar, insbesondere wenn die betroffenen Bürger bei der Entscheidungsfindung eingebunden sind, wie dies heute gesetzlich vorgesehen ist.

Falls die möglichen langfristigen Entwicklungspfade und ihre Auswirkungen bekannt sind, können diese zur Entscheidungsfindung für aktuelle Maßnahmen herangezogen werden. In vielen Bereichen sind sie aber nicht bekannt. Um zu vermeiden, dass kurzfristig erfolgreiche Maßnahmen die langfristige Vulnerabilität erhöhen, sind deshalb robuste (resilienzbasierte) Ansätze erforderlich (Blöschl et al., 2013). Im Gegensatz zu optimalen Maßnahmen, die nur für ein bestimmtes Zukunftsszenario sehr gut wirken und für andere Szenarien versagen, sind robuste Maßnahmen für eine breite Palette von möglicherweise unerwarteten Szenarien gut wirksam (Abb. 1). Die Maßnahmen

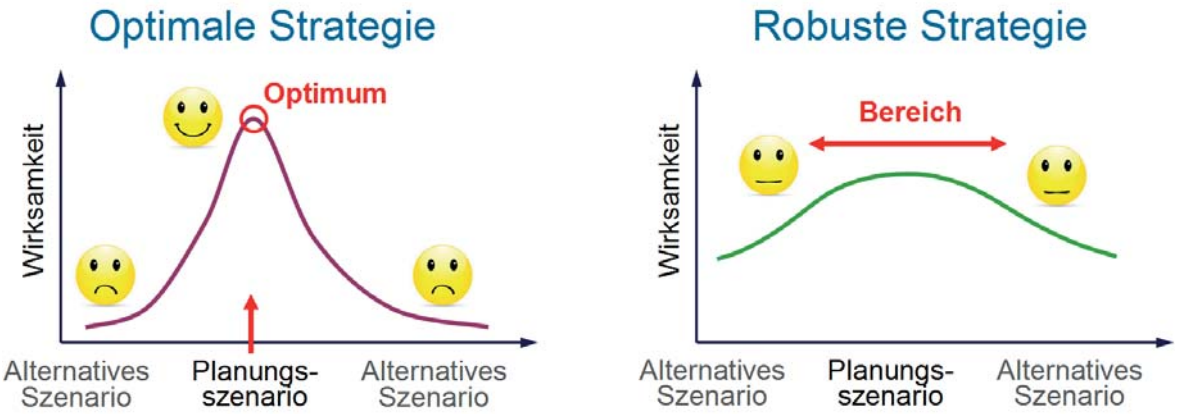


Abbildung 1: Links: Eine optimale Strategie ist sehr wirksam, wenn die zukünftigen Situationen der Planung entsprechen, aber unwirksam, wenn dies nicht der Fall ist. Rechts: Eine robuste Strategie ist wirksam für Situationen der Planung aber auch einigermaßen wirksam für andere Situationen. Wirksamkeit kann z. B. die Reduktion von Hochwasserabflüssen oder Schadstoffkonzentrationen im Wasser bedeuten. Für eine ungewisse Zukunft sind robuste Strategien zu bevorzugen, besonders wenn Vermächtnisrisiken zu erwarten sind. Aus: Blöschl (2017).

können u. a. technischer, rechtlicher oder ökonomischer Natur sein.

Handlungsmöglichkeiten in Sektoren der Wasserwirtschaft

Im Folgenden werden für die wichtigsten Sektoren der Wasserwirtschaft in Österreich mögliche Handlungsoptionen in den nächsten Jahrzehnten zusammengefasst (siehe auch ÖWAV, 2015, Blöschl et al., 2011, 2015). Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Umgang mit Risiken auf unterschiedlichen Zeit und Raumskalen. Die Sektoren werden auf die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen bezogen.

(a) Trinkwasser und Schutz des Grundwassers (SDG 3.d, 6.1, 6.3, 12.4): Grundwasser ist eine empfindliche Ressource in Hinblick auf seine Menge und seine physikalische, chemische und mikrobielle Beschaffenheit. Herausforderung betreffend die Menge ist die Übernutzung des Grundwassers durch Wasserentnahmen (z. B. für die Bewässerung und für Trinkwasser). Herausforderungen betreffend die Beschaffenheit sind hohe Nitratkonzentrationen zufolge Düngung in der Landwirtschaft, Belastung durch Pflanzenschutzmittel, Mikroschadstoffe (z. B. Pharmaprodukte), und Wärmebelastung durch Klimaerwärmung und Nutzung für Heiz- und Kühlzwecke, während bei der Wassernutzung durch Industrie bereits ein hohes Reinigungsniveau besteht. Monitoring und entsprechende rechtliche Vorgaben zum Schutz der Grundwasserressourcen sind erforderlich, um diese für die Einzelwasserversorgung und die Trinkwassergewinnung von Kommunen langfristig zu sichern. Um den Qualitätsanforderungen gerecht zu werden, ist ein integratives Qualitätsmanagement notwendig entlang der gesamten Produktionskette: Schutz des Einzugsgebiets, Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, Wasserverteilung durch Rohrleitungen, Konsumentenverhalten. Die quantitative mikrobiologische Risikoabschätzung (QMRA) ermöglicht eine integrierte Beurteilung gesundheitlicher Risiken zufolge Krankheitserregern (Derx et al., 2016). Der Ausbau überregionaler Netzwerke der Trinkwasserversorgung kann Engpässe bei der Wassermenge in Trockenzeiten bzw. bei qualitativen Beeinträchtigungen abpuffern. Bei der Nutzung des Energiegehaltes des Grundwassers zum Heizen und Kühlen ist ebenfalls ein regionaler Ansatz notwendig, der alle wesentlichen Nutzungen einer Region gemeinsam betrachtet, um die kumulativen Effekte vieler kleiner Einzelentscheidungen integrativ zu betrachten.

(b) Hochwasserrisikomanagement (SDG 1.5, 2.4, 11.5, 13.1): Österreich hatte in den letzten Jahren viele große Hochwasserkatastrophen zu erleiden. Das Donauhochwasser im Juni 2013 richtete erheblichen Schaden an, aber auch kleinräumige Hochwässer wie im Juni 2016 in Simbach am Inn. Zum einen kann das Hochwasserrisiko steigen durch eine zunehmende Gefährdung (größere Wahrscheinlichkeit eines hohen Wasserstandes). Das kann ausgelöst werden durch drei Faktoren: Landnutzungsänderungen wie Versiegelung oder intensivierte Landwirtschaft, Klimawandel wie eine Verstärkung von Starkniederschlägen, oder durch Verlust von Rückhalteflächen im Vorland von Flüssen durch den Ausbau von Hochwasserschutzdämmen. Zum anderen kann das Hochwasserrisiko steigen durch die Erhöhung des Schadenspotentials im Überflutungsgebiet, etwa durch zunehmende Besiedelung und Industrie. Der Umgang mit Hochwässern erfuhr in den letzten Jahren eine Weiterentwicklung von einer Konzentration auf einzelne Schutzbauwerke zu einer integralen Betrachtung des gesamten Flussgebietes und sich ergänzende Maßnahmen im Rahmen des integrierten Hochwasserrisikomanagements. Zu dessen Instrumenten bzw. Aspekten zählen: Gefahrenzonenplanung, überregionales Zusammenwirken von Hochwässern, Restrisiko (Hochwasservorsorge); Flächenrückhalt, lineare Schutzmaßnahmen, Hochwasserretention (Hochwasserschutz); Bürgerbeteiligung, Öffentlichkeitsarbeit und Bildung (Bewusstseinsbildung); Hochwasserwarnung, Katastrophenschutzpläne (Vorbereitung); Beurteilung von Hochwasserschäden, Ereignisdokumentation (Nachsorge). Da die langfristigen Zukunftspfade der hydrologisch-gesellschaftlichen Entwicklung nicht im Detail bekannt sind, ist es wichtig, robuste Methoden anzuwenden. Hochwasserrückhalt ist beispielsweise ein robuster Ansatz, während mobiler Hochwasserschutz weniger robust ist. Damit können auch unerwartete Situationen gut abgedeckt werden, die oft im Zusammenwirken mehrerer unwahrscheinlicher Faktoren bestehen, wie etwa fehlende Vorabsenkung eines Stausees zusammentreffend mit einem ungewöhnlich großen Hochwasser (Merz et al., 2015).

(c) Gewässerökologie (SDG 6.6, 15.1, 15.8, 15.9): Die chemische Qualität der Fließgewässer Osterreichs hat sich in den letzten Jahrzehnten zufolge zahlreicher Maßnahmen (z. B. Abwasserreinigung, Verminderung des flächigen Nährstoffeintrages) wesentlich verbessert. Dennoch verfehlen manche Gewässer die durch die Wasserrahmenrichtlinie vorgegebenen Ziele in Hinblick auf die Durchgängigkeit (Unterbrechungen des Fließgewässers durch Querbauwerke), und die Abflussdynamik und Abflussmenge bei Niederwasserzeiten. Besonderer Nachholbedarf besteht bei der Struktur (gegliederte, beschattete Flussstrecken statt Begradigungen) kleiner Gewässer (BMLFUW, 2015). Eine Verbesserung der Struktur von Gewässern kann durch Renaturierungsmaßnahmen erzielt werden. Diese werden durch zusätzliche Maßnahmen ergänzt, wie etwa Gewässerrandstreifen, d. h. Gehölzbewuchs am Ufer der Fließgewässer, um die Beschattung zu erhöhen und dadurch die Wassertemperaturen zu senken. Dies hat einen positiven Einfluss auf die Wassergüte in den Sommermonaten. Ein integrierter Ansatz, der alle betroffenen Sektoren (z. B. Hochwasserrisikomanagement, Wasserkraft) einschließt, ist anzustreben. Während bisher oft der Schwerpunkt des Interesses auf Einzelmaßnahmen lag, ist die kumulative Wirkung von vielen Maßnahmen entlang einer Flussstrecke zu berücksichtigen, etwa für den Fall der Schwall- und Sunkproblematik, die durch Wasserkraftwerke ausgelöst wird.

(d) Wasserversorgung, Abwasserentsorgung (SDG 6.1, 6.3, 6.4): Da die Wasserversorgung in Österreich fast ausschließlich aus unterirdischem Wasser erfolgt, ist eine sichere Grundwasserressource die Grundvoraussetzung für eine gesicherte Wasserversorgung. Darüber hinaus ist Infrastruktur für die Wassergewinnung durch Brunnen oder Quellfassungen, Wasseraufbereitung und Trinkwasserversorgungsnetze erforderlich. Die Abwasserreinigung wurde in den letzten zwei Jahrzehnten auf Stickstoff- und Phosphorelimination umgestellt, wodurch eine wesentliche Reduktion der Gewässerbelastung erzielt werden konnte. Die zukünftigen Herausforderungen betreffen erweiterte Reinigungsverfahren (z. B. durch Aktivkohle) für bestimmte Stoffe, die in kleinen Mengen aufscheinen, wie Krankheitserreger, organische Spurenstoffe, Antibiotika, Hormone und Röntgenkontrastmittel. Umwandlungsprodukte einiger dieser Substanzen haben teilweise noch ungünstigere Eigenschaften als die Ausgangsprodukte. Auch hier ist ein integrativer Ansatz gefragt, der auf die summarische Wirkung vieler Einzelsubstanzen, z. B. auf Basis von Leitparametern oder Leitparametergruppen abgestellt ist. Wegen der langen Lebensdauer der für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erforderlichen Infrastrukturen sind umfassende Konzepte zur Erhaltung und Verbesserung der Anlagen erforderlich, wie Life-Cycle-Betrachtungen, Rehabilitationskonzepte und Benchmarking, sowie entsprechende Fördermodelle und Finanzierungsmodelle, die auf die zukünftige rechtliche und wirtschaftliche Situation im privaten und öffentlichen Bereich (besonders die Kommunen) abgestimmt ist.

(e) Wasser und Landwirtschaft (SDG 2.4): Wasser wird für die Bewässerung in der Landwirtschaft eingesetzt, allerdings betrifft das in Österreich nur 2 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diese liegen vor allem im Osten Österreichs in den Regionen geringer Niederschläge. In den letzten vier Jahrzehnten ist in Österreich die Verdunstung um etwa 15 % gestiegen (Blöschl et al., 2017). Da dieser Anstieg im Wesentlichen durch einen entsprechenden Anstieg im Niederschlag ausgeglichen war, kam es nur vereinzelt zu Engpässen wie in den Jahren 2003 und 2015. Es ist zu erwarten, dass die Verdunstung weiter zunimmt oder zumindest auf einem hohen Niveau bleibt. Falls der Niederschlag nicht entsprechend zunimmt, ist mit einem zusätzlichen Bewässerungsbedarf zu rechnen. Ein größerer Einfluss könnte allerdings indirekt sein, wenn wegen wärmerer Lufttemperaturen auf andere Kulturpflanzen umgestellt wird, die einen höheren Wasserbedarf besitzen. Lösungsinstrumente sind beispielsweise Förderungen die regulierend auf die Auswahl der Kulturpflanzen einwirken. Nach Sachs et al. (2017) ist die nach Österreich importierte Grundwasserübernutzung durch virtuellen Wasserimport mit 7,5 m^3/Person/Jahr hoch. Ein robuster Ansatz zur Reduktion des virtuellen Wasserverbrauchs besteht in einer Umstellung von Ernährungsgewohnheiten (mehr Gemüse, weniger Fleisch; Zessner, 2011). Die zweite Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und Wasser sind Grundwasserverunreinigungen durch Düngemittel und Pflanzenschutzmittel. Entsprechende Förder- und Regulierungsinstrumente sind notwendig, um die Grundwasserqualität sicher zu stellen, und gleichzeitig attraktive Randbedingungen für die Landwirtschaft zu schaffen. Ein weiterer Regelkreislauf, der hier zu berücksichtigen ist, ist die Erhaltung der Bodenfunktionen. Beim Durchfluss durch ein Bodenprofil werden kationische Schadstoffe an

der inneren Oberfläche des Bodens absorbiert. Die Erhaltung von Bodenfunktionen durch angepasste landwirtschaftliche Methoden, etwa zur Minimierung der Erosion, wirken sich wiederum positiv auf die Qualität der Gewässer aus.

(f) Wasserkraft (SDG 7.2): Die Wasserkraft wurde im Österreich im Wesentlichen im 20. Jahrhundert ausgebaut, mit einem starken Schub am Beginn der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. Mit dem steigenden gesellschaftlichen Bewusstsein, dass Wasserkraft eine erneuerbare Ressource ist, hat sie gegen den Hintergrund des Klimawandels vor kurzem einen neuerlichen Impuls erhalten. Dabei geht es nicht nur um die Erzeugung einer Basislast des Stromes sondern auch um ihre Rolle als Speichermedium (Pumpspeicherkraftwerke) zum zeitlichen Ausgleich der unregelmäßig erzeugten Wind- und Solarenergie und zur Abdeckung kurzfristiger Bedarfsspitzen. Ein weiterer Ausbau des vorhandenen Wasserkraftpotenzials ist im Vergleich zu thermischen Kraftwerken eine langfristig nachhaltige Option. Auch für die nächsten Jahrzehnte ist trotz Klimawandel ein ähnliches Wasserkraftpotenzial in Österreich zur erwarten. Durch eine Flexibilisierung des Marktes und den Ausbau des Hochspannungsverbundnetzes in Europa könnte sich eine Dynamik auf dem Energiemarkt ergeben, wodurch sich die Geschäftsmodelle ändern könnten, einschließlich der Bereitschaft zu langfristigen Investitionen in die Infrastruktur. Wie auch die meisten anderen Sektoren der Wasserwirtschaft ist die Wasserkraft stark von den Wertvorstellungen der Gesellschaft (z. B. Wirtschaftswachstum vs Umweltschutz) abhängig.

Vernetzung und Konflikte zwischen Zielen

Die zuvor angeführten Handlungsoptionen sind in vielfacher Weise vernetzt. In manchen Fällen lassen sich Synergien realisieren. In anderen Fällen treten allerdings Zielkonflikte auf. Diese werden durch politische Prozesse einer Lösung zugeführt. Ein langfristiger Dialog der verschiedenen Gruppen ist essentiell für das Erreichen tragfähiger Lösungen, denn Ursache-Wirkungsbeziehungen im Bereich Wasser sind oft langfristig. Da eine langfristige Sichtweise stark mit der kulturellen Dynamik zusammenhängt, ist ein hohes Bildungsniveau (SDG 4.1) im Bereich von Umwelt und Gesellschaft jedenfalls ein Katalysator im Dialog. Zudem können Bürgerbeteiligungsverfahren mithelfen, Kompromisse zu erreichen (SDG 6.b). Solche Verfahren verzögern zwar oft die Umsetzung und tragen weniger zur technischen Optimierung der Varianten bei, doch erhöhen sie die langfristige politische Stabilität der Entscheidungen (Carr et al., 2012). Insgesamt sind bei der Abwägung und dem Ausgleich von Zielkonflikten integrierte Prozesse der Entscheidungsfindung sinnvoll, da sie langfristig tragfähige Lösungen erwarten lassen (Abb. 2).

Drei Kombinationen von Sektoren mit potentiellen Zielkonflikten aber auch Synergien werden im Folgenden diskutiert.

Abbildung 2: Interessensgruppen, die an der Wasserwirtschaftlichen Planung und dem Management in einem Flussgebiet beteiligt sind und jeweils unterschiedliche Ziele und Informationsbedürfnisse haben. Ein regional und intersektoral integrierender Ansatz erleichtert das Treffen langfristig tragfähiger Entscheidungen. Aus: Loucks & van Beek (2017).

(a) Landwirtschaft – Trinkwasserversorgung (SDG 2.4, 6.1, 6.5): Ein wichtiges Feld mit Zielkonflikten ist das Wechselspiel von Landwirtschaft und Trinkwasserversorgung. In Österreich steht dabei derzeit die Frage der Grundwasserqualität im Vordergrund. Der Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutz-

mitteln zur Optimierung des Ertrags führt zu Auswaschungen in das Grundwasser und damit zu Schadstoffkonzentrationen (z. B. Nitrat), die leicht die für Trinkwasser zulässigen Grenzwerte überschreiten. Zwar können durch geeignete landwirtschaftliche Methoden (z. B. Mulch, Zwischensaat) die Einträge in das Grundwasser gesenkt werden, doch ist das Konfliktpotential grundsätzlich hoch. Für den Ausgleich der Interessen sind in politischen Prozessen Lösungen zu finden. Es handelt sich dabei um langfristige Auswirkungen aktueller Entscheidungen, da sich eine Reduktion des Stoffeintrages aus der Landwirtschaft in der Regel nur langfristig in einer Verbesserung der Grundwasserqualität auswirkt. Deshalb legt dieses Vermächtnisrisiko die Priorisierung der Trinkwasserversorgung nahe. Das Einrichten von Schongebieten bzw. Schutzgebieten für die Trinkwasserversorgung ist allerdings wegen des steigenden Flächendrucks politisch zunehmend schwieriger umzusetzen. Im Vergleich zur Grundwasserqualität ist die Frage der Grundwassermenge österreichweit gesehen derzeit weniger im Fokus, da die beiden letzten Jahrzehnte niederschlagsreich waren. Allerdings könnte die Bedeutung der landwirtschaftlichen Bewässerung in den nächsten Jahrzehnten zunehmen, wenn vermehrt Kulturpflanzen mit einem hohen Wasserbedarf eingesetzt werden. Auch dafür sind entsprechende Entscheidungsprozesse notwendig.

(b) Wasserkraft – Gewässerökologie (SDG 6.5, 6.6, 7.2): Ein zweites Spannungsfeld ist Wasserkraft und Gewässerökologie. Die Errichtung von Wasserkraftwerken kann Fließgewässer durch Veränderung der Abflussdynamik beeinflussen, wie etwa eine Verminderung der Dynamik durch Speicherwirkung oder eine starke Erhöhung der Dynamik durch Regelungsvorgänge (Schwall und Sunk). Beides ist für die Gewässerökologie ungünstig. Bei Laufkraftwerken kann die Durchgängigkeit für aquatische Fauna im Gewässersystem gestört werden, sofern keine Fischaufstiegshilfen eingerichtet werden. Hochdruckanlagen sehen meist Überleitungen aus Nachbartälern vor, um den Zufluss zu vergrößern, wodurch Restwasserstrecken mit vermindertem Abfluss entstehen. Der Aspekt des öffentlichen Interesses erhöht die Chance, Wasserkraftwerke auch unter komplexen Randbedingungen umzusetzen, insbesondere wenn auch ein Beitrag zum Hochwasserschutz geleistet werden kann. Auch unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit ist es möglich, weitergehende ökologische Vorgaben zu erfüllen. Integrative Planungsinstrumente können den Prozess beschleunigen. Allerdings sind nicht alle potentiellen Standorte von Wasserkraftwerken ökologisch bzw. naturschutzrechtlich gleich zu bewerten. Deshalb bietet sich eine Priorisierung von Standorten an, bei denen der Zielkonflikt zwischen Wasserkraft – Gewässerökologie geringer ist.

(c) Hochwasserrisikomanagement – Flächennutzung (SDG 1.5, 6.b, 11.b): Instrumente des Hochwasserrisikomanagements wie Rückhalteflächen und Rückhaltebecken haben einen großen Flächenbedarf. Wegen des Siedlungsdrucks wird deshalb das politische Durchsetzen von Rückhaltemaßnahmen zunehmend schwieriger. Die Hauptproblematik ist dabei, dass die lokalen Anrainer Einschränkungen in Kauf nehmen müssen, während eine andere Personengruppe unterhalb in Flussrichtung gesehen von der Maßnahme profitiert. Eine weitere Wirkungskette besteht bei der Erteilung von Baugenehmigungen in potentiell gefährdeten Gebieten. Baugenehmigungen werden auf Gemeindeebene erteilt, wodurch sich Abhängigkeiten ergeben können. Zudem ist zu erwarten, dass Sturzfluten (pluviale Hochwässer) verstärkt auftreten, wodurch eine Hochwassergefahr auch abseits von Flüssen gegeben sein kann. Für den Ausgleich bzw. die Abwägung der Zielkonflikte ist ein integrierter Ansatz erforderlich, der sowohl räumlich innerhalb eines Flussgebietes, als auch zwischen den Sektoren die verschiedenen Interessenslagen berücksichtigt. Dabei können Synergien mit anderen Zielen genutzt werden. Beispielsweise können Synergien zwischen Hochwasserrückhalt und Renaturierungsmaßnamen zur Verbesserung der Struktur der Gewässer im Vorland bzw. Auenbereich beitragen und zur Erhöhung der Biodiversität führen. Beim Abwägungsprozess ist zu beachten, dass Vegetation in der Regel den Schutzgrad von Hochwässern nicht erhöht, da die Wirksamkeit von Rückhaltemaßnahmen im Wesentlichen vom zurückgehaltenen Wasservolumen abhängt, jedoch kaum von der Beschaffenheit der Oberfläche. Robuste Ansätze sind auch bei der Nutzung von Synergien sinnvoll. Eine Kombination verschiedener Instrumente kann insgesamt die robuste Systemleistung stark erhöhen.

Für den Umgang mit dem Wasser in Österreich sind auch die Ziele für nachhaltige Entwicklung im globalen Kontext zu bedenken. Nach Kroll (2015) ist Österreich führend im Bereich des Abwassermanagements. Nach Sachs et al. (2017) werden in Österreich

die wichtigsten Ziele betreffend Wasser (SDG 6) sehr gut erreicht, wenn auch der virtuelle Wasserimport (Spillover-Effekt) als hoch eingeschätzt wird. Das Konzept des virtuellen Wassers berücksichtigt allerdings nicht, ob die Güter aus wasserarmen oder wasserreichen Ländern importiert werden. So können in Hinblick auf den virtuellen Wasserimport etwa Industrieprodukte aus dem wasserarmen Norden Chinas problematisch sein, Fleisch aus den wasserreichen Regionen Argentiniens hingegen nicht.

Um langfristige Vermächtnisrisiken in Österreich im Bereich Wasser gering zu halten, sind zwei sich ergänzende Strategien sinnvoll:

- Integrierte Prozesse der Entscheidungsfindung, die sowohl regional als auch zwischen den die Wasserwirtschaft betreffenden Sektoren Zielkonflikte ausgleichen und abwägen, um langfristig tragfähige Lösungen zu erhalten.
- Robuste (resilienzbasierte) technische, rechtliche und ökonomische Maßnahmen, die auch bei unbekannten langfristigen Entwicklungspfaden gut wirksam sind.

Die im Bereich Wasser angesprochenen Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

1.5 Bis 2030 die Widerstandsfähigkeit der Armen und der Menschen in prekären Situationen erhöhen und ihre Exposition und Anfälligkeit gegenüber klimabedingten Extremereignissen und anderen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Schocks und Katastrophen verringern.

2.4 Bis 2030 die Nachhaltigkeit der Systeme der Nahrungsmittelproduktion sicherstellen und resiliente landwirtschaftliche Methoden anwenden, die die Produktivität und den Ertrag steigern, zur Erhaltung der Ökosysteme beitragen, die Anpassungsfähigkeit an Klimaänderungen, extreme Wetterereignisse, Dürren, Überschwemmungen und andere Katastrophen erhöhen und die Flächen- und Bodenqualität schrittweise verbessern.

3.d Die Kapazitäten aller Länder, insbesondere der Entwicklungsländer, in den Bereichen Frühwarnung, Risikominderung und Management nationaler und globaler Gesundheitsrisiken stärken.

4.1 Bis 2030 sicherstellen, dass alle Mädchen und Jungen gleichberechtigt eine kostenlose und hochwertige Grund- und Sekundarschulbildung abschließen, die zu brauchbaren und effektiven Lernergebnissen führt.

6.1 Bis 2030 den allgemeinen und gerechten Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser für alle erreichen.

6.3 Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern.

6.4 Bis 2030 die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich steigern und eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser gewährleisten, um der Wasserknappheit zu begegnen und die Zahl der unter Wasserknappheit leidenden Menschen erheblich zu verringern.

6.5 Bis 2030 auf allen Ebenen eine integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen umsetzen, gegebenenfalls auch mittels grenzüberschreitender Zusammenarbeit.

6.6 Bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen und wiederherstellen, darunter Berge, Wälder, Feuchtgebiete, Flüsse, Grundwasserleiter und Seen.

6.b Die Mitwirkung lokaler Gemeinwesen an der Verbesserung der Wasserbewirtschaftung und der Sanitärversorgung unterstützen und verstärken.

7.2 Bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energie am globalen Energiemix deutlich erhöhen.

8.4 Bis 2030 die weltweite Ressourceneffizienz in Konsum und Produktion Schritt für Schritt verbessern und die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung anstreben, im Einklang mit dem Zehnjahres-Programmrahmen für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster, wobei die entwickelten Länder die Führung übernehmen.

11.5 Bis 2030 die Zahl der durch Katastrophen, einschließlich Wasserkatastrophen, bedingten Todesfälle und der davon betroffenen Menschen deutlich reduzieren und die dadurch verursachten unmittelbaren wirtschaftlichen Verluste im Verhältnis zum globalen Bruttoinlandsprodukt wesentlich verringern, mit Schwerpunkt auf dem Schutz der Armen und von Menschen in prekären Situationen.

11.b Bis 2020 die Zahl der Städte und Siedlungen, die integrierte Politiken und Pläne zur Förderung der Inklusion, der Ressourceneffizienz, der Abschwächung des Klimawandels, der Klimaanpassung und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen beschließen und umsetzen, wesentlich erhöhen und gemäß dem Sendai-Rahmen für Katastrophenvorsorge 2015–2030 ein ganzheitliches Katastrophenrisikomanagement auf allen Ebenen entwickeln und umsetzen.

13.1 Die Widerstandskraft und die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Gefahren und Naturkatastrophen in allen Ländern stärken.

12.4 Bis 2020 einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus in Übereinstimmung mit den vereinbarten internationalen Rahmenregelungen erreichen und ihre Freisetzung in Luft, Wasser und Boden erheblich verringern, um ihre nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken.

15.1 Bis 2020 im Einklang mit den Verpflichtungen aus internationalen Übereinkünften die Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung der Land- und Binnensüßwasser-Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen, insbesondere der Wälder, der Feuchtgebiete, der Berge und der Trockengebiete, gewährleisten.

15.8 Bis 2020 Maßnahmen einführen, um das Einbringen invasiver gebietsfremder Arten zu verhindern, ihre Auswirkungen auf die Land- und Wasserökosysteme deutlich zu reduzieren und die prioritären Arten zu kontrollieren oder zu beseitigen.

15.9 Bis 2020 Ökosystem- und Biodiversitätswerte in die nationalen und lokalen Planungen, Entwicklungsprozesse, Armutsbekämpfungsstrategien und Gesamtrechnungssysteme einbeziehen.

16.7 Dafür sorgen, dass die Entscheidungsfindung auf allen Ebenen bedarfsorientiert, inklusiv, partizipatorisch und repräsentativ ist.

Literatur

Blöschl, G. "Engineering strategies of enhancing the resilience of cities of art to floods", In *Proceedings International Conference Resilience of Art Cities to Natural Catastrophes: The Role of Academies. Rome, October 2016*. Rome: Accademia Nazionale dei Lincei, 2018, im Druck.

Blöschl, G., Horváth, Z., Kiss, A. et al. "Neue Methoden für das Hochwasserrisikomanagement", *Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift* (ÖIAZ), 160, 1–12, 2015, https://www.vrvis.at/publications/pb-vrvis-2015-041

Blöschl, G., Parajka, J., Blaschke, A.P. et al. "*Klimawandel in der Wasserwirtschaft – Schwerpunkt Hochwasser, Dürre und Trockenheit. Endbericht an das BMLFUW*". Wien: Technische Universität Wien, ZAMG, 2017.

Blöschl, G., Schöner, W., Kroiß, H. et al. "Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft – Ziele und Schlussfolgerungen der Studie für Bund und Länder", *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 63(1–2), 1–10, 2011, https://doi.org/10.1007/s00506-010-0274-2.

Blöschl, G., Viglione, A. und Montanari, A. "Emerging approaches to hydrological risk management in a changing world", In A. Roger und S. Pielke (eds) *Climate Vulnerability: Understanding and Addressing Threats to Essential Resources*. London, Oxford, Boston, New York, San Diego: Academic Press, 3–10, 2013.

BMLFUW "*2. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan, Entwurf*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015.

BMU "*GreenTech made in Germany 3.0 Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland*". Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2012.

Carr, G., Blöschl, G. und Loucks, D.P. "Evaluating participation in water resource management: A review", *Water Resources Research*, 48(11), W11401, 2012, https://doi.org/10.1029/2011WR011662.

Cosgrove, C.E. und Cosgrove, W.J. "*The Dynamics of Global Water Futures: Driving Forces 2011–2050*". Paris: UNESCO, 2012.

Derx, J., Schijven, J., Sommer, R. et al. "QMRA-catch: human-associated fecal pollution and infection risk modeling for a river/floodplain environment", *Journal of Environmental Quality*, 45(4), 1205–1214, 2016, https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0560.

Hoekstra, A.Y. und Mekonnen, M.M. "The water footprint of humanity", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 3232–3237, 2012, https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109.

Kroll, C. "*Sustainable Development Goals: Are the rich countries ready*?". Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, 2015.

Loucks, D.P. und van Beek, E. "*Water Resource Systems Planning and Management*". Cham: Springer International Publishing, 2017, https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1.

Merz, B., Vorogushyn, S. Lall, U. et al. "Charting unknown waters—On the role of surprise in flood risk assessment and management", *Water Resources Research*, 51(8), 6399–6416, 2015, https://doi.org/10.1002/2015WR017464.

Montanari, A., Young, G., Savanije, H.H.G. et al. ""Panta Rhei—Everything Flows": Change in hydrology and society—The IAHS Scientific Decade 2013–2022", *Hydrological Sciences Journal*, 58(6), 1256–1275, 2013, https://doi.org/10.1080/02626667.2013.809088.

ÖWAV ""*Zukunft denken*" – *Wasserwirtschaft 2035*". Wien: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), *Schriftenreihe*, 170, 2015.

Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C. et al. "*SDG Index and Dashboards Report 2017*". New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 2017.

Sivapalan, M. und Blöschl, G. "Time scale interactions and the coevolution of humans and water", *Water Resources Research*, 51(9), 6988–7022, 2015, https://doi.org/10.1002/2015WR017896.

Winiwarter, V. und Schmid, M. "Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers "Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren", In T. Knopf (ed) *Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart*. Tübingen: Attempto Verlag, 158–173, 2008.

Zessner, M. "Gesunde Ernährung und Nachhaltigkeit", Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 63(5–6), A21–A22, 2011, https://doi.org/10.1007/s00506-011-0315-5.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 37–51.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

Böden und Nachhaltigkeitsziele

Robert Jandl, Andreas Baumgarten und Sophie zechmeister-boltenstern

Einleitung

Die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele und 169 Sub-Targets decken eine breite Palette von spezifischen Anforderungen für eine nachhaltige Entwicklung ab; bei den meisten spielen Böden eine wichtige Rolle, da sie sich an der Schnittstelle zwischen der Atmosphäre und der Geosphäre, der Hydrosphäre und der Biosphäre befinden. Die Verbindung von Böden, Pflanzen, Tieren und der menschlichen Gesundheit ist eine Grundvoraussetzung bei der Verwirklichung einer globalen nachhaltigen Entwicklung (Blum, 2016).

Die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele 2 (kein Hunger), 3 (Gesundheit), 6 (Wasserqualität), 7 (Energie), 13 (Klimaschutz) und 15 (Leben am Land) zeigen einen direkten Bezug zu Böden und haben intakte Böden als Basis.

Die global definierten Ziele können nur auf lokaler Ebene erreicht werden, wenn man bedenkt, dass es unterschiedliche soziale, wirtschaftliche, kulturelle und physio-geographischen Bedingungen für deren Realisierung gibt (Blum, 2016). Die Bodenkunde hat eine lange Tradition in der Erkennung und Ausweisung lokaler und regionaler physio-geographischer Voraussetzungen und ihrer bestmöglichen Verwendung unter verschiedenen kulturellen, sozialen und wirtschaftlichen Aspekten. In diesem Kontext sind die Funktionen von Land und Boden, die Bereitstellung von Waren und Dienstleistungen für Menschen und ihre Umwelt, von besonderer Wichtigkeit (Baveye et al. 2016). Besonders in einem Land wie Österreich mit vielfältiger Morphologie und kleinräumigen Nutzungseinheiten ist die Analyse der aktuellen Gegebenheiten Voraussetzung für die Planung von Nachhaltigkeitsstrategien.

Die Gesamtfläche von Österreich beträgt 8 387 900 ha. Die dominierende Bodennutzung ist Waldwirtschaft. Dahinter folgen Grünland und Ackerland[1]. Weniger als 1 % der Fläche sind verbaut. Diese Fläche ist großteils versiegelt.

1 Die Flächenangaben für Land- und Forstwirtschaft der Wirtschaftskammer weichen von den Angaben der Statistik Austria (http://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml) und des Grünen Berichtes und der Österreichischen Waldinventur ab, weil die unterschiedlichen Stellen die Erhebungen der Österreichischen Waldinventur, des Katasters oder der Agrarstrukturerhebung verwenden. Die Forstsektion des BMNT weist im Waldbericht mit Erhebungsstand 2013 eine Fläche von 3.630.249 laut Kataster und eine Fläche von 3.991.000 ha laut Waldinventur ha als Wald aus (https://www.bmnt.gv.at/forst/wald-dialog/dokumente/waldbericht2015.html; aufgerufen am 24. 1. 2018).

Tabelle 1: Flächennutzung in Österreich. Quelle: http://wko.at/statistik/bundesland/FlächeBen.pdf (aufgerufen, 9 Juli 2017).

	Fläche (ha)	Baufläche (ha)	Landwirtschaft (ha)	Garten (ha)	Weinbau (ha)	Alm (ha)	Wald (ha)	Gewässer+ Sonstiges (ha)
Burgenland	396200	3566	192553	12678	13471	0	121633	52298
Kärnten	953800	3815	185991	15261	0	117317	512191	119225
Niederösterreich	1918600	19186	934358	47965	30698	3837	759766	122790
Oberösterreich	1198000	13178	558268	32346	0	3594	470814	119800
Salzburg	715600	3578	113780	8587	0	181047	284809	123799
Steiermark	1640100	11481	387064	37722	4920	101686	943058	154169
Tirol	1264000	5056	113760	11376	0	328640	468944	336224
Vorarlberg	260100	2081	43177	6242	0	63985	91035	53581
Wien	41500	4939	5686	8425	706	0	7844	13903
Österreich	8387900	67103	2533146	184534	50327	796851	3665512	1090427
% von Österreich		0.8	30.2	2.2	0.6	9.5	43.7	13

Information über die Böden Österreichs

Landwirtschaftliche Böden werden im Rahmen der Landwirtschaftlichen Bodenkartierung erfasst[2]. Die Beprobung der Böden erfolgte über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten. Waldböden wurden im Rahmen der Österreichischen Waldbodenzustandsinventur untersucht, die auf einer systematischen Beprobung in den Jahren 1988 bis 1991 beruht und 1992 vorgelegt wurde[3]. Außerdem gibt es Bodenzustandsinventuren mehrerer Länder, die in der Boden-Datenbank des Umweltbundesamtes (BORIS) zentral abrufbar sind[4]. Die Zustandsinventuren können bei Bedarf wiederholt werden und in ein Monitoringsystem überführt werden.

Bisher wurde *eine* systematische Wiederholungsaufnahme von Waldböden gemacht, um die Bodenveränderung unter Wald infolge der stattgefundenen Standortsveränderungen (Klimawandel, Waldbewirtschaftung, Stickstoffeinträge) quantifizieren zu können (Mutsch & Leitgeb 2009, Mutsch et al. 2013). Die Wiederholungserhebung wurde auf 136 von ursprünglich mehr als 500 Standorten durchgeführt. Durch die Änderung der Landnutzung ergibt sich aus der Datenlage der Jahrzehnte zurückliegenden Waldbodenzustandsinventur und der landwirtschaftlichen Bodenerhebung die Möglichkeit einer generellen Bodenbeurteilung, aber kein genaues Bild des aktuellen Bodenzustands. Monitoringprojekte werden im Kontext von Land- und Forstwirtschaft vorgeschlagen, um den Nachweis der nachhaltigen Nutzung auch quantitativ belegen und bei Bedarf unterstützende Maßnahmen setzen zu können. Die Vorschläge werden von den politischen Akteuren als sinnvoll erachtet und sind in der Österreichischen Klimaanpassungsstrategie (BMLFUW 2012a, b)[5], als Handlungsfeld 3.2.4.2, verankert, wurden aber bisher nicht umgesetzt. In der Waldstrategie (BMLFUW 2016a) ist die Intensivierung des Waldbodenmonitorings als „Strategisches Ziel" im Kontext des Immissionsschutzes und der Speicherung von Treibhausgasen festgeschrieben.

2 https://bfw.ac.at/rz/bfwcms2.web?dok=7066)

3 https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=4221, FBVA 1992

4 http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/boden/boris/

5 https://www.bmnt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/strategie-kontext.html, aufgerufen am 24. 1. 2018

Monitorings von landwirtschaftlich genutzten Böden werden in einigen Bundesländern durchgeführt. In der Steiermark werden über 3000 Standorte rollierend in einem Zeitraum von 10 Jahren untersucht, in Burgenland und Niederösterreich wurde eine Wiederholungsbeprobung ausgewählter Standorte der Bodenzustandsinventur durchgeführt.

Erwartungen der Gesellschaft und sektorale Betrachtung

Der Boden ist ein multifunktionales Medium. Die gleichzeitige Erfüllung der Nutz-, Schutz- und Produktionsfunktion ist nicht möglich und es kommt zu Zielkonflikten. Im elften Umweltkontrollbericht (Umweltbundesamt 2016) sind die rechtliche Verankerung des Bodenschutzes, die nachhaltige Bodennutzung und deren Verankerung in nationalen und europäischen Rechtsmaterien als zentrale Forderungen beschrieben. Das Thema Bodennutzung wird an drei Elementen festgemacht:

- Bodenversiegelung
- Erosion von Böden
- Aufbau der organischen Substanz.

Ein Masterplan zur Hintanhaltung der Bodenversiegelung ist explizit im österreichischen Regierungsprogramm[6] der Jahre 2017 bis 2022 als Umweltthema verankert.

Auf **landwirtschaftlichen Standorten** sind die Kohlenstoffspeicherung im Boden sowie der Aufbau des Pools an organischer Substanz prioritär. Vor der weiten Verfügbarkeit von Mineraldüngern war die organische Substanz des Bodens der Garant für die Nährstoffbereitstellung. Durch die Nährstoffzufuhr durch Mineraldünger, die nach dem zweiten Weltkrieg flächendeckend Einzug gehalten hat, stand die Bedeutung der organischen Substanz für die landwirtschaftliche Produktion zunächst nicht mehr im Vordergrund. Humuszehrende Formen der Bodenbewirtschaftung wurden in Kauf genommen. Diese historische Abnahme des Vorrats an Bodenkohlenstoff ist durch die Änderung der Bodenbewirtschaftung reversibel (Baumgarten et al., 2011). Derzeit werden große Erwartungen in die biologische Landwirtschaft gesetzt, wobei vor allem der Faktor Fruchtfolge eine wesentliche Rolle für die Verbesserung des Humusgehaltes spielt. In Österreich werden 22 % der landwirtschaftlichen Flächen biologisch bewirtschaftet. Das ist europaweit ein Spitzenwert[7]. Durch die bodenschonende Bewirtschaftung und den Verzicht auf den Einsatz von chemisch hergestellten Produktionsmitteln wird ein bestmöglicher Kompromiss zwischen der Erfüllung der Produktionsfunktion und anderen Zielsetzungen (z. B. Biodiversität[8]) angestrebt. Die Herausforderungen und Zielkonflikte mit der Biodiversität sind in einem eigenen Kapitel diskutiert (Sturmbauer et al., 2018, 71–84). Die Erhöhung des Boden-Kohlenstoffvorrates kann nach den Ergebnissen von Fallstudien durch die biologische Landwirtschaft allerdings nur teilweise erreicht werden (Leifeld & Fuhrer, 2010).

Als zweite wesentliche Stellgröße der Landwirtschaft ist der Strukturwandel zu nennen. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe hat zwischen 1951 und 2013 von 432848 auf 166317, d. i. auf 38 %, und die landwirtschaftlich genutzte Fläche hat von 4080266 auf 2728558 ha, d. i. auf 67 % abgenommen[9]. Die durchschnittliche Betriebsgröße hat im selben Zeitraum von 9.6 auf 18.7 ha zugenommen. Die Landwirtschaft wird jetzt von wesentlich weniger Akteuren auf einer etwas geringeren Fläche mit erhöhter Intensität betrieben; die Bewirtschaftung von Grenzertragsböden wurde weitgehend aufgegeben. Die Verordnung für die Ländliche Entwicklung[10] versucht, den Strukturwandel in der Landwirtschaft durch Förderungsmaßnahmen zu steuern. Auf den 78 % der österreichischen Landwirtschaftsfläche und

6 https://www.bundeskanzleramt.gv.at/documents/131008/569203/Regierungsprogramm_2017 %e2 %80 %932022.pdf/b2fe3f65-5a04-47b6-913d-2fe512ff4ce6, aufgerufen am 24.1.2018

7 https://www.bmnt.gv.at/land/bio-lw/zahlen-fakten/BIO_WELTWEIT.html; aufgerufen am 24. 1. 2018

8 Eine zusammenfassende Darstellung der Wertigkeit der Biodiversität im Boden wurde von der Europäischen Kommission publiziert: http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/soil_biodiversity_brochure_en.pdf; aufgerufen am 24. 1. 2018

9 Die Fläche der landwirtschaftlichen Nutzung folgt Angaben der Statistik Austria, die im Grünen Bericht kommuniziert werden. Die Zahlen weichen von den Angaben in Tabelle 1 ab. Die Differenzen sind teilweise auf unterschiedliche Grenzwerte der Betriebsgröße bei der Erfassung zurück zu führen (BMLFUW 2016b, Tabelle „Betriebe und Flächen im Zeitvergleich (1)").

10 https://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020_de

besonders im hoch-technisierten Ackerbau ist eine mögliche Belastung der Böden durch organische Schadstoffe zu beachten.

Durch den regelmäßigen Bodenumbruch sind Ackerstandorte gestörte Boden-Ökosysteme. Dünge- und Pflanzenschutzmittel werden eingesetzt, um das Produktionspotential von (landwirtschaftlichen Mono-) Kulturen zu nutzen. Deren Einsatz ist in einschlägigen Gesetzen geregelt. Auf landwirtschaftlichen Flächen dürfen in einigen Bundesländern Klärschlamm und dessen Kompost nach Erstellung von Gutachten aufgrund von landesgesetzlichen Regelungen (Klärschlammverordnungen und Bodenschutzgesetzen) als Nährstoff- und Kohlenstoffquelle aufgebracht werden. Dadurch soll einer Anreicherung von Schadstoffen vorgebeugt werden. Das Thema wird allerdings derzeit kontrovers diskutiert, da insbesondere eine mögliche Belastung mit unerwünschten organischen Substanzen (z. B. Antibiotika) befürchtet wird. Deshalb ist in einigen Bundesländern nur eine Verbrennung von Klärschlamm zulässig. Auf Waldböden ist der Einsatz nicht erlaubt und fällt im Forstgesetz in der geltenden Fassung[11] in § 16 unter Waldverwüstung, die laut § 174 geahndet wird.

Zuletzt wurde die Ernährungssicherheit aus der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich untersucht. Insgesamt ist durch den Klimawandel mit Verschiebungen der Anbaugebiete und mit Ertragseinbußen bei Getreide, Kartoffeln, Sonnenblumen und Zuckerrübe in den bisher dominanten Produktionsgebieten zu rechnen. Nimmt man starke Klimaänderungen an, geht der Ertrag auf Ackerflächen um etwa ein Drittel zurück, sodass für die wichtigsten Feldfrüchte die Eigenversorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln nicht möglich ist. Bei einer „moderaten" Erwärmung steigt in Modellberechnungen die Biomasseproduktion in Österreich. Im Ackerland sind Produktionseinbußen und im Grünland erhebliche Produktionsgewinne zu erwarten (Englisch et al., 2017).

Der Grüne Bericht (BMFLUW 2016b) weist auf 1.36 Mio ha Grünlandwirtschaft aus. Grünlandstandorte gelten als hot-spots der Biodiversität, da durch den Schnitt viele Pflanzenarten ihre ökologischen Nischen vorfinden und die Pflanzengesellschaften der Nutzpflanzen artenreich sind. Grünlandstandorte sind wegen ihrer hohen Biodiversität auch reizvolle Landschaftselemente. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist die Grünlandbewirtschaftung problematisch. Das Auslaufen der Milchquoten in der EU und das Russlandembargo haben die Absatzsituation verschlechtert. Die niedrigen Milchpreise machen die Grünlandwirtschaft derzeit unattraktiv, sodass ein Teil der Grünlandfläche aus der Produktion genommen wird. Die Wiederbewaldung von Flächen geht zu einem erheblichen Teil zulasten von Grünlandstandorten, insbesondere Almgebieten in den Bergen, (Russ, 2011). Durch die Wiederbewaldung bleibt die chemische und physikalische Bodenqualität *grosso modo* erhalten; andere Ökosystemservices wie die Biodiversität und die Vielfalt des Landschaftsbildes werden beeinträchtigt.

Die multifunktionale Bodennutzung (Kapitel 4 in Umweltbundesamt, 2016) führt zu Zielkonflikten. Es ist schwierig, die Wirtschaftsstruktur des Ländlichen Raumes mit den land- und forstwirtschaftlichen Kulturen zu erhalten, gleichzeitig die Biodiversität zu erhöhen und im Zuge der Nachhaltigkeitsziele auf 7 % der Ackerfläche Energie zu produzieren, um damit etwa 3 % des heimischen Stromverbrauches zu decken.

Die künftige **Bodenentwicklung auf Waldstandorten** ist bei weitem weniger problematisch als die Entwicklung auf Landwirtschaftsflächen. Die nachhaltige Bodennutzung ist leichter, weil die Produktionszeiträume sehr lang sind und sich der Boden nach Eingriffen und Störungen regenerieren kann. Im Forstgesetz ist die nachhaltige Bodenbewirtschaftung fest verankert und der Einsatz von Klärschlamm ist untersagt. Damit soll sichergestellt sein, dass Waldböden nicht als einfache Lösung für Problemstellungen aus anderen Sektoren herhalten können. Eine historisch gewachsene Fragestellung ist die Nährstoffverarmung von Standorten infolge des Biomassenentzuges. Die verstärkte Nutzung von Wäldern mit der Zielsetzung der Mobilisierung nachwachsender Rohstoffe für die stoffliche und energetische Verwendung stellt nach einigen Jahrzehnten der nicht-intensiven Waldnutzung die Frage der Nachhaltigkeit wieder in den Raum. In einer Simulationsstudie wurden die österreichischen Waldböden hinsichtlich ihrer Nährstoffnachlieferungsfähigkeit beurteilt. Auf etwa der Hälfte der österreichischen Waldfläche ist auch bei intensivierter Waldnutzung keine Bodendegradation zu er-

11 Österreichisches Forstgesetz: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010371; aufgerufen am 24. 1. 2018

warten. Auf einem Viertel der Waldfläche ist verstärkter Nährstoffentzug problematisch (Englisch & Reiter 2009). Es wird der Zielkonflikt zwischen Naturschutz, Klimaschutz und Wirtschaft deutlich. Eine sanfte Intensivierung der Waldnutzung mit einem leichten Abbau des Holzvorrates ist für alle Stakeholder des Sektors positiv. Die politischen Vorgaben hinsichtlich der Bereitstellung von Biomasse könnten umgesetzt werden, die wirtschaftlichen sind Risiken gering und die Nachhaltigkeitsziele aus ökologischer und ökonomischer Sicht sind ausgewogen (Schwarzbauer et al. 2013). Die tatsächliche Holznutzung ist in Österreich nach einem kurzfristigen Anziehen des Marktes von einer exploitativen Waldbewirtschaftung weit entfernt. Im österreichischen Wald wachsen derzeit pro Jahr ca. 30 Mio Festmeter Holz zu (Büchsenmeister 2009). Die tatsächliche Nutzung liegt weit darunter und lag im Jahr 2016 bei nur 17 Mio Festmeter (BMLFUW 2017). Der Grund dafür ist das schwache Wirtschaftswachstum, bei dem die Nachfrage nach Bauholz bescheiden ist. Damit kommen auch Koppelprodukte der Holzproduktion nicht auf den Markt. Bei der niedrigen Nutzung werden in der Regel leicht zugängliche und produktive Standorte genutzt. Diese sind zumeist gut nährstoffversorgt und haben ein geringes Risiko der Bodendegradation.

In der europäischen Forstpolitik ist der Bodenzustand einer von mehreren Indikatoren für die nachhaltige Waldbewirtschaftung, die an den Merkmalen Ökosystem-Stabilität, Wasserqualität und Kohlenstoffspeicherung festgemacht wird. Der Bodenzustand kann durch Bodenversauerung verschlechtert werden, weil dadurch die biologische Aktivität im Boden, das Waldwachstum und die Widerstandsfähigkeit der Bäume gegen biotische und abiotische Stressoren herabgesetzt wird. Sowohl die Bodenversauerung als auch die Nährstoffeutrophierung in Teilen der Wälder Europas geben Anlass zur Besorgnis. Als messbare Indikatoren werden die Basensättigung, die Kationen-Austauschkapazität und das C:N-Verhältnis verwendet (FOREST EUROPE, 2015).

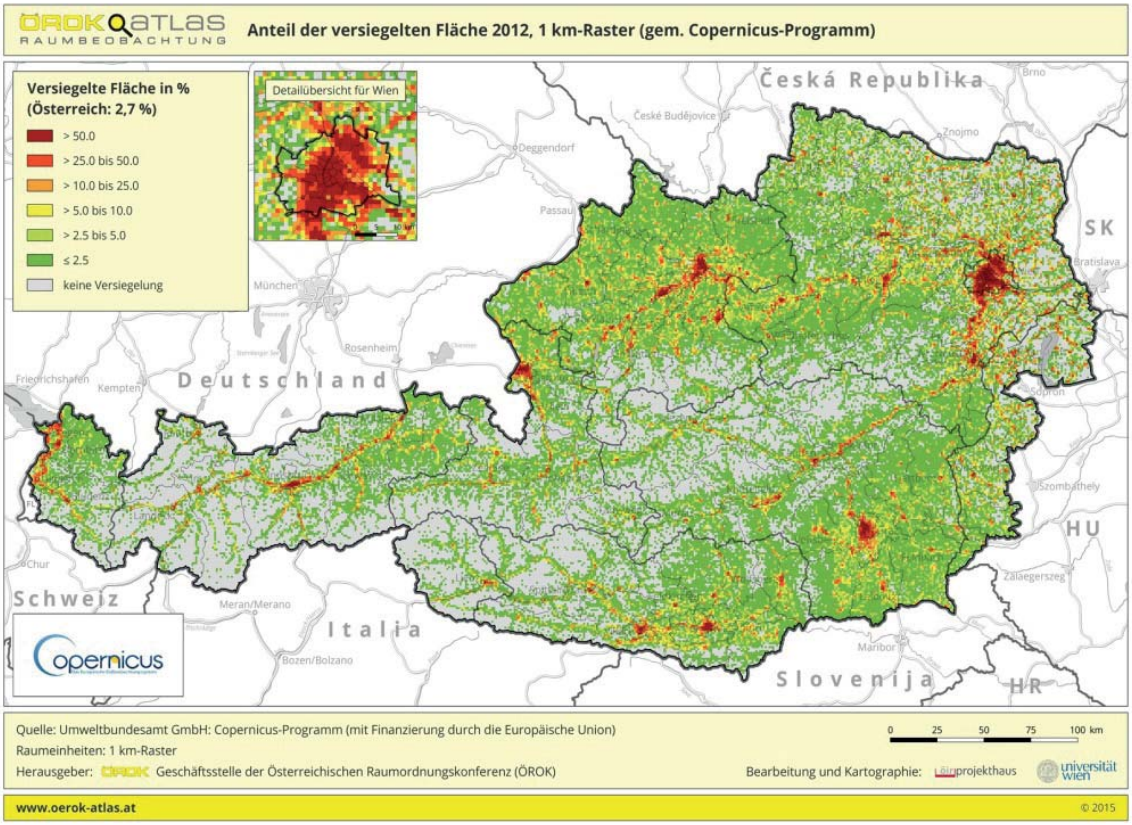


Abbildung 1: Anteil der versiegelten Bodenfläche in Österreich nach Angaben des Atlas der Österreichischen Raumordnungskonferenz; http://www.oerok-atlas.at/#indicator/61; aufgerufen am 13 Juli 2017.

Ein zentrales Thema des Bodenschutzes ist die Vermeidung der **Bodenversiegelung**, weil dadurch Bodenfunktionen dauerhaft unwiederbringlich verloren sind. Im elften Umweltkontrollbericht (UBA 2016) wird angeführt, dass der Bodenverbrauch in Österreich europaweit im Vorderfeld liegt und im Schnitt (2013–2015) 16.1 ha pro Tag bzw. ca. 6000 ha pro Jahr betragen hat, wobei 7 ha pro Tag auf Verbauung für Siedlungen und Verkehrsflächen zurück zu führen sind. Die Abbildung 1 zeigt, dass sich die Versiegelung auf Ballungszentren um die Landeshauptstädte und das Inn- und Rheintal konzentrieren. Dabei wird oft hochwertiges Acker- oder Grünland verbaut. Setzt man den Flächenverbrauch in Beziehung zu den Flächenangaben in Tabelle 1, so nimmt die bebaute Fläche jährlich um 9 % zu. Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird um 0.2 % verringert.

Die Landwirtschaft verliert demnach Fläche in zwei Richtungen: 6000 ha werden jährlich verbaut und 4300 ha werden zu Wald umgewandelt. Diese Veränderung ist gering im Vergleich der enormen Abnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche infolge des Strukturwandels. Zwischen 1951 und 2013 hat die landwirtschaftlich genutzte Fläche in mehreren Wellen um durchschnittlich 22160 ha pro Jahr abgenommen (Abb. 2).

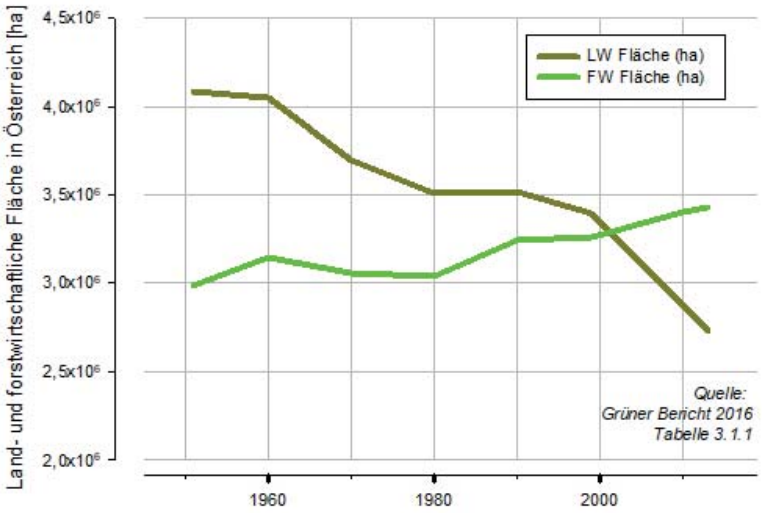


Abbildung 2: Veränderung der land- (LW Fläche) und forstwirtschaftlichen Nutzfläche (FW Fläche) in Österreich zwischen 1951 und 2013 nach Angaben des Grünen Berichtes 2016.

In Österreich gibt es erhebliche Reserven an gewidmetem Bauland, auf dem keine Bauvorhaben realisiert werden. Die Frage, ob eine Rückwidmung in Grün- oder Ackerland möglich ist, ist gesellschaftlich umstritten, da sie beträchtliche Veränderungen des Verkehrswertes der Grundstücke impliziert. Im Fall des Ausbaus der Verkehrsflächen wird der Bodenverbrauch oft einem übergeordneten Interesse unterstellt. In ländlichen Gebieten sind mitunter leistungsfähige Straßen als Ortsumfahrungen und für die Anschließung an urbane Zentren wichtig (Arbeitsplätze). Die flächenmäßig geringe Bodenversiegelung darf nicht darüber hinweg täuschen, dass sie die Bodenbewirtschaftung verändert. Viele Baumaßnahmen finden in Tallagen auf hochwertigen Böden statt. Dabei gehen Böden mit hohem Produktionspotenzial irreversibel verloren und stehen auch bei Bedarf nicht mehr für die Lebensmittelproduktion zur Verfügung. Dies beeinträchtigt die Ernährungssicherheit. Das land- und forstwirtschaftlichen Produktionspotential von Böden spielt bei der Planung von Bauvorhaben immer noch eine untergeordnete Rolle.

Altlasten

Altlastenstandorte sind alte Betriebsstandorte, bei denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde. Dabei handelt es sich um ehemalige Abbaugebiete und Handwerks- und Industriestandorte, auf

welchen vielfach ohne einschlägige umweltgesetzliche Regelungen und mangels Problembewusstsein Bodenkontaminationen erfolgten. Ein typisches Beispiel sind Gerbereien, die früher zahlreich waren und die regional anfallenden Tierhäute verarbeitet haben. Standorte mit Bodenkontaminationen werden oft nicht durch auftretende Schäden an der Umwelt sondern eher aus der Kenntnis der früheren Existenz von Produktionsbetrieben identifiziert. Die Standorte werden im Altlastenkataster[12] zuerst als Verdachtsflächen registriert und im Altlastenatlas[13] dargestellt. Die Arten der Verunreinigungen sind vielfältig und umfassen Spurenmetalle, organische Schadstoffe und Deponiegase. Ein Teil der Altlasten ist im Boden fest gebunden, ein Teil kann durch Wasser, Atmosphäre und Pflanzenaufnahme unerwünscht in Stoffkreisläufe gelangen. Die Festlegung im Boden hängt von den chemischen Bedingungen ab, sodass ein Teil der Problemstoffe mobilisierbar ist. In Österreich gibt es 62522 Altlasten-Standorte und 5224 Alt-Ablagerungen. An 870 Standorten wurde bereits eine Einschätzung der Gefährdung gemacht, 62 Standorte werden derzeit saniert und auf 147 Standorten ist die Sanierung abgeschlossen (Stand 1.1.2016; Umweltbundesamt 2016).

Böden und Klimawandel

Die Böden sind nach den Ozeanen der zweitgrößte Kohlenstoffspeicher und enthalten weltweit 2060 Petagramm Kohlenstoff (1 Pg = 10^{15} g; Batjes 2016). Durch den Klimawandel werden Humusabbau sowie Prozesse, die einer Humusanreicherung entgegen wirken, in Gang gesetzt. Regional unterschiedlich kann der Boden in Zukunft eine Quelle oder Senke von Treibhausgasen sein (EEA 2016). Der Abbau der Kohlenstoffspeicher in borealen Böden wird als beträchtliche Bedrohung gesehen (Zimov et al., 2006). Andrerseits gibt es Konzepte, wie durch die gezielte Bodenbewirtschaftung die Senkenfunktion der Böden für Treibhausgase verbessert oder zumindest der Bodenkohlenstoffpool in der bestehenden Größe erhalten werden kann. Für landwirtschaftliche Böden reicht die Palette von der sachgerechten Verwendung geeigneter Düngemittel bis zum Verzicht auf Bodenbearbeitung, für forstliche Böden werden Strategien vorgeschlagen, wie durch die Baumartenwahl, die Bestandesbehandlung und den Produktionszeitraum der Bodenkohlenstoffpool aufgebaut werden kann (Paustian et al., 2016). Bei der Klimakonferenz in Paris (COP 21, Dezember 2015) wurde die Vier-Promille-Initiative[14] gestartet. Sie geht davon aus, dass eine jährliche geringfügige Vergrößerung des Boden-Kohlenstoffvorrates die jährlichen Kohlendioxid-Emissionen aus Verbrennungsprozessen ausgleichen kann. Die Initiative konzentriert sich auf die optimierte Bewirtschaftung von Ackerböden und in zweiter Linie auf die Grünland- und Waldbewirtschaftung. Es wird eine Win-Win-Situation für die gleichzeitige Erreichung mehrerer Nachhaltigkeitsziele betont (Chabbi et al., 2017). Obwohl das Potential der Anreicherung von Kohlenstoff im Boden anerkannt wird, wird bezweifelt, dass auf einer relevanten Fläche tatsächlich mit einer kontinuierlichen Kohlenstoffanreicherung im Boden gerechnet werden kann (Minasny et al., 2017). Immerhin ist die Intention der Erhöhung der Kohlenstoffvorräte im Boden seit vielen Jahren auf der Agenda und das Potential wurde in vielen Regionen schon weitgehend ausgeschöpft. Es ist fraglich, ob in Mitteleuropa eine weitere Erhöhung als Folge von entsprechenden Bewirtschaftungsmaßnahmen möglich ist, und für welchen Zeitraum mit positiven Effekten gerechnet werden kann.

Andere Treibhausgase aus Böden sind Methan und Lachgas, denen eine 25 bzw. 300-fache Klimawirkung im Vergleich zu CO_2 zugeschrieben wird (Stocker et al., 2013). Methan aus der Luft wird in den meisten österreichischen Waldböden abgebaut und nur kleinräumig aus Moorböden emittiert (siehe auch Gundersen et al., 2012). Lachgas entweicht vor allem aus intensiv gedüngten Grünlandböden in Regionen mit hohen Niederschlägen und schluffigen Böden (Foldal et al., in prep.). Gezielte Maßnahmen können hier einen maximalen Effekt zeigen, ohne dass es zu Ertragseinbußen kommt. Die Lachgas-Emissionen aus Ackerböden hängen von Fruchtfolge und dem Düngezeitpunkt ab und sind kleinräumig begrenzt und ereignisbezogen. Als Folge der Klimaerwärmung ist jedoch langfristig mit höheren Emissionen zu rechnen (Foldal et al., in prep.).

12 http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/altlasten/vfka/ (aufgerufen am 6.8.2017)

13 http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/altlasten/verzeichnisse/ (aufgerufen am 6.8.2017)

14 Vier-Promille Initiative: https://www.4p1000.org/; aufgerufen am 24.1.2018

Betroffene Nachhaltigkeitsziele

Die siebzehn Ziele der nachhaltigen Entwicklung haben fast alle einen Bodenbezug, weil der Boden selbst eine Querschnittsmaterie ist, in der Agronomie, Ökologie und Hydrologie zentrale Bausteine sind. Für den Boden werden sieben zentrale Funktionen genannt, die in Abbildung 3 im innersten Kreis dargestellt sind. Die Funktionen stellen Potentiale dar, die durch verschiedene Formen der Bodennutzung im unterschiedlichen Ausmaß realisierbar sind. Durch diese Bodenfunktionen werden zwölf Ökosystemleistungen erbracht. Die Bodenfunktionen und Ökosystemleistungen sind teilweise gleichlautend (Pflanzenproduktion / Nahrung Futter Faser; Biodiversität; Kohlenstoffspeicher etc.) oder überlappend (Hochwasserschutz / Filter Speicher). Im äußersten Kreis der Abbildung 3 werden die siebzehn Nachhaltigkeitsziele angeführt, die im Detail diskutiert werden.

Ernährungssicherheit

Das Thema Ernährungssicherheit wird in den SDGs 1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2a, 2b berührt. SDG 1 ist im Zusammenhang mit dem Boden bei österreichischen Verhältnissen von untergeordneter Bedeutung. Durch den Zugang zu Bodenressourcen wird die Armut nicht aufgehoben, da andere Faktoren wie Bildung und Familienverhältnisse wichtiger sind. Die

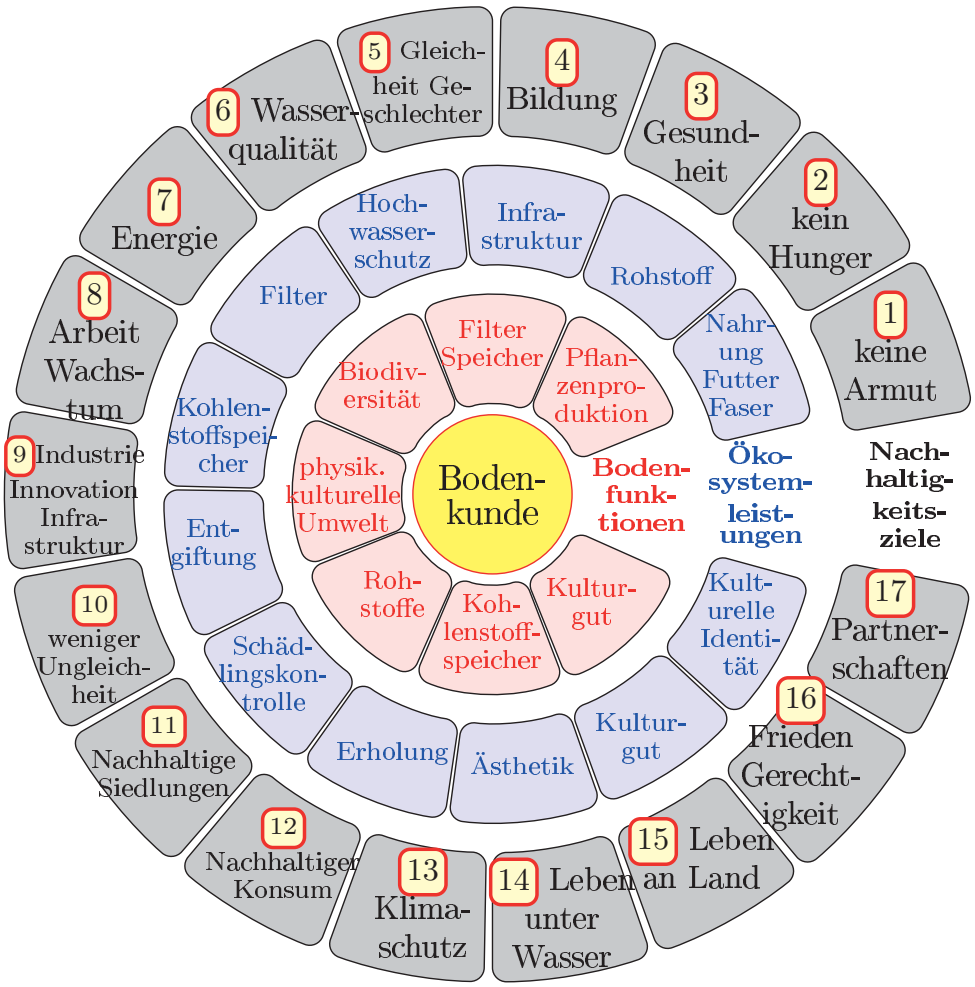


Abbildung 3: Nachhaltigkeitsziel ein Kontext mit Bodenfunktionen und Ökosystemleistungen der Böden (nach Keesstra et al., 2016, verändert).

Möglichkeit, durch Landwirtschaft der Armut zu entgehen, ist in Entwicklungsländern relevant.

SDG 2 hat viele Facetten. Die Vorstellung, dass die landwirtschaftliche Produktivität erhöht werden kann, gleichzeitig die genetische Vielfalt von Saatgut erhalten wird und stabile multifunktionale Formen der landwirtschaftlichen Landnutzung implementiert werden, ist angesichts des Klimawandels und des Bodenverbrauches ambitioniert. In Österreich ist die Versorgung mit Lebensmitteln aus der eigenen Produktion bei den aktuellen Ernährungsgewohnheiten nicht generell gewährleistet. Bei Öl- und Eiweißfrüchten ist eine deutliche Importabhängigkeit gegeben. Dagegen besitzt Österreich mehr Grünlandflächen, als zur autarken Versorgung derzeit benötigt würden. Um dies auszugleichen, importiert Österreich Ackerprodukte (Soja als Futtermittel und Ölsaaten) und exportiert Rindfleisch, welches vornehmlich über Erträge von Grünlandflächen produziert wird (Erb et al., 2016, Thaler et al., 2011, Zessner et al., 2011). Die Steigerung der Lebensmittelproduktion auf österreichischem Ackerland erfordert strukturelle Änderungen in der Landwirtschaft, da unter den gegebenen Strukturen die Produktivität bereits optimiert ist. Die Präzisionslandwirtschaft wird als zukunftsweisend, aber in ihrer Implementierung teure Technologie erachtet (Keesstra et al., 2016). Um die globale Ernährungssicherheit zu gewährleisten, müssen Maßnahmen zur Unterbindung der Bodendegradation getroffen werden. Die Bodendegradation stellt sich in verschiedenen Ökosystemtypen unterschiedlich dar und wird auf forschungspolitischer Ebene stark thematisiert (Diaz et al., 2015). In manchen Ländern sind Bodenkontamination, Desertifikation und Überschwemmungen die vordringlichen Probleme. Durch die Umwandlung von Wald in Acker- und Weideland werden Böden in der Regel verwundbarer. Global sind etwas weniger als 10 % der Treibhausgas-Emissionen auf die Umstellung der Landnutzung und die Bodendegradation zurück zu führen (Houghton & Nassikas, 2017). In Österreich ist der Bodenverlust durch Versiegelung als Form der Degradation zu werten. Bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts hatte Österreich mit massiven Bodendegradationen infolge der Streunutzung in Wäldern zu kämpfen. Durch den jahrhundertelang praktizierten Nährstoffentzug wurde die Produktivität der Wälder erheblich verringert (Glatzel, 1994). Die Einstellung der Streunutzung führte zu einer Erholung der Wälder. Unter ehemals intensiv streugenutzten Wäldern, die oft von Kiefern dominiert werden, entwickeln sich anspruchsvollere Wälder. In der Feldbodenkunde zeigt die Form des Auflagehumus (Mull, Moder, Rohhumus) die biologische Aktivität des Bodens an. An Standorten, für die noch vor wenigen Jahrzehnten Rohhumus als Humusform protokolliert wurde, zeigen sich jetzt günstigere Bedingungen. Als eine mögliche Kennzahl der Waldbodendegradation wird der Bodenkohlenstoff herangezogen (Lorenz et al., 2016). Allerdings ist der Boden-Kohlenstoffvorrat nicht allein von der Pfleglichkeit der Bodenbewirtschaftung abhängig, sondern wird auch von sich verändernden klimatischen Bedingungen geprägt.

Gesundheit

SDG 3.9 spricht explizit die Gesundheitsgefährdung durch Bodenkontamination an. Die Vorgangsweise in Bezug auf eine Belastung der Böden ist in Österreich gesetzlich gut geregelt. Die Bodenbelastung durch Blei entlang von Straßen ist bekannt und es wurde bereits vor Jahrzehnten durch die Einführung von bleifreiem Benzin eine wirksame Gegenmaßnahme getroffen. Altlasten wurden als Problem erkannt und werden sukzessive saniert. Die Filterfunktion des Bodens zur Zurückhaltung von toxischen Spurenmetallen ist gut untersucht.

Wasserversorgung

Dieses Ziel ist mit den SDGs 3.9, 6.1, 6.4, 6.6 verbunden. Die Zielsetzung, weltweit sauberes Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung zu stellen, ist eng an die Filterfunktion der Böden geknüpft. Beim Durchfluss durch ein Bodenprofil werden kationische Schadstoffe ausgefiltert bzw. an der inneren Oberfläche des Bodens absorbiert. Der Boden kann allerdings nicht alle Schadstoffe binden. Anionen wie Nitrat und Sulfat werden aufgrund der dominierenden negativen Ladung von Bodenpartikeln nicht gebunden und werden ins Grundwasser ausgewaschen. In Österreich ist die Belastung der Fließgewässer auf diffuse Stickstoff- und Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft zurückzuführen (Schilling et al., 2011).

Der bei weitem größte Wasserverbraucher ist die Landwirtschaft und der Wasserbedarf der hoch-entwickelten Länder ist enorm. Der Einkauf von landwirtschaftlichen Produkten stellt einen virtuellen

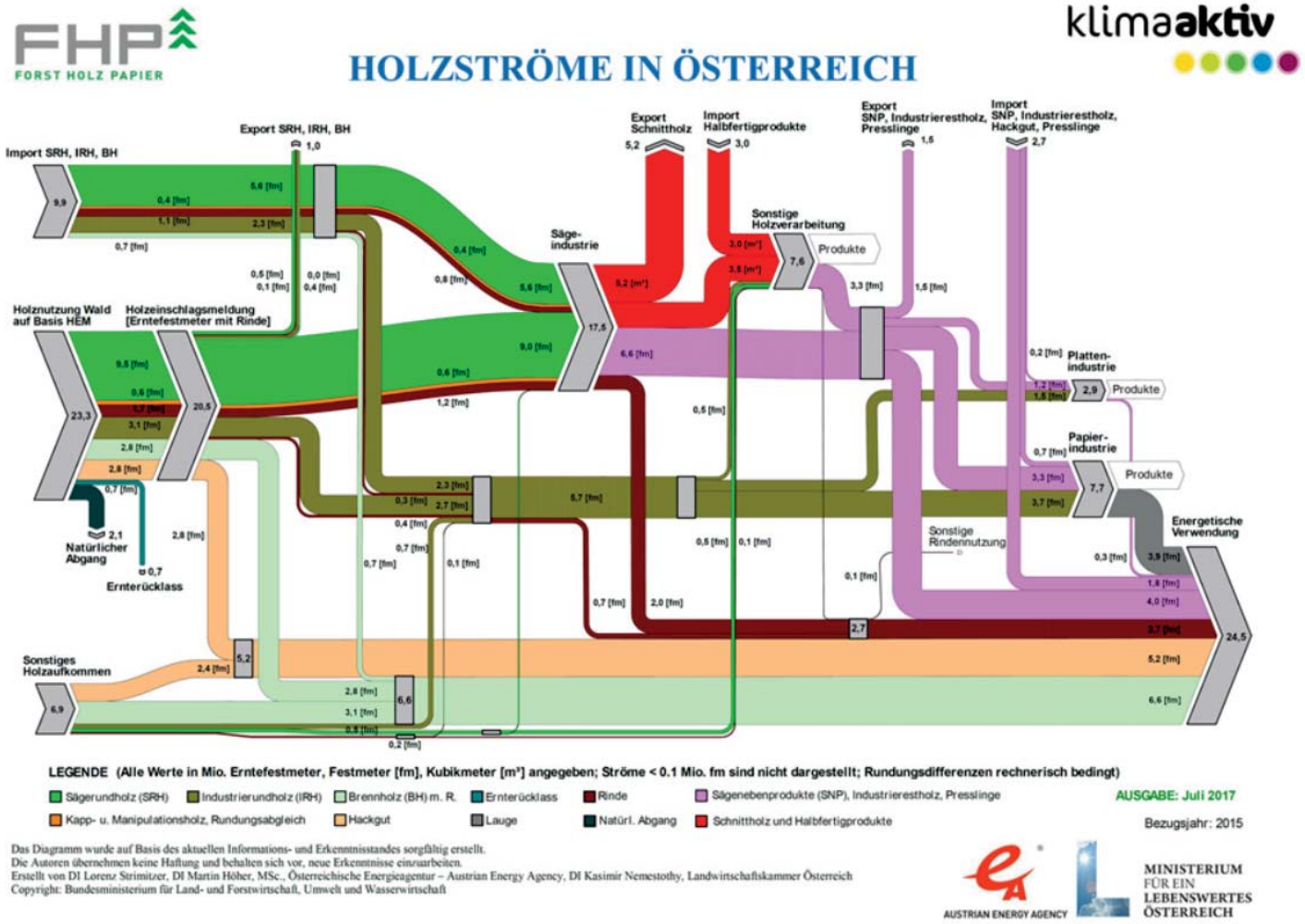


Abbildung 4: Holzströme in Österreich, bei welchen derzeit 24 Mio Festmeter als Koppelprodukt der stofflichen Nutzung für die energetische Verwendung verfügbar werden (http://www.klimaaktiv.at; aufgerufen am 16 Juli 2017).

Wasserimport aus den Herkunftsländern der Produkte dar, der etwa 20 % des Wasserbedarfes beträgt (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

Klimaschutz

In SDGs 7 und 13 werden mehrere Aspekte aufgegriffen, die in Österreich relevant sind: 13.1: Infrastruktur zum Umgang mit Naturgefahren; 13.2 Erarbeitung und Implementierung nationaler Strategien; 13.3 Kommunikation von Klimawandelfolgen.

Landnutzungsmanagement sowie die Erhaltung und Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme können auf verschiedene Weise zum Klimaschutz beitragen (WBGU 2016):

- Vermeidung von Emissionen durch den Abbau natürlicher Kohlenstoffvorräte, z. B. durch Entwaldung und Konversion natürlicher Ökosysteme in Ackerflächen,
- Schutz von Ökosystemen zur Erhaltung der CO_2-Senkenfunktionen der terrestrischen Biosphäre,
- Förderung der Akkumulation von Kohlenstoff im Boden oder in der Biomasse auf bewirtschafteten Flächen (z. B. durch land- und forstwirtschaftliches Management, Aufforstung), Substitution emissionsintensiver Materialien und Energieträger durch optimierte Nutzung von Biomasse für energetische oder stoffliche Zwecke (z. B. Bioenergie, Holz als Baustoff)

Die Bereitstellung von erneuerbarer Energie ist in Österreich bereits weitgehend implementiert. Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft und pflanzliche Biomasse werden als Energieträger genutzt. Die Erhöhung der Effizienz der eingesetzten Energieträger (7.3) ist ein nach oben offenes Ziel.

Energieproduktion aus Biomasse ist nachhaltig, wenn dabei die Integrität der Ökosysteme erhalten bleibt. Die Befürchtung, dass durch die Vergrößerung der Nachfrage nach Energie aus Biomasse die Wälder übernutzt würden (z. B. Schulze et al., 2016) greift ins Leere, wenn man das Preisgefälle zwischen stofflicher und energetischer Nutzung von Biomasse beachtet. In Österreich wird Biomasse für die energetische Nutzung vor allem vom Forstsektor bereitgestellt, da für landwirtschaftliche Reststoffe andere Absatzmöglichkeiten bestehen. Nur etwa 10 % der energetisch genutzten Waldbiomasse wird tatsächlich im Wald als Brennholz gewonnen. Die energetisch verwendbare Biomasse aus der forstlichen Nutzung ist strikt als Koppelprodukt der stofflichen Nutzung zu sehen. Für die energetische Nutzung stehen Nebenprodukte aus verschiedenen Produktionsschritten der Säge- und Holzindustrie zur Verfügung, die ohne die stoffliche Nutzung von Holz gar nicht auf den Markt kämen (Abb. 4). Außerdem fallen Holzsortimente an, die aufgrund ihrer Dimensionen oder ihrer technologischen Eigenschaften nicht stofflich nutzbar sind. Darunter fallen Holz aus Schadensaufarbeitungen (Sturmschäden und Käferbefall) und Schwachholz aus frühen Durchforstungen. Aus der Forstbranche könnten auch größere Mengen für die energetische Verwendung zur Verfügung gestellt werden, wenn die Nachfrage und Preisgestaltung günstiger wären (Bruckman & Jandl, 2017). Wie bei jeder forstlichen Nutzung stellt sich die Frage der Nachhaltigkeit. Solange in Österreich die Holznutzung so deutlich hinter dem tatsächlichen Zuwachs zurück bleibt, wie die Holzeinschlagsmeldung (BMLFUW 2017) zeigt, ist mit keiner Übernutzung des Waldes zu rechnen. Auch bei einer erheblichen Erhöhung nach energetisch nutzbarer Biomasse ist die Versorgung in Österreich langfristig gesichert (Braun et al., 2016).

Die Möglichkeiten, durch die Art der Landnutzung die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, betreffen vor allem den Forstsektor. Er ist seit dem Beginn der Berichtslegung an das UNFCC eine Senke von Treibhausgasen, die in Jahren der schwachen Holznutzung groß ist und in Jahren mit hohen Waldschäden durch Sturm und Schädlinge bescheiden ausfällt. Die Senkenfunktion wird durch die Zunahme der Waldfläche gewährleistet, während der Waldboden infolge der Erwärmung eine kleine, statistisch nicht von Null unterscheidbare Quelle von Treibhausgasen ist (Anderl et al., 2016). Ob die Senkenfunktion des Waldes erhalten bleibt, hängt von den Adaptationsmaßnahmen der Waldbewirtschaftung ab. Der Wechsel der Baumarten und die Verlängerung des Produktionszeitraumes sind mögliche Kandidaten für eine weitere Erhöhung der Senkenstärke. Allerdings müssen die damit verbundenen Maßnahmen für die Waldbewirtschafter auch wirtschaftlich darstellbar sein.

Die Maßnahmen des Klimaschutzes im Rahmen der Landbewirtschaftung der Öffentlichkeit darzustellen (SDG 13.3), ist noch unzureichend erfolgt. Auf der

Ebene der Akteure werden viele Maßnahmen bereits umgesetzt.

Gerade bei den Maßnahmen zum Klimaschutz weist Österreich die schlechtesten Ergebnisse im ansonsten sehr positiven Report des SDG − Index auf (Sachs et al., 2017). Das niedrige Rating kommt vor allem durch das Konsumverhalten zustande und ist weniger an die Bodennutzung geknüpft.

Zusammenschau

Böden sind ein multifunktionales, nicht vermehrbares Gut. Manche Funktionen können simultan erreicht werden, einige Bodenfunktionen stehen zueinander in Konkurrenz und werden aufgrund gesellschaftlicher Entscheidungen gewichtet. Die Böden erfüllen Ökosystemleistungen, die zum Teil gleichlautend mit den Nachhaltigkeitszielen sind. Die sorgsame Bewirtschaftung der Böden ist für fast alle Nachhaltigkeitsziele relevant. Im Nachhaltigkeitsziel 15 werden die Bodenfunktionen als essentieller Teil der nachhaltigen Bewirtschaftung von terrestrischen Ökosystemen umfassend angesprochen.

Für hochentwickelte Staaten wie Österreich können die Nachhaltigkeitsziele, die eine angemessene Grundversorgung von Menschen betreffen (SDG 1, 2) als erreicht betrachtet werden. Bei Nachhaltigkeitszielen, bei welchen es um die Überschreitung von kritischen Levels der Umweltbelastung („planetary boundaries"; Steffen et al., 2015 bzw. „planetarische Leitplanken", WBGU 2014) geht, sind die künftigen Herausforderungen für Österreich, die aufgrund der Bodennutzung entstehen können, zu analysieren.

Ein vorrangiges Thema ist der Verbrauch an wertvollen und produktiven Böden in Österreich, der vom Strukturwandel und der Errichtung von Verkehrsinfrastruktur im ländlichen Raum und durch Baumaßnahmen im Umfeld urbaner Räume vorangetrieben wird.

Das Nachhaltigkeitsziel 6.3 sieht auch den Schutz von mehreren Ökosystemtypen wie Wäldern, Bergen, Feuchtgebieten vor, um die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Wasser zu ermöglichen. Durch die überwiegend extensive forstliche Bewirtschaftung von Böden werden Synergien sichtbar. Der Schutz von Boden und Wasser ist eines der Kriterien der nachhaltigen Waldwirtschaft[15]. Bei der landwirtschaftlichen Bodenbewirtschaftung besteht teilweise ein Zielkonflikt mit dem Wasserschutz. Die Düngung kann bei ungünstigen Rahmenbedingungen (z. B. Witterungsverhältnisse) zur Belastung von Grundwasserkörpern führen.

Weitere Zielkonflikte resultieren aus unterschiedlichen Interessen an der Form der Bodennutzung. Die Diskussion um die „four F" (food, feed, fibre, fuel) beinhaltet die Konkurrenz um Land zur Erzielung von Ernährungssicherheit, zur Bereitstellung von erneuerbarer Energie aus Biomasse und zur Herstellung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Verwendung.

Klimaschutz durch Landbewirtschaftung kann mitunter einen Verzicht auf die profitabelsten Produktionsformen bedingen, da sie aufgrund des Klimawandels nur mit erhöhtem Risiko beibehalten werden können.

Die Bewertung der Nachhaltigkeitsziele nur für österreichische Böden greift zu kurz. Durch die internationalen Handelsströme werden Güter konsumiert, deren Herstellung die Böden in anderen Regionen betroffen haben. Der verantwortungsvolle Umgang mit der Ressource Boden rückt die Ziele „Nachhaltiger Konsum und Produktion" und „Partnerschaften" (Nachhaltigkeitsziele 12 und 17) gemeinsam mit dem Bildungsauftrag (Nachhaltigkeitsziel 4) in den Vordergrund.

Literatur

Anderl, M., Friedrich, A., Haider, S. et al. "*Austria's National Inventory Report 2016. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*". Wien: Umweltbundesamt, *Report*, REP-0565, 2016, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0565.pdf.

Batjes, N. "Harmonized soil property values for broad-scale modelling (WISE30sec) with estimates of global soil carbon stocks", *Geoderma*, 269, 61–68, 2016. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.01.034.

15 Nachhaltigkeitskriterien der Waldbewirtschaftung: http://foresteurope.org/sfm-criteria; aufgerufen am 26.1.2018

Baveye, P.C., Baveye, J. und Gowdy, J. "Soil "Ecosystem" Services and natural capital: Critical appraisal of research on uncertain ground", *Frontiers in Environmental Science*, 4: 1–49, 2016, https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00041.

Baumgarten, A., Dersch, G., Hösch, J. et al. "*Bodenschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft*". Wien: Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), 2011, https://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Service/Landwirtschaft/Boden_Datein/Broschueren/AGES_Bodenbroschuere_Web.pdf.

BMLFUW "*Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 1 – Kontext*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2012a, https://www.bmnt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/strategie-kontext.html.

BMLFUW "*Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 2 – Aktionsplan, Handlungsempfehlungen für die Umsetzung*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2012b, https://www.bmnt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/strategie-kontext.html.

BMLFUW "*Die österreichische Waldstrategie 2020+*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2016a, https://www.bmnt.gv.at/forst/oesterreich-wald/waldstrategie-2020/waldstrategie_paper.html.

BMLFUW "*Grüner Bericht 2016. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2016b, https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/send/2-gr-bericht-terreich/1650-gb2016 .

BMLFUW "*Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2016*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2017, https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr.../Holzeinschlag_2016%20CI%20mit%20BF.pdf.

Blum, W.E.H. "Role of soils for satisfying global demands for food, water, and bioenergy", In H. Hettiarachchi und R. Ardakanian (eds) *Environmental Resource Management and the Nexus Approach*. Cham: Springer International Publishing, 143–177, 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-319-28593-1.

Braun, M., Fritz, D., Weiss, P. et al. "A holistic assessment of green house gas dynamics from forests to the effects of wood products use in Austria", *Carbon Management*, 7(5–6), 271–283, 2016, https://doi.org/10.1080/17583004.2016.1230990.

Bruckman, V. und Jandl, R. "Energie aus Biomasse", Österreichische Forstzeitung, 1/2017, 22–23, 2017.

Büchsenmeister, R. "Waldinventur 2007/09: Betriebe und Bundesforste nutzen mehr als den Zuwachs", *BFW-Praxisinformation*, 24, 6–9, 2011.

Chabbi, A., Lehmann, J., Ciais, P. et al. "Aligning agriculture and climate policy", *Nature Climate Change*, 7, 307–309, 2017, https://doi.org/10.1038/nclimate3286.

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J. et al. "The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1–16, 2015, https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002.

EEA "Soil and climate change", In *Signals 2015 – Living in a changing climate*. Copenhagen: European Environmental Agency (EEA), 2016, https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2015/articles/soil-and-climate-change.

Englisch, M. und Reiter, R. "Standörtliche Nährstoff-Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Wald-Biomasse", *BFW-Praxisinformation*, 18, 13–14, 2009.

Englisch, M., Bartel, A. und Jandl, R. "StartClim2016.C: BioRoh – Biogene Rohstoffe im Spannungsdreieck Flächenverfügbarkeit, Klimawandel und künftige Ertragsverhältnisse. Endbericht von StartClim2016.C", In H. Kromp-Kolb (ed) *StartClim2016: Klimawandel in Österreich – Grundlagen, Monitoring und Entwicklung weiterer Maßnahmen zur Anpassung. Endbericht*. Wien: Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), 2016, http://www.startclim.at/fileadmin/user_upload/StartClim2016_reports/StCl2016_dt_endbericht.pdf.

Erb, K.-H., Lauk, C., Kastner, T. et al. "Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation", *Nature Communications*, 7, 11382, 2016, https://doi.org/10.1038/ncomms11382.

FBVA "Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Ergebnisse", *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien*, 168, 1–247, 1992.

Foldal, C.B., Maier, R., Kraus, D. et al. "Exploring N_2O hotspots and hot moments with Landscape DNDC", in prep.

FOREST EUROPE "*Process to update the Pan-European set of indicators for sustainable forest management – Background information for the updated Pan-European indicators for sustainable forest management*". Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2015, http://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/10/3AG_UPI_Updated_Backgr_Info.pdf.

Glatzel, G. "Leben mit dem Wald: Österreichs Wälder im Wechsel der Zeiten", In W. Morawetz (ed) Ökologische Grundwerte in Österreich – *Modell für Europa?* Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften, 289–303, 1994.

Gundersen, P., Christiansen, J.R., Alberti, G. et al. "The response of methane and nitrous oxide fluxes to forest change in Europe", *Biogeosciences*, 9, 3999–4012, 2012, https://doi.org/10.5194/bg-9-3999-2012.

Hoekstra, A.Y. und Mekonnen, M.M. "The water footprint of humanity", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(9), 3232–3237, 2012, https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109.

Houghton, R.A. und Nassikas, A.A. "Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850–2015", *Global Biogeochemical Cycles*, 31(3), 456–472, 2017, https://doi.org/10.1002/2016GB005546.

Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J. et al. "The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals", *SOIL*, 2, 111–128, 2016, https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016.

Leifeld, J. und Fuhrer, J. "Organic farming and soil carbon sequestration: What do we really know about the benefits?", *Ambio*, 39(8), 585–599, 2010, https://dx.doi.org/10.1007%2Fs13280-010-0082-8.

Lorenz, K. und Lal, R. "*Soil organic carbon – An appropriate indicator to monitor trends of land and soil degradation with the SDG framework?*", In *Texte*, 77. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2016, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/soil-organic-carbon-an-appropriate-indicator-to.

Minasny, B., Malone, B.P., McBratney, A.B. et al. "Soil carbon 4 per mille", *Geoderma*, 292, 59–86, 2017, https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002.

Mutsch, F und Leitgeb, E. "BioSoil – das europäische Waldboden-Monitoring", *BFW-Praxisinformation*, 20, 13–15, 2009, http://www.bfw.ac.at/webshop/index.php?controller=attachment&id_attachment=14.

Mutsch, F., Leitgeb, E., Hacker, R. et al. "Projekt BioSoil – Europäisches Waldboden-Monitoring (2006/07) Datenband Österreich", In *BFW Berichte*, 145. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), 2013.

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S. et al. "Climate–smart soils". *Nature*, 532, 49–57, 2016, https://doi.org/10.1038/nature17174.

Puettmann, K.J., Wilson, S.McG., Baker, S.C. et al. "Silvicultural alternatives to conventional even-aged forest management – what limits global adoption?", *Forest Ecosystems*, 2, 1–16, 2015, https://doi.org/10.1186/s40663-015-0031-x.

Russ, W. "Mehr Wald in Österreich", *BFW-Praxisinformation*, 24, 3–5, 2011.

Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C. et al. "*SDG Index and Dashboards Report 2017*". New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 2017, http://www.sdgindex.org/assets/files/2017/2017-SDG-Index-and-Dashboards-Report--full.pdf.

Schilling, C., Zessner, M., Kovacs, A. et al. "Stickstoff- und Phosphorbelastungen der Fließgewässer Österreichs und Möglichkeiten zu deren Reduktion", Österreichische *Wasser- und Abfallwirtschaft*, 63(5–6), 105–116, 2011, https://doi.org/10.1007/s00506-011-0295-5.

Schulze, E.-D., Körner, C., Law, B.E. et al. "Large-scale bioenergy from additional harvest of forest biomass is neither sustainable nor greenhouse gas neutral", *GCB Bioenergy*, 4(6), 611–616, 2012, https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01169.x.

Schwarzbauer, P., Huber, W., Stern, T. et al. "Auswirkungen einer Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen auf die Wirtschaftslage der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft", *Centralblatt für das gesamte Forstwesen,* 130(2), 61–83, 2013, http://www.forestscience.at/fileadmin/user_upload/pdf/CB1302_Schwarzbauer_etal_ENDE.pdf.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, 347(6223), 1259855, 2015, https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Stocker, T., et al. "Summary for policymakers", In IPCC (eds) *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*". Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2013, http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.

Sturmbauer, C., Berg, C. und Strauss, J. "Die biologische-ökologische Perspetive auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich", *KIOES-Opinions* 8: 71–84, 2018.

Thaler, S., Zessner, M., Mayr, M.M. et al. "Der Einfluss von Ernährungsgewohnheiten auf die Nährstoffbilanz Österreichs", Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 63(5–6), 117–128, 2011, https://doi.org/10.1007/s00506-011-0292-8.

Timmons, D.S., Buchholz, T. und Veeneman, C.H. "Forest biomass energy: assessing atmospheric carbon impacts by discounting future carbon flows", *GCB Bioenergy*, 8(3), 631–643, 2016, https://doi.org/10.1111/gcbb.12276.

Umweltbundesamt "*Elfter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*" = *Report*, REP-0600. Wien: Umweltbundesamt, 2016, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0600.pdf.

WBGU "*Zivilisatorischer Fortschritt innerhalb planetarischer Leitplanken*", In *Politikpapier*, 8. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), 2014, http://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu.de/templates/dateien/veroeffentlichungen/politikpapiere/pp2014-pp8/wbgu_politikpapier_8.pdf.

WBGU "*Sondergutachten. Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I. – Ein Beitrag zur deutschen G20-Präsidentschaft 2017*". Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung (WBGU), 2016, http://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu.de/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sg2016/wbgu_sg2016.pdf.

Zessner, M., Helmich, K., Thaler, S. et al. "Ernährung und Flächennutzung in Österreich", *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft,* 63(5–6), 95–104, 2011, https://doi.org/10.1007/s00506-011-0293-7.

Zimov, S.A., Schuur, E.A.G. und Chapin III, F.S. "Permafrost and the global carbon budget", *Science*, 312(5780), 1612–1613, 2006, https://doi.org/10.1126/science.1128908.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 53–59.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

Luftqualität und Gesellschaft

Anne Kasper-Giebl

Luft ist eine Lebensgrundlage. Mehr noch als von Nahrung ist der Mensch von der ständigen Verfügbarkeit von Atemluft abhängig. Entsprechend schwierig ist es, sich vor Verunreinigungen in dieser Atemluft zu schützen. Diese Abhängigkeit von der Umgebungsluft besteht nicht nur für den Menschen, sondern auch für andere Schutzgüter, wie Tiere und Pflanzen. Auch Kultur- und Sachgüter stehen in ständiger Wechselwirkung mit der sie umgebenden Luft.

Verunreinigungen der Atemluft umfassen gasförmige und partikuläre Luftschadstoffe. Diese können bereits als natürliche Beimengungen in der sauberen Atmosphäre vorhanden sein. Oft erhöht aber die menschliche Aktivität die Konzentrationswerte auf ein schädliches Maß. So entstehen direkte negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Pflanzenschäden und über den Stoffeintrag auch indirekte Auswirkungen auf Böden, Pflanzen und die Biodiversität (WHO 2006, WHO 2013, EEA 2017). Über das atmosphärische Aerosol (Feinstaub), aber auch durch kurzlebige Klimagase und generell die enge Verknüpfung der Emissionen klassischer Luftschadstoffe und von Treibhausgasen, ergibt sich eine unmittelbare Anbindung der Luftqualität an Fragen des Klimawandels.

Situation in Österreich

Aktuell treten in Österreich für die Luftschadstoffe Stickstoffoxide (zusammengefasst als NO_x), Feinstaub (PM10), sowie Benzo(a)pyren als Inhaltsstoff des Feinstaubs und für Ozon (O_3) Überschreitungen der nationalen bzw. von der EU vorgegebenen Immissionsgrenzwerte (IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997; Ozongesetz BGBl. Nr. 210/1992) auf. Hinsichtlich der Emissionsmengen werden speziell für NO_x, aber auch für Ammoniak (NH_3) die erlaubten Emissionshöchstmengen (NEC-Richtlinie, RL 2001/81/EG; EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003) überschritten.

Diese Problematik ist bekannt. Maßnahmen zur Reduktion der Immissionskonzentrationswerte und der Emissionsmengen der genannten Luftschadstoffe wurden und werden auf lokaler, nationaler oder europaweiter Ebene definiert und sind auf den Webseiten der Länder und des Umweltbundesamtes beschrieben. Auf europäischer Ebene befasst sich das CAFE Programm (Clean Air for Europe) mit den Auswirkungen von Luftschadstoffen und entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Situation[1]. Oft greifen die zur Verbesserung der Luftqualität notwendigen Maßnahmen in die Lebensgewohnheiten der Bevölkerung ein. Entsprechend ist die Umsetzung auch mit einer gesellschaftlichen Diskussion verbunden.

Die Konzentrations- und Emissionstrends der genannten Luftschadstoffe in Österreich sind in den Berichten des Umweltbundesamtes und der zuständigen Behörden der Landesregierungen im Detail dokumentiert (z. B. Umweltbundesamt, 2016). Für einige Luftinhaltsstoffe sind Konzentrations- und Emissionstrends rückläufig. Trotzdem wird die Problematik möglicher Überschreitungen der Grenzwerte in den nächsten Jahren bestehen bleiben, da die Reduktionen nur langsam erfolgen. Für NH_3 ist kein rückläufiger Trend zu erkennen. Die vorherrschenden Immissionskonzentrationen dieser Komponente verursachen zwar keine unmittelbar negativen Aus-

1 http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm

wirkungen auf die Gesundheit des Menschen, sind aber im Hinblick auf die Partikelbildung oder den Stickstoffeintrag von großer Bedeutung. Für O_3 werden unterschiedliche Trends bestimmt, je nachdem welche Gebiete betrachtet werden und ob die mittlere Belastung, oder das Auftreten von Belastungsspitzen bewertet wird (Gilge et al., 2010, Umweltbundesamt, 2017). Zudem können gerade bei Ozon neuere Erkenntnisse über Gesundheitsauswirkungen Diskussionen über neue Grenzwerte auslösen (Turner et al., 2016).

Für die Überschreitungen der Emissions- und Immissionswerte der Stickstoffoxide ist der Verkehrssektor von besonderer Bedeutung. Die in der jüngeren Vergangenheit dargestellten Unterschiede zwischen angeblichem und realem Emissionsverhalten dieselbetriebener Fahrzeuge stellen nur einen Aspekt der Probleme bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Verringerung der Emissions- und Immissionswerte dar. Zusätzlich werden auch Stickstoffoxid-Emissionen aus Industrieanlagen, Anlagen zur Energiegewinnung und durch Kleinverbraucher wirksam. Die Stickstoffoxide stellen, gemeinsam mit Kohlenwasserstoffen, eine Vorläufersubstanz für das bodennahe Ozon dar. Hauptverursacher der Ammoniakemissionen ist die Landwirtschaft. Für Feinstaub werden unterschiedliche Verursacher wirksam. Einerseits können Stäube direkt emittiert werden, wobei Industrie, Verkehr, Kleinverbraucher (Energiegewinnung und Raumheizung) und die Landwirtschaft als Emissionsquellen genannt werden. Andererseits erfolgt die Bildung von Feinstaub aus gasförmigen Vorläufersubstanzen, wodurch erhöhte Emissionen von Stickstoffoxiden und Ammoniak die Bildung von Feinstaub verstärken.

Werden emissionsmindernde Maßnahmen in einem der genannten Sektoren getroffen, so ist vielfach von einer gemeinsamen Reduktion mehrerer Luftschadstoffe auszugehen. Dies gilt speziell dann, wenn die Maßnahmen auf die Aktivität einer Quelle abzielen. Werden nur die Emissionsfaktoren verändert, so können Reduktionsmaßnahmen für einen speziellen Luftschadstoff im ungünstigen Fall zu einer erhöhten Emission einer anderen Komponente führen.

Gleichzeitig können bei der Reduktion eines Luftschadstoffs in mehreren Bereichen (Gesundheit, Schutz der Vegetation, Biodiversität und Klima) positive Veränderungen erzielt werden. Als Beispiel für solche Synergieeffekte werden die Stickstoffoxide erwähnt. Geringere Immissionskonzentrationswerte von NO_x reduzieren zunächst die negativen Gesundheitsauswirkungen. Da Stickstoffoxide Vorläufersubstanzen für das atmosphärische Aerosol sind, verringert sich bei einer Abnahme der Konzentrationswerte die Partikelbildung und damit die Feinstaubkonzentration. Auch wird der Stickstoffeintrag durch eine Abnahme der NO_x-Folgeprodukte (Salpetersäure, partikuläres Nitrat) vermindert. Da NO_x eine Vorläufersubstanz für Ozon darstellen, sind auch in dieser Hinsicht positive Effekte zu erwarten, wiewohl die Ozonbildung nicht unter allen Bedingungen linear verläuft und das lokale Verhältnis von Stickstoffoxiden zu Kohlenwasserstoffen zu beachten ist (Sharma et al., 2017, Finlayson-Pitts & Pitts, 2000).

Vermächtnisrisiken – Lebenszeit von Luftschadstoffen, Langfristigkeit und Verfrachtung

Die zuvor genannten Luftschadstoffe haben eine Lebensdauer von Stunden bis zu mehreren Tagen. Diese Lebenszeit ist sowohl durch chemische Reaktionen in der Troposphäre gegeben, als auch durch die Entfernungsmechanismen der nassen oder trockene Deposition (d. h. den Stoffeintrag).

Aufgrund der verhältnismäßig kurzen Lebenszeit führen emissionsmindernde Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Fahrverbote, rasch zu einer Reduktion der Immissionswerte und damit zu einer Verbesserung der Luftqualität. Ein weiteres Beispiel wären die emissionsmindernden Maßnahmen zur Reduktion von Schwefeldioxid (SO_2), die in den vergangenen Jahrzehnten in weiten Gebieten Europas erfolgten. Hier konnte ein deutlicher Rückgang der Immissionskonzentrationswerte beobachtet werden, wobei auch grenzüberschreitende Effekte zu berücksichtigen sind (Giannitrapani et al., 2006). Auf den ersten Blick erscheint somit keine Langfristigkeit der Problematik gegeben.

Die enge Anbindung mancher emissionsmindernder Maßnahmen an technologische Entwicklungen, bzw. die Lebenszeit der im industriellen aber auch privaten Bereich eingesetzten Anlagen verändert die Zeitskala, da auch grundsätzlich rasch wirksame Maßnahmen nicht von einem Tag auf den anderen umgesetzt werden können. Auch gesellschaftliche

Prozesse, wie das oft langsame Umlernen von Verhaltensmustern und Gewohnheiten, zum Beispiel im Bereich der Mobilität aber auch im Bereich der Landwirtschaft oder dem Einsatz von Heizsystemen, tragen zur Verlängerung der Zeitskala bei.

Noch deutlicher wird diese Langfristigkeit, wenn die Auswirkungen der primären Luftschadstoffe oder deren Folgeprodukte auf das Ökosystem (z. B. Pflanzenschäden, Säureeintrag, Stickstoffeintrag, Verlust der Biodiversität) und die menschliche Gesundheit betrachtet werden. Hier werden viel längere Zeitskalen offensichtlich (z. B. Baldigo et al., 2016, Marx et al., 2017). Es können Vermächtnisse entstehen, die in ihrer Wirkung nicht mehr einschätzbar sind, oder zumindest die Voraussetzungen für zukünftige Entscheidungsfindungen massiv beeinflussen. Gemäß der Definitionen von Winiwarter & Schmid (2008) können sich gutartige Vermächtnisse zu problematischen, vielleicht sogar heimtückischen Vermächtnisse verändern.

Neben der weiten Zeitskala (kurzfristige Effekte aufgrund der verhältnismäßig geringen Lebensdauer einiger Luftschadstoffe und langfristige Effekte aufgrund der Auswirkungen auf das Ökosystem und der Wirksamkeit einzelner emissionsmindernder Maßnahmen) ist auch eine weite Raumskala zu berücksichtigen. Luftschadstoffe kennen keine nationalen Grenzen. Im luftgetragenen Zustand erfolgt eine rasche Verfrachtung der Luftschadstoffe in der Troposphäre, sodass auch bei einer Lebenszeit von einigen Stunden bis zu wenigen Tagen eine grenzüberschreitende Beeinflussung der Umwelt gegeben ist. Während der Verfrachtung kann es zu einer Umwandlung der primären Luftschadstoffe in Folgeprodukte (sekundäre Luftschadstoffe, z. B. Ozon oder Feinstaub) kommen. Die Auswirkungen dieser Folgeprodukte betreffen dann ausschließlich Gebiete, die von der eigentlichen Emission der Luftschadstoffe getrennt sind.

Entsprechend sind die Emission von Luftschadstoffen und die daraus entstehende mangelnde Luftqualität nicht nur als nationale Probleme zu behandeln, sondern betreffen die Staatengemeinschaft, wie in der Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) und den zugehörigen Protokollen dargestellt.

Auch der globale Handel kann zu einer „Verfrachtung“ von Luftschadstoffen führen. Der Import von Gütern bedingt, dass es in manchen Ländern zur Emission von Luftschadstoffen kommt, die entstandenen Güter aber in anderen Ländern nutzbringend verwendet werden. Solche „Spillovers“ führen auch zur Auslagerung von Probleme mit der Luftqualität und werden beispielsweise von Sachs et al. (2017) bei der Erstellung des SDG-Index als Indikatoren verwendet.

Alle Luftschadstoffe, für die in Österreich Grenzwertüberschreitungen gemessen werden, sind den Themenbereichen zuzuordnen für die gemäß Rockström et al. (2009) die ökologischen Belastungsgrenzen der Erde (Planetary Boundaries) überschritten sind (Stickstoffkreislauf, Verlust der Biodiversität, Klimawandel) oder nach derzeitigem Wissensstand keine Abschätzung gegeben werden kann (Atmosphärisches Aerosol). Die Verbindung dieser ökologischen Belastungsgrenzen mit gesellschaftlichen Ansprüchen und Grenzen im Oxfam Donut (Raworth, 2012) unterstreicht die Notwendigkeit, globale Lösungsansätze zu suchen und der sozialen Gerechtigkeit eine größere Bedeutung zu geben. So ist eine direkte Anbindung der Fragen zur Luftqualität mit dem UN-Aktionsplan „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“, beziehungsweise den Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDGs) gegeben.

Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Luftqualität – Vernetzung und Konflikte

Zuvor wurden die Energiegewinnung, industrielle Prozesse, Verkehr und Landwirtschaft als bedeutende Emissionsquellen für Grenzwertüberschreitungen von Luftschadstoffen in Österreich genannt. Diese haben unmittelbare negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und über den Stoffeintrag auf das Ökosystem, d. h. auf Pflanzen, Böden und damit verbunden die Biodiversität, sowie auf das Klima. Aus diesen Angaben zu den Emissionsquellen und den Auswirkungen auf den Menschen und das Ökosystem folgt eine unmittelbare Verbindung der Fragen zur Luftqualität zu mehreren Nachhaltigkeitszielen. Es sind dies die SDGs 3 (Gesundheit und Wohlergehen), 7 (Bezahlbare und saubere Energie), 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), 11 Nachhaltige Städte und Gemeinden), 12 (Nachhaltiger Konsum und Produktion), 13 (Maßnahmen

zum Klimaschutz). Über die Nahrungsmittelproduktion und die Landwirtschaft / Landnutzung ist auch eine indirekte Anbindung an SDG 2 (Kein Hunger) und SDG 15 (Leben an Land) gegeben.

Besonders offensichtlich ist die Anbindung der Luftqualität an SDGs 3.9 und 11.6, da sich die Immissionsgrenzwerte am Schutz der menschlichen Gesundheit orientieren. Eine Abschätzung, wie viele Menschen in Österreich in Gebieten leben, in denen die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden erfolgt beispielsweise im 11. Umweltkontrollbericht (Umweltbundesamt, 2016) und betreffen die Schadstoffe NO_x, Ozon, Feinstaub und Benzo(a)pyren. Zusätzlich zur Überwachung der klassischen Luftschadstoffe fällt in diesen Bereich auch der umweltverträgliche Umgang mit Chemikalien während der Lebenszyklen von Konsumartikeln (SDG 12.4), da auch hier Emissionen in die Luft möglich sind.

Neben der Immissionsüberwachung, d. h. der Darstellung der Luftgüte in der Außenluft, stellt die Luftqualität in Innenräumen einen wesentlichen Beitrag zur Gesundheit dar, da sich Menschen den Großteil des Tages in Innenräumen aufhalten. Daher muss in diesem Zusammenhang auch SDG 3.a genannt werden. Durch den Nichtraucherschutz kann jedenfalls eine deutliche Verbesserung der Luftqualität und der Gesundheit erzielt werden. Auch die Notwendigkeit der Kontrolle weiterer Schadstoffe in der Innenraumluft und die Beratung der Bevölkerung zur Vermeidung hoher Belastungswerte ist zu erwähnen.

In der Folge werden für einzelne Sektoren Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Luftqualität dargestellt. Dabei können einzelne Maßnahmen in mehreren Bereichen zu positiven Effekten führen, aber es können auch Zielkonflikte auftreten. Dabei wird jeweils auf betroffene Nachhaltigkeitsziele der UN (Sustainable Development Goals, SDGs) hingewiesen.

Der ganzheitliche Zugang zu den zuvor genannten Punkten und die Berücksichtigung von Synergien sowie von Zielkonflikten erfordern jedenfalls eine umfassende Bildung, wie in SDG 4 (speziell SDG 4.7) gefordert. Investitionen in diesem Bereich nützen der Bewusstseinsbildung, der strategischen Planung und letztendlich der gemeinsamen Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltsituation, hier speziell der Luftqualität, aber auch der geforderte Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung (SDG 8.4).

Energiegewinnung (SDGs 7.2, 7.3,7.a, 13)

Das Klimaschutzabkommen von Paris (2015) sieht einen weitgehenden Verzicht auf fossile Energieträger bis zur Mitte des Jahrhunderts vor. Entsprechend sind Maßnahmen zur Energieeinsparung und Erhöhung der Energieeffizienz zu setzen, was eine gemeinsame Reduktion der Emission von Klimagasen und der klassischen Luftschadstoffe bedingen kann. Eine Verminderung der Emissionen von Stickstoffoxiden bedeutet auch einen verringerten Stickstoffeintrag und eine Reduktion der Partikelbildung (speziell der Bildung semivolatiler Komponenten in der kalten Jahreszeit).

Die notwendige Erhöhung des Anteils erneuerbarer Brennstoffe erfolgt in Österreich speziell durch den Einsatz von Biomasse, wie auch im Beitrag Böden und Nachhaltigkeitsziele (Jandl et al., 2018, 37–51) im Detail ausgeführt. Dies ist erstrebenswert, kann aber im Bereich der Energiegewinnung und speziell der Raumheizung mit Kleinanlagen zu einer Erhöhung der Feinstaubemissionen und auch der Emissionen organischer Spurenstoffe (Benzo(a)pyren) führen, was eine schlechtere Immissionssituation ergibt (Caseiro et al., 2009, Guerrairo et al., 2016). Der Einsatz moderner Technologien, überwacht durch ein kontinuierliches Monitoring der Emissions- und Immissionssituation, kann diese Problematik deutlich entschärfen (z. B. Klauser et al., 2018), sodass eine an sich erstrebenswerte Umstellung auf erneuerbare Energien und lokal verfügbare Brennstoffe nicht zu einer Verschlechterung der Luftqualität führt.

Bei der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energieträger ist auch auf die Erhaltung der natürlichen Lebensräume und der Biodiversität zu achten, wobei hier auch die derzeitige Situation unter Verwendung der fossilen Energieträger berücksichtigt werden muss.

Luftqualität in Ballungsräumen / Mobilität / Verkehr (SDGs 11.3, 11.6, 11.7, 11.a, 11.b)

Mehrere der in Österreich problematischen Luftschadstoffe sind stark mit den Themen Kfz- Verkehr und Mobilität verbunden. Überschreitungen der Grenzwerte für NO_x und / oder Feinstaub werden sowohl im urbanen Bereich, d. h. in Ballungsräumen, als auch entlang von Autobahnen verzeichnet. Betrachtet man den Feinstaub, so sind Grenzwert-

überschreitungen im urbanen Bereich häufig bereits durch eine hohen Hintergrundbelastung bedingt (Puxbaum et al., 2004, Lenschow et al., 2001). Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass letztlich auch diese Vorbelastung durch anthropogene Emissionen und die Verfrachtung der Luftschadstoffe hervorgerufen werden.

Maßnahmen zur Reduktion der NO_x und Feinstaubemissionen aus dem Sektor Mobilität / Verkehr umfassen die Entwicklung emissionsarmer Motoren, aber auch eine Änderung der Mobilitätsverhaltens und Aspekte der Stadtplanung und -gestaltung. Die Anlage und Erhaltung von Grünflächen kann dabei sowohl die Luftqualität beeinflussen, als auch andere Ökosystemleistungen unterstützen (Janhäll 2015). Grünflächen können auch die Anpassung an Auswirkungen des Klimawandels unterstützen. Auch im Hinblick auf die Förderung eines nachhaltigen Tourismus (SDG 8.9) sind Mobilitätskonzepte gefordert, die die Luftqualität nicht belasten, sondern verbessern.

Landwirtschaft – Böden und Vegetation
(SDGs 2.3, 2.4, 2.a, 15.1, 15.9, 15.a)

Emissionsmindernde Maßnahmen in der Landwirtschaft zielen vornehmlich auf eine Reduktion der Ammoniakemission (im Hinblick auf eine nachfolgende Bildung sekundärer Aerosolpartikel und den N-Eintrag) und der primären Staubemissionen (Landnutzung in landwirtschaftlichen Gebieten) ab. Die Reduktion der Freisetzung von Stickstoffverbindungen kann Eutrophierung und damit den Verlust der Biodiversität verringern. Maßnahmen zur Verringerung intensiver landwirtschaftliche Nutzung reduzieren auch die Emissionen von Klimagasen (N_2O).

Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele

Die nationalen Bestrebungen zur Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele (SDGs) werden im Rahmen des SDI Index and Dashboards Reports (Sachs et al., 2017) und des Berichtes Sustainable Development Goals: Are the rich countries ready? (Kroll, 2017) parametrisiert. Im Hinblick auf die Luftqualität wird Österreich besonders auf noch notwendige Verbesserungen hinsichtlich der Luftqualität in Städten hingewiesen, wobei hier speziell die Konzentrationswerte von Feinstaub (Fraktion PM2.5) angesprochen sind. Weniger offensichtlich ist der Zusammenhang mit Fragen zur Luftqualität bei der Bewertung des SDG 12, das zum Ziel hat, nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherzustellen. Auch hier besteht für Österreich gemäß der Bewertung von Sachs et al. (2017) Handlungsbedarf. Gründe dafür sind „Spillover-Indikatoren", die den über gängige Konsum- und Produktionsmuster bedingten Import von SO_2-Emissionen und reaktivem Stickstoff berücksichtigen. Während reaktiver Stickstoff, in der Form der Spurengase NO_x und Ammoniak auch in Österreich zu Überschreitung der Immissions- und Emissionsgrenzwerte führt und daher in diesem Text bereits behandelt wurde, liegen die Immissionskonzentrationswerte für SO_2 in Österreich deutlich unter den Grenzwerten. Die in den UN-Nachhaltigkeitszielen geforderte globale Betrachtung rückt allerdings auch für Österreich diesen „klassischen" Luftschadstoff wieder in das Zentrum der Aufmerksamkeit.

Literatur

Baldigo, B.P., Roy, K.M. und Driscoll, C.T. "Response of fish assemblages to declining acid deposition in Adirondack Mountain lakes, 1984–2012", *Atmospheric Environment*, 146, 223–235, 2016, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.06.049.

CAFE Programme "*Clean Air for Europe*". Brussels: European Commission, 2018, online publiziert, http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm; (aufgerufen 2018).

Caseiro, A., Bauer, H., Schmidl, C. et al. "Wood burning impact on PM10 in three Austrian regions", *Atmospheric Environment*, 43(13), 2186–2195, 2009, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.01.012.

CLRTAP "*The 1979 Geneva Convention on long-range transboundary air pollution*". Geneva: United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2012, http://www.unece.org/fileadmin//DAM/env/lrtap/lrtap_h1.htm.

EEA "*Air quality in Europe — 2017 report*". Copenhagen: European Environment Agency (EEA), *EEA Report*, 13/2017, 2017, https://doi.org/10.2800/358908.

Finlayson-Pitts, B. und Pitts Jr., J.N. (eds) "*Chemistry of the upper and lower atmosphere*". San Diego: Academic Press, 2000, https://www.sciencedirect.com/science/book/9780122570605.

Giannitrapani, M., Bowman, A., Scott, A. et al. "Sulphur dioxide in Europe: Statistical relationships between emissions and measured concentrations", *Atmospheric Environment*, 40(14), 2524–2532, 2006, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.12.052.

Gilge, S., Plass-Duelmer, C., Fricke, W. et al. "Ozone, carbon monoxide and nitrogen oxides time series at four alpine GAW mountain stations in central Europe", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 12295–12316, 2010, https://doi.org/10.5194/acp-10-12295-2010.

Guerreiro, C.B.B., Horálek, J., de Leeuw, F. et al. "Benzo(a)pyrene in Europe: Ambient air concentrations, population exposure and health effects", *Environmental Pollution*, 214, 657–667, 2016, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.081.

Jandl, R., Baumgarten, A. und Zechmeister-Boltenstern, S. "Böden und Nachhaltigkeitsziele", *KIOES Opinons*, 8, 37–51, 2018.

Janhäll, S. "Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion", *Atmospheric Environment*, 105, 130–137, 2015, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052.

Klauser, F., Schwabl, M., Kistler, M. et al. "Development of a compact technique to measure benzo(a)pyrene emissions from residential wood combustion, and subsequent testing in six modern wood boilers", *Biomass and Bioenergy*, 111, 288–300, 2018, https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.05.004.

Kroll, C. "*Sustainable Development Goals: Are the rich countries ready?*". Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, 2015, https://www.bertelsmann-stiftung.de/en/publications/publication/did/sustainable-development-goals-are-the-rich-countries-ready.

Lenschow, P., Abraham, H.J., Kutzner, K. et al. "Some ideas about the sources of PM10", *Atmospheric Environment*, 35(Suppl. 1), S23–S33, 2001, https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00122-4.

Marx, A., Hintze, S., Sanda, M. et al. "Acid rain footprint three decades after peak deposition: Long-term recovery from pollutant sulphate in the Uhlirska catchment (Czech Republic)", *Science of The Total Environment*, 598, 1037–1049, 2017, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.109.

Puxbaum, H., Gomiscek, B., Kalina, M. et al. "A dual site study of $PM_{2.5}$ and PM_{10} aerosol chemistry in the larger region of Vienna, Austria", *Atmospheric Environment*, 38(24), 3939–3958, 2001. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.12.043.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. et al. "A safe operating space for humanity", *Nature*, 461, 472–475, 2009, https://doi.org/10.1038/461472a.

Raworth, K. "A safe and just space for humanity – Can we live within the doughtnut?", In *Oxfam Discussion Papers*. Nairobi: OXFAM International, 2012, https://oxf.am/2FLvKDl.

Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C. et al. "*SDG Index and Dashboards Report 2017*". New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 2017, http://www.sdgindex.org/assets/files/2017/2017-SDG-Index-and-Dashboards-Report--full.pdf.

Sharma, S., Sharma, P. und Khare, M. "Photochemical reansport modelling of tropospheric ozone: A review", *Atmospheric Environment*, 159, 34–54, 2017, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.047.

Turner, M.C., Jerrett, M., Pope III, C.A., et al. "Long-term exposure and mortality in a large prospective study", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(10), 1134–1142, 2016, https://dx.doi.org/10.1164%2Frccm.201508-1633OC.

Umweltbundesamt "Elfter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich", In *Report*, REP-0600. Wien: Umweltbundesamt, 2016, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0600.pdf.

Umweltbundesamt "Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2016", In *Report*, REP-0605. Wien: Umweltbundesamt, 2017, www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0605.pdf.

Winiwarter, V. und Schmid, M. "Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch Johannes Colers "Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren", In T. Knopf (ed) *Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart*. Tübigen: Attempto Verlag, 158–173, 2008.

WHO "*WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005 – Summary of risk assessment*". Geneva: World Health Organization (WHO), 2006, http://www.who.int/iris/handle/10665/69477.

WHO "*Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project*". Copenhagen: World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe, *Technical Report*, 2013, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 61–70.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Klima und Gesellschaft

Helga Kromp-Kolb

Einleitung

Die Problematik Klimawandel stellt sich aus naturwissenschaftlicher Sicht wie folgt dar: Die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen (THG) führen zu erhöhten THG-Konzentrationen in der Atmosphäre, die ihrerseits den Strahlungshaushalt beeinflussen und so einen Temperaturanstieg bewirken. Temperaturänderungen ziehen Änderungen einer Fülle anderer Klimaparameter nach sich, wie etwa Feuchte, Niederschlag, Luftdruck und Wind. Diese Änderungen haben Auswirkungen auf praktisch alle natürlichen Systeme und die von Menschen organisierten, wie Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Tourismus, etc.. Die Frage der Auswirkungen des Klimawandels auf diese Systeme verknüpft naturwissenschaftliche Betrachtungen mit ökonomisch-gesellschaftlichen – die Menschen sind Betroffene des Klimawandels.

Die Fakten zum Klimawandel im engeren, naturwissenschaftlichen Sinn werden auf der globalen Ebene regelmäßig im ersten Band der Sachstandsberichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zusammenfassend dargestellt (z. B. IPCC 2013), für Österreich liegt ein erster Sachstandsbericht Klimawandel aus dem Jahr 2014 vor (APCC, 2014).

Eine umfassendere, systemische Betrachtungsweise des Klimawandels berücksichtigt notwendigerweise allerdings auch die Frage nach Ursachen für die THG-Emissionen und daher auch die Menschen in ihrer Zahl (Weltbevölkerung) und in ihren Lebensstilen als Verursacher des Klimawandels.

Den Klimawandel hinanzuhalten und seine Auswirkungen zu begrenzen ist daher auch eines der Ziele der Agenda 2030. Dieses Ziel (SDG 13) sieht vor, dringend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen zu ergreifen. Die UNO begründet die Wahl dieses Ziels ausführlich. Der Klimawandel, so die UN, betreffe jedes Land auf jedem Kontinent. Er beeinträchtige Volkswirtschaften und das Leben, und verursacht Menschen, Gemeinden und Ländern heute bereits Kosten, die in Zukunft noch steigen werden. Die UN weist deutlich darauf hin, dass die Menschheit bereits jetzt erhebliche Auswirkungen des Klimawandels, darunter steigende Meeresspiegel und extremere Wetterereignisse verspürt. Ohne Maßnahmen gegen Treibhausgasemissionen wird die durchschnittliche Oberflächentemperatursteigerung der Erde in diesem Jahrhundert 3 Grad Celsius deutlich überschreiten, wobei in einigen Regionen der Welt eine noch stärkere Erwärmung zu erwarten ist. Die Ärmsten und Schwächsten sind, auch darauf wird hingewiesen, am stärksten betroffen.

Der Klimawandel sei, so die UNO, eine globale Herausforderung, die nationale Grenzen nicht respektiert. Emissionen überall beeinflussen Menschen überall. Das Problem erfordere daher Lösungen, die auf internationaler Ebene koordiniert werden müssen, und internationale Zusammenarbeit, um den Entwicklungsländern beim Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft und bei der Anpassung an die bereits spürbaren Folgen des Klimawandels zu helfen.

Als Basisdokument nennt die UNO das Pariser Klimaabkommen, das am 4.11.2016 in Kraft trat[1]. Es wird auf S. 63 f. näher vorgestellt.

Langfristigkeit und Vermächtnisrisiken

Zeitskalen

Klimawandel ist, am menschlichen Maß gemessen, ein Langfristphänomen. Die astronomisch bedingten Klimazyklen der letzten 600.000 Jahre bewegen sich in der Größenordnung von zehntausenden bis hunderttausend Jahren. Das geologische Zeitalter des Holozäns, in dem wir uns derzeit befinden, wurde ob der 10.000 Jahre relativ konstanter Temperatur definiert. Für praktische Fragen der Gegenwart sind diese Zeiträume nicht relevant.

Das rezente Klima wird mittels Mittelwerten, Extremwerten und Häufigkeitsstatistiken bezogen auf einen 30-jährigen Zeitraum beschrieben. In Wien bewegte sich die mittlere 30-jährige Jahresmitteltemperatur (abgesehen von einem Ausreisser) seit Beginn der Messungen im Jahr 1771 innerhalb einer Bandbreite von 0,4 °C, aber innerhalb der letzten 30 Jahre ist sie um mehr als 1 Grad gestiegen (Histalp-Datensatz der ZAMG[2]). Extremwerte zeichnen sich dadurch aus, dass sie selten auftreten. Statistisch signifikante Häufigkeitsänderungen von Extremwerten sind daher über derart kurze Zeiträume nach den heutigen Regeln der Bewertung statistischer Verteilungen nicht nachzuweisen. Diesen statistisch noch nicht signifikanten Verschiebungen der Extremwerte, die jedoch im Einklang mit aufgrund physikalischer Überlegungen erwarteten Änderungen stehen, müsste mehr Gewicht verliehen werden (Oreskes & Conway, 2014).

Projektionen und der Umgang mit dem Unerwarteten

Die WissenschafterInnen haben gelernt, die Unsicherheiten systematisch offenzulegen und dabei zwischen jenen Unsicherheiten, die auf die (mangelhafte) Datenlage zurückzuführen sind, und solchen, die daraus entstehen, dass sich die WissenschafterInnen in der Interpretation der Daten nicht einig sind, zu unterscheiden (IPCC, 2013, USGCRP, 2017).

Problematisch ist die Datenlage hisichtlich sehr kleinräumiger Ereignisse und hinsichtlich sehr seltener, extremer Ereignisse. Dies stellt in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit ein besonderes Problem dar, weil gerade diese Ereignisse auf besonderes Interesse stoßen und auch wirtschaftlich kurzfristig von großer Bedeutung sind (Steininger et al., 2014).

Während die erwarteten Temperaturänderungen durch alle Sachstandsberichte seit 1990 hindurch ziemlich konsistent sind, wurden die Aussagen zum Niederschlag immer wieder revidiert. Dies hing ursprünglich damit zusammen, dass die Modelle erst im Laufe der Zeit in der Lage waren, die Ozeane und die Ozeanströmungen einigermaßen realitätsnah zu simulieren. Jetzt hängt die Zuverlässigkeit der Niederschlagsprognosen u. a. mit der noch nicht richtigen Erfassung der Durchmischung der Ozeane und mit der Problematik der Erfassung kleinräumiger, aber starker Niederschlagsereignisse zusammen.

Ein besonderes Problem stellt die Frage des Meeresspiegelanstieges dar, vor allem weil die Dynamik der großen Eismassen nicht verlässlich verstanden wird. In den letzten Jahren ist hier eine systematische Korrektur des erwartenden Meeresspiegelanstieges nach oben festzustellen. Der Climate Science Special Report 2017 geht von einem möglichen Anstieg von 30 bis 130 cm in diesem Jahrhundert aus (USGCRP, 2017). Hansen und Koautoren leiten aus Beobachtungsdaten einen nichtlinearen Anstieg ab, der innerhalb von 50 Jahren 1 m und im folgenden Jahrzehnt nochmals 1,4 m betragen könnte (Hansen, et al., 2016).

Die Frage des Unerwarteten, dessen was aus den derzeitigen Klimamodellen nicht abgeleitet werden kann, beschäftigt die WissenschafterInnen durchgängig, aber mit wechselndem Gewicht. Die IPCC-Berichte sind diesbezüglich besonders zurückhaltend, was auch mit der Notwendigkeit, innerhalb der Autorenschaft der entsprechenden Kapitel Konsens erzielen zu müssen, zusammenhängen kann. Wie Oreskes & Conway (2014) feststellen, gilt es in der Naturwissenschaft als weniger problematisch, ein Ereignis, das eintritt, nicht vorhergesagt zu haben,

1 https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change-2/

2 www.zamg.ac.at/histalp/

als ein Ereignis vorherzusagen, dass dann ausbleibt. Für Risikobetrachtungen, nicht nur im Zusammenhang mit dem Klimawandel, ist diese Kultur kontraproduktiv, verdeckt sie doch die Betrachtung der schlimmsten Fälle.

Beherrschbarkeit des Klimawandels

Die Temperatur-, Druck-, Niederschlagswerte und andere meteorologische Klimagrößen sind das Resultat der Interaktion einer Vielzahl von Systemen und Prozessen mit sehr unterschiedlichen Zeitskalen. So vergehen Jahrtausende, bis Eismassen und Permafrost bei veränderten Temperaturen in einen neuen Gleichgewichtszustand kommen, Vegetationszonen verschieben sich in Jahrhunderten und die dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre reagieren innerhalb von Tagen oder Stunden.

Das ist deshalb bedeutsam, weil all diese Systeme in Wechselwirkung stehen und ihre Änderungen einerseits klimawandelbedingt sind, sie aber ihrerseits den Klimawandel beeinflussen. Positive und negative Rückkoppelung sind ein zentraler Bestandteil des Klimasystems. Sie machen es unmöglich, von einer klar definierten Reaktionszeit des Klimas zu sprechen, im Sinne von „nach Ende der Treibhausgasmissionen stabilisiert sich das Klima innerhalb von x Jahren". Vielmehr ist es eine entscheidende, wissenschaftlich bisher nicht eindeutig beantwortete Frage, ob das Klimasystem auf jedem beliebigen Temperaturniveau stabilisiert werden kann. Eine in der Literatur häufig genannte Grenze, jenseits der eine Stabilisierung möglicherweise wegen der dem System innewohnenden selbstverstärkenden Prozesse nicht mehr möglich ist, sind 2°C Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau. Wird diese Grenze überschritten, so die Befürchtung, würden auch drastische Emissionsreduktionsmaßnahmen eine kontinuierlich zunehmende Erwärmung nicht mehr verhindern können (Lenton et al., 2008; Kopp et al., 2017). Diese Überlegungen führen zu ethischen und auch rechtlichen Fragen, vor allem bedeuten sie bei Anwendung des Vorsorgeprinzips, dass Treibhausgasemissionen so rasch wie möglich reduziert werden müssen.

Im Falle des Klimawandels geht es also nicht nur um langfristige Folgen gegenwärtigen Handelns, sondern um Vermächtnisrisiken im Sinne von Winiwarter und Schmid (2008).

Das Pariser Abkommen

Die auf globaler Ebene erforderlichen Minderungen wurden 2015 im Pariser Klimaabkommen festgehalten. In der Vereinbarung einigten sich alle teilnehmenden Staaten darauf, den weltweiten Temperaturanstieg auf 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen, wobei angesichts der großen Risiken 1,5 °C anzustreben seien. Die Umsetzung des Übereinkommens von Paris ist wesentlich für die Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung und bietet eine Roadmap für Klimaschutzmaßnahmen, die die Emissionen verringern und die Klimaresistenz stärken.

Nach dem IPCC Bericht 2013 können die 2 °C nur eingehalten werden, wenn die Gesamtmenge an emittiertem CO_2 3.200 Gt nicht übersteigt, bei 1,5 °C entsprechend weniger. Bisher wurden weltweit bereits etwa 2.200 Gt CO_2 emittiert, sodass noch ein Puffer von rund 1.000 Gt CO_2 verbleibt (WBGU, 2009; aktualisiert). Legt man diese Menge auf Österreich nach dem Schlüssel der Bevölkerung um, ergibt sich rund 1 Gt, die bei heutigen Treibhausgasemissionen in Österreich in 13 Jahren, also etwa 2030, aufgebraucht wäre. Dieser Zeitraum kann in ethisch vertretbarer Weise nur verlängert werden, wenn die Emissionen möglichst rasch und möglichst stark reduziert werden.

Die Industrieländer haben zwar den bisherigen Klimawandel verursacht, aber die Entscheidung, wie es in Zukunft weitergeht, liegt bei den Schwellen- und Entwicklungsländern. Deren Pro-Kopf-Emissionen sind zwar weit niedriger als jene der Industrieländer, aber sie haben die wesentlich größere Bevölkerung und sowohl deren Bevölkerung als auch deren Pro-Kopf-Emissionen wachsen infolge ihrer Entwicklung stark. Allerdings entstehen deren Emissionen auch zu einem wesentlichen Teil bei der Extraktion von Rohstoffen und Produktion von Gütern für die Industriestaaten. Die nach Österreich importierten Waren verursachen z. B. netto noch einmal ca. 40 % der Emissionen, die in Österreich erzeugt werden (APCC 2014). Solche „Spillover"-Effekte, die durch die globale Verflechtung der Handelsströme in fast allen Staaten die Bilanz massiv verändern, gilt es bei jeder Betrachtung auf nationalstaatlicher Ebene zu berücksichtigen.

Darüber hinaus haben die Industriestaaten die Verantwortung zu demonstrieren, dass es ihnen mit

den Klimaschutzmaßnahmen ernst ist, zumal sie im Besitz der notwendigen Technologien sind und sich diese besser leisten können als Schwellen- und Entwicklungsländer. Das Pariser Abkommen trägt diesen Umständen Rechnung, indem es die Dotierung des Green Climate Fund (Klimafonds der UN) vorsieht, über den die Verursacher des Klimawandels finanziell zur Lösung des Problems beitragen sollen indem sie den Entwicklungsländern z. B. ermöglichen, ihre weitere Entwicklung statt auf fossile Energien gleich auf Erneuerbare zu stützen.

Handlungsmöglichkeiten in Österreich

Reaktionen und Maßnahmen

Auf den Klimawandel kann man auf unterschiedliche Weise reagieren. Eine Option ist, ihn zu leugnen. Nach den Analysen von Oreskes und Conway (2009) geht es bei den „Denialists" (Klimaleugnern) in den USA und anderen, vor allem englischsprachigen Ländern, in erster Linie nicht um Zweifel an den wissenschaftlichen Ergebnissen der Klimaforschung, sondern darum, staatliche Eingriffe in die Wirtschaft und den Lebensstil zu verhindern. Da der Klimawandel nicht ohne staatliche Eingriffe lösbar ist, muss dieser geleugnet werden. Klein (Klein, 2014) betont, dass die Klimaleugner wie kaum eine andere Gruppe in den USA verstanden hätten, wie tiefgreifend die Eingriffe zum Klimaschutz sein müssten, und wie sehr dadurch ihre neo-liberale Ideologie gefährdet sei. Deshalb müssten sie den Klimawandel leugnen.

Eine andere Option ist, den Klimawandel einzugestehen und Minderungsmaßnahmen in Angriff zu nehmen. In Anlehnung an Stern (2006) können die Möglichkeiten zur Minderung von Treibhausgasemissionen in vier Kategorien zusammengefasst werden:

- Bedafssenkung an emissionsintensiven Gütern und Dienstleistungen
- Steigerung der Ressourceneffizienz
- Emissionsmindernde Maßnahmen im Nicht-Energiebereich, z. B. in der Landwirtschaft, und
- Umstieg auf erneuerbare Energiequellen.

Das größte Potential in den industrialisierten Ländern liegt bei der Bedarfssenkung, erst danach folgt die Effizienzsteigerung. Effizienzsteigerung hat in Form von „negativer" Energie in den letzten Jahrzehnten in Europa mehr zum Wirtschaftswachstum beigetragen als Erneuerbare Energien und Kernenergie zusammen. Dennoch wird vor allem über technologische Lösungen im Bereich der Energiebereitstellung nachgedacht. In Wellen wird auch die Kernenergie vehement als Lösung des Klimaproblems propagiert. Ohne auf Sicherheitsaspekte und auf ökonomische Argumente einzugehen, sei hier nur darauf hingewiesen, dass kerntechnische Lösungen – Fusion und Fission – jedenfalls zu spät kämen (Kromp-Kolb, 2007).

Als dritte Option wird auch diskutiert, in das Klimasystem einzugreifen, indem man gezielt den Strahlungshaushalt der Erde z. B. durch Spiegel oder künstliche Aerosole beeinflusst, oder indem man mit großmaßstäblichen Methoden Kohlenstoff aus der Atmosphäre entfernt, etwa durch „Carbon Capture and Storage (CCS)" (NAS 2015a, 2015b). Der Reiz dieser Ansätze ist, dass die noch vorhandenen Reserven an Kohle, Öl und Gas genutzt werden könnten, ohne den Klimawandel zu beschleunigen. Sie werden deshalb vor allem von Ländern mit Reserven fossiler Energieträger beforscht. Im großen Stil einsatzfähig ist noch keines dieser Verfahren. Praktisch alle kranken auch daran, dass sie, wenn einmal eingesetzt, ständig weitergeführt werden müssen, da sonst ein sprunghafter Anstieg der Temperatur zu befürchten wäre (Planungsamt der Bundeswehr, 2012). Sie steigern damit die Vermächtnisrisiken des Klimawandels noch weiter.

Klimawandel ist auch kein isoliertes Problem: Artenverlust, Versauerung der Ozeane, und andere sogenannten „Grand Challenges" gehen ebenfalls auf die Übernutzung von Ressourcen zurück (Steffen et al. 2015). Diesen gemeinsamen Kern rührt Klima-Geoengineering nicht an und kann daher zur Lösung der anderen Probleme nichts beitragen.

Anpassungsmaßnahmen stellen eine weitere Option dar, auf den Klimawandel zu reagieren. Bei all jenen Maßnahmen, die lange Planungs- oder Amortisationszeiten haben, wie etwa bei Hochwasserschutzbauten, ist es besonders wichtig, die langfristigen Klimaänderungen im Blick zu haben. Natürliche Systeme passen sich kontinuierlich an den Klimawandel an, bis ihre Kapazitätsgrenze entweder hinsichtlich der Größe oder der Geschwindigkeit der Änderung überschritten ist.

Da praktisch alle Wirtschaftssektoren direkt oder indirekt klimaabhängig sind, sind viele verschiedene Anpassungsleistungen nötig. Im Land- und Forstwirtschaftssektor ist dies offenkundig, aber es sind auch Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft, Versicherungswirtschaft, Tourismus, der Gesundheitssektor etc. betroffen. Daraus ergibt sich, dass eine Vielzahl von SDGs ebenfalls berührt werden, Insbesondere auch die themenübergreifenden, wie z. B. die SDGs 6, 8, 11, 12 und 16.

Anpassungsmaßnahmen haben meist eher lokalen bis regionalen Charakter und müssen auf die jeweiligen Verhältnisse zugeschnitten werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Anpassungsmaßnahmen den Klimawandel nicht beschleunigen (wie z. B. mit fossiler Energie betriebene Beschneiungsanlagen) und dass sie sich nicht am jeweils aktuellen Klima orientieren, sondern an dem zu erwartenden künftigen Klima (z. B. Hochwasserschutz).

In der Praxis müssen sowohl Minderungs- als auch Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden.

Situation in Österreich

In Österreich sind vor allem handlungsskeptische Argumente für den Umgang mit dem Klimawandel von Relevanz. Zu beobachten ist eine Pattstellung zwischen den verschiedenen Lösungspräferenzen, die nur durch Auflösung der „Entweder-oder-Logik" hin zu einer „Sowohl-als-auch-Logik" überwunden werden kann. Ein Lösungsportfolio, das auf der einen Seite technologisch innovative Maßnahmen gegen den Klimawandel und auf der anderen Seite Änderungen unseres Lebensstils beinhaltet, könnte die Pattstellung beider Seiten aufbrechen (Pfosser, 2014).

Wie bei anderen Umweltthemen und der Umsetzung der SDGs in ihrer Gesamtheit, spielt auch der sozialpartnerschaftliche Ansatz Österreichs eine Rolle, denn sozialpartnerschaftliche Interessensorganisationen nehmen Klimaschutzmaßnahmen als Bürde wahr und lehnen diese folglich ab. Inhalt und Reichweite von Klimaschutzmaßnahmen werden unter Ausschluss der Öffentlichkeit, dem Parlament vorgelagert, ausgehandelt, wodurch eine pluralistische Diskussion unterbleibt (Pfosser, 2014).

Wiewohl seit 2002 jeweils aktualisierte Klimastrategien für Österreich vorliegen, steigen die Treibhausgasemissionen in Österreich weiter. Das Kyoto-Ziel, das Österreich im Rahmen des burden-sharing hätte erreichen sollen, wurde nur mit Zukauf von Zertifikaten erreicht. Eine an die Erfordernisse des Pariser Klimaabkommens angepasste Klima- und Energiestrategie wurde vor kurzem vorgelegt und soll noch im ersten Halbjahr 2018 beschlossen werden.

Dass die Emissionen nicht noch stärker ansteigen, ist in erster Linie den Aktivitäten auf der Ebene von Gemeinden und Regionen, sowie Einzelpersonen und Firmen zu verdanken. Insbesondere der staatliche Klima- und Energiefonds hat sehr viel zu Klimaschutzmaßnahmen auf diesen Ebenen beigetragen. Auch auf Landesebene sind Erfolge zu verzeichnen – so sind einige Bundesländer hinsichtlich der Stromproduktion vollständig auf erneuerbare Energieträger umgestiegen. Kernbereiche wie Raumplanung und Mobilität bleiben aber oft von Klimaschutzmaßnahmen ausgenommen.

Bezüglich Geo-Engineering vertritt Österreich die Position, dass andere Maßnahmen zielführender und weniger riskant sind, und lehnt daher Geo-Engineering als Teil der Klimapolitik ab.

Österreich zählt zu den ersten Ländern, die eine „Strategie zur Anpassung an den Klimawandel" (2012) umgesetzt haben. Im Jahr 2016 wurde sie auf Basis neuer wissenschaftlicher Ergebnisse, wesentlicher Erkenntnisse der ersten Jahre und entsprechend aktueller politischer Entwicklungen aktualisiert. Sie soll nachteilige Auswirkungen des Klimawandels auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft vermeiden und sich ergebende Chancen nutzen helfen. Sie bildet einen bundesweiten übergeordneten Handlungsrahmen, aus dem konkrete Maßnahmen in unterschiedlichen Bereichen abgeleitet werden können. Die Umsetzung der Strategie erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern.[3] In zunehmendem Maße wird den einzelnen Sektoren und Regionen die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen bewußt, da die Zahl der Extremereignisse mit hohen Kosten für die öffentliche Hand oder Private steigt. Der Klima- und Energiefonds unterstützt seit 2018 die Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie in Modellregionen durch Beratungsleistungen.

3 http://www.klimawandelanpassung.at/ms/klimawandelanpassung/de/kwa_politik/kwa_oesterreich/

Klimawandel, Weltbevölkerung und Wirtschaftsweise

Der Mensch ist zur größten gestaltenden Kraft in der Natur geworden; er formt die Natur in nie gekannter Weise und wird dies weiterhin tun (Crutzen, 2002). Der Klimawandel ist ein Symptom für die Übernutzung der Ressourcen des globalen Ökosystems, das gemeinsame Problem aller von (Steffen et al., 2015) behandelten Eingriffe in die Natur.

Von Barry Commoner (1972) stammt der Vorschlag, das Ausmaß der Nutzung von Ressourcen, bzw. die Auswirkung dieser Nutzung auf die Natur (**I**mpact) als Resultat der Multiplikation der Zahl der Menschen (**P**opulation), mit deren „Lebensstil" (**A**ffluence) und deren Technologie (**T**echnology) zu messen: I=P*A*T. Im Falle des Klimawandels ist es sinnvoll, den Faktor „Technologie" in die Faktoren „Technologie" und „Energieträger" aufzuspalten. Die Zahl der Menschen hat sich seit 1950 etwa verdreifacht. Neueste Prognosen der UN gehen davon aus, dass Ende des Jahrhunderts 11,2 Milliarden Menschen leben werden (UN, 2015), deutlich mehr als noch vor einigen Jahren prognostiziert wurden. Bei gleichem Ressourcenverbrauch und gleicher Technologie bedeutet dies eine beträchtliche Erhöhung des Impakts auf natürliche Systeme. Die technologischen Verbesserungen der letzten Jahre reichen bei weitem nicht aus, um den Anstieg der Weltbevölkerung und des Ressourcenverbrauches der Einzelnen zu kompensieren.

Wie das IPAT-Modell deutlich zeigt, ist die Tragkraft der Erde auch vom Lebensstil der Menschen abhängig; je anspruchsvoller die Menschen in materieller Hinsicht sind, über je mehr Ressourcen sie verfügen können, desto geringer ist die Anzahl der Menschen, die dem globalen Ökosystem zugemutet werden kann. Der Anspruch der Menschen wird durch das gegenwärtige Wirtschaftssystem in die Höhe getrieben, weil dem weltweit wirksamen Wirtschaftssystem ein Paradigma des materiellen Wachstums zugrunde liegt. Das rapide Anwachsen der kaufkräftigen Mittelschicht in den Schwellenländern wird die Effekte des Reichtums und des damit verbundenen Lebensstils als Treiber für die Ressourcennutzung und damit auch für den Klimawandel nochmals vergrößern.

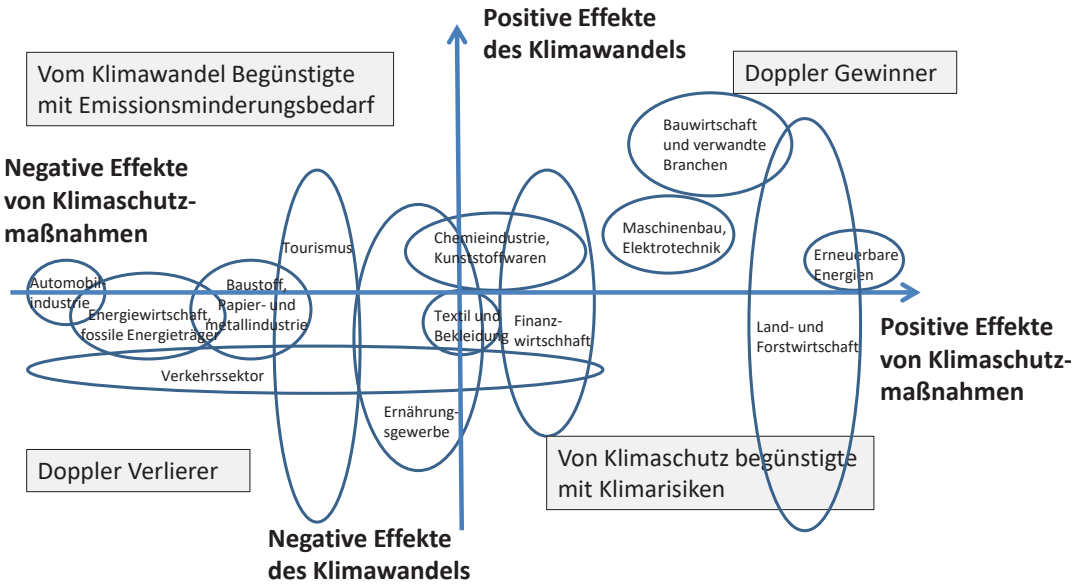
Der menschliche Handlungsspielraum ist aber durch die ökologischen Grenzen eines begrenzten Planeten prinzipiell beschränkt. Wirtschafts- und Geldsysteme, die auf Wachstum angewiesen sind, um stabil zu bleiben, müssen auf Dauer wegen Konflikten oder durch das Überschreiten ökologischer Grenzen scheitern. Im beiden Fällen sind langfristige Folgen für das Ökosystem kaum zu verhindern.

Der Klimawandel beeinflußt praktisch alle natürlichen Systeme und Wirtschaftssysteme direkt oder indirekt. Wenn man auf eine Achse eines Koordinatenkreuzes die Auswirkungen des Klimawandels und auf die andere die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen aufträgt, die beide sowohl positiv als auch negativ sein können, dann können Wirtschaftssektoren, aber auch Städte oder Regionen in diesem Koordinatensystem als Punkte oder Flächen verortet werden. Die Deutsche Bank hat in einem derartigen Diagramm (siehe Abb. 1) z. B. die Land- und Forstwirtschaft auf der Maßnahmenachse zu den Gewinnern, auf der Klimafolgenachse sowohl als Gewinner als auch als Verlierer eingezeichnet, die Automobilindustrie dagegen hinsichtlich der Klimafolgen als neutral, in Bezug auf Klimaschutzmaßnahmen jedoch zu den massiven Verlierern gezählt. (Heymann, 2007)

Diese Darstellung stellt eine Momentaufnahme dar, ohne branchenspezifische Chancen zu berücksichtigen. So könnte z. B. die Automobilindustrie bei Umstellung auf leichte Elektrofahrzeuge, darüber hinaus aber bei Umstrukturierung zum Mobilitätsdienstleister von den Erfordernissen des Klimaschutzes profitieren.

In Österreich haben sich z.B: sowohl für die Land- als auch die Forstwirtschaft neue Geschäftsfelder in der Substitution fossiler Energieträger und als Lieferanten rezyklierbarer Grundstoffe im Sinne der Bioökonomie eröffnet. Hinsichtlich des Klimawandels profitieren Teile der Landwirtschaft, wie etwa die Rotweinproduktion, und der Forstwirtschaft, weil die Baumgrenze in höhere Lagen wandert. Andere Teile leiden unter der zunehmenden Wärme und eventuell auch Trockenheit, wie etwa die Fichte. Auch erhöhte Massenbewegungen, wie sie an steilen Talflanken durch Starkregen zu erwarten sind, haben negativen Einfluss auf Land- und Forstwirtschaft.

Die Tourismusbranche in Österreich ist derzeit sowohl bezüglich Reisetätigkeit, als auch hinsichtlich Wärmeerzeugung weitgehend von fossilen Brennstoffen abhängig, und daher von Klimaschutzmaßnahmen negativ betroffen. Da die Branche in Österreich viel stärker von der Skisaison geprägt ist, als vom Sommertourismus (Prettenthaler und For-



Quelle: nach Deutsche Bank Research, modifiziert

Abbildung 1: Gewinner- und Verliererbranchen des Klimawandels. (Nach Heymann, 2007, modifiziert).

mayer, 2012) wirkt sich der Klimawandel mit Rückgang von Dauer und Verlässlichkeit der Schneedecke primär negativ aus. Extreme Sommerhitze macht jedoch den Mittelmeerraum weniger attraktiv, sodass ein Teil des Touristenstromes im Sommer eher Bergseen aufsuchen wird – ein positiver Effekt des Klimawandels. Die Autoren weisen auf die notwendige Verbreiterung der regionalen Einkommensquellen und die Steigerung der Flexibilität des sozioökonomischen Systems hin und zeigen damit einerseits die Möglichkeiten auf, Risiken in Chancen zu verwandeln, andererseits aber auch die Vernetzung des Klimawandels mit vielen anderen in den SDGs angesprochenen Systemen.

Synergien, trade-offs und die SDGs

Man kann die Agenda 2030 „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ und die darin definierten 17 Ziele einer nachhaltigen Entwicklung als Einigung der internationalen Staatengemeinsachft auf eine gemeinsame Vision, ein gemeinsames Ziel betrachten. Stark vereinfacht formuliert geht es dabei um das Erreichen eines “Guten Lebens für alle Menschen“, und zwar sowohl der jetzigen als auch folgender Generationen, innerhalb der ökologischen Grenzen unseres Planeten. Soziale Ziele und ökologische Ziele müssen miteinander erreicht, nicht gegeneinander ausgespielt werden. Die Wirtschaft ist lediglich ein Werkzeug, das dies sicherstellen soll.

Dementsprechend müssen die Maßnahmen, die sich aus dem Bestreben ableiten, den Klimawandel einzubremsen und letztlich das Klima zu stabilisieren, in Einklang stehen mit Maßnahmen, die zur Erreichung der übrigen 16 SDGs als notwendig erachtet werden. Für SDG 13 wird, wie eingangs ausgeführt, neben einigen explizit angeführten Zielen auf die UN Klimarahmenkonvention und auf das Pariser Abkommen verwiesen.

Mit dem bereits in der Einleitung vorgestellten Ansatz des International Council of Scientific Unions (ICSU 2016a), wurden schon verscheidentlich Interaktionen zwischen SDGs analysiert, eine vollständige Analyse für SDG 13 liegt jedoch noch nicht vor.

Laut ICSU (ICSU 2016b) verstärken SDG 2 (Hunger) und SDG 13 einander weitgehend (Subziele 2.3, 2.4, 2.5, 2.1 mit 13.1, 13.2, 13.3 und 13b). Nicht-nachhaltige Landwirtschaft, die primär auf Produktions-

mengen ausgerichtet ist (2.3), würde dem Klimaziel (13.1 Resistenz) widersprechen.

SDG 13 und SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen) werden als untrennbar angesehen, da Klimaschutz mit der Reduktion von Schadstoffbelastung in der Luft und daher mit positiven Auswirkungen auf die Gesundheit einhergeht (13.2 wirkt auf 3.9). Klimaschutz könnte in bestimmten Bereichen zum Verlust von Arbeitsplätzen und damit zu gesundheitlicher Belastung führen, also einschränkend auf SDG 3 (3.4) wirken. Eine Quantifizierung und damit Bilanzierung der Effekte steht noch aus.

Die Wechselwirkung zwischen SDG 7 und SDG 13 ist in beide Richtungen weitgehend einander verstärkend. Der universelle Zugang zu Energie (7.1) wird als konsistent mit SDG 13 angesehen, da davon ausgegangen wird, dass diese Energie kaum CO_2-Emissionen verursacht.

Bezüglich SDG 14 (Leben im Wasser) ist das Bild gemischt: Grundsätzlich wirkt sich Klimaschutz positiv auf SDG 14 aus, und umgekehrt erweisen sich gesunde Ozeane als resilienter gegenüber dem Klimawandel, doch können Klimaanpassungsmaßnahmen auch aquatische Ökosysteme an den Küsten stören.

So wichtig diese Analysen auf der globalen bis regionalen Ebene sind, bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass Synergien und Trade-offs letztlich auf der Maßnahmenebene analysiert werden müssen. So kann man z. B. eine Fülle von Synergien zwischen Gesundheit und Klimaschutz aufweisen, wenn man Maßnahmen zur gesünderen Ernährung trifft: Ganz zentral ist dabei die Reduktion des Fleischkonsums, die sich sowohl auf die Gesundheit als auch auf den Klimawandel positiv auswirkt. Gesündere Böden sorgen für resistentere Pflanzen und stellen zugleich einen Schutz vor Dürre ebenso wie Hochwasser dar. Sie sind Voraussetzung für gesunde Lebensmittel mit weniger toxischen Spurenstoffe, deren Produktion wiederum Treibhausgase verursacht.

Ähnlich verhält es sich mit der Mobilität: Maßnahmen zur Förderung aktiver Mobilität reduzieren Treibhausgas- und Schadstoffemissionen, sie führen zu mehr Bewegung mit nachweislichen Auswirkungen auf die Gesundheit und Lebenserwartung. Sie machen Städte lebenswerter (SDG 11) und reduzieren die Ungleichheit unter den EinwohnerInnen (SDG 10).

Auch hinsichtlich der Infrastruktur gibt es Co-benefits zwischen Klimaschutz, Klimaanpassung und gesundem und behaglichem Wohnen und Arbeiten, z. B. durch Einsatz von Holz als Baumaterial, durch gut gegen Kälte und gegen Hitze isolierte Gebäude mit erneuerbaren Energiequellen, durch der Kreislaufwirtschaft förderlichen Vorschriften, usw.

Literatur

APCC "Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14)". Wien: Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2014, http://hw.oeaw.ac.at/7699-2.

Commoner, B. "The environmental cost of economic growth", In R.G. Ridker (ed) *Population, Resources and the Environment*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 339–363, 1972.

Crutzen, P.J. "Geology of mankind", *Nature*, 415, 23, 2002, https://doi.org/10.1038/415023a.

Hansen, J., Sato, M., Hearty, P. et al. "Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 3761–3812, 2016, https://doi.org/10.5194/acp-16-3761-2016.

Heymann, E. "*Klimawandel und Branchen. Manche mögen's heiß!*". Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research, 2007, https://www.fes.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=2122&token=b0c99676d0855779f62a901eb3adcc96bcec0235.

ICSU "*Working paper – A draft framework for understanding SDG interactions*". Paris: International Council for Science (ICSU), 2016a, https://www.icsu.org/cms/2017/05/SDG-interactions-working-paper.pdf.

ICSU "*A guide to SDG interactions: From science to implementation*". Paris: International Council for Science (ICSU), 2016b, https://doi.org/10.24948/2017.01.

IPCC "*Climate change 2013: The physical science basis. Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR5 WG1)*". Cambridge,

New York: Cambridge University Press, 2013, http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1.

Klein, N. "*This changes everything. Capitalism vs. the Climate*". New York: Simon & Schuster, 2014.

Kopp, R.E., Hayhoe, K., Easterling, D.R. et al. "Potential surprises – compound extremes and tipping elements", In D.J. Wuebbles, D.W. Fahey, K.A. Hibbard et al. (eds) *Climate Science Special Report: Fourth Nation-al Climate Assessment, Volume I*. Washington D.C.: U.S. Global Change Research Program, 411–429, 2017, https://doi.org/10.7930/J0GB227J.

Kromp-Kolb, H. und Molin, A. "*Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen*". Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2007.

Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E. et al. "Tipping elements in the Earth's climate system", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(6), 1786–1793, 2008, https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105.

NAS 2015a: "*Climate intervention: Carbon dioxide removal and reliable sequestration. Committee on geoengineering climate technical evaluation and discussion of impacts*". Washington D.C.: National Research Council, The National Academies (NAS) Press, 2015a, https://doi.org/10.17226/18805.

NAS 2015b. "*Climate intervention: Reflecting sunlight to cool earth. Committee on geoengineering climate technical evaluation and discussion of impacts*". Washington D.C.: National Research Council, The National Academies (NAS) Press, 2015b, https://doi.org/10.17226/18988.

Oreskes, N. und Conway, E.M. "*Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*". New York, Berlin, London: Bloomsbury Press, 2010.

Oreskes, N. und Conway, E.M. "*The Collapse of Western Civilization: A view from the future*". New York: Columbia University Press, 2014.

Pfosser, R. "*ACRP3 – CONTRA – "Contrarians" – their role in the debate on climate change (global warming) and their influence on the Austrian policy making process. – K10AC1K00051*". Wien: Klima- und Energiefonds, 2014, https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Projektberichte/ACRP-2010/01102014CONTRARuth-PfosserEBB068701-ACRP3K10AC1K00051-EB.PDF.

Planungsamt der Bundeswehr "Future Topic Geoengineering", In *Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert*. Berlin: Planungsamt der Bundeswehr, Referat Zukunftsanalyse, 2012, www.planungsamt.bundeswehr.de/resource/resource/MzEzNTM4MmUzMzMyMmUzMTM1MzMyZTM2MzIzMDMwMzAzMDMwMzAzMDY4NzE2NjMwMzk3YTc5NjYyMDIwMjAyMDIw/Future%20Topic%20Geoengineering.pdf.

Prettenthaler, F. und Formayer, H. "Tourismus im Klimawandel. Zur regionalwirtschaftlichen Bedeutung des Klimawandels für die österreichischen Tourismusgemeinden", In *Studien zum Klimawandel in Österreich*, 6. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften, 2012.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, 347(6223), 1259855, 2015, https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Steininger, K.W., König, M., Bednar-Friedl, B. et al. (eds) "*Economic evaluation of climate change impacts. Development of a cross-sectoral framework and results for Austria*". Cham: Springer International Publishing, 2014, https://doi.org/10.1007/978-3-319-12457-5.

Stern, N. "*Stern Review: The economics of climate change*". Cambridge: Cambridge University Press, 2006, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm.

United Nations "World population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables", In *Working Paper*, ESA/P/WP.241. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015, https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf.

USGCRP, Wuebbles, D.J., Fahey, D.W., Hibbard, K.A. et al. (eds.) "*Climate science special report: Fourth national climate assessment (NCA4), volume I*". Washington, D.C.: U.S. Global Change Research Program (USGCRP), 2017, https://doi.org/10.7930/J0J964J6.

WBGU "*Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Sondergutachten*". Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung (WBGU), 2009, http://www.wbgu.de/sg2009.

Winiwarter, V. und Schmid, M. "Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch Johannes Colers "Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren", In T. Knopf (ed) *Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart*. Tübigen: Attempto Verlag, 158–173, 2008.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 71–84.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

Die biologisch-ökologische Perspektive auf Umwelt und Gesellschaft in Österreich

Christian Sturmbauer, Christian Berg und Joseph Strauss

Einleitung

Ziel dieses Abschnitts unseres Perspektivenpapiers ist es, eine fachlich begründete Prioritätsabwägung der biologisch-ökologischen Probleme in Relation zu den anderen gesellschaftlichen Herausforderungen zu liefern und dabei insbesondere auf Langzeitrisiken hinzuweisen, da deren Berücksichtigung eine notwendige Basis jeder fairen Diskussion und Interessensabwägung durch die Entscheidungsträger in Politik und Exekutive bildet. Wir identifizieren aber auch Bereiche, wo aus unserer Sicht Handlungsbedarf besteht bzw. die bisherige Praxis der Interessensabwägung neu gewichtet werden muss.

Biodiversität kennt keine nationalen Grenzen, Lebensräume von Arten sind nicht politisch definiert. Ohne Berücksichtigung der internationalen Situation ist die Lage in Österreich nur begrenzt einschätzbar, auch auf der Maßnahmenebene ist der internationale Kontext wichtig. Diese biologisch-ökologischen Perspektiven für Österreich setzen daher notwendigerweise mit einem Überblick über den internationalen Kontext ein.

Der Schutz der Biodiversität im internationalen Kontext

Die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN, deren offizielle Bezeichnung Agenda 2030 auf den zeitlichen Rahmen der geplanten Umsetzung verweist, sind die jüngste einer Reihe internationaler Initiativen, bestimmte Aspekte des gesellschaftlichen Umgangs mit der Natur zu regeln. Der Rückgang der Biodiversität findet international schon lange Beachtung und hat zu einer Reihe von Naturschutzinitiativen geführt: Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (auch Konvention über die biologische Vielfalt, engl. CBD, von 1993) und dessen Nachfolgeprotokolle, der Prozess der AICHI-Biodiversitätsziele von 2010, aber auch Richtlinien auf Europäischer Ebene wie die FFH (Flora-Fauna-Habitat Richtlinie), die Ramsar-Konvention zum Schutz von Feuchtgebieten und weitere Regelwerke und internationale Selbstverpflichtungen zeugen davon, dass die Dringlichkeit des Schutzes der Ökosysteme der Erde erkannt wurde.

Der „Global Biodiversity Outlook", der als regelmäßige Berichterstattung der CBD eingeführt wurde, liegt in der vierten Ausgabe von 2014 vor[1]. Ergänzend wurden drei teils sehr umfangreiche technische Berichte vorgelegt. Darin werden die Fortschritte bei der Erreichung der AICHI-Ziele, Trends, sowie Szenarien für politische Maßnahmen (Band 78), Sektorale Beiträge zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der Biodiversität (Band 79) sowie die Fortschritte beim Schutz gefährdeter Pflanzen (Band 81) im Detail dargestellt[2]. Die in Band 78 vorgelegte Experteneinschätzung der Interaktionen zwischen verschiedenen Zielen ist im Licht der Diskussion über die Interaktionen zwischen verschiedenen SDGs besonders interessant.

1 Die englische Fassung ist erreichbar unter: https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en-hr.pdf

2 https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf ; https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-79-en.pdf ; https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-81-en.pdf

Die 5 strategischen AICHI-Ziele sind:

A. Die wesentlichen Ursachen des Biodiversitätsverlustes behandeln, dabei die Sorge um biologische Vielfalt bei Regierungen und in der Gesellschaft in allen Prozessen verankern („mainstreaming").

B. Direkten Druck auf die Biodiversität vermindern und nachhaltige Nutzung propagieren.

C. Die Lage der Biodiversität durch Schutz von Ökosystemen, Arten und genetischer Diversität verbessern.

D. Die Vorteile aus der Nutzung von Biodiversität und aus Ökosystemdienstleitungen für alle erweitern.

E. Die Umsetzung durch partizipative Planung, Wissensmanagement und Fortbildung stärken[3].

Insgesamt 20 operative Ziele wurden festgelegt, um die Erreichung der strategischen Ziele zu befördern.

Das strategische Ziel A bedeutet ja nicht weniger als einen strukturellen Wandel in den Beziehungen zwischen dem sozioökonomischen System und der Umwelt. Das operative Ziel 2, das zur Erreichung dieses Ziels formuliert wurde: „Spätestens 2020 wird der Wert der Biodiversität in nationale und lokale Entwicklungs- und Armutsbekämpfungsstrategien und Planungsprozesse integriert und gegebenenfalls in die nationale Rechnungslegung und in Berichtssysteme integriert", wird im technischen Bericht als Beispiel benützt, um die nachgelagerten Effekte einerseits und die dafür notwendigen Voraussetzungen andererseits zu diskutieren[4]. Würden Fragen der Biodiversität in allen Entwicklungs- und Armutsbekämpfungsstrategien als zentral erachtet und entsprechend berücksichtigt, hätte dies zweifelsohne massive Konsequenzen für die Erreichbarkeit aller Ziele (also sehr große nachgelagerte Effekte). Wäre etwa die Erhaltung und Wiederherstellung aquatischer Biodiversität in Fließgewässern ein politisches Oberziel, müssten von Landnutzung (Düngung), die Nährstoffabfluss in solche Gewässer bewirkt bis zu Wasserkraft und Hochwasserschutzbauten quer über die Sektoren hinweg Entscheidungen koordiniert getroffen und gegenüber Grundeigentümern auch politisch durchgesetzt werden.

In den SDGs sind die Ziele 14 (Leben unter Wasser) und 15 (Leben an Land) der marinen Biodiversität und ihren Bedrohungen bzw. den Problemkreisen von Entwaldung, Wüstenbildung und „Biodiversität" gewidmet.

Die Vereinten Nationen fassen die Ziele, die mit SDG 15 verbunden sind, folgendermaßen zusammen: Bis 2020 soll die Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung von terrestrischen und Binnengewässerökosystemen und die aus ihnen für die Gesellschaft erbrachten Ökosystemdienstleistungen („Ecosystem Services"), insbesondere von Wäldern, Feuchtgebieten, Bergen und Trockengebieten, im Einklang mit den Verpflichtungen aus internationalen Abkommen sichergestellt werden. Ebenfalls bis zu diesem Jahr (also in weniger als 3 Jahren) soll weltweit die nachhaltige Bewirtschaftung aller Arten von Wäldern gefördert, die Entwaldung gestoppt, degradierte Wälder wiederhergestellt und die Aufforstung und Wiederbewaldung weltweit erheblich gesteigert werden.

Bis 2030 soll die Wüstenbildung bekämpft, die Wiederherstellung von degradiertem Land und Boden, einschließlich Flächen, die von Wüstenbildung, Dürre und Überschwemmungen betroffen sind, weiter betrieben werden, im Bestreben, eine Welt ohne Landdegradation zu erreichen. Ebenfalls bis 2030 soll die Erhaltung von Gebirgsökosystemen, einschließlich ihrer Artenvielfalt, sichergestellt werden, um ihre Fähigkeit zu verbessern, die für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen Vorteile zu erbringen.

Es gelte, so die weiteren Zielformulierungen, sofortige und wirksame Maßnahmen zu ergreifen, um die Zerstörung natürlicher Lebensräume zu verringern, den Verlust der biologischen Vielfalt aufzuhalten und bis 2020 bedrohte Arten zu schützen und ihr Aussterben zu verhindern. Eine spezifische Bedrohung durch invasive Arten wird eigens hervorgehoben. Bis 2020 sollen Maßnahmen ergriffen werden, um die Einschleppung invasiver, gebietsfremder Arten in Land- und Gewässerökosysteme zu verhindern oder zumindest erheblich zu reduzieren und die pri-

3 Eigene Übersetzung auf Basis von https://www.cbd.int/sp/targets/

4 https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf 45of.

oritären Arten unter Kontrolle zu bekommen oder auszurotten.

Der Prozess der SDG-Formulierung unterscheidet sich insofern von früheren, ähnlichen Unterfangen, als er nicht nur einzelne Länder oder Ländergruppen umfasst und als er dezidiert gesellschaftsbezogene Ziele einschließt. Eine solche Perspektive ist beispielsweise für SDG 15 merkbar: Neben der Bekämpfung der Wilderei und dem Handel mit geschützten Arten wird auch eine angemessene und gerechte Aufteilung der Vorteile angestrebt, die sich aus der Nutzung genetischer Ressourcen ergeben. Die UN-Ziele integrieren auch die gesellschaftlichen und legislativen Rahmenbedingungen, die zu Wilderei und illegalem Handel führen, indem sie fordern, dass die Bekämpfung der Wilderei und des Handels mit geschützten Arten unter anderem durch die Stärkung der Möglichkeiten lokaler Gemeinschaften, nachhaltige Formen für den Lebensunterhalt zu finden, zu unterstützen sei.

Die Frage der Finanzierung dieser sehr ambitionierten Ziele wird erfreulicherweise auch angesprochen, auch und insbesondere, wenn es um den Schutz von Wäldern geht. Der Finanzierung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und der Bereitstellung angemessener Anreize für Entwicklungsländer, um diese Bewirtschaftung auch für die Erhaltung und Aufforstung voranzutreiben, wird ebenso Augenmerk geschenkt wie der Einbeziehung von Fragen des Biodiversitätsschutzes in nationale und lokale Planungen, Entwicklungshilfeprozesse und insbesondere in Armutsbekämpfungsstrategien. Dies wird, so die Zielformulierung, nicht ohne Mobilisierung und signifikante Erhöhung von finanziellen Ressourcen aus allen Quellen möglich sein. Die Strategie weist auch darauf hin, dass es geeignete Anreizsysteme geben muss, um Biodiversität und Ökosysteme zu erhalten und nachhaltig zu nutzen[5].

Bei diesen obersten Zielen wird nicht zwischen den verschiedenen Skalenebenen von Biodiversität unterschieden, sondern die Artenzahl implizit als Maß unterstellt. Da aber die genetische Diversität innerhalb einer Art, insbesondere bei Kulturpflanzen und domestizierten Tieren, sowie die Diversität der Lebensräume (etwa der Erhalt von Feuchtgebieten) ebenso bedeutend sind, müssen Maßnahmen zur Erhaltung von Artenvielfalt, Lebensraumvielfalt und genetischer Diversität gesetzt werden.

Der europäische Kontext

Wie das deutsche Bundesamt für Naturschutz in einer besonders übersichtlichen Darstellung ausführt, wurde auf der 7. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (2004) ein Set von „Headline-Indikatoren" beschlossen, das weltweit die Umsetzung der Konventionsziele, insbesondere des sogenannten 2010-Zieles („reduce the loss of biodiversity") überwachen soll (COP 7 Decision VII/30)[6].

Da der Verlust der biologischen Vielfalt bis 2010 weltweit allerdings nicht signifikant reduziert werden konnte, beschlossen die CBD-Mitgliedstaaten bei der in Japan abgehaltenen COP 2010 im Rahmen des Strategischen Plans 2011–2020 eine Reihe neuer Ziele, die oben vorgestellten „AICHI Biodiversitätsziele". Um den Fortschritt beim Erreichen dieser neuen Ziele zu dokumentieren, wurde das Set der Headline-Indikatoren angepasst und weiterentwickelt (COP 13 Decision XIII/28 im Jahr 2016)[7]. Dieses Indikatorenset wurde auch in die EU-Biodiversitätsstrategie übernommen und bildet somit die Grundlage für ein europaweit koordiniertes Vorgehen bei der Überwachung der Zielerreichung.

Parallel dazu begann im Jahr 2005 unter Federführung der Europäischen Umweltagentur (EEA) der SEBI 2010-Prozess (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators). Im Verlauf dieses Prozesses wurde eine übersichtliche, repräsentative Auswahl von 26 Headline-Indikatoren der CBD konkretisiert (s. EEA, 2009), um sie für weitere Prozesse auf europäischer Ebene nutzbar zu machen.

Seitdem fließen die SEBI-Indikatoren in europäische, aber auch nationale und globale Strategien zur Erhaltung der Biodiversität ein und werden regelmäßig auf EU-Ebene berichtet (EEA, 2009, 2010, 2012). Aufgrund der breiten Anwendbarkeit der SEBI-Indikatoren können sie auch herangezogen

5 https://www.un.org/sustainabledevelopment/biodiversity/

6 Alle Entscheidungen der 7. COP sind hier abrufbar: https://www.cbd.int/decisions/cop/default.shtml?m=cop-07

7 https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-28-en.pdf

werden, um Fortschritte bei der Erreichung der AICHI-Biodiversitätsziele und der 2020-Ziele der EU-Biodiversitätsstrategie zu überwachen (EEA, 2012). Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag dazu, übergreifende Aussagen zu Zustand und Veränderungen vieler Komponenten der biologischen Vielfalt in weiten Teilen Europas zu treffen.

Im Jahr 2010 legte die EEA im internationalen Jahr der biologischen Vielfalt einen entsprechenden Indikatorenbericht vor (EEA, 2010). Da keine quantitativen Zielwerte für die Indikatoren festgelegt wurden, basieren die Bewertungen auf einer allgemeinen – in der Regel impliziten – Richtungsvorgabe für den Indikatorverlauf, die sich aus dem übergeordneten Ziel ergibt, den Verlust an biologischer Vielfalt zu stoppen.

Das 2010-Ziel wurde europaweit weit verfehlt. Die wesentlichen Gründe dafür sind laut EEA (2010) eine mangelnde Integration des Naturschutzes in allen Politikbereichen, fehlender politischer Wille zur adäquaten Integration, unzureichende Finanzierung, mangelhafte Kommunikation, das Fehlen konkreter Zielwerte, unzureichendes Monitoring der biologischen Vielfalt sowie daraus resultierende Wissenslücken[8].

Die Situation in Österreich

Österreich hat die naturschutzrelevanten Vorgängerabkommen von SDG 15[9] unterzeichnet und ratifiziert und ist in Belangen des Naturschutzes an das EU-Recht und die EU-weit gültigen Richtlinien gebunden[10]. Doch die Situation in Österreich ist vergleichbar mit allen anderen Ländern in der EU, denn auch hier geht der Biodiversitätsverlust ungebremst weiter. Aus dieser Tatsache allein ergibt sich schon eine wichtige Schlussfolgerung für unser Perspektivenpapier: Die derzeitige Rechtslage bzw. die derzeitige Praxis der Interessensabwägung hat es bisher nicht geschafft und ist daher nicht ausreichend, die progressiven Biodiversitätsverluste anzuhalten bzw. umzukehren.

Die Europäische Union hat über die Hälfte ihrer Feuchtgebiete verloren, mehr als 40 % der Säugetiere, 25 % der Vögel, 45 % der Schmetterlinge, 30 % der Amphibien und mehr als die Hälfte der Süßwasserfische sind bedroht[11].

Die Erreichung der in SDG 15 formulierten Ziele scheint auf den ersten Blick in Österreich kein Problem zu sein. Österreich ist ein reiches Land, in dem niemand wildern muss, um seine Familie vor dem Hungertod zu bewahren. Es gibt keine Anzeichen von Wüstenbildung und die Waldfläche wächst. Doch die Kritik der EEA (2010) trifft auf Österreich ebenso zu wie auf andere europäische Staaten. Wie das zuständige Ressort (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus) auf seinem Internetportal festhält, sind Natur- und Artenschutz auch in Österreich durchaus ein Problem, obwohl (oder gerade weil) Österreich aufgrund seiner geographischen und naturräumlichen Gegebenheiten ein enorm hohes Spektrum an Lebensräumen und Arten aufweist und zu den artenreichsten Ländern in Europa zählt.

In Österreich kommen ca. 67.000 Arten vor, darunter ungefähr 45.000 Tierarten (dazu zählen ca. 93 Säugetierarten, sowie ca. 37.150 Insektenarten), sowie 3.000 Farn und Blütenpflanzen. Die mikrobielle Diversität und die Diversität der Pilze sind besonders unvollständig dokumentiert.

Die Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ist in Nachfolge früherer Initiativen der ÖAW seit mehr als 50 Jahren bemüht, Checklisten und Catalogi der Flora und Fauna Österreichs zu publizieren, da es in vieler Hinsicht an Basisdaten zur Dokumentation der heimischen Biodiversität mangelt, um die Gefährdung überhaupt quantifizieren zu können – die von der EEA angesprochenen Wissenslücken bestehen auch in Österreich[12]. Die seit vier Jahren laufende Initiative „Austrian Barcode of Life“

8 https://www.bfn.de/themen/monitoring/indikatoren/naturschutz.html

9 Diese Abkürzung wird häufig synonym zu "Agenda 2030" verwendet.

10 Vgl. den Überblick über die derzeit gültigen umweltpolitischen Zielsetzungen im Umweltkontrollbericht 2016, 150-51.

11 Der Text folgt, um die offizielle Problemwahrnehmung zu dokumentieren, weitgehend der Internetseite des Ressorts: https://www.bmnt.gv.at/umwelt/natur-artenschutz/biologische_vielfalt/biodiv.html

12 Für eine Liste aller bisher erschienenen Bände siehe: https://www.oeaw.ac.at/fileadmin/kommissionen/kioes/pdf/Biosyst_Ecology.pdf

(ABOL) erarbeitet nun auch genetische Kenndaten zur effizienteren Identifikation.[13]

Gemäß der Roten Liste bedrohter Arten (Nicklfeld, 1999, Rote Listen BMLFUW/Umweltbundesamt 2005–2010, Willis & Bachmann, 2016) sind in Österreich 27 % der Säugetiere, 27 % der Vögel, sowie 60 % der Kriechtiere und Lurche gefährdet. Bei den Farn- und Blütenpflanzen sind ca. 33 % gefährdet sowie 39 % der Tierarten (vgl. Tab. 1). Etwa 5 % der Tierarten sind bereits ausgestorben. Alle heimischen Reptilien und Amphibien stehen nach der aktuellen Roten Liste zwischen den Gefährdungskategorien „Vorwarnung" und „vom Aussterben bedroht". Bei den heimischen Tagfaltern werden 52 % der Arten als gefährdet angesehen. Man muss davon ausgehen, dass die Biomasse von fliegenden Insekten in den letzten drei Jahrzehnten auch bei uns, wie in Deutschland erhoben, um etwa 75 % zusammengebrochen ist (Sorg et al., 2013, Hallmann et al., 2017).

Die Rote Liste gefährdeter Biotope zeigt, dass nicht nur die Artendiversität gefährdet ist. 57 % der insgesamt 93 Waldbiotoptypen werden als gefährdet eingestuft (Essl et al., 2002). Bei den Grünlandbiotoptypen sind 90 % der in Österreich vorkommenden 61 Typen einer Gefährdungskategorie zugeordnet (Essl et al., 2004, 2008, Traxler et al., 2005).

Tabelle 1: Ausgewählte Tiergruppen und ihre Gefährdung Quelle: UBA 10. Umweltkontrollbericht 2013, S 121.

Tiergruppen (Auswahl)	Gesamt-artenzahl Österreich	Anzahl der Arten nach Gefährdungskategorie				ausgestorbene oder in untersch. Ausmaß bedrohte Arten	
		ausgestorben oder verschollen (Kategorien RE – Regionally Extinct und EX – Extinct)	vom Aussterben bedroht (Kategorie CR – Critically Endangered)	stark gefährdet und gefährdet (Kategorien EN – Endangered und VU – Vulnerable)	Vorwarnliste (Kategorie NT – Near Threatened)	Anzahl	Anteil
Säugetiere	101*	4	4	23	14	45	45 %
Vögel	242	21	33	33	52	139	57 %
Kriechtiere	14	0	3	6	5	14	100 %
Lurche	20	0	1	11	8	20	100 %
Fische	84	7	6	33	9	55	65 %

* *2010 wurden zwei neue Arten (Teichfledermaus und Bulldogg-Fledermaus) entdeckt; die Teichfledermaus gilt als etabliert (DOBNER 2010, REITER et al. 2010)*

Wie das zuständige Ressort auf seiner Internetseite ausführt, sind die Ursachen der Biodiversitätsverluste durchaus bekannt. Agrar- und Umweltgifte, Fragmentierung und Zerstörung von Lebensräumen, Flächennutzung (Versiegelung) infolge zunehmender Bevölkerungsdichte, Industrialisierung und Infrastruktureinrichtungen (z. B. Straßen), Klimawandel aber auch Lichtemissionen werden genannt.

Als Vertragspartei des Übereinkommens über die biologische Vielfalt ist Österreich verpflichtet, eine nationale Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens festzulegen. 1998 wurde die erste Strategie von der Nationalen Biodiversitäts-Kommission beschlossen und dem Ministerrat zur Kenntnisnahme vorgelegt. Zentrale Prinzipien sind die Integration des Biodiversitätsschutzes in alle relevanten Politikbereiche sowie die Sicherstellung einer koordinierten Vorgangsweise beim Natur- und Artenschutz sicherzustellen. 2005 wurde die Strategie aktualisiert und weiterentwickelt. Im Oktober 2010 haben sich die Vertragsstaaten des Übereinkommens über die biologische Vielfalt verpflichtet, ihre eigenen Ziele zu definieren und die nötigen Maßnahmen zur Er-

13 https://www.abol.ac.at

reichung der AICHI-Ziele auf nationaler, regionaler und internationaler Ebene zu ergreifen[14].

Die österreichische Strategie enthält Ziele und Maßnahmen zu allen relevanten Politikbereichen des Biodiversitätsschutzes: Natur- und Artenschutz, Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Verkehr, Tourismus, Entwicklungszusammenarbeit etc.

Ausgehend von der beim EU Rat im März 2011 verabschiedeten Zielsetzung und Vision, bis 2020 die Biodiversitätsverluste in der EU einzudämmen und bis 2050 die Ökosystemleistungen zu schützen, aufzuwerten und wiederherzustellen[15], wurden sechs Hauptziele für den Biodiversitätsschutz definiert. Diese sechs Ziele sind auf die Bekämpfung der Hauptursachen der Biodiversitätsverluste ausgerichtet.

ZIEL 1: Vollständige Umsetzung der Vogelschutz- und der Habitat-Richtlinie

ZIEL 2: Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen und Ökosystemleistungen

ZIEL 3: Erhöhung des Beitrags von Land- und Forstwirtschaft zur Erhaltung und Verbesserung der Biodiversität

ZIEL 4: Sicherstellung der nachhaltigen Nutzung von Fischereiressourcen

ZIEL 5: Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten

ZIEL 6: Intensivierung der Maßnahmen zur Bewältigung der globalen Biodiversitätskrise

Papier und Internetseiten sind geduldig, Ziele lassen sich leichter formulieren als einhalten. Die Gesamtsituation der meisten natürlichen und genutzten Lebensräume mit ihrer natürlichen Diversität gerät als Folge der gegenwärtigen Praxis der Interessensabwägung mehr und mehr unter Druck, wenn auch in vielen Problembereichen die bereits gesetzten technischen Maßnahmen sehr starke positive Auswirkungen gezeigt haben. Hervorzuheben sind beispielsweise die Abgas- und Abwasserklärung, der Gewässerschutz und die sehr erfolgreichen Ansätze einer nachhaltigen Waldwirtschaft. Dennoch konnten die bisher gesetzten Maßnahmen den negativen Trend nicht anhalten bzw. umkehren.

Die Erreichbarkeit von Ziel 15 der SDGs ist auch in Österreich hochgradig mit anderen Zielen vernetzt. Zu seiner Erreichung dringend erforderliche Korrekturen seitens der Politik hin zu umweltbewusstem Konsum (Ziel 12), Energieeinsparung (Ziel 7, 13) und öffentlichem Verkehr (Ziel 11, 13) werden nach wie vor nur zögerlich angegangen. Die neue Energiestrategie der Bundesregierung wurde bereits vielfach kritisiert, es bleibt aber festzuhalten, dass bis dato nicht einmal eine solche vorgelegt worden war, es also als Schritt in die richtige Richtung interpretiert werden kann, immerhin ein Strategiepapier zu erstellen.

Die für eine nachhaltige Entwicklung dringend gebotene Entkopplung der ökonomischen Entwicklung vom Flächen- und Ressourcenverbrauch (Ziel 8) bleibt angesichts der Zahlen zum Flächen- und Bodenverbrauch und zur Gefährdung von Pflanzen und Tieren eine noch unerfüllte Vision.

Spezifische Anforderungen zur Erfüllung von SDG 15 in Österreich

Landnutzung

Obgleich verschiedenste Ursachen unsere Biodiversität gefährden, zeigt es sich, dass Flächenverbrauch und Intensivierung der Landnutzung die wichtigsten Ursachen für den Verlust von Lebensräumen und damit indirekt für den Artenschwund sind. Wir sind deshalb überzeugt, dass konsequenter Lebensraumschutz und auf ökologischen Prinzipien beruhende Land- und Forstwirtschaft der effektivste Naturschutz ist.

Unserer Lebensräume lassen sich gemäß dem Ausmaß der anthropogenen Einflussnahme drei Kategorien zuordnen: Naturlandschaft, vorindustrielle Kulturlandschaft und industriell-urbane Kulturlandschaft. Durch jahrhundertelange traditionelle landwirtschaftliche Nutzung sind ökologisch wertvolle und nachhaltige Kulturlandschaften entstanden, die nun ebenso gefährdet sind. Aus diesem Grund kann

14 Vgl. hierzu z. B. die knappe Übersicht im 10. Umweltkontrollbericht des UBA, 2013, S 117.

15 http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_de.pdf

sich Biodiversitätsschutz nicht auf Naturlandschaften beschränken. Auf den Punkt gebracht, können die erforderlichen Maßnahmen zur Optimierung der Landnutzung zwecks Erhöhung der Biodiversität ebenso in drei Kategorien zusammengefasst werden: erhalten, haushalten und renaturieren.

Mit einer Fläche von 2.356 km² nehmen Nationalparks 2,8 % der österreichischen Landesfläche ein. Naturschutzgebiete zählen neben den Nationalparks zu den am strengsten geschützten Gebieten Österreichs. In Österreich bestehen derzeit 377 Naturschutzgebiete; ihre Gesamtfläche beträgt rund 3.275 km², das entspricht 3 % der Landesfläche. Landschaftsschutzgebiete nehmen mit einer Fläche von 9.120 km² den größten Anteil an den geschützten Gebieten in Österreich ein. Es sind weitgehend naturnahe Gebiete mit besonderem Landschaftscharakter oder hohem Erholungswert. Der Schutzzweck liegt in der Erhaltung des Landschaftsbildes bzw. dessen Sicherung für Erholung und Tourismus. Die ausgedehntesten Flächen der Landschaftsschutzgebiete finden sich in der Steiermark. Die 36 österreichischen Naturparks haben zum Ziel, Wissen über die Natur zu vermitteln. Bildungs- und Erholungswert stehen daher im Mittelpunkt. In vielen Naturparks wird Naturschutz auch mit nachhaltiger Landwirtschaft kombiniert. Dadurch sollen Impulse für die regionale Entwicklung gesetzt werden[16]. Rund 16 % der Bundesfläche sind als Nationalpark, Naturschutzgebiet und Europaschutzgebiet ausgewiesen[17].

Es ist nicht verwunderlich, dass die meisten der geschützten Flächen in Österreich im alpinen Raum liegen, denn das Land besitzt aufgrund seiner relativ großen Anteile an der alpinen Zone noch große Reserven an alpiner Naturlandschaft und extensiv genutzten Almen. Diese beherbergen die höchste Zahl der Endemiten[18] (Rabitsch & Essl, 2009). Hier wird der Klimawandel aber in absehbarer Zeit größere Verluste bewirken, denn für Österreich wird von einer zunehmenden Gefährdung der alpinen Arten durch den Klimawandel ausgegangen. Eine Studie quantifizierte die Risiken von endemischen Arten von fünf Tiergruppen und einer Pflanzengruppe (Dirnböck et al., 2011). Sie zeigt auf, dass vor allem waldfreie, alpine Flächen unter Klimawandeleinfluss zurückgehen und somit die Lebensräume der untersuchten Arten verschwinden. Schon unter dem Klimawandelszenario, das von einer geringen Temperaturerhöhung (+ 1,8 °C bis zum Jahr 2100) ausgeht, gehen 77 % dieser Gebiete verloren[19].

In tieferen Lagen sind selbst kleinräumige Naturlandschaften, aber auch extensive Nutzungszonen, bis auf wenige Ausnahmen verschwunden. Kleine naturbelassene Biotope wie Restwälder, Feldsäume, Sumpfwiesen, Blühwiesen oder Trockenrasen haben in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft nur mehr wenig Platz und sind größtenteils der Flurbereinigung zum Opfer gefallen. Innerhalb einer nachhaltig funktionsfähigen Landschaft kommt diesen kleinräumigen Inseln für viele heute selten gewordene Arten eine große Bedeutung als Lebensraum zu, weshalb die rasche Einbeziehung von Wiederherstellungsmaßnahmen in moderne landwirtschaftliche Konzepte eine sehr gute Möglichkeit ist, auch auf lokaler Ebene konkrete Schritte zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen zu setzen. Da kleinräumige Lebensräume auch als Trittsteine zur Verbreitung wichtig sind, verstärkt sich die Notwendigkeit des konsequenten Schutzes von Naturinseln auch durch den Klimawandel. Umgekehrt tragen auch die Umwandlung von Grünland zu Ackerland sowie die Trockenlegung von Mooren zum fortschreitenden Klimawandel bei, da deren Kohlenstoffspeicherung verloren geht (Essl et al., 2012). Moore speichern in der oberen Bodenschicht rund 150 t Kohlenstoff pro Hektar, das ist mehr als jedes andere Ökosystem (Niedermair et al., 2011)[20].

Neben dem Erhalt unserer letzten echten Naturlandschaften sind eine nachhaltige Nutzung der verbliebenen naturnahen vorindustriellen Kulturlandschaften und eine Anpassung der modernen Agrarräume an Prinzipien der nachhaltigen Nutzung aus Expertensicht besonders erfolgversprechend im Sinne der Zielerreichung (Tilman et al., 2002, Foley et al., 2011). Moderne Konzepte belegen, dass eine nachhaltige Landwirtschaft mit der Priorität zur Produktion ge-

16 http://www.diercke.at/kartenansicht.xtp?artId=978-3-7034-2122-8&seite=46&id=15564&kartennr=1

17 10. Umweltkontrollbericht des UBA, S 15.

18 Endemiten sind Arten oder Lebensgemeinschaften, deren Vorkommen auf ein eng begrenztes Areal beschränkt ist.

19 Ebd., S 124.

20 Ebd. S 124.

sunder Lebensmittel, ein wirksamer Humusaufbau im Boden zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und als Kohlenstoffsenke, und ein möglichst weitgehender Verzicht auf Agrochemikalien sämtliche Ziele nachhaltiger Entwicklung (ausreichende Nahrungsmittelproduktion, menschliche Gesundheit, Schutz von Wasser, Boden und Biosphäre) langfristig fördert (Batlle-Aguilar et al., 2011, Fan et al., 2018). Für Österreich mit seinen oft kleinbäuerlichen Strukturen und starkem Binnenmarkt ist dies eine eher leicht umzusetzende und sehr effektive Maßnahme Richtung Nachhaltigkeit.

Im industriell-urbanen Bereich ist konsequentes Flächenrecycling einzufordern anstatt weiterhin neue Flächen in großem Maßstab zu verbrauchen. Gesetzlich verankerte Kompensationsmaßnahmen, Renaturierungsmaßnahmen von versiegelten Flächen, Schutzwäldern, Bach- und Flussabschnitten, sind unter Einbindung in den modernen Lawinen- und Hochwasserschutz stärker auszubauen. Wie in der industriellen Agrarlandschaft, sollten auch in urban-industriellen Landschaften Kleinbiotope erhalten und renaturiert werden. Kleine Naturzonen machen auch in urbanen Gebieten Sinn.

Der 10. und 11. Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes (UBA 2013, 2016) enthalten neben einer umfassenden Darstellung der rechtlichen Grundlagen und laufenden politischen Prozesse biodiversitätsrelevante Empfehlungen in den Kapiteln zu Landwirtschaft, Wald und Biodiversität / Naturschutz. 2013 empfahl das Umweltbundesamt im Bereich Landwirtschaft, Förderungen vermehrt an die Erbringung umweltrelevanter Leistungen zu knüpfen. Eine international abgestimmte Vorgangsweise zur Bewertung von Ökosystemleistungen wurde als ein geeignetes Instrument dazu angesehen, wobei dafür neben dem Landwirtschaftsressort auch Bundeskanzleramt und die Bundesländer einzubeziehen seien. Eine weitere Empfehlung betraf die Raumordnung des ländlichen Raums. Die fortdauernde Inanspruchnahme besonders von landwirtschaftlichen Flächen durch nicht-landwirtschaftliche Nutzungen sei einzudämmen, was nur durch ein koordiniertes Vorgehen auf allen Planungsebenen von Bund und Ländern möglich sei. Hier müsse das Landwirtschaftsressort mit der Konferenz der Landesagrarreferenten zusammenarbeiten[21].

Auch was die Waldbewirtschaftung angeht, sah das UBA Handlungsbedarf. Um die biologische Vielfalt zu erhalten und zu erhöhen, wurde empfohlen, Maßnahmen zu verstärken, die die Annäherung der Waldökosysteme an die potenziell natürliche Waldgesellschaft forcieren und die natürliche Verjüngung der Schutzwälder gewährleisten. Die Verankerung dieser Maßnahmen in forstlichen Förderinstrumenten und die Evaluierung ihrer Zielerreichung wurden ebenfalls empfohlen[22]. Holz gewinnt auch an Bedeutung beim Ersatz fossiler Brennstoffe. Auch in diesem Bereich zeigt sich die Problematik der Interessensabwägung: Die Bereitstellung von Biomasse als nachhaltiger, da CO_2-neutraler Energieträger zur Erreichung von SDG 7 kann sich negativ auf die Biodiversität auswirken (vgl. Winiwarter & Gerzabek, 2012).

Der Kontrollbericht wies darauf hin, dass im zweiten nationalen Bericht nach Artikel 17 der FFH-Richtlinie für den Berichtszeitraum 2001 bis 2006 eine durchaus ungünstige Situation festzustellen war. Von den 66 Lebensraumtypen, die in Österreich ausgewiesen wurden, befanden sich nur rund 18 % in einem günstigen Erhaltungszustand. Von den 172 in Österreich vorkommenden geschützten Arten waren nur 11 % in einem günstigen Erhaltungszustand[23]. Diese Situation hatte sich bis 2016 weiter beim Artenschutz verschlechtert, bei den Lebensräumen verbessert. In einem günstigen Erhaltungszustand waren entsprechend der Bewertung gemäß EU-Naturschutzrichtlinie 16 % der Arten und 14 % der Lebensräume. Der Erhaltungszustand in der alpinen Region war generell besser als in der kontinentalen[24].

Neobiota

Gebietsfremde Arten werden auch als „Neobiota" bezeichnet. Einige wenige Neobiota sind invasiv, haben also aus naturschutzfachlicher Sicht negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Seit Beginn

21 10. Umweltkontrollbericht, S 108

22 Ebd.

23 Ebd. 118

24 11. Umweltkontrollbericht des UBA, S. 15

des 21. Jahrhunderts wurden Maßnahmen zur Bekämpfung invasiver gebietsfremder Pflanzen durchgeführt, beispielsweise im Nationalpark Donau-Auen (Springkraut, Akazie, Eschen-Ahorn) sowie im Wienerwald (Riesenbärenklau, Staudenknöterich, Springkraut). Auch im Salzburger Flachgau wurden Springkraut-Bekämpfungsaktionen durchgeführt. Neobiota sind ein bislang eher vernachlässigtes Problem für den Naturschutz. Wie auch das Umweltbundesamt ausführt, ist davon auszugehen, dass durch das Fortschreiten des Klimawandels die Ausbreitung einiger invasiver Neobiota begünstigt wird[25].

Böden als Lebensgrundlage erhalten

Die Biodiversität in Landökosystemen beruht naturgemäß wesentlich auf der Vielfalt und Funktionalität der sie tragenden Böden (Boer & Hannam, 2015, Origazzi et al., 2016). Bodenbildungsprozesse laufen in sehr langen Zeiträumen von hunderten bis tausenden Jahren ab und daher ist die Verhinderung von Bodendegradation durch aktive Erhaltung der Bodenstruktur und Fruchtbarkeit nicht nur ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor, sondern auch essentiell für die Erhaltung der Biodiversität.

Die industrielle Landwirtschaft ist auf massive Interventionen in das System Boden aufgebaut (Tilmann et al., 2002). Dazu zählen sowohl physikalische Eingriffe durch mechanische Bodenbearbeitung und Bodenverdichtung als auch massive Veränderungen der Nährstoffhaushalte durch Mineraldünger, bei denen vor allem Stickstoffdünger und die damit einhergehenden Verluste in Form von Auswaschung (Nitrat) und Ausgasung (N_2O) die weitreichendsten Auswirkungen nicht nur auf das Ökosystem Boden, sondern auch auf Wasser und Luft haben. Neben den biologischen Konsequenzen ergeben sich daraus auch eine wesentlich verstärkte Anfälligkeit für alle Arten von Bodenerosion durch Wasser und Wind. Wie das Umweltbundesamt ausführt, ist eine schonende Bewirtschaftung erforderlich, um die Fruchtbarkeit der Böden langfristig zu erhalten sowie ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaänderungen zu stärken. Daher sollten angepasste Bewirtschaftungssysteme, wie z. B. biologische Landwirtschaft, angepasste Fruchtfolgen und Bodenbearbeitung, sowie Humusaufbau und Begrünung, unter anderem im laufenden ÖPUL-Programm, verstärkt umgesetzt werden[26].

Es zeigt sich, dass solche Maßnahmen nachweisbare positive Wirkungen haben: „Abhängig von der Landnutzung und der räumlichen Verteilung variieren die Kohlenstoff- und damit die Humusgehalte stark. Bei Ackerflächen in Österreich liegen die mittleren Humusgehalte zwischen 2,8 % und 3,5 % (Baumgarten et al., 2011). Im Verlauf der vergangenen 15 Jahre sind die Humusgehalte um etwa 0,1–0,4 % angestiegen, je nach Region und Landnutzung. Diese günstige Entwicklung ist wesentlich auf ÖPUL-Maßnahmen (z. B. Mulch und Direktsaat, Integrierte Produktion und Erosionsschutz im Weinbau) zurückzuführen. Die Bemühungen der Beratung und die Akzeptanz von Umweltmaßnahmen zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sind daher auch in Zukunft weiterzuführen, um das bisher Erreichte zu erhalten und noch weitere Verbesserungen zu erzielen (Baumgarten et al., 2011)“ [27].

Ein wesentlicher Teil der landwirtschaftlichen Produktivitätssteigerung der industriellen Landnutzung wurde auf Kosten der natürlichen Bodenfruchtbarkeit erreicht (Tilmann et al., 2002, Gorfer et al., 2011). Zusätzliche „Kulturmaßnahmen“ zur Gewinnung neuer landwirtschaftlicher Flächen, etwa in Form von Trockenlegungen, Rodungen und Arrondierungen, haben die „Grüne Revolution“ de facto in ihr Gegenteil verkehrt, indem die planetare Grenze der Düngerbelastung überschritten wurde, die Bodenfruchtbarkeit weltweit sinkt und wesentliche Naturräume dabei zerstört wurden. Diese Fehler gilt es zu reparieren, indem wissensbasierte, ökologisch orientierte, nachhaltige Produktionssysteme implementiert werden, um die Lebensgrundlage Boden und die Biodiversität für zukünftige Generationen zu erhalten.

Strategien und konkrete Maßnahmen zur Umsetzung von Bodenschutz und Erhaltung von Biodiversität sind im internationalen Kontext bereits vielfach definiert worden. Bereits 1982 wurde mit der von der FAO erarbeiteten „Welt Boden Charta“ eine Bestandsaufnahme der Problematik mit konkreten

25 Ebd. 122

26 11. Umweltkontrollbericht des UBA, S. 107.

27 Zit. nach 11. Umweltkontrollbericht des UBA, S 106.

Maßnahmen zur Sicherung der Bodenfunktionen und Verhinderung von Erosion verknüpft. Andere, neuere Übereinkommen wie die „Island Deklaration über Erhaltung und nachhaltige Nutzung der globalen Bodenressourcen" (2005) und der IUCN-Leitfaden für die Gesetzgebung (IUCN 2004) haben diese Themen wieder aufgenommen und Regierungen, internationale Organisationen sowie Landnutzer zur raschen Umsetzung dieser Maßnahmen aufgefordert.

Die Kernbotschaften der 2010 veröffentlichten Bodenschutzstrategie der Europäischen Umweltagentur (EEA 2010) sind nach wie vor gültig, drei davon sind von besonderer Relevanz auch für Österreich.

Botschaft 1 lautet: Der Boden ist eine im Wesentlichen nicht erneuerbare natürliche Ressource, die Grundlage einer Reihe von lebenswichtigen Ökosystemleistungen. Bodenorganismen spielen eine Schlüsselrolle in Bodenprozessen wie beispielsweise biogeochemischen Kreisläufen, dem Abbau organischer Materie und bei der Stickstoffumwandlung. Die Aufrechterhaltung der Biodiversität des Bodens ist daher ein zentrales Anliegen.

Botschaft 2 lautet: Bestimmte Regionen Europas sind von Bodenversalzung, Versauerung, Erdrutschen oder Wüstenbildung betroffen, mit erheblichen wirtschaftlichen und ökologischen Folgen. Die Bodendegradation beschleunigt sich in vielen Teilen Europas und wird durch menschliche Aktivitäten noch verschärft, wie durch die unangemessene Bewirtschaftung von Ackerland, Grünland und Wald.

Botschaft 5 lautet: Industrialisierung und schlechtes Management haben Tausende von kontaminierten Standorten in ganz Europa hinterlassen, was zu gesundheitlichen Folgen und Umweltproblemen einschließlich Grundwasserverschmutzung führt. Während einige Länder erhebliche Fortschritte gemacht haben, ist die Identifizierung und Sanierung von Altlasten in vielen Ländern uneinheitlich, mit begrenzten Fortschritten in den vergangenen fünf Jahren.[28]

Aus unserer Sicht ist entscheidend, dass rasch klare, zeitlich definierte Umsetzungspläne erarbeitet werden, die auch Priorisierungen enthalten (Foley et al., 2011). Eine weitere Verzögerung der großflächigen Umstellung auf nachhaltige Bewirtschaftungssysteme mit ökologisch ausgerichtetem Natur- und Bodenmanagement ist aufgrund des steigenden weltweiten Drucks auf Produktivitätssteigerungen in der Nahrungs- und Futtermittelproduktion aus wissenschaftlicher Sicht nicht akzeptabel. Inzwischen wurden einige dafür entscheidende Datengrundlagen massiv verbessert. Auf europäischer Ebene steht inzwischen ein Set von sogenannten „Agri-Environmental Indicators" zur Verfügung, die es erlauben, Fortschritte beim Bodenschutz auf landwirtschaftlichen Flächen zu bewerten.[29] Solche Indikatoren sind die Grundlage jeder wissensbasierten, sachorientierten Umweltpolitik. Das dafür notwendige Monitoring darf keinesfalls eingespart werden.

Vermächtnis- und Langzeitrisiken im Bereich der Biodiversität

Biodiversität auf allen Ebenen, die Funktionen von Ökosystemen und deren Resilienz sind miteinander verbunden, Änderungen der biologischen Vielfalt haben daher alle langfristige Konsequenzen für die Funktionen der Systeme, von denen das Überleben der Menschheit abhängt. Eine im Jahr 2000 erschienene Übersicht über die Diversitätsliteratur bestätigte, dass viele Funktionen von Ökosystemen mit einem Anstieg der Anzahl der Pflanzenarten einhergehen, obwohl es wenig Hinweise auf eine kontinuierlich zunehmende, lineare Beziehung zwischen Artenvielfalt und -funktion gibt (Schwartz et al., 2000).

Änderungen der Landnutzung, insbesondere die Verbauung (und damit Versiegelung) naturnaher Flächen führen zu massiver Abnahme der Biodiversität. Auch Entwaldung hat ähnliche Konsequenzen, zumal damit oft eine Erhöhung der Erosion von Böden durch Wasser und/oder Wind einhergeht. Beide Effekte, Versiegelung und Entwaldung, haben langfristige Wirkungen. Ihre Nebenwirkungen (etwa Erosionserhöhung) können sich schleichend über lange Zeiträume hinweg bemerkbar machen und zählen zu den problematischen Vermächtnisrisiken.

Dabei ist es keineswegs egal, welche Arten geschützt werden. Wie eine 2005 veröffentlichte Studie zeigte, steuert in vielen Ökosystemen eine einzige Art die Dynamik der biotischen Gemeinschaften und

28 https://www.eea.europa.eu/soer/europe/soil

29 http://ec.europa.eu/eurostat/web/agri-environmental-indicators/indicators

moduliert die Ökosystemprozesse. Der Verlust von solchen „foundational species" – für ein Ökosystem grundlegenden Arten – wirkt sich akut und langfristig aus, bewirkt Änderungen in Flüssen von Energie und Nährstoffen, wirkt auf die Hydrologie, auf Nahrungsnetze und damit auf die biologische Vielfalt. Menschliche Aktivitäten, einschließlich Rodung und Einführung von exotischen Schädlingen und Krankheitserregern entfernen oft recht selektiv bestimmte Baumarten aus Wäldern. In Nordamerika werden durch den derzeit vor sich gehenden selektiven Verlust von grundlegenden Arten wie Hemlocktanne, Oregonzeder und Eichen massive Effekte auf Waldökosysteme erwartet (Ellison et al., 2005). Solche Verluste sind für große Vermächtnisrisiken verantwortlich, die zu völligem Wandel der Landbedeckung führen können.

Ebenso langfristig und potenziell dramatisch sind die Effekte von Arten, die vom Menschen (absichtlich oder als Nebenwirkung globaler Verflechtungen durch Handel und Transport) über oft weite Strecken in neue Lebensräume verbracht werden. Insbesondere an invasiven Schädlingen wie der Reblaus wurde bereits überaus deutlich, dass solche Arten nicht nur massive ökonomische Konsequenzen haben, sondern dass sie auch zu weitreichenden Umgestaltungen von Kulturlandschaften führen, die praktisch irreversibel sind.

Nicht nur Ökosysteme sondern auch der Mensch selbst ist durch Biodiversitätsverlust bedroht, da eine Reduktion an Biodiversität auch unmittelbar das Risiko für Zoonosen erhöht. Dieser Zusammenhang konnte in vielen Fällen gezeigt werden, z. B. beim West-Nil Virus, der Lime-Krankheit (Ostfeld, 2009) oder dem ähnlich gefährlichen Hanta-Virus (Suzán et al., 2009). Der zugrundeliegende gemeinsame Faktor für ein erhöhtes Risiko ergibt sich demnach aus der zunehmenden Dominanz von erreger-tragenden Vektoren innerhalb der Gesamtpopulation möglicher Vektoren, wenn die Biodiversität zurückgeht. Damit besteht ein unmittelbarer inverser Zusammenhang zwischen Biodiversität und dem Vorkommen dieser Krankheitserreger.

Das gilt nicht nur für Menschen und Tiere, sondern auch für Pflanzen und die Biodiversität des Bodens. Erreger von Pflanzenkrankheiten und Schädlinge werden ebenfalls dominanter, je geringer die Biodiversität möglicher Zielpflanzen dieser Erreger in unmittelbarer Umgebung wird (Wall, 2015), ein Faktum, das auch kürzlich wieder am Beispiel von pflanzenpathogenen Pilzen im Grünland demonstriert wurde (Mommer et al., 2018).

Damit bedroht eine verringerte Biodiversität den Menschen nicht nur indirekt und langfristig durch Verlust an Ökosystemfunktionen und Services, sondern auch direkt und unmittelbar durch ein erhöhtes Risiko, selbst an Zoonosen und Parasiten zu erkranken bzw. wesentlich höhere Kosten für Pflanzenschutz oder Tiergesundheit tragen zu müssen.

Abschließende Bemerkungen: Landnutzung und Gesellschaft

Die Nebenwirkungen politischen Handelns bzw. gesellschaftlicher Prozesse ganz allgemein haben die Erde hinsichtlich der Regenerationsfähigkeit der Biosphäre an die planetare Grenze der Belastbarkeit gebracht, weil viele der zur Erreichung dieser gesellschaftlichen Ziele gesetzten Maßnahmen die biologisch-ökologisch orientierten Ziele geradezu konterkarieren (Steffen et al., 2015). Der nach wie vor steigende Verbrauch natürlicher Ressourcen und die steigenden Emissionen führen zu irreversibler Umgestaltung – oder sogar dem Verlust – natürlicher Lebensräume und ihrer Biodiversität, sowie zu Verschiebungen des Klimas. Derzeit ist eine Entkopplung der ökonomischen Entwicklung vom Flächen- und Ressourcenverbrauch (SDG 8) nicht erkennbar.

Der Schutz unserer letzten verbliebenen Naturzonen, die Wiederherstellung und Forcierung der nachhaltigen Nutzung terrestrischer Ökosysteme, nachhaltige Forstwirtschaft, Bekämpfung der Wüstenbildung, Anhalten bzw. Rückwandlung der Degradation terrestrischer (Lebens-) Räume, Anhalten der Biodiversitätsverluste, die alle in Ziel 15 enthalten sind, macht, wie ausgeführt, trotz vollmundiger Strategien wenig bis keine Fortschritte. Will man die Idee der Nachhaltigkeit ernst nehmen, müssen langfristige und vernetzte Effekte viel stärker gewichtet werden und Priorisierungen im politischen Abwägungsprozess so rasch wie möglich verschoben werden.

Ein entschlossenes Anhalten des Flächenverbrauchs und der Zersiedlung der Landschaft[30] sowie ein allmählicher Übergang von der industriellen zur nachhaltigen Landnutzung würde den relativ größten positiven Effekt auf die Biodiversität bewirken. Eine solche weitreichende Veränderung wird ohne strukturelle Änderungen, etwa auf dem Gebiet steuerlicher Lenkungsmaßnahmen nicht möglich sein. Wie das Umweltbundesamt konstatiert, handelt es sich zum Beispiel beim Rückgang von naturschutzfachlich wertvollen Grünlandflächen um einen Effekt der dualen Entwicklung der Kulturlandschaft. Durch den zunehmenden wirtschaftlichen Druck kommt es einerseits zu einer Nutzungsaufgabe und z. B. Bewaldung, andererseits zu einer Intensivierung mit Begleiterscheinungen, wie etwa Verarmung der Biodiversität, Verlust von Resilienz gegenüber klimatischen Extremereignissen und hohem Wasser- und Energieeinsatz. Parallel dazu werden beste landwirtschaftliche Flächen durch Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung nach wie vor in hohem Ausmaß verbraucht[31].

Die Natur stellt ihre Güter und Leistungen („ökosystemare Leistungen") kostenlos zur Verfügung. Tatsächlich besitzen diese aber einen hohen ökonomischen Wert, der in wirtschaftlichen Gesamtrechnungen bisher wenig berücksichtigt wurde. Im Rahmen einer großen, unter Schirmherrschaft des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) durchgeführten internationalen Studie („The Economics of Ecosystems and Biodiversity" TEBB) wurden die ökonomischen Leistungen der Natur untersucht und auch beziffert[32]. Entsprechend lässt sich die Forderung zur Kostenwahrheit über längerfristige Zeiträume erheben, die auch die bislang rein ideell einfließenden Werte natürlicher Ressourcen explizit in unserem Wirtschafts- und Gesellschaftssystem beziffert und in die Budgetierung einbezieht. Damit bekommen Aktivitäten zur Erhaltung und Verbesserung von Umwelt und natürlichen Ressourcen einen monetären Wert und werden damit Gegenstand von Politik außerhalb umweltpolitischer Ressorts.

Für eine nachhaltige Entwicklung muss der kostenlose Verbrauch natürlicher Ressourcen, insbesondere ökologisch wertvoller Lebensräume, der Böden, der wildlebenden Pflanzen und Tiere, viel höher bewertet werden als bisher. Fehlallokationen von Geldern der öffentlichen Hand, wie umweltschädliche Subventionen, sind konsequent und schnell abzubauen und ausschließlich umweltschonendes Wirtschaften in allen Bereichen zu fördern. Auch sollte man bedenken, dass viele wirksame Maßnahmen im Natur- und Klimaschutz keinen Verlust an Lebensqualität bedeuten und nichts kosten.

Wie sich auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene seit Jahrzehnten zeigt, führen die Strategien und Empfehlungen nicht oder nicht rasch und konsistent zur Erreichung der Ziele, nämlich einem Ende des Biodiversitätsverlusts. Es ist daher aus naturschutzfachlicher Sicht unbedingt nötig, die Biodiversitätsstrategie Österreich 2020+ durch Rechtsverbindlichkeit aufzuwerten, Reste der Naturlandschaft mit einem konsequenten ex-lege-Schutz zu versehen. Verbindliche Regeln zur dramatischen Reduktion des Flächenverbrauchs mit gesetzlicher Verankerung der Priorität des Flächen-Recyclings, sowie eine effektivere gesetzliche Implementierung von Renaturierungsmaßnahmen zum Ausgleich neuer Landnahmen würden sich positiv auswirken. Auch im Förderwesen bestehen eine Reihe von Möglichkeiten, positiv auf die Erhaltung der Biodiversität einzuwirken, zumindest aber können kontraproduktive Förderungen eingestellt werden, wie auch aus den Empfehlungen des UBA hervorgeht.

Schlussendlich ist darauf hinzuweisen, dass es gerade bei SDG 15 zu einer Fülle von „Spillover"-Effekten kommt: Die Auslagerung von umweltbelastenden Produktionsstandorten und die globalen Handelsverflechtungen führen dazu, dass Österreich direkte Wirkungen auf die Biodiversität an weit entfernten Orten ausübt, ebenso gibt es indirekte Wirkungen wie etwa durch Emission von Treibhausgasen, die durch weitere Klimaerwärmung Wirkungen auf die Lebensräume von Arten nicht nur in den heimischen Alpen haben. Insofern ist SDG 15 als Querschnittsmaterie besonders beachtenswert und sollte beim Mainstreaming-Prozess entsprechend viel Aufmerksamkeit erhalten. Neben nachhaltigen Produktions- und Konsummustern (SDG 12), nachhaltigen Mobilitäts- (SDG 9, 11), Energiesystemen (SDG 7) und Maßnahmen zum Klimaschutz (SDG13) haben für den nötigen Wandel gesellschaftlicher Strukturen

30 Vgl. hierzu die Kapitel „Raumentwicklung" in UBA 2013 und 2016

31 11. Umweltkontrollbericht des UBA, S. 95.

32 https://www.bmnt.gv.at/umwelt/natur-artenschutz/biologische_vielfalt/biodiv.html

die SDGs 4 (Bildung) und 10 (weniger Ungleichheit) direkte Wirkungen auf SDG 15.

Literatur

Battle-Aguilar, J., Brovelli, A., Porporato, A. et al. "Modelling soil carbon and nitrogen cycles during land use change", *Agronomy for Sustainable Development*, 31, 499–527, 2011.

Baumgarten, A. et al "Bodenschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft", In *Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH*, 2011.

Boer, B. und Hannam, I. "Developing a global soil regime", *International Journal of Rural Law and Policy*, *Special Edition*, 1, 1–13, 2015, http://dx.doi.org/10.5130/ijrlp.i1.2015.4123.

Chivian E. & Bernstein, A. (ed) "*Sustaining life: how human health depends on biodiversity*". New York: Oxford University Press, 2008.

Dirnböck, T., Essl, F. und Rabitsch W. "Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change" *Global Change Biology*, 17: 990–996, 2011.

EEA "Assessing biodiversity in Europe — the 2010 report", In *EEA Report*, 5/2010. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2010, https://www.eea.europa.eu/publications/assessing-biodiversity-in-europe-84.

EEA "Digest of EEA indicators 2014", In *EEA Technical report*, 8/2014. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2014, https://www.eea.europa.eu/publications/digest-of-eea-indicators-2014.

EEA "Progress towards the European 2010 biodiversity target — indicator fact sheets", In *EEA Technical report*, 5/2009. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2009, http://www.eea.europa.eu/publications/progress-towards-the-european-2010-biodiversity-target-indicator-fact-sheets.

EEA "Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from SEBI 2010 process", In *EEA Technical report*, 11/2012. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2012, https://www.eea.europa.eu/publications/streamlining-european-biodiversity-indicators-2020.

EEA "The European grassland butterfly indicator 1990–2011", In *EEA Technical Report*, 11/2013. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2013, https://doi.org/10.2800/89760.

EEA and JRC "The European Environment State and Outlook 2010 – Thematic Assessment Soil", 2010, http://www.eea.europa.eu/soer/europe/soil.

Ellison, A.M., Bank, M.S., Clinton, B.D. et al. "Loss of foundation species: Consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(9), 479–486, 2005, https://doi.org/10.2307/3868635.

Essl, F., Egger, G., Ellmauer, T. et al. "Rote Liste gefährdeter Biotoptypen Österreichs – Wälder, Forste, Vorwälder", In *Monographien des Umweltbundesamtes*, 156. Wien: Umweltbundesamt, 2002, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M156.pdf.

Essl, F., Egger, G., Karrer, G. et al. "Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs – Grünland, Grünlandbrachen und Trockenrasen, Hochstauden- und Hochstaudenfluren, Schlagfluren und Waldsäume, Gehölze des Offenlandes und Gebüsche", In *Monographien des Umweltbundesamtes*, 167. Wien: Umweltbundesamt, 2004.

Essl, F., Egger, G., Poppe, M. et al. "Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs – Binnengewässer, Gewässer- und Ufervegetation, Technische Biotoptypen und Siedlungsbiotoptypen", In *Reports des Umweltbundesamtes*, 0134. Wien: Umweltbundesamt, 2008.

Essl, F., et al. "Vulnerability of mires under climate change: implications for nature conservation and climate change adaptation", *Biodiversity and Conservation* 21, 655–669, 2012.

Fan, F., Henriksen, C.B. und Porter, J. "Long-term effects of conversion to organic farming on ecosystem services – a model simulation case study and on-farm case study in Denmark", *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42, 504–529, 2018, https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1372840.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A. et al. "Solutions for a cultivated planet", *Nature*, 478, 337–342, 2011, https://doi.org/10.1038/nature10452.

Gorfer, M., Blumhoff, M., Klaubauf, S. et al. "Community profiling and gene expression of fungal assimilatory nitrate reductases in agricultural soil", *The ISME Journal*, 5, 1771–1783, 2011, https://doi.org/10.1038/ismej.2011.53.

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E. et al. " More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas", *PLOS ONE*, 12(10), e0185809, 2017, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.

IUCN "The IUCN red list of threatened species". Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2017, http://www.iucnredlist.org.

Mommer, L., Cotton, T.E.A, Raaijmakers, J.M. et al. "Lost in diversity: the interactions between soil-borne fungi, biodiversity and plant productivity", *New Phytologist*, 218(2), 542–553, 2018, https://doi.org/10.1111/nph.15036.

Niedermair, M. et al. "Moore im Klimawandel", In *Studie des WWF Österreich, der Österreichischen Bundesforste und des Umweltbundesamt*, Wien/Purkersdorf, 2011.

Niklfeld, H. (ed) "Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage", In *Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie*, 10. Wien: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 1999.

Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E. (eds) "Global soil biodiversity atlas". Luxembourg: European Commission, Publications Office of the European Union, 2016, https://doi.org/10.2788/2613.

Ostfeld, R.S. "Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens", *Clinical Microbiology and Infection*, 15(Suppl. 1), 40–43, 2009, https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02691.x.

Rabitsch, W. und Essl, F. "Endemiten – Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt". Klagenfurt: Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Wien: Umweltbundesamt, 2009.

Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs "Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs, Teil 1, Teil 2 und Teil 3, Teil 4", In *Grüne Reihe des Lebensministeriums*, 14/1, 14/2, 14/3 und 14/4. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Böhlau Verlag, 2005, 2007, 2009 und 2010.

Schwartz M. W., Brigham C. A., Hoeksema J.D., Lyons K.G., Mills M.H. und van Mantgem P. J. "Linking biodiversity to ecosystem function: Implications for conservation ecology." *Oecologia* 122: 297–305, 2000.

Sorg, M., Schwan, H., Stenmans, W. et al. "Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013", *Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld*, 1, 1–5, 2013, http://80.153.81.79/~publ/mitt-evk-2013-1.pdf.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, 347(6223), 1259855, 2015, https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Suzán, G., Marcé, E., Giermakowski, J.T. et al. "Experimental Evidence for Reduced Rodent Diversity Causing Increased Hantavirus Prevalence", *PLOS ONE*, 4(5), e5461, 2009, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005461.

Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A. et al. "Agricultural sustainability and intensive production practices", *Nature*, 418, 671–677, 2002, https://doi.org/10.1038/nature01014.

Traxler, A., Minarz, E., Englisch, T. et al. "Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. – Moore, Sümpfe und Quellfluren, Hochgebirgsrasen, Polsterfluren, Rasenfragmente und Schneeböden", In *Monographien des Umweltbundesamtes*, 174. Wien: Umweltbundesamt, 2005, www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M174.pdf.

Wall, D.H., Nielsen, U.N. und Six, J. "Soil biodiversity and human health", *Nature*, 528, 69–76, 2015, https://doi.org/10.1038/nature15744.

Willis, K.J. & Bachman, S. "*State of the World's Plants 2016*". London: Royal Botanic Gardens, Kew, 2016, https://stateoftheworldsplants.com/2016; accessed 09. März 2017.

Umweltbundesamt "Elfter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich", In *Report*, REP-0600. Wien: Umweltbundesamt, 2016, http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0600.pdf.

Umweltbundesamt "Zehnter Umweltkontrollbericht. Umweltzustand in Österreich", Wien: Umweltbundesamt, 2013, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/umweltkontrollbericht/ukb2013/

Winiwarter, V. und Gerzabek, M.H. (eds) "The challenge of sustaining soils: Natural and social ramifications of biomass production in a changing world", In *Interdisciplinary Perspectives,* 1. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2012.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 85–92.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Demographie und Gesellschaft

Erich Striessnig und Alexia Fürnkranz-Prskawetz

Demographische Entwicklungen beeinflussen über das Konsum- und Produktionsverhalten einer Gesellschaft unsere Umwelt. Es kann hierbei zwischen lokalen und globalen Effekten unterschieden werden (vgl. Jöst, 2002). Man spricht von lokalen Phänomenen wenn die regionale Bevölkerungsentwicklung den lokalen Ressourcenbestand beeinflusst, während bei globalen Effekten (z. B. CO_2-Emissionen) die Bevölkerungsentwicklung globale Umwelteffekte verursacht. Umweltfaktoren können wiederum direkt demographische Prozesse wie Migration und Mortalität beeinflussen.

Menschen stehen hierbei im Zentrum der Umweltproblematik, sie sind sowohl Treiber als auch Betroffene. Im Folgenden beschränken wir uns auf globale Umwelteffekte (Klimawandel). Wir argumentieren, dass geringeres Bevölkerungswachstum die primäre Auswirkung der Erfüllung der SDGs im globalen Rahmen darstellt, und dieser Effekt kausal hauptsächlich durch Investitionen in Bildung erklärt werden kann. Weniger Bevölkerungswachstum führt in weiterer Folge zu geringen CO_2 Emissionen und gilt daher als wesentliche Vermeidungsstrategie im Zusammenhang mit Klimawandel. Im Rahmen intensivierter Bemühungen in der Entwicklungszusammenarbeit kann Österreich, dessen Demographie nur einen kleinen Einfluss auf globale Entwicklungen nimmt, einen wichtigen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung der SDGs leisten. Das Kapitel befasst sich aber auch mit möglichen Anpassungsstrategien und hier vor allem Migration. Wenn weder ausreichend Schritte zur Vermeidung, noch zur Anpassung an den Klimawandel gesetzt werden, ist freilich auch mit Auswirkungen auf zukünftige Mortalität infolge von Extremwetterereignissen zu rechnen. Abschließend geben wir einen kurzen Einblick, inwieweit die geplante Umsetzung der SDGs in Österreich die Wechselwirkung von Demographie und Umwelt berücksichtigt.

Geringeres Bevölkerungswachstum als Auswirkung der SDGs

Ein verringertes Wachstum der Weltbevölkerung im 21. Jahrhundert kann aus heutiger Sicht als wichtigste demographische Konsequenz der Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele (SDGs) auf globaler Ebene angesehen werden (Abel et al., 2016). Zwar sind die SDGs im Gegensatz zu den Millennium Development Goals (MDGs) nicht nur für Entwicklungsländer gefasst. Ihre unmittelbaren Folgewirkungen in Bezug auf Bevölkerungswachstum würden sich aber in erster Linie in jenen Ländern zeigen, in denen bei steigender Lebenserwartung weiter hohe Geburtenraten vorherrschen. Da infolge geringeren Bevölkerungswachstums auch der Migrationsdruck sinkt und der Klimawandel abgeschwächt wird, hätten die SDGs dann jedoch auch Auswirkungen auf andere Weltregionen.

Lebten Anfang der 1950er Jahre erst 2,5 Milliarden Menschen auf dem Planeten, so sind es mit Stand Dezember 2017 bereits 7,6 Milliarden. Dieser starke Anstieg ergibt sich zum einen aus der Zunahme der Lebenserwartung, der immer mehr Menschen das Erreichen eines hohen Alters – oftmals in guter Gesundheit – verdanken, aber auch dem vielerorts zu beobachtenden zeitlichen Hinterherhinken des Fertilitätsrückgangs hinter dem Rückgang der Sterblichkeit im Zuge des demographischen Übergangs. Erst wenn sich die Erkenntnis durchsetzt, dass zur Absicherung des Erreichens eines hohen Alters

nunmehr auch eine geringere Kinderzahl ausreicht, lässt sich zumeist ein Rückgang der Geburtenraten beobachten (Wilson, 2011). Während mittlerweile bereits mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Ländern lebt, in denen die Fertilität unter das Bestandserhaltungsniveau gefallen ist, muss infolge der Trägheit des Bevölkerungssystems („population momentum") dennoch mit einem weiteren Anstieg der Weltbevölkerung bis weit in die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts gerechnet werden. Laut Vorhersage der Vereinten Nationen erreicht diese im Jahr 2100 mit 95 % Wahrscheinlichkeit ein Niveau von 9,5–13 Milliarden (United Nations, 2015).

Aufgrund der politischen Sensibilität des Themas nennen die SDGs diese besorgniserregenden Bevölkerungstrends nicht explizit, versuchen ihnen jedoch entgegenzutreten, indem sie konkrete Ziele in Bezug auf die maßgeblichen Einflussfaktoren von Bevölkerungswachstum setzen und damit einen Beitrag zur Beschleunigung des demographischen Übergangs leisten. Mehrere der SDGs stehen auf direkte oder indirekte Weise mit der Bevölkerungsentwicklung in Verbindung. Im Speziellen wäre hier SDG 3 zu nennen, welches auf die fortgesetzten Bemühungen zur Verringerung der Sterblichkeit, sowohl von Säuglingen und Kindern, als auch von Müttern fokussiert. Von höchster Wichtigkeit ist aber auch die Forcierung von Möglichkeiten zur Familienplanung (SDG 3.7), die dem längst nicht überall auf der Welt erfüllten Wunsch nach uneingeschränktem Zugang zu Verhütung Rechnung trägt und zu einer Reduktion der Fertilität in den Entwicklungsländern um bis zu 20 % beitragen könnte (Bradley et al., 2012). Vor allem betonen die SDGs aber die Notwendigkeit der Ausweitung des Zugangs zu Bildung (SDG 4), insbesondere für Mädchen (SDG 4.5). In ihrer Forderung nach allgemeiner Sekundarbildung (SDG 4.1, 4.6) sind sie dabei wesentlich ambitionierter als die MDGs, welche lediglich Primarbildung einforderten.

Diese Zielsetzungen lassen sich in zukünftige Mortalitäts- und Fertilitätstrends übersetzen und mithilfe von multidimensionalen Bevölkerungsmodellen innerhalb gewisser Schwankungsbreiten in ihren Auswirkungen auf zukünftiges Bevölkerungswachstum quantifizieren. Im Vergleich zu den Vorhersagen der Vereinten Nationen würde die Erfüllung der SDGs zu einem verhältnismäßig moderaten Anstieg der Weltbevölkerung auf 8,8–9,1 Milliarden Menschen im Jahr 2060 führen, welcher anschließend in einen Bevölkerungsrückgang auf 8,2–8,7 Milliarden bis zum Ende des Jahrhunderts übergehen würde (Abel et al., 2016). Dieser würde laut Ansicht der Autoren zu einer Abschwächung vieler der mit allzu schnellem Bevölkerungswachstums in Verbindung stehenden Herausforderungen wie verringerter Umweltqualität und Anpassung an nicht mehr zu vermeidenden Klimawandel einhergehen.

Bildung als kausale Verbindung zwischen SDGs und geringerem Bevölkerungswachstum

Wie erst kürzlich in einem Buch mit dem Titel „The Role of Education in Enabling the Sustainable Development Agenda" (Barakat et al., 2016) dargelegt wurde, sind Investitionen in Bildung in diesem Zusammenhang von besonderer Attraktivität. Im Gegensatz zu fertilitätsreduzierenden Interventionen der Vergangenheit, welche von zentralstaatlichen Organen oftmals nur mit Zwang und Verboten durchgesetzt werden konnten (Basten & Jiang, 2015, de Silva & Tenreyro, 2017), entfaltet Bildung ihre Wirkung auf freiwilliger Basis (Lutz, Butz & KC, 2014). In den Anfängen des Geburtenrückgangs führt ein höheres Bildungsniveau dazu, dass die Anzahl der Kinder überhaupt erst als auf einer persönlichen Entscheidung beruhend wahrgenommen wird (Coale, 1973). Bildung bewirkt aber auch empowerment und stärkt Mitspracherechte, insbesondere von Frauen und Mädchen, deren Position innerhalb von Familie und Gesellschaft vielerorts jener der Männer untergeordnet ist (Duflo, 2012). Durch Zugang zu Bildung erhöht sich zudem die Frauenerwerbsquote, worauf die Geburtenraten sinken, weil die Opportunitätskosten einer weiteren Geburt nun höher ausfallen (Becker, 1981, Schultz, 2001). Bildung interagiert aber auch mit Gesundheit, wenn es um die Verbreitung gesundheitsrelevanter Informationen geht, welche zum Rückgang der Säuglings- und Kindersterblichkeit beiträgt (Dreze & Murthi 2001, Fuchs, Pamuk & Lutz, 2010). Nicht wenig überraschend gilt Bildung daher auch als die dritte wichtige Quelle von beobachtbarer Bevölkerungsheterogenität nach Alter und Geschlecht (Lutz & KC 2011).

Zugleich enthalten intensivierte Anstrengungen auf dem Gebiet der „Humanressourcen", als welche man Bildung und Gesundheit vereinheitlichend bezeichnen kann, eine Vielzahl weiterer Co-benefits, die sich positiv auf die Erfüllung anderer SDGs auswirken.

So bezeugen zahllose Studien den Zusammenhang zwischen Humanressourcen und wirtschaftlicher Entwicklung (SDG 8), was zugleich maßgeblich zur Armutsbekämpfung (SDG 1) beiträgt (Lutz, Crespo Cuaresma & Sanderson, 2008, Crespo Cuaresma J.C., Lutz & Sanderson 2014). Höhere Durchschnittsbildung und die Herausbildung einer Bildungselite helfen aber auch beim Aufbau demokratischer Institutionen und fördern politische Partizipation, sowie Verantwortung aufseiten der EntscheidungsträgerInnen gegenüber besser gebildeten BürgerInnen (Lutz, Crespo Cuaresma & Abbasi-Shavazi, 2010), wie es in SDG 16 eingefordert wird. Weiters sind die körperlichen und kognitiven Fähigkeiten, die unsere Humanressourcen ausmachen, Grundvoraussetzung für die Verhaltensänderungen auf individueller und gesellschaftlicher Ebene, die zur Anpassung an den bereits nicht mehr zu vermeidenden Klimawandel nötig sind (Striessnig, Lutz & Patt, 2013, Lutz, Muttarak & Striessnig, 2014). Während einige der 169 in den SDGs zusammengefassten spezifischen Ziele sogar miteinander in Widerspruch stehen und eine eindeutige Prioritätensetzung oft schwierig fällt (Nilsson, Griggs & Visbeck, 2016), ist die Zielsetzung, Gesundheit und Bildung für alle zugänglich zu machen, als generelle Vorbedingung für nachhaltige Entwicklung anzusehen (Lutz, 2017).

Was im Falle eines Rückgangs der Investitionen in Humanressourcen geschehen kann, zeigt sich in den jüngsten Umfragen des Demographic and Health Survey (DHS): Infolge der von den internationalen Finanzinstitutionen eingeforderten budgetären Kürzungen im Rahmen der strukturellen Anpassungsprogramme der 90er Jahre kam es in vielen Ländern Afrikas südlich der Sahara zu einem Rückgang der Schuleinschreibungsraten, was nunmehr in einem erneuten Anstieg der Fertilität in diesen Kohorten sichtbar wird (Lutz, Goujon & KC 2015, Barakat et al., 2016). Die drohenden Folgewirkungen des dadurch fortschreitenden Bevölkerungswachstums der vergangenen Jahrzehnte können von Hungersnöten und der konfliktträchtigen Überbeanspruchung natürlicher Ressourcen, über erhöhte Abhängigkeit von Nahrungsmittelimporten, bis hin zur Entwurzelung großer Bevölkerungsteile reichen, wie in jüngerer Vergangenheit in Syrien zu beobachten war (Kelley et al., 2015). Während die SDGs von einer konkreten Quantifizierung zukünftig zu erwartender Migration absehen und lediglich die Empfehlung enthalten, dass die Migrationsströme in geordneten Bahnen und im rechtlichen Rahmen verlaufen sollen (SDG 10.7), ist abzusehen, dass der Klimawandel die beschriebenen Gefahren noch vergrößern wird. Infolgedessen kann es zu einer Zunahme der Fluchtbewegungen kommen (Buber-Ennser et al., 2016, Missirian & Schlenker, 2017), sodass anhaltendes Wachstum der Weltbevölkerung sich auch auf Länder wie Österreich auswirkt.

Bevölkerung und CO_2-Emissionen

Zwar ist der ökologische Fußabdruck nie lediglich eine Funktion der Anzahl der Menschen, die auf dem Planeten leben, sondern infolge starker Stadt/Land-Unterschiede auch ihrer räumlichen Verteilung (O'Neill et al., 2010), sowie ihrer Konsumgewohnheiten und des Ressourcenverbrauchs (Cohen, 1995, Raftery et al., 2017). Dennoch sind geringere CO_2-Emissionen zu den weiteren positiven Folgewirkungen einer Erfüllung der SDGs zu zählen. Laut den Ergebnissen einer Studie von Casey & Galor (2017) ergibt sich dieser Effekt nicht nur aus der geringeren Bevölkerungszahl, sondern auch aus der sich im Zuge des Bevölkerungsrückgangs ändernden Altersstruktur, wobei die demographische Alterung zu einem Rückgang von Emissionen beiträgt (Liddle & Lung, 2010, Liddle, 2014). Gemeinsam überwiegen diese Effekte den positiven Einkommenseffekt, der sich ebenfalls als Folge des Fertilitätsrückgangs einstellt. Unter Vernachlässigung von Verteilungsfragen kann somit davon ausgegangen werden, dass mittels geringeren Bevölkerungswachstums das doppelte Ziel von Armutsreduktion (SDG 1) und Abschwächung des Klimawandels (SDG 13) erreicht werden könnte.

Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in den Annahmen wider, die den Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) zu Grunde liegen. Dabei handelt es sich um globale sozioökonomische Narrative, welche einen einheitlichen Rahmen für die Erforschung der Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels auf menschliche Gesellschaften und Ökosysteme bieten sollen und auf eine Initiative der globalen „Integrated Assessment Modelling" (IAM) Community zurückgehen (O'Neill et al., 2014). Die von den SSPs bereitgestellten Narrative erlauben eine verbesserte Abschätzung der zukünftigen Herausforderungen in Bezug auf Vermeidung oder Abschwächung, aber auch Anpassung an bereits nicht mehr zu verhin-

dernden Klimawandel. Während für die einzelnen SSPs bereits eine Vielzahl an Studien vorliegt, welche beispielsweise ihre Implikationen in Bezug auf die zukünftige Bevölkerungsentwicklung (KC & Lutz, 2017), das zu erwartende Ausmaß an Urbanisierung (Jiang & O'Neill, 2015), wirtschaftliches Wachstum (Crespo Cuaresma, 2017), Energie- und Bodennutzung (Riahi et al., 2017), aber auch Überschussmortalität infolge extremer Wetterereignisse (Striessnig & Loichinger, 2015) untersuchen, fehlen mangels konkreter quantitativer Vorgaben ähnliche Berechnungen für die SDGs. Aus den oben beschriebenen Berechnungen der zukünftigen Weltbevölkerung von Abel et al. (2016), sowie durch die aus den SSPs gewonnen Erkenntnisse lässt sich jedoch annäherungsweise abschätzen, wie groß die zu erwartenden Herausforderungen im Falle der Erfüllung der SDGs sein werden.

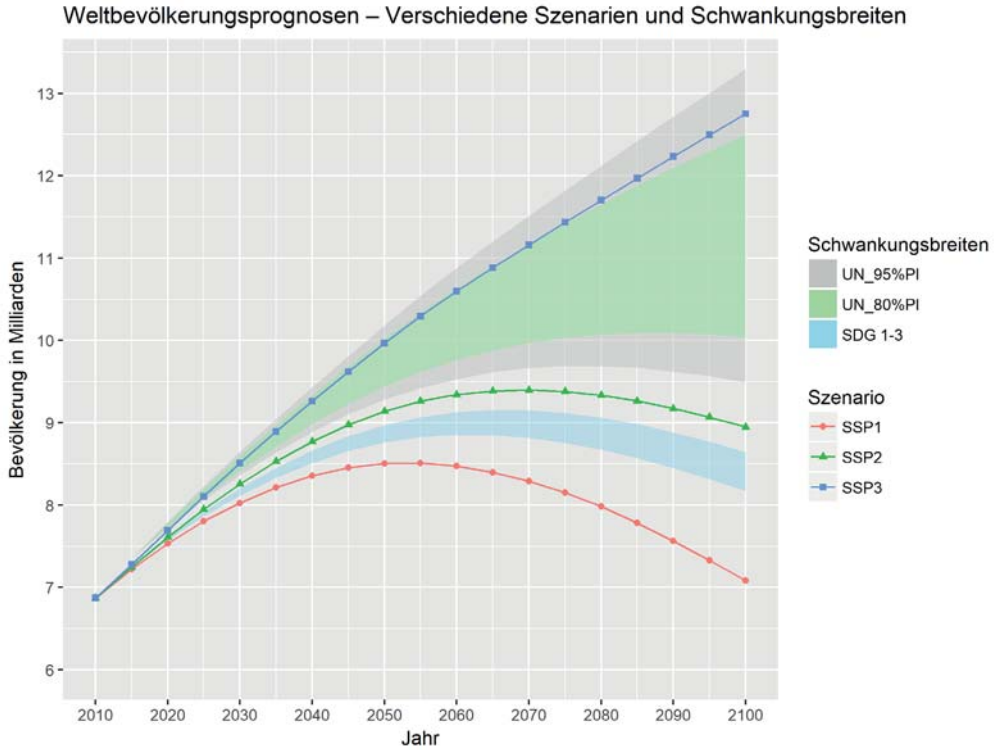


Abbildung 1: Zukünftiges Wachstum der Weltbevölkerung im Falle des Eintretens der SSPs, der SDGs, sowie der Bevölkerungsprognosen der Vereinten Nationen.

Wie Abbildung 1 zeigt, bewegen wir uns mit den SDGs im Bereich zwischen dem äußerst optimistischen SSP1 Szenario (rot) und dem als am wahrscheinlichsten einzustufenden SSP2 Szenario (grün). In Bezug auf die zu erwartenden Herausforderungen in Hinblick auf Ausmaß und Intensität des Klimawandels, sowie die zu erbringenden Anpassungsleistungen an sich verändernde Umweltbedingungen entspricht das dem unteren Ende des von den SSPs aufgespannten Möglichkeitsraumes. Fortgesetzte Bemühungen im Bereich von Bildung und Familienplanung, sowie nachhaltige Entwicklung durch Investitionen in erneuerbare Energien und internationale Zusammenarbeit bei der Verbreitung umweltschonender Produktionstechnologien sind dazu allerdings unerlässlich, denn auch die pessimistische Alternative einer stark fragmentierten, von regionalen Rivalitäten gekennzeichneten Welt ist möglich. Diese wird von SSP3 (blau) beschrieben, wo sowohl die Weltbevölkerung, als auch die Herausforderungen in Bezug auf Vermeidung und Anpassung an den Klimawandel ihre Maxima erreichen. Wie Striessnig und Lutz (2015) ausführen, steht in diesem Szenario der Großteil einer nunmehr sehr viel größeren Weltbevölkerung – vor allem in den Entwicklungsländern – in einem Zustand äußerster Vulnerabilität

und geringen Anpassungsfähigkeiten einem sehr viel stärker ausfallenden Klimawandel gegenüber. Der demographische Übergang vollzieht sich in diesem Szenario nur sehr langsam, die Geburtenraten bleiben weiter hoch, während das allgemeine Bildungsniveau niedrig ausfällt. Technischer Fortschritt, der nachhaltige Formen der Energie- und Nahrungsproduktion ermöglichen würde, findet zwar statt, aber weite Teile der Weltbevölkerung sind davon ausgeschlossen. Dies trägt zum weiteren Klimawandel bei und die zunehmende Unbewohnbarkeit vieler Weltregionen setzt internationale Wanderungsbewegungen in Gang, die früher oder später in den Wohlstandsfestungen der industrialisierten Welt ankommen.

Klimawandel und Demographie

Klimawandel und die dadurch induzierten Naturkatastrophen (Überflutungen, Dürren, Stürme, Hitzewellen, etc.) führen auch zu einem Anstieg der Mortalität. Eine Zusammenfassung, welche Umwelteffekte welche gesundheitsspezifischen Auswirkungen implizieren, wird in dem Bericht der „International Actuarial Association" (IAA 2017) dargestellt.

Die quantitativen Auswirkungen werden wiederum von den vorherrschenden institutionellen Rahmenbedingungen, der Infrastruktur und dem Entwicklungsstatus abhängen. Zusätzlich wird es auch große regionale Unterschiede geben. So zeigen Forzieri et al. (2017), dass insbesondere in Südeuropa die durch Hitzewellen verursachte Mortalität höher ist und der Anstieg der Häufigkeit von Hitzewellen dazu führen wird, dass Hitzextreme zukünftig einen der wichtigsten umweltbedingten Risikofaktoren darstellen werden. Insbesondere ältere, kranke und arme Bevölkerungsgruppen sind durch die vom Klima bedingten Risikofaktoren in höherem Ausmaß betroffen. Die Kombination von Klimaerwärmung, demographischer Alterung und Urbanisierung lässt infolgedessen eine Zunahme der durch Klimaveränderung entstehenden Risikogruppen erwarten. Wie in Forzieri et al. (2017) argumentiert, bedarf es daher entsprechender Maßnahmen der räumlichen Planung, um Gesundheit und Nachhaltigkeit der besonders gefährdeten Gruppen zu garantieren.

Verschiedene Vermeidungsstrategien können vorab die dem Risiko ausgesetzte Bevölkerung verringern, während Adaptierungsmaßnahmen, sowie eine Reduktion der Vulnerabilität frühzeitige Sterbefälle vermeiden helfen können. Sozioökonomische Merkmale wie höhere Bildung (insbesondere der Frauen) und bessere Gesundheit können die Mortalität durch Umweltkatastrophen reduzieren (KC et al., 2014, Zagheni, Muttarak & Striessnig, 2016). Bildung impliziert Wissen und einen besseren Informationsstand, sodass besser gebildete Bevölkerungen eine höhere Belastbarkeit und eine höhere Lernfähigkeit bei Umweltkatastrophen aufweisen.

Migration stellt eine mögliche Adaptionsstrategie bei sich verschlechterten Umweltbedingungen dar (Black et al., 2011, Bremner & Hunter, 2014). Wie ein unlängst erschienener Weltbank Bericht (Rigaud et al., 2018) festhält, findet klimainduzierte Migration größtenteils innerhalb der Grenzen der von Klimawandel betroffenen Länder statt. In Zukunft wird es aber auch in Europa zu verstärkten umweltbedingten Migrationsprozessen kommen, z. B. als Ursache des Anstiegs des Meeresspiegels in Küstenregionen. Auch Österreich ist als Zielland betroffen, wenn auch in geringerem Umfang als andere europäische Länder (Millock, 2015).

Wie in Schütte et al. (2018) diskutiert beeinflusst Klimawandel sowohl die Gesundheit (Unterernährung, infektiöse Krankheiten, etc. als Folge von extremen Wetterbedingungen) als auch Migration. Die wechselseitige Interaktion von Gesundheit und Migration sollte jedoch ebenso berücksichtigt werden (z. B. Migration kann zu einer Verbesserung der Gesundheitsvorsorge führen). Ziel sollte es also sein Klimawandel, Migration und Gesundheit gemeinsam und nicht nur paarweise zu studieren.

Demographie und Umwelt – SDGs in Österreich

Wie in dem vom Bundeskanzleramt (2016) herausgegebenen Bericht angekündigt, wurde in Österreich eine ressortübergreifende Arbeitsgruppe zur Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung etabliert. Im Folgenden geben wir einen kurzen Überblick in welchen SDGs dieser Bericht insbesondere die Beziehung von Demographie und Umwelt betont.

SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen: in diesem Bereich sollen Maßnahmen formuliert werden, welche

die Mensch-Umwelt-Beziehung nachhaltig im Sinne der Gesundheit zum Ziel haben. Die Verminderung der Schadstoff- und Treibhausgasemissionen ist hier ein wesentliches Ziel. Eine weitere, die Gesundheit betreffende Agenda ist die Reduktion von Todesfällen und Verletzungen im Straßenverkehr.

SDG 4: Hochwertige Bildung: „Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung" soll in den Lehrplan fächerübergreifend integriert werden, um die Kompetenzen und Kenntnisse für eine nachhaltige Entwicklung zu fördern. Bildung wird auch als eines der Querschnittsthemen angeführt, welches in allen SDGs eine Verankerung findet.

SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden: In diesem Bereich wird explizit die Reduktion der durch Katastrophen bedingten Todesfälle durch ein entsprechendes Risikomanagement angeführt. Die Frage der hohen Vulnerabilität alpiner Gemeinden (inklusive Auftauen des Permafrosts der Alpengipfel, Ende des Wintertourismus in niedrigeren Lagen, etc.) sollte hier ebenfalls mitgedacht werden.

SDG 12: Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster: es werden Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger Konsum- und Produktionsmuster angeführt. Interessanterweise wird jedoch der Bezug zur Bevölkerungsstruktur eines Landes ignoriert. Wie zahlreiche Studien aufzeigen, ist das Konsum- und Produktionsmuster einer Gesellschaft nicht nur durch das Einkommen, sondern auch die Alters-, Perioden- und Kohorteneffekte bestimmt.

SDG 17: Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen: Aufgrund seiner vergleichsweise geringen Bevölkerungsgröße haben demographische Entwicklungen in Österreich nur geringen Einfluss auf globale Prozesse. Österreich kann aber sowohl eine Vorbildfunktion bei wichtigen gesellschaftlichen Transformationsprozessen erfüllen, als auch bei der zur Umsetzung der SDGs erforderlichen Stärkung der globalen Partnerschaft eine wichtige Rolle spielen. Im Kontext der Bevölkerungsentwicklung ginge es hier vor allem um die Bereitstellung von finanziellen Mitteln zur Förderung von Maßnahmen im Bereich der Bildung, der reproduktiven Gesundheit und der Verringerung des noch nicht gedeckten Bedarfs nach Möglichkeiten zur Familienplanung.

Literatur

Abel, G.J., Barakat, B., KC, S. et al. "Meeting the sustainable development goals leads to lower world population growth", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(50), 14294–14299, 2016, https://doi.org/10.1073/pnas.1611386113.

Barakat, B., Bengtsson, S., Muttarak, R. et al. "*Education & the Sustainable Development Goals. Background paper prepared for the 2016 Global Education Monitoring Report*". Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2016, http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002455/245580E.pdf.

Basten, S. und Jiang, Q. "Fertility in China: An uncertain future", *Population Studies*, 69(Suppl. 1), S97–S105, 2015, https://doi.org/10.1080/00324728.2014.982898.

Becker, G.S. "*A treatise on the family*". Cambridge: Harvard University Press, 1981.

Black, R., Adger, N., Arnell, N. et al. "*Migration and global environmental change: Future challenges and opportunities. Final Project Report*". London: The Government Office for Science, 2011, http://www.bis.gov.uk/foresight/our-work/projects.

Bradley, S.E.K., Croft, T.N., Fishel, J.D. et al. "Revising unmet need for family planning", In *DHS Analytical Studies*, 25. Calverton: ICF International, 2012, http://dhsprogram.com/pubs/pdf/AS25/AS25%5B12June2012%5D.pdf.

Bremner, J. und Hunter, L.M. "*Population and the Environment*". Washington D.C.: Population Reference Bureau, *Population Bulletin*, 2014.

Buber-Ennser, I., Kohlenberger, J., Rengs, B. et al. "Human capital, values, and attitudes of persons seeking refuge in Austria in 2015", *PLOS ONE*, 11(9), e0163481, 2016, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163481.

Bundeskanzleramt Österreich "*Beiträge der Bundesministerien zur Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung durch Österreich. Darstellung 2016*". Wien: Bundeskanzleramt Österreich, 2016, http://archiv.bka.gv.at/DocView.axd?CobId=65724.

Casey, G. und Galor, O. "Is faster economic growth compatible with reductions in carbon emissions? The role of diminished population growth", *Environmental Research Letters*, 12(1), 014003, 2017, https://doi.org/10.1088/1748-9326/12/1/014003.

Coale, A.J. "The demographic transition reconsidered", In *Proceedings of the International Population Conference*. Liege: International Union for the Scientific Study of Population, 53–72, 1973.

Cohen, J.E. "*How many people can the Earth support*?". New York: W.W. Norton & Company, 1995.

Crespo, C., Crespo, J., Lutz, W. et al. "Is the demographic dividend an education dividend?", *Demography*, 51(1), 299–315, 2014, https://doi.org/10.1007/s13524-013-0245-x.

Crespo Cuaresma, J. "Income projections for climate change research: A framework based on human capital dynamics", *Global Environmental Change*, 42, 226–236, 2017, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.012.

Dreze, J. und Murthi, M. "Fertility, education, and development: Evidence from India", *Population and Development Review*, 27(1), 33–63, 2001, https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2001.00033.x.

Duflo, E. "Women empowerment and economic development", *Journal of Economic Literature*, 50(4), 1051–1079, 2012, https://doi.org/10.1257/jel.50.4.1051.

Forzieri, G., Cescatti, A., Batista e Silva, F. et al. "Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: A data-driven prognostic study", *The Lancet Planetary Health*, 1(5), e200–e208, 2017, https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30082-7.

Fuchs, R., Pamuk, E. und Lutz, W. "Education or wealth: Which matters more for reducing child mortality in developing countries?", *Vienna Yearbook of Population Research*, 8, 175–199, 2010, https://doi.org/10.1553/populationyearbook2010s175.

IAA "Climate Change and Mortality", In *IAA Working Group Discussion Paper*. Ottawa: International Actuarial Association (IAA), 2017.

Jiang, L. und O'Neill, B.C. "Global urbanization projections for the shared socioeconomic pathways", *Global Environmental Change*, 42, 193–199, 2015, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008.

Jöst, F. "*Bevölkerungswachstum und Umweltnutzung: Eine ökonomische Analyse*". Heidelberg: Physica-Verlag, 2002, https://www.springer.com/de/book/9783790814057.

KC, S. und Lutz, W. "The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100", *Global Environmental Change*, 42, 181–192, 2017, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004.

KC, S., Lutz, W., Loichinger, E. et al. "Reducing vulnerability in critical life course phases through enhancing human capital", In *Human Development Reports, Occasional Paper*. New York: United Nations Development Programme (UNDP), 2014, http://hdr.undp.org/en/content/reducing-vulnerability-critical-life-course-phases-enhancing-human-capital.

Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A. et al. "Climate change in the fertile crescent and implications of the recent Syrian drought", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3241–3246, 2015, https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112.

Liddle, B. und Lung, S. "Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: Revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts", *Population and Environment*, 31(5), 317–343, 2010, https://doi.org/10.1007/s11111-010-0101-5.

Liddle, B. "Impact of population, age structure, and urbanization on carbon emissions/energy consumption: Evidence from macro-level, cross-country analyses", *Population and Environment*, 35(3), 286–304, 2014, https://doi.org/10.1007/s11111-013-0198-4.

Lutz, W. "Global sustainable development priorities 500 Y after Luther: *Sola schola et sanitate*", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(27), 6904–6913, 2017, https://doi.org/10.1073/pnas.1702609114.

Lutz, W., Butz, W.P. und KC, S. (eds) "*World population and human capital in the twenty-first century*". Oxford: Oxford University Press, 2014b, http://ukcatalogue.oup.com/product/9780198703167.do.

Lutz, W., Crespo Cuaresma, J. und Abbasi-Shavazi, M.J. "Demography, education, and democracy: Global trends and the case of Iran",

Population and Development Review, 36(2), 253–281, 2010, https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2010.00329.x.

Lutz, W., Crespo Cuaresma, J. und Sanderson, W.C. "The demography of educational attainment and economic growth", *Science*, 319(5866), 1047–1048, 2008. https://doi.org/10.1126/science.1151753.

Lutz, W., Goujon, A. und KC, S. "The link between Structural Adjustment Programs, education discontinuities and stalled fertility in Africa", In *IIASA Interim Report*, IR-15-007. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2015, http://pure.iiasa.ac.at/11681.

Lutz, W. und KC, S. "Global human capital: Integrating education and population", *Science*, 333(6042), 587–592, 2011, https://doi.org/10.1126/science.1206964.

Lutz, W., Muttarak, R. und Striessnig, E. "Universal education is key to enhanced climate adaptation", *Science*, 346(6213), 1061–1062, 2014a, https://doi.org/10.1126/science.1257975.

Lutz, W. und Striessnig, E. "Demographic aspects of climate change mitigation and adaptation", *Population Studies*, 69(Suppl. 1), S69–S76, 2015, https://doi.org/10.1080/00324728.2014.969929.

Millock, K. "Migration and environment", *Annual Review of Resource Economics*, 7(1), 35–60, 2015, https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100814-125031.

Missirian, A. und Schlenker, W. "Asylum applications and migration flows", *American Economic Review*, 107(5), 436–440, 2017, https://doi.org/10.1257/aer.p20171051.

Nilsson, M., Griggs, D. und Visbeck, M. "Policy: Map the interactions between sustainable development goals", *Nature*, 534(7607), 320–322, 2016, https://doi.org/10.1038/534320a.

O'Neill, B.C., Dalton, M., Fuchs, R. et al. "Global demographic trends and future carbon emissions", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(41), 17521–17526, 2010, https://doi.org/10.1073/pnas.1004581107.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K. et al. "A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways", *Climatic Change*, 122(3), 387–400, 2014, https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2.

Raftery, A.E., Zimmer, A., Frierson, D.M.W. et al. "Less than 2 °C warming by 2100 unlikely", *Nature Climate Change*, 7, 637–641, 2017, https://doi.org/10.1038/nclimate3352.

Riahi, K., van Vuuren, D.P., Kriegler, E. et al. "The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview", *Global Environmental Change*, 42, 153–168, 2017, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009.

Rigaud, K.K., De Sherbinin, A.M., Jones, B. et al. "*Groundswell: Preparing for internal climate migration*". Washington D.C.: World Bank, 2018, https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461.

Schultz, T.P. "The fertility transition: Economic explanations", In *SSRN Scholarly Paper*, ID 286291. Rochester: Social Science Research Network (SSRN), 2001, https://papers.ssrn.com/abstract=286291.

Silva, T. de und Tenreyro, S. "Population control policies and fertility convergence", *Journal of Economic Perspectives*, 31(4), 205–228, 2017, https://doi.org/10.1257/jep.31.4.205.

Striessnig, E., Lutz, W. und Patt, A.G. "Effects of educational attainment on climate risk vulnerability", *Ecology and Society*, 18(1), 16, 2013, https://doi.org/10.5751/ES-05252-180116.

Striessnig, E. und Loichinger, E. "Future differential vulnerability to natural disasters by level of education", *Vienna Yearbook of Population Research*, 13, 221–240, 2015, http://www.jstor.org/stable/24770031.

United Nations "World population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables", In *Working Paper*, ESA/P/WP.241. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015, https://www.popline.org/node/639412.

Wilson, C. "Understanding global demographic convergence since 1950", *Population and Development Review*, 37(2), 375–388, 2011, https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2011.00415.x.

Zagheni, E., Muttarak, R. und Striessnig, E. "Differential mortality patterns from hydro-meteorological disasters: Evidence from cause-of-death data by age and sex", *Vienna Yearbook of Population Research*, 13, 47–70, 2016, https://doi.org/10.1553/populationyearbook2015s47.

Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIOES)
KIOES Opinions 8 (2018): 93–98.
doi: 10.1553/KIOESOP_008

ÖAW AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

Vermächtnisrisiken in Österreich als Herausforderung für die Umsetzung der Agenda 2030

Zusammengestellt von Verena Winiwarter unter Mitarbeit von Autorinnen und Autoren des Bandes.[1]

Gesellschaften generieren häufig öffentliche Infrastrukturen und treffen institutionelle Vorkehrungen, um kurzfristige Schwankungen in der Umwelt abzupuffern. Auch die Ausrichtung an den Zielen der Agenda 2030 muss als im ökologischen Maßstab auf kurzfristige Wirksamkeit von Maßnahmen angelegtes Unterfangen eingeschätzt werden. Allerdings können die sozialen und ökologischen Folgen von Aktivitäten, die im Zusammenhang mit kurzfristigen Störungen von Gesellschaften gesetzt werden, die Anfälligkeit des Systems für seltene Ereignisse oder Änderungen in den langfristigen Mustern der kurzfristigen Variabilität erhöhen. Um dies zu untersuchen, ist das Studium des langfristigen, grundlegenden Wandels nötig (Anderies, 2006). Bei der Bewertung moderner Fischereien sowie von vorspanischen Wasserkontrollsystemen für die Landwirtschaft haben Anderies et al. (2007: 15194) festgestellt, dass „Maßnahmen die robust gegenüber Unsicherheiten einer Gruppe von Parametern sind, zwangsläufig anfällig für Unsicherheit in einer anderen Gruppe sind." Das Beste, was wir tun können, ist die Anfälligkeit für ausgewählte Schwachstellen zu minimieren und die allgemeine Resilienz zu managen (Nelson et al., 2010).

Die Fähigkeit von sozialen Einheiten (seien dies Staaten, Gemeinden, Städte oder Familien), Veränderungen zu bewältigen, hängt von der Größe und Plötzlichkeit des ökologischen und sozialen Wandels und vor allem von den getroffenen Entscheidungen oder „Antworten" auf solche Veränderungen ab. Klassische Strategien zur Verringerung der Vulnerabilität sind Migration, der Aufbau sozialer Netzwerke über größere Räume und der damit mögliche weiträumige Handel, eine Vielfalt sozialer Praktiken, Reziprozität durch den Austausch von Ressourcen mit anderen, sowie die Konservierung und Speicherung von Nahrungs- und Wasserressourcen. Alle diese Strategien gibt es seit Tausenden Jahren. Es lässt sich aber anhand archäologischer Funde nachweisen, dass bereits prähistorische Gesellschaften manchmal Entscheidungen getroffen haben, die ihre Verletzlichkeit eher erhöht als verringert haben. War dies auf Unkenntnis zurückzuführen und sind wir daher heute viel besser ausgerüstet, auf wissenschaftlicher Grundlage bessere Entscheidungen zu treffen?

Das ist vermutlich nicht der Fall, denn es ist für Menschen in jeder Gesellschaft schwierig, die neuen Schwachstellen zu entdecken, die sie Erzeugen. Diese bleiben solange unentdeckt, bis deren Folgen erfahrbar werden. An diesem Punkt ist die Transformation bereits im Gange und die Menschen sind möglicherweise nicht in der Lage, darauf angemessen zu reagieren (Schoon et al., 2011).

Allgemeiner formuliert, kann festgehalten werden, dass Einzelpersonen und soziale Gruppen Entscheidungen auf der Grundlage eines Kompromisses zwischen den wahrgenommenen sozialen Kosten einer Entscheidung und den daraus abgeleiteten materiellen Vorteilen treffen. Die wahrgenommenen sozialen Kosten einer Entscheidung oder Wahl, d. h. die „Opfer", die entweder durch zusätzliche Energie, zusätzliche Risiken oder den Verlust vorhandener Optionen und Möglichkeiten entstehen, werden gegen die

1 Mitgearbeitet haben: A. Baumgarten, Ch. Berg, G. Blöschl, A. Fürnkranz-Prskawetz, A. Kasper-Giebl, H. Kromb-Kolb, R. Jandl, Ch. Sturmbauer, J. Strauß, E. Striessnig und S. Zechmeister-Boltenstern.

wahrgenommenen Vorteile, d. h. die unmittelbaren Vorteile für den Menschen, abgewogen.

Es gibt dazu immer grundlegende Kompromisse zwischen Robustheit und Leistung. Diese sind viel einfacher zu sehen als Kompromisse zwischen Robustheit und Vulnerabilität (Anfälligkeit) (Schoon et al., 2011).

Forderungen nach Robustheit, Resilienz und Vorsorge sind mit den sehr kurzen Planungszeiträumen des politischen Systems ebenso konfrontiert wie mit der langen Zeit, die demokratisch abgesicherte Änderungen etwa von Eigentumsordnungen oder anderen Rechtsmaterien benötigen.

Eine vorsorgende Planung steht also vor multiplen Herausforderungen, nicht zuletzt davor, dass es nicht auf die Planung alleine, sondern vor allem auf deren Umsetzbarkeit ankommt. Der Politikwissenschaftler Ralf Nordbeck hat das daraus resultierende Problem moderner Umweltplanung stringent zusammengefasst: „Moderne Planung muss drohende Blockaden frühzeitig antizipieren, um später bei der Implementation einer Strategie überhaupt zu einem kohärenten Handeln gelangen zu können. Konkret bedeutet dies für nationale Umweltpläne und Nachhaltigkeitsstrategien, den Planungsprozess auf eine möglichst breite Basis zu stellen und neben den Akteuren des politisch-administrativen Systems auch gesellschaftliche Interessensgruppen sowie die Verursacherbereiche als Adressaten der Politik in den Zielbildungsprozess miteinzubeziehen. Neben das Problem der Zielbildung und deren Umsetzung im weiteren Zeitverlauf treten in der modernen Planungsvariante somit gleichberechtigt die Fragen nach der Integration des politisch-administrativen Systems und der Beteiligung gesellschaftlicher Anspruchsgruppen. (Nordbeck, 2000, 181–82).

Die Konzentration auf Vermächtnisrisiken, die wissenschaftlich als Resilienzstrategie gut argumentierbar ist, ist nötig. Die von Nordbeck angeregte Beteiligung von Verursacherbereichen, dem politisch-administrativen System und gesellschaftlichen Anspruchsgruppen kann ohne einen „honest broker“ nicht gelingen. Ein erfolgreicher Versuch eines entsprechenden Aushandlungsprozesses in Österreich wurde von Harald Katzmair durchgeführt. Untersucht wurde unter anderem die Resilienz Österreichs gegenüber dem Klimawandel und Pandemien[2].

Die Wissenschaft mit ihrer Selbstverpflichtung zu Qualität und Intersubjektivität ist wohl das einzige gesellschaftliche Subsystem, das eine solche Aufgabe erfüllen kann. Sie hat eine zentrale Rolle an der Schnittstelle von Gesellschaft und Umwelt sowohl für Inhalte als auch für die Gestaltung sachorientierter Aushandlungsprozesse, die nötig sind, soll die Einigung auf das gesellschaftlich leicht Durchsetzbare, aber am Problem vorbeigehende, kurzfristige Handeln, dessen Wirkungen die Grenzen des Planeten überschreiten, vermieden werden.

Um Prioritäten bei der Umsetzung von umweltpolitischen Zielen definieren zu können, ist es nötig, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, in welchen gesellschaftlichen Bereichen in Österreich langfristige Vermächtnisrisiken existieren bzw. wo sie entstehen könnten, wenn Richtungsentscheidungen nicht im Hinblick auf Vorsorge getroffen werden. Die folgenden Einschätzungen stellen Bausteine zu einem solchen Überblick dar. Dabei wird auf die einzelnen Kapitel des hier vorgelegten Perspektivenpapiers eingegangen.

Hinzuweisen ist eingangs darauf, dass eine Reihe von langfristigen Risiken durch Lebensstilentscheidungen minimiert oder vergrößert werden, auf diese Tatsache wird nicht mehr eigens eingegangen. Alle gesellschaftlichen Bereiche, in denen auf Langfristigkeit angelegte Infrastrukturen vorhanden sind, zu nennen sind etwa der Energiesektor, die Tourismuswirtschaft, oder der Verkehrsbereich, sind von Vermächtnisrisiken betroffen. Auch die Forstwirtschaft, deren natürliche Basis langlebige Organismen sind, letztlich aber jegliche wirtschaftliche Aktivität, die mit Ökosystemen direkt verbunden ist, sind von Langfristrisiken globalen Wandels betroffen.

Wasser

Investitionen in Infrastruktur im Bereich des Wasserbaus, seien es Regulierungsbauten, Lawinen- und Wildbachverbauungen, Häfen, Fahrrinnen oder Kraftwerke, sind kostspielig. Sehr viele davon sind Großbauten, die zu massiven Landnutzungsänderungen geführt haben, die sich wiederum auf Was-

2 http://resilienzstrategie.at/

serkreisläufe auswirken. So sind etwa viele früher regelmäßig überflutete Gebiete heute besiedelt und können nur unter hohen sozialen und monetären Kosten wieder den Flüssen überlassen werden.

Hochwässer führen zu zwei gegensätzlichen gesellschaftlichen Effekten. Der Adaptions-Effekt führt dazu, dass sich die Bevölkerung nach dem Hochwasser anpasst und beim nächsten Mal geringere Schäden zu erwarten sind; der sogenannte Levee-Effekt bewirkt das Gegenteil: Der Bau eines hohen Damms vermittelt ein Gefühl der Sicherheit und damit wird mehr teure Infrastruktur in gefährdete Räume eingebracht. Wenn ein solcher Damm dann bei einem besonders starken Hochwasser bricht, sind die Schäden höher als sie ohne Damm wären. Ein gesellschaftliches „Katastrophengedächtnis" ist hier die wirksamste Maßnahme.

Die Kosten für Umbauten und Änderungen an der hydrotechnischen Infrastruktur sind prohibitiv hoch, doch auch gesellschaftliche Wertvorstellungen sind träge, sodass etwa eine Anpassung an durch Klimawandel geänderte Hochwasserregimes nur sehr langsam erfolgt. Wasserbauten tragen daher ein hohes Vermächtnisrisiko.

Ebenso sind Verschmutzungen von Grundwasser durch langlebige, gefährliche Substanzen ein langfristig wirksames Risiko, dem durch Vorsorge nur dann begegnet werden kann, wenn nicht nur belastende ersetzt, sondern auch die Landwirtschaft nachhaltiger orientiert ist.

Wie Sivapalan und Blöschl (2015) ausführen, bedarf es zum Umgang mit Vermächtnisrisiken einer Sozio-Hydrologie, die integrierte Prozesse der Entscheidungsfindung bewerkstelligt, und auf robuste, resiliente Maßnahmen setzt, denen der Vorzug vor einer Maximierung der Effizienz zu geben ist.

Luftqualität

Die Auslagerung von Emissionen durch Auslagerung von belastenden Prozessen führt dazu, dass Österreich etwa bei in der Verantwortung steht, auch außerhalb des eigenen Territoriums für die Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele Sorge zu tragen. Dies ist ein klassischer Spillover-Effekt.

Luftschadstoffe gelangen durch Deposition (als Aerosol oder mit Niederschlag) in Ökosysteme, wo sie trotz geringer Konzentrationen langfristige Prozesse mit großen Umweltauswirkungen bewirken können. Hinzuweisen ist auf historische Erfahrungen mit saurem Regen, der zur langfristigen Versauerung von Gebirgsseen geführt hat; diese ist ebenso ein Vermächtnisrisiko wie die Eutrophierung (Überfrachtung mit Nährstoffen) von Gewässern in intensiv genutzten Agrarlandschaften und die Belastung von Grundwasser mit Nitrat. Hier zeigt sich auch, dass die Umweltsysteme miteinander vernetzt sind und Eingriffe in ein System sich in anderen Systemen auswirken.

Die gesundheitlichen Folgen von Luftschadstoffen stellen eine Querschnittsmaterie zur Demographie dar, dem Gesundheits- und Pensionssystem erwachsen durch die von Feinstaub hervorgerufenen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen der Atemwege langfristig erhöhte Kosten, frühe Pensionierungen aus gesundheitlichen Gründen erhöhen die Kosten des Pensionssystems.

Klima

Zwischen Luftqualität und Klima gibt es positive Verstärkungen, denn Emissionsreduktionen zur Verbesserung der Luftqualität können auch positiven Einfluss auf Klima haben; noch stärker ist aber der umgekehrte Effekt: Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen, insbesondere der Ausstieg aus fossilen Energien – auch in der Mobilität – verbessert die Luftqualität signifikant. Nicht immer sind die Wechselwirkungen positiv: Erhöhte solare Einstrahlung und höhere Temperaturen können zu erhöhten Ozonkonzentrationen führen.

Sowohl Luftqualität als auch Klimawandel sind von langlebigen Infrastrukturen bzw. von schwer änderbaren Konsumgewohnheiten betroffen. Langlebige, verteilte Infrastrukturen im Bereich privater Haushalte lassen sich sehr viel schlechter rasch modernisieren oder transformieren als dies bei einzelnen, großen Produktionsbetrieben oder Infrastrukturen der öffentlichen Hand der Fall ist. So ist etwa in Heizsysteme im privaten Bereich schwerer regulatorisch einzugreifen, im Vergleich zu Maßnahmen im privaten KFZ-Verkehr und Güterverkehr, die schneller umsetzbar sind. Allerdings sind auch Flotten im

KFZ-Verkehr durchaus langlebig und können auch wegen des Vertrauensgrundsatzes nur langsam vollständig ersetzt werden. Dies setzt der raschen Einführung einer luftqualitätsorientierten, klimaneutralen Mobilitätsgestaltung Grenzen. Das verweist auf ein grundsätzliches Problem mit der Umsetzung von SDG 12 (verantwortungsvoller Konsum). Durch die Dauer gesellschaftlicher Aufklärungs- und Aushandlungsprozesse sind Änderungen nur langsam möglich. Gleichzeitig werden weltweit Konsummuster gefördert, die umweltbelastend sind, etwa die Ernährung mittels Fast Food und hohem Anteil tierischen Proteins. Diesen Vermächtnisrisiken stehen erfreulicherweise manchmal soziale Innovationen gegenüber, die überraschend schnell greifen.

Wechselwirkungen liegen selbstverständlich auch mit den anderen Themenbereichen – Wasser, Böden, Biodiversität etc. vor, doch ist hier nicht Raum, diese zu diskutieren.

Da Österreich weiterhin für den Ausstoß von Treibhausgasen im Inland und durch Import energieintensiver Produkte auch außerhalb des eigenen Territoriums verantwortlich ist, ist es an allen langfristigen Folgen des globalen Klimawandels beteiligt, ebenso wie an der Ozeanversauerung.

Das wohl wesentlichste Vermächtnisrisiko des Klimawandels auf globaler Ebene ist der Anstieg des Meeresspiegels, der sich bei Stabilisierung der Temperatur noch über tausend und mehr Jahre fortsetzen wird. Österreich ist davon nur indirekt betroffen, aber die Notwendigkeit vieler Hundert Millionen Menschen, sich eine neue Heimat zu suchen, wird – selbst wenn der Prozess friedlich vor sich gehen sollte – auch an Österreich nicht spurlos vorbeigehen.

Gletscherschwund und die potenzielle Destabilisierung hochalpiner Gebiete durch Auftauen des hochalpinen Permafrosts sind die entsprechenden Prozesse innerhalb Österreichs. Die kombinierte Wirkung von Erwärmung, veränderten Niederschlagsverhältnissen (z. B. Verschiebung von Schnee zu Regen, Zunahme der Niederschlagsmengen im Winter, Abnahme im Sommer, Zunahme der Maximalintensitäten des Niederschlages oder zunehmende Wasserknappheit in den arideren Gebieten Österreichs, wie dem Marchfeld), geänderten Strömungsmustern und Windverhältnissen hat langfristige Auswirkungen auf die Ökosysteme, wie z. B. eine völlig andere Zusammensetzung der Baumarten in den Wäldern oder die Invasion fremder Pflanzen und Tiere (Schädlinge, Nützlinge und Krankheitsvektoren). Sie stellen allesamt Vermächtnisrisiken dar.

Zu den Vermächtnisrisiken sind allerdings auch jene zu zählen, die durch falsch verstandene Minderungs- oder Anpassungsmaßnahmen entstehen können. Ein offenkundiges Beispiel wäre der Ersatz fossiler Brennstoffe durch vermeintlich CO_2-neutrale Biomasse, die dann jedoch zur langfristigen Schädigung von Wäldern und Böden führt, ganz abgesehen vom fehlenden Effekt auf das Klima. Ähnliches gilt für den übermäßigen Ausbau von Wasserkraft, der die aquatischen Ökosysteme unter Druck setzt.

Das Vermächtnisrisiko des Klimawandels schlechthin ist allerdings das Risiko, das Klima nicht mehr stabilisieren zu können. Dies tritt ein, wenn selbstverstärkende Prozesse so dominant werden, dass das Handeln des Menschen sie bestenfalls bremsen, nicht aber zum Stillstand bringen kann. Ob diese Situation eintreten kann, und ab welcher Erwärmung, sind noch Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion, aber das Klimaabkommen von Paris, insbesondere die Temperaturgrenze von +1,5°C, ist ein Versuch, dies zu verhindern.

Boden

Böden stellen eine im menschlichen Maßstab nicht erneuerbare, begrenzte Ressource dar. In Österreich werden im internationalen Vergleich große Flächen versiegelt. Die versiegelte Fläche mag zwar gemessen an der Landesfläche gering erscheinen, aber versiegelt werden oft die besten Böden, sodass ein Vermächtnisrisiko entsteht, weil immer weniger hoch produktive Böden zur Verfügung stehen, was wegen der dann bleibend nötigen hohen Hektarerträge eine Form der Landwirtschaft wahrscheinlich macht, die auf externen Inputs (wie z. B. mineralischen Düngemitteln) basiert.

Das gesellschaftliche Bewertungssystem für Böden sieht diesen primär als Produktionsfaktor, die Beeinträchtigung anderer Funktionen wird in Kauf genommen, was z. B. bedeutet, dass Verluste von Biodiversität und natürlichen Bodenfunktionen in Kauf

genommen werden, diese Verluste sind jedenfalls als Vermächtnisrisiken zu bewerten.

Die Bodenbewirtschaftung in Österreich ist nicht auf Resilienz orientiert, sondern läuft in enger Verquickung mit technischen Infrastrukturen (bis hin zu Satelliten) auf einem hohen technischen Niveau, das als solches durchaus positive Effekte auf die Produktivität hat (Precision Farming…). Die Verquickung mit technischen Infrastrukturen aber macht das System anfällig für jegliche Irritation der natürlichen Bodenfunktionen sowie aller technischen Systeme, zu denen auch das Transportsystem (etwa von Saatgut und Düngemitteln) zu zählen ist.

Biodiversität

Biodiversität per se hat große Bedeutung und Potential in vielen Bereichen menschlichen Handelns, sodass eine Reihe von Maßnahmen zum Erhalt größtmöglicher Biodiversität international abgestimmt vorliegen.

Als Vermächtnisrisiko von Eingriffen in die Biodiversität ist in erster Linie der Verlust ökosystemarer Dienstleistungen und die zunehmende Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen durch Krankheitserreger und Schädlinge zu nennen.

Die Reduktion an Biodiversität erhöht das Risiko, an hoch-infektiösen Zoonosen zu erkranken. Erreger von Pflanzenkrankheiten und Schädlinge werden ebenfalls dominanter, je geringer die Biodiversität möglicher Zielpflanzen in unmittelbarer Umgebung wird.

Die durch industrielle Landwirtschaft abnehmende Nutzpflanzendiversität ist ebenfalls ein Vermächtnisrisiko, denn der minimalistische Genpool spezialisierter Nutzpflanzen führt zu weniger resilienten Systemen als hohe genetische Diversität, auch wenn die Produktivität der genetisch optimierten Nutzpflanzen zunächst höher scheinen mag. Ähnliches gilt für Nutztiere, deren genetische Diversität ebenfalls abnehmende Tendenz zeigt.

Der Mensch gefährdet damit seine natürlichen Lebensgrundlagen und die langfristige Nutzbarkeit der Biosphäre, einschließlich Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Chivian & Bernstein 2008). Dies wirkt sich ähnlich wie Schädigungen durch Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung oder Bodendegradation aus, ist aber wesentlich schwieriger aufzuhalten.

Einmal ausgestorbene Arten und ihre genetische Information sind für immer verloren. Da das Artensterben im 20. Jahrhundert das Ausmaß eines Massensterbens angenommen hat, sind Effekte auf die weitere Entwicklung der Biosphäre unvermeidbar. Wie sie sich äußern werden und welche Konsequenzen für Menschen sie haben werden, ist nicht abschätzbar. Die Einsicht, dass alle bisher gesetzten nationalen und internationalen Maßnahmen den progressiven Biodiversitätsverlust weder aufhalten noch umkehren konnten, ergibt ein wichtiges Vermächtnis: Die derzeitige Rechtslage bzw. die derzeitige Praxis der Interessensabwägung war bisher auch nicht in der Lage und ist daher auch nicht geeignet, die progressiven Biodiversitätsverluste anzuhalten bzw. umzukehren. Eine explizite Bezifferung aller bislang rein ideell einfließenden ökonomischen Leistungen der Natur in unser Wirtschafts- und Gesellschaftssystem würde eine faire Budgetierung im Rahmen der Interessensabwägung gewährleisten.

Obgleich verschiedenste direkte und indirekte Ursachen unsere Biodiversität gefährden, zeigt es sich, dass der enorme Flächenverbrauch im Zuge der Intensivierung der Landnutzung die wichtigste Ursache für den Verlust von Lebensräumen und indirekt für den Artenschwund sind. Wir sind deshalb überzeugt, dass konsequenter Lebensraumschutz und auf ökologischen Prinzipien beruhende Land- und Forstwirtschaft der effektivste Naturschutz ist. Biodiversitätsschutz darf sich aber nicht auf Naturlandschaften beschränken Die fortdauernde Inanspruchnahme besonders von landwirtschaftlichen Flächen durch nicht-landwirtschaftliche Nutzungen ist einzudämmen. Kleine naturbelassene Biotope wie Restwälder, Feldsäume, Sumpfwiesen, Blühwiesen oder Trockenrasen haben in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft nur mehr wenig Platz und sind größtenteils der Flurbereinigung zum Opfer gefallen. Innerhalb einer nachhaltig funktionsfähigen Landschaft kommt aber gerade diesen kleinräumigen Inseln für viele heute selten gewordene Arten eine große Bedeutung als Lebensraum zu, weshalb die rasche Einbeziehung von Wiederherstellungsmaßnahmen in moderne landwirtschaftliche Konzepte eine sehr

gute Möglichkeit ist, auch auf lokaler Ebene konkrete Schritte zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen zu setzen. Da kleinräumige Lebensräume auch als Trittsteine zur Verbreitung wichtig sind, verstärkt sich die Notwendigkeit des konsequenten Schutzes von Naturinseln auch durch den Klimawandel.

Demographie

Die demographische Entwicklung ist ein ebenso biologisches wie gesellschaftliches Phänomen. So ist die Mortalität bei den auch künftig erwartbaren Hitzewellen nicht gleichmäßig erhöht, sondern betrifft vor allem alleinstehende ältere Menschen mit geringem Einkommen im urbanen Raum. Dort werden künftig dann entweder vermehrt Betreuungsplätze zu schaffen sein, oder ein eigenes mobiles Hitzebetreuungservice müsste eingerichtet werden. Egal zu welchen Maßnahmen gegriffen wird, die dadurch jedenfalls erhöhten Kosten sind ein Vermächtnisrisiko der Erderwärmung.

In Adaptierungsmaßnahmen an den globalen Wandel (z. B. in die Steuerung von Migration) wird vergleichsweise viel investiert, obwohl Vermeidungsstrategien die langfristigeren und nachhaltigeren Maßnahmen wären. Investitionen in diese Vermeidungsstrategien sind aber aus verschiedenen Gründen schwer durchzusetzen, da sie erst längerfristig wirksam sind. Klassisch unterdotiert sind etwa Investition in Bildung oder Gendergerechtigkeit, die beide das Potential haben, zu einer Abschwächung des Bevölkerungswachstums beizutragen.

Vermächtnisrisiken als Querschnittsmaterie der Umweltpolitik?

Diese kurzen Darstellungen von Vermächtnisrisiken, denen Gesellschaften durch ihre auf kurzfristige Ziele ausgerichteten Handlungen ausgesetzt sind, zeigen, dass hohe zukünftige Kosten zu erwarten sind, ganz abgesehen von den anderen Effekten, die in nicht-linearen Systemen, wie die Natur eines ist, auftreten. Vermehrte Konflikte und die damit unvermeidlichen Aushandlungsprozesse, die gesellschaftlicher Aufmerksamkeit bedürfen, sind zu erwarten. Die Priorisierung umweltpolitischer Maßnahmen mit dem Ziel der Minimierung von Vermächtnisrisiken ist eine resiliente, wissenschaftlich abgestützte und zur Erfüllung der Ziele der Agenda 2030 geeignete Vorgangsweise.

Literatur

Anderies, J.M. "Robustness, institutions, and large-scale change in social-ecological systems: The Hohokam of the Phoenix Basin", *Journal of Institutional Economics*, 2(2), 133–155, 2006, https://doi.org/10.1017/S1744137406000312.

Anderies, J.M., Rodriguez, A.A., Janssen, M.A. et al. "Panaceas, uncertainty, and the robust control framework in sustainability science", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39), 15194–15199, 2007, https://doi.org/10.1073/pnas.0702655104.

Chivian E. und Bernstein, A. (eds) "*Sustaining life: how human health depends on biodiversity*". New York: Oxford University Press, 2008.

Nelson, M.C., Kintigh, K., Abbott, et al. "The cross-scale interplay between social and biophysical context and the vulnerability of irrigation-dependent societies: archaeology's long-term perspective", *Ecology and Society* 15(3): 31, 2010, http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art31; (aufgerufen April 2018).

Nordbeck, R. "Umweltplanung als institutionelles Arrangement – ein vergleichender Überblick", In V. Prittwit (ed) *Institutionelle Arrangements in der Umweltpolitik: Zukunftsfähigkeit durch innovative Verfahrenskombinationen?* Wiesbaden: Springer VS, 181–202, 2000, https://www.springerprofessional.de/institutionelle-arrangements-und-zukunftsfaehigkeit/14683304.

Schoon, M., Fabricius, C., Anderies, J.M. et al. "Synthesis: vulnerability, traps, and transformations—long-term perspectives from archaeology", *Ecology and Society*, 16(2): 24, 2011, http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art24.

Sivapalan, M. und Blöschl, G. "Time scale interactions and the coevolution of humans and water", *Water Resources Research*, 51(9), 6988–7022, 2015, https://doi.org/10.1002/2015WR017896.

Biografien der Autorinnen und Autoren

Biografien der Autorinnen und Autoren

Andreas Baumgarten ist der Leiter der Abteilung Bodengesundheit und Pflanzenernährung der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit. Im Labor der Abteilung werden Boden – und Düngemitteluntersuchungen im Rahmen gesetzlicher und privatwirtschaftlicher Aufträge durchgeführt und dienen als Basis für Beratungsaktivitäten. Er ist der Geschäftsstellenleiter des Fachbeirates für Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit und in dieser Funktion verantwortlich für die österreichischen Richtlinien z. B. zur sachgerechten Düngung, sachgerechten Anwendung von Sekundärrohstoffen oder zur Bodenfunktionsbewertung. Im Bereich der Forschung beschäftigt er sich mit Fragen der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Boden sowie der Verbesserung von Technologien für nachhaltige Landwirtschaft. — andreas.baumgarten@ages.at

Christian Berg ist Senior Scientist am Institut für Biologie, Bereich Pflanzenwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz. Er ist promovierter Vegetationskundler und habilitierte sich in den Fächern Landschaftsökologie und Standortkunde. Er arbeitete 16 Jahre als Abteilungsleiter in einer deutschen Naturschutzbehörde und ist seit 2007 wissenschaftlicher Leiter des Botanischen Gartens Graz. Er unterrichtet an der Universität in den Fächern Vegetationskunde, Biodiversität, Naturschutz, Freilandbotanik, Stadtökologie, Gewässerkunde und Mooskunde. Seine besonderen Interessensgebiete sind anthropogene Vegetations- und Landschaftsveränderungen, Methodik der Vegetationskunde, Naturschutzmanagement sowie In-situ und Ex-situ-Artenschutz von Pflanzen. — christian.berg@uni-graz.at

Günter Blöschl ist Professor für Ingenieurhydrologie und Wassermengenwirtschaft an der Technischen Universität Wien (TU Wien). Er studierte Bauingenieurwesen und promovierte an der TU Wien, gefolgt von Auslandsaufenthalten an der University of British Columbia in Vancouver, Kanada, der Australian National University in Canberra, und an der University of Melbourne, Australien. Seit 2012 ist er Vorstand des Institutes für Wasserbau und Ingenieurhydrologie an der TU Wien. Professor Blöschl ist bekannt für die Erforschung von Hochwässern, Trockenheiten und Stofftransport in der Landschaft, für die er zahlreiche Auszeichnungen erhielt, darunter die Robert E. Horton Medal der American Geophysical Union und den International Hydrology Prize der International Association of Hydrological Sciences, UNESCO und WMO. Er ist korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, acatech, und warb einen ERC Advanced Grant ein. Günter Blöschl ist Senator der Helmholtz-Gemeinschaft und für den Forschungsbereich „Erde und Umwelt" zuständig. — bloeschl@hydro.tuwien.ac.at

Alexia Fürnkranz-Prskawetz ist Professorin für Mathematische Ökonomie am Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik der TU Wien und geschäftsführende Direktorin am Institut für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Sie ist wirkliches Mitglied der ÖAW, Mitglied der Leopoldina, der KIÖS und der Kommission für Migrations- und Integrationsforschung. Zusätzlich ist sie momentan auch Gastforscherin am International Institute of Applied Systems Analysis des World Population Program und einer von fünf Direktoren des Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital. Ihre Forschungstätigkeiten konzentrieren sich auf die ökonomischen Auswirkungen der Bevölkerungsalterung, langfristiges Wirtschaftswachstum und endogene Bevölkerungsdynamik, Umweltökonomie, sowie Agentenbasierte Modelle in der Bevölkerungsökonomie. Sie hat zahlreiche Publikationen in referierten Journals und ist Herausgeberin von Sonderbänden ökonomischer und demographischer Journals. — afp@econ.tuwien.ac.at

Georg Gratzer ist Professor und stellvertretender Institutsleiter am Institut für Waldökologie im Department für Wald- und Bodenwissenschaften an der Universität für Bodenkultur (BOKU) sowie Vorsitzender der Steuerungsgruppe des Zentrums für Entwicklungsforschung an der BOKU. Er erforscht dynamische Prozesse in natürlichen Waldökosystemen und arbeitet an Fragen der Armutsbekämpfung in Entwicklungsländern durch nachhaltige Waldnutzung. Er koordiniert das BOKU-Masterstudium in „Mountain Forestry" in dem Studierenden aus allen Teilen der Welt, besonders aber dem Himalaya, Ostafrika und Europa eine globale Perspektive über Bergwälder und ihre nachhaltige Nutzung geboten wird. Seit der Annahme der Agenda 2030 erkundet er das Potential der nachhaltigen Entwicklungsziele, einen Beitrag zur Lösung der großen globalen Herausforderungen zu leisten. — georg.gratzer@boku.ac.at

Robert Jandl ist Waldökologe am Österreichischen Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) und ist Koordinator der Klima-Forschungsaktivitäten. Die Forschungsaktivitäten betreffen derzeit hauptsächlich die Veränderung des Kohlenstoffvorrates von Waldböden infolge des globalen Wandels. Robert Jandl ist Mitglied der Kommission Klima und Luftqualität der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Vorstandsmitglied des Österreichischen Center for Climate Change (CCCA). — robert.jandl@bfw.gv.at

Anne Kasper-Giebl studierte Technische Chemie, ist a.o. Universitätsprofessorin an der TU-Wien seit 2003 und leitet dort die Forschungsgruppe 'Umweltanalytik'. Ihre Forschungsinteressen liegen seit vielen Jahren im Bereich der Atmosphärenchemie, mit einem Schwerpunkt auf der chemischen Charakterisierung und Quellenzuordnung von partikulären Inhaltsstoffen in der verschmutzen und der sauberen Atmosphäre. Weitere Themen sind der Stoffeintrag ins Ökosystem und der Ferntransport von Mineralstaub nach Österreich. Motiviert durch die interdisziplinären Arbeiten im Bereich der Atmosphärenforschung engagiert sie sich im Bereich der Lehre in den Lehrgängen ETIA (Environmental Technologies and International Affairs; TU-Wien und Diplomatische Akademie Wien) und Toxicology (Medizinische Universität Wien). Sie ist Mitglied der Kommission für Klima und Luftreinhaltung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Vorsitzende des Beirats der ZAMG zur Koordination der wissenschaftlichen Arbeiten am Sonnblick Observatorium. — akasper@mail.tuwien.ac.at

Helga Kromp-Kolb, em. Universitätsprofessorin an der Universität für Bodenkultur, Wien. Ihre Forschungsarbeiten umfassen umweltmeteorologische Themen, insbesondere die atmosphärische Ausbreitung z. B. von radioaktiven Substanzen, und den Klimawandel, etwa methodische und praktische Arbeiten zur Regionalisierung von Klimaszenarien auf den alpinen Raum. Sie war eine der drei KoordinatorInnen des Österreichischen Sachstandsberichts Klimawandel 2014 (AAR14). Als Leiterin des Zentrums für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit an der BOKU (2010–2017) beschäftigte sie sich mit Fragen der nachhaltigen Entwicklung, der Transformation der Gesellschaft, der Bildung für nachhaltige Entwicklung und dem notwendigen Paradigmenwechsel in der Wissenschaft. Sie war maßgeblich an der Gründung des Climate Change Centers Austria (CCCA) sowie der Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich beteiligt. Sie ist Mitglied von Beratungsgremien für die Österreichische Bundesregierung und war u. a. Vorsitzende des Senats der BOKU, Vorsitzende des Forums für Atomfragen, Mitglied des ExpertInnenbeirats des Klima- und Energie-Fonds, wissenschaftliche Beirätin am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und Universitätsrätin der Karl Franzens Universität Graz. Sie war Wissenschaftlerin des Jahres 2005 und erhielt das Große Silberne Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich. — helga.kromp-kolb@boku.ac.at

Wolfgang Lutz ist seit 2008 Professor an der Wirtschaftsuniversität Wien. Seit 1988 leitet er das World Population Program am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IIASA) in Laxenburg bei Wien sowie seit 2002 das Vienna Institute of Demography der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (VID/ÖAW). Wolfgang Lutz ist Gründungsdirektor des Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital (IIASA, VID/ÖAW, WU) und Mitglied der Independent Group of Scientists, die mit der Erstellung des Global Sustainable Development Report 2019 beauftragt wurde. Er erhielt neben dem Wittgensteinpreis bereits zwei ERC Advanced Grants, ist Mitglied der ÖAW, der Leopoldina, der World Academy of Sciences (TWAS) und der US National Academy of Sciences. — lutz@iiasa.ac.at

Joseph Strauss ist seit 2011 Professor für Genetik und Funktionelle Genomforschung der Pilze und leitet seit 2017 das Department für Angewandte Genetik und Zellbiologie an der Universität für Bodenkultur (BOKU). Er lehrt Agrargenetik und molekulare Pilzgenetik in den Agrarwissenschaften und der Biotechnologie. Seine Forschungslabors (http://www.dagz.boku.ac.at/mgpi/) befinden sich am Bioresources & Technologies Campus-Tulln (http://www.boku.ac.at/wissenschaftliche-initiativen/birt/) wo sich sein Team mit den Themen molekulargenetische Regulation und funktionelle Biodiversität von saprophytischen und pathogenen Pilzen beschäftigt und die Forschungsplattform „Bioactive Microbial Metabolites" (www.bimm-research.at) betreibt. — joseph.strauss@boku.ac.at

Erich Striessnig forscht sowohl am Vienna Institute of Demography (VID) der Österreichsichen Akademie der Wissenschaften (ÖAW), wie auch dem World Population Program (POP) des Internationalen Instituts für Angewandte Systemanalyse (IIASA). In seiner Arbeit konzentriert er sich hauptsächlich auf die Entwicklung von multidimensionalen Bevölkerungsprognosen, so wie deren Anwendung auf Fragen des gesellschaftlichen Wandels, insbesondere die Analyse der Auswirkungen zukünftigen Bevölkerungswandels auf gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel. Einen weiteren Schwerpunkt seiner Forschung stellt die räumliche Demographie dar. In Zusammenarbeit mit dem National Center for Atmospheric Research (NCAR) in Boulder, USA arbeitet Striessnig an der Implementierung von altersspezifischen, räumlich-expliziten Bevölkerungsprognosen, welche zur Verbesserung zukünftiger Abschätzungen von Klimafolgen führen sollen. Zu diesem Zweck besuchte er das NCAR 2017 als Fulbright Botstiber Visiting Professor. — erich.striessnig@oeaw.ac.at

Christian Sturmbauer ist Professor für Zoologie und Evolutionsbiologie und Vorstand des Instituts für Biologie an der Karl-Franzens-Universität Graz. Seine Forschung fokussiert auf Muster der Artentstehung bei adaptiven Radiationen, die er durch die Verknüpfung von genomischen Datensätzen mit der phänotypischen Ausprägung kritischer adaptiver Merkmale am Modellsystem der ostafrikanischen Buntbarsche sichtbar macht. Neben natürlicher und sexueller Selektion als Triebkraft wird auch die Rolle der Hybridisierung als Multiplikator des Artentstehungsprozesses thematisiert. Ein zweites Anliegen seiner Forschung ist die Erfassung und Dokumentation der heimischen Biodiversität, was sich in einer leitenden Funktion in der Projektinitiative Austrian Barcode of Life (ABOL), seiner Tätigkeit in der KIÖS und der neu übernommenen Serienherausgeberschaft der Bioinformatics and Ecology Series der OEAW, sowie der Editoren-Tätigkeit in Hydrobiologia und Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, niederschlägt. — christian.sturmbauer@uni-graz.at

Verena Winiwarter ist seit 1.3.2018 Professorin für Umweltgeschichte an der Universität für Bodenkultur, zuvor hatte sie seit 2007 diese Professur an der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt inne. Nach einer HTL-Ausbildung in technischer Chemie absolvierte sie ein Studium der Geschichte und Publizistik an der Universität Wien, wo sie 1998 promoviert wurde. Seit 2003 ist sie im Nominalfach „Humanökologie" habilitiert. Im April 2016 wurde sie zum wirklichen Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gewählt, wo sie seitdem auch die Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien leitet. Sie ist Mitgründerin der Europäischen Gesellschaft für Umweltgeschichte (ESEH), und war von 2001–2006 deren Präsidentin. Als Gründungsmitglied von ICEHO, dem von ihr initiierten Dachverband aller Umweltgeschichtegesellschaften war sie 2009 für den ersten Weltkongress für Umweltgeschichte verantwortlich und ist seit 2016 dessen Präsidentin. Zu ihren Funktionen zählen: Kuratoriumsmitglied des Technischen Museums Wien und des Deutschen Museums München, Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats des Rachel Carson Centers for Environmental Humanities, München, Mitherausgeberin der Zeitschrift GAIA. Verena Winiwarter wurde vom Klub der Bildungs- und Wissenschaftsjournalisten im Januar 2014 zur „Wissenschaftlerin des Jahres 2013" gewählt. Das von ihr gemeinsam mit dem Geographen Hans-Rudolf Bork verfasste umwelthistorische Überblickswerk „Umwelt hat Geschichte. 60 Reisen durch die Zeit" wurde 2015 von der Deutschen Umweltstiftung zum Umweltbuch des Jahres gewählt, in diesem Jahr wurde ihr auch das Große Ehrenzeichen des Landes Kärnten verliehen. — Verena.Winiwarter@boku.ac.at

Sophie Zechmeister-Boltenstern ist Professorin für Bodenkunde und Bodenmikrobiologie, Leiterin des Instituts für Bodenforschung und stellvertretende Leiterin des Departments für Wald- und Bodenwissenschaften, sowie Senatsmitglied. Ihre Forschung konzentriert sich auf die Rolle von Böden als Quellen und Senken für atmosphärische Spurengase mit besonderer Berücksichtigung der zugrundeliegenden mikrobiellen Prozesse. Ihre Arbeit zielt darauf ab, Managementempfehlungen für eine bessere Stickstoffnutzungseffizienz und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu liefern. Sie ist Mitglied der KIÖS der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. — sophie.zechmeister@boku.ac.at