



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Textbuch

Verbesserung der Umweltkompetenz durch die Theorie sozial-ökologischer Systeme



Dieses Buch ist ein Ergebnis des ERASMUS+ PROJECT
NO: 2019-1-TR01-KA205-067388

Titel:
Sozial-Ökologischer System-Ansatz
zur Verbesserung der Umweltkompetenz Jugendlicher

Textbuch
***Die Umweltkompetenz verbessern durch
den Social-Ökologischen System-Ansatz***

AUTOREN

Matteo MASCIA
İbrahim ÖRÜN
Belda ERKMEN
Altan DIZDAR
Ertugrul DIZDAR
Cagan DIZDAR
Gamze YÜCEL İŞILDAR
A. Çağlan GÜNAL
Anna KUJUMDZIEVA
Maya NUSTOROVA
Trayana NEDEVA
Rainer PASLACK
Jürgen W. SIMON



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

"Gefördert durch das Erasmus+ Programm der Europäischen Union. Die Europäische Kommission und die türkische Nationalagentur können jedoch nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden."

EINLEITUNG

Theoretischer Rahmen der Ökoliteratur

Matteo MASCIA¹

Das Nachdenken über die ökologische Alphabetisierung hielt Anfang der 1990er Jahre Einzug in die internationale Debatte und war Teil des umfassenderen Trends der allmählichen Herausbildung eines Nachhaltigkeitsdenkens, der im vorangegangenen Jahrzehnt unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen eingeführt wurde. 1983 wurde die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED) (nach dem Namen ihres Präsidenten auch als Brundtland-Kommission bekannt) mit dem Auftrag gegründet, Antworten auf die wachsende negative ökologische Interdependenz zu suchen, die durch Umweltkrisen auf globaler, regionaler und lokaler Ebene dargestellt wird: Treibhauseffekt, Ozonabbau, saurer Regen, Verlust der biologischen Vielfalt, Bodenerosion, Wüstenbildung, Entwaldung, Meeresverschmutzung, Verschmutzung der Städte, Abfallentsorgung usw. .

Die Schlussfolgerungen des WCED, die 1987 mit dem Bericht mit dem Titel Unsere gemeinsame Zukunft (WCED 1987) veröffentlicht wurden, schlugen der ganzen Welt das Konzept der nachhaltigen Entwicklung als einen strategischen und universellen Ansatz vor, um drei grundlegende Dimensionen des menschlichen Fortschritts miteinander in Einklang zu bringen, die allzu lange als getrennt und autonom, wenn nicht gar als widersprüchlich betrachtet wurden: die wirtschaftliche Dimension als die Fähigkeit, Einkommen, Gewinn und Arbeit zu garantieren; die soziale Dimension als die Fähigkeit, Ungleichheiten zu beseitigen, den sozialen Zusammenhalt zu fördern und die Lebensqualität zu verbessern; die ökologische Dimension als die Fähigkeit, die Qualität und Reproduzierbarkeit der natürlichen Ressourcen zu erhalten, das historische, künstlerische und kulturelle Erbe zu bereichern und aufzuwerten.

Der Bericht "Unsere gemeinsame Zukunft" ist die Grundlage der Agenda 21, die 1992 auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, und ihres Kapitels 36, das der Bildung gewidmet ist, die im Rahmen der Vision der nachhaltigen Entwicklung neu überdacht wurde (UNESCO, 1992). Nach der Verabschiedung der Agenda 21 durch wichtige internationale und nationale Organisationen änderte die UNESCO ihr Umweltbildungsprogramm (1975-1995) in "Bildung für nachhaltige Entwicklung" (UNESCO, 1997). Als das Konzept der

¹ Direktorin Menschenrechte - Human Development Association; Koordinatorin von Ethik- und Umweltprojekten - Fondazione Lanza

nachhaltigen Entwicklung den Umweltbildungsprozess beeinflusste und neu organisierte, wurde die nachhaltige Entwicklung selbst als Bildungsbereich konzipiert (z.B. Bildung für nachhaltige Entwicklung, BNE) (Bonnett, 2002; Gonzalez-Gaudiano, 2005; Stevenson, 2006). (dieser Text ist der Einleitung von Anna und ihrem Team entnommen).

Doch wie immer, wenn es darum geht, neue Ideen und Ansätze zu definieren, die Politik und Gesellschaft betreffen, haben die Themen Nachhaltigkeit und Ökologie ihre Wurzeln in einer früheren Periode. Erst in den 1960er und 1970er Jahren begannen sich neue kulturelle Strömungen herauszubilden, die ein Projekt zur Transformation der Industriegesellschaft mit sich brachten, das der Förderung der Menschenrechte, der sozialen und wirtschaftlichen Gerechtigkeit und dem Respekt vor der Natur größere Aufmerksamkeit schenkte (Mascia, 2014).

In diesen Jahren entwickelt sich eine starke Wechselwirkung zwischen dem wissenschaftlichen Umweltschutz, den internationalen zwischenstaatlichen Gremien und den nichtstaatlichen politischen Vereinigungen, die durch die Veröffentlichung einiger wissenschaftlicher Analysen gekennzeichnet ist (Club of Rome, World Order Models Project, World Watch Institute, ...), die die Debatte über die Krise der Industriegesellschaft und über die Intensivierung und Diversifizierung der Tätigkeit der internationalen Gremien in Gang setzen.

1972 wurde der berühmte Bericht des Club of Rome *The Limits of Development* (Meadows, 1972) veröffentlicht, der eine klare und in gewisser Weise dramatische Botschaft an die internationale Gemeinschaft über die Nicht-Nachhaltigkeit der Rhythmen des Wachstums und des Ressourcenverbrauchs der menschlichen Gesellschaften lancierte. Im selben Jahr fand in Stockholm die Internationale Konferenz über die Umwelt des Menschen statt, die die Aufmerksamkeit der ganzen Welt auf die ökologische Situation des Planeten lenkte. Daraus ging das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) hervor, das für die kommenden Jahre die eigentliche treibende Kraft hinter den Umweltaktivitäten der UNO sein wird.

Im wissenschaftlichen Bereich wird die Literatur durch die Neuinterpretation der Realität im Lichte des systemischen Ansatzes bereichert. Das Konzept der Entropie wird aufgegriffen und neu bewertet, weil es in sich selbst das Konzept der Degradation, der Unmöglichkeit der Wiederverwendung einer Ressource und des Absterbens durch Degradation enthält: Auf der Grundlage des zweiten Prinzips der Thermodynamik beginnen wir, die Wirtschaft, die Beziehung zwischen ökologischen Systemen und wirtschaftlicher Entwicklung, die Technologie mit Leistungen zweiter Ordnung (Georgescu-Roegen 1971, Odun, 1970) neu zu untersuchen. Der Gedanke der Komplexität wird als positive Forschungsorientierung bei der Untersuchung von Umweltfragen angesehen, weil er der Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes, der diese Art der Forschung kennzeichnet, besser gerecht zu werden scheint. Der Komplexitätsgedanke lädt uns ein, in Begriffen der Offenheit, der Ko-Präsenz selbst gegensätzlicher Phänomene und der Korrelation zwischen ihnen zu denken, innerhalb einer Gesamtorganisation der natürlichen Realität, die sich nie ganz auf Theorien und kognitive Prinzipien reduzieren lässt, sondern immer einen Spielraum für Unbestimmtheit und Ungewissheit beibehält.

In den medizinischen Wissenschaften wird ein positiver Gesundheitsbegriff bejaht - verankert im Wohlbefinden des Menschen in seinen vielfältigen Aspekten - körperliche, geistige, seelische, seelische, soziale Beziehungen -, wonach die Faktoren, die die Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung bestimmen, nicht ausschließlich vom Fortschritt der medizinischen Versorgung, sondern vor allem von einer qualifizierten kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen, ernährungsphysiologischen Entwicklung in einem gesunden und ökologisch ausgewogenen Umweltkontext herrühren (Lalonde, 1974).

In den Sozialwissenschaften gibt es einen Ansatz, der darauf abzielt, das Entstehen einer neuen Gesellschaft vorwegzunehmen, die als postindustrielle, postmoderne oder Informationsgesellschaft definiert wird, als Folge der Veränderungen, die alle Lebensbereiche betreffen und in der soziale Fragen immer wichtiger werden (Touraine, 1970).

Im pädagogischen Bereich wurde 1969 von der School of Natural Resources and Environment (SNRE) der Universität Michigan zum ersten Mal der Begriff der Umwelterziehung eingeführt, und 1977 fand in Tiflis, Georgien (UdSSR), die "Erste Weltregierungskonferenz über Umwelterziehung" statt. In der Schlusserklärung heißt es, dass der Hauptzweck der Umwelterziehung darin besteht, "dem Einzelnen und der Gemeinschaft die Komplexität der Umwelt - sowohl der natürlichen als auch der vom Menschen geschaffenen - aufgrund der Interaktivität ihrer biologischen, physischen, sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Aspekte bewusst zu machen ... um die Kenntnisse, Werte, Verhaltensweisen und praktischen Fertigkeiten zu erwerben, die für eine verantwortungsvolle und wirksame Beteiligung an der Prävention, der Lösung von Umweltproblemen und dem Umweltqualitätsmanagement erforderlich sind" (Erklärung von Tbilisi).

Selbst ethisch-philosophische Überlegungen, ausgehend von den fundamentalen und letztendlichen Werten, auf denen alle Handlungen der Menschheit beruhen, hinterfragen mit immer größerem Nachdruck die anthropozentrische Vision vom Leben auf der Suche nach einer tieferen und korrekteren Beziehung zwischen dem Menschen und der gesamten Schöpfung. Im Laufe der Zeit haben sich als direkte Folge der soziokulturellen und umweltpolitischen Entwicklung unseres Kulturzeitalters andere Standpunkte, die die Überwindung des Widerspruchs Mensch-Natur anstreben, mit der westlichen philosophischen Vision vom Menschen als Herrscher der Natur überlagert, die dem auf der Ideologie des unbegrenzten Wachstums und der intensiven Energienutzung basierenden Produktionsmodell des Industriellen eigen ist. In dieser Richtung stellt das Paradigma des komplexen Denkens einen wissenschaftlichen Beitrag dar, um zu versuchen, über die Alternative zwischen Anthropozentrismus und Biozentrismus hinauszugehen, da Mensch und Umwelt ein System von Beziehungen hoher Intensität bilden. Jeder Mensch profitiert nicht nur von der Natur, er ist ein integraler Teil von ihr und gehört de facto und de jure zur natürlichen Welt. Komplexes Denken drängt uns, die Einheit des Menschen mit der Umwelt zu betrachten, ohne ihre irreduzible Vielfalt und Besonderheit aus den Augen zu verlieren (Mascia, 2014).

Dieses neue kulturelle und wissenschaftliche Klima, das durch die Kritik am vorherrschenden Entwicklungsmodell gekennzeichnet ist, ist auch und nicht nur sekundär das Ergebnis der wachsenden Besorgnis über die Verschlechterung der

natürlichen Umwelt. In den 1960er Jahren und mehr noch im folgenden Jahrzehnt wird aufgrund der zahlreichen Atomtests und des rücksichtslosen Einsatzes von Pestiziden (DDT) allmählich erkannt, dass die Auswirkungen der Freisetzung radioaktiver Stoffe und chemischer Synthesen in die Umwelt einen globalen Fallout haben, der nicht auf die betroffenen Nachbargebiete beschränkt werden kann. Die Metabolisierung dieser neuen Substanzen in Pflanzen, ihre Aufnahme durch Aquifere in Flüssen und Meeren, ihr Eintritt in die Nahrungskette, um in zunehmender Konzentration in die menschliche Wohnung zu gelangen, zeigt, dass jede Aktion auf die natürliche Umwelt zu einer nicht-linearen und nicht-lokalen Reaktion führt und einen unvorhergesehenen und schwer vorhersehbaren Verlauf auslöst. Wir beginnen, die Existenz ökologischer Interdependenz zu verstehen: Die Erde ist ein "globales Unikat", das aus der ständigen Interaktion zwischen Lebewesen und der physischen Umwelt besteht. Das Leben jedes Organismus ist Teil eines groß angelegten Prozesses, der den Stoffwechsel des gesamten Planeten betrifft (Commoner, 1972).

Das wachsende Bewusstsein, dass der Mensch nicht von der Natur unabhängig ist, sondern ein Teil von ihr ist - jeder Mensch ist, wie Morin sagt, "100% Kultur und 100% Natur" (Morin, 1990) - zwingt die menschlichen Gemeinschaften in ihren Artikulationen zur Entwicklung neuer Erkenntnisse, die die menschliche Umwelt mit der natürlichen Umwelt und die kulturelle Evolution mit der natürlichen Evolution kompatibel machen können.

In dieser Richtung kam es in den 1990er Jahren und im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts zu einer Beschleunigung der Forschung, Analyse und Reflexion in Richtung eines Verständnisses von Nachhaltigkeit durch eine immer präzisere Fähigkeit, eine wachsende Menge von Umweltdaten zu sammeln und zu verarbeiten, sowie durch eine immer genauere Lesart der Wechselbeziehungen zwischen natürlichen und sozialen Systemen. In dieser Zeit beginnen wir, über die Wissenschaft der Nachhaltigkeit als eine natürliche Entwicklung des Komplexitätsdenkens zu sprechen, die vom Geologen Paul H. Retain definiert wird als "die Integration und Anwendung des Wissens über das Erdsystem, das insbesondere aus den holistischen und historischen Wissenschaften (wie Geologie, Ökologie, Klimatologie, Ozeanographie) gewonnen wird und mit dem aus den Geistes- und Sozialwissenschaften stammenden Wissen über menschliche Beziehungen harmonisiert wird, mit dem Ziel, die Folgen der menschlichen Einflüsse auf das Planetensystem und die Gesellschaften sowohl regional als auch global zu bewerten, abzuschwächen und zu minimieren" (Retain 2005).

Den Hauptort der Ausarbeitung dieses neuen wissenschaftlichen Paradigmas stellt die Wechselwirkung zwischen den vier großen internationalen Forschungsprogrammen zum globalen Wandel dar: dem Internationalen Geosphären-Biosphären-Programm (IGBP), dem Internationalen Programm zur menschlichen Dimension globaler Umweltveränderungen (IHDP), dem Weltklimaforschungsprogramm (WCRP) und dem Weltprogramm für Biodiversitätsforschung (Diversitas). Die Vereinten Nationen haben sich auf diese internationale wissenschaftliche Koordination gestützt, um das Millennium Ecosystem Assessment (2005) durchzuführen, das den maßgeblichen und vollständigsten globalen Bericht über den Zustand der Ökosysteme unseres Planeten darstellt. Dieser Bericht stellt unter anderem das Konzept des sogenannten Ecosystem Service vor, das die grundlegende Rolle anerkennt, die natürliche Prozesse

(Wasserkreislauf, Klimaregulierung, Photosynthese, ...) bei der Förderung des Wohlbefindens und der Lebensqualität von Menschen und Gemeinschaften spielen.

Andere internationale Forscherteams sind Teil des Internationalen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), der die wissenschaftliche Forschung zum Klimawandel und zur globalen Erwärmung überwacht und validiert, und in Europa die Europäische Umweltagentur, die kürzlich eine neue Bewertung des Umweltzustands auf kontinentaler Ebene veröffentlicht hat.

In die gleiche Richtung gehen die Studien über den ökologischen Fußabdruck des Global Footprint Network und die "planetarischen Grenzen" des Stockholm Resilience Centre. Letzteres von 2009 analysiert die Auswirkungen globaler Produktions- und Konsummuster auf das System Erde, das in 9 Subsysteme unterteilt ist (Klimawandel, Integrität der Biosphäre, Veränderung des biogeochemischen Zyklus von Stickstoff und Phosphor, Versauerung der Ozeane, Boden- und Wasserverbrauch, Ozonabbau, Aerosoldiffusion in der Atmosphäre und chemische Verschmutzung), die Grenzen darstellen, die zu respektieren sind, um die Lebensqualität der Menschen heute und morgen innerhalb eines "sicheren Betriebsraums für die Menschheit" zu erhalten. Für vier dieser Teilsysteme - Klimawandel, Integrität der Biosphäre, Stickstoffkreislauf, Landnutzung - wäre der sichere Betriebsraum bereits durchquert worden, mit dem Risiko, irreversible Veränderungen im Ökosystem der Erde zu verursachen, deren Folgen für die biophysikalischen und sozialen Systeme noch ungewiss sind.

Die Entstehung einer Wissenschaft der Nachhaltigkeit hat das fortschreitende politische, wirtschaftliche und kulturelle Bewusstsein für die Notwendigkeit begleitet und angeregt, einen integrierten Ansatz für die verschiedenen Dimensionen - wirtschaftliche, soziale und ökologische - zu fördern, die die Entwicklung und den Fortschritt von Gesellschaften bestimmen. Die wissenschaftliche und technologische Forschung hat es ermöglicht, Instrumente zu entwickeln, die in der Lage sind, mit immer größerer Genauigkeit sowohl das Niveau der Umweltauswirkungen als auch die notwendigen Maßnahmen zur Verringerung des Naturverbrauchs durch die menschlichen Gesellschaften zu verstehen. Dabei wird auf Umweltindikatoren und insbesondere auf den ökologischen Fußabdruck Bezug genommen, der das Gewicht einer Gemeinschaft in Bezug auf das biologisch produktive Territorium berechnet. Weitere Beispiele sind die Entwicklung von Instrumenten für die Ökoeffizienz und die Messung des Naturverbrauchs in der Industrie, die Entwicklung von Umweltbilanzierungssystemen für Institutionen und Organisationen im weitesten Sinne, Maßnahmen für den Fortschritt der Gesellschaft und die Überwindung des BIP als einziges Leseinstrument für den Reichtum eines Landes und einer Gemeinschaft (Kommission Stiglitz, Sen, Fitoussi zur Messung der wirtschaftlichen Leistung und des sozialen Fortschritts).

Der wichtigste Meilenstein ist heute die von den Vereinten Nationen im September 2015 verabschiedete Agenda 2030, die die Nachhaltigkeit zum Bezugsparadigma für die Menschen und den Planeten für das 21. Jahrhundert macht und anerkennt, dass es zur Bewältigung der schwerwiegenden aktuellen Probleme (nicht nur der Umweltprobleme) und für einen tugendhaften Weg zu erneuertem Wohlstand notwendig ist, die Beziehung zur natürlichen Umwelt und ihren Ressourcen, von der die gesamte Palette der

Menschenrechte sowohl intragenerationell als auch intergenerationell abhängt, gründlich zu überdenken (Jackson 2015, Sachs, 2015).

Agenda 2030 enthält 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung, die bis 2030 erreicht werden sollen und in fünf Hauptdimensionen unterteilt sind: Menschen und Gemeinschaften, Umwelt und natürliche Ressourcen, Wohlstand und soziale Qualität, Frieden und Sicherheit, Partnerschaft und globale Solidarität. Diese miteinander verbundenen und unteilbaren Ziele sind auf die Förderung der Würde des Menschen als ein grundlegendes und universelles Recht ausgerichtet, das alle Teile der Gesellschaft zu seiner vollen Verwirklichung innerhalb einer ausgewogeneren Beziehung zur natürlichen Umwelt verpflichtet. Die SDGs sind mit 169 Zielen verbunden, die einerseits den Inhalt jedes Ziels spezifizieren und andererseits eine Art operativer Leitfaden für die Entwicklung und Definition von Politiken und Strategien auf nationaler und internationaler Ebene darstellen.

Zu den Merkmalen, die die Agenda 2030 zu einem innovativen Dokument machen, gehören: ihre Universalität, denn die Suche nach Nachhaltigkeit betrifft alle Länder, sowohl im Norden als auch im Süden; die Suche nach Lösungen, die den territorialen, wirtschaftlichen und kulturellen Besonderheiten jedes Landes Rechnung tragen und die durch einen breiten Prozess der Einbeziehung der lokalen Akteure erreicht werden sollen; die integrierte Vision der Probleme und Lösungen, die aktiviert werden müssen, um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen (Giovannini 2018).

Auf diesen wenigen Seiten haben wir versucht, in einer synthetischen und sicherlich nicht erschöpfenden Weise den soziokulturellen Kontext zu beschreiben, in dem die Überlegungen zur ökologischen Alphabetisierung, die in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts von D.W. Orr und F. eingeleitet wurden, angesiedelt sind. Capra, als Beitrag zur Bewältigung der großen Herausforderung des "Aufbaus und der Pflege nachhaltiger Gemeinschaften", die eine weit verbreitete Kompetenz schaffen muss, dass im Earth Common House alles miteinander verbunden ist, alles miteinander in Beziehung steht, alles miteinander verknüpft ist, kommt die gleiche Erforschung des Gemeinwohls auf einen neuen Horizont, der eng mit der Notwendigkeit verbunden ist, die Beziehungen zwischen Menschen und der natürlichen Umwelt und gleichzeitig die Beziehungen der Solidarität zwischen Menschen und Gemeinschaften grundlegend neu zu definieren (Mascia, 2019).

REFERENZEN

- Bologna, G. (2008). Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro, Edizioni Ambiente, II Ediz.
- Capra, F. (1999). Ecoliteracy: The challenge for education in the next century, Berkeley, CA: Center for Ecoliteracy.
- Commoner, B. (1971). Closing Circle, The: Nature, Man, and Technology, Garzanti, Milano Random House Inc, New York.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press.

- Giovannini, E. (2018). L'utopia sostenibile, Laterza, Bari-Roma.
- Holy Father Francesco (2015). Encyclical Letter Laudato si' on care for our common home, Vatican http://www.vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- Jackson, T. (2015), Prosperità senza crescita, Ed. Ambiente 2014.
- Lalonde Report (1974).
- Mascia, M. (2014). Sustainable development for a capable future society. In: La Vergata A., Artigas-Menant G., Boersema J.J., (eds.), Nature, Environment and Quality of Life, Brepols Publishers, Liège.
- Mascia, M. (2019). Lo spazio dell'ecologia integrale: ambiente, economia, società. In: Etica per le professioni, n. 1/2019.
- Mascia, M. (a cura) (2018). L'agire ecologico. Motivazioni, politiche e pratiche per la sostenibilità. Proget edizioni, Padova.
- Meadows, D.H. et al. (1972). The Limit to growth. Universe Books, New York.
- Morin, E. (1990). Il pensiero ecologizzato. In: Oikos, n.1.
- Odum, T.O. (1970). Environment, Power and Society. Wiley.
- Poli, C., Timmerman, P. (a cura di) (1991). L'etica nelle politiche ambientali, Gregoriana/Lanza, Padova.
- Reitan, P. (2005). Sustainability Science and What's Needed Beyond Science" in Sustainability: Science, Practice, Policy.
- Rockström, Johan et al. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. In: Ecology and Society, 14 <http://www.stockholmresilience.org/download/18.8615c78125078c8d3380002197/ES-2009-3180.pdf>
- Touraine, A. (1971). The post-industrial society. Wildwood House Ltd.
- Sachs, J. (2015). L'era dello sviluppo sostenibile. Università Bocconi.
- Unesco/Unep (1977). Tiblisi Declaration.
- United Nation (2015). Agenda 2030 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future, Oxford University Press
- <https://www.millenniumassessment.org>
- https://www.researchgate.net/publication/258260767_Report_of_the_Commission_on_the_Measurement_of_Economic_Performance_and_Social_Progress_CMEPSP

KAPITEL 1

Geschichte der Umweltverschmutzung

İbrahim ÖRÜN² & Belda ERKMEN²

1. Einführung

Menschliche Einflüsse haben die Umwelt in jeder Periode vom ersten Menschen bis zum heutigen Tag geschädigt. Es ist bekannt, dass diese schädliche Wirkung mit der industriellen Revolution noch zunahm. Die durch menschliche Einwirkungen verursachten Umweltschäden haben in den letzten Jahren bedrohliche Ausmaße angenommen, die das Leben von Menschen und allen Lebewesen bedrohen. Umweltprobleme haben in den letzten 50-60 Jahren zugenommen und gelten als wichtigster Tagesordnungspunkt. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wäre es nicht falsch zu sagen, dass die Menschen mit Umweltproblemen konfrontiert sind, die sie noch nie zuvor gesehen haben. Die Verschmutzung und Erschöpfung der natürlichen Ressourcen der Erde wie Luft, Wasser und Boden bedrohen den Fortbestand des Lebens.

Trotz großer Anstrengungen zur Reinigung der Umwelt in den letzten Jahren bleibt die Umweltverschmutzung ein großes Problem und stellt eine ständige Gefahr für die Gesundheit dar. Probleme, Industrieemissionen, schlechte sanitäre Verhältnisse, unzureichendes Abfallmanagement, verschmutzte Wasserquellen und die Belastung durch Luftverschmutzung in Innenräumen durch Biomassebrennstoffe sind zweifellos die größten in Entwicklungsländern, wo viele Menschen betroffen sind.

Die Bedrohung durch vergangene, gegenwärtige und potenzielle globale Umweltverschmutzung und -degradation ist einer der Hauptfaktoren, die die Umweltbildung der Gesellschaft beeinflussen. Umweltverschmutzung und -degradation kann durch chemische Substanzen, physikalische Faktoren oder die Entwicklung unerwünschter Lebewesen verursacht werden. Schadstoff ist jede Substanz, die infolge natürlicher Prozesse in die Umwelt freigesetzt wird und sich negativ auf menschliche Aktivitäten oder lebende Organismen auswirkt. Umweltverschlechterung bedeutet, dass die Umwelt für die Zwecke, für die sie konzipiert wurde, unbrauchbar wird oder die Entwicklung von lebenden Organismen und Gemeinschaften um sie herum beeinträchtigt wurde.

² Prof. Dr., Universität Aksaray, Fakultät für Wissenschaft und Literatur, Abteilung Biologie, iorun@aksaray.edu.tr,

² Assoc. Prof. Dr. Aksaray Universität, Fakultät für Wissenschaft und Literatur, Abteilung Biologie, berkmen@aksaray.edu.tr,

Abbildung 1. Umweltverschmutzung vom ersten Menschen bis heute (URL-1)



Die Umweltverschmutzung hat weltweit bedrohliche Ausmaße angenommen. Treibhausgasemissionen und Säureakkumulation, Wasserverschmutzung, Abfallmanagement, einschließlich globaler Umweltverschmutzung, soziale, wirtschaftliche, gesetzliche und Lebensgewohnheiten, die zur Verbesserung der Gesundheit beitragen, einschließlich umwelttechnischer Systeme und zur Stärkung der Umweltsysteme gegen Kontamination, werden als ein internationales Problem der öffentlichen Gesundheit anerkannt, das in vielerlei Hinsicht untersucht werden muss. Umweltschadstoffe haben von klein auf verschiedene negative Auswirkungen auf die Gesundheit. Einige der wichtigsten schädlichen Auswirkungen sind Herz-Kreislauf-System, Probleme der Atemwege und des neurologischen Systems, Säuglingstod, oxidativer Stress, Allergien und verschiedene andere schädliche Effekte. Während die kurzfristigen Auswirkungen von Umweltschadstoffen häufig hervorgehoben werden, sollten auch die breit gefächerten Gefahren der Luftverschmutzung aus dem frühen Leben und ihre möglichen Auswirkungen auf chronische, nicht übertragbare Krankheiten im Erwachsenenalter hervorgehoben werden.

1.1. Frühe Mensch-Natur-Beziehung

Schmutz, Rauch, Schleim und Schlamm waren nicht immer ein inklusives Wort für intolerante und gefährliche Substanzen, die unsere Welt verschmutzen. Im Jahre 1783 beschrieb Dr. Johnson die Verschmutzung als "den Akt der Verunreinigung" oder "das Gegenteil von Weihe". Nach Johnson bedeutete das Verb "unrein machen im religiösen Sinne" oder "mit Schuld beflecken" (Markham, 2019). Der gegenwärtige Gebrauch des Wortes Verunreinigung erlangte im neunzehnten Jahrhundert Gültigkeit. Im Jahr 1972 beschrieb der britische Biologe Kenneth Mellanby die Verschmutzung als "das Vorhandensein von toxischen Substanzen, die vom Menschen in die Umwelt eingebracht werden" (Mellanby, 1972), aber es könnte auch "Verschlechterung des

natürlichen Boden- und Wasserregimes durch natürliche Verdrängung oder Mobilisierung" bedeuten.

Die Umweltverschmutzung ist älter als die Zivilisation und war ein Problem, seit unsere ersten Vorfahren erschienen sind. Die Vermischung physikalischer und chemischer Abfallprodukte aus menschlichen Aktivitäten in Wasser, Boden und Luft dauert an, seit unsere Spezies auf der Erde existiert. Die ersten Krankheiten wurden zweifellos durch das verursacht, was wir heute Verschmutzung nennen. Die früheste Form der Umweltverschmutzung wurde möglicherweise durch den Stuhlgang verursacht. Das Vorhandensein von menschlichen Darmbakterien, wie z.B. *Escherichia coli*, im Trinkwasser war ein Indikator für Wasserverschmutzung und eine Krankheitsquelle für den prähistorischen Menschen, wie er heute ist. In China, wo bereits in der Antike ein umfassendes System zur Abfallentsorgung entwickelt wurde, war die Verwendung menschlicher Fäkalien als Dünger bereits vor Tausenden von Jahren ein wichtiges Element der Landwirtschaft. Aus diesem Grund ist die Umweltverschmutzung seit prähistorischen Zeiten ein integraler Bestandteil der Medizin und der Gesundheit. Mit der Entdeckung des Feuers schuf die Menschheit die erste Quelle bedeutender Luftverschmutzung, und Rauch ist auch heute noch ein großes Problem in der modernen Welt. Die Verbrennung von Brennstoffen zum Heizen und Kochen trug zur Luftverschmutzung in Innenräumen bei. Es ist bekannt, dass die Wände der Höhlen, die der Lebensraum der ersten Menschen sind, mit dicken Rußschichten bedeckt sind. Das Vorhandensein von Rauch auf engem Raum erschwerte das Atmen und reizte die Augen. Im Paläolithikum haben mumifizierte Körper in den meisten (aber nur wenigen) Lungen einen schwarzen Farbton. In den ersten Siedlungen wurde der Rauch nicht entfernt (einer der Gründe dafür könnte der Schutz vor Moskitos sein), und die Menschen, die in diesen Innenräumen lebten, waren zu viel Rauch ausgesetzt (McNeill, 2001). Alte Menschen waren wahrscheinlich ständig dem Rauch ausgesetzt, was darauf hindeutet, dass sie mit Nasennebenhöhlenentzündungen und Lungenanthracose konfrontiert sind.

Abbildung 2. Mensch-Natur-Beziehung (URL-2)



Auch die Staubbelastung hat frühe Ursprünge. Janssen argumentierte, dass die Kalksteinbergleute Mitteleuropas an Silikose litten, weil sie wie in Obourg Feuerstein aus dem Kalksteinbruch schnitzten (Janssen, 1970). Manchmal hat die Belastung durch Schadstoffe den Verlauf der Geschichte beeinflusst. In der jüngsten Analyse des 200.000 Jahre alten Broken-Hill-Hominiden in Sambia wurden Hinweise auf eine Bleivergiftung durch das Erz gefunden, das unter der Wasserversorgung des Höhlenlebensraumes lag (Hammond, 1994). Der Übergang vom Jäger und Sammler zu nomadischen Tierhaltungssystemen und schließlich zur sesshaften Landwirtschaft in der Jungsteinzeit war eine der grundlegendsten Veränderungen in der Geschichte der Menschheit (Ponting, 1991). Der Übergang zur sesshaften Landwirtschaft hat zur Entwicklung des Konzepts des Eigentums und zu einer Steigerung der Nahrungsmittelproduktion geführt. Der Nahrungsmittelüberschuss hat zur Entwicklung von Nicht-Bauern in der Gemeinschaft geführt, darunter Priester, Armee und Handwerker. Das Sammeln und Verteilen von Nahrungsmitteln war die Grundlage von Macht und Entwicklung. Die Fähigkeit, auf einem kleineren Gebiet mehr zu produzieren, war die Grundlage des Bevölkerungswachstums (Markham, 2019).

Die Landwirtschaft führte zum Wachstum von Gesellschaften, zuerst zu kleinen Dörfern, dann zu Städten und schließlich zu Städten und Stadtstaaten. Obwohl Jericho im Jahr 6500 v. Chr. eine Kleinstadt war, hatte die Tempelstadt Mesopotamiens, Uruk, im Jahr 3000 v. Chr. eine Bevölkerung von 50.000 Menschen. Wenn wir einen modernen Vergleich anstellen, betrug die Einwohnerzahl von Toulouse in Frankreich 1789 nur 55.000, etwa 5000 Jahre später (Braudel, 1989). Die Entwicklung der Städte und Gemeinden bedeutete jedoch den Beginn der Ära der Umweltverschmutzung (Markham, 2019).

Die schädlichen Aktivitäten der alten Zivilisationen haben zu langfristigen Veränderungen der Umwelt geführt, die auch heute noch zu beobachten sind. Diese Auswirkungen traten jedoch nur in der jeweiligen Region auf, ohne globale Veränderungen zu verursachen. Zwischen 3500 und 1800 v. Chr. veränderten sich die Eigenschaften des Bodens durch die Überschwemmungen der Flüsse Tigris und Euphrat. Infolgedessen ging die Produktivität der sumerischen Landwirtschaft allmählich zurück. Das zur Bewässerung verwendete Wasser hebt den Grundwasserspiegel an. Wenn überschüssiges Wasser nicht abgeleitet wird, ist der Boden mit überschüssigem Wasser gesättigt. Infolgedessen lösen sich die Salze auf und fallen als undurchlässige Schicht an der Oberfläche aus. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche wird ungeeignet für die Produktion, da die Böden durch übermäßige Bewässerung auslaufen. Dies trug wesentlich zur Schwächung der sumerischen Zivilisation bei (Markham, 1994; Mészáros, 2002). Diese Situation, die zur Schwächung und zum Verschwinden der sumerischen Zivilisation führt, wird als Versalzung definiert und ist auch heute noch zu beobachten. Die Sumerer, die die Schrift erfunden haben, beschrieben diesen Vorfall als "die Welt wurde weiß" (Ponting, 1991). Die Hammurabi-Gesetze (23. Jahrhundert v. Chr.), eines der frühesten Gesetze, beziehen sich meist auf das Wasser (Driver & Miles, 1952). Um 200 n. Chr. werden Verschmutzungsfragen in der hebräischen Mischna und in den Talmud-Quellen von Jerusalem und Babylon erklärt (Mamane, 1987).

Das erste Abwassersystem war die römische Cloaca Maxima, die während der etruskischen Dynastie der Tarquins im sechsten Jahrhundert v. Chr. erbaut wurde. Der erste Zweck dieses riesigen Gebäudes war die Evakuierung des Sumpfes zwischen den pfälzischen und kapitolinischen Hügeln. Es führte schließlich zur Gründung des Römischen Forums, das zum Zentrum der Republik und später des Imperiums wurde. Als hydraulische Pioniere der Antike errichteten die Römer ein Kloaken- oder Kanalisationsnetz, das Wasser in die Stadt brachte, sowie ein Aquäduktlabyrinth. Trotz der Führung der Römer wurde der öffentliche Zugang zu sanitären Einrichtungen und sauberem Wasser für die meisten Länder erst im 19. Jahrhundert zu einer Priorität. Die allgemeine Motivation für die Beseitigung von organischen Abfällen und Abwässern war das Geruchsproblem, der Wunsch nach sauberem Trinkwasser und die Abneigung, durch schlammige und schmutzige Straßen zu laufen. Der direkte Zusammenhang zwischen krankheitserregenden Organismen und Wasserverschmutzung konnte erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts nachgewiesen werden, als Mikroben-Theoretiker endlich ihre Argumente gegen Miasmaten bewiesen (Markham, 2019).

Mittelalterliche europäische Städte und Dörfer schienen nicht sehr gut zu riechen. Schweine waren eine bequeme Art, Abfall zu beseitigen, und was sie nicht aßen, sollte vom Regen gewaschen werden. In vielen Städten wurden grundlegende Vorkehrungen für die Vernichtung getroffen. Häufig wurden "Raker"- oder "Plünderer"-Teams eingesetzt, um den Müll aus der Stadt zu entfernen. Die Entwicklungen der Wasserverwaltung im Römischen Reich gerieten jedoch weitgehend in Vergessenheit. Die Stadtverwaltungen, die unter Druck standen, versuchten jedoch zu Beginn des vierzehnten Jahrhunderts, die Probleme der Wasserverschmutzung in den Griff zu bekommen. Abwasser und septische Abwässer wurden entwickelt, aber ihre Wirksamkeit war fragwürdig. Sickerwasser roch, lief über und neigte dazu, Brunnen zu infiltrieren. Abwasserkanäle wurden in der Regel ohnehin nur in den nächsten Fluss oder Bach eingeleitet (Markham, 2019).

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) ist der erhöhte Salzgehalt auch heute noch eine der wichtigsten und absolut häufigsten Formen der Grundwasserverschmutzung. Der Salzgehalt betrifft ernsthaft 7 Prozent der bewässerten Flächen in der Welt, insbesondere in Indien (24 Prozent der gesamten bewässerten Fläche), den USA, Pakistan, Iran, Irak und Ägypten (Meybeck, Chapman, & Helmer, 1990). So kann die Umweltverschmutzung direkt von den alten Sumerern auf den modernen Nahen Osten übertragen werden.

Abbildung 3. Wasserverschmutzung und Wasserknappheit (URL-3)



Die Forschung zeigt, dass die Luftverschmutzung nur in Städten in der Antike signifikante Auswirkungen hatte. Die Luft dieser frühen Städte war wie in einigen neuen Siedlungen mit dem Geruch von verrottendem organischen Hausmüll, verrottendem Fleisch sowie menschlichen Exkrementen erfüllt. Während einer Belagerung herrschten in diesen Siedlungen unerträgliche Bedingungen, da diese Abfallstoffe, die aggressive Gerüche abgeben, nicht entfernt werden können. Den ägyptischen historischen Aufzeichnungen zufolge war Hermopolis, zwischen Theben und Memphis am linken Nilufer gelegen, von nubischen Truppen umzingelt. Die Bewohner, die den Geruch der während der Belagerung entstandenen Stadtluft nicht ertragen konnten, ergaben sich (Brimblecombe, 1995). Die Verschmutzung durch unangenehme Gerüche war in antiken Städten sehr wichtig. Aristoteles (384-322 v. Chr.) stellte in seinem Werk *Athēnaion Politeia* eine Regel zu diesem Thema auf. Demnach musste der Dünger aus der Stadt gebracht und von den Stadtmauern entfernt werden (Mészáros, 2001). Auch in der Antike gab der rauchig gefärbte Marmor den antiken Städten einen gräulichen Ton. Rauch und Ruß stellten die wichtigsten Probleme der Luftverschmutzung dar.

Es gibt mehrere Beispiele für Umweltverschmutzung in China. Vor der Tang-Periode (618-907) wurden Tannen im Shantung-Gebirge verbrannt. Während der Tang-Periode wurden die Hänge des Taihang-Gebirges in den Provinzen Shanzi und Hopei unfruchtbar (Schäfer, 1962). In ähnlicher Weise wurden die Wälder um die Hauptstadt Loyang während der Tang-Dynastie abgeholzt und zerstört. Die Baumbestände wurden meist als Brennholz und zur Gewinnung von Tinte für Regierungsbüros verwendet und teilweise verbrannt (Epstein, 1992).

Abbildung 4. Landwirtschaft der Tang-Periode in China (URL-4)



Die städtische Luftverschmutzung hängt von der Größe der gegebenen Siedlung, der Fläche der Siedlung und der Art der industriellen Tätigkeit, insbesondere der Verwendung konventioneller Brennstoffe, ab. Mit der fortschreitenden Urbanisierung in China, im Mittelmeerraum und in Nordwestafrika seit 1000 n. Chr. begannen immer mehr Menschen in einer rauchigen und rußigen Umgebung zu leben. Der Philosoph und Physiker Maimonides (1135-1204), der über umfangreiche Erfahrungen mit den Städten jener Zeit verfügte, stellt fest, dass die Stadtluft von Cordoba bis Kairo "luftlos, rauchig, schmutzig, dunkel und rußig" war (Turco, 1997).

Andererseits haben Verkehrs- und Transportschwierigkeiten das Ausmaß der Luftverschmutzung in den Städten begrenzt. Die energieintensivsten Industriezweige (z.B. Fliesen-, Glas-, Keramik-, Ziegel- und Gusseisenproduktion) befanden sich in der Nähe von Wäldern, da es sehr teuer war, große Brennstoffmengen in die Städte zu transportieren. Obwohl die industriellen Luftschadstoffe in der Luft stinken, atmeten so nur wenige Menschen in dieser Gegend diese Luft ein. Hafenstädte waren die Ausnahme von dieser Verschmutzung. Denn Schiffe hatten Holz und Holzkohle wirtschaftlicher transportiert. So sorgte Venedig durch Holztransporte von weit entfernten Orten für die Energieversorgung und schützte die Glasindustrie. Der größte Teil der städtischen Luftverschmutzung wurde jedoch durch Haushaltsbrennstoffe wie Mist oder Holz und manchmal rauchlose Holzkohle verursacht (McNeill, 2001). Auch die Luft in chinesischen Städten war extrem schmutzig. Denn das fortschrittliche Wassertransportsystem (Grand Canal) in der Hauptstadt Kaifeng verbrauchte eine große Menge an Brennstoff. Diese Stadt, die 500 km südlich von Peking lag, war wahrscheinlich die erste Stadt, die die Energieversorgung in der Welt von Holz auf Kohle umgestellt hat. Dieser Übergang erfolgte Ende des 11. Jahrhunderts, als die Stadt etwa eine Million Einwohner zählte. Allerdings wurde weiterhin mit Kohle geheizt. 1126 wurde Kaifeng durch die mongolische Invasion zerstört, und die in der Stadt Verbliebenen starben Anfang des 13. Jahrhunderts an der Pest (Hartwell, 2008). Die Verschmutzung der Fassade ihrer Häuser in Großbritannien war ein solches Problem, dass diejenigen, die dies taten, ab 1345 mit einer Geldstrafe belegt wurden. Darüber hinaus wurde im 12. Jahrhundert in Frankreich die Entfernung des Mülls von den

Straßen angeordnet. Die Entsorgung von Straßenabfällen in Bäche verschmutzte jedoch auch die Trinkwasserressourcen.

Trotz dieser Widrigkeiten wurden in jeder Periode einige Vorsichtsmaßnahmen getroffen. Während des Römischen Reiches gab es Versuche, Rom mit Wasser zu versorgen. Darüber hinaus war die Luftverschmutzung durch ein Gesetz nicht erlaubt (Makra & Brimblecombe, 2004). Darüber hinaus wurden Geldstrafen gegen diejenigen verhängt, die die Verschmutzung in London verursachten. Die Erklärung von 1306 zur Luftverschmutzung durch Kohle drohte Kriminellen mit "schwerem Lösegeld" (Brimblecombe, 2011).

1.2. Renaissance

Der Einfluss der katholischen Kirche auf die europäische Kultur im mittelalterlichen Europa ist eine unbestreitbare Tatsache. Die Kirchen waren in vielen Bereichen wie Kultur, Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Privatleben einflussreich. Die Zeit nach dem Mittelalter wird als Renaissance- und Reformperiode bezeichnet. Diese Epochen werden als die Zeit bezeichnet, in der kulturelle Veränderungen vor allem auf die Kirche einwirken. Die Renaissance ist teilweise bekannt als die Wiedereinführung des griechischen und römischen Denkens in den intellektuellen Bereich. Trotz der Aufklärung und Entwicklung in dieser Periode hatte die mittelalterliche Welt ein stärkeres Sanitärbewusstsein als die Zivilisation der späteren Renaissance. Dieses Sanitärbewusstsein reichte jedoch nicht aus, um zu verhindern, dass Europa der Pest erliegt (Ziegler, 2013). Die Pest im Jahr 1347 war eine Krankheit, die durch ein Bakterium verursacht wurde, das von Flöhen übertragen und von Ratten verbreitet wurde. Diese Krankheit entstand nach einem weit verbreiteten Tod und Hungertod aufgrund der Knappheit landwirtschaftlicher Nutzflächen und des Bevölkerungswachstums sowie extremer Kälte und hoher Niederschläge. Dieses Bakterium, das sich durch Ratten vermehrte, stammte wahrscheinlich von Ratten in den aus dem Nahen Osten zurückkehrenden Kreuzfahrerbooten. Diese Ratten entwickelten sich unter den überfüllten und unhygienischen Bedingungen in Europa. Der unkontrollierte Abwasserstrom, der die Straßen und Flüsse der meisten europäischen Städte hinunterfließt, und die von der Hungersnot betroffene Bevölkerung boten ideale Bedingungen für die Pest. Es wird festgestellt, dass die Pandemie, deren Ausbreitung nicht eingedämmt werden kann, innerhalb weniger Jahre den Tod eines Drittels der Menschen in Europa verursachte. Der Niedergang der britischen Wälder im fünfzehnten und sechzehnten Jahrhundert verteuerte die Nutzung von Holz als Brennstoff, was zu einer verstärkten Nutzung von Kohle für die Hausheizung führte. Obwohl es kriminelle Praktiken für die Verbrennung von Kohle und die Luftverschmutzung gibt, wird die Luftverschmutzung durch Kohle in dieser Zeit in vielen Quellen angegeben. In einigen Quellen steht geschrieben, dass London in der Kohlemeerwolke zurückbleibt. Darüber hinaus hatten sich der Mangel an Kanalisationsrohren und der unerträgliche Geruch der städtischen Umweltverschmutzung durch auf die Straße geworfene Abfälle selbst in der Zeit der Renaissance jahrhundertlang in ganz Europa verbreitet. Darüber hinaus flossen alle Arten von Abfallstoffen aus den Rinnen auf, bevor sie in die Kanalisation gelangten. Die atmosphärische Bleikonzentration, die während des Römischen Reiches sehr hoch war, ist nach dem Zusammenbruch des Imperiums auf das Niveau von vor

Jahrhunderten gesunken. Im Mittelalter und in der Renaissance begann sie jedoch wieder anzusteigen und erreichte das Konzentrationsniveau, das während des Römischen Reiches festgelegt wurde (Boutron, 1995). Der Anstieg setzte sich dann nach der industriellen Revolution fort.

Abbildung 5. Pestpandemie der Europa-Pandemie (URL-5)



Das erste bekannte Gesetz zur Umweltverschmutzung wurde 1388 im britischen Parlament verabschiedet. Nach diesem Gesetz durften Müll und Abfälle nicht in Flüsse, Bäche und Straßen geworfen werden. Infolge der von den Menschen mit eigenen Händen verursachten Umweltverschmutzung erreicht der erlittene Schaden ein unerträgliches Ausmaß. Es ist das erste Gesetz, das sie in der Überzeugung geschaffen haben, dass sie sich mit diesem Staatsgesetz schützen werden.

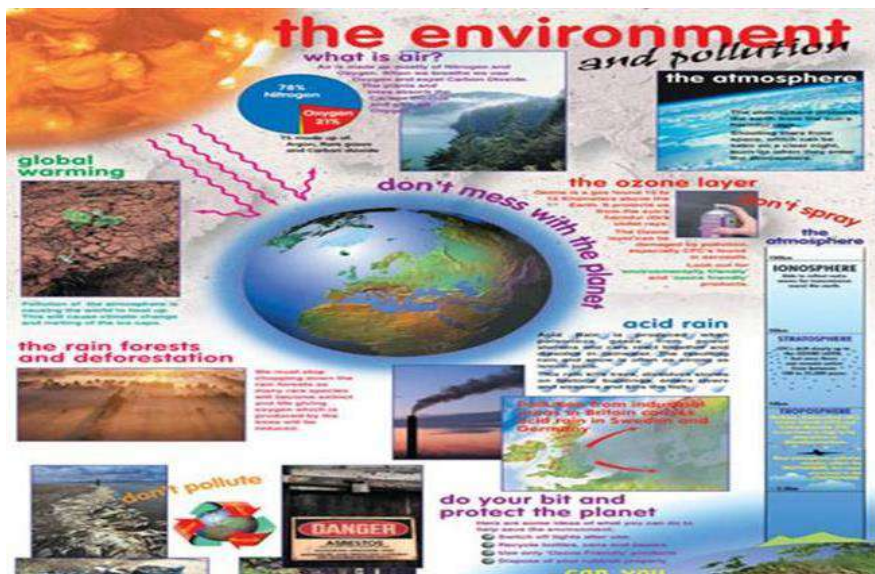
1.3. Industrielle Revolution

Die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert hatte einen großen Einfluss auf den Höhepunkt der Umweltverschmutzung. Aber es ist ein großer Fehler anzunehmen, dass die Umweltverschmutzung zu diesem Zeitpunkt begann. Umweltverschmutzung gibt es seit der Antike. Das Aufkommen der Umweltwissenschaft und eines ernsthaften ökologischen Bewusstseins ist jedoch neu. Die Zerstörung der Wälder als landwirtschaftliche Flächen und Siedlungen ist ein Beispiel für die Schäden, die der Mensch der Umwelt im Laufe der Jahrhunderte zugefügt hat. Waldbrände und das Verbrennen von Holz in geschlossenen Gebieten sind die Hauptursachen für Krankheiten wie Sinusitis und Anthrakose (Schwärzung der Lungen), die sich die Menschen häufig vor dem Alter einfangen.

Das Bild, das sich in der Industrialisierung des 19. Jahrhunderts ergab, ist schrecklich. Die Anlagen in allen Industriegebieten haben Land, Wasser und Luft

verschmutzt. Die Romane und Schriften jener Zeit sind in den Büchern die bekanntesten Beweise für die Verschmutzung Londons. Im Jahr 1930 starben im Mosa-Tal in Belgien 63 Menschen an den Folgen der Luftverschmutzung. Im Jahr 1952 war die Katastrophe in London viel größer. Mehr als 4000 Menschen starben an Atembeschwerden als Folge der Zerstörung der Natur durch den Menschen. "Die Luftverschmutzung durch Rauch und andere schädliche Dämpfe ist vollständig auf vermeidbare Ursachen zurückzuführen, die unter menschlicher Kontrolle stehen", sagte Richard Fitter 1945.

Abbildung 6. Industrielle Revolution mit Umweltverschmutzung (URL-6)



Auch die Auswirkungen von Produktion und Konsum auf die Umwelt haben sich mit der industriellen Revolution und den sich wandelnden Mustern verändert. Obwohl die etablierten Fabriken in großem Maßstab produzieren können, haben sie auch einen großen Anteil an der Umweltverschmutzung, indem sie im gleichen Maße Abfall produzieren. So wurde beispielsweise das bei den Produktionsprozessen anfallende Abwasser direkt und ungeklärt eingeleitet, verursachte die Verschmutzung von Seen und Flüssen und hatte negative Auswirkungen auf die Organismen dieser Lebensräume. Ebenso verschmutzt das Sickerwasser, das bei der Lagerung der festen Abfälle aus den Fabriken in den Lagerbereichen entsteht, zuerst den Boden und dann das Grundwasser. Einige der wichtigsten Faktoren sind hier die rasche Zunahme synthetischer Rohstoffe und Produkte mit den Entwicklungen in der Petrochemie, die Vielfalt der im Produktionsprozess verwendeten Materialien und der Produkte, und sie haben ganz andere Eigenschaften als bei herkömmlichen Produktionsprozessen (man weiß nicht, wie man sich in der Natur verhält und wie man verschwindet).

Die Umweltverschmutzung wird sowohl durch die Produktionsanlagen als auch durch die Abfälle der Endverbraucher verursacht, so dass die Schadstoffe heute in eine viel weitere Geographie eindringen als früher. In ähnlicher Weise bildeten einige

Schadstoffgase, die bei industriellen Produktionsprozessen entstehen, sauren Regen und wurden für eine Weile zu einem Hauptproblem der nordeuropäischen Länder. Andere Arten von Gasen haben zu einer Verdünnung oder Schädigung der Ozonschicht geführt, so dass schädliche Sonnenstrahlen in den Wohnbereich eindringen konnten. Sie verursachen auch einen Anstieg der Krebsraten bei den Menschen. Die während des Zweiten Weltkriegs eingesetzte Atombombe und die radioaktive Verseuchung nach der Katastrophe von Tschernobyl zeigen, wie groß die Auswirkungen sein können. Diese und viele andere Beispiele sind Beweise, die zeigen, wie die industrialisierte Welt Umwelt-, Natur- und Lebensprobleme verursachen kann, wenn notwendige Vorkehrungen nicht getroffen werden.

Einer der Faktoren, die zu den negativen Veränderungen durch die industrialisierte Welt und die rasant steigenden Konsumgewohnheiten hinzukommen, ist die Frage des globalen Klimawandels, der sich seit dem 20. Jahrhundert abzeichnet und in letzter Zeit verstärkt auf der Tagesordnung steht. Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zeigen auch, dass Wasserknappheit, Dürren, Temperaturschwankungen, Überschwemmungen und Brände in der Welt Auswirkungen auf den Klimawandel haben (IPCC, 2012). Diese Auswirkungen haben schwerwiegende Folgen sowohl auf individueller Basis als auch auf Länder- und Gebietsbasis. Diese Situation hat zur Entstehung von Konzepten wie Klima-, Wasser-, Nahrungsmittel- und Energiesicherheit geführt (Tuğaç, 2014). Unter diesen Begriffen wird der Klimawandel definiert als die Veränderungen, die sich über ein Jahrzehnt oder länger im durchschnittlichen Zustand und/oder in der Variabilität des Klimas vollziehen. Die globale Erwärmung steht uns jetzt als Klimawandel gegenüber. Der Grund dafür ist der übermäßige und unbewusste Gebrauch von Ressourcen. Diese Auswirkungen des Klimawandels führen dazu, dass die Niederschläge im Winter, die plötzlichen Niederschläge im Sommer und die jahreszeitlichen Temperaturen über oder unter dem Durchschnitt liegen (Sandalcı und Yüksel, 2011).

Abbildung 7. Globale Klimaänderung (URL-7)



Darüber hinaus zeigt die in den letzten Tagen weltweit wirksame Pandemie des Coronavirus (COVID-19), dass die Schädigung des Lebensraums von Wildtieren in erster Linie nicht nur diesen Lebewesen, sondern auch dem Menschen schadet. Einige Mikroorganismen, die ihnen nicht schaden, können beim Menschen Krankheiten und Epidemien auslösen. Wir müssen die Umwelt, die natürliche Umgebung sowie das Leben und den Lebensraum der Lebewesen respektieren. Darüber hinaus sind die persönliche Hygiene, die öffentliche Gesundheit und die Umweltgesundheit sehr wichtig, denn eine Epidemie von Krankheiten, die überall auf der Welt auftreten, kann nicht nur diese Region, sondern die ganze Welt betreffen. Darüber hinaus betrifft sie insbesondere die Gesundheit, die Wirtschaft, das soziale Leben, die öffentliche Gesundheit, das Bildungswesen usw. in allen Bereichen. Der Kampf gegen diese Art von Pandemie erfordert persönlichen Kampf, sozialen Kampf und schließlich einen gemeinsamen Kampf der ganzen Menschheit.

REFERENZEN

- Braudel, F. (1989). *The Identity of France: Volume One. History and Environment*, Fontana Press, London.
- Brimblecombe, P. (1995). History of air pollution. Composition, chemistry, and climate of the atmosphere, 1-18.
- Brimblecombe, P. (2011). *The big smoke: a history of air pollution in London since medieval times*. Routledge.
- Driver, G. R., & Miles, J. C. (1952). *The Babylonian laws. Vol. 1, legal commentary*.
- Epstein, R. (1992). Pollution and the environment. Vajra Bodhi Sea. In: *A Monthly Journal of Orthodox Buddhism*, (Pt 1), 36.
- Hammond, N. (1994). 'Lead Poisoning Blamed for Rome's Fall'. In: *The Times*, London, 1 January 1994.
- Hartwell, R. (2008). A cycle of economic change in imperial China: coal and iron in northeast China, 750-1350. In: *Roots and Routes of Development in China and India* (pp. 66-123). Brill.
- Janssens, P. A. (1970). *Palaeopathology: diseases and injuries of prehistoric man*. J. Baker.
- Makra, L., & Brimblecombe, P. (2004). Selections from the history of environmental pollution, with special attention to air pollution. Part 1. In: *International journal of environment and pollution*, 22(6), 641-656.
- Mamane, Y. (1987). Air pollution control in Israel during the first and second century. In: *Atmospheric Environment* (1967), 21(8), 1861-1863.
- Markham, A. C. (2019). *A brief history of pollution*. Routledge.
- McNeill, J. R. (2001). *Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world (the global century series)*. WW Norton & Company.
- McNeill, J. R. (2001). *Something new under the sun: An environmental history of the twentieth-century world (the global century series)*. WW Norton & Company.
- Mellanby, K. (1972). *The biology of pollution* (pp. 60-London). London: Edward Arnold.

- Mészáros, E. (2001). A short history of the earth.
- Meybeck, M., Chapman, D. V., & Helmer, R. (1990). Global freshwater quality: a first assessment. Basil Blackwell.
- Ponting, C. (1991). A green history of the world (pp. 1-7). London: Sinclair-Stevenson.
- Ponting, C. (1991). A green history of the world (pp. 1-7). London: Sinclair-Stevenson.
- Schafer, E. H. (1962). The Conservation of Nature under the Tang Dynasty. In: Journal of the Economic and Social History of the Orient, 5(1-3), 279-308.
- Turco, R. P. (1997). Earth under siege: From air pollution to global change. Oxford University Press.
- Ziegler, P. (2013). The black death. Faber & Faber.
- URL1. <http://www.earthweek.com/2012/ew121012/ew121012a.html>
- URL2:https://www.researchgate.net/figure/Social-ecological-systems-comprise-of-interconnected-relationships-between-humans-and_fig2_308166690
- URL3:<https://tr.mehmews.com/photo/1865088/%C4%B0nsan-ve-do%C4%9Fa-ili%C5%9Fkisi>
- URL-4:<https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2012/03/agricultural-technology-in-china-tang.html?view=classic>
- URL5.<https://www.milliyet.com.tr/kultur-sanat/salgin-zamanlarindan-kalan-tablolar-6174143>
- URL6.<http://www.authorstream.com/Presentation/ashvendraathore-1485704-environmental-pollution/>
- URL7. <https://www.abprojeonetimi.com/iklim-degisikligi-etkileri-ve-cozumleri/>

Fragen

Richtig/Falsch-Fragen

- 1) (R / F) Es gibt nicht genug Anstrengungen, um die Umwelt zu reinigen.
- 2) (R / F) Umweltverschmutzung kann durch Chemikalien, physikalische Faktoren oder die Entwicklung unerwünschter Lebewesen verursacht werden.
- 3) (R / F) Die Umweltverschmutzung erfolgte nach unseren ersten Vorfahren.
- 4) (R / F) In der Antike wurde ein umfassendes System zur Abfallentsorgung entwickelt.
- 5) (R / F) Mit der Entdeckung des Feuers wurde die Quelle der Luftverschmutzung geschaffen.
- 6) (R / F) Während der landwirtschaftlichen Gesellschaft gab es keine überfüllten Städte.
- 7) (R / F) Die alten Zivilisationen hatten keine schädlichen Aktivitäten und Auswirkungen auf die Umwelt.
- 8) (R / F) Der globale Klimawandel ist eines der wichtigsten Umweltprobleme der letzten Jahre.
- 9) (R / F) In der Renaissance hatten die Menschen mehr Bewusstsein für sanitäre Einrichtungen als im Mittelalter.

- 10) (R / F) Heute dringen die Verschmutzungsfaktoren in ein viel größeres geografisches Gebiet vor als früher.

Multiple Choice Questions

- 11) Welcher der folgenden Punkte ist KEINE traditionelle Verschmutzungsquelle?
- a) Industrielle Emissionen
 - b) Unzureichendes Abfallmanagement
 - c) Verschmutzte Wasserquellen
 - d) Nuklearer Abfall
- 12) In welchem Jahrhundert wurde der gegenwärtige Gebrauch des Wortes "Verschmutzung" gültig?
- a) 20. Jahrhundert
 - b) 19. Jahrhundert
 - c) 18. Jahrhundert
 - d) 17. Jahrhundert
- 13) Wer sind die Hydraulik- und Abwasserpioniere der Antike?
- a) Chinesen
 - b) Ägypter
 - c) Die Römer
 - d) Indianer
- 14) Welches ist die pandemische Krankheit in der Zeit der Renaissance?
- a) Schwarze Pest
 - b) Lepra
 - c) Grippe
 - d) Cholera
- 15) In welchem Jahrhundert wurde die erste bekannte Verfassung über die Umweltverschmutzung verabschiedet?
- a) 11. Jahrhundert
 - b) 12. Jahrhundert
 - c) 13. Jahrhundert
 - d) 14. Jahrhundert
- 16) In welchem Land wurde die erste bekannte Verfassung über Umweltverschmutzung verabschiedet?
- a) Ägypten
 - b) Chinesen
 - c) England
 - d) Indien

- 17) Welches ist heute die größte pandemische Krankheit?
- a) AIDS
 - b) SARS
 - c) COVID-19
 - d) MERS
- 18) Welche der folgenden Personen war vom Klimawandel betroffen?
- a) Grundwasser
 - b) Wassermenge in Seen
 - c) Temperatur
 - d) Alle oben genannten Punkte
- 19) Welcher der folgenden Punkte beschreibt den in diesem Kapitel erwähnten Begriff "Pandemie" am besten?
- a) Eine Krankheit, die viele Personen gleichzeitig befällt und sich von Mensch zu Mensch an einem Ort ausbreitet, an dem die Krankheit nicht ständig prävalent ist.
 - b) Eine Krankheit, die sich über Kontinente oder die ganze Welt ausgebreitet hat.
 - c) Temperaturen Eine Krankheit, die sich im ganzen Land ausgebreitet hat.
 - d) Eine Krankheit, die sich in der betreffenden Region ausgebreitet hat.
- 20) Nach der Katastrophe in hat sich die radioaktive Verseuchung als ein großes Problem herausgestellt.
- a) Chernobyl
 - b) Bohunice
 - c) Leningrad
 - d) Cernavodă

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

KAPITEL 2

Globale Umweltprobleme

Altan DIZDAR³, Ertugrul DIZDAR⁴ & Cagan DIZDAR⁵

2. Einleitung

Umweltprobleme, eher im Zusammenhang mit sozio-ökonomischen Fragen, zeigen ein komplexes Bild und können auf globaler Ebene agieren. Globale Umweltprobleme gefährden die Nachhaltigkeit der Umwelt, ohne politische Grenzen anzuerkennen; sie stellen eine Bedrohung für Menschen, Gesundheit, Sicherheit und Produktivität, das Überleben anderer Arten, die Lebensmittelsicherheit und die Wasserressourcen dar. Klimawandel, globale Erwärmung, Wüstenbildung, Umweltzerstörung, Zerstörung der Ozonschicht, saurer Regen, Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung, Erschöpfung der natürlichen Ressourcen, Verlust der biologischen Vielfalt, Zerstörung der Wälder, Verschmutzung der Meere und Ozeane, Versauerung der Ozeane, gefährliche Abfälle, ungünstige Bedingungen durch den Abfall, die Folgen der Erosion und das Problem der ungeplanten Verstädterung gehören alle zu den globalen Umweltproblemen. Daher gibt es auf internationaler Ebene Versuche, diese Umweltprobleme insgesamt zu lösen.

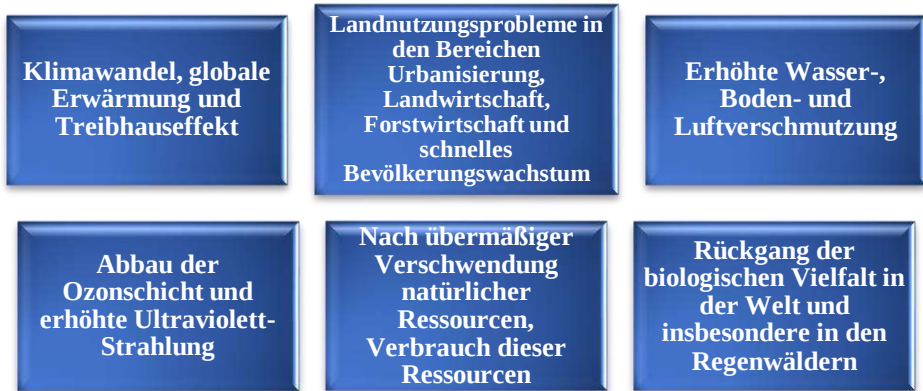
Umweltschutz steht ganz oben auf der internationalen Agenda & diese Probleme können nur durch die Bemühungen der Nichtregierungsorganisationen, des öffentlichen und privaten Sektors, der Zivilgesellschaft, durch nationale Anstrengungen und internationale Zusammenarbeit gelöst werden & eine wichtige Dimension der Bemühungen um den Umweltschutz ist auch die Stärkung des öffentlichen Bewusstseins und die Beteiligung ganzer Gruppen. Der auslösende Charakter von Umweltproblemen erfordert Koordination & Synergie in den Prozessen für die Lösungsbemühungen.

³ Bauingenieur Altan Dizdar, Generaldirektor bei ORKON INTERNATIONAL CO. altan.dizdar@orkon.info

⁴ Landwirtschaftsingenieur Ertugrul Dizdar, Vorstandsvorsitzender von ORKON INTERNATIONAL CO. ertugrul.dizdar@orkon.info

⁵ MSc.Bauingenieur Cagan Dizdar, Columbia University, New York USA, cagandizdar@gmail.com

Abbildung 1. Globale Umweltprobleme



Initiativen zur Lösung von Umweltproblemen stehen seit den 1960er Jahren allmählich auf der Tagesordnung der internationalen Gemeinschaft. Der Bericht "1,5°C globale Erwärmung" des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) stellt fest, dass mit der globalen Erwärmung auch die klimabedingten Risiken in Bezug auf Gesundheit, Lebensmittelsicherheit, Wasserwunsch, menschliche Sicherheit und Wirtschaftswachstum zunehmen werden. Das Hauptziel der Umweltpolitik ist es, die soziale Wohlfahrt auf dem höchstmöglichen Niveau zu halten, indem die Umweltqualität auf einem bestimmten Niveau gehalten wird. Obwohl sich die Umweltpolitik in den einzelnen Ländern unterscheidet, ist das Hauptkonzept, das als gemeinsames Ziel hervorsticht, die "nachhaltige Entwicklung". Während nachhaltige & wirtschaftliche und soziale Entwicklungen erfasst werden, ist es das Ziel, die Auswirkungen der Menschen auf die Umwelt durch den Schutz der Natur zu verringern & zukünftigen Generationen eine saubere Umwelt zu bieten.

Als Folge globaler Umweltprobleme werden der Abbau der Ozonschicht und die erhöhte Ultraviolettstrahlung dort erfasst, wo dieses Ozonloch auf die Abnahme des Ozonvolumens in der Stratosphäre (Ozonschicht) im Frühjahr seit Ende der 1970er Jahre hinweist. Abgesehen von diesem Ereignis in der Stratosphäre wird im Frühling auch eine Ozonperforation in der Troposphäre beobachtet. Der Hauptgrund für den Ozonabbau ist, dass atomare Halogene Ozonmoleküle zerstören, wobei die Hauptquelle dieser Halogenatome künstliche Halogenkohlenwasserstoffe (Fluorchlorkohlenwasserstoffe - FCKW, Freone & Halone) sind. Nachdem diese Verbindungen an der Oberfläche freigesetzt wurden, werden sie in die Stratosphäre transportiert & der Zerstörungsmechanismus beginnt & es wurde beobachtet, dass sich das Ozonloch mit zunehmender Halogenkohlenstoffemission ausdehnt. Da die Ozonschicht die schädlichen ultravioletten Strahlen, die die Welt erreichen, durch Filterung verhindert, hat das Ozonloch weltweit Besorgnis ausgelöst & die Produktion von ozonschädigenden Gasen ist durch das Montrealer Protokoll verboten. Es wird vermutet, dass das Ozonloch Krankheiten wie Hautkrebs & Grauer Star, die Pflanzen & Plankton schädigen, verstärkt. (Wikipedia)

Die Tatsache, dass Umweltprobleme grenzüberschreitender Natur sind, hat es notwendig gemacht, dass internationale Organisationen wie die Vereinten Nationen

(UNO), die Europäische Union, die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die Europäische Organisation für Sicherheit und Zusammenarbeit (OSZE), die Weltorganisation für Meteorologie (WMO), die NASA und andere internationale Gremien sich für die Lösung dieser globalen Umweltprobleme insgesamt einsetzen.

Abbildung 2. Luftverschmutzung, Schmutz und Rauch in der Stadt



Quelle : <https://unsplash.com/photos/uKvPDQop-JA>

2.1. Der Klimawandel

Klimawandel bedeutet, wenn eine Veränderung im Klimasystem der Welt eintritt & neue Wettersituationen hervorruft. Klimaveränderungen können über Jahre hinweg aus verschiedenen Gründen auftreten, aber der wichtigste Grund ist die Industrialisierung & das Klima wurde hauptsächlich durch menschliche Aktivitäten beeinflusst & durch die globale Erwärmung & den Klimawandel verursacht. (Wikipedia).

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts hat mit der Industrialisierung zusätzlich zur natürlichen Variabilität des Klimas eine neue Periode begonnen & auch menschliche Aktivitäten begannen, das Klima zu beeinflussen. Mit der industriellen Revolution begann der Temperaturanstieg, der auf der Erde und in den unteren Teilen der Atmosphäre (untere Troposphäre) aufgrund der rapiden Zunahme der Akkumulation von Treibhausgasen, die mit verschiedenen menschlichen Aktivitäten wie Abholzung, Verbrennung fossiler Brennstoffe und industriellen Prozessen in die Atmosphäre freigesetzt wurden, und mit der Urbanisierung zu beobachten war, als "globale Erwärmung" bezeichnet.

Menschliche Aktivitäten, die auf "Verbrennung" basieren, wie z.B. Energieerzeugung, Heizung und Transport, haben die Existenz von CO₂ und anderen

"Treibhausgasen" in der Atmosphäre akkumuliert, was zu einer globalen Erwärmung geführt hat, indem die Wärme der Erde eingefangen wurde.

Die Folgen dieser Tatsache sind das Ansteigen des Meeresspiegels durch das Schmelzen von Gletschern an Polen und in großen Höhen (einige Länder sind überflutet); schwere Dürren, Überschwemmungen und Wirbelstürme sind das Ergebnis unmittelbarer Temperaturveränderungen; die Verarmung von Bakterien-, Pflanzen- und Tierarten. Diese Ergebnisse haben begonnen, sich zu zeigen.

Umweltschutzgruppen erklären, dass diese möglichen Folgen so schwerwiegend sein können wie der Einschlag eines riesigen Meteoriten auf der Erde oder ein größerer Atomkrieg.

Abbildung 3: Wüstenbildung & Eisschmelze als Folge von Klimawandel & globaler Erwärmung



Quelle : <https://picspree.com/en/photos/cracked-and-rippled-desert-landscape-612521>

Quelle : <https://picspree.com/en/photos/ice-floes-in-the-arctic-ocean-603545>

2.1.1. Ursachen & Auswirkungen des Klimawandels

Da die Ursachen der globalen Umweltprobleme und des Klimawandels; Nahrungsmittelknappheit, Überschwemmungen, tödliche Hitze, Superstürme und weit verbreitete Krankheiten versucht werden, überwunden werden und Vorkehrungen für die Probleme getroffen werden, die das moderne Leben mit sich bringt, wie Transport, Landnutzung, Nahrung und Energie: Zur Analyse & Darstellung dieser Probleme wurde

ein Sonderbericht über die globale Erwärmung um 1,5 °C erstellt & vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen & veröffentlicht:



Die 1,5°C-Grenze, die Erwärmung von 1,5°C & darüber ist besonders wichtig, weil sie die Risiken erhöht, die mit langfristigen & irreversiblen Veränderungen verbunden sind, wie z.B. das Verschwinden einiger Ökosysteme mit den unten aufgeführten Beispielen:

Abbildung 4. Gefahren des Klimawandels

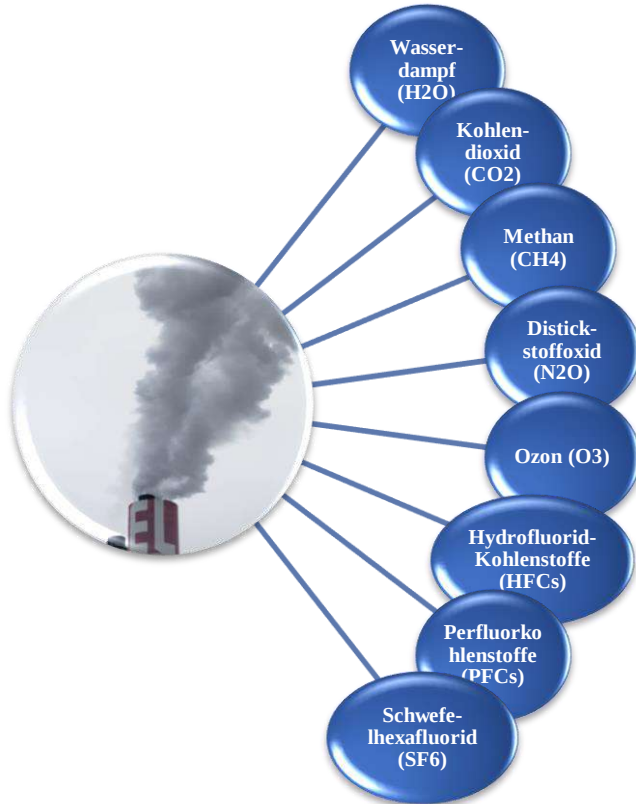


2.1.2. Treibhausgase

Verschiedene Prozesse und Substanzen können dazu führen, dass die Durchschnittstemperatur der Erde zu- oder abnimmt. Die wichtigsten dieser Faktoren sind die sogenannten Treibhausgase. Es ist bekannt, dass das Vorhandensein dieser Gase in der Atmosphäre dazu führt, dass sich die Erde um 32°C erwärmt. Wenn die Erde keine Atmosphäre hätte, gäbe es kein flüssiges Wasser auf ihrer Oberfläche & die Erde wäre ein ungünstiger Planet. In dieser Hinsicht kann man sagen, dass Treibhausgase in der Atmosphäre vorteilhaft sind. Die Zunahme der Menge an Treibhausgasen kann jedoch auch zu Klimaveränderungen und zur Schädigung der Natur führen.

Wasser, das den Treibhauseffekt verursacht, ist für das Leben auf der Erde unentbehrlich. Ozon wirkt wie ein Schutzschild, das schädliche Sonnenstrahlen, die bis zur Erde reichen, verhindert. Andere wichtige Treibhausgase sind Kohlendioxid und Methan. Retrospektive Studien zeigen, dass in den letzten 250 Jahren die Menge an Kohlendioxid in der Atmosphäre um 36% und die Menge an Methan um 148% zugenommen hat. Man geht davon aus, dass der Hauptfaktor für die globale Erwärmung die Zunahme der Kohlendioxid- und Methanmenge in der Atmosphäre ist.

Abbildung 5. Gewächshaus-Gase



Der größte Teil des Anstiegs der Kohlendioxidmenge in der Atmosphäre ist auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen. Vor allem die Nutzung fossiler Brennstoffe verursacht die Freisetzung großer Mengen Kohlendioxid in die Atmosphäre. Darüber hinaus ist die Zementproduktion einer der wichtigsten Gründe für diesen Anstieg. Zwei Hauptmethoden, die angewandt werden können, um den Anstieg der Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre zu verhindern, sind die Verringerung der Menge an Treibhausgasen, die durch menschliche Aktivitäten in die Atmosphäre freigesetzt werden, und die Erhöhung der Wirksamkeit biologischer Prozesse, die Treibhausgase in der Atmosphäre nutzen. Zum Beispiel kann durch die Erhöhung der Zahl der Pflanzen, die weniger fossile Brennstoffe verbrauchen oder Kohlendioxid bei der Photosynthese verwenden, die Zunahme der Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre verhindert werden.

2.1.2.1. Wie lassen sich Treibhausgase reduzieren?

Es ist möglich, die Menge der Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem man die folgenden Punkte beachtet:

Studien zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen sollten für energieintensive Industrieanlagen durchgeführt werden,	Der Übergang von der energieintensiven Industrialisierung zur energielosen Industrialisierung sollte gefördert werden,	In den Städten sollten die Grünflächen vergrößert werden,
Fahrzeuge und Seefahrzeuge mit niedrigen Emissionswerten sollten gefördert werden,	Das Steuersystem für ältere Fahrzeuge sollte neu geordnet werden,	Es sollte ein integriertes Managementsystem für das Recycling von wiederverwertbaren Abfällen eingerichtet und die Industrialisierung in dieser Hinsicht veranlasst werden,
Seen und Teiche sollten vergrößert werden,	Ein neues Steuersystem für nicht isolierte Gebäude sollte eingeführt werden,	Abfälle mit hohem Kaloriengehalt sollten als zusätzlicher Brennstoff anstelle von fossilen Brennstoffen verwendet werden,
Abwasser sollte behandelt werden,	Fahrräder sollten gebaut werden, um zu den Arbeitsplätzen und Schulen in den Städten zu gelangen,	Werkzeuge und Geräte, die Energie effizient nutzen, sollten gefördert werden,
Die Verwendung von Heiz-, Kühl- und Küchengeräten mit geringem Ertrag sollte schrittweise eingestellt werden,	Die Nutzung alter Fahrzeuge als öffentliche Verkehrsmittel in der Stadt sollte gestoppt werden,	Die Waldflächen sollten vergrößert werden, indem die Mobilisierung bei der Aufforstung erklärt wird,
Feuchtgebiete sollten unter Schutz gestellt werden,	Alte Boote sollten schrittweise aus dem Verkehr gezogen werden,	Müll sollte gestoppt werden, um wild gelagert zu werden & Müllagerräume sollten in Bioreaktoren umgewandelt werden,
Im Transportwesen sollten treibstoffintensive Transporte vermieden und weniger treibstoffintensive müssen unterstützt werden.		

Technologien, die Energieeinsparungen in allen Bereichen von der Industrie bis zur Landwirtschaft ermöglichen, müssen entwickelt werden & die Nutzung von Beiträgen zu erneuerbaren Energiequellen wie Sonne (Photovoltaik), Geothermie, Biomasse und Wind muss verstärkt werden, um den Klimawandel zu überwinden.

Abbildung 6. Windmühlen als Ersatz für fossile Brennstoffe; erneuerbare Energiequellen wie Wind sind eine der Vorsichtsmaßnahmen, die zur Verlangsamung des Klimawandels erforderlich sind.



Quelle: <https://unsplash.com/s/photos/windmill?ref=thestocks.im>

2.1.3. Kohlenstoff-Fußabdruck

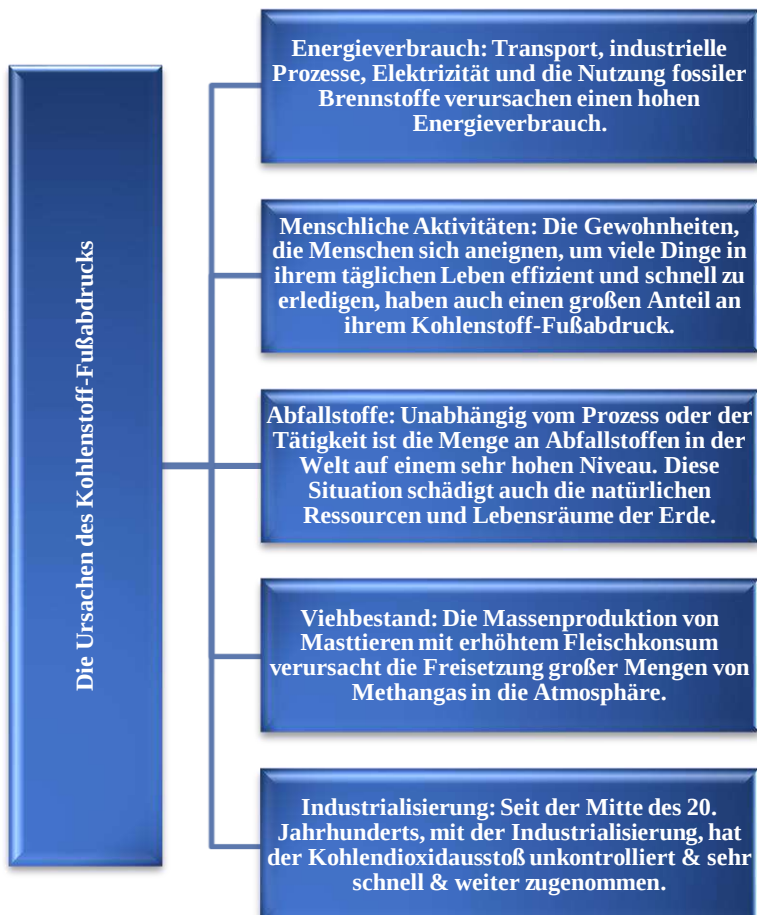
Jedes Individuum verursacht eine andere Menge an Kohlenstoffemissionen, je nachdem, wo und wie es lebt. Der Kohlenstoff-Fußabdruck jedes Einzelnen unterscheidet sich von den anderen, von der Art der Nahrung, die er isst, bis hin zu seinem Verkehrsmittel und seinem Stromverbrauch. Zum Beispiel verursachen das Gas, das wir beim Autofahren verbrennen, die Energie, die wir zum Heizen des Hauses verwenden, und der Produktionsprozess der Lebensmittel, die wir essen, eine bestimmte Menge an Kohlendioxidemissionen.

Abbildung 7. Ökologischer Fußabdruck



Quelle : <http://thestocks.im/>

Abbildung 8. Ursachen des Carbon Footprint



2.1.3.1. Wie können wir den Kohlenstoff-Fußabdruck reduzieren?

Wir können unseren Kohlenstoff-Fußabdruck reduzieren, indem wir Energie sparen und einige unserer Gewohnheiten ändern. Wenn wir zum Beispiel öffentliche Verkehrsmittel wie Busse oder Züge benutzen, anstatt zu fahren, verringern wir die von uns verursachten Kohlenstoffemissionen. Auch die Verwendung von Energiesparlampen in unseren Häusern, die Verstärkung der Wärmedämmung unseres Hauses, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen, wenn möglich, ist wirksam, um den Kohlenstoff-Fußabdruck zu verringern. Da Rinder und Geflügel ebenfalls wirksam bei der Emission von Treibhausgasen sind, können Sie weniger rotes Fleisch konsumieren, um die Nachfrage nach diesen Tieren und damit die Produktion zu reduzieren. Darüber hinaus absorbieren Bäume Kohlendioxid und produzieren Sauerstoff. Aus diesem Grund können wir Bäume pflanzen, um unsere Schuld gegenüber der Natur zu begleichen.

Organische oder anorganische Chemikalien sind die Hauptursachen für chemische Verschmutzung & die häufigsten chemischen Schadstoffe sind die Verbindungen, die in großen Gebieten verwendet werden & dauerhaft sind & nicht leicht in der Natur verschwinden. Es gibt viele Chemikalien, die unser Leben beenden & unseren zukünftigen Generationen schaden, ohne zu erkennen, was in unserem Leben vor sich geht. In der Landwirtschaft verwendete Insektizide sind nur ein kleiner Teil dieser chemischen Gifte. Hinzu kommen Materialien, die in der chemischen Reinigung verwendet werden, chlorierte Lösungsmittel, Ölraffinerien, Kohlekraftwerke, falsche Bau-, Bergbau- und Transportarten sind Beispiele dafür. Sogar die täglichen Reinigungsmittel, die wir in unserem Haushalt verwenden, sind chemische Verbindungen, die die Umwelt verschmutzen.

2.2. Verschmutzung der Wasserressourcen

Wasser existiert in Meeren, Ozeanen, Flüssen, Seen, Grundwasserleitern & Grundwasser & Wasserverschmutzung wird hauptsächlich durch die Aktivitäten des Menschen wie Urbanisierung, Bevölkerungswachstum & erhöhten Lebensstandard verursacht & auch durch Veränderungen des Klimas & der natürlichen Bedingungen beeinflusst. Weltweit verringern menschliche Aktivitäten und Naturkräfte die verfügbaren Wasserressourcen rapide. Nun endlich ist das Bewusstsein der Öffentlichkeit für die Notwendigkeit einer besseren Kontrolle und eines besseren Schutzes des Wassers gestiegen, und alle Länder versuchen, die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Um die Verschmutzung und Erschöpfung des Wassers zu überwinden, bewerten die Behörden zunehmend die Menge und Qualität des Wassers und versuchen, die Kontrolle und den Schutz der Wasserressourcen zu koordinieren.

Abbildung 9. Wasserverschmutzung



Quelle : <https://pixabay.com/illustrations/pollution-trash-degradation-1603644/>

Zum Beispiel wird die Verteilung von unzureichend behandeltem Abwasser in natürliche Wassersysteme zur Verschlechterung der aquatischen Ökosysteme führen. Auch wird dies zu Problemen für die öffentliche Gesundheit der Menschen und Lebewesen führen, da dieses verschmutzte Flusswasser zum Trinken und zur Bewässerung verwendet werden kann. In der Welt ist die Wasserverschmutzung die wichtigste Ursache für Todesfälle und Krankheiten, die z.B. durch durch Wasser übertragene Krankheiten verursacht werden (Wikipedia).

Abbildung 10. Die Verzerrung der Umwelt wird viele Krankheiten überall verbreiten



Quelle : <https://unsplash.com/photos/Sj5vmEumehE>

2.2.1. Ursachen und Wirkungen der Wasserverschmutzung

Umweltverschmutzung kann die Wasserressourcen und das Wasserökosystem schädigen. Ländliche Veränderungen wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, Stadtwachstum und Entwaldung haben direkte Auswirkungen auf Ökosysteme und Wasserressourcen. Zu den Hauptschadstoffen gehören z.B. organische Substanzen in Abwassereinleitungen & krankheitsverursachende Organismen, Düngemittel & Pestizide aus landwirtschaftlichen Gebieten, saurer Regen durch Luftverschmutzung, Schwermetalle, die durch Bergbau & industrielle Aktivitäten & Aktivitäten wie schlecht geführte Landwirtschaft, Waldrodung, Straßenbau & Bergbau freigesetzt werden, können dazu führen, dass große Mengen an Boden & vergifteten Partikeln in der Luft verbleiben & diese schließlich in den Flüssen & Wasserquellen zusammenfließen (Sedimentation). Dies schadet dem Wasserökosystem, beeinträchtigt die Wasserqualität und verhindert den internen Wassertransport.

Die Hauptfolge der Wasserverschmutzung ist das Verschwinden der biologischen Vielfalt und der aquatischen Ökosysteme, wo auch aufgrund von Abholzung Sedimente und Bakterien unter dem Boden auftreten und somit das Grundwasser verunreinigen. Auch der Mensch wird durch die Veränderung in der Nahrungskette geschädigt und erkrankt, wenn er verunreinigtes Wasser trinkt oder benutzt. Da die Wasserverschmutzung große Auswirkungen auf die Umwelt hat, müssen wir die Verfügbarkeit von Wasser, seine Abwasserentsorgung und eine nachhaltige Bewirtschaftung sicherstellen.

Die Auswirkungen einer zu großen Wasserentnahme sowohl aus Oberflächen- als auch aus Grundwasser sind frappierend und führen zur Wasserknappheit. In den letzten zehn Jahren wurde viel mehr Wasser aus unterirdischen Quellen entnommen. Die Vorteile der Nutzung von unterirdischem Wasser sind oft nur von kurzer Dauer, aber ihre negativen Folgen - z.B. niedrige Wasserstände und erschöpfte Ressourcen - können noch lange anhalten. Gleichzeitig ist der Klimawandel auch ein weiterer Grund für die Wasserknappheit.

Abbildung 11. Hauptfaktoren, die die Wasserverschmutzung und -erschöpfung beeinflussen



2.2.2. Kontrolle der Wasserverschmutzung

Tatsächlich ist die negative Rolle der Industrie für die Umwelt vielleicht mehr als jeder andere Faktor. Vor allem Industrieunternehmen verursachen die Verschmutzung von Flüssigkeiten & Wasser & indirekt durch Wasserverschmutzung, verursachen eine übermäßige Verschmutzung von Boden & Vegetation & führen zu einer raschen Zerstörung der Umwelt. Zusätzlich verursachen Industrialisierungsbewegungen & Migration in die Städte eine rasche & irreguläre Urbanisierung, die zu Verschmutzung & Erschöpfung führt.

Beim Versprühen von Pestiziden werden Wasserressourcen mit Pestiziden kontaminiert, weil durch den Wind luftgetragene Drogenpartikel ins Wasser getragen oder Fabrikabfälle, die Pestizide produzieren, in Wasserquellen oder Flüsse eingeleitet werden. Auf der anderen Seite macht der unbewusste und übermäßige Einsatz von chemischen Düngemitteln den Boden mit der Zeit unfruchtbar und hat wiederum negative Auswirkungen auf den natürlichen Kreislauf, sowohl was die Wasserverschmutzung als auch andere Auswirkungen betrifft.

Stürme, Vulkane und Erdbeben verursachen ebenfalls große Veränderungen in der Wasserqualität und seiner Ökologie, aber diese werden nicht als Verschmutzung gezählt.

Um die Wasserverschmutzung in den Griff zu bekommen, bedarf es korrekter und angemessener Managementpläne und Infrastruktur. Abwasserbehandlungsanlagen gehören zum Infrastruktursystem. Abwasser- und Industriekläranlagen werden in der Regel errichtet, um das Wasser vor unbehandeltem Abwasser zu schützen. Landwirtschaftliche Abwasserbehandlung für landwirtschaftliche Betriebe und Erosionsschutz auf Baustellen können ebenfalls dazu beitragen, Wasserverschmutzung

zu verhindern. Naturbasierte Lösungen sind ebenfalls ein weiterer Ansatz, um Wasserverschmutzung zu verhindern. (Wikipedia)

Abbildung 12. Verschmutzung des Wassers



2.2.3. Ursachen der Trockenheit

Dürre ist eigentlich ein normales & wiederkehrendes Klimaphänomen, das sehr langsam beginnt, sich über Monate oder sogar Jahre entwickelt & sehr große Gebiete betrifft & sich von anderen Ereignissen unterscheidet. Tritt aufgrund abnehmender Niederschläge auf, die sich über eine oder mehrere Jahreszeiten verteilen. Steigende Temperaturen und abnehmende Niederschläge in vielen Regionen der Welt als Folge des globalen Klimawandels erhöhen jedoch die Häufigkeit und Schwere von Dürreereignissen.

Sie verursacht schwerwiegende wirtschaftliche, ökologische und soziale Auswirkungen in sehr großen Regionen und manchmal sogar in einem ganzen Land. Dürre tritt in allen Klimazonen auf, aber die Anfälligkeit des Gebietes für die Dürre und das Ausmaß der Auswirkungen können von einer Region zur anderen sehr unterschiedlich sein. Die Ursachen von Dürre sind leicht zu verstehen, aber ihre Auswirkungen sind schwer vorherzusagen!

Der einzige Grund für Dürre ist nicht der Klimawandel, sondern die Übernutzung, die Verschmutzung der Wasserressourcen, unsachgemäß geplante Wasserinfrastrukturen und Missmanagement haben einen starken Einfluss auf dieses System und machen die Becken, Länder und sogar die Wirtschaft noch anfälliger. Sie führt dazu, dass wir unsere ganze Kraft angesichts einer solchen Dürre verlieren und die Folgen gewaltsam zu spüren bekommen.

Dürre, Wüstenbildung und Bodendegradation sind wichtige Umweltproben unserer Zeit, die den Lebensraum und die elementarste Lebensgrundlage der Mehrheit

der Weltbevölkerung bedrohen und ein Risiko für die Nahrungsmittelsicherheit darstellen können.

Während der Rückgang der Wassermenge als Folge der Dürre empfunden wird, führt er auch dazu, dass der steigende Wasserbedarf nicht gedeckt werden kann oder sich die ökologischen Systeme verschlechtern. Neben den Auswirkungen auf die Umwelt sind auch die wirtschaftlichen Auswirkungen aufgrund der Schwere der Dürre sehr stark zu spüren. Sektoren wie Landwirtschaft, Energie, Tourismus und Forstwirtschaft sind direkt von der Dürre betroffen. Die Kosten der Dürre in Europa im Jahr 2003 wurden mit 11 Milliarden Euro berechnet, im Jahr 2006 wurde festgestellt, dass der Landwirtschaftssektor in Spanien mehr als 2 Milliarden Euro unter der Dürre litt.

Damit die Dürre nicht zu einem chronischen Problem wird, sollten die Wasserressourcen sowohl in Regen- als auch in Trockenperioden gut verwaltet werden. Die Bewirtschaftung der Wasserressourcen auf der Ebene der Flusseinzugsgebiete ist der erste Schritt zur Erhaltung der ganzheitlichen Struktur der Flussökosysteme, die die eigentliche Wasserquelle darstellen.

2.3. Verlust der Biodiversität

Biodiversität ist die Bezeichnung für ökologische Systeme, Arten- & Genvielfalt auf der ganzen Welt oder in einem bestimmten Lebensraum & der Reichtum an Pflanzen- & Tierarten & -sorten in einer Region wird biologische Vielfalt genannt & sie erbringt die für den Fortbestand des wirtschaftlichen & sozialen Lebens der Menschen notwendigen Leistungen. Die biologische Vielfalt ist auch wichtig für die von den Ökosystemen und der Natur erbrachten Dienstleistungen wie Hochwasserschutz, Klimaregulierung, Bodenfruchtbarkeit, Bestäubung und Nahrungsmittel-, Kraftstoff-, Faser- und Arzneimittelproduktion.

Der Verlust der biologischen Vielfalt ist die Ausrottung von Tieren und Pflanzen auf der ganzen Welt und auch die lokale Reduzierung oder der Verlust von Arten in einem bestimmten Lebensraum, während sich die globale Ausrottung bisher als irreversibel erwiesen hat.

Abbildung 13. Die Verhinderung des Verlusts der biologischen Vielfalt ist Voraussetzung für das Überleben bestimmter Lebensräume.



Quelle : <https://unsplash.com/photos/2xQcwGfGio8>

Biodiversität ist auch die Unterscheidung zwischen Land-, Meeres- und anderen aquatischen Ökosystemen und lebenden Organismen aus allen Quellen, einschließlich der ökologischen Strukturen, die Teil dieser Ökosysteme sind. Biologischer Reichtum oder biologische Vielfalt bezieht sich auf die Vielfalt & Variabilität der Lebewesen, ihre Wechselwirkungen mit den komplexen ökologischen Strukturen, in denen sie leben, miteinander & mit ihrer Umwelt.

2.3.1. Vorteile der Biodiversität

Die Menschen haben das heutige Niveau in Landwirtschaft und Technologie als Ergebnis von Biodiversität und Wohlstand erreicht. Die Vorteile der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme sind für die Fortsetzung des heutigen hohen Lebensstandards der Menschen unerlässlich. Die Pflanzen- und Tierarten, aus denen sich die biologische Vielfalt zusammensetzt, werden in Landwirtschaft, Pharmazie, Medizin, Tierhaltung, Forstwirtschaft, Fischerei und Industriegebieten sowie bei der Versorgung mit sauberem Wasser und sauberer Luft genutzt. Die hohe Anzahl und Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten, aus denen sich die biologische Vielfalt zusammensetzt, stellt für das Land auch einen wirtschaftlichen Gewinn dar. Die biologische Vielfalt gleicht Ökosysteme aus, macht den Planeten bewohnbar, unterstützt die Gesundheit der Menschen, die Umwelt und die Ökosysteme.

Abbildung 14. Klassifikation des Nutzens der Biodiversität



Vorteile der Pflanzenvielfalt: Pflanzen säubern die Luft, verhindern Erosion, fügen dem Boden organische Stoffe hinzu und lindern die Bodenermüdung. Sie bieten anderen Lebewesen Unterschlupf und Nahrung und sorgen für die Kontinuität des Ökosystems.

Vorteile der Tiervielfalt: Menschen haben von der Antike bis heute Tiere als Meerschweinchen, als Nahrungsquelle durch Jagd und domestizierte Tiere verwendet. Einige Insekten sorgen für die Bestäubung von Pflanzen und sichern so den Fortbestand des Pflanzenlebens und der Pflanzenvielfalt und damit den Fortbestand des Ökosystems. Ein bedeutender Teil der Insekten sorgt dafür, dass die organische Substanz zersetzt und in den Boden zurückgebracht wird. Einige Insektenarten sind auch die Nahrungsquelle für Tiere wie Vögel, Fische und Reptilien.

Vorteile der Ökosystemvielfalt: Naturbasierter Tourismus wird Ökotourismus genannt. Ökotourismus hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Abhängig von den technologischen Fortschritten und dem Lebensstil ruhen sich die gestressten Menschen in der Natur aus. Stress wird durch den Besuch von Nationalparks & Natur abgebaut.

2.3.2. Kategorien der Biodiversität

Die Biodiversität wird in 3 hierarchischen Kategorien betrachtet nach

Abbildung 15. Kategorien der Biodiversität:



Die biologische Vielfalt ist die Grundlage der lebenden Ressourcen, die einen unverzichtbaren Platz bei der Befriedigung der Grundbedürfnisse der Menschen, insbesondere der Ernährung, einnehmen. Die Grundlage aller kultivierten Sorten, d.h. der kultivierten Pflanzen- und Tierarten, beruht auf ihren wilden Verwandten in der

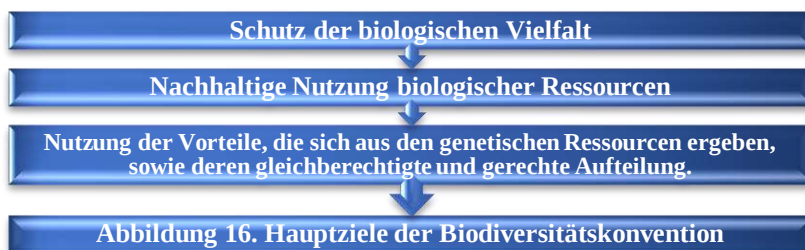
Natur. Heute werden wilde Arten genutzt, um neue Formen der Landwirtschaft zu erhalten oder die bestehenden entsprechend den Bedürfnissen der Menschen zu verbessern. Auch Ökosysteme haben je nach Umweltbedingungen komplexe und unterschiedliche Strukturen und Funktionen erhalten, die sich aus der Interaktion lebender und unbelebter Wesen untereinander und in sich selbst ergeben, damit wildlebende Arten überleben, sich entwickeln, diversifizieren und neue genetische Merkmale erwerben können. Sie erfüllt wichtige Funktionen bei der Aufrechterhaltung natürlicher Gleichgewichte, wie Integrität und Vielfalt von Ökosystemen, Klima, Niederschlagsregime und Artensoziologie.

Lebende Ressourcen, die für Ernährung und Landwirtschaft wichtig sind und allmählich abnehmen, gehören zu den wichtigen Vorteilen, die ein Land heute haben kann. Die Gebiete der Welt, die kultiviert werden können und die Wasserressourcen verschmutzen und verschwinden rasch. Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Menschen in naher Zukunft mit einem ernststen Ernährungsproblem konfrontiert sein werden. Die entwickelten Länder investieren viel in die Entwicklung neuer, ertragreicher Saatgut- und Zuchtsorten und unternehmen Anstrengungen, um den Nahrungsmittelhandel aufrechtzuerhalten. Angesichts dieser Entwicklungen wird die biologische Vielfalt der Länder zu einer Großmacht, insbesondere was die genetischen Ressourcen betrifft. Denn Wildsorten werden verwendet, um Sorten zu entwickeln, die resistent gegen Umweltbelastungen sind und ein hohes Produktionspotential haben.

2.3.3. Konvention zur Biodiversität

Die Konvention über die biologische Vielfalt ist ein internationaler rechtsverbindlicher Vertrag, der von den Ländern unterzeichnet wurde und das Ziel verfolgt, eine nachhaltige Entwicklung zu fördern, wobei es nicht nur um den Schutz der Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen und ihrer Ökosysteme geht, sondern auch um die Menschen und ihr Bedürfnis nach Nahrungssicherheit, Medikamenten, frischer Luft und Wasser, Schutz und einer sauberen und gesunden Umwelt zum Leben.

Die drei Hauptziele der Biodiversitätskonvention (Convention Biodiversity - CBD) sind:



Die Konvention legt fest, dass jedes Land biologische Ressourcen benötigt, die besondere Schutzmaßnahmen benötigen, und biologische Ressourcen, die ein größeres Potenzial für eine nachhaltige Nutzung haben; sie verlangt die Identifizierung und Überwachung der Kategorien und Prozesse von Maßnahmen, die sich negativ auf die Erhaltung und nachhaltige Nutzung auswirken können.

2.3.4. Ursachen und Wirkungen der Biodiversität

Wir sind jetzt Zeuge eines kontinuierlichen Verlusts der biologischen Vielfalt, der das natürliche Leben und das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigt. Die Hauptursachen für diesen Verlust sind Veränderungen der natürlichen Lebensräume durch intensive landwirtschaftliche Produktionssysteme, Bauen, Steinbruchaktivitäten, übermäßige Nutzung von Wäldern, Ozeanen, Flüssen, Seen und Böden, Umweltverschmutzung und zunehmende globale Klimaveränderungen. Die große Rolle, die die biologische Vielfalt für die Nachhaltigkeit unserer Welt und unseres Lebens spielt, macht ihren anhaltenden Verlust immer beunruhigender.

Mit der Ausbreitung von Landwirtschaft und Viehzucht in Europa seit 5000 Jahren haben menschliche Aktivitäten die biologische Vielfalt geprägt. Die landwirtschaftlichen und industriellen Revolutionen der letzten 150 Jahre haben jedoch zu plötzlichen und zunehmenden Veränderungen der Landnutzung, zur Intensivierung der Landwirtschaft, zur Verstädterung und Landflucht geführt. Dies hat zum Verlust vieler Erfahrungen (z.B. traditionelle Landwirtschaftsmethoden) geführt, die die Erhaltung von Landschaften mit reicher biologischer Vielfalt unterstützen.

Der hohe Pro-Kopf-Verbrauch und die hohe Abfallproduktion in Europa bedeuten, dass unser Einfluss auf die Ökosysteme über unseren Kontinent hinausgeht. Die europäische Lebensweise basiert auf dem intensiven Import von Ressourcen und Gütern aus der ganzen Welt, was häufig zu einer nicht nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen außerhalb Europas führt.

Die Ziele der Europäischen Union für das Jahr 2020, die darauf abzielen, den Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen und zu erhöhen, sind recht ehrgeizig. Um diese Ziele zu erreichen, müssen wirksame politische Maßnahmen, sektorübergreifende Koordination, Ökosystemmanagement-Ansätze und ein besseres Verständnis für den Wert der biologischen Vielfalt umgesetzt werden.

EU-Politiken zu diesem Thema

Obwohl das Ziel, den Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen, auf verschiedenen Ebenen, auf denen das Ziel noch nicht erreicht wurde, akzeptiert wird, hat selbst die Festlegung eines solchen Ziels sicherlich das gesellschaftliche Bewusstsein geschärft. Seit 2001 hat sich die Politik in Bezug auf den Verlust der biologischen Vielfalt und die Indikatoren zur Bewertung der Entwicklung deutlich verbessert.

Die Biodiversitätsstrategie 2020 der EU wird es ermöglichen, die für den Schutz der Biodiversität erforderlichen Arbeiten weiter in die Entwicklung und Umsetzung sektoraler Politiken zu integrieren. Mit ihren sechs Zielen umfasst diese Strategie die Bereiche Natur (Ziel 1), Ökosysteme & Wiederherstellung (Ziel 2), nachhaltige Nutzung der Natur Europas, Land- & Meeresressourcen durch Landwirtschaft, Forstwirtschaft & Fischerei (Ziele 3 & 4), nicht heimische Arten (Ziel 5) & Sie befasst sich mit den globalen Auswirkungen der EU (Ziel 6). Die Biodiversitätsstrategie trägt dazu bei, die Naturkapitalziele des 7. Umweltaktionsprogramms 2020 zu erreichen. Das Hauptmotto des Siebten Umweltaktionsprogramms (7. UAP), das im Januar 2014 in Kraft trat und die europäische Umweltpolitik bis 2020 leiten wird, lautet: "Gut leben

innerhalb der Grenzen unseres Planeten". Beide Strategien und Programme haben eine langfristige Vision, die bis 2050 reichen wird.

Vision der Biodiversitätsstrategie

Bis 2050 werden die biologische Vielfalt der Europäischen Union und die von ihr erbrachten Ökosystemleistungen - ihr natürliches Kapital - aufgrund des wesentlichen Wertes der biologischen Vielfalt und ihres signifikanten Beitrags zum menschlichen und wirtschaftlichen Wohlergehen erhalten, geschätzt und ordnungsgemäß wiederhergestellt, wodurch destruktive Veränderungen aufgrund des Verlusts der biologischen Vielfalt vermieden werden.

Das Hauptziel der Biodiversitätsstrategie

Einerseits, um den weltweiten Verlust der biologischen Vielfalt und die Schädigung des Ökosystems bis 2020 zu verhindern und so viel wie möglich zu reparieren, andererseits, um die Unterstützung der EU zu erhöhen, um den Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen.

Die Biodiversitätsstrategie 2020 hat die Erwartungen angesichts der Lehren, die aus der Umsetzung des EU-Aktionsplans zur Erhaltung der biologischen Vielfalt von 2006 gezogen wurden, weiter erhöht. Darüber hinaus wurde sie in voller Übereinstimmung mit dem UN-Übereinkommen über die biologische Vielfalt umgesetzt, der wichtigsten globalen Biodiversitätspolitik, die darauf abzielt, den Verlust an biologischer Vielfalt und damit den Verlust an Ökosystemdienstleistungen bis 2020 zu stoppen.

Abbildung 17. Schutz von Meer & Fischen mit den Pflanzen



Quelle : https://unsplash.com/photos/jPFqcpfn_Fw

Naturparks, natürliche Lebensräume sollten geschaffen werden, ökologische Landwirtschaft sollte bevorzugt werden & die Menschen sollten über diese Themen aufgeklärt werden, um die Generationen dieser Lebewesen, seien es Pflanzen oder Tiere, einzubeziehen.

Landwirte sollten auf die negativen Auswirkungen der Überweidung, der Überernte von Pflanzen und der Zerstörung von Wäldern zur Gewinnung von Land im Hinblick auf die biologische Vielfalt aufmerksam gemacht werden. Die Zerstörung von Küstenlebensräumen sowie übermäßiger und unkontrollierter Fischfang müssen verhindert werden. Darüber hinaus sollten Mechanismen zum Schutz und zur Kontrolle dieser Arten entwickelt werden.

Die biologische Vielfalt ist der gemeinsame Reichtum der ganzen Welt. Die biologische Vielfalt muss bewahrt werden, um diese Vielfalt auf künftige Generationen übertragen zu können, indem die heutigen Bedürfnisse befriedigt werden.

2.4. Landnutzungsprobleme in Städtebau, Land- und Forstwirtschaft

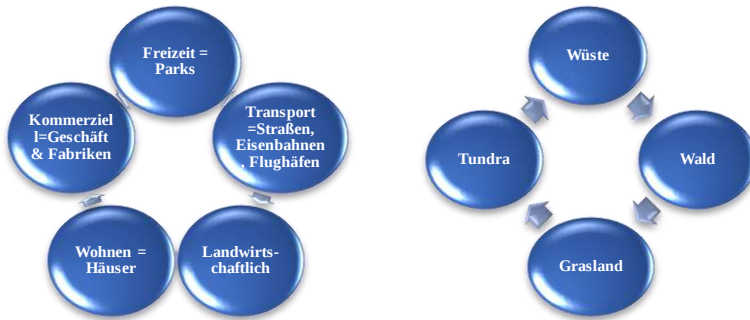
In der Landnutzung ergeben sich die meisten Probleme aus der Verstädterung, der Land- und Forstwirtschaft & diese Probleme müssen durch sorgfältige Vorkehrungen gelöst werden. Das rasche Bevölkerungswachstum in der Welt erhöht den Druck auf die natürliche Umwelt. Mit der Beschleunigung des Urbanisierungs- und Industrialisierungsprozesses wird die natürliche Umwelt erheblich verschmutzt und verbraucht. Die Zyklen in der natürlichen Umwelt werden stark unterbrochen, verschlechtern sich und verursachen Probleme, die aufgrund falscher Landnutzung Tag für Tag schwer zu lösen sind. Umweltfreundliche und nicht nachhaltige Planung und die entsprechend produzierten Projekte machen die Welt riskanter und unbewohnbar für alle Lebewesen. Insbesondere die Erschließung von Gebieten, die im Hinblick auf Naturkatastrophen risikoreich sind und sich nicht für eine Besiedlung eignen, führt zu einem Anstieg der durch Naturkatastrophen verursachten Verluste an Menschenleben und materiellen Schäden.

Aufgrund des globalen Klimawandels, der Verstädterung & falschen Landnutzung nehmen die Schäden durch Überschwemmungen, Erosion, Dürren von Tag zu Tag zu. So werden Katastrophen, die meist durch natürliche Prozesse verursacht werden, durch menschliche Aktivitäten zu Katastrophen menschlichen Ursprungs.

Auch die Landwirtschaft ist stark betroffen, vor allem durch fehlende Infrastruktur und falsche Landnutzung, und ist von Wüstenbildung und Erosion bedroht. Die Wälder müssen geschützt werden, sie dürfen nicht für Wohngebiete geöffnet werden und es muss höchstens darauf geachtet werden, dass Waldbrände verhindert werden.

2.4.1. Bodentypen und ihre Nutzung

Die Arten der Landnutzung und Landtypen sind in Abbildung 18 definiert. Landnutzungstypen & Landtypen, Richtige Landnutzung muss aus dem Richtigen Landtyp ausgewählt werden:



Der Boden, der eines der wichtigsten Elemente des Ökosystems ist, ist sehr wichtig im Hinblick auf seine Nicht-Erneuerbarkeit und seinen unverzichtbaren Platz für menschliches und lebendiges Leben sowie für die Gewährleistung der Fortsetzung der primären Kette der vegetativen Produktion, der Nahrungskette, die das Überleben von pflanzen- und fleischfressendem Leben ausdrückt. Der Boden, neben anderen Elementen der natürlichen Umwelt, steht vor ernsthafteren Problemen in Bezug auf Kauf, Verkauf und Vermietung.

Falsche Landnutzung bedeutet, dass der Boden nicht entsprechend seinen Fähigkeiten genutzt wird. Mit anderen Worten, es handelt sich um die Nutzung von Land ohne Berücksichtigung der geologischen, geomorphologischen (Hangneigung, Topographie, Aspekt usw.), vegetationstechnischen, hydrologischen und Bodeneigenschaften. Zusätzlich zum Druck der Bevölkerung waren die von der politischen Autorität getroffenen Entscheidungen in der "falschen Landnutzung" wirksam, was die unbewusste & Überbewertung des Potentials der natürlichen Umwelt zum Ausdruck bringt.

Das Land, das bei der Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung viele ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen hat, ist eine begrenzte Ressource, deren Nutzung durch das Klima, den Boden, die geologische und geomorphologische Struktur seines Standorts begrenzt ist. Es ist empfindlich gegenüber natürlichen Ereignissen und menschlichen Aktivitäten, es ist leicht zu zerstören und verliert viele Funktionen, wenn es ohne Sorgfalt genutzt wird.

Landnutzung und die Nutzung des Bodens bedeutet zunächst die Nutzung des Bodens für die Land- und Forstwirtschaft, dann alle Arten der Landnutzung, einschließlich der Schaffung von Wohngebieten, der Nutzung für Transport, Handel, Kunst, Industrie, kommerzielle Aktivitäten und Urlaubsorte.

Die natürlichen Ressourcen werden den nächsten Generationen hinterlassen, indem sie weiter entwickelt werden, ohne sie zu verbrauchen. Wo wird Landwirtschaft betrieben, wo wird das Tier geweidet, wo wird es geweidet, wo wird es aufgeforstet, wo wird Streu geschüttet? Wenn diese Fragen gelöst sind, werden die erneuerbaren Ressourcen nicht geschädigt. Eine neue Stadt entsteht nicht auf landwirtschaftlich genutztem Land; ein Bergrand, der aufgeforstet werden muss, lässt sich nicht besiedeln. Landnutzungspläne sind von großer Bedeutung & werden strikt umgesetzt. Daher wird

es in der modernen Welt, abgesehen von Naturkatastrophen, keine anthropogenen Katastrophen geben.

Abbildung 19. Richtige Urbanisierung & Bevölkerungswachstum ist wichtig für die Landnutzung



Quelle : <https://unsplash.com/photos/3ttFTqPQs5A>

Die Klassifizierung der Landfähigkeiten für grundlegende Bodenstudien und -planungen auf der Grundlage der Klimabedingungen muss durch die Kombination von Nutzungs- und Erhaltungsdaten erfolgen, um die geeignetste Nutzung des Landes zu bestimmen, ohne eine Verschlechterung der Bodenqualität zu verursachen.

Um eine Entscheidung über eine Landnutzung treffen zu können, müssen die vergangenen und gegenwärtigen Anwendungen der Landnutzung in einem Gebiet bestimmt und Analysen darüber durchgeführt werden, wie es in Zukunft entsprechend seinem aktuellen Potenzial aussehen sollte. Parallel zur Bestimmung der natürlichen und menschlichen Ressourcen in den Gebieten, die in der Landnutzungsplanung genutzt werden sollen, wird es als "Entwicklung von Landnutzungsentscheidungen" definiert, um konkrete Vorschläge zu machen, wie die bestehende Landnutzung in Abhängigkeit von den durchgeführten Analysen (SWOT-Analyse) in der am besten geeigneten Form sein wird.

Abbildung 20. Landwirtschaft ist Voraussetzung für Nahrungsmittelknappheit & Wälder sind notwendig für eine saubere Umwelt.



Quelle : <https://unsplash.com/photos/2UqMez6xpQ0> ;
https://unsplash.com/photos/F_hft1Wiyj8

2.4.2. Ursachen und Wirkungen von Landnutzungsproblemen

Die allgemeinen Ursachen für unsachgemäße Landnutzung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Öffnung der landwirtschaftlichen Gebiete für Siedlungen und Industrieanlagen	Öffnung von Flächen, die für die Landwirtschaft nicht geeignet sind	Falsche Landwirtschafts- und Entwicklungspolitik und -praktiken
Übermäßiges und unkontrolliertes Bevölkerungswachstum	Zerstörung von Waldgebieten aus verschiedenen Gründen (Entwaldung)	Die Straßen führen durch produktive landwirtschaftliche Gebiete
Übermäßige und frühe Beweidung	Saure Niederschläge aus Bergbau, Industrie, fossilen Brennstoffen, Haus- und Atommüll, etc. & Bodenkontamination	Infolge der Bergbauaktivitäten wird der Boden kahl und der Aushub wird in Hügeln in anderen Gebieten gesammelt.

Die Öffnung landwirtschaftlicher Gebiete für Siedlungen & Industrieanlagen & die missbräuchliche Nutzung landwirtschaftlicher Flächen ist ein grundlegendes Problem für die Bodendegradation. Aufgrund der raschen Verstädterung, die sich mit dem raschen Bevölkerungswachstum in der Welt bemerkbar macht, ist das Leben in der Welt bedroht. Auf produktivem Land werden ungeeignete Siedlungen errichtet, die Natur und Umwelt zerstören. Der Bau von Flughäfen in Schwemmland, der Bau von Dämmen, Straßen, Fabriken, Tunneln, Kanälen usw. auf erstklassigem Agrarland & der Missbrauch produktiver landwirtschaftlicher Flächen ist die Hauptursache für die Bodendegradation.

Die Auffüllung der Küstenlinie und des dahinter liegenden Gebiets mit Zweitwohnsitzen und Fremdenverkehrseinrichtungen führt zur Degradierung des Landes und zum Verlust von Flächen gegen die Nutzung durch Landwirtschaft, Weidewirtschaft und Forstwirtschaft.

Öffnung nicht landwirtschaftlich nutzbarer Flächen & Besiedlung für Landwirtschaft & Besiedlung & Öffnung nicht landwirtschaftlich nutzbarer Hanglagen für Landwirtschaft, Beweidung beschleunigt die Erosion, so dass der Boden-Pflanzen-Wasserhaushalt auf den Kopf gestellt wird. In solchen Gebieten verringert die Erosion den Ertragswert. Diese Situation wird in Bezug auf Landwirtschaft, Forstwirtschaft & Viehzucht nicht funktionieren.

Saurer Regen aus fossilen Brennstoffen, Industrie-, Mineral-, Haus- und Atommüll usw. führt dazu, dass das Land chemisch und biologisch abgebaut wird. Schadstoffe, die aus verschiedenen Quellen in den Boden gelangen (Industrie- und Haushaltsabfälle, Pestizide und Düngemittel, Tanks und Pipelines, in denen Ölprodukte gelagert werden, Leckagen von Maschinen und Fahrzeugen usw.), verursachen verschiedene Umweltprobleme und machen die Oberfläche, den Boden und das Grundwasser für landwirtschaftliche Zwecke unbrauchbar, führen zu Produktverlusten, Schrumpfung des Produktmusters, Verschlechterung der Bodenqualität und Verminderung des Ertragswerts des Bodens.

Überweidung, d.h. Tiere fressen das Gras bis zum Bodenniveau & frühes Weiden, d.h. Öffnung des Graslandes vor dem vollen Wachstum zur Beweidung & Schwächung der Grasdecke; führt direkt zu einer Verringerung des Ertragswertes des Landes. Als Folge der Überweidung in der Welt, insbesondere in semi-ariden Regionen, nahm sowohl die Ertragskraft des Graslandes ab als auch die Erosionsereignisse nahmen allmählich zu. Auch die Beweidung von Waldgebieten wird zur Zerstörung der Wälder führen und Brände verursachen.

Abbildung 21. Es müssen Vorkehrungen zur Verhütung von Waldbränden getroffen werden



Quelle : <https://unsplash.com/photos/7Je8Q8f-rmE>

Ausgrabungen für Bergbauzwecke aus den Gebieten auf dem Land, insbesondere Wald, Grasland und landwirtschaftlichen Flächen, gehören zu den Gründen für falsche Landnutzung. Brunnen, Stollen usw., die nach Ausgrabungen im Bergbau geöffnet wurden, können negative Folgen haben, wenn der Boden, der die natürliche Vegetation verliert, der Wasser- und Winderosion ausgesetzt wird. Die Auswirkungen der durch den Bergbau verursachten Bodendegradation sind enorm und führen zu irreversiblen Folgen.

Figure 22. Distortion of the soil, as a result of Mining activity, the soil becomes bare & useless and hills are formed because of excavations



Quelle : <https://unsplash.com/photos/Mk2Is9UBO2E>

Eine zu unbewusste Anwendung von landwirtschaftlicher Spritzdüngung, zu unbewusster Bewässerung, Verwendung falscher Geräte, Stoppelverbrennung usw. verschmutzt das Land und macht es erosionsanfällig.

Das Passieren von Straßen durch produktive landwirtschaftliche Gebiete/Wälder und das Passieren von Autobahnen durch flache Ebenen und Talsohlen ist einer der Gründe für falsche Landnutzung. Gemäß der idealen Landnutzungsplanung sollten Straßen im Schnittpunkt von flachen Gebieten & Bergregionen (Siedlungen, Erdbebenrisiko, Hänge ohne Erdbebenrisiko) zusammen mit Siedlungen liegen.

Der einzige Grund für die Zerstörungsschäden, die in den oberen Teilen der Bäche und den daraus resultierenden Verlusten an Menschenleben entstehen, ist die Behausung innerhalb der Bachbetten, daher ist diese Bedingung bei der Gestaltung der Siedlungen sehr wichtig und muss respektiert werden.

Das Abwerfen von festem und flüssigem Müll auf willkürliche Flächen (wilde Lagerung) ist einer der Gründe für falsche Landnutzung und führt zum Verlust des Ertragswerts des Landes. Die wichtigsten physikalischen Prozesse der falschen Landnutzung entstehen durch Wasser- und Winderosion, Verluste und andere nachteilige Veränderungen des Bodens.

Erosionen sind sehr wichtig; wenn keine Vorkehrungen getroffen werden, können ernsthafte Probleme entstehen. Wassererosion ist die wirksamste und am weitesten verbreitete Erosionsart, die neben anderen Erosionsarten (Winderosion, Gletscher- und Wellenerosion, Lawinen- und Massenbewegungen usw.) eine Verschlechterung der Bodenqualität verursacht. Die übermäßige Abholzung von Wäldern zu kommerziellen Zwecken verschlimmert die Wirkung der Wassererosion; es kommt auch häufig vor, dass Wälder aus Gründen wie der Öffnung von Feldern für den Erhalt von Siedlungen, Tourismusbau usw. niedergebrannt werden.

Eine weitere falsche Art der Landnutzung, die zur Verminderung des Ertragswertes des Bodens oder des Landes & zur Verschlechterung seiner Qualität

führt, ist die Bodenkontamination. Bodenverschmutzung wird im Allgemeinen durch Luft- und Wasserschadstoffe sowie landwirtschaftliche Aktivitäten verursacht. Die Bodenverschmutzung, eines der Umweltprobleme, wird auch als eine Art der Bodendegradation betrachtet, da sie den Ertragswert des Bodens verringert. Faktoren, die die Bodenverschmutzung verursachen; unbewusst & extrem auf landwirtschaftlichen Feldern. Die Verwendung von Pestiziden, Kunstdüngern, Industrieabfällen & toxischen Substanzen, die aus verschiedenen Anwendungen freigesetzt werden, Abfälle von Mineralverarbeitungsanlagen, Abwässer, Abfälle von Industrieanlagen, Abgase, Pestizide, die zur Bekämpfung von Düngemitteln & Schadorganismen eingesetzt werden.

Abbildung 23. Infolge einer unsachgemäßen Bodennutzung verliert das Land seinen Ertragswert, indem es bestimmte Stadien durchläuft und in nutzlose Flächen in Bezug auf Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Viehzucht verwandelt wird.



Wenn diese Regeln nicht eingehalten werden, wird eine falsche Landnutzung zu Erosion, Überschwemmungen, Erdbeben, Wüstenbildung und Bodendegradation führen und danach zu einer vollständigen Zerstörung der Umwelt, die nicht unumkehrbar sein wird.

REFERENZEN

- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, Türkiye'nin Çevre Politikası, Temel Çevre Sorunları, Retrieved from: http://www.mfa.gov.tr/i_-temel-cevre-sorunlari.tr.mfa
- (PDF) Küresel Çevre Sorunları ve Türkiye'de Çevre Eğitiminin Durumu, Arş.Gör.Senem Gürkan, 19 Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, January 2020. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/338863880_Kuresel_Cevre_Sorunlari_ve_Turkiye_e'de_Cevre_Egitiminin_Durumu
- Sosyal Bilimler Dergisi / The Journal of Social Sciences, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl:6, sayı:43, Aralık 2019, s.525-537 ISSN: 2149-0821 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.16990/SOBIDER.37027>

- Bilim Genç Tübitak, Küresel Isınmanın Nedenleri nelerdir? Dr.Mahir E.Ocak 21/01/2015
retrieved from: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/kuresel-isinin-nedenleri-nelerdir>
- United Nations, Climate Change, 2019, Retrieved from: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/>
- NRDC GLOBAL WARMING 101 OUR STORIES GUIDE, March II,2016 Amanda MacMillan
Retrieved from : <https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101>
- NRDC OUR STORIES GUIDE, The IPCC Climate Change Report: Why it matters to Everyone on the Planet, November 21,2018 Courtney Lindwall Retrieved from :
<https://www.nrdc.org/stories/ipcc-climate-change-report-why-it-matters-everyone-planet>
- ÇEVRECİYİZ, ÖNCELİĞİMİZ ÇEVRE, İklim Değişikliğinin etkileri nelerdir? Prof.Dr. Levent Kurnaz, Şubat 2016, retrieved from: <http://www.cevreciyiz.com/makale-detay/1025/iklim-degisikliginin-etkileri-nelerdir>
- iklimBU, Boğaziçi Üniversitesi, İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, İklim Değişikliği ve Karbon, Retrieved from :
<http://climatechange.boun.edu.tr/iklim-degisikligi-ve-karbon/> ; Karbon Ayakizi,
<http://climatechange.boun.edu.tr/karbon-ayakizi/> ; Kimyasal Kirlilik,
<http://climatechange.boun.edu.tr/kimyasal-kirlilik/> ; Ozon Tabakası,
<http://climatechange.boun.edu.tr/ozon-tabakasi/> ; Sera Etkisi Nedir?
<http://climatechange.boun.edu.tr/sera-etkisi-nedir/>
- Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu 2'nin Özeti, GreenFacts Sağlık ve Çevre ile İlgili Gerçekler, Retrieved from:
<https://www.greenfacts.org/tr/water-resources/water-resources-foldout-tr.pdf>
- ScienceDaily, Water Pollution, Retrieved from:
http://www.sciencedaily.com/terms/water_pollution.htm
- SUSTAINABILITY For all, Water, Causes and Consequences of Water Pollution, Retrieved From: <https://www.activesustainability.com/water/causes-consequences-water-pollution/>
- Encyclopedia Britannica, Biodiversity Loss, Ecology, John P.Rafferty, Jun 14, 2019 Retrieved from: <https://www.britannica.com/science/biodiversity-loss>
- T.C.Kalkınma Bakanlığı, onuncu Kalkınma Planı 2014-2018 Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Çalışma Grubu Raporu 2023, Ankara 2014. Retrieved from:
http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_TarimArazilerininSurdurulebilirKullanimiCalismaGurubuRaporu.pdf
- PDF) Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi, Yanlış Arazi Kullanımı. Dr.Ali Ekber Gülersoy, January 2014, Available from:
https://www.researchgate.net/publication/292982358_Yanlis_Arazi_Kullanimi
- BİANET BAĞIMSIZ İLETİŞİM AĞI, 2018. Retrieved From :
<https://m.bianet.org/bianet/ekoloji/201474-ipcc-1-5-c-derece-raporu-yayinlandi>
- Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Sözleşmesi ve KYTO Protokolü, Melih ULUEREN. Retrieved from: <http://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinin-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyto-protokolu.tr.mfa>
- PDF DSI Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ. Retrieved from:
http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/kuresel_isinma_ve_iklim_degisikligi.pdf?sfvrsn=0

PDF Global warming of 1.5°C , An IPCC Special Report on the impacts of global warming of. Retrieved from: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf

AURA BELGELENDİRME DOĞRULAMA MUAYENE EĞİTİM, Sera Gazı Nedir. Retrieved from: <https://www.seragazidogrulama.com/sera-gazi-nedir-sera-gazlari-nelerdir-nasil-olusur-sera-gazi-etkisi-nedir-sera-gazi-emisyonu-nedir-nasil-azaltilir>

PDF CLIMATE CHANGE PRIMER, Dr.D.Michael Shafer, December, 2017. Retrieved from: https://warmheartworldwide.org/free-download-climate-change-primer/?gclid=Cj0KCQjw2PP1BRCiARIsAEqv-pQBqlslj1ihVUwt2XcV34eI6QTA1WkReSjhzoKylVPPOOxHsNkhvUaAtBDEALw_wcB

CEVREONLINE, SU KİRLİLİĞİ. Retrieved from: <https://cevreonline.com/su-kirliligi/>

Our News, Nedir Bu Kuraklık, 2014. Retrieved from: <http://www.wwf.org.tr/?2620>

PDF, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE PLANSIZ ŞEHİRLEŞMENİN KİLİS ŞEHRİNDE YOL AÇTIĞI SEL FELAKETLERİ, Mehmet Emin Sönmez, Ökkeş Kesici. Retrieved from: <http://static.dergipark.org.tr/article-download/imported/1021008404/1021007111.pdf?>

Avrupa Çevre Ajansı, Biyolojik Çeşitlilik, Ekosistemler, 10.02.2020, <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/biodiversity/intro>

Biyolojik Çeşitlilik Nedir; <https://biyolojik-cesitlilik.nedir.org/>

Study.com, <https://study.com/academy/lesson/types-of-land-uses-recreational-transport-agricultural-residential-commercial.html>

What are the Different Kinds of Land Called? <https://sciencing.com/different-kinds-land-called-8533115.html>

FRAGEN:

Richtig/Falsch-Fragen

1. (R / F) Jedes Individuum verursacht eine andere Menge an Kohlenstoffemissionen, je nachdem, wo und wie es lebt. Der Kohlenstoff-Fußabdruck jedes Einzelnen unterscheidet sich von den anderen, von der Art der Nahrung, die er isst, bis hin zu seinem Verkehrsmittel und seinem Stromverbrauch.
2. (R / F) Transport, industrielle Prozesse, Elektrizität und die Nutzung fossiler Brennstoffe verursachen einen niedrigen Energieverbrauch.
3. (R / F) Die Menge des Abfallmaterials in der Welt ist auf einem sehr niedrigen Niveau. Diese Situation ist gut für die natürlichen Ressourcen und Lebensräume der Erde.
4. (R / F) Die Massenproduktion von Masttieren mit erhöhtem Fleischkonsum verursacht die Freisetzung großer Mengen von Methangas in die Atmosphäre.

5. (R / F) Wir können unseren Kohlenstoff-Fußabdruck vergrößern, indem wir Energie sparen und einige unserer Gewohnheiten ändern. Zum Beispiel wird die Nutzung privater Autos die von uns verursachten Kohlenstoffemissionen reduzieren.
6. (R / F) Organische oder anorganische Chemikalien sind die Hauptursachen für chemische Verschmutzung & die häufigsten chemischen Schadstoffe sind die Verbindungen, die in großen Gebieten verwendet werden & dauerhaft sind & nicht leicht in der Natur verschwinden.
7. (R / F) Wasser existiert in Meeren, Ozeanen, Flüssen, Seen, Grundwasserleitern & Grundwasser & Wasserverschmutzung wird hauptsächlich durch die Schiffe auf dem Meer verursacht & wird nicht durch Änderungen des Klimas & der natürlichen Bedingungen beeinflusst.
8. (R / F) Ländliche Veränderungen wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, Stadtwachstum und Entwaldung haben direkte Auswirkungen auf Ökosysteme und Wasserressourcen.
9. (R / F) Nur Tiere verursachen flüssige Verschmutzung & Wasserverschmutzung & indirekt durch Wasserverschmutzung, verursachen eine übermäßige Verschmutzung von Boden & Vegetation & verursachen eine schnelle Zerstörung der Umwelt.
10. (R / F) Dürre ist eigentlich ein normales & wiederkehrendes Klimaphänomen, das sehr langsam beginnt, sich über Monate oder sogar Jahre entwickelt & sehr große Gebiete betrifft & sich von anderen Ereignissen unterscheidet & aufgrund abnehmender Niederschläge, die sich über eine oder mehrere Jahreszeiten verteilen, auftritt.
11. (R / F) Dürre kommt nicht in allen Klimazonen vor & die Anfälligkeit des Gebietes für die Dürre & der Grad der Auswirkungen unterscheiden sich nicht sehr stark von einer Region zur anderen.
12. (R / F) Biodiversität ist die Bezeichnung für ökologische Systeme, Arten- & Genvielfalt auf der ganzen Welt oder in einem bestimmten Lebensraum & der Reichtum an Pflanzen- & Tierarten & -sorten in einer Region wird biologische Vielfalt genannt.
13. (R / F) Aufgrund des globalen Klimawandels, der Verstädterung und falschen Landnutzung nehmen die Schäden durch Überschwemmungen, Erosion und Dürren von Tag zu Tag zu.
14. (R / F) Der Wald, der eines der wichtigsten Elemente des Ökosystems ist, ist sehr wichtig in Bezug auf seine Nicht-Erneuerbarkeit und seinen unverzichtbaren Platz für menschliches und lebendiges Leben sowie für die Gewährleistung der Fortsetzung der primären Kette der vegetativen

Produktion, der Nahrungskette, die das Überleben von pflanzen- und fleischfressendem Leben ausdrückt.

15. (R / F) Falsche Landnutzung bedeutet die Nutzung von Land ohne Berücksichtigung der geologischen, geomorphologischen (Hangneigung, Topographie, Aspekt usw.), vegetationstechnischen, hydrologischen und Bodeneigenschaften.
16. (R / F) Bau von Flughäfen in Schwemmland, Bau von Dämmen, Straßen, Fabriken, Tunneln, Kanälen usw. zu erstklassigem Agrarland & der Missbrauch produktiver landwirtschaftlicher Flächen ist die Hauptursache für die Bodendegradation.
17. (R / F) Die Öffnung landwirtschaftlicher Gebiete für Siedlungen und Industrieanlagen sowie die missbräuchliche Nutzung landwirtschaftlicher Flächen kann als eine Form der korrekten Landnutzung angesehen werden.
18. (R / F) Saurer Regen aus fossilen Brennstoffen, Industrie-, Mineral-, Haus- und Atommüll usw. führt zu chemischer und biologischer Zersetzung des Landes.
19. (R / F) Das Abwerfen von festem und flüssigem Müll auf willkürliche Flächen (wilde Lagerung) ist einer der Gründe für falsche Landnutzung und führt zum Verlust des Ertragswerts des Landes.

Multiple-Choice-Fragen

20. Welcher der folgenden Punkte stellt im Rahmen der globalen Umweltprobleme keine Bedrohung für den Menschen dar?
 - a) Gesundheit und Sicherheit
 - b) Überleben anderer Arten
 - c) Lebensmittelsicherheit
 - d) Gebäudetyp
21. Welcher der folgenden Punkte ist nicht die Klassifizierung des globalen Umweltproblems?
 - a) Erhöhte Wasser-, Boden- und Luftverschmutzung
 - b) Erhöhung der Biodiversität
 - c) Klimawandel & Treibhauseffekt
 - d) Abbau der Ozonschicht
22. Klimawandel bedeutet:
 - a) wenn eine Veränderung im Klimasystem der Welt eintritt & Ursachen für heisses Wetter
 - b) wenn eine Veränderung im System der Weltatmosphäre eintritt & Ursachen für neue Wetterlagen

- c) wenn eine Veränderung im Klimasystem der Welt eintritt & neue Wetterlagen verursacht
 - d) wenn eine Veränderung im System der Weltatmosphäre eintritt und zu kaltem Wetter führt.
23. Der Klimawandel wurde hauptsächlich durch die
- a) Pflanzen und biologische Vielfalt,
 - b) Tiere,
 - c) Sonne,
 - d) Aktivitäten von Menschen
24. Welches Maß sollte laut dem Sonderbericht über die globale Erwärmung nicht überschritten werden?
- a) 3.0°C
 - b) 1.5°C
 - c) 2.0°C
 - d) 1.0°C
25. Verschiedene Prozesse und Substanzen können dazu führen, dass die Durchschnittstemperatur der Erde zu- oder abnimmt & der wichtigste dieser Faktoren ist:
- a) Treibhausgase,
 - b) Rotation der Erde,
 - c) Näher an die Sonne kommen,
 - d) Wälder
26. Man geht davon aus, dass der Hauptfaktor für die globale Erwärmung die Zunahme der:
- a) Distickstoffoxid und Wasserdampf in der Atmosphäre,
 - b) Ozon und Perfluorkohlenstoffe in der Atmosphäre,
 - c) Kohlendioxid und Methan in der Atmosphäre,
 - d) Hydrofluorid-Kohlenwasserstoffe & Schwefelhexafluorid in der Atmosphäre
27. Es ist möglich, die Menge der Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem man die folgenden Punkte beachtet:
- a) Die Grünflächen in den Städten sollten verringert werden,
 - b) Das Steuersystem für ältere Fahrzeuge sollte neu geordnet werden,
 - c) Abwasser sollte behandelt werden,
 - d) Die Waldflächen sollten vergrößert werden.
28. Technologien, die Energieeinsparungen in allen Bereichen von der Industrie bis zur Landwirtschaft ermöglichen, müssen entwickelt werden, und der Einsatz erneuerbarer Energiequellen muss verstärkt werden, um den Klimawandel zu überwinden, wie z.B. :
- a) Solarenergie (Photovoltaik),

- b) Geothermisch,
 - c) Biomasse und Wind
 - d) Fossiler Brennstoff
29. Die Verteilung von in natürliche Wassersysteme wird zu einer Verschlechterung der aquatischen Ökosysteme führen.
- a) unzureichend behandeltes Abwasser
 - b) angemessen behandeltes Grundwasser
 - c) unzulänglich aufbereitetes Trinkwasser
 - d) angemessen aufbereitetes Meerwasser
30. Die Hauptfolge der Wasserverschmutzung ist das Verschwinden der biologischen Vielfalt und der aquatischen Ökosysteme, wo auch, &..... unter dem Boden auftauchen und daher das Grundwasser verunreinigen.
- a) Aufforstung, Sedimente und Gase
 - b) Entwaldung, Sedimente und Bakterien
 - c) Sedimente, Straßen und Tunnel
 - d) Urbanisierung, Wälder und Gase.
31., & sind wichtige Umwelttests unserer Zeit, die den Lebensraum & die grundlegendste Lebensgrundlage der Mehrheit der Weltbevölkerung bedrohen & ein Risiko für die Nahrungsmittelsicherheit darstellen können.
- a) Wälder, Parks und Verkehrsstaus
 - b) Urbanisierung, Gebäude und Landdegradation
 - c) Dürre, Wüstenbildung und Bodendegradation
 - d) Unzivilisation, Forstwirtschaft und Transportarten
32. ist die Ausrottung von Tieren und Pflanzen auf der ganzen Welt.
- a) Globale Erwärmung
 - b) Klimawandel
 - c) Verlust der biologischen Vielfalt
 - d) Wechsel der Jahreszeiten
33. Biologische Vielfalt bezieht sich auf die Vielfalt & Variabilität von ;
- a) Lebewesen, ihre Wechselwirkungen untereinander und mit ihrer Umwelt
 - b) Pflanzen, ihre Interaktionen mit den Tieren & mit den Wäldern
 - c) Tiere, ihre Interaktionen mit den Pflanzen & mit den Flüssen
 - d) Menschen, ihre Interaktionen mit den Wäldern & mit dem Grundwasser
34. Welcher der folgenden Punkte ist nicht die Klassifizierung des Nutzens der Biodiversität?
- a) Pflanzenvielfalt
 - b) Tierische Vielfalt
 - c) Urbanisierungs-Vielfalt

- d) Vielfalt der Ökosysteme
35. Welcher der folgenden Punkte gehört nicht zur Kategorie der Biodiversität?
- Genetische Vielfalt
 - Artenvielfalt
 - Ökosystem-(Prozess-)Vielfalt
 - Vielfalt der Meere
36. Welches der folgenden Ziele ist nicht das Hauptziel des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, das von den Ländern international unterzeichnet wurde?
- Schutz der biologischen Vielfalt
 - Nachhaltige Nutzung biologischer Ressourcen
 - Die natürlichen Ressourcen ohne Einschränkung verbrauchen
 - Nutzung der Vorteile, die sich aus den genetischen Ressourcen ergeben, und deren gleichberechtigte und gerechte Aufteilung
37. Welcher der folgenden Punkte ist nicht die Hauptursache für den Verlust der biologischen Vielfalt?
- Veränderungen der natürlichen Lebensräume durch intensive landwirtschaftliche Produktionssysteme;
 - übermäßige Nutzung von Wäldern, Ozeanen, Flüssen, Seen und Böden;
 - Umweltverschmutzung und zunehmende globale Klimaveränderung,
 - Änderungen der Routen der Straßen
38. ist stark betroffen, vor allem durch den Mangel an Infrastruktur und Missbrauch, und ist von Wüstenbildung und Erosion bedroht.
- Transport
 - Landwirtschaft
 - Nahrung
 - Gebäude
39. Welcher der folgenden Punkte ist keine Art der Landnutzung?
- Transport
 - Landwirtschaftlich
 - Wohnbereich
 - Wüste
40. Which is not a cause of improper land use? Was ist keine Ursache für unsachgemäße Landnutzung?
- Öffnung landwirtschaftlicher Gebiete für Siedlungen
 - Passieren der Straßen von nichtproduktiven landwirtschaftlichen Gebieten
 - Öffnung von Gebieten, die für die Landwirtschaft nicht geeignet sind
 - Unkontrolliertes Bevölkerungswachstum

41. Infolge unsachgemäßer Landnutzung verliert das Land seinen Ertragswert, indem es bestimmte Stadien durchläuft und in nutzlose Flächen im Sinne von & verwandelt wird.
- a) Transport, Forstwirtschaft und Parks
 - b) Parks, Forstwirtschaft und Gebäude
 - c) Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Viehzucht
 - d) Ernährung, Landwirtschaft und Einwohner

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

KAPITEL 3

Wie Ökosysteme funktionieren

Belda ERKMEN⁶ & İbrahim ÖRÜN⁷

3.1. Konzept des Ökosystems

Ein Ökosystem ist ein Gebiet mit einem bestimmten Landschaftsmodell wie z.B. heiße Wüste, Grasland, Fluss, Teiche, Seen oder Flussmündungen usw. Die Zusammensetzung des Ökosystems hängt von seinen geographischen Merkmalen wie Bergen, Seen, Flüssen, Küstengebieten oder Inseln ab. Auch klimatische Bedingungen wie Niederschlag, Sonnenlicht, Temperatur usw. steuern die Ökosysteme. Die geographischen, klimatischen und bodenkundlichen Merkmale bilden seine nicht lebende (abiotische) Komponente. Diese Merkmale bilden die Bedingungen, die sein Lebewesen (biotisch; Gemeinschaftspflanzen und -tiere) unter diesen spezifischen Bedingungen leben lassen. (Bornmann und Likens, 1967). Ein Ökosystem kann unterschiedlich groß sein, so groß wie ein ganzer Wald oder so klein wie ein Baum.

Ökosysteme werden grob in terrestrische und aquatische Ökosysteme unterteilt. Diese bilden die beiden wichtigsten Lebensraumbedingungen für alle lebenden Organismen. Terrestrische Ökosysteme umfassen Wüste, Grasland, Wald und aquatische Ökosysteme umfassen Teiche, Flüsse, Bäche, Ozeane und Flussmündungen usw. Terrestrische oder aquatische Ökosysteme sind selbstregulierende, offene Systeme, in denen die Ein- und Ausgänge mit anderen Systemen frei sind (Bornmann und Likens, 1967). Daher haben Ökosysteme sowohl eine biotische als auch eine abiotische Komponente, die spezifisch für eine Region sind und ihr ihre eigenen Besonderheiten verleihen. Im Feld können wir leicht eine Reihe von Merkmalen eines jeden Ökosystems beobachten, einschließlich der Frage, wie das Ökosystem aussieht, seiner Struktur, der Zusammensetzung der biotischen Teile (Elmqvist et al., 2010).

⁶ Assoc. Prof. Dr. Aksaray Universität, Fakultät für Wissenschaft und Literatur, Abteilung Biologie, berkmen@aksaray.edu.tr

⁷ Prof. Dr., Universität Aksaray, Fakultät für Naturwissenschaften und Literatur, Fachbereich Biologie, iorun@aksaray.edu.tr

3.1. Struktur und Funktion des Ökosystems

Der Begriff des Ökosystems wurde erstmals 1935 von dem britischen Ökologen Arthur Tansley verwendet. Ein Ökosystem ist eine strukturelle und funktionelle Einheit der Biosphäre, die lebende (Pflanzen, Tiere, Mikroben) und nicht lebende Dinge (Luft, Wasser, Boden) umfasst, die als System interagieren. Das Lebewesen bezieht sich auf die biotischen Teile, die Biozönose, in Verbindung mit den abiotischen Komponenten, dem Biotop, das die physische Region des Lebens umfasst (Odum und Barret, 2005). Nach E.P. Odum (2005) funktionieren die biotische Gemeinschaft und die sie umgebende Umwelt zusammen als eine ökologische Einheit, die als "Ökosystem" bezeichnet wird.

Da wir wissen, dass Ökosysteme aus vielen interagierenden abiotischen und biotischen Komponenten bestehen, müssen diese Interaktionen den Schlüssel zu dem enthalten, was Ökosysteme leisten können. Die funktionelle Ökologie beschreibt, wie die Komponenten in einem Ökosystem funktionieren, d.h. wie biotische Teile auf Umweltveränderungen reagieren und wie sich Energie und Materie durch Ökosysteme bewegen. Alle natürlichen Ökosysteme haben eine Hauptstruktur und Komponenten, und jede Komponente hat einen bestimmten Status, der für das Funktionieren des Systems von Bedeutung ist. Jedes Ökosystem funktioniert durch mehrere Energietransfermechanismen und biogeochemische Kreisläufe. Sowohl lebende als auch nicht lebende Teile des Systems interagieren durch mehrere funktionelle Aspekte miteinander und bilden natürliche Ökosysteme. Zu den funktionalen Aspekten von Ökosystemen gehören der Energiefluss und die Stoffkreisläufe durch strukturelle Komponenten des Ökosystems (Şekercioğlu, 2010). Nach Woodbury (1954) ist ein Ökosystem ein Komplex, in dem Tiere, Pflanzen und Lebensraum als eine Einheit betrachtet werden, wobei die Materie und Energie des einen in die anderen hinein und aus ihnen heraus fließt.

3.1.1. Produzenten, Verbraucher und Zersetzer

Aus ernährungsphysiologischer Sicht können die biotischen Komponenten entsprechend ihrer Nahrungsquelle als autotroph oder heterotroph kategorisiert werden. Das Leben an Land und im Wasser ist aufgrund der Existenz der Autotrophen, photosynthetischer Organismen wie der Algen und Pflanzen möglich. Diese Organismen benötigen nur anorganische Nährstoffe und Sonnenlicht, um organische Nährstoffe für ihre eigene Energie und für alle anderen Organismen zu produzieren. Sie werden als Produzenten bezeichnet, bilden also die Grundlage der Lebenswelt (Benerje et al., 2013; URL-1). Photosynthetische Organismen besitzen Chlorophyll und betreiben Photosynthese in Meeres- und Süßwasserlebensräumen.

Eine weitere große Gruppe von Organismen sind die Heterotrophen. Sie werden als Konsumenten bezeichnet, weil sie ihre Energie erhalten, die von einem Produzenten erzeugt wurde. Es gibt vier Arten von Verbrauchern. Pflanzenfresser sind Tiere, die Pflanzen oder Algen fressen. Fleischfresser ernähren sich von Pflanzenfressern und manchmal auch von anderen Fleischfressern. Allesfresser sind Tiere, die sich sowohl von Pflanzen als auch von Tieren ernähren. Detritoren sind Pflanzen und Tiere, die sich von Detritus ernähren, der aus organischen Materialien besteht, die in den Boden

zurückgelangen. Bakterien und Pilze, einschließlich Pilze, sind Zersetzer. Sie gewinnen Nährstoffe, indem sie komplexes organisches Material zersetzen, das sich im Körper von Pflanzen und Tieren befindet. Diese Substanzen werden von Pflanzen wieder aufgenommen (Odum und Barret, 2005; URL-2).

3.1.2. Energiefluss im Ökosystem

Alle Ökosysteme können ohne Energie nicht funktionieren. In vielen Ökosystemen ist die Sonne die einzige ultimative Energiequelle. Energie fließt über die Photosynthese durch das Ökosystem. Wir wissen, dass Sonnenlicht zuerst von Pflanzen und photosynthetischen Bakterien eingefangen und in ihren Geweben gespeichert wird, um aus einfachen anorganischen Materialien Nahrung herzustellen (Likens et al., 1987; Kooijman et al., 2010). Beim Übergang organischer Nährstoffe von einem Teil des Ökosystems in einen anderen, z.B. wenn ein Fleischfresser einen Pflanzenfresser frisst, wird nur ein Teil der ursprünglichen Energiemenge übertragen. Folglich geht bei der zellulären Energiefreisetzung ein wichtiger Teil der in organischen Molekülen gespeicherten Energie als Wärme verloren. Wärme, die von Pflanzen und Tieren entweicht, kann von lebenden Organismen nicht wieder eingefangen und wiederverwendet werden. Alle Heterotrophen sind für ihre Nahrung direkt oder indirekt von Produzenten abhängig. Es gibt also einen unidirektionalen Energiefluss von der Sonne zu den Produzenten und dann zu den Konsumenten. Die Gesetze der Thermodynamik unterstützen das Konzept, dass Energie durch das Ökosystem fließt. Das erste Gesetz drückt aus, dass Energie weder erzeugt noch zerstört werden kann (Bornman und Likens, 1967; Odum und Barret, 2005). Dies verdeutlicht, warum Ökosysteme von einer ständigen Zufuhr von Energie abhängig sind, die von photosynthetischen Organismen zur Synthese organischer Nährstoffe verwendet wird. Das zweite Gesetz besagt, dass Energie immer von einer nützlicheren in eine weniger verfügbare Form wie Wärme umgewandelt wird (Odum und Barret, 2005). Unter natürlichen Bedingungen neigt die Energie dazu, von der höheren zur niedrigeren Ebene zu fließen.

Abbildung 1. Biotische Komponenten. a. Produzent - grüne Pflanze. b. Pflanzenfresser - Hirsch. c. Fleischfresser - Wolf. d. Zersetzer - Pilze. (URL-3; URL-4; URL-5; URL-6)



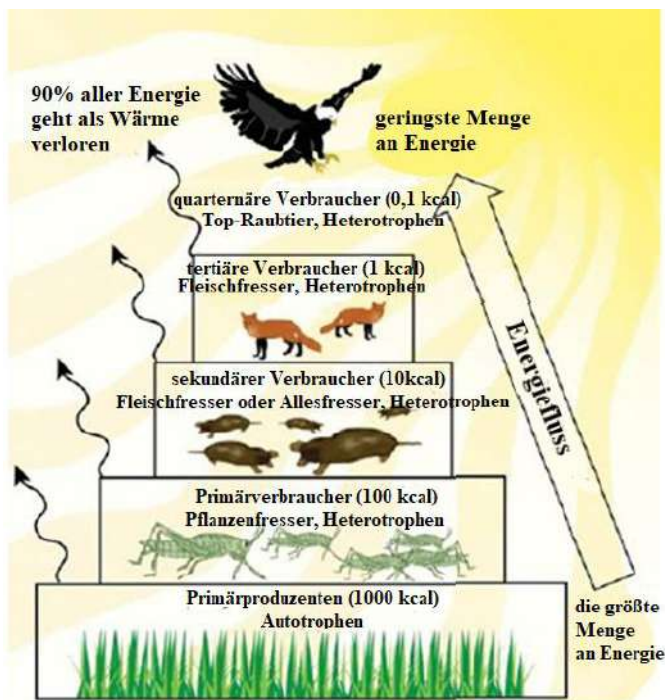
3.1.3. Nahrungsketten

In einem Ökosystem wird die sequentielle Kette der Nahrungsbeziehungen, oder wer wen frisst, als Nahrungskette bezeichnet. Sie bestimmt, wie sich die Energie innerhalb des Systems von einem Organismus zum anderen bewegt. Eine trophische Ebene ist eine Ebene der Energie (organische Form - Nährstoff) in einer Nahrungskette. Energieströme in einer Nahrungskette, wobei 80 bis 90 Prozent der übertragenen Energie als Wärme verloren geht (zweiter Hauptsatz der Thermodynamik). Die Kürze der Nahrungsketten kann auf den Energieverlust zwischen den trophischen Ebenen zurückgeführt werden. Im Allgemeinen stehen der nächsten trophischen Ebene nur etwa 10 % der Energie einer trophischen Ebene zur Verfügung. Dies begrenzt also auch die Anzahl der Ebenen in den meisten terrestrischen Nahrungsketten (Barnes et al., 2018; Cebrian, 2015). Längere terrestrische Nahrungsketten sind selten, da die Nahrungsketten im Allgemeinen nicht über eine ausreichend große Erzeugerbasis verfügen, um eine Vielzahl von Verbraucherebenen zu versorgen. Organismen werden in einer Nahrungskette nach ihrer Position oder trophischen Ebene klassifiziert. Grünpflanzen - Produzenten sind die Basis der Nahrungskette von Weidepflanzen und gehören der ersten trophischen Ebene an. (Primärkonsumenten) und Fleischfresser, die sich von Weidegängern ernähren, befinden sich in der dritten trophischen Ebene, und so weiter.

Die Übertragung von Energie mit großen Verlusten zwischen aufeinanderfolgenden trophischen Ebenen wird manchmal als "ökologische Pyramide"

dargestellt. Der Energietransfer von einer trophischen Ebene zur nächsten erzeugt eine Pyramide auf der Grundlage der Anzahl der einzelnen Organismen oder der Menge an lebender Materie und des Gesamtrockengewichts auf jeder trophischen Ebene. Ökologische Pyramiden werden zum Vergleich des Biomasse- und Energietransfers zwischen trophischen Ebenen verwendet (Bornman und Likens, 1967).

Abbildung 2. Energiefluss durch ein Ökosystem. (URL-7)



3.1.4. Nährstoffzyklus im Ökosystem

Die Wege des Transfers von Elementen zwischen lebenden (biotischen) und nicht lebenden (abiotisch-geologischen) Komponenten des Ökosystems, die als "die Elementzyklen" oder "Nährstoffzyklen" bezeichnet werden. Es handelt sich um den Kreislauf der von lebenden Organismen benötigten Nährstoffe durch verschiedene Kompartimente der Biosphäre (Kooijman, 2010). Er beinhaltet die Bewegung von Nährstoffelementen in einem Ökosystem. Alle Ökosystemfunktionen sind mit dem Wachstum und der Reproduktion seiner Lebensgemeinschaften verbunden. Diese miteinander verknüpften Prozesse können als "Avariety of Cycles" beschrieben werden. Die Erhaltbarkeit natürlicher Ökosysteme hängt von der Energie der Sonne und ihrer Abhängigkeit von der Wiederverwertung von Nährstoffen ab, was eine konstante Versorgung mit lebenswichtigen Bestandteilen gewährleistet.

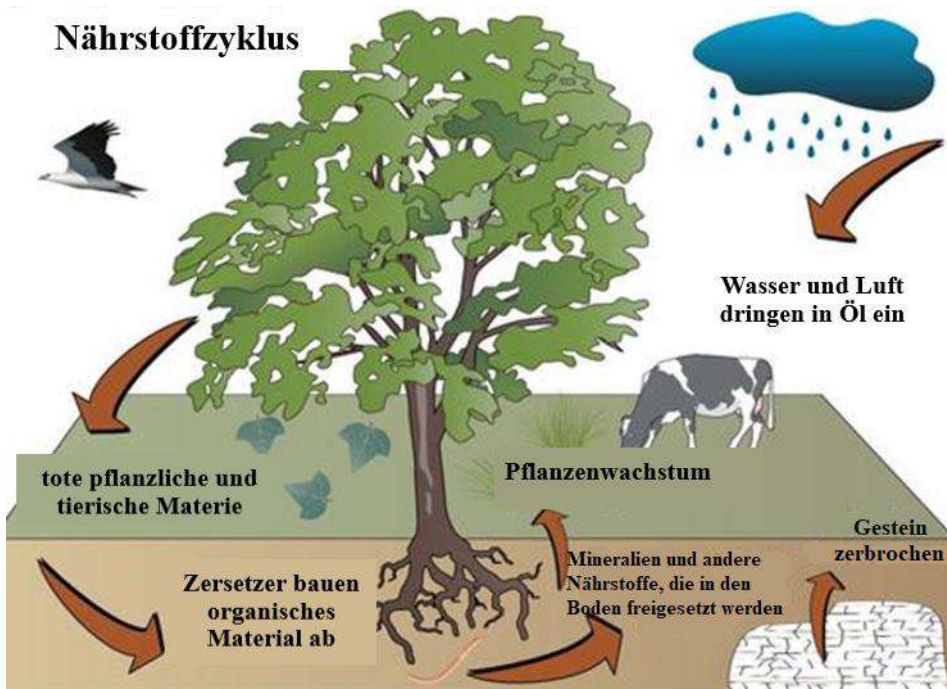
The diagram illustrates the nutrient cycle (Nährstoffzyklus) with the following components and flows:

- Energy Source:** The sun provides energy to the producers.
- Producers (Hersteller):** Represented by a plant. It takes in CO_2 and releases O_2 .
- Primary Consumers (Primärverbraucher):** Represented by a mouse. It takes in O_2 and releases CO_2 .
- Secondary Consumers (Sekundärer Verbraucher):** Represented by a hawk. It takes in O_2 and releases CO_2 .
- Decomposers (Zersetzer):** Represented by worms and an ant. They break down dead organic matter into nutrients.
- Nutrient Flow:**
 - Producers release O_2 into the atmosphere.
 - Primary and secondary consumers release CO_2 into the atmosphere.
 - Decomposers break down dead matter into **Bodennährstoff** (soil nutrients), which include Ni , P , Ca , K , Fe , S , etc.
 - Producers take up **Bodennährstoff** and **Wasser** (water) from the soil.

In Ökosystemen fließen Nährstoffelemente über die Nahrungsketten aus der Umgebung, werden aber letztlich wieder in die Umwelt abgegeben. Pflanzen nehmen Nährstoffe in ionischer Form auf und Tiere erhalten sie in organischer Form durch den Verzehr von lebenden oder toten Organismen. Nährstoffe werden im Allgemeinen von Mikroorganismen in jeder mineralischen oder organischen Form verwendet. Der Austausch von Nährstoffen zwischen lebenden Organismen und ihrer Umgebung ist einer der wesentlichen Aspekte des Ökosystems.

73

Abbildung 4. Nährstoffkreislauf zwischen diesen Komponenten von Ökosystemen.
(URL-9)



3.1.5. Der Wasserzyklus

Der Wasserkreislauf beschreibt die Existenz und Bewegung von Wasser auf, in und über der Erde. Wasser ist immer in Bewegung und wechselt ständig Zustände, von flüssig über Dampf zu Eis und wieder zurück. Ein kleiner Teil des Wassers auf der Erde ist für lebende Organismen verfügbar. Verdunstung, Niederschlag und Kondensation sind die grundlegenden Prozesse im Wasserkreislauf.

Während des Wasserkreislaufs wird Süßwasser durch Verdunstung aus Salzwasser destilliert. Beim Verdunstungsprozess geht Wasser vom flüssigen in den gas- oder dampfförmigen Zustand über. Als nächstes erfolgt die Kondensation. Kondensation ist der Prozess, bei dem ein Gas in der Luft in flüssiges Wasser umgewandelt wird. Kondensation ist für die Bildung von Wolken verantwortlich, kühlt ab und fällt als Regen über die Ozeane und das Land (Bets, 2010). Niederschlag ist die wichtigste Verbindung im Wasserkreislauf, die für die Zufuhr von atmosphärischem Wasser zur Erde sorgt. Ein Teil des Wassers aus dem Niederschlag (z.B. Regen, Schnee) versickert

in den unterirdischen Boden und Fels. Die Menge des infiltrierten Wassers hängt von der Bodenbedeckung oder der Bodenart ab (Bets, 2010).

3.1.6. Der Kohlenstoffzyklus

Kohlenstoff ist eine der wichtigsten Substanzen, aus denen lebendes Gewebe besteht. Leben ist ein Ereignis, das von der Existenz großer organischer Moleküle abhängt. Große Moleküle enthalten auch Kohlenstoff in ihrer Struktur. Ohne Kohlenstoff kann es kein Leben geben. Die natürliche Quelle von Kohlendioxid im Gestein sind Vulkane. Im Laufe von Millionen von Jahren hat sich jedoch ein Gleichgewicht zwischen dem neu ins Spiel gekommenen Kohlenstoff und dem als Kalkstein und fossiler Brennstoff deaktivierten Kohlenstoff herausgebildet. Das Kohlendioxid in der Atmosphäre und das Kohlendioxid im Wasser stehen im Gleichgewicht.

Die Bewegung von Kohlenstoff zwischen lebenden Organismen und der Umwelt wird als Kohlenstoffkreislauf bezeichnet. Kohlenstoff ist unvermeidlicher Bestandteil von Kohlenhydraten, Fetten, Proteinen und anderen Biomolekülen, die für alle Lebewesen notwendig sind. Im Kohlenstoffkreislauf der Umwelt hat Kohlendioxid zwei Senken: Die Atmosphäre und das Oberflächenwasser. Das atmosphärische Kohlendioxid (CO_2) wird von Pflanzen und anderen photosynthetischen Organismen aus der Luft aufgenommen. Das Kohlendioxid (CO_2) wird durch Photosynthese in Nährstoffe umgewandelt, die entlang der Nahrungskette genutzt werden. Wenn Organismen atmen, wird der Kohlenstoff als Kohlendioxid (CO_2) wieder in die Atmosphäre abgegeben. Alle produzierten organischen Substanzen werden durch Atmung und Zersetzung nicht sofort in Kohlendioxid umgewandelt. Die von den Pflanzen produzierte organische Substanz wurde in geologischen Zeiten ohne Zersetzung vergraben, und Stein- und Braunkohle sowie Öl aus dem Plankton der Meere blieben vergraben.

Abbildung 5. Der Wasserkreislauf (URL-10)

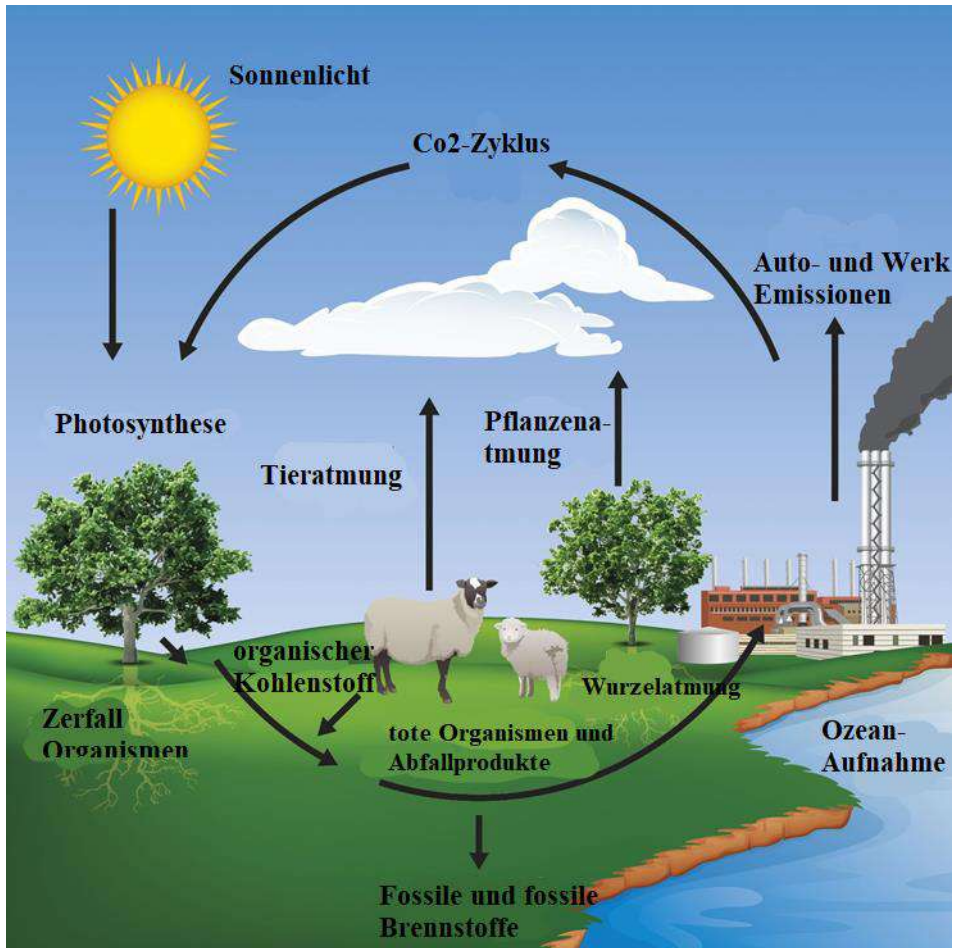


In aquatischen Ökosystemen löst sich atmosphärisches CO_2 im Wasser auf und produziert das Bikarbonation (HCO_3^-), das von Algen und Bakterien, die die Basis des aquatischen Nahrungsnetzes bilden, erhalten und fixiert werden kann.

Sowohl Pflanzen als auch Tiere geben in den Abfällen, die sie ausscheiden, gebundenen Kohlenstoff an den Boden zurück. Wenn sie sterben, geben sie ihren Kohlenstoff an die Umwelt zurück. Diese Prozesse schließen den Kohlenstoffkreislauf ab. Im Allgemeinen gibt die Zersetzung von Organismen Kohlendioxid (CO_2) an die Atmosphäre zurück (Kooijman, 2010; Woodmansee, 1990).

Ein Teil des Kohlenstoffs liegt tief in der Erde in Form von Kälte, Öl, Erdgas, den Materialien, die wir "fossile Brennstoffe" nennen. Fossile Brennstoffe sind Produkte der vollständigen oder teilweisen Zersetzung von pflanzlichen Tierresten als Ergebnis der Einwirkung von Hitze und Druck in der Erdkruste über Millionen von Jahren. Wenn diese Brennstoffe extrahiert und verbrannt werden, setzen sie Kohlendioxid (CO_2) und Kohlenmonoxidgas in die Luft frei.

Abbildung 6. Der Kohlenstoffkreislauf (URL-10)

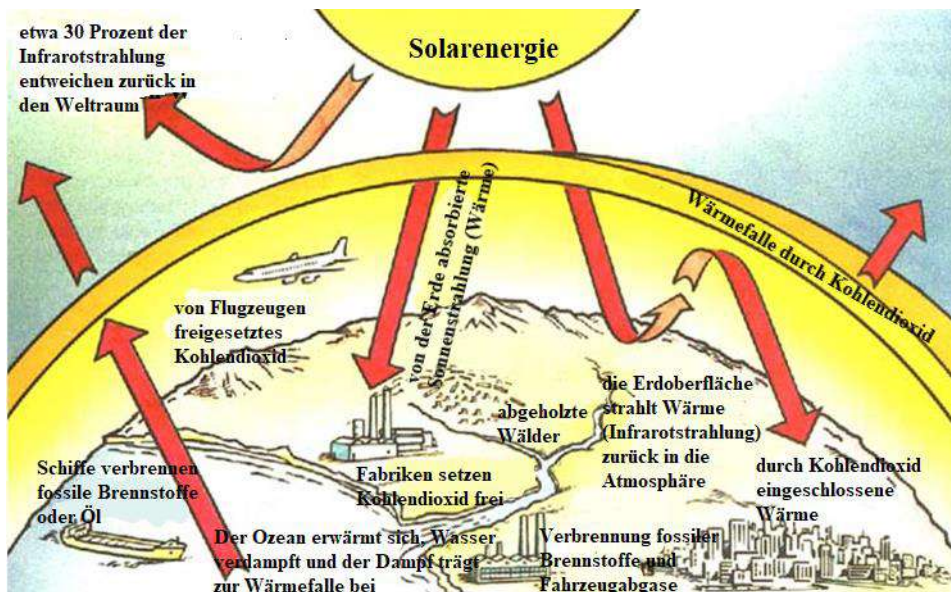


3.1.6.1. Globale Erwärmung

Der Mensch, der in der Ökosphäre unter allen Lebewesen am aktivsten ist, ist auf dem Weg, die ökologischen Kreisläufe sowie viele Aspekte der Natur zu verändern. Zum Beispiel Die Entnahme fossiler Brennstoffe aus dem Ort, an dem sie vergraben sind, und ihre Nutzung, die die natürliche Vegetation der Erde zerstört, beeinflusst die Kohlenstoffbilanz in der Ökosphäre erheblich. Seit der industriellen Revolution hat das Kohlendioxid, das der Mensch bei der intensiven Nutzung fossiler Brennstoffe produziert, bereits das natürliche Gleichgewicht des Kohlenstoffkreislaufs im Ökosystem verändert.

In den letzten 100 Jahren ist der globale atmosphärische Kohlendioxidgehalt (CO₂) um etwa 30 % gestiegen. Der Anstieg des Kohlendioxid (CO₂)-Gehalts in der Atmosphäre ist auf eine Verschlechterung des Kohlenstoffkreislaufs zurückzuführen, die hauptsächlich auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe und verschiedene menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist. Dies hat die Treibhausfähigkeit der Erdatmosphäre erhöht und bewirkt, dass die Erde heißer wird. Diese Tatsache wird als "Globale Erwärmung" bezeichnet (Kooijman, 2010). Die Klimaveränderung erfordert eine tiefgreifende Senkung der Emissionen sowie den weltweiten Einsatz von Alternativen zu fossilen Brennstoffen.

Abbildung 7. Wie der Treibhauseffekt funktioniert (URL-11)



3.1.7. Stickstoff-Zyklus

Stickstoff, das in der Atmosphäre am häufigsten vorkommende Element, ist lebensnotwendig. Abgesehen von den Proteinen, die die Grundlage des lebenden Körpers bilden, findet er sich in der Struktur von Nukleinsäuren, verschiedenen Hormonen und Vitaminen, die als Vererbung dienen.

Stickstoffgas (N₂) macht 78 % der Atmosphäre aus, aber es kann nicht direkt von Pflanzen aufgenommen werden, ohne eine Umwandlung zu erfahren. Dieser Stickstoff bewegt sich sowohl durch biotische als auch durch abiotische Teile des Ökosystems. Er durchläuft hauptsächlich biologische Prozesse. Dieser Prozess wird als "Stickstoffkreislauf" bezeichnet (Stein und Klotz, 2016).

Die Grundlage des Stickstoffkreislaufs ist die Umwandlung von freiem Stickstoff in der Luft in anorganische Salze und dann in stickstoffhaltige organische Moleküle in Lebewesen; er bildet auch die Umwandlung organischer Moleküle in anorganische Salze durch Abbau durch biologische Zersetzung. In Böden mit weniger Nitratsalzen ist die vegetative Produktion um so geringer. Auf die menschliche Gesellschaft bezogen bedeutet Stickstoffmangel in der Umwelt Eiweißmangel, nämlich Ernährungs- und Hungerprobleme. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, das in der Luft enthaltene Stickstoffgas in eine chemische Form umzuwandeln, die Pflanzen sowohl auf natürliche als auch auf künstliche Weise nutzen können.

Abbildung 8. Zwischenprodukte des Stickstoffkreislaufs. (Stein und Klotz, 2016)

Molekül	Name	Oxidations-Status
C-NH ₂	Organic-N	
NH ₃ , NH ₄ ⁺	Ammonia, Ammonium	-3
N ₂ H ₄	Hydrazine	-2
NH ₂ OH	Hydroxylamine	-1
N ₂	Dinitrogen	0
N ₂ O	Nitrous oxide	+1
NO	Nitric oxide	+2
HNO ₂ , NO ₂ ⁻	Nitrous acid, Nitrite	+3
NO ₂	Nitrogen dioxide	+4
HNO ₃ , NO ₃ ⁻	Nitric acid, Nitrate	+5

reduziert

↑

mehr
Elektronen

↓

weniger
Elektronen

oxidiert

aktuelle
Biologie

Es gibt vier große biologische Transformationsschritte im Stickstoffzyklus: Stickstofffixierung, Ammonifizierung, Nitrifikation und Denitrifikation (Markov, 2012).

- a. **Stickstoff-Fixierung:** Stickstofffixierung tritt auf, wenn bestimmte Bakterien das Stickstoffgas (N₂) in Ammonium (NH₃) umwandeln, das die Pflanzen verwenden können. Dieser Prozess wandelt das Stickstoffgas (N₂) in eine Form um, die die Pflanzen über ihr Wurzelsystem aufnehmen können. Einige Bakterien (Rhizobium) stehen in einer symbiotischen Beziehung zu

bestimmten Hülsenfrüchten, andere Bakterien leben frei im Boden oder Wasser, wie Cyanobakterien oder Azotobacter.

- b. **Nitrifikation:** Nitrifikation ist der Prozess der Nitrate während des Stickstoffzyklus. Nitrat ist eine wertvolle Stickstoffquelle für Pflanzen. Die Nitrifikation kann in einem zweistufigen Prozess erfolgen: Das Ammoniumion wird von Nitrosomonas zunächst in Nitrit ($\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$) und dann NO_2^- in NO_3^- (Nitrat) umgewandelt. Pflanzen absorbieren NH_4 und NO_3^- aus dem Boden und nutzen diese Ionen, um Proteine und Nukleinsäuren hervorzubringen.
- c. **Ammonifikation:** In diesem Prozess wandeln Zersetzungs Bakterien die stickstoffreichen Abfallverbindungen in einfachere um.
- d. **Denitrifikation:** Die Rückumwandlung von Nitrat in Stickstoffgas wie N_2O , NO und N_2 , das in die Atmosphäre freigesetzt wird, nennen wir "Denitrifikation". Die Denitrifikation wirkt sich negativ auf die Landwirtschaft aus, da sie zu einem Gesamtverlust von Stickstoff aus den Böden führt.

Verschiedene Messungen zeigen, dass der Stickstoffzyklus in der Natur ein ziemlich regelmässiger, ausgeglichener Zyklus ist. Die Hauptverluste in diesem Zyklus sind: Die Akkumulation von Nitraten, die vom Grundwasser und den Flüssen in die Meere transportiert werden, findet in den Bodensedimenten statt, wenn diese den Kreislauf verlassen. Man geht jedoch davon aus, dass die Stickstoffgase, die der Luft durch Vulkanausbrüche zugeführt werden, diesen Verlust teilweise ausgleichen.

Der Mensch beeinflusst den Stickstoffkreislauf sowie alle Kreisläufe. Die wichtigste Wirkung des Menschen auf den Stickstoffkreislauf erfolgt durch den Nachweis von Stickstoff in der Luft für die Düngerproduktion durch menschliche Hände. Die Umwandlung von Stickstoff in Düngemittel durch die Industrie hat heute ein beträchtliches Niveau erreicht. Um die wachsende Bevölkerung zu ernähren, nimmt der Einsatz von anorganischen Düngemitteln in der Welt jedes Jahr zu. Stickstoffhaltige Düngemittel machen mehr als die Hälfte des gesamten Düngemittelverbrauchs aus. Die künstliche Bestimmung von Stickstoff ist ein sehr energieintensiver Prozess. Diese Energie wird durch fossile Brennstoffe bereitgestellt. Daher wird ein weiterer Umwelteffekt der Bestimmung von Stickstoff als Dünger in der Verwendung fossiler Brennstoffe gesehen.

Neben Düngemitteln, die in der Landwirtschaft verwendet werden, erhöhen Abwässer, Rückstände aus verschiedenen stickstoffhaltigen chemischen Industrien die Menge an Nitraten und anderen stickstoffhaltigen Chemikalien in Seen, Flüssen und küstennahen Meeresgewässern. Dies trägt zusammen mit Phosphaten zum Eutrophierungsereignis bei. Ein weiterer Einfluss des Menschen auf den Stickstoffkreislauf erfolgt durch Stickoxide (NO) aus fossilen Brennstoffen, die in der Industrie und in Fahrzeugen verwendet werden. Stickoxide sind die Hauptgase, die zur Luftverschmutzung in großen Städten beitragen.

3.1.8. Phosphor-Zyklus

Phosphor ist einer der Grundstoffe, die für Lebewesen wie Stickstoff notwendig sind. Nukleinsäuren in den Zellen, ATP, das für die Energieübertragung sorgt, in der Struktur der Zellmembran; es kommt auch in Zähnen und Knochen vor.

Phosphatgesteine in der Erdkruste sind das Hauptreservoir für Phosphor in der Natur und das zweitgrößte Reservoir ist Wasser. Die Grundlage des Phosphorkreislaufs ist der Transport von Phosphor vom Land zum Meer und von den Meeren zum Land.

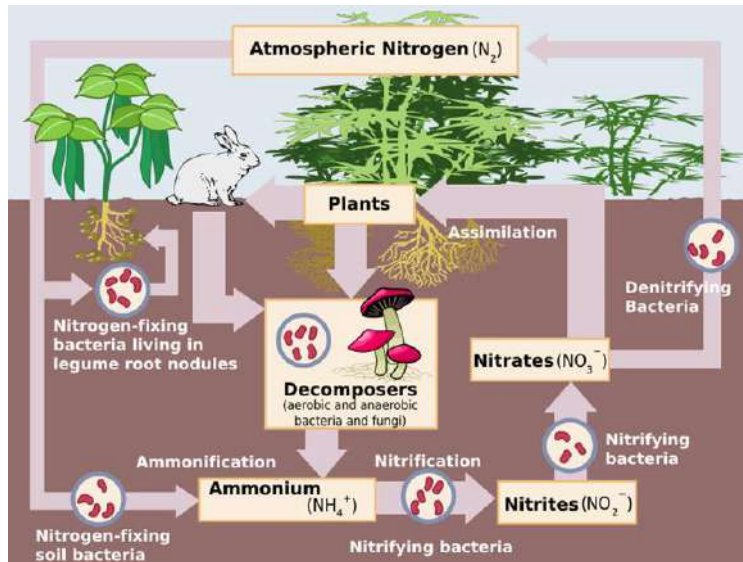
Der Phosphorkreislauf ist der biogeochemische Kreislauf, der den Phosphortransport und die chemische Umwandlung durch die Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre umfasst. Der Phosphorkreislauf ist ein langsamer Prozess, der Phosphor(P)-Umwandlungsschritte umfasst: Verwitterung und Ausfällung, Mineralisierung und Immobilisierung sowie Adsorption und Desorption (Eckert und Nishri, 2014; Flippelli, 2009).

Ein Teil des Phosphors in den Phosphatgesteinen in der Erdkruste wird durch Erosion in Wasser gelöst. Dieses anorganische Phosphat wird von Pflanzen meist in Form von im Wasser gelöstem Orthophosphat aufgenommen. Durch Fütterung wird es an pflanzen- und fleischfressende Tiere weitergegeben. Organische Phosphate in Pflanzenresten, Tierkadavern und Sekreten werden durch zersetzende Mikroorganismen in anorganische Form umgewandelt. Dadurch kann es von Pflanzen wieder verwendet werden. Der Anteil von Phosphor in lebenden Reserven ist im Vergleich zu Fels- und Wasserreservoirien recht gering.

Der grösste Teil des Phosphors verbleibt in ozeanischen Sedimenten, die aufgrund einer geologischen Hebung an Land gelangen. An Land wird Phosphor durch Verwitterung aus dem Gestein und dann durch Phosphationen im Boden freigesetzt, wo Pflanzen Phosphor aufnehmen und wachsen können. Neben den Pflanzen fressen auch Tiere Pflanzen und trinken Wasser und bauen einen Teil des Phosphats in ihren Körper ein. Wenn jedoch Pflanzen und Tiere sterben und die Zersetzung der tierischen Abfälle dazu führt, dass Phosphationen über das Wasser oder den Boden wieder an die Erzeuger zurückgegeben werden.

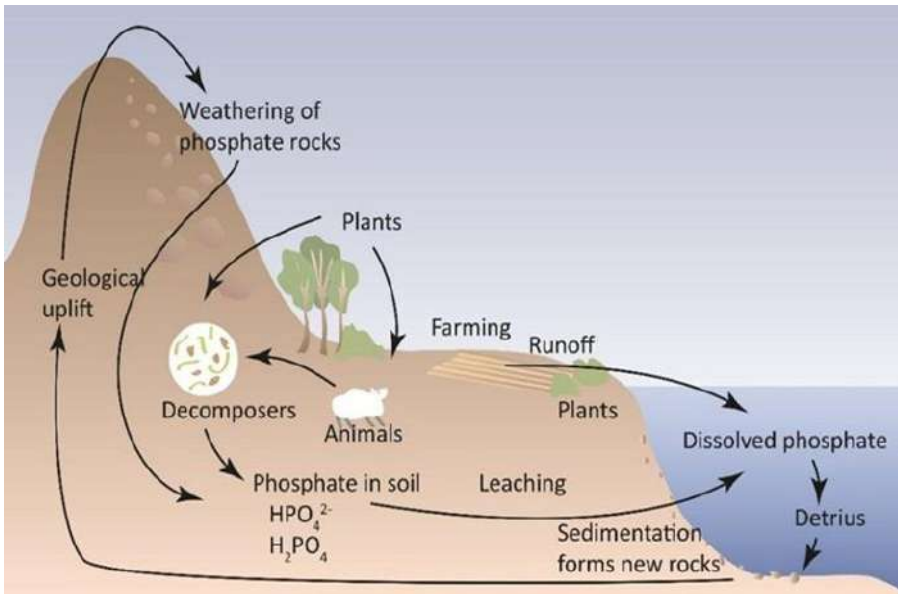
Verschiedene Wetterbedingungen wie Regen und Erosion tragen dazu bei, dass ein Teil des in Gesteinen gefundenen Phosphats in aquatische Ökosysteme gespült wird, wo es in den Sedimenten eingeschlossen wird. Phosphor, der in ozeanischen Sedimenten gefunden wird, wird für Pflanzen an Land nicht verfügbar (Eckert und Nishri, 2014). Die flachen Meeressedimente kehren mit der Bildung von Gebirgen als Folge der geologischen Bewegungen der Erdkruste über einen Zeitraum von Millionen von Jahren wieder an Land zurück. Auf diese Weise wird Phosphor recycelt.

Abbildung 9. Der Stickstoffkreislauf (URL 10)



Der Einfluss des Menschen auf den natürlichen Phosphorkreislauf hat den ohnehin schon schnellen Fluss des Phosphors vom Land ins Meer weiter beschleunigt. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts werden Phosphatgesteine in großem Umfang als Düngemittel verwendet. Diese Phosphatdünger, die dem Boden zugesetzt werden, bleiben ebenso wie stickstoffhaltige Düngemittel nicht lange im Boden. Ein bedeutender Teil davon fließt in die Meere mit unterirdischen und oberirdischen Gewässern. Es werden ständig neue Phosphatablagerungen verarbeitet, um den Phosphatverlust aus dem Boden auszugleichen.

Abbildung 10. Phosphor-Zyklus (URL-12)



3.1.9. Schwefel-Zyklus

Schwefel ist auch eine der lebensnotwendigen Chemikalien. Er ist in der Struktur einiger Aminosäuren enthalten, die in allen Lebewesen vorkommen. Da er in der Lithosphäre in reichlichen Mengen vorkommt, wird er im Allgemeinen nicht als einer der limitierenden Stoffe betrachtet. Daher ist seine Bedeutung vor allem im Hinblick auf die Luftverschmutzung von Bedeutung (Kooijman et al., 2010). Die wichtigsten natürlichen Schwefelquellen sind schwefelhaltige Verbindungen wie Schwefelwasserstoffgas aus Vulkanen und Sümpfen. Diese Verbindungen steigen infolge der geologischen Erosion an die Oberfläche der Lithosphäre auf; mit der Bildung von Sedimentgesteinen in den Meeren kehren sie wieder in das Gestein zurück.

Der Schwefel in den Schwefelverbindungen, die an die Oberfläche der Steinkugel aufsteigen, reagiert mit dem Luftsauerstoff und nimmt bei Kontakt mit Wasserdampf die Form von Schwefeldioxid (SO_2), Schwefeltrioxid (SO_3) und schliesslich Schwefelsäure (H_2SO_4) an. Der in der Luft enthaltene Schwefel kehrt im Allgemeinen in dieser Form, nämlich als Schwefelsäure, durch Regen in den Boden zurück und gelangt in den Kreislauf. In sauerstofffreien Systemen wird Schwefel zwischen zwei Gruppen von Bakterien in unterschiedlichen chemischen Formen ausgetauscht (Benerje et al., 2013). Schwefelbakterien nutzen den Sauerstoff in sulfatierten Substanzen, um sie in Schwefelwasserstoff umzuwandeln. Einige Bakterien nutzen auch H_2S -Gas als Energiequelle. Diese Bakterien werden als "chemosynthetische Bakterien" bezeichnet.

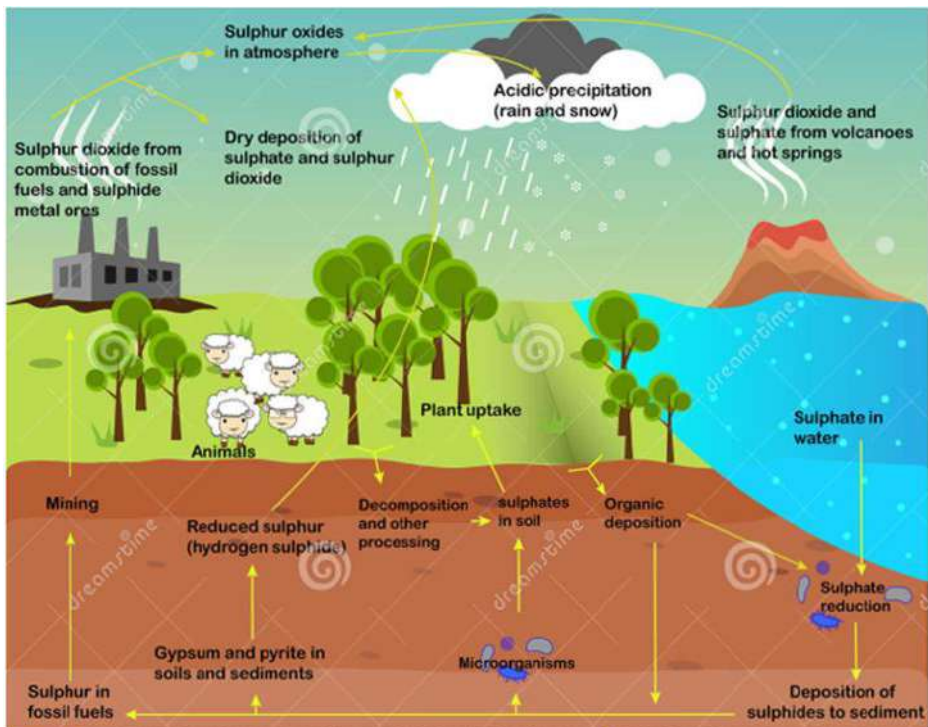
Die Industrialisierung hatte in den letzten zwei Jahrhunderten einen großen Einfluss auf den Schwefelhaushalt. Die Nutzung fossiler Brennstoffe und der Bergbau

haben die Menge von H_2SO_4 in der Atmosphäre stark erhöht. Daher ist Schwefel zu einem der Hauptverursacher der Luftverschmutzung geworden.

3.1.1.1. Asit-Regen-Problem

Regenwasser ist normalerweise leicht sauer. Der Grund dafür sind die Säuren, die durch die Reaktion von natürlich vorkommendem CO_2 und natürlich geringen Mengen von Schwefel- und Stickoxiden mit Wasser entstehen. In Regionen, in denen der Umwelt große Mengen an Schwefeldioxid zugeführt werden, steigt auch der Säuregehalt des Regenwassers. Einer der Hauptgründe für das Entstehen des sauren Regens als internationales Problem ist die in den 1960er Jahren weit verbreitete Praxis des Hochkaminbaus zur Reinigung der Stadtluft von SO_2 . Diese Schornsteine, von denen einige bis zu 300 Meter lang sind, schützten die Siedlungen vor SO_2 , aber dieses Mal begann das in die Atmosphäre ausgestoßene SO_2 auf große Gebiete als Säure zu regnen.

Abbildung 11. Schwefel-Zyklus (URL-13)



REFERENZEN

- Barnes, A.D., Jochum, M., Lefcheck, S., Eisenhauer, N., Scherber, C., O'Connor, M.I., Ruiter, P. and Brose, U. (2018). Energy Flux: The Link between Multitrophic Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 33, No. 3.
- Benerjee, O., Grossman, D. and Groot R. S. (2013). *Ecological Processes, Functions and Ecosystem Services: Inextricable Linkages between Wetlands and Agricultural Systems: Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes*, First Edition. Edited by Steve Wratten, Harpinder Sandhu, Ross Cullen and Robert Costanza. John Wiley & Sons, Ltd.
- Bets, A.K. 2010. The Earth's Water Cycle; <https://researchgate.net/publication/229827335>
- Cebrian, J. (2015). Energy flows in ecosystems. *Science* 349, 1053-1054.
- Eckert, W. and Nishri, A. (2014). The Phosphorus Cycle: Lake Kinneret, Ecology and Management, *Aquatic Ecology Series 6*, DOI 10.1007/978-94-017-8944-8_20, Springer Science.
- Elmqvist, T., Edward, M., Barker, T. and Mortimer, A.M. (2010). Chapter 2, Biodiversity, ecosystems and ecosystem services.
<https://www.researchgate.net/publication/48192189>
- Flippelli, G.M. (2009). Phosphorus Cycle.
<https://researchgate.net/publication/303176829>
- Kooijman, A., Sparrius, L. and Sevink, J. (2010). Nutrient cycling.
<https://researchgate.net/publication/216829801>
- Likens, G.H., Bormann, F.H. and Johnson, N.M. (1981). Interactions Between Major Biogeochemical Cycles in Terrestrial Ecosystems: Some Perspectives of the Major Biogeochemical Cycles. Edited by Gene E. Likens. pp: 93-112.
- Markov, S.A. (2012). Nitrogen Cycle. <https://researchgate.net/publication/281784629>
- Odum, E. P. and Barrett, W. G. (2005). *Fundamentals of Ecology*. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Stein, L.Y. and Klotz, M.G. (2016). The Nitrogen Cycle. *Current Biology* 26, R83–R101.
- Şekercioglu C.H. (2010). *Ecosystem functions and services: Conservation Biology for All*. Edited by Sodhi N.S. and Ehrlich P.R. Oxford University Press.
- Woodbury, A.M. (1954). Principles of General Ecology. *Ecology*, 35:4, 585-587.
- Woodmansee, R.G. (1990). *Biogeochemical Cycles and Ecological Hierarchies: Zonneveld I. S. et al. (eds.), Changing Landscapes: An Ecological Perspective 57* Springer-Verlag New York Inc.
- URL1: <https://openoregon.pressbooks.pub/envirobiology/chapter/3-2-biogeochemical-cycles>
- URL2: <https://ecampusontario.pressbooks.pub/environmentalscience/chapter/chapter-5-flows-and-cycles-of-nutrients>
- URL3: <http://chihuahuadesert.weebly.com/autotrophs.html>
- URL4: <https://en.wikipedia.org/wiki/Herbivore#/media/>
- URL5: <https://www.thoughtco.com/facts-about-carnivores-4110493>

URL6: <https://efbutler.weebly.com/decomposers.html>

URL7: <https://images.app.goo.gl/Fbwd8vxouNb9XfL79>

URL8: <https://www.rmbel.info/wp-content/uploads/2013/10/EcosystemsandFoodWebs-backgroundinfo.pdf>

URL9: https://www.geo.fu-berlin.de/en/v/iwrm/Implementation/water_and_the_physical_environment/Nutrient-Cycle/index.html

URL10: <https://www.siyavula.com/read/science/grade-10-lifesciences/biosphere-to-ecosystems/08-biosphere-to-ecosystems-07>

URL11: <http://www.fao.org/3/u8480e/U8480E0y.htm>

URL12: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-figure-of-the-phosphorus-cycle_fig5_310741278

URL13: <https://images.app.goo.gl/m3soSuGrr3zoKe726>

FRAGEN

Richtig/Falsch-Fragen

- 1) (R / F)** Primärkonsumenten bilden immer die erste trophische Ebene in einem Nahrungsnetz.
- 2) (R / F)** Ökologische Pyramiden zeigen die relative Menge an Energie oder Materie, die auf jeder trophischen Ebene in einem bestimmten Nahrungsnetz enthalten ist.
- 3) (R / F)** Im Durchschnitt werden etwa 50 Prozent der innerhalb einer trophischen Ebene verfügbaren Energie auf die nächste trophische Ebene übertragen.
- 4) (R / F)** Je mehr Ebenen zwischen einem Erzeuger und einem bestimmten Verbraucher bestehen, desto größer ist der Prozentsatz der ursprünglichen Energie von Erzeugern, der diesem Verbraucher zur Verfügung steht.
- 5) (R / F)** Viele Tiere sind Teil von mehr als einer Nahrungskette in einem Ökosystem, weil sie von mehreren Organismen gefressen oder gefressen werden.
- 6) (R / F)** Zersetzung beschreibt den Abbau von organischen Abfällen und toten Organismen.
- 7) (R / F)** Heterotrophe Organismen können ihre Nährstoffe nicht selbst herstellen, weshalb sie diese aus der Umwelt beziehen müssen.
- 8) (R / F)** Heterotrophe Organismen können ihre eigenen Nährstoffe herstellen.
- 9) (R / F)** Anorganische Materie stammt nicht von Lebewesen und hat keinen Kohlenstoff als Grundelement.

10) (R / F) Die Gemeinschaft der im Wald lebenden Organismen hängt voneinander ab und interagiert auf vielfältige Weise miteinander.

Multiple-Choice-Fragen

11. Was zeigt die vielen Nahrungsbeziehungen, die in einem Ökosystem möglich sind?
 - a) Nahrungsmittelnetz
 - b) Trophische Ebene
 - c) Nahrungsmittelkreislauf
 - d) Nahrungskette
12. What is the process by which plants use sunlight to make sugar molecules?
 - a) Zelluläre Atmung
 - b) Nahrungskette
 - c) Photosynthese
 - d) Kohlenstoffkreislauf
13. Die Bewegung von Phosphor aus der Umwelt zu den Organismen und dann zurück in die Umwelt?
 - a) Wasserkreislauf
 - b) Phosphor-Zyklus
 - c) Kohlenstoffkreislauf
 - d) Stickstoff-Zyklus
14. Verbraucher, die ihre Nahrung durch den Abbau toter Organismen erhalten?
 - a) Tertiäre Verbraucher
 - b) Sekundäre Verbraucher
 - c) Primärverbraucher
 - d) Zersetzer
15. Organismen, die Luftstickstoff in chemischen Verbindungen fixieren können?
 - a) Pionier-Arten
 - b) Stickstofffixierende Bakterien
 - c) Kohlenstoff-Bakterien
 - d) Primäre Arten
16. Welcher der folgenden Punkte beschreibt den Prozess des biologischen Abbaus?
 - a) Pflanzen, die Photosynthese zur Erzeugung von
 - b) Primärkonsumenten, die Pflanzen essen
 - c) Allesfresser, die Pflanzen und Tiere fressen
 - d) Bakterien, die organisches Material abbauen

17. In einer Lebensmittelkette sind die Primärproduzenten in der Regel?
- a) Amphibians
 - b) Bacteria
 - c) Mammals
 - d) Plants
18. Wie viel Energie geht in einer Lebensmittelpyramide von trophischer Ebene zu trophischer Ebene verloren?
- a) 20 %
 - b) 50 %
 - c) 70 %
 - d) 90 %
19. Welches Produkt der Photosynthese liefert Energie für Lebensformen?
- a) Kohlenhydrate
 - b) Kohlendioxid
 - c) Sauerstoff
 - d) Wasser
20. Was ist die ursprüngliche Energiequelle für fast alle lebenden Organismen auf der Erde?
- a) Boden
 - b) Sonne
 - c) Wasser
 - d) Pflanzen

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

KAPITEL 4

Ökosystem-Dienstleistungen

Gamze YÜCEL IŞILDAR & A. Çağlan GÜNAL

Die Lebensmittel, die wir essen, die Luft, die wir atmen, das Wasser, das wir trinken, und das Klima, das unseren Planeten bewohnbar macht, kommen alle aus der Natur.

Dennoch sind dies außergewöhnliche Zeiten, in denen die Natur uns eine Botschaft schickt. Die Natur zeigt uns, dass wir am Rande eines Zusammenbruchs stehen. Es ist Zeit aufzuwachen. Aufzuwachen. Unsere Beziehung zur Natur neu zu überdenken.

UNEP, Welttag der Umwelt, 2020

Trotz des zunehmenden öffentlichen Bewusstseins und Verständnisses für die Bedeutung des Beitrags gesunder Ökosysteme zum menschlichen Wohlergehen in den letzten Jahren gehen die Verschlechterung der Ökosysteme und der Verlust der biologischen Vielfalt in großem Maßstab weiter. Während die Menschen mehr von der Natur verlangen und die natürlichen Ressourcen übernutzen, nimmt die Zerstörung der Ökosysteme rapide zu. Tatsächlich sind Ökosysteme mit hoher Produktivität die Garantie für die Sicherheit der Menschen mit den von ihnen erbrachten Dienstleistungen. Gesunde Ökosysteme sind in der Lage, Risiken und Anfälligkeit zu verringern, da schlecht verwaltete Ökosysteme Überschwemmungen, eine Verschlechterung der Ernstequalität und das Auftreten von Krankheiten wie Covid 19 verursachen können (Liu, 2005). Trotz dieser Tatsache fehlt es an Wissen darüber, wie Ökosysteme funktionieren, welche Arten von Ökosystemen es gibt und wie sie nachhaltig bewirtschaftet werden können.

Mc Bride und Baldauf (2011) analysierten mehr als 1.000 Ökologen und andere Umweltwissenschaftler über die "Natur der ökologischen Bildung" und "wie sie erreicht werden kann". Die Ergebnisse dieser Studie wiesen darauf hin, dass "Ökosystemdienstleistungen (ES)" eine der sechs gemeinsamen Dimensionen ist, die die Ansichten der Teilnehmer zur ökologischen Bildung aufzeigen. Der ES-Rahmen ermöglicht die Integration mehrerer Wertebereiche: ökologische, soziale, kulturelle und wirtschaftliche Werte, wodurch die Komplexität sozial-ökologischer Systeme bei der Entscheidungsfindung anerkannt wird (Martín-López et al., 2014). Diese Werte, die den Ökosystemen zugeschrieben werden, beeinflussen die Beziehungen der Menschen zu den Ökosystemen, ihre Ansprüche/Präferenzen und die Art und Weise, wie sie in die Ökosystemleistungen eingreifen/von ihnen profitieren können. Besseres Wissen über

Ökosysteme und ihren Nutzen in Form von Ökosystemleistungen, angereichert mit einem sozio-ökologischen Systemansatz, wird eine bessere Wahrnehmung und eine nachhaltigere Bewertung und Bewirtschaftung von Ökosystemen ermöglichen. Der Wert kann auf viele verschiedene Arten ausgedrückt werden; ethisch, ökonomisch, ästhetisch oder andere qualitative Kriterien. Es ist wichtig, die wechselseitige Beziehung mit direkten und indirekten Auswirkungen, die Verbindungen zwischen Ökosystemen und menschlichem Wohlergehen aufzuzeigen. Das Verständnis der Bedeutung der Auswirkungen externer Belastungen auf Ökosysteme ist eine Voraussetzung für Schutz und Erhaltung. Die Menschen sollten die Bedeutung, Notwendigkeit und den Wert von Ökosystemleistungen verstehen, damit sie verstehen, warum sie Ökosysteme schützen müssen, und ihre Prioritäten bei der Entscheidung über die Landnutzung oder andere ähnliche Projekte im Gleichgewicht von Schutz und Nutzung entsprechend festlegen.

In diesem Sinne besteht das übergeordnete Ziel dieses Kapitels darin, das Wissen über die "**Ökosystemleistungen**" (ES), ihren Nutzen und Wert zu verbessern, um zu "**umweltbewussten Bürgern**" zu werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden in diesem Kapitel folgende Fragen erläutert.

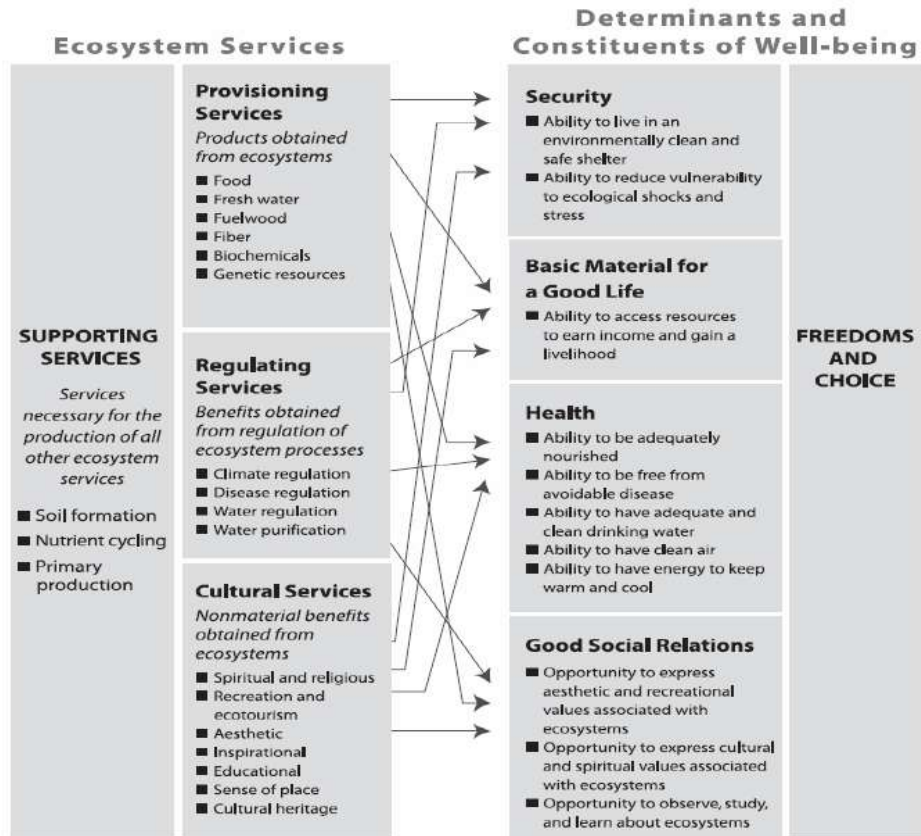
- 1) Die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Komponenten von Ökosystemen und wie sie im Verhältnis zueinander funktionieren und die Rolle der Biodiversität im Hinblick auf ES
- 2) Gemeinsame Typologie der ES in der EU
- 3) Anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme
- 4) Anthropogene Auswirkungen auf die Bereitstellung von ES
- 5) Auswirkungen von räumlichen und zeitlichen Unterschieden auf die Nachfrage aus ES
- 6) Kartierung und integrierte Bewertung von ES zur objektiven Bewertung
- 7) Nachhaltiger Umgang mit ES und Biodiversität; Wirksamkeit des "Ökosystemdienstleistungskonzepts" bei der Politikentwicklung.

4.1. Ökosystemleistungen verstehen

Die "*Ökosystemdienstleistung*" ist ein relativ neues Konzept. Ökosystemdienstleistungen sind einfach die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlbefinden (TEEB 2010). Wie in Kapitel 3 ausführlich erläutert, sind Ökosysteme Gemeinschaften, die durch die Interaktion zwischen lebenden (Pflanzen, Tiere, Mikroben) und nicht lebenden Organismen (Luft, Wasser, Mineralboden) gebildet werden. Die Struktur und die Prozesse der Ökosysteme untermauern die Fähigkeit eines Ökosystems, Güter und Dienstleistungen bereitzustellen. Zu diesen Dienstleistungen gehören die Bereitstellung von Dienstleistungen wie sauberes Wasser, Nahrungsmittel, Rohstoffe; regulierende Dienstleistungen wie die Verhütung und Verringerung von Umweltrisiken wie Überschwemmungen und Erosion, Kohlenstoffbindung, biologische Kontrolle, Bestäubung usw. Lebensraumdienstleistungen und kulturelle Dienstleistungen wie Erholung, Inspiration für Kultur und Kunst, Wissenschaft und Bildung (Haines-Young,

R. und M. Potschin, 2010). Die Ökosystemleistungen und ihre Verbindungen zum menschlichen Wohlbefinden sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

Abbildung 1. Ökosystemdienstleistungen und ihre Verbindungen zum menschlichen Wohlbefinden

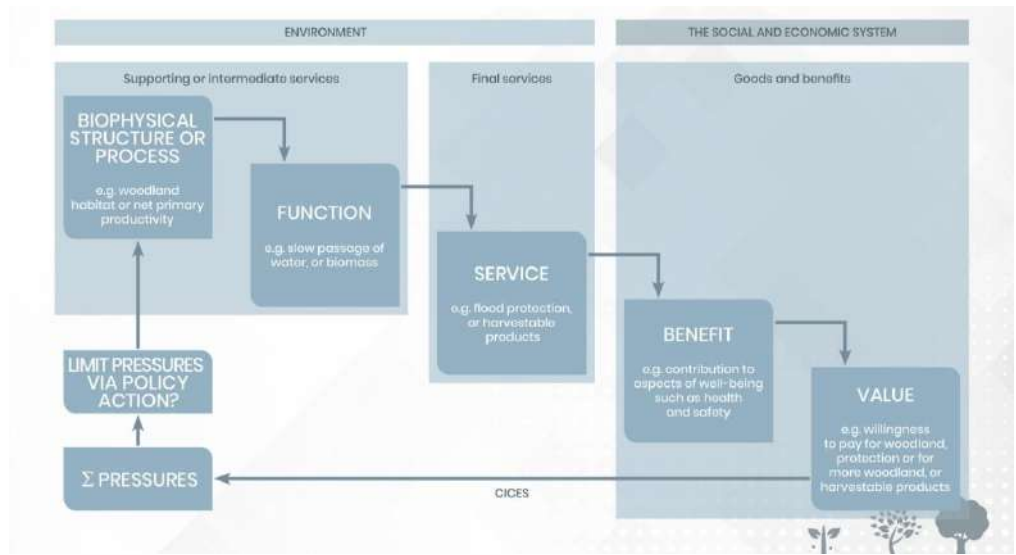


Quelle: Liu, 2005

Um die Zusammenhänge zwischen Ökosystemen und menschlichem Wohlergehen klarer zu machen und die Beziehungen besser zu verstehen, wurde von Potschin und Haines-Young (2016); Burkhard und Maes (2018) ein theoretisches Modell entwickelt, um intermediäre oder unterstützende Ökosystemleistungen, endgültige Ökosystemleistungen sowie Güter und Nutzen zu identifizieren. Ökosystemdienstleistungen werden als Schnittstelle zwischen Mensch und Natur betrachtet. Dieses Modell wird beschrieben als "der Weg der kausalen Wechselbeziehungen zwischen Ökosystem an einem Ende und dem menschlichen Wohlbefinden am anderen Ende" (Abbildung 2). Die Unterschiede zwischen

Endpunkten und die Schritte dazwischen sollen in diesem Modell stärker verdeutlicht werden.

Abbildung 2. Das Kaskadenmodell



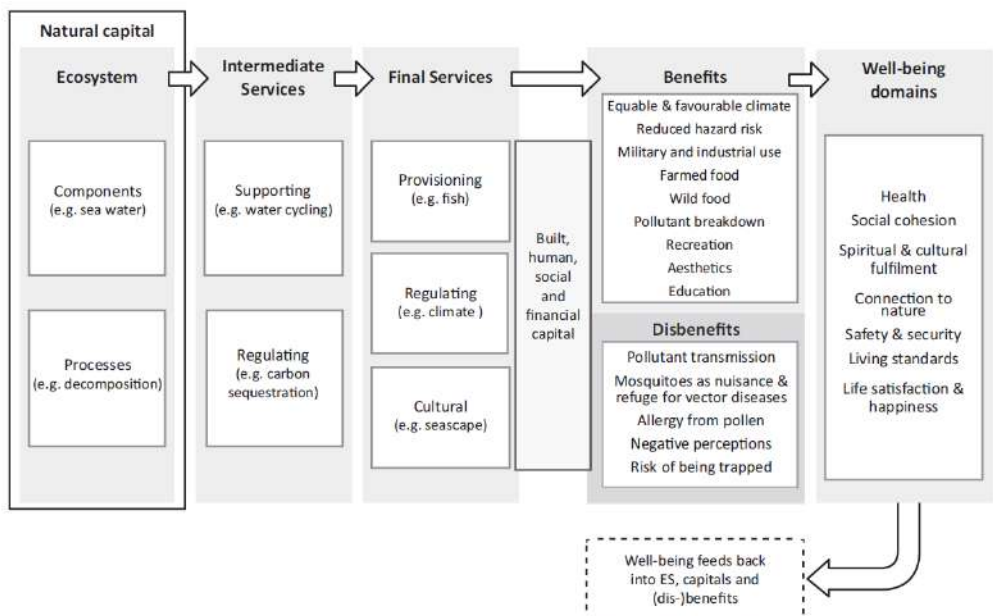
Quelle: Potschin and Haines-Young, 2016

Das in diesem Modell angegebene "Ökosystem" wird durch seine biophysikalischen Strukturen und Prozesse charakterisiert. Lebensraumtypen wie Wälder, Feuchtgebiete, Grasland usw. sind mit **biophysikalischer Struktur** gemeint, ebenso sind Dynamik und Interaktionen, die das Ökosystem bilden, mit **Prozessen** (z.B. Primärproduktion) gemeint. Die Eigenschaften des Ökosystems, die seine Fähigkeit zur Erbringung einer Ökosystemleistung aufbauen, werden im Kaskadenmodell als **Ökosystemfunktionen** definiert. Diese Elemente und Merkmale, die die Fähigkeit des Ökosystems zur Erbringung von Leistungen bestimmen, werden manchmal als "unterstützende" oder "intermediäre" Leistungen bezeichnet. Direkt zum menschlichen Wohlergehen beitragende Dienstleistungen; was wir tatsächlich ernten (z.B. Heu, Holz) oder aus dem Ökosystem gewinnen können (z.B. Hochwasserschutz, schöne Landschaft usw.), sind "endgültige" Ökosystemleistungen sowie Gesundheit und Sicherheit. (Kasparinskis, et al., 2018)

Das Kaskadenmodell könnte wegen "fehlender Verbindungen" kritisiert werden, vor allem, weil es zur Vervollständigung des Bildes die Nachteile von Ökosystemleistungen nicht einbezieht. In diesem Sinne berichteten Rendon et al. (2019): "Die Klärung der Zusammenhänge zwischen Ökosystemleistungen und menschlichem Wohlergehen wird eine ganzheitliche und fundierte Entscheidungsfindung ermöglichen, indem alle relevanten Interessengruppen, insbesondere Gesundheits- und Sozialdienste; direkte und indirekte Triebkräfte des

Wandels, einbezogen werden. Sie schlugen ein Rahmenwerk vor, das auf dem britischen National Ecosystem Assessment aufbaut, indem es das Konzept der Disbenefits zusätzlich zum Nutzen berücksichtigt und die Klassifizierung von Nutzen und Disbenefits mit ihren Auswirkungen auf sieben Bereiche des menschlichen Wohlbefindens verknüpft (Abbildung 3). Dieser Rahmen ist vorteilhaft, um Interdependenzen zwischen Leistungen und Disbenefits zu beschreiben und auch Trade-offs* (am Ende des Kapitels erläutert) mit spezifischen Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden in verschiedenen Verhältnissen und für verschiedene Komponenten zu beschreiben.

Abbildung 3: Konzeptioneller Rahmen mit Nutzenverzicht



Quelle: Rendon et al, 2019

Außerdem sollten wir uns vor dem Abschluss dieser Sektion daran erinnern, dass der Mensch Ökosysteme wie nie zuvor umgestaltet hat. Eine Zusammenfassung der Auswirkungen des Menschen auf die Ökosysteme ist daher vorteilhaft, um das Gesamtbild (Tabelle 1) vor der Klassifizierung der Ökosystemleistungen zu sehen.

Tabelle 1. Drücke und Indikatoren zur Bewertung des Ökosystemzustands

Drücke	Indikatoren für die Bewertung des Zustands von Ökosystemen
Der Klimawandel	Veränderungen von Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Bränden, Extremereignissen, Dürren, Überschwemmungen, Stürmen, Meeres-(Oberflächen)temperatur, Meeresspiegelanstieg
Veränderung des Lebensraums	Landnahme / Versiegelung, Veränderung der Landbedeckung, Landaufgabe, Fragmentierung, Dämme, Flussregulierung.
Invasive gebietsfremde Arten	Aufkommen oder Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten, Krankheiten
Land-/Seeverwendung oder -ausbeutung	Intensivierung, Erosion, (Über-)Ernte, Entwaldung, Wasserentnahme, Degradation / Wüstenbildung (Über-)Fischerei, Aquakultur, Bergbau, Bewässerung
Umweltverschmutzung und Nährstoffanreicherung	Luftverschmutzung, Bodenverunreinigung, Wasserqualität, Ausbringung von Düngemitteln und Pestiziden, Säureablagerung

Quelle: EU, 2016, Technischer Bericht

4.2. Klassifikation für Ökosystemdienstleistungen

Die Messung des Nutzens und die Bewertung der ES ist sehr wichtig. Außerdem sollte genau bekannt sein, was gemessen wird, entsprechend der gemeinsamen Typologie der ES. Für die Ökosystemleistungen werden mehrere Klassifikationen verwendet, die von verschiedenen Kriterien abhängen, wie z.B. Ökosystemtypen und Maßstab wie Wälder, Meeresgebiete, Feuchtgebiete usw.; Leistungsfluss wie Kaskadenmodell; Art des Nutzens (privat oder öffentlich) und Werte (intrinsisch oder eininstrumental).

Gemäss dem Bericht der Europäischen Kommission (2016) gibt es 3 internationale Klassifikationen (MEA, TEEB und CICES) für Ökosystemdienstleistungen. Alle drei Klassifikationen umfassen Ressourcen, regulatorische und kulturelle Dienstleistungen. Haines-Young und Potschin (2018) stellten fest: "Einheitlichkeit ist auch erforderlich, wenn ES definiert und kategorisiert werden sollen; die überarbeitete Version 5.1 der Gemeinsamen Internationalen Klassifikation der Ökosystemleistungen (CICES) bietet klare Leitlinien. Denn sie kategorisiert die Ökosystemleistungen anhand einer fünfstufigen Hierarchie, wobei jede Ebene nach und nach detaillierter und spezifischer wird". Daher baut CICES auf den bestehenden Klassifikationen (MA, TEEB) auf, konzentriert sich hier jedoch auf die Dimension der Ökosystemleistungen. Im CICES-

System werden Dienstleistungen entweder durch lebende Organismen (Biota) oder durch eine Kombination von lebenden Organismen und abiotischen Prozessen erbracht.

Die Tabellen 2 und 3 fassen CICES (V5.1) für biotische und abiotische Ökosystemleistungen bzw. für die oberen drei Ebenen der Klassifikation zusammen.

Tabelle 2. CICES (V5.1) für biotische Ökosystemleistungen

BIOTIC ecosystem outputs		
Section	Division	Group
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared aquatic animals for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Wild plants (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Wild animals (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)	Genetic material from plants, algae or fungi
Provisioning (Biotic)	Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)	Genetic material from animals
Provisioning (Biotic)	Other types of provisioning service from biotic sources	Other
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Ground water for used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Other aqueous ecosystem outputs
Regulation & Maintenance (Biotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of wastes or toxic substances of anthropogenic origin by living processes
Regulation & Maintenance (Biotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Pest and disease control
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of soil quality
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Water conditions
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Atmospheric composition and conditions
Regulation & Maintenance (Biotic)	Other types of regulation and maintenance service by living processes	Other
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Other biotic characteristics that have a non-use value
Cultural (Biotic)	Other characteristics of living systems that have cultural significance	Other

Tabelle 3. CICES (V5.1) für abiotische Ökosystemleistungen

ABIOTIC ecosystem outputs		
Section	Division	Group
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Ground water for used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Other aqueous ecosystem outputs
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Mineral substances used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Other mineral or non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Maintenance of physical, chemical, abiotic conditions
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Other type of regulation and maintenance service by abiotic processes	Other
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with the abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Other abiotic characteristics that have a non-use value
Cultural (Abiotic)	Other abiotic characteristics of nature that have cultural significance	Other

4.3. Kartierung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen

Trotz zunehmender Belege für die zahlreichen Vorteile der "Natur für den Menschen", insbesondere für Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel, gehen die Verschlechterung der Ökosysteme und der Verlust der biologischen Vielfalt in großem Maßstab weiter. Anthropozentrische Aktivitäten sind die Hauptursache für den Verlust der biologischen Vielfalt und die Veränderung der Tierwelt in einem noch nie dagewesenen Ausmaß. (siehe Kapitel 2). Die Millenium-Bewertung stellte fest, dass mehr als 60% der Ökosystemleistungen in einer Weise degradiert oder transformiert werden, die das zukünftige menschliche Wohlergehen gefährdet (De Groot, et al, 2018). Daher wird es immer wichtiger, die Zusammenhänge zwischen menschlichen Aktivitäten und Ökosystemleistungen zu analysieren und zu quantifizieren, um die potenziellen Auswirkungen von Ökosystemveränderungen auf standardisierte, transparente und schließlich zertifizierte Weise besser zu verstehen. Die Kartierung von Ökosystemdienstleistungen hilft den Menschen, das gesamte Spektrum der Art und Weise zu verstehen, in der die natürliche Umwelt zum Wohlbefinden der Menschen beiträgt. In ähnlicher Weise ist die Bewertung von Ökosystemleistungen von wesentlicher Bedeutung, um fundierte Entscheidungen für eine rationelle Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen treffen zu können. Im Gegenzug werden diese Informationen den Prozess der Umweltanalyse und -prüfung verbessern und dazu beitragen, mögliche anthropogene Auswirkungen zu vermeiden, zu minimieren und abzuschwächen. Eine angemessene und objektive Bewertung der ES ist die effektivste und nützlichste Form

der Bewertung, um die Entwicklung hin zu nachhaltigen sozial-ökologischen Systemen zu ermöglichen.

In dieser Hinsicht haben die Kartierung und Bewertung von ES nach der Verabschiedung der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 Priorität auf der Agenda aller EU-Länder erhalten. Die Strategie zielt darauf ab, den Verlust der biologischen Vielfalt und die Zerstörung von Ökosystemdienstleistungen zu verhindern und diese bis 2020 in der EU soweit wie möglich zu verbessern.

Um also zu wissen, wo und wie z.B. Nahrung, Wasser, saubere Luft, andere Materialien und Erholung bereitgestellt werden und wie Klima, Nährstoffe, Naturkatastrophen, Schädlinge und Krankheiten reguliert werden, sind geeignete Methoden, Informationen und Daten erforderlich. Santos-Martín (2019) erwähnte, dass "Informationen und Daten über den tatsächlichen Bedarf an ES, die Nutznießer und mögliche Diskrepanzen mit dem Ort der Versorgung sowie die Qualität und Quantität der ES wesentlich sind, um fundierte Entscheidungen für ein angemessenes Management der natürlichen Ressourcen treffen zu können".

Zu diesem Zweck wurde eine breite Palette von Leitlinien - mehr als 80 Instrumente - entwickelt und angewandt, um Ökosystemdienstleistungen in Übereinstimmung mit Aktion 5 der EU-Biodiversitätsstrategie zu kartieren und zu bewerten. Die gemeinsame Hauptstruktur, die zur Orientierung bei der Bewertung von Ökosystemen erforderlich ist, sind:

- (i) Kartierung von Ökosystemen: Nur wenn die Ökosystemleistungen kartiert werden und ihre räumliche Verteilung bekannt ist, werden wir in der Lage sein, dieses komplexe System zu verstehen.
- (ii) Beschreibung des Zustands des Ökosystems;
- (iii) Quantifizierung der Leistungen des Ökosystems; (iv) Quantifizierung der Leistungen des Ökosystems
- (iv) Sammlung all dieser Informationen in einer integrierten Bewertung des Ökosystems. (Burkhard et al, 2018)

Obwohl alle diese Richtlinien eine gemeinsame Struktur haben, ist es nicht leicht zu entscheiden, welches Werkzeug für welchen Beurteilungsschritt und unter welchen Umständen am besten geeignet ist. Die Harmonisierung des breiten Spektrums von Methoden zur Kartierung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ES) wurde als ein wichtiger Schritt zur Bereitstellung quantitativer und umfassender Informationen über den Zustand und die Trends von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen akzeptiert. (Vihervaara et al., 2019). Die Faktoren, die bei der Suche nach der am besten geeigneten Methodik unter den bestehenden ES-Kartierungs- und Bewertungsansätzen berücksichtigt werden könnten, hängen mit den Einzelheiten der erforderlichen Analysen, dem Zweck der Studie und der Verfügbarkeit von Daten und Ressourcen zusammen.

Im Wesentlichen könnten drei Hauptdimensionen der Kartierung und Bewertung von ES klassifiziert werden: biophysikalische, wirtschaftliche und soziokulturelle Dimensionen. Biophysikalische Einheiten werden verwendet, um insbesondere die Messung von Ökosystemstrukturen, -prozessen, -funktionen und -

dienstleistungsströmen wie Wassermengen, die einem See entnommen werden, Waldflächen oder Kohlenstoffvorräte im Boden mit **biophysikalischen Methoden** zu quantifizieren. Hydrologische und ökologische Modelle, Produktionsfunktionen, die auf der Analyse struktureller und funktioneller Merkmale von Ökosystemen oder auf biophysikalischer Modellierung beruhen, werden in dieser Methode verwendet. Die **ökonomische Quantifizierung** von ES versucht, die menschliche Wohlfahrt zu messen, die sich aus der Nutzung oder dem Konsum von ES ergibt. ES-Werte werden in Geldeinheiten ausgedrückt (z.B. Marktpreise, Wiederbeschaffungskosten, hedonische Preisgestaltung). Burkhard und Maes (2017) stellten fest, dass "die ökonomische Quantifizierung oder Bewertung eine Möglichkeit ist, die Bedeutung von ES zu bewerten und den Entscheidungsträgern zu vermitteln, und dass sie in Kombination mit anderen Formen der Information verwendet werden kann". Obwohl sich ES-Bewertungen bis vor kurzem meist auf ökologische und ökonomische Bewertungen konzentrierten, hat, wie Pascual et al. (2017) feststellten, "**die soziokulturelle Dimension** in den letzten 5 Jahren stark an Bedeutung gewonnen, da der Wertepluralismus bei der Bewertung von Ökosystemdienstleistungen erneut als wichtiges Ziel betont wurde". Die soziokulturelle Dimension der Bewertung von ES zielt darauf ab, Werte zu identifizieren, die der Mensch der Natur zuschreibt; intrinsische, extrinsische oder instrumentelle Werte, die besonders geeignet sind, um Wahrnehmungen zu erfassen, die der Mensch den ES zuordnet. Sie trägt dazu bei, unser Verständnis dafür zu verbessern, wie wichtig ES für die Menschen sind (Walz et al. 2019). Möglicherweise gibt es keine sichere Unterscheidung zwischen sozialer Präferenz und monetären Bewertungen; Methoden zur Untersuchung sozialer Präferenz können zur Zuweisung monetärer Werte verwendet werden. In dieser Situation nehmen Experten mit unterschiedlichem disziplinärem Hintergrund teil und verwenden eine Vielzahl von Methoden aus unterschiedlichen Disziplinen zur Bewertung von ES.

Jede Bewertung von ES erfordert jedoch eine integrierte Analyse, bei der biophysikalische, soziokulturelle und wirtschaftliche Wertdimensionen gemeinsam berücksichtigt werden. Das bedeutet nicht nur die Integration verschiedener biophysikalischer Komponenten, sondern auch Methoden zur Abbildung und Bewertung sozialer und wirtschaftlicher Werte für verschiedene ES. Integrierte Modellierungsrahmen werden für die Endnutzer bei der Bewertung von ES von Vorteil sein und es den Entscheidungsträgern ermöglichen, quantifizierte Kompromisse im Zusammenhang mit alternativen Managemententscheidungen zu bewerten und Bereiche zu identifizieren, in denen Investitionen in Naturkapital die menschliche Entwicklung und den Naturschutz fördern können.

In diesem Sinne wird in diesem Kapitel die integrierte Methodik der Kartierung und Bewertung von ES diskutiert. Das konzeptuelle Modell MAES (Initiative on Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services), das im Mittelpunkt der EU-Strategie zur biologischen Vielfalt bis 2020 steht und auf der Bereitstellung von ES basiert, wird als Beispiel für ein integriertes Bewertungsmodell erläutert.

Der MAES-Ansatz der Europäischen Kommission sieht neun Schritte vor, darunter die Identifizierung verwandter Fragen oder zu definierender Probleme, die Charakterisierung und Kartierung von Ökosystemtypen, die aktuelle Situation von Ökosystemen und Ökosystemdienstleistungen, ihre Integration und die Verbreitung der Ergebnisse.

Der operative Rahmen für den integrierten MAES-Ansatz besteht aus neun aufeinander folgenden Schritten, wie in Abbildung 4 dargestellt.

Schritt 1: Fragestellung und Identifizierung des Problems;

Schritt 2: Identifizierung der Ökosystemtypen;

Schritt 3: Kartierung der Ökosystemtypen;

Schritt 4: Charakterisierung der Ökosysteme und der von den Ökosystemen bereitgestellten ES;

Schritt 5: Auswahl von Indikatoren für den Zustand von Ökosystemen und ES;

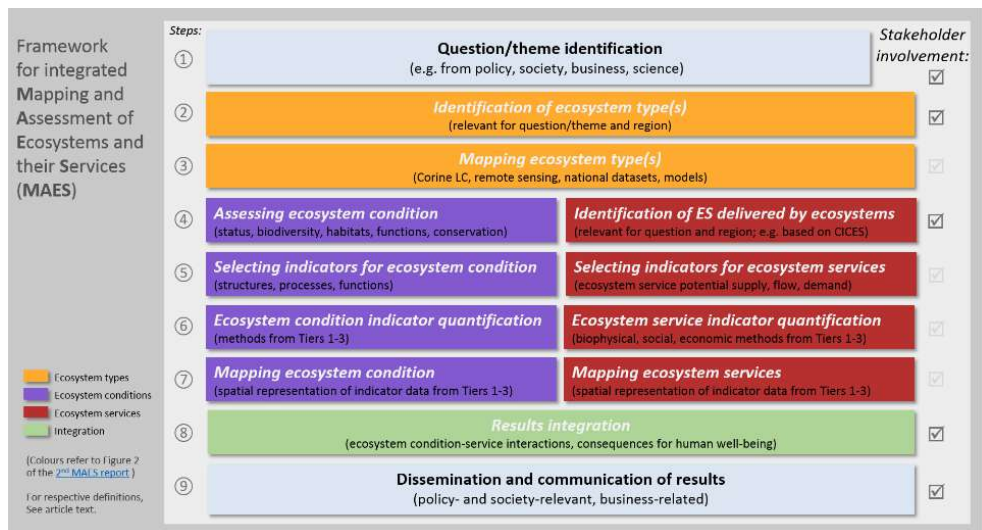
Schritt 6: Zustand der Ökosysteme und Messungen der ES-Indikatoren; Schritt 3: Kartierung der Ökosystemtypen; Schritt 4: Charakterisierung der Ökosystemtypen und der ES

Schritt 7: Kartierung des aktuellen Zustands der Ökosysteme und der ES; Schritt 4: Charakterisierung der Ökosystemtypen und ES;

Schritt 8: Integration der Ergebnisse;

Schritt 9: Kommunikation und Bekanntgabe der Ergebnisse.

Abbildung 4. Rahmen für die integrierte Kartierung und Bewertung von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen



Quelle: MAES

Der vorgestellte Rahmen bietet eine lineare, schrittweise Struktur, die die Entwicklung entsprechender Studien erleichtert, ausgehend von relevanten Fragen, die zu beantworten sind, bis hin zur Kommunikation integrierter Ergebnisse. ES sind ein wirklich transdisziplinäres Forschungs- und Anwendungsgebiet, und die Einbeziehung

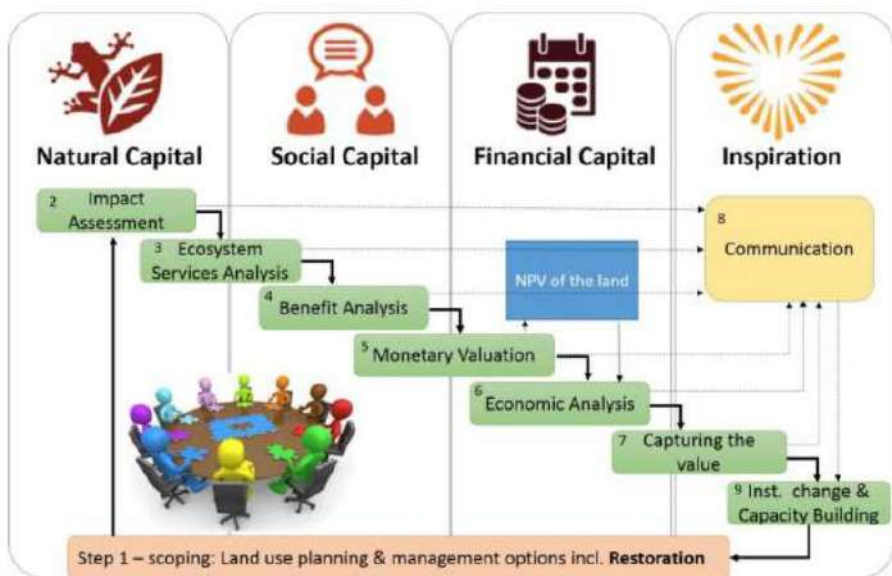
von Interessenvertretern ist für eine erfolgreiche Bewertung unerlässlich. Wie die Autoren (Burkhard et al., 2018) erwähnten, "bietet diese Methode einen leicht verständlichen und anwendbaren mehrschichtigen Ansatz, der verschiedene Methoden zur Quantifizierung und Kartierung von ES (biophysikalische, soziokulturelle und wirtschaftliche) berücksichtigt, die je nach spezifischen Bedürfnissen, Daten- und Ressourcenverfügbarkeit angewendet werden können".

Da ein solcher linearer Ansatz möglicherweise nicht alle Aspekte wie Wechselbeziehungen und Rückkopplungen in komplexen sozial-ökologischen Systemen abdeckt, wird in diesem Kapitel auch ein weiterer konzeptioneller Rahmen zur Bewertung von Ökosystemen vorgestellt, der eine "flexible Methodik" zur Unterstützung von MAES liefern soll. Die Besonderheit dieses Rahmens besteht darin, dass er einen flexiblen Ansatz in Bezug auf seine Anwendung bietet, so dass die Nutzer nur die für ihre Bedürfnisse am besten geeigneten Aktivitäten auswählen und integrieren können. Der Rahmen kann den Praktikern je nach ihren Bedürfnissen eine Anleitung für die einzelnen Elemente und/oder Aktivitäten geben, die sie integrieren werden.

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist, schlägt der grüne Kasten verschiedene Arten von Wechselbeziehungen zwischen Teilen der Ökosystembewertung vor, die für Fachleute von Nutzen sind. Dies ermöglicht die Charakterisierung von Kompromissen, Synergien und Konsequenzen für das menschliche Wohlbefinden. Spezialisten können den Rahmen nutzen, um festzustellen, wo sie verschiedene Elemente integrieren müssen. Diese "flexible Methodik" könnte genutzt werden, um unter bestimmten Bedingungen (z.B. Zeitbedarf, Erfahrung, Spezialisierung, Datenverfügbarkeit, Maßstab) und für bestimmte Kontexte und Zwecke geeignete Kombinationen von Methoden zur Kartierung und Bewertung von ES auszuwählen und anzuwenden. Durch die Verwendung eines solchen Rahmens werden die Experten dabei unterstützt, darüber nachzudenken, welche Aktivitäten erforderlich sind, um die politisch relevanten Fragen anzugehen, und zu ermitteln, wo die Integration stattfinden wird, was letztlich zu einer Bewertung führt, die den Bedürfnissen der politischen Entscheidungsträger entspricht.

Brown et al. (2018) sagten, dass "es bei der Konzeption einer Ökosystembewertung von wesentlicher Bedeutung ist, darüber nachzudenken, wie und wo die Integrationskonzepte bei der Behandlung politikrelevanter Fragen berücksichtigt werden sollen. Zwar sind Bewertungsprozesse nicht gut dokumentiert oder evaluiert, aber anekdotische Belege deuten darauf hin, dass die Integration durch die Governance-Struktur (Einbeziehung von Interessengruppen), die Kombination verschiedener Datenquellen und daher die Verwendung geeigneter Instrumente einen größeren Einfluss der Ökosystembewertung auf die Entscheidungsfindung ermöglicht.

Abbildung 5. Das Rahmenwerk zur Bewertung integrierter Ökosystemdienstleistungen



Dieser Methode werden auch die Vorteile der Landschaftswiederherstellung, des Naturschutzes und der nachhaltigen Landnutzung ermittelt und einbezogen. Sie trägt zum Verständnis der integrierten direkten und indirekten Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden bei.

Der Rahmen besteht aus 9 Schritten, die im Folgenden kurz erläutert werden:

- 1) Umfang: Bevor mit einer Bewertung begonnen wird, sollten Umfang, Kontext und Zweck der Bewertung in enger Absprache mit den wichtigsten Beteiligten klargestellt werden, um zu vermeiden, dass unnötige Daten gesammelt oder wichtige Aspekte vergessen werden.
- 2) Folgenabschätzung: In diesem Schritt werden die direkten (positiven und negativen) Auswirkungen (positive und negative) der Wiederherstellung oder anderer Eingriffe in die Landschaft auf die Struktur und die Prozesse des Ökosystems sowie die sekundären Auswirkungen in Form von Veränderungen in der Funktionsweise der Landschaft (d.h. die (Trag-)Kapazität der Landschaft, Dienstleistungen zu erbringen) im Vergleich zum Ausgangszustand (z.B. Verlust der Vegetation, der zu Erosion und Verlust der Produktionskapazität führt) bewertet.
- 3) Analyse der Ökosystemleistungen: Auswirkung der Wiederherstellung oder anderer Eingriffe auf Veränderungen der tatsächlichen und potenziellen Nutzung spezifischer Ökosystemleistungen.
- 4) Analyse des Nutzens: Die in Schritt 3 analysierten Veränderungen in den ES wirken sich (positiv oder negativ) auf Gesundheit, Lebensunterhalt, kulturelle Identität und andere Indikatoren des Wohlbefindens (Sozial- und Humankapital) aus (z.B. Arbeitsplätze, Bildung, Sicherheit, sozialer Zusammenhalt). In diesem Schritt werden diese Vorteile in nicht-monetärer Hinsicht quantifiziert.

5) Monetäre Bewertung: Sobald die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen (z.B. Restauration) auf die Ökosystemleistungen (Schritt 3) und den Nutzen (Schritt 4) verstanden und vorzugsweise quantifiziert sind, könnten die monetären Effekte analysiert werden, indem direkte Marktwerte, indirekte Marktwerte und nicht-monetäre Werte zur Bestimmung der Änderungen des gesamten ökonomischen Wertes des Bündels von ES, die durch die Restaurationsaktivitäten bereitgestellt werden, herangezogen werden.

6) Wirtschaftliche Analyse: In diesem Schritt werden die Auswirkungen der Wiederherstellung des Ökosystems auf die lokale/regionale/nationale Wirtschaft im Hinblick auf wirtschaftliche Indikatoren untersucht, z.B. Beschäftigung, erhöhte Steuereinnahmen, Unternehmensgewinne, Rendite für Investoren usw. Auch die Veränderung (normalerweise Zunahme) des Wertes (NPV) des Landes (siehe Schritt 5) sollte Teil der wirtschaftlichen Analyse sein.

7) Erfassung des Wertes: Auf der Grundlage von Schritt 5 und 6, die zusammen Informationen über die Rendite des Finanzkapitals liefern, können (finanzielle oder andere) Anreize für Investitionen in die Wiederherstellung des Ökosystems und/oder in nachhaltiges Management entwickelt werden.

8) Kommunikation des Wertes (und Nutzens), um Bewusstsein und Unterstützung („Inspiration“) für die Maßnahmen zu schaffen, die zur Umsetzung der Anreize erforderlich sind. Kommunikationsaktivitäten können nach jedem der Schritte eingesetzt werden (z.B. könnte die bloße Bereitstellung von Informationen über die Rückgabe von Ökosystemleistungen (Schritt 3) und ihren Nutzen (Schritt 4) ausreichen, um zu Schritt 9 (Änderung von Institutionen und Verhalten) überzugehen, ohne die komplizierteren und zeitaufwendigeren Bemühungen zur Berechnung der monetären (Schritt 5) und ökonomischen (Schritt 6) Auswirkungen durchlaufen zu müssen.

9) Kapazitätsaufbau und institutioneller Wandel: Um die Umsetzung des Ergebnisses der Bewertung in eine langfristige Politik zu gewährleisten, sind institutionelle und Managementveränderungen auf relevanten Maßstabsebenen (z.B. von lokalen Programmen zum Aufbau von Kapazitäten bis hin zu nationalen Politiken und Institutionen) erforderlich.

Für eine umfassende Beurteilung der Auswirkungen einer Restaurierung (oder anderer Eingriffe in die Landschaft) sollten idealerweise alle 9 Schritte einbezogen werden. Abhängig von der Situation (verfügbare Daten, Zeit und Finanzmittel) und dem erforderlichen Detaillierungsgrad kann dies in nur wenigen Monaten erfolgen oder mehrere Jahre dauern (insbesondere, wenn es eine langfristige Überwachung und die Feststellung gesellschaftlicher Veränderungen einschließt). Es ist auch zu beachten, dass es gewisse Überschneidungen zwischen den einzelnen Schritten gibt, und in der Praxis können und sollten einige Schritte gleichzeitig durchgeführt werden. Auch werden nicht alle Bewertungen in der Lage sein (oder erfordern), alle Schritte im gleichen Detail durchzuführen, je nach Ziel und Kontext der Bewertung (De Groot et al., 2018).

Schließlich könnte man zu dem Schluss kommen, dass neben der integrierten und flexiblen ökologisch-ökonomischen und systemischen Perspektive auf die Bewertung von Ökosystemleistungen auch die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen

ökologischen und sozioökonomischen Systemen wichtig ist. Dies wird ein tieferes und allumfassendes Verständnis des Beitrags der Ökosysteme und der durch ihre Nutzung verursachten Kosten ermöglichen.

Obwohl die ES-Kartierungsmethoden und -technologien verbessert werden, gibt es aufgrund der Komplexität des Prozesses und der Art und Weise, wie die Kartierungsinformationen in die Politik übertragen werden können, mehrere Herausforderungen für Kartenproduzenten und Kartennutzer. Paloma et al. (2018) klassifizieren sieben Mapping-Engpässe, mit denen die Experten konfrontiert sind, als:

- i) Interaktion zwischen Kartenhersteller und Kartenbenutzer;
- ii) Kodifizierung und Ontologien;
- iii) qualifiziertes Personal;
- iv) Datenverfügbarkeit und Kartenverfügbarkeit;
- v) Auswahl der geeigneten Methode;
- vi) technische Unzulänglichkeiten;
- vii) zu geringe Schätzung des Kartierungsprozesses/Outputs

Der Mensch ist der untrennbare Teil des Netzlebens, das ein komplexes, miteinander verbundenes System ist. Jede Komponente spielt in diesem System eine wichtige Rolle. Selbst eine kleine Änderung oder Entfernung einer Komponente wirkt sich auf das gesamte System aus, und dies kann positive oder negative Folgen haben.

4.4. Die Rolle des "Ökosystemleistungskonzepts" bei der Entwicklung von Umweltpolitik

Da die Ökosystemleistungen eine integrierte ganzheitliche Sicht auf die Mensch-Natur-Beziehungen darstellen, verdienen sie es, als wichtiger Rahmen für Politik und Entscheidungsfindung anerkannt zu werden. ES haben das Potenzial, zu einem wichtigen Instrument für Politik und Entscheidungsfindung auf globaler, nationaler, regionaler und lokaler Ebene zu werden. Die Ergebnisse der Kartierung und Bewertung der ES könnten Leitdokumente für die Politikentwicklung in verschiedenen Bereichen sein; von der nachhaltigen Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen, Umwelt- und Naturschutz, Flächennutzungsplanung, Klimaschutz, Katastrophenrisikominderung bis hin zu Umweltausbildung und Forschungsaktivitäten. Das ES-Konzept kann als Kommunikationsinstrument dienen, um die Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft einzubeziehen (Díaz et al. 2015, Everard 2015, Bull et al. 2016).

ES haben das Potenzial, Konflikte, Dilemmata und Synergien zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen anzugehen. Ein solcher integrativer Ansatz erfordert ein systematisches Denken und Verständnis der komplexen Beziehungen und Rückkopplungsmechanismen in sozial-ökologischen Systemen, um integrierte Maßnahmen anbieten zu können (Liu et al., 2015).

Wie Maes et al. (2012) feststellten, "haben politische Entscheidungsträger erkannt, dass Ökosystemdienstleistungen oder naturbasierte Lösungen (z.B. die Nutzung von Feuchtgebieten zur Wasserreinigung oder Hochwasservorsorge) kosteneffizienter sein könnten als technische Infrastrukturen". Darüber hinaus, wie Fürst et al. (2017) erwähnten, "kann das ES-Konzept einen umfassenden Rahmen für Trade-off-Analysen bieten, indem es Kompromisse zwischen konkurrierenden Landnutzungen anspricht und dazu beiträgt, Planungs- und Entwicklungsentscheidungen über Sektoren, Maßstäbe und Verwaltungsgrenzen hinweg zu erleichtern".

Abbildung 6 zeigt deutlich: Politikbereiche, die von ES und ihrer Bewertung profitieren können, sind nicht nur Biodiversitätsziele, wie in Aktion 5 der EU-Strategie zur biologischen Vielfalt 2020 dargelegt, sondern auch andere Umweltpolitiken, einschließlich Klimawandel, nachhaltige Landwirtschaft, Wasser-, Meeres-, Forst- und Regionalpolitik.

Abbildung 6. Anwendung der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 Aktion 5: Ergebnisse in verschiedenen Politikbereichen



Quelle: Maes et al., 2014

Die Ergebnisse der Kartierung und Bewertung von Ökosystemleistungen können zur Umweltpolitik in Bezug auf die Bewertung von Risiken und Auswirkungen verschiedener menschlicher Aktivitäten auf das Ökosystem und/oder die menschliche Gesundheit sowie zur Planung verschiedener Minderungs- oder Managementmaßnahmen beitragen.

4.5. Ökosystemdienstleistungen für Pandemien

Die biologische Vielfalt spielt eine sehr wichtige Rolle und ist entscheidend für die Nachhaltigkeit der ES. Das Aufkommen von COVID-19 hat den Verlust der Biodiversität und die Zerstörung des Systems, das menschliches Leben unterstützt, noch verstärkt. Je reicher die biologische Vielfalt ist, desto schwieriger ist es für Krankheitserreger, sich auszubreiten. Nachteilig ist, dass der Verlust der biologischen Vielfalt die Chancen für zoonotische Krankheiten erhöht; Krankheitserreger können zwischen Tieren und Menschen übertragen werden.

Anthropogene Einflüsse wie Entwaldung, extensive Landwirtschaft, Eingriffe in die Lebensräume von Wildtieren und der Klimawandel haben das empfindliche Gleichgewicht der Ökosysteme zerstört. Als Menschen haben wir unseren Druck auf die Ökosysteme, die uns mehrere zu Beginn dieses Kapitels erwähnte Vorteile bringen, erhöht und Bedingungen geschaffen, unter denen sich bestimmte Krankheitserreger - einschließlich Coronaviren - ausbreiten können. Zoonosen sind für fünfundsiebzig Prozent aller neu auftretenden Infektionskrankheiten verantwortlich.

Dies kann über verschiedene Mechanismen geschehen, wie vom WWF angegeben, (2020)

- Mehr Brutstätten für Krankheitsüberträger, wie Bewässerungskanäle und Dämme, in denen sich Moskitos vermehren
- Zunehmende Verbreitung von Wirtsarten
- Wilde Arten in Gefangenschaft in engem Kontakt miteinander und mit Haustieren halten
- Übertragung von Krankheitserregern zwischen verschiedenen Arten
- Verlust von Raubtierarten
- Vom Menschen verursachte genetische Veränderungen in Krankheitsvektoren oder Krankheitserregern (wie z.B. die Resistenz von Stechmücken gegen Pestizide oder die Verwendung von Medikamenten in der Intensivtierhaltung, die zum Auftreten von antibiotikaresistenten Bakterien führen)
- Umweltkontamination durch Erreger von Infektionskrankheiten.

Um künftige Ausbrüche zu verhindern, sollten Bedrohungen für Ökosysteme und wild lebende Tiere, einschließlich Lebensraumverlust, Verschmutzung und Klimawandel, berücksichtigt werden. Denn Veränderungen der Landnutzungsmuster, insbesondere die Entwaldung und die Veränderung natürlicher Lebensräume, sind für fast die Hälfte der aufgetretenen Zoonosen verantwortlich.

"COVID-19 ermöglichte es uns, unsere Beziehung zur Natur zu überprüfen und uns zu warnen, uns für einen neuen "Green Deal" und einen ökologisch verantwortungsvolleren Planeten anzupassen. Das Auftreten zoonotischer Krankheiten wird durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten verursacht. Da die Weltbevölkerung 9 Milliarden Menschen umfasst, ist ein besseres Verständnis des Lebensnetzes, in dem wir leben, und die Erkenntnis, dass es als ganzes System

funktioniert, ein Muss. Nachdem wir unsere Beziehung zur Natur überprüft haben, müssen wir sie bei der Entscheidungsfindung an vorderster Front halten".

Nützliche Definitionen

Spezifische Konzepte zur Untersuchung, wie verschiedene Ökosystemdienstleistungen miteinander verbunden sind, sind

Trade-offs werden gemeinhin definiert als eine Zunahme einer Ökosystemdienstleistung, die zu einer Abnahme einer anderen führt. Beispielsweise trägt der Einschlag eines Waldes zum Anbau von Nutzpflanzen zur Nahrungsmittelversorgung bei und erhöht diese, reduziert aber andere Vorteile, die sich aus der Existenz des Waldes ergeben, wie Kohlenstoffspeicherung, Luftqualität und Hochwasserregulierung. Daher ist es üblich zu sagen, dass eine Ökosystemleistung gegen andere "eingetauscht" wird.

Synergien sind ein gutes Beispiel für die Verknüpfung von Ökosystemleistungen. Sie entstehen, wenn die Zunahme einer Ökosystemdienstleistung mit der Zunahme einer anderen gekoppelt ist. Dies geschieht in verschiedenen Situationen, z.B. wenn die regulierende Dienstleistung Bestäubung zur Erhöhung der Versorgungsdienstleistung Pflanzenproduktion beiträgt. Ein weiteres Beispiel ist die Synergie zwischen Bodenerosionskontrolle und Pflanzenproduktion. Normalerweise führt die Erosion zu einem Verlust des fruchtbareren Bodens, wodurch die Erträge sinken. Die Kontrolle und Eindämmung von Erosionsphänomenen bedeutet, die Produktivität des Bodens zu erhalten und damit eine bessere Versorgung mit Nutzpflanzen (Bereitstellung) sicherzustellen. Maßnahmen zur Verhinderung der Bodenerosion können zusätzliche Synergien nutzen, wenn sie beispielsweise die Bepflanzung oder den Schutz der Vegetation entlang von Flussufern beinhalten, was wiederum die Wasserreinigung fördern kann (Regulierung) und eine angenehme Landschaft für den Tourismus schaffen kann (Kultur).

Ein **Bündel oder Cluster von Ökosystemleistungen** wird definiert als "eine Reihe von Ökosystemleistungen, die wiederholt gemeinsam über Raum oder Zeit hinweg auftreten". Ein einfaches Beispiel sind Wälder, die Holz liefern (Bereitstellung), Kohlenstoff binden (Regulierung) und die Möglichkeit bieten, Aktivitäten im Freien auszuüben (Kultur). Es wird interessant sein, herauszufinden, wie viele Bündel von Ökosystemdienstleistungen in den Alpen vorhanden sind.

Daher ist das Verständnis von Kompromissen und Synergien zwischen Ökosystemdienstleistungen der wichtigste Aspekt der Entscheidungsfindung in der territorialen Entwicklung und im Umweltmanagement, um die schädlichen Auswirkungen der Konzentration auf einige wenige Dienstleistungen auf Kosten anderer zu verringern.

Nützliche Links:

<https://www.es-partnership.org/>

<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/video/how-nature-can-protect-us-pandemics>

<https://biodiversity.europa.eu/maes>

https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4900#PD

REFERENZEN

- Barney Jeffries. (2020). The Loss Of Nature And The Rise Of Pandemics Protecting Human And Planetary Health, WWF
- Brown, C., Burns, A., & Arnell, A. (2018). A Conceptual Framework for Integrated Ecosystem Assessment. *One Ecosystem*, 3. doi: 10.3897/oneeco.3.e25482
- Bull, J., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., ... Koss, R. (2016). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services*, 17, 99–111. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.11.012
- Burkhard, B., Santos-Martin, F., Nedkov, S., & Maes, J. (2018). An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES). *One Ecosystem*, 3. doi: 10.3897/oneeco.3.e22831
- De Groot, R., Moolenaar, S. van Weelden, M., Konovska, I., de Vente, J. (2018b). The ESP Guidelines in a Nutshell. FSD Working Paper 2018-09 (29 pp), Foundation for Sustainable development, Wageningen, The Netherlands
- Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, ..., D. Zlatanova. (2015). The IPBES conceptual framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*
- EU. (2016). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services, Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: Progress and challenges Technical Report 2016-0095
- European Commission 2016, Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services Urban ecosystems 4th Report, Environment
- Everard, M. (2015). Communicating Ecosystem Services. *Ecosystem News*.
- Fürst, C., Luque, S., Geneletti, D. (2017). Nexus thinking – how ecosystem services can contribute to enhancing the cross-scale and cross-sectoral coherence between land use, spatial planning and policy-making. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(1): 412-421
- Haines-Young R, Potschin-Young M. (2018). Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A policy brief. *One Ecosystem*
- Haines-Young, R. and M. Potschin. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. Ch6 in: Raffaelli, D. and C. Frid (Eds.): *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. BES ecological reviews series, Cambridge University Press, Cambridge (31 pp)
- Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., ... Li, S. (2015). Systems integration for global sustainability. *Science*, 347(6225), 1258832. doi: 10.1126/science.1258832

- Liu J. (2005). Integrated Ecosystem Assessment of Western China. Geography.
- Maes J., Teller A., Erhard M., Grizzetti B., Barredo J.I., Paracchini M.L., ..., B. Werner (2018): Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Publications office of the European Union, Luxembourg (5th MAES Report)
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, ..., Bidoglio, G., (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1: 31–39.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., (2014). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., García-Llorente, M. and Montes, C. (2014) Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. *Ecological Indicators*, 37:220-228
- McBride, Brooke Baldauf. (2011). "Essential Elements of Ecological Literacy and the Pathways to Achieve It: Perspectives of Ecologists" Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 380.
- Palomo I, Willemen L, Drakou E, Burkhard B, Crossman N, Bellamy C, ..., Verweij P (2018). Practical Solutions For Bottlenecks In Ecosystem Services Mapping. *One Ecosystem*
- Pascual U, Balvanera P, Díaz S, Pataki G, Roth E, Stenseke M, ..., Yagi N (2017) Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Curr Opin Environ Sustain*
- Potschin, M. and R. Haines-Young, (2016). Defining and measuring ecosystem services. In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R. and Turner, R.K. (eds) *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, London and New York, pp. 25-44.
- Rendón O.R., Garbutt A., Skov M., Möller I., Alexander M., Ballinger R., ..., Beaumont N. A Framework Linking Ecosystem Services And Human Well-Being: Saltmarsh As A Case Study. *People And Nature*, British Ecological Society.
- Santos-Martín F, Geneletti D, Burkhard B. (2019) Mapping And Assessing Ecosystem Services: Methods And Practical Applications. *One Ecosystem*
- TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. p. 36.
- Kasparinskis R., Ruskule A., Vinogradovs I, Pecina M. (2018) The Guidebook On Ecosystem Service Framework In Integrated Planning. University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, p 63. Vihervaara P, Viinikka A, Brander L, Santos-Martín F, Poikolainen L, Nedkov S. (2019). Methodological Interlinkages For Mapping Ecosystem Services – From Data To Analysis And Decision-Support. *One Ecosystem*
- Walz, A., Schmidt, K., Ruiz-Frau, A. Et Al. (2019). Sociocultural Valuation Of Ecosystem Services For Operational Ecosystem Management: Mapping Applications By Decision Contexts In Europe. *Reg Environ Change* 19, 2245–2259 .

FRAGEN

Richtig/Falsch-Fragen

- 1) (R / F) Die ökologische Bewertung kann NICHT in Form von ethischen Werten ausgedrückt werden.
- 2) (R / F) Der prognostizierte Klimawandel bedroht die aquatische Biodiversität und die Ökosystemleistungen, unter anderem durch einen Beitrag zum Anstieg des Meeresspiegels.
- 3) (R / F) Sowohl direkte als auch indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlbefinden werden als "Ökosystemleistungen" betrachtet.
- 4) (R / F) Ökosystemdienstleistungen sind Produkte, die der Mensch für die Ökosysteme bereitstellt.
- 5) (R / F) Werte von Ökosystemdienstleistungen können in Geldeinheiten ausgedrückt werden.
- 6) (R / F) Nach der Verabschiedung der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 haben die Kartierung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen Priorität auf der Agenda aller EU-Länder erhalten.
- 7) (R / F) Bei der Bewertung von Ökosystemdienstleistungen werden biophysikalische, soziokulturelle und ökonomische Wertdimensionen getrennt berücksichtigt.
- 8) (R / F) Trade-offs werden gemeinhin definiert als eine Zunahme einer Ökosystemdienstleistung, die zu einer Abnahme einer anderen führt.
- 9) (R / F) Die Interaktion zwischen Kartenersteller und Kartennutzer ist einer der Engpässe bei der Kartierung von Ökosystemdienstleistungen.
- 10) (R / F) Die Einbeziehung von Interessengruppen ist bei der Erstellung einer Ökosystembewertung NICHT wesentlich.

Multiple-Choice-Fragen

- 11) Nahrung, genetische Ressourcen und Brennholz sind Beispiele dafür:
 - a) Regulierung von Dienstleistungen
 - b) Unterstützende Dienstleistungen
 - c) Kulturelle Dienstleistungen
 - d) Bereitstellung von Dienstleistungen
- 12) Freizeit- und Ökotourismus; Ortssinn sind Beispiele dafür:
 - a) Kulturelle Dienstleistungen
 - b) Bereitstellung von Dienstleistungen
 - c) Unterstützende Dienstleistungen
 - d) Regulierung von Dienstleistungen

13) Beispiele für Ökosystemdienstleistungen sind

- a) Ästhetische Schönheit
- b) Bestäubung von Nutzpflanzen
- c) Kreislauf der Nährstoffe
- d) Alle oben genannten Punkte

14) Welche der folgenden Punkte sind NICHT im "Kaskadenmodell" der Ökosystemdienstleistungen enthalten?

- a) Biophysikalische Struktur
- b) Vorteile
- c) Vergünstigungen
- d) Funktion

15) Welcher der folgenden Punkte ist einer der Nachteile von Ökosystemdienstleistungen?

- a) Abbau von Schadstoffen
- b) Übertragung von Schadstoffen
- c) Allergie durch Pollen
- d) Alle oben genannten Punkte

16) Welcher der folgenden Punkte ist ein Beispiel dafür, wie der Dienst eines Ökosystems beeinträchtigt oder bedroht sein könnte?

- a) Ein Fluss ist durch die Abfallprodukte einer nahe gelegenen Chemiefabrik verschmutzt
- b) Ein Feuchtgebiet wird entwässert, um Ackerland zu schaffen
- c) Ein Wald wird abgeholzt, um Bauholz für Wohnungen bereitzustellen
- d) Alle oben genannten Punkte

17) Welche der folgenden Aussagen in NOT gelten für die Bewertung von Ökosystemdienstleistungen?

- a) Notwendig, um informierte Entscheidungen für eine rationale Nutzung zu treffen
- b) Keine Notwendigkeit für zertifizierte Bewertungsmethoden
- c) Sollte auf zertifizierte Weise beurteilt werden
- d) sollte in transparenter Weise bewertet werden

18) Welche der folgenden Aussagen trifft NICHT auf den Strukturierungsleitfaden für die Bewertung von Ökosystemen zu?

- a) Kartierung von Ökosystemen
- b) Beschreiben des Zustands des Ökosystems
- c) Quantifizierung der Ökosystemleistungen
- d) alle oben genannten Punkte für die Bewertung des Ökosystems getrennt zu bewerten

19) Die soziokulturelle Dimension der Bewertung von ES zielt darauf ab:

- a) Identifizierung der Werte, die der Mensch der Natur beimisst
- b) Messung von Ökosystemstrukturen, -prozessen
- c) Erfassung der Wahrnehmungen, die von Menschen den Ökosystemleistungen zugeordnet werden
- d) Verbesserung des Verständnisses darüber, wie wichtig Ökosystemleistungen für die Menschen sind

20) Wie wird sich die zunehmende Artenvielfalt auf die Ökosystemleistungen auswirken?

- a) Sie erhöht die Effizienz und Produktivität eines Ökosystems
- b) Sie erhöht nur die Effizienz und nicht die Produktivität eines Ökosystems
- c) Sie erhöhen nicht die Effizienz und Produktivität eines Ökosystems
- d) Sie erhöht nur die Produktivität eines Ökosystems

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

KAPITEL 5

Umweltkompetenz

Anna KUJUMDZIEVA⁸, Maya NUSTOROVA⁹ & Trayana NEDEVA¹⁰

Einleitung

Parallel zur Formulierung des Begriffs Ökologie in der Ökologie hat sich ein weiterer Begriff über Ökologie herausgebildet, dessen Definition sich zweifellos von der traditionellen unterscheidet. Die Idee des Ökologismus als ein Ansatz, der die Bildung nachhaltiger menschlicher Gemeinschaften beeinflusst und eine wesentliche Rekonstruktion des Bildungssystems erfordert, wurde von Orr (1992) eingeführt. Diese Idee ist grundlegend für sein Verständnis von ökologischer/ökologischer Alphabetisierung und wurde Mitte der 80er Jahre zusammen mit der Einrichtung der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED) recht populär. Diese Institution wird 1983 gegründet, um die zunehmende Besorgnis über die zunehmende Verschlechterung der menschlichen und natürlichen Umwelt und deren Auswirkungen auf die wirtschaftliche und soziale Entwicklung bekannt zu machen.

Der WCED (umbenannt in Brundtland-Kommission) veröffentlichte einen Bericht mit dem Titel "Our Common Future" (Unsere gemeinsame Zukunft), der die erste umfassende Erhebung über die Gesundheit der Erde war und in dem die Verantwortung für Luftverschmutzung, Wüstenbildung und Armut detailliert beschrieben wurde. Dieser Bericht diskutierte auch das Konzept der nachhaltigen Entwicklung und formulierte es als *"...eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen"* (WCED, 1987). Der Bericht "Unsere gemeinsame Zukunft" diente als Grundlage für die Agenda 21, Kapitel 36, in der die Verantwortung für die Neuorganisation der Bildung im Rahmen der Vision für eine nachhaltige Entwicklung erklärt wurde (UNESCO, 1992). Infolge dieser Entwicklungen änderte die UNESCO ihr Internationales Umweltbildungsprogramm (1975-1995) in "Bildung für eine nachhaltige Zukunft" (UNESCO, 1997). Da das Konzept der nachhaltigen Entwicklung den Umweltbildungsprozess beeinflusste und umgestaltete, wurde die nachhaltige Entwicklung selbst als Bildungsfeld (d.h. Bildung für nachhaltige Entwicklung, BNE) gestaltet (Bonnett, 2002; Gonzalez-Gaudiano, 2005; Stevenson, 2006).

⁸ Assoc. Prof. Dr., Stiftung Intellekt, akujumdzieva@gmail.com

⁹ Prof. Dr., Stiftung Intellekt, m.nustorowa@abv.bg

¹⁰ Assoc. Prof. Dr., Stiftung Intellekt, nedeva@abv.bg

Fünf Jahre nach Orr's Arbeit über Ökologisierung führte Capra (1997) einen neuen Sinn des Begriffs Ökologisierung ein und definierte ihn als ein Verständnis der Prinzipien der Organisation von Ökosystemen und der Anwendung dieser Prinzipien zur Schaffung nachhaltiger menschlicher Gemeinschaften und Gesellschaften. (Cutter-Mackenzie & Smith, 2003). Namentlich die Idee, Ressourcen zum Zweck der Schaffung nachhaltiger menschlicher Gemeinschaften zu nutzen, erfordert und forderte einen grundlegenden Umbau der Bildungssysteme.

5.1. Was ist Umweltkompetenz?

Der Begriff ecoliteracy steht für das Verständnis und die Verinnerlichung nachhaltiger ökologischer Zusammenhänge in der Natur und die Übertragung dieses nachhaltigen Lebensstils auf das tägliche Leben. Diese Bedeutung ist gültig, auch wenn es für den Begriff Ökokompetenz nicht nur eine einzige und eindeutige Definition gibt.

Das Kernthema der Ökokompetenz basiert auf Nachhaltigkeit, wobei besonders betont wird, dass Arbeiten und Studien zur nachhaltigen Entwicklung Indikatoren und Metriken zur Bewertung dieser Ökokompetenz entwerfen sollten.

Der Literaturrecherche zufolge gibt es bisher keine Skala oder ein alternatives Modell für die Ökobilanz. Daher besteht die Notwendigkeit, eine für Erwachsene bestimmte Umwelterziehungsskala zu entwickeln und diese Skala zum Testen des alternativen Umwelterziehungsmodells zu verwenden.

Die Grundelemente des Konzepts des alternativen Ökologiemodells konzentrieren sich auf die gemeinsamen Punkte der Ökologie: nachhaltige, affektive, kognitive und verhaltensbezogene Wurzeln zu haben. Diese Wurzeln beziehen sich auf mehrere Unterkomponenten wie ökologische Intelligenz, soziale Intelligenz, emotionale Intelligenz, Wirtschaft und grünes Konsumverhalten.

Das von The entworfene Ökologiemodell, das diese Unterkomponenten gemäß der Literatur umfasst, ist in Abbildung 1 dargestellt. Nach diesem Modell sind Wirtschaft, emotionale und soziale Intelligenz Unterkategorien der ökologischen Intelligenz (1. Stufe des Modells). Die ökologische Intelligenz wiederum steht in der 2. Stufe des Modells in direktem Zusammenhang mit dem grünen Konsumverhalten.

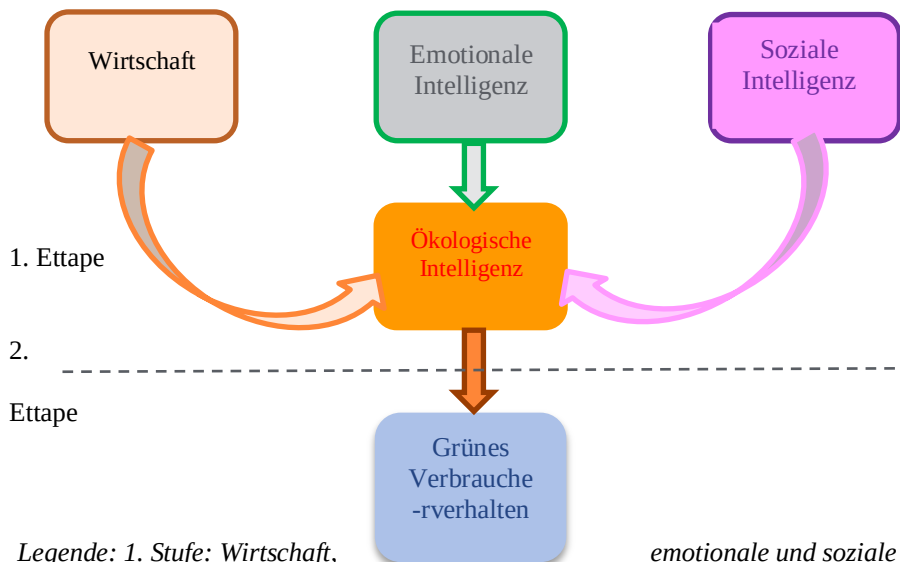
5.1.1. Ökologische Intelligenz

Ökologische Intelligenz ist eine der wichtigsten Untergruppen des Umweltwissens. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Konzept des Ökologismus entweder mit einer ganzheitlichen Perspektive oder mit Nachhaltigkeit verbunden ist. Die Hauptaufgabe der ökologischen Intelligenz ist:

- ✓ Soziale und ökologische Verantwortung und Bewusstsein zu kultivieren
- ✓ Kritisches Denken fördern
- ✓ Kooperatives Lernen verfolgen
- ✓ In der langfristigen Perspektive Verhaltensänderungen herbeizuführen.

Ökologische Intelligenz wird mit jenen Hirnarealen assoziiert, die für kognitive und affektive Reaktionen verantwortlich sind. Anatomisch und physiologisch sollten die beiden Hirnteile der Lernenden gefördert werden.

Abbildung 1. Alternatives Modell der Öko-Kompetenz



Legende: 1. Stufe: Wirtschaft, emotionale und soziale Intelligenz Unterkategorien der ökologischen Intelligenz; 2. Stufe - Verbindung der ökologischen Intelligenz mit grünem Verbraucherverhalten.

Ökologische Intelligenz respektiert die individuellen Eigenheiten. Sie übersieht sie nicht, da individuelle Erfahrungen die soziale Gemeinschaft beeinflussen.

Ein weiteres Schlüsselmerkmal der ökologischen Intelligenz ist ihre ganzheitliche Sichtweise, denn es gibt viele biotische und abiotische Faktoren in der Welt, auf die man achten muss. Daher kann jede Aktivität, ob sie mit Konsum verbunden ist oder nicht, direkt oder indirekt die Umwelt beeinflussen.

Es ist wichtig, dass die Menschen für ihren konkreten Umgang mit ihrer Umwelt und ihren sozialen Gemeinschaften verantwortlich sind. Da der Individualismus charakteristisch für die humankapitalistische Gesellschaft ist, kann sich der Mensch (als soziales Geschöpf) nicht vom sozialen Bereich isolieren, denn ökologische Intelligenz ist ein sozialer und kollektiver Prozess. Tatsächlich wird das Umweltgut durch sprachliche Kommunikation erreicht, und deshalb muss umweltverantwortliches Verhalten auch verantwortungsbewusstes soziales und wirtschaftliches Spiel beinhalten.

5.1.2. Soziale Intelligenz

Soziale Intelligenz ist die zweite wichtige Teilmenge der Umweltkompetenz. Soziale Intelligenz bezieht sich auf die soziale Verantwortung von Menschen in Bezug auf Nachhaltigkeit. Zum Beispiel müssen die Menschen annehmen, wie eine Sache produziert wird oder ob es in diesem Produktionsprozess einen ökologischen oder sozial-menschlichen Nutzen gibt.

Die soziale Intelligenz zu verbessern, ist aufgrund des Migrationsprozesses eine schwierige Aufgabe. Dieser Prozess besteht aus zwei Teilen: Migranten und Gastgeber (Städte/Länder). Die Migranten sind billige Arbeitskräfte für die Gastgeber. Deshalb werden sie "braune Revolution" genannt. Wenn die Bevölkerung der Migranten in einem städtischen Gebiet angesiedelt wird, führt dies zu massiven Belastungen des städtischen Lebens. Dies gilt insbesondere für Asien, Subsahara-Afrika, Lateinamerika (FAO, 2015).

Ein weiteres Problem ist die Anpassung der Landbevölkerung an das soziale Leben in den Städten. Dies ist kein einfacher Prozess, es besteht eine Kluft zwischen Antizipation und Realität im sozialen und wirtschaftlichen Leben.

Trotz dieser Überlegungen kann die braune Revolution aus wirtschaftlichen Gründen nicht aufgehalten werden (Economist, 2002). Eine kompromittierte Entscheidung ist es, sie einerseits zu verlangsamen und andererseits die Regierungen, das Leben der Landbevölkerung mit internen und externen Maßnahmen zu unterstützen, wie es der FAO-Bericht 2015 empfiehlt.

The Economist (2002) schlägt vor, die Stärkung der Landbevölkerung in "grüne Revolution" umzubenennen, da die ökologische Entwicklung des ländlichen Raumes mit der Wirtschaft zusammenhängt (FAO-Bericht, 2003).

5.1.3. Ökonomie

Der letzte Teilbereich der Umweltkompetenz ist die Wirtschaft. McCallum (2005) und Orr (2002) stellten fest, dass sich die westliche Wissenschaft im historischen Plan negativ auf das Verständnis der natürlichen Umwelt auswirkt: Ökologie und Ökonomie werden als zwei verschiedene und unabhängige Themen betrachtet. Gleichzeitig ergänzen sie sich aufgrund der Tatsache, dass die Wirtschaft Umwelt- und Humanressourcen benötigt, um ihre Entwicklung fortzusetzen. Deshalb sollte die Wirtschaft auf nachhaltiger Entwicklung basieren und nicht auf der Ausbeutung von Umwelt- und Humanressourcen (wie es die braune Revolution ist).

Daher sollten die Menschen in der Lage sein zu verstehen, dass alle ihre Bedürfnisse, die durch den Kauf von Lebensmitteln, Kleidung und Unterkünften befriedigt werden, von natürlichen Ressourcen abhängig sind. Deshalb müssen die Menschen über ihre eigenen Auswirkungen auf die Umwelt und die Notwendigkeit ihrer Prävention nachdenken und diese spüren. Deshalb wird der Sinn für die Umwelt als emotionale Intelligenz verstanden.

5.1.4. Emotionale Intelligenz

Auch die emotionale Intelligenz ist ein wichtiger Teilbereich der Umweltkompetenz. Tatsächlich fassen Goleman, Bennett und Barlow (2012) ökologische, soziale und emotionale Intelligenz unter dem Begriff Ökologie zusammen. In Bezug auf die emotionale Intelligenz sollte man in der Lage sein, die mutmaßlich negativen Auswirkungen seines Handelns auf die Gesellschaft, die natürliche Umwelt und die anderen Lebewesen zu spüren.

Auch McBride et al. (2013) haben diese Art der Beziehung zwischen den ökologischen, affektiven und kognitiven Elementen unter dem Begriff der Ökologie akzeptiert und diese Elemente als "Kopf, Herz, Hände und Geist"-Verbindungen bezeichnet.

Emotionale Intelligenz ist mit menschlichen Gefühlen verbunden. Sie ist der emotionale Teil des Ecoliteracy. Menschen haben Sinn und Emotionen, aber manchmal sind sie nicht in der Lage, sie zu verstehen oder auszudrücken. Was die Umwelt betrifft, so sind Menschen, wenn sie diese Umwelt fühlen (Schmerz, Verletzung, Angst, Furcht, Empathie usw.), mit ihr verbunden. Die Hauptfragen sind, ob menschliche Aktivitäten das Leben anderer Lebewesen stören, welche Gefühle sie haben und ob sie Empathie haben.

Es wird darauf hingewiesen, dass den erwachsenen Menschen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, da sie nicht sehr offen für Veränderungen sind und ihre Gefühle nicht wie Kinder erforschen und ausdrücken können; aus diesem Grund sollten spezifische Massnahmen für Erwachsene entwickelt werden, um mit ihren Sozial- und Konsumproblemen umzugehen.

5.1.5. Grünes Verbraucherverhalten

Im Allgemeinen geben erwachsene Menschen in der Regel mehr Produkte aus und konsumieren mehr, als sie wirklich brauchen. Diese Tendenz steht in direktem Zusammenhang mit dem wachsenden Konsumverhalten, (Aracioglu & Tatlıdil, 2009; Esposito, 2009). Es ist notwendig, die mit dem Konsumverhalten verbundene Übernutzung der natürlichen Ressourcen zu minimieren. Hier tauchte das Konzept für eine umweltfreundliche Produktion auf, die auf ökologische Elemente setzt. Dennoch, dass ökologisch basierte Produkte teurer sind, werden die Produzenten sie vermarkten, wenn die Verbraucher dazu neigen, Produkte zu kaufen, die im Einklang mit der Natur stehen. Auf diese Weise wird die industrielle Produktion der Natur nicht schaden. Zu berücksichtigen sind hier kollektives Handeln und die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Verwendung ökologischer Produkte. Diese Bedürfnisse werden von großer Bedeutung sein. So bezieht sich das kollektive Handeln grüner Verbraucher auf die Ökobilanz aufgrund des umweltverantwortlichen oder grünen Verbraucherverhaltens, das die sichtbare/beobachtbare Seite der Ökobilanz ist (Kapogianni, 2015; McBride et al., 2013).

Ecoliteracy fasst die folgenden vier Komponenten zusammen:

- ✓ Sich eine Vorstellung davon zu verschaffen, wie die Erde unter dem Gesichtspunkt der ökologischen Grundbegriffe (d.h. Ökosysteme, Energetik, Populationsökologie, Gemeinschaftsökologie, Stoffkreisläufe) funktioniert.
- ✓ Verstehen, wie der Mensch zur Ökologie des Planeten passt, einschließlich des Bewusstseins für die menschlichen Bedrohungen der ökologischen Integrität (d.h. globale Erwärmung, Ozonabbau, Zerstörung von Lebensräumen).
- ✓ Mögliche Lösungen für diese menschlichen Bedrohungen der ökologischen Systeme der Erde zu finden.

Die Grundlage, auf der diese ersten drei Komponenten der Umweltkompetenz aufgebaut sind, wird in der folgenden vierten Komponente skizziert.

Empathie und Verbundenheit mit der Natur zum Ausdruck bringen. Einfühlungsvermögen wird von verschiedenen Autoren auf unterschiedliche Weise definiert, als "Sinn für Wunder" (Rachel Carson), "Biophilie" (Harvard's E.O. Wilson) und "Liebe, Respekt und Bewunderung für das Land" (Aldo Leopold). Die Wissenschaftler und die Denker teilen fast zweifellos die Meinung, dass das heutige Leben der menschlichen Spezies auf dem Planeten im Großen und Ganzen nicht nachhaltig ist. Da die Menschheit auf einem Planeten mit physischen und Ressourcengrenzen lebt, müssen nachhaltige menschliche Aktivitäten als Bewusstsein und Antwort auf die genannten Grenzen praktiziert werden.

Der Weg zur Schaffung eines nachhaltigen menschlichen Unternehmens, sowohl auf lokaler als auch auf globaler Ebene, erfordert intelligente Lösungen für ein breites Spektrum von Umweltfragen. Intelligente, sachkundige Entscheidungen über Landnutzung, Wachstum, Energienutzung, Freiflächen, Umweltverschmutzung und viele andere Fragen erfordern ökologisch versierte Bürger.

5.2. Nutzen der Umweltkompetenz

Der Bedarf an Umweltkompetenz gründet auf unserem Verständnis der Ökosysteme unseres Planeten und der Art und Weise, wie Menschen in diesen Systemen effizienter und nachhaltiger leben können. Die Entscheidungen und Entscheidungen, die Einzelpersonen, Gemeinschaften und politische Entscheidungsträger treffen, beinhalten oft recht komplexe wissenschaftliche, wirtschaftliche und soziale Faktoren. Leider sind der Dialog und der Alphabetisierungsgrad der Bürger (auf allen Ebenen der Gesellschaft) durch Fehlinformationen und einen Mangel an kritischer Hinterfragung gekennzeichnet. Ein Beispiel für diese Realität, die in hohem Tempo voranschreitet, ist das Lesen von Büchern. Das Lesen von Büchern unter allen Jugendlichen und Erwachsenen nimmt allmählich ab. Gleichzeitig hat die Forschung gezeigt, dass die Lesefähigkeit im Alter der Kinder ebenfalls abnimmt. Die abnehmende Lesefähigkeit bei Jugendlichen wird auf *"Entfremdung und Entmachtung durch traditionelle Lehrpläne, pädagogische Praktiken und kulturell irrelevante Texte"* zurückgeführt (Okur-Berberoglu, 2018).

So kann Ökologie als eine integrierte Umweltdisziplin gelehrt werden, die sowohl altersgerecht als auch standardbasiert ist, um die Umweltkultur der Menschen an die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen des 21. Umweltkompetenz fördert eine Perspektive, die für ein nachhaltiges Leben wesentlich ist: dass die natürliche Welt die menschlichen Bedürfnisse und Errungenschaften unterstützt und begrenzt (Abb. 2).

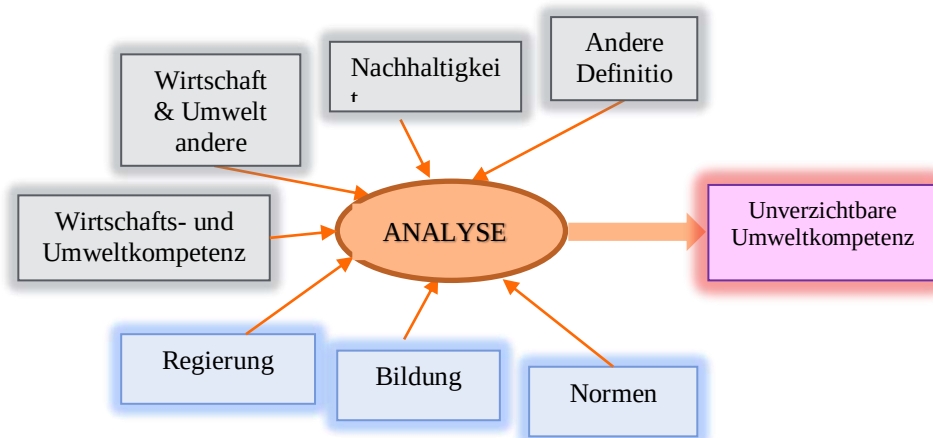
Ökologisierung ist nicht nur ein Bewusstsein für den Übergang zum Systemdenken. Sie geht darüber hinaus und wendet dieses Prinzip in einem intelligenten interdisziplinären Format auf alle miteinander verbundenen Themenbereiche an. Systemdenken ist unerlässlich, um eine Einstellung zu entwickeln, die den Tutoren helfen kann, die Auszubildenden zu einem gesunden und aktiven Umweltbewusstsein zu führen. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung von "Erdenhaftigkeit" - eine Ausrichtung der Menschen auf die Vernetzung mit allen Prozessen und Systemen der Erde, die die Bewegung der gesamten Gesellschaft hin zu gesunden Beziehungen zu unserer Umwelt fördern wird.

Moderne Forschungsansätze und -einrichtungen ermöglichen es den Wissenschaftlern, umfassende Informationen über die Gesundheit unseres Planeten zu sammeln. Der Informationspool von heute ist enorm. Um die Fähigkeit der Menschen zu verbessern, diese Informationen zu filtern und die komplexen natürlichen Systeme zu verstehen, die durch menschliche Aktivitäten beeinflusst werden, ist es immer wichtiger geworden, die Ökologie zu verbessern. Die Umweltkompetenz allein reicht nicht aus, um den gewünschten Wandel in unserer Einstellung zur Umwelt zu ermöglichen. Es ist keine leichte Aufgabe, da sich der Klimawandel weiter beschleunigt und die Krisen im Bereich der biologischen Vielfalt immer schlimmer werden. Sie bietet jedoch wertvolles Wissen, das zu den Bemühungen der Menschen um ein nachhaltiges Leben und eine nachhaltige Gesellschaft beitragen könnte. Seine Hauptpfeiler sind folgende:

- ✓ Durch Umweltkompetenz reifen Jugendliche und Erwachsene heran, um die Natur und ihren Platz in der Natur zu verstehen.
- ✓ Der Hintergrund der Umwelterziehung fördert die Verbindung zwischen Mensch und Natur und ermutigt sie, die Angst zu überwinden und das aus der Umwelterziehung übernommene Wissen zu erforschen, zu lernen und danach zu handeln.
- ✓ Das Leben ist gemeinschaftlich und kooperativ, und die Muster und das Netz der Arten, Gemeinschaften und Systeme halten sich gegenseitig fest.
- ✓ Das Leben verlangt, vielfältig zu sein. Vielfalt bedeutet, dass wir uns verändern können.
- ✓ Alle lebenden und nicht-lebenden Dinge sind miteinander verbunden, und im Leben geht es um Wechselbeziehungen. Gemeinschaften repräsentieren Ökosysteme. Arten haben immanente Verbindungen miteinander in einem Netzwerk, auch wenn dies manchmal bedeutet, dass sie sich gegenseitig fressen. Auch das ist eine Beziehung.
- ✓ Alles Denken beginnt mit der Sonne, die die Pflanzen ernährt, die das Leben auf der Erde erhalten.

- ✓ Die Zyklen der Lebensmaterie. Jedes Stück Sand und jeder Wassertropfen ist schon ewig da, und er wird immer da sein, wenn auch in einer anderen Form.
- ✓ In Ökosystemen gibt es keinen Abfall, denn sie sind immer Nahrung für einen anderen Organismus. Der Rest der Materie einer Art muss von einer anderen verwertet werden!
- ✓ Der Mensch braucht die Natur zum Leben. Sie brauchen saubere Luft, sauberes Wasser und sauberen Boden. Sie brauchen Pflanzen und andere Tiere, um mit den Menschen arbeiten zu können.

Abbildung 2. Wesentliches Konzept der Umweltkompetenz.



(angepasst nach Nichols, 2010)

5.2.1. Der Weg zum Aufbau der Umweltkompetenz

Wie bereits erwähnt, basiert das jüngste Verständnis von Ökologie auf einer neuartigen Verschmelzung von emotionaler, sozialer und ökologischer Intelligenz. Diese Elemente werden unter dem Gesichtspunkt der Fürsorge und Sorge, des Verständnisses natürlicher Systeme und des Aufbaus kognitiver Fähigkeiten mit Einfühlungsvermögen für das ganze Leben behandelt.

Indem diese Elemente der Intelligenz miteinander verknüpft werden, stellt die Ökologie die Erfolge aufgrund abnehmender Verhaltensprobleme auf, um die akademischen Leistungen zu steigern und das soziale und emotionale Lernen zu fördern. Auf diese Weise führt sie das Wissen, das Einfühlungsvermögen und das Handeln ein, um ein nachhaltiges Leben zu praktizieren.

Um eine sozial und emotional engagierte Bildung zu erreichen und zu fördern, wurden daher die folgenden Praktiken eingeführt, die natürlich nicht der einzige Weg sind, dies zu tun. Wenn es sich jedoch um solche Praktiken handelt, ist ein starker Weg zur Ökologisierung gelungen, und es entstanden gesündere Beziehungen zu anderen Menschen und Gemeinschaften.

Diese Praktiken lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Entwicklung von Empathie für alle Lebensformen

Im Allgemeinen haben alle lebenden Organismen, einschließlich des Menschen, gemeinsame Bedürfnisse für ihr Leben und Überleben - Nahrung, Wasser, Raum und Bedingungen, die die Dynamik des Lebensgleichgewichts unterstützen.

Ausgehend von diesen grundlegenden und gemeinsamen Bedürfnissen, die von allen Organismen geteilt werden, vollzieht sich eine Verschiebung von der zugegebenermaßen zentralen Rolle des Menschen als übergeordnetes Geschöpf hin zu einer authentischeren - (die Sicht des Menschen als Mitglied der natürlichen Welt). Damit wird eine Erweiterung der Empathie gegenüber der Lebensqualität anderer Lebensformen akzeptiert.

Die meisten Menschen zeigen Fürsorge und Mitgefühl gegenüber anderen Lebewesen, und das ist einer der wichtigen Indikatoren: Das menschliche Gehirn ist in der Lage zu fühlen. Diese Fähigkeit muss gepflegt werden, indem Lektionen geschaffen werden, die die wichtige Rolle hervorheben, die Pflanzen und Tiere bei der Aufrechterhaltung des Lebensnetzes spielen.

Einfühlungsvermögen kann auch durch Kontakte mit anderen Lebewesen gefördert werden, indem lebende Pflanzen und Tiere zu Hause gepflegt werden, indem Exkursionen in Naturgebiete, Zoos, botanische Gärten und Tierrettungszentren durchgeführt werden und indem man sich an Projekten vor Ort beteiligt, wie z.B. der Wiederherstellung von Lebensräumen.

Eine weitere Möglichkeit, Einfühlungsvermögen für andere Lebensformen zu entwickeln, ist das Verständnis der indigenen Kulturen. Die traditionellen Gesellschaften sind eng mit Pflanzen, Tieren, dem Land und den Lebenszyklen verbunden. Diese Art des täglichen Lebens hat diesen Gesellschaften über die Jahre hinweg geholfen, zu überleben. Das Verständnis der Beziehung zu ihrer Umgebung könnte hilfreich sein, um zu lernen, wie eine Gesellschaft lebt, wenn sie andere Lebensformen wertschätzt.

2. Übernehmen Sie Nachhaltigkeit wie eine Gemeinschaftspraxis

Die Lebewesen können in Isolation nicht überleben. Tatsächlich definiert das Beziehungsgeflecht innerhalb jeder lebenden Gemeinschaft ihre kollektive Fähigkeit, zu überleben und zu gedeihen. Das Kennenlernen der bemerkenswerten Arten und Weisen, in denen Pflanzen, Tiere und andere Lebewesen miteinander verbunden sind, inspiriert die Menschen dazu, die Rolle der intrinsischen Verbindungen innerhalb von Lebensgemeinschaften zu verstehen. Dies vermittelt eine Vorstellung davon, welchen Wert es hat, diese Beziehungen durch kooperatives Denken und Handeln zu verstärken.

Die Entwicklung von Nachhaltigkeit ist eine Gemeinschaftspraxis, enthält aber einige Merkmale, die außerhalb der gemeinsamen Aussagen für Gemeinschaftsaktivitäten liegen. Tatsächlich sind Gemeinschaftspraktiken für den Aufbau von Umweltkompetenz von wesentlicher Bedeutung, weil sie untersuchen, wie die Gemeinschaft sich selbst trägt - die tägliche Praxis wertet die gemeinsame Gunst auf.

Ein anderer Ansatz basiert auf Projekten, die Daten über die Energiequellen und die verbrauchte Menge sammeln und dann die Frage formulieren: *"Wie könnten wir die Art und Weise, wie wir Energie verbrauchen, ändern, so dass wir widerstandsfähiger sind und die negativen Auswirkungen auf Menschen, andere Lebewesen und den Planeten verringern?"* Solche Projekte können den Nutzern die Möglichkeit geben, mit dem Aufbau einer Gemeinschaft zu beginnen, die das Gemeinwohl und die Vielseitigkeit schätzt.

3. Unsichtbares sichtbar machen

Aus historischer Sicht, wie auch für einige heute noch existierende Kulturen, war der Weg von der Entscheidung und ihrer Umsetzung kurz und klar. Zum Beispiel kann eine Familie, die Land besitzt und dort arbeitet, bald Erfahrungen mit Überschwemmungen, Bodenerosion, Mangel an Schatten und einem enormen Rückgang der Artenvielfalt machen.

Die starke Entwicklung der Weltwirtschaft macht die Menschen jedoch blind, und sie können keine Erfahrung für die Schäden unseres Handelns haben. Aufgrund des raschen Wirtschaftswachstums wurde zum Beispiel die Nutzung fossiler Brennstoffe stark erhöht, und es war (und ist für viele Menschen immer noch) schwierig zu verstehen, dass sie mit ihrer Tätigkeit dem Ausmaß des Erdklimas schaden. Nichtsdestotrotz gibt es an einigen Orten auf der Erde unterschiedliche Anzeichen für einen Klimawandel, aber das tägliche Wetter ist nicht dasselbe wie ein Klimakollaps im Laufe der Zeit. Deshalb ist es wichtig, die Lebensweise so zu gestalten, dass sie die reale Klimasituation ausdrückt und unsichtbare Veränderungen sichtbar macht.

Es gibt eine Reihe von verschiedenen Strategien, um diesen Effekt zu erreichen. Der ausgezeichnete Ansatz sind webbasierte Werkzeuge wie Google Earth, die einen virtuellen Spaziergang und die Betrachtung der Landschaft in anderen Regionen und Ländern ermöglichen. Auf diese Weise können spezielle technologische Anwendungen wie "Good Guide" und "Fooducate" genutzt werden, die aus einer Vielzahl von "Forschungspaketen" ausgewählt werden. Auf diese Weise zeigen die leicht verständlichen Formate die Auswirkungen bestimmter Haushaltsprodukte auf unsere Gesundheit, die Umwelt und die soziale Gerechtigkeit.

Aus diesem Grund können die Auszubildenden mit Hilfe von Social-Networking-Websites mit denen aus weit entfernten Gebieten teilen und direkt erfahren, was die anderen testen und was für die meisten Auszubildenden unsichtbar ist.

4. Erwartung möglicher Konsequenzen

Viele der Umweltkrisen, die sich heute ereignet haben, haben unerwartete Auswirkungen auf das menschliche Verhalten. So wurden zum Beispiel einige Todesfolgen versucht und unterschiedliche technologische Möglichkeiten des Zugangs zu fossilen Brennstoffen, deren Produktion und Nutzung erlebt. All diese neuen technologischen Fähigkeiten wurden als Fortschritt für unsere Gesellschaft betrachtet. Heute hat die Öffentlichkeit die Abhängigkeit der Gesellschaft von fossilen Brennstoffen und die durch ihre Nutzung verursachte Verschmutzung, Zersiedelung der Vorstädte, internationale Konflikte und den Klimawandel verstanden. Natürlich gibt es einige bemerkenswerte Strategien, um mit unbeabsichtigten Folgen zu rechnen. Eine Strategie basiert auf dem Vorsorgeprinzip, das sich auf dieses Grundkonzept anwenden lässt: Im Falle einer Tätigkeit, bei der die Gefahr besteht, dass sie schädliche Auswirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit hat, sollten Schutzmaßnahmen in Bezug auf die wissenschaftlich gesicherten Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ergriffen werden.

Um neue Produkte, Technologien oder Praktiken zu behindern, wurde in der Vergangenheit davon ausgegangen, dass die Menschen, die sich um mögliche negative Auswirkungen kümmern, wissenschaftlich nachweisen müssen, dass daraus ein Schaden entstehen würde. Außerdem verlangt das Vorsorgeprinzip, das jetzt in vielen Ländern in Kraft ist, dass die Hersteller unter Beweis stellen müssen, dass sie unschädlich sind und die Verantwortung übernehmen, falls ein Schaden entsteht. Eine andere Strategie besteht darin, von der Problemlösung zur Analyse ihrer isolierten Komponenten überzugehen, um das Systemdenken anzupassen, um die Verbindungen und Beziehungen zwischen den enthaltenen Komponenten zu bewerten.

Die Anwendung des Systemdenkens ist anscheinend besser geeignet, um mögliche Folgen für eine kleine Änderung eines Teils des Systems vorherzusagen, die sich möglicherweise auf das gesamte System auswirken kann.

Eine einfache Methode, das Problem systemisch zu betrachten, besteht darin, es und alle seine Komponenten und Verbindungen abzubilden. Dann ist es einfacher, die Komplexität der Entscheidungen zu erfassen und mögliche Folgen vorherzusehen.

Daher spielt es keine Rolle, wie oft das Vorsorgeprinzip und das Systemdenken angewandt werden, denn in beiden Strategien wird man auf unvorhergesehene Folgen der Handlungen stoßen.

Der Aufbau von Flexibilität, zum Beispiel durch den Ausstieg aus dem Monokulturanbau oder durch die Einrichtung lokaler, weniger zentralisierter Ernährungssysteme oder Energienetze, stellt eine weitere wichtige Strategie dar, um unter diesen Umständen zu überleben. Wenden Sie sich also der Natur zu und stellen Sie fest, dass die Fähigkeit der natürlichen Gemeinschaften, sich von unbeabsichtigten Folgen zu erholen, überlebenswichtig ist.

5. Erkennen, wie die Natur das Leben erhält

1. Die ecoliterierten Menschen geben zu, dass die Natur das ewige Leben erhalten hat; als Folge davon haben sie sich der Natur zugewandt, da ihr Tutor mehrere

entscheidende Prinzipien lehrte. Drei dieser Prinzipien sind für die Ökologisierung des Lebens besonders gerechtfertigt. Das Volk der Ecoliter hat anhand der Natur studiert, dass alle lebenden Organismen Elemente eines verworrenen, miteinander verbundenen Lebensnetzes sind und dass diese Elemente einen bestimmten Platz einnehmen, wenn sie überleben wollen. Dozenten können das Verständnis für das vielfältige Beziehungsgeflecht innerhalb eines Ortes fördern, indem sie die Auszubildenden diesen Ort als System studieren lassen.

2. Die ecoliterate people sind sich bewusst, dass alle Systeme in der Natur existieren und auf verschiedenen Maßstabsebenen strukturiert sind. Organismen sind Mitglieder von Systemen, und diese Systeme sind innerhalb eines anderen Systems positioniert, das sich von der Mikro- zur Makroebene entwickelt. Jede Ebene ist wichtig, da sie den Rest unterstützt, um Leben zu erhalten. Wenn die Lernenden beginnen, das komplexe Beziehungsgeflecht zu verstehen, das ein Ökosystem aufrechterhält, können sie besser verstehen, dass es für das Überleben und die Unterstützung eines Systems bei der Reaktion auf Störungen notwendig ist, die Beziehungen zu stärken.
3. Ecoliterate Menschen praktizieren gemeinsam eine Lebensweise, die die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt. Gleichzeitig unterstützt dieser Lebensstil die wesentliche Fähigkeit der Natur, das Leben in der Zukunft zu erhalten. Sie haben von der Natur gelernt, dass sie als Mitglieder eines gesunden Ökosystems mit den Ressourcen, die sie zum Überleben brauchen, nicht falsch umgehen dürfen. Sie haben auch von der Natur gelernt, sich nur das zu nehmen, was sie zu einer Zeit brauchen, in der sie es brauchen, und ihr Verhalten sowohl in Zeiten des Wohlstands als auch in Zeiten von Schwierigkeiten abzustimmen. Das setzt voraus, dass die Auszubildenden lernen, perspektivisch zu denken und Entscheidungen darüber zu treffen, wie sie leben wollen.

5.2.2. Leitlinien für die Umwelterziehung

Die oben erwähnten 5 Praktiken bauen auf sozialen und emotionalen Lernfähigkeiten auf. Um die Organisationsprinzipien von Ökosystemen zu verstehen, die sich über Milliarden von Jahren entwickelt haben, muss man die Grundprinzipien der Ökologie - die Sprache der Natur - erlernen. Der nützlichste Rahmen für das Verständnis der Ökologie ist heute die Theorie der lebenden Systeme, die sich noch im Entstehen befindet und deren Wurzeln die organismische Biologie, die Gestaltpsychologie, die allgemeine Systemtheorie und die Komplexitätstheorie (oder nichtlineare Dynamik) umfassen.

Was ist ein lebendes System? Lebende Systeme sind das, was wir sehen, wenn wir in die Natur hinausgehen. Alle Lebewesen - von Bakterien bis zu großen Säugetieren - bilden ein lebendes System. Jedes lebende System besteht aus Teilen - die Teile der lebenden Systeme sind selbst lebende Systeme. Nach der Definition von lebenden Systemen sind die Gemeinschaften von Organismen, zu denen sowohl Ökosysteme als

auch menschliche Sozialsysteme wie Familien, Schulen und andere gehören, lebende Systeme.

Wie man in Umweltkompetenz ausbildet

Aus historischer Sicht spiegeln die Definition und Entwicklung der Umweltbildung die Veränderungen in der Umwelt und die damit verbundenen Probleme wider.

Die UN-Generalversammlung erkannte die Bedeutung der Umwelterziehung und in der Folge der ökologischen Alphabetisierung an und befürwortete 1987 die Entwicklung von Bildungsprogrammen, die sich an die lokalen wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Realitäten anpassen (UNESCO, 2005).

Unter dem Gesichtspunkt dieser Realitäten wurden folgende Ziele der Umweltbildung festgelegt (Gevorgyan & Adanalian, 2009):

1. Förderung des Wissens über die Umwelt und ihre Bedingungen;
2. Bereitstellung von Kriterien, Normen und Empfehlungen, die für eine angemessene Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Erhaltung der natürlichen Umwelt und integrative Lösungen für wirtschaftliche, soziale und ökologische Fragen erforderlich sind;
3. Möglichkeiten für die Erhaltung der Umwelt entlang des wirtschaftlichen Fortschritts zu schaffen;
4. die Bedeutung ökologischer Traditionen und umweltfreundlicher Mittel der Wirtschaftsführung zu verstärken, um das Umweltmanagement zu fördern.
5. Die heutigen und künftigen Generationen sollen ermächtigt und darauf vorbereitet werden, einen ausgewogenen und kohärenten Ansatz für die wichtigsten Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung (wirtschaftlich, sozial, ökologisch) zu verwenden.

Umweltbildung basiert auf der Prämisse, dass sowohl die natürliche als auch die vom Menschen geschaffene Umwelt, lokal und global, voneinander abhängig sind und Wechselwirkungen zwischen biologischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Kräften beinhalten (UNESCO, 1980). Die ökologische Nachhaltigkeit hängt von der natürlichen Umwelt ab und davon, wie sie fortbesteht und vielfältig und produktiv bleibt, sowie vom Zustand von Luft, Wasser und Klima.

Die Umweltkompetenz konzentriert sich auf die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Elementen in der Umwelt und menschlichen Aktivitäten. Sie ist für das Erreichen einer sich selbst erhaltenden Gemeinschaft mit der Bewahrung der Ressourcen für künftige Generationen von wesentlicher Bedeutung. Die Umweltkompetenz ist der wichtigste Teil der Bildung auf allen Ebenen. Umweltkompetenz ist ein wesentliches Element umweltgerechten Verhaltens, da sie als Fähigkeit definiert ist, die Gesundheit der Umweltsysteme zu unterscheiden und zu interpretieren und geeignete Initiativen zur Erhaltung, Wiederherstellung oder

Erweiterung ihrer Gesundheit zu ergreifen (Disinger & Roth, 1992). Dies gilt sowohl auf individueller als auch auf kommunaler Ebene (Esposito, 2009).

Ökologisch gebildete Menschen verfügen über Kenntnisse ökologischer Prinzipien, über die Sorge um eine gesunde natürliche Umwelt und über die Fähigkeit, umweltverantwortliches Verhalten zu zeigen. Sie sind verantwortungsbewusste und lebenslang lernende Menschen. Um diese Eigenschaften zu erreichen, versuchen sie, Forscher, reflektierende Lerner, intelligent selbstgesteuerte, moralisch verantwortliche und ökologisch verantwortliche Menschen zu werden (Puk, 2002). Mit diesen Eigenschaften versteht ein ökologisch gebildeter Mensch die Umweltrealitäten, indem er gezielt deren Ursache-Wirkungs-Beziehungen identifiziert, und sorgt für den Wechsel zu einem ökologischen Paradigma, indem er andere Menschen beeinflusst. Dieser Wechsel zu einem ökologischen Paradigma ist ein Teil des Übergangs zur Nachhaltigkeit. Das bedeutet, dass nicht nur die Befriedigung von Grundbedürfnissen, sondern auch die Schaffung einer lebendigen Gesellschaft sehr wichtig wird (Ecological Literacy, 2011).

Die Grundprinzipien für die Ausbildung eines umweltbewussten Menschen sind folgende

- ✓ Obligatorisches und prioritäres Umweltwissen im Bildungssystem;
- ✓ Konsistenz und Kontinuität der Ausbildung auf dem Gebiet der Ökologie;
- ✓ Bildung konzentriert sich auf die Lösung praktischer Probleme bei der Erhaltung und Wiederherstellung der natürlichen Umwelt, ressourcenschonendes Naturmanagement;
- ✓ Allgemeingültigkeit und Komplexität;
- ✓ Schwerpunkt auf der Entwicklung des Menschen in Bezug auf die Umwelt, Verständnis der persönlichen Verantwortung für deren Erhaltung, Wiederherstellung und Vermehrung;
- ✓ Öffentlichkeitsarbeit zur Entwicklung und Durchführung von Programmen zur Umwelterziehung und -sensibilisierung;
- ✓ Kontinuität der einheimischen und weltweiten Erfahrungen bei der Bildung von Umweltbildung der Bevölkerung;
- ✓ Interregionale und internationale Zusammenarbeit zur Bildung einer umweltbewussten Person.

Die Erziehung ökologisch gebildeter Jugendlicher im schulischen Umfeld wird stark von ihrer Umgebung - ökologisch gebildete Familien, Lehrer, Freunde - beeinflusst. Daher ist es auch notwendig, Familien und Lehrer über Ökologiekompetenz zu informieren (Yıldırım & Hablemitoğlu, 2013). Die von McBride (2011) formulierten Hauptempfehlungen zur Erreichung von Ecoliteracy werden über verschiedene Kanäle umgesetzt - von der traditionellen Bildung über wissenschaftliche Kommunikation bis hin zur finanziellen Motivation. Diese Empfehlungen werden in Tabelle 1 diskutiert:

Tabelle 1. Acht Empfehlungen zur Erreichung der Umweltfreundlichkeit

Kanäle	Empfehlung	Bedingungen für die Realisierung
Bildung		
Formell / Traditionell	1. Aktualisierung der Ökologiestandards und -bewertungen	Standards sollten: - die heutige Vision der Umweltkompetenz widerspiegeln - Für den Unterricht nützlich sein - in Bildungstheorie und Forschung verankert sein - mit Bewertungsinstrumenten verbunden sein
	2. Aktualisierung der Ökologie-Lehrpläne und Unterrichtsmaterialien	✓ Neue oder ergänzende standardisierte Lehrbücher und Lehrpläne, die auf den oben genannten Standards basieren und mit entsprechenden Bewertungen ausgestattet sind ✓ Ihr Inhalt sollte sich auf die Verbindungen zwischen den Lernenden und ihren lokalen Ökosystemen konzentrieren
Partizipatorisch / Interaktiv	3. Einbindung der Studierenden in echtes wissenschaftliches Engagement	- Ökologisches Lehren muss das ökologische Lernen durch ökologisches Handeln fördern
	4. Einbeziehung informeller Lernoptionen	- Naturzentren - Museen - Andere nicht schulische Bildungseinrichtungen (einschließlich Internet)
Durch Massenmedien	5. Durchführung von Kampagnen in den Massenmedien	- Bedarf an koordinierten und verlängerten Kampagnen der elektronischen und Printmedien

Kommunikation		
von Wissenschaftlern	6. Ausbildung und Unterstützung für engagierte Ökologen anbieten	- Ausbildung von Ökologen zu fähigen Kommunikatoren (sowohl als Lehrer als auch als Mitarbeiter), die zu effektiven Förderern der Ökologie werden,
	7. Anerkennung und Honorierung von Ökologen für die Teilnahme	- Die Bemühungen der Ökologen um die Förderung der Ökologie müssen anerkannt und belohnt werden, ebenso wie ihre Beiträge zur ökologischen Wissenschaft.
Motivation		
Finanzen	8. Einen monetären Anreiz bieten, um bestimmte Handlungen zu motivieren oder zu verhindern	- Regierungsvergütung für "grüne" Aktivitäten und/oder Strafe für "nicht-grüne" Aktivitäten als Instrument zur Förderung der Umweltkompetenz

Angepasst nach McBride, 2011

David Orr schrieb in seinem Buch "Ecological Literacy" (2005): *"Unsere Bemühungen um den Aufbau einer nachhaltigen Welt können nicht erfolgreich sein, wenn zukünftige Generationen nicht lernen, wie sie zu unserem gegenseitigen Nutzen mit natürlichen Systemen zusammenarbeiten können. Mit anderen Worten: Kinder müssen "ökologisch gebildet" werden. Sie zielt, so David Orr in seinem Vorwort, "auf eine tiefere Umwandlung der Substanz, des Prozesses und des Umfangs von Bildung auf allen Ebenen - familiär, geographisch, ökologisch und politisch".*

Ein beispielhafter Ansatz für effektives Lehren und Lernen im Bereich der Umweltkompetenz wird von McBride (2011) beschrieben und umfasst die folgenden Meilensteine:

Verwenden Sie ökologische Untersuchungen und Ermittlungen (Original und/oder angepasst):

- ✓ Lehrer verwenden Anfragen, um Sie bei der Entwicklung von Bildungsaktivitäten zu unterstützen, die den Bildungsanforderungen eines Lehrplans entsprechen.
- ✓ Beispiele:

- Ein Ausbilder mit einem Abschluss in Bodenökologie befragt Auszubildende zu den Auswirkungen von Bodendürre auf das Pflanzenwachstum.
- Ein Ausbilder mit einem Abschluss in Pflanzenökologie befragt Auszubildende über Saatguttyp und Ausbreitungsmechanismen von Pflanzen und lehrt sie so Anpassungsstrategien von Pflanzen.

Wenden Sie ökologische Forschung an:

- ✓ Die Lehrkräfte bestimmen den Rahmen der verschiedenen Forschungsaktivitäten, wie z.B. Praxisaufgaben, Fallstudien, Beobachtungsstudien, und die Auszubildenden ihrerseits entwerfen und führen sie durch.
- ✓ *Beispiele:*
 - Ein graduierter Praktikant, dessen Forschungstätigkeiten mit der Feuerökologie in Zusammenhang stehen, arbeitet mit berufstätigen Schülern aus dem Biologieunterricht an Gymnasien und arbeitet auch mit den örtlichen Stadtverwaltungen zusammen, um Experimente über die mutmaßlich negativen Auswirkungen eines Brandes in der besagten Gegend zu entwerfen und durchzuführen.
 - Ein Diplom-Praktikant in Forstwirtschaft arbeitete mit Grundschulklassen zusammen, um die Blatt- und Blütenbildung der Arten in ihren Schulhöfen zu verfolgen und die Prozesse vorherzusagen und zu überwachen.

Demonstration ökologischer Forschung im Freien:

- ✓ Graduierte Stipendiaten arbeiteten mit Lehrern und Studenten zusammen, um physische Strukturen auf dem Schulgelände zu schaffen, und zwar in Zusammenarbeit mit anderen Experten aus der Universität und der Gemeinde, darunter gemeinnützige Umweltorganisationen, Künstler, Landschaftsarchitekten und Schreiner. Diese dienen als kontinuierliche Ressourcen für das Lehren und Lernen über Ökologie.
- ✓ *Beispiele:*
 - Eine Schule entwickelte einen Garten mit einheimischen Pflanzen
 - Eine andere Schule baute einen Lehrpfad.

Grundkompetenz der Umwelterziehung

Die Beziehung zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt zu verstehen, bedeutet zu verstehen, wie die Natur funktioniert. Diese Beziehungen können durch die folgenden Grundkompetenzen geklärt werden:

- ✓ Bewertung der Auswirkungen menschlicher Handlungen und Technologien
- ✓ Lernen in der Gemeinschaft
- ✓ Erforschen Sie traditionelles ökologisches Wissen
- ✓ Achten Sie auf die Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs
- ✓ Erhöhung und Erhaltung der Biodiversität
- ✓ Die Kultur lokaler Gemeinschaften erforschen, beobachten und untersuchen
- ✓ Erforschen Sie, wie Menschen von der Natur abhängig sind

- ✓ Konzentrieren Sie sich auf Umweltfragen, die persönlich angemessen sind.
- ✓ Sorge, Einfühlungsvermögen und Respekt gegenüber anderen Lebewesen ausdrücken
- ✓ Verfolgte beim Lernen über die Umwelt verschiedene Standpunkte
- ✓ Mentor sein, lehren, andere für Umweltfragen begeistern
- ✓ Einstufung der Bedeutung eines bestimmten Gebiets durch mehrfache Besuche in diesem Gebiet
- ✓ Planen Sie Veranstaltungen, um andere für eine aktive Beteiligung an solchen
- ✓ Teilnahme an Gemeindeveranstaltungen und Aktionen, die die Nachhaltigkeit fördern
- ✓ Erforschen Sie die Interaktionen innerhalb der Gemeinschaft und der breiteren Gesellschaft
- ✓ Arbeit an Umweltlösungen, die zu Gleichheit, Gerechtigkeit, Inklusivität und Respekt für alle Menschen beitragen
- ✓ Förderung der Bürgerwissenschaft durch lokale Daten

Umweltkompetenz in Aktion

Wenn Sie über Räumlichkeiten mit Praktikanten verfügen, die den Sinn für das Staunen über die natürliche Welt fördern und Kinder ermutigen, diese Welt im Rahmen persönlicher oder institutioneller Projekte zu erforschen. Dieser Ort würde die Freude an der Beziehung mit der übrigen Natur unterstützen. Darüber hinaus werden die Praktikanten ermutigt, eine kontinuierliche Beziehung zu natürlichen Orten zu pflegen.

Gemeinsam würden alle Auszubildenden (Erwachsene und Kinder) lernen, dass sie sich auf die Natur verlassen und auch, dass sie ein aktiver Teil von ihr sind. Dies würde eine Grundlage dafür schaffen, dass Kinder sich erkundigen, lernen und als lebenslange Bürger des Planeten wachsen können. Umweltkompetenz muss so vermittelt werden, dass die Auszubildenden sich danach sehnen, Fragen zu stellen und Antworten zu finden und ihren Platz in der Welt kennen zu lernen.

Das Konzept des Ausbildungssystems

Eine effiziente Ausbildung in Umweltkompetenz erfordert die Nutzung einer Vielzahl von Unterrichtsstrategien, die auf den Prinzipien basieren, die dem Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler entsprechen und auf hirngestützter Forschung basieren. Das Ziel dieser Lehrstrategien ist es, das Wissen, die Fähigkeiten und die Einstellungen zu vermitteln, die für ein nachhaltiges Leben unerlässlich sind. Es ist bewährte Praxis, dass Studierende besser lernen, wenn die von den Lehrern angewandten Lehrstrategien die Innen- und Außenumgebung vereinen, d.h. sowohl Innenstudien als auch Aktivitäten im Freien umfassen. Diese Kombination ermöglicht es den Studierenden, praktische Tätigkeiten zu üben, Zeit für Reflexion und Entscheidungsfindung zu haben, interdisziplinäre Projekte zu entwickeln usw.

Diese Ausbildungsstrategien werden durch verschiedene Ausbildungsansätze umgesetzt, die der Vielfalt der Studierenden gerecht werden. Diese sind die folgenden.

Ortsbezogenes Lernen

Das Prinzip dieses Ausbildungsmodus (der vor einem Jahrhundert erfunden wurde und Erfahrungslernen genannt wird) besteht darin, die Studierenden in ihrem eigenen Umfeld zu beschäftigen. Die Hauptvorteile dieser Strategie bestehen darin, dass sie die Phantasie der Schülerinnen und Schüler anregt und das Umweltmanagement und die staatsbürgerliche Verantwortung fördert.

Das Hauptmerkmal des ortsbezogenen Lernens besteht darin, mit einfachen Fragen zu beginnen: "Was ist mein Platz? Wo gehöre ich hin? Was ist die Geschichte meines Platzes? Wo ist die Position meines Platzes innerhalb der übrigen Welt?

Um erfolgreich zu sein, muss ein ortsbezogenes Programm die Studierenden als Teilnehmer/innen am sozialen Leben ihrer Gemeinschaften betrachten. Folglich muss dieses Programm Aktivitäten wie die folgenden vorsehen:

- ✓ Lernen im Freien durchführen: die Schülerinnen und Schüler in die Gemeinschaft und die natürliche Umgebung mitnehmen; das Gelernte wieder in den Unterricht integrieren.
- ✓ Bringen Sie die Schülerinnen und Schüler dazu, die sie umgebende Gemeinschaft zu kartografieren, um eine visuelle Darstellung ihres Platzes innerhalb der größeren Systeme zu erstellen, zu denen sie gehören, und um die wichtigsten ökologischen und kulturellen Prinzipien zu erlernen.
- ✓ Betonen Sie den Beitrag der Schülerinnen und Schüler zur Umweltqualität und zum Wohlergehen der Gemeinschaft; regen Sie sie dazu an, echte Probleme auf der Grundlage des Gelernten zu lösen.
- ✓ Stimulieren Sie die aktive Rolle der Schülerinnen und Schüler bei der Gestaltung ihrer eigenen sozialen, physischen und wirtschaftlichen Umgebung und arbeiten Sie dabei mit den Bürgern und Institutionen vor Ort (Organisationen, Behörden, Regierungsbehörden, Unternehmen) zusammen.
- ✓ Ermutigen Sie die Schülerinnen und Schüler, ihre Gemeinschaft als ein Ökosystem zu betrachten und die Beziehungen und Prozesse zu verstehen, die notwendig sind, um die Gesundheit des Ökosystems zu unterstützen.

Es gibt viele Vorteile des ortsbezogenen Lernens, die durch gründliche Forschungsaktivitäten belegt sind. Einige der vielversprechendsten beziehen sich auf: höhere Testergebnisse, bessere Noten, verbessertes Verhalten in Innenräumen, bessere Problemlösungsfähigkeiten, verbesserte Denkfähigkeiten.

Projektbezogenes Lernen

Der projektbasierte Lernansatz ist eine wertvolle Strategie, da er auf herausfordernden Fragen basiert, deren Beantwortung komplexe Denkweisen und Fähigkeiten erfordert. Projektbasiertes Lernen ist in der Regel interdisziplinär und recht komplex. Projekte können von unterschiedlicher Dauer sein, erfordern aber von den Studierenden die Auseinandersetzung mit verschiedenen Ressourcen und Werkzeugen, darunter das Web, die Zusammenarbeit untereinander, die Gemeinschaft, externe Experten, schriftliche Ressourcen usw.

Beim projektbasierten Lernen ist die Rolle des Lehrers eher die eines Vermittlers als die eines Experten für das Lernen. Die wichtigsten Vorteile des projektbasierten Lernens stehen im Mittelpunkt:

- ✓ Verbesserte Fähigkeiten zu kritischem Denken und Problemlösung
- ✓ Förderte positive Einstellungen gegenüber verschiedenen Studienfächern und bessere Leistungen bei angewandten Problemen.
- ✓ Bessere Einstellung zum Lernen und bessere Arbeitsgewohnheiten

Um die Umweltkompetenz zu fördern, sind projektbasierte Lernerfahrungen wie die Wiederherstellung von Lebensräumen und die Modellierung der Entwicklung der Landwirtschaft sehr geeignet.

Sokratische Untersuchung

Basierend auf der Sokrates-Philosophie, dass Fragen, nicht Antworten, das Lernen stimulieren, nutzt diese Strategie die Idee, Schülerinnen und Schüler zu ermutigen, ihre Annahmen, Werte und Vorurteile zu hinterfragen. Dieser Prozess hilft den Schülern nicht nur dabei, ihre Missverständnisse zu klären, sondern auch ihre Gedanken in Bezug auf diese Angelegenheit zu klären.

Die Einbindung der Schülerinnen und Schüler in sokratische Diskussionen hilft ihnen, sich tief in das diskutierte Thema einzuarbeiten und kritisch darüber nachzudenken, während sie gleichzeitig ihre Fähigkeiten des Zuhörens, der Artikulation und der Präsentation von Ideen verbessern. Sokratische Diskussionen tragen auch dazu bei, bei den Schülerinnen und Schülern einen Sinn für Toleranz gegenüber unterschiedlichen Meinungen zu entwickeln.

Bei dieser Strategie verlagert sich die Rolle des Lehrers vom Ausbilder zum Moderator der Diskussion.

In Bezug auf die Umweltkompetenz diskutieren und debattieren die Schülerinnen und Schüler bei der Anwendung der sokratischen Untersuchung Themen wie Tierschutz, Arbeitnehmerrechte, das Recht zu wissen, was in genetisch veränderten Pflanzen enthalten ist, usw.

Erfahrungsorientiertes Lernen

Das Erfahrungslernen betrachtet das Lernen als einen aktiven Prozess. Erfahrungslernen fördert die Einbindung in die reale Welt und definiert die Rolle des Lehrers als Vermittler des Lernens für die Schüler als aktive Empfänger. Die Philosophie dieser Lernstrategie ist, dass der Lernprozess ein kontinuierlicher Prozess ist, in dessen Zentrum die Erfahrung der Lernenden steht.

Die Studenten, die am Erfahrungslernen teilnehmen, folgen dem so genannten "Lernzyklus", einem Prozess, der die Erforschung, Konzeptbildung und Konzeptanwendung umfasst. Dieser Zyklus wird jedes Mal wiederholt, wenn die Studierenden eine Idee testen.

Erfahrungslernen ist entscheidend für die Nachhaltigkeit. Nur durch den direkten Kontakt mit der Natur entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein tiefes Verständnis für grundlegende ökologische Prinzipien.

Interdisziplinäres Lernen

Interdisziplinäres Lernen konzentriert sich auf die Herstellung von Beziehungen zwischen traditionellen Disziplinen wie Mathematik, Naturwissenschaften, Geschichte und Sprachen. Hier widmet sich das Lehren und Lernen Problemen, deren Lösung Kenntnisse und Fähigkeiten aus verschiedenen Fächern erfordert. Auf diese Weise wird ein erweitertes und komplexeres Verständnis der untersuchten Themen realisiert.

Interdisziplinäres Lernen vermeidet den Erwerb isolierter Fähigkeiten. Im Gegenteil, es erlaubt den Studierenden, sich einem Problem von verschiedenen Einstiegspunkten aus zu stellen, da sie verschiedene Informationsquellen und Standpunkte nutzen. Es erlaubt den Lehrern auch, angemessene Beurteilungsmethoden zu erfinden.

Die Vorteile des interdisziplinären Unterrichts liegen darin:

- ✓ Fördert die Lernmotivation der Studierenden
- ✓ Stimuliert das aktive Engagement der Studenten
- ✓ Helfen Sie den Studierenden, den Wert dessen, was sie lernen, zu erkennen
- ✓ Fördert die Interaktion der Schüler untereinander, mit Lehrern und Gemeindemitgliedern.

Interdisziplinäres Lehren und Lernen ist der beste Ansatz, um die Prinzipien eines nachhaltigen Lebens zu übernehmen.

Lernergebnisse

Die Lernergebnisse spiegeln die kognitiven und praktischen Fähigkeiten der Auszubildenden wider. Es handelt sich dabei um Aussagen, die das Wissen, die Fähigkeiten, die Autonomie und die Verantwortung beschreiben, die die Auszubildenden bis zum Ende eines Ausbildungskurses, einer bestimmten Aufgabe oder eines Programms erwerben sollten. Sie helfen den Auszubildenden auch zu verstehen, warum es sich lohnt, diese Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen zu erwerben, und wie sie sie für ihre persönliche Entwicklung nutzen können.

Die Lernergebnisse konzentrieren sich auf den Kontext des spezifischen Themas und die potenziellen Anwendungen der erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten. Auf diese Weise helfen die Lernergebnisse den Auszubildenden, das Lernen aus verschiedenen Kontexten mit der Praxis sowie mit der Bewertung und Evaluierung dieses Wissens in Beziehung zu setzen.

Die Lernergebnisse betonen die Anwendung des Wissens in Situationen des realen Lebens und seine Integration im Auslandssinne.

Ausgehend von den Learning Outcomes als wichtigem Qualifikationsdeskriptor besteht das übergeordnete Ziel eines Studiengangs der Umweltkompetenz darin, den Auszubildenden eine solide Grundlage für die Umweltkompetenz zu vermitteln (EQF, 2018). Dies bedeutet die Fähigkeit zum detaillierten Verständnis von Umweltproblemen

mit dem Ziel, ihre Analyse, Synthese, Bewertung und Entscheidungsfindung auf Bürgerebene zu ermöglichen.

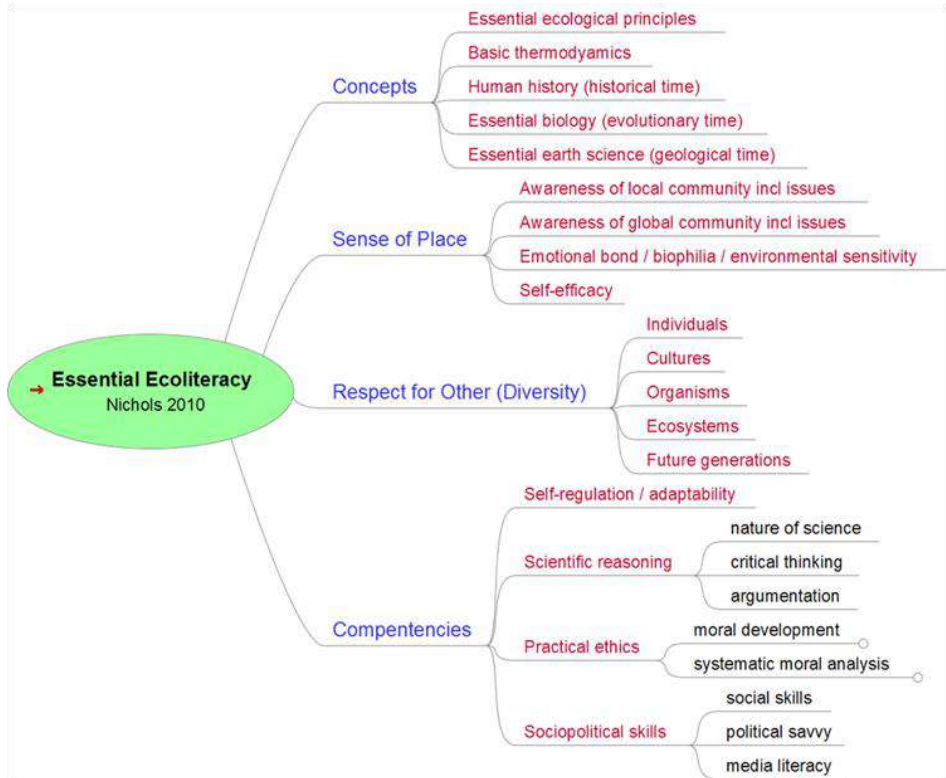
Umweltkompetenz in den Lehrplänen

Heutzutage ist die Umweltkompetenz eine zentrale Plattform der Bildung auf allen Ebenen. Die Prinzipien des ecoliteracy könnten dazu genutzt werden, nicht nur den Lernprozess, sondern auch die Lerninhalte und die Art und Weise, wie sie organisiert sind, zu überdenken und neu zu strukturieren. Das Ecoliteracy-Curriculum muss die folgenden Überlegungen berücksichtigen:

- ✓ Durch Bildung Veränderungen in der Gesellschaft in Bezug auf Annahmen und Weltanschauungen durchzusetzen.
- ✓ Den Schülerinnen und Schülern zu helfen, die Funktionsweise der Ökosysteme und die Rolle des Menschen als wesentliches Element zur Unterstützung ihrer Gesundheit als untrennbarer Teil des menschlichen Lebens zu verstehen.
- ✓ miteinander verbunden zu sein und einen ganzheitlichen Ansatz bei der Untersuchung der grundlegenden Organisationsmuster des Lebens zu verwenden, um die Schülerinnen und Schüler proaktiv und kreativ für ihre Zukunft zu machen.
- ✓ Unterstützung der Umweltverantwortung, die überall umgesetzt und praktiziert werden soll.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen ermutigt werden, die Natur zu beobachten und zu "lesen", um das Gefühl des Staunens zu erleben, das die Kenntnis der Natur mit sich bringen kann.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen dazu angeregt werden, ein Gespür für den Ort zu entwickeln und Kenntnisse über die örtliche Umwelt aufzubauen sowie ein Verantwortungsgefühl gegenüber anderen zu entwickeln.
- ✓ Bei den Schülerinnen und Schülern das Gefühl des Engagements zu kultivieren, das Gefühl, etwas bewegen zu können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, für die Zukunft zu denken, Weitsicht zu entwickeln und langfristig zu denken.

Zusammenfassend lassen sich die Grundzüge der Ökologisierung und ihre Bedürfnisse als vielfältiger Ansatz zur Etablierung nachhaltiger ökologischer Zusammenhänge in der Art und Ausgestaltung ihres Transfers in den Alltag wie folgt zusammenfassen (Abb. 3).

Abb. 3. Wesentliche Elemente der Umweltkompetenz



Quelle: Nickols, 2010

5.3. Ökologische Bildung und der Übergang zur Nachhaltigkeit

5.3.1. Ökologische Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit dient der Erhaltung, dem Schutz und der Regeneration von Ressourcen, die sich auf die Zukunft der menschlichen Gesundheit auswirken. Nachhaltigkeit bedeutet, unseren Planeten und die natürliche Umwelt zu schützen, den Kohlenstoffausstoß, erneuerbare Brennstoffquellen, die menschliche und ökologische Gesundheit zu reduzieren und gleichzeitig unsere Lebensweise nicht zu beeinträchtigen.

In der Ökologie bedeutet Nachhaltigkeit, wie Ökosysteme vielfältig und produktiv bleiben. Gesunde Wälder und Ozeane sind Beispiele für nachhaltige Ökosysteme. Allgemeiner ausgedrückt bedeutet Nachhaltigkeit die Stabilität aller Systeme und Prozesse.

Der Begriff der nachhaltigen Entwicklung wurde von der Brundtland-Kommission erfunden, die 1983 von den Vereinten Nationen mit dem Ziel eingesetzt wurde, über die Möglichkeiten nachzudenken, die menschliche Umwelt und die natürlichen Ressourcen zu schützen und eine Verschlechterung der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung zu vermeiden (Gro Harlem Brundtland war die ehemalige norwegische Premierministerin und wurde aufgrund ihres starken Hintergrunds in den Wissenschaften und der öffentlichen Gesundheit gewählt) (UNO, 1987). Nach der Brundtland-Kommission wird nachhaltige Entwicklung definiert als eine Entwicklung, die "die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen".

Ökologische Nachhaltigkeit ist ein Teil der Beziehung zwischen dem Menschen und seiner natürlichen und sozialen Umwelt. Der Bereich der nachhaltigen Entwicklung, der auch als Humanökologie bezeichnet wird, wird um den Bereich der menschlichen Gesundheit erweitert. Grundlegende menschliche Bedürfnisse wie die Qualität von Luft, Wasser und Nahrung sind auch die ökologischen Grundlagen für eine nachhaltige Entwicklung. In Übereinstimmung mit dem IISD-Jahresbericht 2011 *kann das Angehen von Risiken für die öffentliche Gesundheit durch Investitionen in Ökosystemdienstleistungen eine starke und transformative Kraft für die nachhaltige Entwicklung sein, die sich in diesem Sinne auf alle Arten erstreckt.*

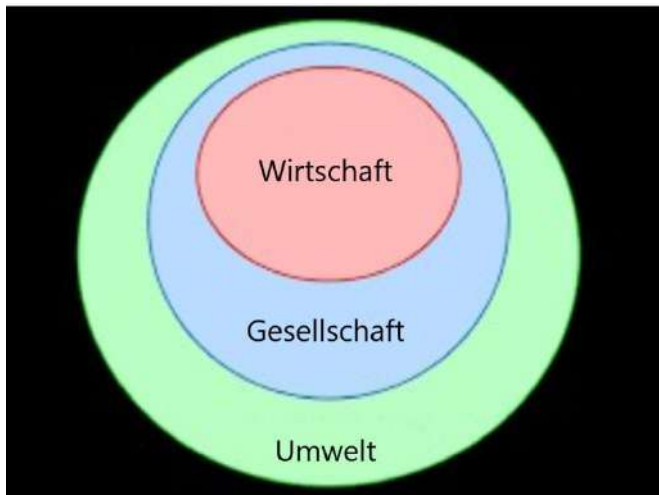
Die von den 189 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen verabschiedeten Ziele der Nachhaltigkeit wurden vorangetrieben, um bis 2015 die folgenden Standards für nachhaltige Entwicklung zu erreichen (UN, 2005):

1. Beseitigung von extremer Armut und Hunger
2. Verwirklichung der allgemeinen Grundschulbildung
3. Förderung der Gleichstellung der Geschlechter und Ermächtigung der Frauen
4. Senkung der Kindersterblichkeit
5. Die Gesundheit der Mütter verbessern
6. Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten

7. Gewährleistung der ökologischen Nachhaltigkeit (eines der Ziele in diesem Ziel konzentriert sich auf die Verbesserung des nachhaltigen Zugangs zu sauberem Trinkwasser und grundlegender sanitärer Versorgung)
8. Entwicklung einer globalen Partnerschaft für Entwicklung

Die Menschen müssen das Wissen um ökologische Prinzipien, die Sorge um eine gesunde natürliche Umwelt und die Fähigkeit zu umweltverantwortlichem Verhalten besitzen. In diesem Zusammenhang bedeutet Ökologiekompetenz die Fähigkeit, ökologisches Verständnis, ökologisches Denken und ökologische Gewohnheiten für ein gesundes Leben einzusetzen. Im 21. Jahrhundert wird nachhaltige Entwicklung als die Fähigkeit der Biosphäre und der menschlichen Zivilisation, nebeneinander zu existieren, sowie als die Möglichkeiten, eine homöostasengleiche Umwelt zu erhalten, betrachtet. Für viele Wissenschaftler umfasst die Nachhaltigkeit drei miteinander verbundene Bereiche oder Säulen: Umwelt, Wirtschaft und Soziales. Diese Säulen und ihre Wechselbeziehungen beruhen nach Fritjof Capra auf den Prinzipien des Systemdenkens (Capra, 2015) (Abb.4).

Abbildung 4. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

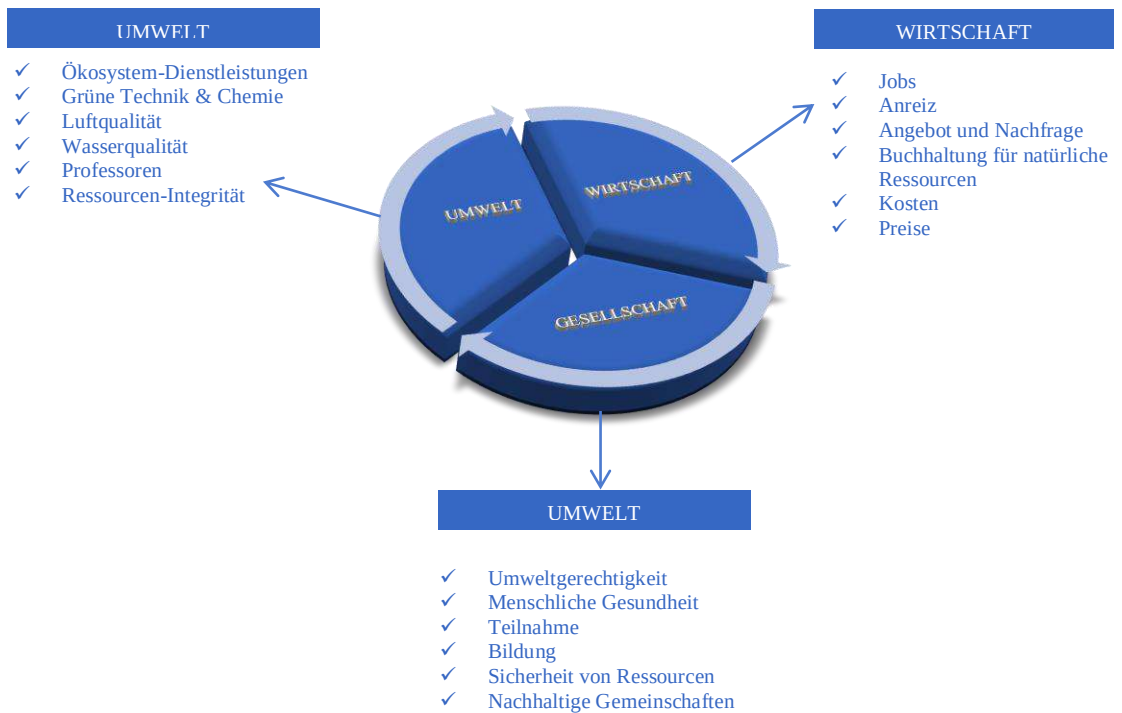


Quelle: en.wikipedia.org

Das Schema stellt die Beziehung zwischen den drei Nachhaltigkeitssäulen dar. In ihm werden sowohl die wirtschaftliche als auch die soziale Säule durch ökologische Grenzen kontrolliert (Scott, 2009). Einige Nachhaltigkeitsexperten veranschaulichen eine vierte Säule der Nachhaltigkeit - künftige Generationen, die das mit der Nachhaltigkeit verbundene langfristige Denken betont (Waite, 2013).

Die wichtigsten Nachhaltigkeitskriterien, wie sie von der US-Umweltschutzbehörde EPA (United States Environmental Protection Agency) angeboten werden, decken die Umwelt sowie wirtschaftliche und soziale Aspekte ab und umfassen jeweils mehrere große Themenbereiche (Abb. 5).

Abbildung 5. Hauptkriterien im Zusammenhang mit den drei Säulen der Nachhaltigkeit.



Pfeiler: UMWELT

Breites Thema	Aktivitäten	Beispiele
Ökosystem-Dienstleistungen	✓ Schutz, Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit kritischer natürlicher Lebensräume und Ökosysteme	✓ Innovative Nährstoffmanagementtechniken (Grüne Infrastruktur)
Grüne Technik & Chemie	✓ Entwicklung chemischer Produkte und Prozesse zur Eliminierung von Giftstoffen, Wiederverwendung/Recycling von Chemikalien, Reduzierung der Gesamtlebenszykluskosten	✓ Lebenszyklus-Bewertungen im Produktdesign
Luftqualität	✓ Verwaltung und Aufrechterhaltung von Luftqualitätsstandards und Verringerung der Gefährdung durch toxische Luftschadstoffe	✓ Untersuchung möglicher Strategien zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen
Qualität des Wassers	✓ Verringerung der Belastung durch Schadstoffe in Wassersystemen und Infrastruktur ✓ Zur Optimierung von Alterungssystemen ✓ Zur Erforschung von Behandlungsansätzen und Technologien der nächsten Generation	✓ Innovative Technologien zur Wasserwiederverwendung und -aufbereitung
Stressfaktoren	✓ Verringerung der Auswirkungen von Schadstoffen, Treibhausgasemissionen, GVO auf das Ökosystem und gefährdete Bevölkerungsgruppen	✓ Schicksal von GVOs im Boden
Ressourcen-Integrität	✓ Verringerung nachteiliger Auswirkungen durch	✓ Innovative Technologien und Verfahren zur

- ✓ Minimierung der Abfallerzeugung
- ✓ Um versehentliche Freilassung und zukünftige Aufräumarbeiten zu verhindern

Vermeidung von Umweltbelastungen

Pfeiler: WIRTSCHAFT

Breites Thema	Aktivitäten	Beispiele
Jobs	✓ Zur Stärkung und Erhaltung gegenwärtiger und zukünftiger Arbeitsplätze	✓ Einführung innovativer Technologien und Praktiken, die der Gesellschaft und der Umwelt vielfältigen Nutzen bringen
Motivationen	✓ Die menschliche Motivation fördern	✓ Kollaborative Ansätze für das Management von städtischem Regenwasser
Angebot und Nachfrage	✓ Vollständig informierte Marktpraktiken zu fördern, um ökologische Gesundheit und sozialen Wohlstand zu unterstützen	✓ Kosten- und Nutzenrechnungstechniken über den gesamten Lebenszyklus
Buchhaltung für natürliche Ressourcen	✓ Verbesserung des Verständnisses und der quantitativen Bewertung von Ökosystemleistungen bei der Kosten-Nutzen-Analyse	✓ Nachhaltigkeitsbeurteilungen
Kosten	✓ die Kosten von Prozessen, Dienstleistungen und Produkten über den gesamten Lebenszyklus positiv zu beeinflussen	✓ Ermutigung zur Entwicklung abfallfreier Prozesse
Preise	✓ Förderung von Preisen, die das Risiko für neue Technologien verringern	✓ Schnelle Einführung innovativer Technologien und Ansätze auf dem Markt

Pfeiler: GESELLSCHAFT

Breites Thema		Aktivitäten		Beispiele
Umweltgerechtigkeit	✓	Schutz der Gesundheit von Gemeinschaften, die durch Umweltverschmutzung überlastet sind, indem sie befähigt werden, ihre Gesundheit und Umwelt zu verbessern	✓	Etablierte Partnerschaften mit lokalen und staatlichen Organisationen, um gesunde und nachhaltige Gemeinschaften zu erreichen
Menschliche Gesundheit	✓	Die menschliche Gesundheit schützen, erhalten und verbessern	✓	Etabliertes Modell zur Vorhersage der Entwicklungstoxikologie
Teilnahme	✓	Anwendung transparenter Prozesse, die relevante Interessengruppen einbeziehen	✓	Entwickelte eine Datenbank mit risikoreduzierten Pestiziden für häufig verwendete Produkte; ✓ Größeres öffentliches Verständnis über Nachhaltigkeit
Bildung	✓	Verbesserung der Aufklärung über die Nachhaltigkeit der allgemeinen Öffentlichkeit, der Interessengruppen und der potenziell betroffenen Gruppen	✓	Bietet Studenten und Gemeinden die Möglichkeit, etwas über Nachhaltigkeit zu lernen
Sicherheit von Ressourcen	✓	Schutz, Erhaltung und Wiederherstellung des Zugangs zu Wasser, Nahrung, Land und Energie für gegenwärtige und zukünftige Generationen	✓	Untersuchung der Auswirkungen von Schadstoffen auf natürliche Wasserwege
Nachhaltige Gemeinschaften	✓	Förderung der Entwicklung von	✓	Landschaft mit einheimischen

Gemeinschaften, die ein
nachhaltiges Leben
fördern

✓ Pflanzenarten
Grüne Gebäude

übernommen aus: www2.epa.gov

Die Hauptmerkmale der drei Hauptsäulen der Nachhaltigen Entwicklung lassen sich wie folgt umreißen:

✓ **Ökologische Nachhaltigkeit:**

Ökologische Nachhaltigkeit bedeutet, umweltfreundliche Produkte herzustellen, Umweltverschmutzung und Klimawandel zu bekämpfen und Praktiken zu erforschen, die sicherstellen, dass die natürlichen Ressourcen intakt bleiben, damit die Bestandteile der Umwelt nicht geschädigt werden. Die Definitionen von nachhaltiger Herstellung, Produkten und Praktiken sind in Abb. 6 skizziert.

Nach Pettinger (2018) geht es bei der ökologischen Nachhaltigkeit auch um den Schutz und die Erhaltung der Umweltressourcen für die zukünftigen Generationen. Die ökologische Nachhaltigkeit befasst sich mit Themen wie:

- *Langfristige Gesundheit des Ökosystems:* Schutz der Nahrungsmittelversorgung, der landwirtschaftlichen Bestände.
- *Erneuerbare Ressourcen:* zur Diversifizierung der Energiequellen.
- *Schutz der biologischen Vielfalt und der ökologischen Struktur:* Für die Herstellung einiger Medikamente sind bestimmte Pflanzenarten erforderlich; dies schränkt künftige technologische Innovationen ein.
- *Verhinderung der globalen Warnung aufgrund menschlicher Aktivitäten:* Umsetzung einer Politik, die sicherstellt, dass die Umwelt nicht zerstört wird.
- *Intergenerationelle Entscheidungsfindung:* Entscheidungen unter Berücksichtigung der Folgen für die künftigen Generationen treffen. Zum Beispiel bietet die Verbrennung von Kohle aufgrund der billigeren Energie einen kurzfristigen Nutzen; in der Zwischenzeit verursacht die zusätzliche Umweltverschmutzung Kosten für künftige Generationen.

Abbildung 6. Praktiken der Umweltverträglichkeit

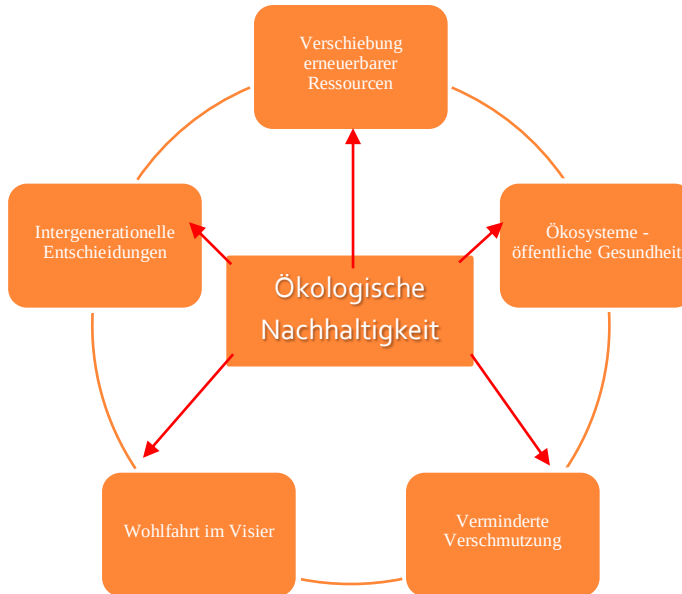


Quelle: https://www.pngitem.com/pimgs/m/56-569962_environmental-sustainability-practices-hd-png-download.png

Damit stehen die Ziele der ökologischen Nachhaltigkeit im Mittelpunkt (Abb. 7):

- Verlagerung auf erneuerbare Ressourcen durch Einschränkung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Ressourcen;
- Schutz der Gesundheit der Ökosysteme durch Vermeidung irreparabler Schäden an den Ökosystemen;
- Vermeidung von übermäßiger Verschmutzung durch Kontrolle der Verschmutzung der Erdatmosphäre
- Treffen Sie Entscheidungen zwischen den Generationen, indem Sie wirtschaftliche Entscheidungen auf der Grundlage zukünftiger Konsequenzen in langfristiger Vision treffen;
- Wohlfahrt und nicht nur wirtschaftlichen Nutzen durch die Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen anstreben, die das soziale Wohlergehen wertschätzen.

Abbildung 7. Ziele der ökologischen Nachhaltigkeit



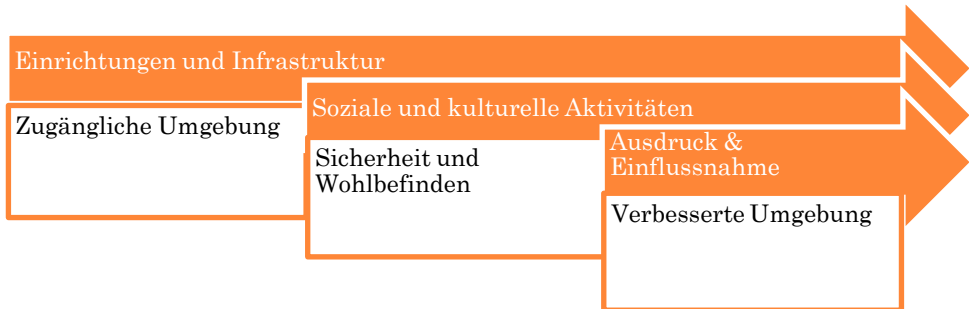
✓ **Soziale Nachhaltigkeit:**

Soziale Nachhaltigkeit bedeutet die Fähigkeit der Gesellschaft, durch Befriedigung individueller Bedürfnisse auf gemeinsame Ziele hinzuarbeiten, z.B. auf die Befriedigung individueller Bedürfnisse nach Gesundheit und Wohlbefinden, Ernährung, Obdach, Bildung, Kultur usw. Soziale Auswirkungen können eine Vielzahl von Aktivitäten umfassen, die erreicht werden sollen: von der Schaffung einer sicheren Arbeitsumgebung bis hin zur Entwicklung und Umsetzung von Programmen zur Sensibilisierung für die Ökologie.

The social sustainability targets combining planet, people and profit for common benefits, are focused on (Fig. 8):

- Einrichtungen und Infrastruktur: Zugänglicher Transport und Straßenführung, Bereitstellung von genügend physischem und gemeinschaftlichem Raum, Bildung von Orten mit eigenem Charakter;
- Soziale und kulturelle Aktivitäten: Gemeinschaftseinrichtungen, Wohlbefinden; Gefühl der Sicherheit;
- Ausdruck und Einflussnahme: Zuversicht, die Umgebung zu beeinflussen und zu verbessern.

Abbildung 8. Hauptziele der sozialen Nachhaltigkeit



✓ **Wirtschaftliche Nachhaltigkeit:**

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit bedeutet, dass eine Entwicklung hin zu sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit finanziell machbar ist. Wirtschaftliche Nachhaltigkeit bezieht sich daher auf die Art und Weise, wie eine Wirtschaft nachhaltig funktioniert und soziale und ökologische Elemente abschirmt. Wirtschaftliche Nachhaltigkeit gründet sich auf wichtige wirtschaftliche Ergebnisse. Zum Beispiel führt die Reduzierung der Kohlenstoffemissionen zu Kosteneinsparungen.

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit wird durch intelligentes Wirtschaftswachstum, Ausgaben für Forschung und Entwicklung, Kosteneinsparungen, langfristige Planung, die zu sozialen und ökologischen Vorteilen wie Fahrpreisbesteuerung, Geschäftsethik, Beschäftigung, Handel, Energieeffizienz, Kohlenstoffgutschriften usw. führt, erreicht.

Nachhaltig vs. nicht-nachhaltig

Nachhaltigkeit erfordert, dass menschliche Aktivitäten die Ressourcen der Natur in einem Tempo nutzen, in dem sie sich auf natürliche Weise wieder auffüllen können. Eine nicht-nachhaltige Situation entsteht, wenn das natürliche Kapital (die gesamten Ressourcen der Natur) schneller verbraucht wird, als es wieder aufgefüllt werden kann. Theoretisch ist das langfristige Ergebnis dieser nicht-nachhaltigen Situation die Unfähigkeit, menschliches Leben zu erhalten (Russell & Fran, 2019). Nachhaltige vs. nicht-nachhaltige Situationen in Bezug auf den Zustand der Umwelt als Folge des Ressourcenverbrauchs sind in Tabelle 2 dargestellt.

Bildung für nachhaltige Entwicklungssysteme

Ein vielversprechender Weg zu einer nachhaltigen Umweltentwicklung ist die Gestaltung von Systemen, die flexibel und reversibel sind (Zhang & Babovic, 2012; Fawcett et al., 2012). Bildung für nachhaltige Entwicklung ist ein solches flexibles und reversibles System, das zentrale Fragen der nachhaltigen Entwicklung in das Lehren und Lernen integriert. Zu den Schlüsselthemen der Entwicklung kann die Unterweisung in den Bereichen Klimawandel, Katastrophenvorsorge, Biodiversität und nachhaltiger Konsum gezählt werden. Dieses System erfordert partizipatorische Lehr- und Lernmethoden, die die Lernenden motivieren und befähigen, ihr Verhalten zu ändern und Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung zu ergreifen. Deshalb fördert die

Bildung für nachhaltige Entwicklung Kompetenzen wie kritisches Denken, das Vorstellen von Zukunftsszenarien und das Treffen von Entscheidungen in Zusammenarbeit (UNESCO, 1997; Marope, Chakroun, & Holmes, 2015).

Tabelle 2. Nachhaltig/unnachhaltige Situationen

Verbrauch natürlicher Ressourcen	Zustand der Umwelt	Nachhaltigkeit
Mehr als die Fähigkeit der Natur, sich zu regenerieren	Umweltzerstörung	Ökologisch nicht nachhaltig
Gleichwertig mit der Fähigkeit der Natur, sich zu regenerieren	Ökologisches Gleichgewicht	Stabile Staatswirtschaft
Weniger als die Fähigkeit der Natur, sich zu regenerieren	Ökologische Erneuerung	Umweltverträglich

Quelle: <https://en.wikipedia.org/>

Um effizient umgesetzt werden zu können, brauchte der Prozess der Bildung für nachhaltige Entwicklung relevante Umweltlehrpläne und -programme, deren Entwicklung von der Erklärung von Tiflis (Erklärung von Tiflis, 1978) geleitet wurde. Dieses Dokument umriss eine Reihe von Zielen und Prinzipien, die bei der Entwicklung von Umweltlehrplänen und -programmen zu befolgen sind. Die in der Erklärung von Tiflis genannten Ziele und Prinzipien veranschaulichten, dass die Umweltbildung die Vorstellung fördern muss, dass die Schülerinnen und Schüler ein Verständnis für die natürliche Welt erhalten und zu kritischen Denkern, aktiven Teilnehmern und zu Gleichgewichten werden und anerkennen müssen, wie wirtschaftliche und soziale Bedürfnisse die ökologischen Beziehungen in ihren eigenen Gemeinschaften beeinflussen. Sie konzentrierte sich auch auf Umweltfragen aus regionaler und globaler Perspektive, so dass die Schülerinnen und Schüler Einblicke in Umweltfragen in anderen Regionen der Welt erhielten, was wiederum Einfühlungsvermögen, Verantwortung und Zusammenarbeit bei der Auseinandersetzung mit der Wiederherstellung und Verbesserung der Umwelt fördern sollte (Locke, Russo, & Montoya, 2013).

Klien und Merritt (1994) verknüpften die Ziele und Prinzipien der Umwelterziehung mit den Lerntheorien der Konstruktivistinnen und fanden viele Ähnlichkeiten. Sie schlugen vor, dass Schüler und Lehrer sich aktiv an der Schaffung von Wissen über die Umwelt durch reale Situationen/Erfahrungen beteiligen müssen, anstatt passiv vorgegebene Fakten zu lernen. Um lokale Bedeutung zu erlangen, muss der Unterricht reale Probleme diskutieren und lösen; der Unterricht muss lernerzentriert sein und der Lernprozess interaktiv in einer Gruppe von Lernenden organisiert werden.

Darüber hinaus muss die Beurteilung so durchgeführt werden, dass der Fortschritt der Schülerinnen und Schüler wirklich gemessen wird (Locke et al., 2013).

Dillon und Scoullos (2003) betonten die Tatsache, dass die Einbeziehung der Lernenden in den Lernprozess wesentlich ist, wenn man die Umwelt untersucht, und dass Umwelterziehung am effektivsten ist, wenn sie auf einem pragmatischen sozialkonstruktivistischen Ansatz beruht. Sie schlagen vor, dass Umweltprogramme wirksamer sind, wenn die Schüler aktiv an Aktivitäten teilnehmen, die als nützlich und kulturell akzeptabel empfunden werden.

Jedes Umweltthema ist mit einem bestimmten historischen Kontext und einer bestimmten geographischen Lage verbunden. Dies erfordert von den Lehrern und Schülern, dass sie es nicht nur im Zusammenhang mit den Kräften und Lebensstilen untersuchen, die zu dem Thema beigetragen haben, sondern auch mit der menschlichen und physischen Geographie der Zone, die es als Umweltproblem geformt hat (Montoya & Russo, 2006). Aus diesem Grund muss der Schwerpunkt des Unterrichts vom Inhalt auf das Erfahrungslernen umgelenkt werden, damit die Schülerinnen und Schüler nicht nur das Fach Theorie lernen, sondern durch praktische Aktivitäten persönliche und Gruppenschlussfolgerungen ziehen können. Auf diese Weise werden sowohl Lehrer als auch Schüler durch die Konzentration auf reale Situationen in einer lokalen Umgebung (UNESCO, 2005) die Leitprinzipien der ökologischen Bildung für nachhaltige Entwicklung erfüllen. Die UNESCO stellte in ihrem Dokument von 2005 über die Neuausrichtung der Lehrerausbildung im Hinblick auf Nachhaltigkeit fest, dass nachhaltige Bildung zwar auf lokalen Bedürfnissen und Bedingungen basieren müsse, sie jedoch anerkenne, dass eine Konzentration auf die Problematik lokaler Gemeinschaften oft globale Folgen habe (Locke et al., 2013).

Einer der wichtigsten Schritte, die zur Lösung von Umweltproblemen und zur Schaffung einer nachhaltigen Zukunft unternommen werden müssen, ist das Verständnis von Ökologie. Roth (1991) definiert drei Ebenen von Ökologie:

- ✓ Die erste Ebene - grundlegende Umweltbegriffe zu erkennen und ihre Bedeutungen zu definieren;
- ✓ Die zweite Ebene - die Fähigkeit, Umweltwissen und -konzepte zu nutzen, um Positionen zu bestimmten Umweltfragen zu formulieren;
- ✓ Die dritte Ebene - die Fähigkeit, Informationen zu sammeln und auszuwerten, Alternativen auszuwählen und Maßnahmen zu verschiedenen Umweltfragen zu ergreifen.

So definiert, bedeutet Umweltkompetenz nicht nur die Fähigkeit, verschiedene Aspekte der Umwelt zu identifizieren, zu klassifizieren und zu benennen, sondern sie umfasst auch die Fähigkeit, Maßnahmen zu ergreifen und am Entscheidungsprozess von Umweltproblemen und -fragen mitzuwirken (Locke et al., 2013). Ökologiekompetenz erfordert ein gewisses Bewusstsein für die physische Umwelt. Es geht jedoch über die einfache Identifizierung von Pflanzen- und Tierarten hinaus, um Verständnis und Wissen über die ökologischen Beziehungen und Wechselwirkungen sowie über die langfristigen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt zu erlangen (Capra, 1999; Orr, 1994; Smith-Sebasto, 1997).

Beginnend mit der Vorschule muss der Einzelne auf jeder Stufe des Bildungssystems in der Entwicklung von Umweltkompetenz geschult werden. Eines der wichtigsten Themen, die zur Entwicklung des Umweltbewusstseins beitragen, ist die Umwelterziehung (Watling & Zachary, 2013). Yildirim und Hablemitoğlu (2013) konzentrieren sich darauf, zu erklären, wie Umwelterziehung die Schaffung einer nachhaltigen Umwelt beeinflusst, und schlagen das "*ökosoziologische Modell*" von U. Bronfenbrenner (1986) vor, das von Stanger (2011) als Bildungsmodell für Umwelterziehung an Schulen adaptiert wurde. Die Erörterung ökologischer Systeme ist wichtig, damit die Jugendlichen die positiven und negativen Auswirkungen der auf jeder Ebene des Ökosystems stattfindenden Veränderungen auf die Umwelt und das menschliche Leben leicht verstehen und durch das Herstellen korrekter ökologischer Zusammenhänge ökologisch gebildet werden.

5.3.2. Verbesserung der Nachhaltigkeit durch Bildungsmanagement

Die Umwelterziehung hat eine bedeutende Bedeutung bei der Schaffung von Überzeugungen, Verständnis und menschlichem ökologischen Verhalten. Die Umwelterziehung widmet sich der Erhaltung der Nachhaltigkeit durch bestimmte Auswirkungen der Bildung auf die Umwelt. Es ist wichtig, die Wirksamkeit des Learning Management Systems (LMS) auf die Umwelterziehung zu verstehen. Durch die Anwendung von Analyse-, Design-, Entwicklungs-, Implementierungs- und Bewertungskriterien wird der Schüler/die Schülerin im Bereich der Umwelterziehung in Bezug auf seine/ihren Lernergebnis-Deskriptoren bewertet: Wissen, Fähigkeiten sowie Autonomie und Verantwortung. Die Beobachtung deutete darauf hin, dass das Learning Management System durch die Anwendung der Lewinshon-Kriterien die Fähigkeit zur ecoliteracy verbessern kann, insbesondere im Hinblick auf die Einstellung zur Erhaltung der Umwelt.

In Anlehnung an den LMS-Rahmen wird das ökologische Konzept in einem Unterrichtsplan an die oben genannten Deskriptoren angepasst, dann werden beim Lernen geeignete Indikatoren angewandt. Die erzielten Ergebnisse zeigten, dass das Lernen mit Hilfe der Ökokompetenz das Bewusstsein für den Umweltschutz steigern kann. Auch kann die Lernumgebung als Grundlage für nachhaltiges Lernen herausgearbeitet werden, wodurch die Lernpädagogik verbessert werden kann. Durch Wissen und Fertigkeiten in Lernumgebungen erlangt das ecoliteracy-Lernen einen Programmcharakter.

So fördert ein auf Umweltbildung basierendes Lernen den Geist des Umweltbewusstseins durch die Bewahrung der Kultur.

Bei der Bewältigung von Umweltschäden durch Umwelterziehung nimmt die Wahrnehmung des Umweltschutzes zu, und es werden Möglichkeiten für Umwelterziehung geschaffen. Die Nutzung des LMS für das Management kann zu folgenden Ergebnissen führen:

- ✓ Ökologisches Lernen kann das Bewusstsein für den Schutz der Umwelt fördern
- ✓ Ökologisches Lesen und Schreiben erhält das Umweltbewusstsein in der Pädagogik der Weiterbildung im täglichen Leben
- ✓ Öko-Literarität kann als Motivation für Lernumgebungen behandelt werden

- ✓ Das Lernen mit Hilfe von Öko-Literacy schlägt Informationen über das Wissen der Schülerinnen und Schüler vor, um auf Umweltprobleme zu reagieren: Sie werden aufgefordert, das Problem zu analysieren; danach geben sie Antworten, und als Ergebnis - wissen sie zu präsentieren. Schließlich werden die Schülerinnen und Schüler darin geschult, logisch zu denken, um auf ein Problem zu antworten.

Öko-Kompetenz beim Lernen umfasst zwei wichtige Aspekte:

- i) der Aspekt für die moderne Weltanschauung;
- ii) der Aspekt der komplexen ökologischen Integration.

Ihre Entscheidung gibt Nachhaltigkeit von Umweltproblemen.

- ✓ Entwicklung von Öko-Literatur zur Verbesserung der Umwelterziehung. Ökologisches Lernen baut Umweltbildung auf, die auf Aspekten von Wissen und Fähigkeiten basiert;
- ✓ Entwicklung von Umweltkompetenz durch die Förderung der Widerstandsfähigkeit der biologischen Vielfalt zum Schutz von Ökosystemen und Maßnahmen für eine bessere Reaktionsfähigkeit auf Umweltschäden, die durch die globale Erwärmung verursacht werden, sowie durch die Einbeziehung solcher Themen in ökologisches Lernmaterial;
- ✓ Ökologisches Lernen in der Verschmelzung mit traditionellem Lernen kann die Begeisterung für den Umweltschutz fördern;
- ✓ Das Lernen mit Umweltkompetenz, die mit nationalen Umweltprogrammen (NEP) gepachtet wird, erweitert das Wissen und die Sorgen in Umweltfragen, aber in Bezug auf die gemeinsamen Umweltprobleme reicht das nicht aus;
- ✓ Ökologisches Lernen hat eine mittlere Wertkategorie. Die Bewertung der Aspekte der Bewältigung von Umweltproblemen erhält hohe Noten;
- ✓ Lernen, das auch Fragen der Umweltkompetenz einschließt, kann die Umweltkompetenz erleichtern.
- ✓ Das Erlernen von Umweltkompetenz mit ethnographischen Aspekten schärft das Bewusstsein für die Vermeidung von Umweltproblemen durch Kulturförderung;
- ✓ Das Erlernen der Umweltkompetenz anhand von Illustrationen, die unterschiedliche Bilder zeigen, kann die Schülerinnen und Schüler kognitiv fördern.

Basierend auf den Ergebnissen des Einsatzes von Lewinshons kriterienbasiertem Lernmanagementsystem für die Ausbildung von Biologiestudenten an höheren Schulen sind die folgenden Ergebnisse zu nennen:

- ✓ Die Fähigkeit der Studenten, die Ökologie im Leben zu verstehen, um die Umwelt zu studieren, steigt deutlich an, und die Studenten werden darin geschult, die Umwelt zu erhalten.
- ✓ Biologisches Lernen mit Hilfe der Entwicklung eines Lernmanagementsystems kann das auf Lernergebnissen basierende Wissen und die Fähigkeiten der Studierenden im Bereich der Umweltkompetenz verbessern.
- ✓ Der Lernprozess - der Lehrer sollte immer versuchen, Methoden und Medien zu wählen und zu verwenden, die die Fähigkeit der Schüler zur

Umwelterziehung verbessern können, so dass Biologiefächer einen Sinn vermitteln können und nicht nur als reines Auswendiglernen betrachtet werden.

5.3.3. Strategien einer nachhaltigen Entwicklung der Umweltkompetenz

Länder auf der ganzen Welt schreiten wirtschaftlich weiter voran, und sie belasten die Fähigkeit der natürlichen Umwelt, die hohen Schadstoffmengen, die als Teil dieses Wirtschaftswachstums entstehen, zu absorbieren. Deshalb ist es notwendig, Lösungen zu suchen und zu finden, damit die Weltwirtschaft und das öffentliche Wohlergehen parallel wachsen. In der Welt der Wirtschaft muss der Umfang der Umweltqualität als ein begrenztes Angebot betrachtet und daher als eine knappe Ressource behandelt werden. Diese Ressource muss geschützt werden. Eine übliche Methode zur Analyse möglicher Ergebnisse politischer Entscheidungen über die knappe Ressource ist eine Kosten-Nutzen-Analyse. Bei dieser Art von Analyse werden verschiedene Optionen der Ressourcenallokation einander gegenübergestellt und auf der Grundlage einer Bewertung der erwarteten Handlungsoptionen und der Folgen dieser Maßnahmen die optimale Vorgehensweise im Hinblick auf die verschiedenen politischen Ziele ermittelt (*Barbier, Markandya, & Pearce, 1990*).

Die Welterhaltungsstrategie

Die Welterhaltungsstrategie wird vor fast 30 Jahren veröffentlicht. Seit dem letzten Jahrzehnt des XX. Jahrhunderts hat sie sich zu einer der inspirierendsten Entwicklungen entwickelt, die ein zielgerichtetes Programm für politische Veränderungen hinsichtlich der ökologischen Nachhaltigkeit anwenden. Sie fördert beim breiten Publikum die Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung und behandelt die durch wirtschaftliche Entwicklungsentscheidungen eingeführten Umweltbelange in einer breiten Öffentlichkeit freundlich. Die Weltnaturschutzstrategie markierte einen grundlegenden Wandel in der Politik der globalen Naturschutzbewegung. Der Schwerpunkt verlagerte sich von der Vorbeugung zur Heilung und unterstützte damit den sich ausbreitenden Trend zur Einbeziehung von Erhaltung und Pflege in die Entwicklungsziele, dem Schlüssel zu einer ökologisch nachhaltigen Gesellschaft. Insbesondere die Bemühungen zum Schutz der Wildtiere, mehr Stämme zu schützen, die die natürliche Umwelt degradieren, geben Anlass zur Sorge (*McCormick, 1986*). Nach *Smith (1995)* gibt es drei wesentliche Erhaltungsziele:

1. Aufrechterhaltung wesentlicher biogeochemischer Kreisläufe und lebenserhaltender Systeme;
2. Zur Erhaltung der genetischen Vielfalt
3. Die Einführung einer nachhaltigen Nutzung von Arten und Ökosystemen.

Nachhaltige Landwirtschaft umfasst zum Beispiel umweltverträgliche Anbaumethoden, die garantieren, dass die landwirtschaftliche Produktion keine Schäden für Natur und Mensch verursacht. Sie beinhaltet die Vermeidung nachteiliger Auswirkungen auf Wasser, Boden, biologische Vielfalt, verfügbare oder verarbeitete Ressourcen sowie auf die Menschen, die in diesen und benachbarten Gebieten arbeiten oder leben. Zu den Hauptelementen einer nachhaltigen Landwirtschaft gehören

Permakultur, Agroforstwirtschaft, Mischkultur, Mehrfachanbau und Fruchtfolge (Falk, 2013). Sie umfasst landwirtschaftliche Methoden, die die Umwelt nicht untergraben, und intelligente landwirtschaftliche Technologien, die die Umweltqualität verbessern. Das Konzept der nachhaltigen Landwirtschaft wird weiter ausgeweitet und umfasst eher die Erhaltung oder Verbesserung natürlicher Ressourcen als solche, die erschöpft oder verschmutzt sind (Networld - Project, 1998).

Strategie zur Integration der Umweltkompetenz in Bildungsinitiativen

Das allgemeine Ziel dieser Strategie besteht darin, die Umweltkompetenz zu einer Brücke zwischen verschiedenen Fachbereichen in Wissenschaft, Kunst und Geisteswissenschaften zu machen. Zu ihrer Verwirklichung wird ein gemeinsamer Ansatz für den Aufbau von Ecoliteracy vorgeschlagen, der Unterricht in Innenräumen (Klassenzimmern) mit Erfahrungen im Freien kombiniert. Letztere sollen durch Beobachtungen und Interaktionen sowohl in natürlichen als auch in städtischen Umgebungen gewonnen werden, unterstützt durch informelle Lernsettings. Das bedeutet, dass beide Gruppen von Akteuren - Auszubildende und Tutoren - Zugang zu Lernumgebungen außerhalb der traditionellen Ausbildungsstätten benötigen. Darüber hinaus benötigen formelle und informelle Erzieher Kenntnisse, Fähigkeiten und die Ausbildung, um die Auszubildenden im Freien zu unterrichten und die gewonnenen Innen- und Außenerfahrungen nach akademischen Standards miteinander zu verknüpfen. Daher benötigen Pädagogen Unterstützung, um das Lernen der Auszubildenden in Innenräumen mit dem Erfahrungsverständnis der Umgebung in Einklang zu bringen.

Aus diesen Gründen sieht die Strategie eine Konzentration der Bemühungen zum Aufbau der Umweltkompetenz in folgende Richtungen vor:

- ✓ Berücksichtigung des Rauschgifts von Hintergründen, Sprachen und Lebenserfahrungen der Auszubildenden;
- ✓ Bereitstellung von Lernerfahrungen, die kulturell relevant sind und durch kulturell kompetenten Unterricht vermittelt werden;
- ✓ Anforderungen an die Vielfalt in der Belegschaft und deren Führungsqualitäten;
- ✓ Bereitstellung von Fachinhalten und Ausbildungsansätzen, die den Bedürfnissen der verschiedenen Bevölkerungsgruppen der Auszubildenden entsprechen und für diese relevant sind;
- ✓ Etablierung einer effektiven Kommunikation zwischen Ausbildern und Ausbilderinnen, die aus unterschiedlichen Hintergründen kommen.

Dem Hauptkonzept dieser Strategie folgend, muss die Umweltkompetenz ein Markenzeichen aller Bereiche sein, in denen die Auszubildenden lernen, und muss durch professionelles Lernen für alle Ausbilder in diesen Bereichen unterstützt werden. Die Vielfalt der Lernsettings reicht von klassischen Klassenzimmern über informelle Lernumgebungen bis hin zu umweltorientierten Institutionen in den Gemeinden, in denen die Auszubildenden leben. Diese breite Palette von Ausbildungseinrichtungen ermöglicht es den Auszubildenden, die tatsächliche Umgebung in verschiedenen Formen zu studieren und somit ein besseres Verständnis für die Umwelt als spezifisches

Thema zu entwickeln. Dieser Ansatz regt die Sammlung von Erfahrungen aus allen Bildungseinrichtungen an, um allen Auszubildenden dabei zu helfen, Umweltkenntnisse zu erwerben.

Die erfolgreiche Integration der Umweltkompetenz in Lehrpläne und Leitfäden erfordert die Umsetzung der folgenden Hauptschritte:

- ✓ Gewährleistung eines verbesserten Zugangs von Pädagogen zu relevanten Unterrichtsmaterialien, die Umweltthemen betreffen und gleichzeitig akademischen Standards entsprechen.
- ✓ Entwicklung von wichtigen Leistungsindikatoren und Kriterien, um Pädagogen bei der Bestimmung der Qualität von Umweltlehrplänen und Leitfäden zu unterstützen, die die gemeinsamen Standards für alle Studienfächer anwenden.
- ✓ Anregung des Austauschs von Informationen und Materialien zwischen formellen und informellen Bildungsvertretern.
- ✓ Aufnahme der Umweltprinzipien in zukünftige Lehrplanrahmen, um das Bewusstsein und Verständnis dieser Prinzipien unter den Pädagogen durch professionelle Kommunikation zu erhöhen.
- ✓ Gewährleistung, dass die Entwickler von Leitmaterialien Materialien produzieren, die umweltorientierte Inhalte enthalten.
- ✓ Verwendung verschiedener Werkzeuge (formative Beurteilungen, Modelllektionen usw.), die die Umweltkompetenz in den digitalen Ressourcen-Repositoryn unterstützen, die Ressourcen für Pädagogen mit einheitlichen Standards bereitstellen.
- ✓ Betonung der Bedeutung der Außenumgebung als Lehrmittel.
- ✓ Bereitstellung von Anleitung und Förderung des Unterrichts im Freien in mehreren Fächern.

Ein weiteres wichtiges Element dieser Strategie besteht darin, das professionelle Lernen für Pädagogen zugänglicher zu machen:

- ✓ Verbesselter Zugang zu professionellen Lernmöglichkeiten, die die Fähigkeiten formaler und informeller Pädagogen zur Vermittlung von Umweltkenntnissen verbessern.
- ✓ Einbeziehung der Umweltkompetenz in alle Phasen des professionellen Lernens für formale Pädagogen.
- ✓ Bereitstellung von Schulungen für nicht lehrende Verwaltungsangestellte, um Studenten effektiv ins Freie zu bringen und zu unterrichten.
- ✓ Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten, die Vorbereitungsprogramme für Lehrkräfte anbieten, um Veränderungen umzusetzen und die Umweltkompetenz in die Standards für den Lehrerberuf zu integrieren, so dass Pädagogen besser darauf vorbereitet sind, ihren Studenten Umweltkompetenz zu vermitteln.

- ✓ die Nutzung verschiedener Ressourcenverzeichnisse, sozialer Medien usw. zu nutzen, um das Bewusstsein der Pädagogen für die ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen zur Umwelterziehung zu schärfen.
- ✓ Nutzung der bestehenden professionellen Lerninfrastruktur zur Verbesserung der professionellen Lernmöglichkeiten, die Pädagogen aus verschiedenen Lernbereichen zusammenbringen, um zusammenzuarbeiten und Erfahrungen auszutauschen.

Die Integration der Ökobilanz in die Systeme zur Wissensbewertung ist der letzte Schritt ihrer erfolgreichen Zusammenführung mit den anderen Studienfächern. Sie kann erreicht werden durch:

- ✓ Etablierung von Lernergebnissen im Bereich der Umweltkompetenz: Wissen über Umweltprozesse und -systeme; Fähigkeiten, Umweltprobleme zu verstehen und sich ihnen zu stellen; positive Einstellungen gegenüber der Umwelt; individuelle und soziale Verantwortung usw.
- ✓ Integration der Bewertung des Lernens in der Umweltkompetenz in die offiziell anerkannten nationalen Bewertungssysteme.
- ✓ Entwicklung von Bewertungsinstrumenten zur Beurteilung der Umweltkompetenz, die in die nationalen Bewertungssysteme integriert sind. Der Portfolio-Ansatz ist zunächst einmal eine gute Wahl.
- ✓ Führen Sie unter den zukünftigen Auszubildenden eine Umfrage mit einem Modul von Fragen durch, um ihre Umwelteinstellungen, Motivationen und Handlungen zu verstehen.

Förderung von Partnerschaft und Zusammenarbeit zwischen den Hauptakteuren der Umweltbildungsstrategie

Die Verwirklichung der Vision einer Umweltkompetenz für alle Schülerinnen und Schüler erfordert die Zusammenarbeit zwischen informellen und formellen Pädagogen, die als kritische Partner zusammenarbeiten sollten, wobei jeder von ihnen wichtige Fähigkeiten und Fachkenntnisse beisteuert.

Der Aufbau von Partnerschaft und Zusammenarbeit wird den Pädagogen auch dabei helfen, Zugang zu qualitativ hochwertigen professionellen Lernangeboten und Unterrichtsressourcen zu erhalten, bewährte Praktiken auszutauschen und die besten Wege zur Integration von Umweltkonzepten in aktuelle und zukünftige Standards zu bestimmen. Ein kooperativer Ansatz wird diese verschiedenen Partner besser einbinden und den Austausch von Fachwissen zwischen ihnen erleichtern, um qualitativ hochwertige und kulturell relevante Erfahrungen für die Studierenden in allen Bereichen zu schaffen.

Um erfolgreiche Zusammenarbeit und Partnerschaften aufzubauen, ist es notwendig:

- ✓ Ausweitung der Zusammenarbeit zur Förderung des Umweltbewusstseins;
- ✓ Stärkung der Kapazität von Organisationen, die die

- ✓ Stärkung der Partnerschaften mit anderen wichtigen Organisationen, um die Begründung von Bildungseinrichtungen zu unterstützen.
- ✓ Verbesserung der Wirksamkeit der Zusammenarbeit zwischen staatlichen Institutionen, die sich für die Förderung der Ökologisierung einsetzen.
- ✓ Unterstützung der internen Zusammenarbeit zwischen nicht-lehrendem Personal, um die Ökologie in die Bildungsstandards, Lehrplanrahmen und Bewertungen einzubetten.

Mobilisierung der Strategie der öffentlichen Einflussnahme

Das Wesen dieser Strategie besteht darin, der Umweltkompetenz als grundlegendes Element der Bildung des 21. Jahrhunderts Priorität einzuräumen. Das Bewusstsein für Strategien zur Förderung der Umweltkompetenz vorausschauend zu schaffen:

- ✓ Verbreitung und Förderung der Grundsätze und Vorteile der Umweltkompetenz;
- ✓ die Bedeutung der Umweltkompetenz zu vermitteln;
- ✓ Ermutigung und Unterstützung von Bildungsausschüssen zur Integration von Umweltkompetenzprogrammen und Bildungserfahrungen im Freien.
- ✓ eine Sensibilisierungskampagne für Lehrer und Verwaltungsangestellte zu entwickeln und durchzuführen, die Leitfäden zur Umweltkompetenz fördert.
- ✓ den Lehrplanentwicklern vermitteln, dass die Umweltkompetenz eine Priorität für die Aufnahme in Lehrbücher und Unterrichtsmaterialien darstellt.

Regulation frameworks of ecoliteracy

Um die Reichweite der Umweltkompetenz aller Auszubildenden und Ausbildungseinrichtungen zu erweitern, bedarf es neuer Ansätze im Hinblick auf Änderungen der bestehenden nationalen Gesetze und der damit verbundenen Politiken, die die Bemühungen zur Förderung der Umweltkompetenz ergänzen und unterstützen können. Unter den möglichen Änderungen können die folgenden aufgelistet werden:

- ✓ Integration der Umweltkompetenz in die Anforderungen des High-School-Abschlusses und Entwicklung von umweltbezogenen Lernergebnissen;
- ✓ Gewährleistung, dass die Inhalte der Umwelterziehung in die Vorbereitungs- und Unterstützungsressourcen für Pädagogen einbezogen werden;
- ✓ Forderungen nach der Einführung von Umweltkompetenz bei allen Neubau- und Modernisierungsprojekten von Schulen.

Nachhaltige Finanzierungsstrategie

Es ist eine umfassende, koordinierte und kohärente Finanzierungsstrategie erforderlich, die die Finanzierungsströme (bestehende und neue, öffentliche und private) identifiziert und die Mittelbeschaffung koordiniert, um eine konsistente Finanzierung für Schlüsselprioritäten sicherzustellen. Diese Finanzierungsstrategie wird die Finanzierungsströme durchgängig berücksichtigen, um die Stabilität der Aktivitäten zu erhöhen, die sich auf die Erreichung der Umweltfreundlichkeit konzentrieren.

Finanzierungsquellen, insbesondere für Lernerfahrungen im Freien, sind eine Priorität für Auszubildende, um einen besseren Zugang zu Lernerfahrungen im Freien zu erhalten. Die wichtigsten Empfehlungen in diesem Zusammenhang lauten wie folgt:

- Organisation und Planung der Finanzierungsbemühungen
- Förderung der Finanzierung auf lokaler Ebene
- Organisation eines Fördernetzwerks und Partnerschaften
- Erschließung von Finanzierungsquellen zur Unterstützung der Entwicklung grüner Initiativen
- Unterstützung der Finanzierung der beruflichen Entwicklung für die wissenschaftlichen Standards

Zusammengefasst lässt sich die Umweltkompetenz als eine Kombination von: Umweltbildung - Umweltdenken - Umweltbewusstsein - Umweltkultur darstellen, multipliziert mit den psychologischen und pädagogischen Merkmalen von Studenten und pädagogischen Technologen. Wie bereits erwähnt, hat David Orr (1992) eine Theorie der Umweltkompetenz entwickelt, eine Methode, mit der wir die Ökologie der Erde besser kennen lernen und nachhaltig leben können. Indem er Biophilie und Öko-Gerechtigkeit zu Orrs Ökologiekompetenz hinzufügt und den Wert der Lernerfahrung anerkennt, werden die Werte der Umwelterziehung in die Bildungsreform einbezogen (Mitchell & Mueller, 2010).

REFERENZEN

- Aracioglu, B., & Talidil, R. (2009). Effects of environmental consciousness over consumers' purchasing behavior. *Ege Academic Review*, 9 (2), 435- 461, http://eab.ege.edu.tr/pdf/9_2/C9-S2-M5.pdf, 10.12.2010.
- Barbier, E.B., Markandya, A. & Pearce, D.W. (1990). Environmental sustainability and cost-benefit analysis, *Environment and Planning*, A. 22 (9): 1259-1266. [doi:10.1068/a221259](https://doi.org/10.1068/a221259).)
- Bonnett, M. (2002). Education for Sustainability as a Frame of Mind, *Environmental Education Research* 8(1): 9-20. DOI: 10.1080/13504620120109619
- Bricker, M. (2009). Plants on the move: upper-elementary students consider seed dispersal and test how far different types of seeds travel on the wind, *Science and Children*, 46: 24-28.
- Bronfenbrenner, U. (1986). Ecology of the family as a context for human development: Research perspectives, *Developmental Psychology*, 22, 723-742.
- Capra, F. (1997). *The web of life: a new synthesis of mind and matter*. London: Flamingo.
- Capra, F. (1999). *Ecoliteracy: The challenge for education in the next century*. Berkeley, CA: Center for Ecoliteracy.
- Capra, F. (2015). [The Systems View of Life A Unifying Conception of Mind, Matter, and Life"](#), *Cosmos and History*, 11 (2), 242-249.
- Center for Ecoliteracy. (2008). Education for sustainability competencies. Retrieved November 17, 2008, from <http://www.ecoliteracy.org/education/competencies.html>
- Diamond, J. M. (2005). *Collapse: How societies choose to fail or succeed*. New York: Viking Press.

- Dillon J. (2003). On learners and learning in environmental education: Missing theories, ignored communities. *Environmental Education Research*, 9, 215-226.
- Disinger, J.F., & Roth, C.E. (1992). Environmental Literacy, ERIC/CSMEE. <http://www.ericse.org/digests/dse92-1.html>
- Earth Charter Initiative. (2000). The earth charter. Retrieved from http://www.earthcharterinaction.org/2000/10/the_earth_charter.html
- Ecological Doctrine of the Russian Federation. (2002). <https://www.ecolex.org/>
- Ecological Literacy. (2011). Draft Global Issues Pilot http://www.edu.gov.mb.ca/k12/cur/socstud/global_issues/ecological_literacy.pdf.
- Economist (2002) The brown revolution. *Science and technology*
- Eisner, E. W. (1998). *The enlightened eye: Qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- EPA (Environmental Protection Agency), (2018). *Sustainability Primer"*, Version 9.
- Esposito, V. (2009). Promoting Ecoliteracy and Ecosystem Management for Sustainability Through Ecological Economic Tools, Dissertation, University of Vermont.
- EQF, Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF). Retrieved from <https://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page>
- Falk, B. (2013). The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach, *Chelsea Green*, 61-78.
- FAO Report (2003). *World Agriculture: Towards 2015/2030*, FAO Report. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/y4252e.pdf
- FAO Report (2015). *The state of food insecurity in the World*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>
- Fawcett, W., Hughes, M., Krieg, H., Albrecht, S., & Vennström, A. (2012). Flexible strategies for long-term sustainability under uncertainty, *Building Research*, 40 (5): 545–557. doi:10.1080/09613218.2012.702565.
- Fleenko A.V. (2013). Environmental grace: Current status and problems, *Basic research*, No. 6-4, 930-934 (in Russian). <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31665>
- Fontaine T.J., & Decker, K., L. (2009). Exploring predation and animal coloration through outdoor activity, *Science Activities*, 45: 3-8.
- Goleman, D., Bennett, L., & Barlow, Z. (2012). *Ecoliterate: How educators are cultivating emotional, social, and ecological intelligence*. New York: John Wiley & Sons.
- Gonzalez-Gaudiano, E. (2005) Education for sustainable development: Configuration and meaning, *Policy features in education*, 3: 243-250.
- Gevorgyan, S., & Anahit, A. (2009). A Comparison Of Ecological Education And Sustainable Development Education, *Addressing Global Environmental Security Through Innovative Educational Curricula*, 57-61.
- Goleman, D. (1998). *Working with emotional intelligence*, New York: Bantam Books.
- Cutter-Mackenzie, A & Smith, R. (2003) Ecological literacy: The 'missing paradigm' in environmental education (part one) *Environmental Education Research* 9(4):497-524. DOI: 10.1080/1350462032000126131

- IISD Annual Report 2011-12. Bringing human health and wellbeing back into sustainable development.
- Jenifer, W., N., & Zachary, P., N. (2013). Nested or Networked? Future Directions for Ecological Systems Theory, *Social Development*, 22(4), 722-737. DOI: [10.1111/sode.12018](https://doi.org/10.1111/sode.12018)
- Jordan, R., Singer, F., Vaughan, J., & Berkowitz, A. (2008). What should every citizen know about ecology? *Frontiers in Ecology and the Environment*. doi:10.1890/070113
- Kapogianni, M. (2015). Attitudes and intention toward organic cosmetics in Greece: an exploratory study. Master Thesis, International Hellenistic University. Retrieved from <https://repository.iuh.edu.gr/xmlui/bitstream/handle/11544/331/dissertation%20maria%20kapogianni.pdf?sequence=1>
- Klein, E. S., & Merritt, E. (1994). Environmental education as a model for constructivist teaching. *Journal of Environmental Education*, 25(3), 14-21.
- Krathwohl, D. (1993). *Methods of educational and social science research*. New York: Longman.
- Locke, E., Russo, R., & Montoya, C. (2013). Environmental education and ecoliteracy as tools of education for sustainable development, *Journal of Sustainability Education*, Vol.4, 13. ISSN: 2151-7452.
- Marope, P.T.M, Chakroun, B., & Holmes, K.P. (2015). [Unleashing the Potential: Transforming Technical and Vocational Education and Training](#), UNESCO. pp. 9, 23, 25–26. ISBN 978-92-3-100091-1
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (Second Edition.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- McBride, B., B. (2011). Essential Elements of Ecological Literacy and the Pathways to Achieve It: Perspectives of Ecologists, Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 380. <https://scholarworks.umt.edu/etd/380>
- McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R. & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? *Ecosphere*, 4 (5), 67. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00075.1>
- McCallum, I. (2005). *Ecological intelligence: Rediscovering ourselves in nature*. Cape Town: Africa Geographic.
- McCormick, J. (1986). The Origins of the World Conservation Strategy, *Environmental Review*, 10 (3): 177 187. [JSTOR 3984544](#).
- [Mitchell, D.B., & Mueller, M.P. \(2010\). A philosophical analysis of David Orr's theory of ecological literacy: biophilia, ecojustice and moral education in school learning communities, Cultural Studies of Science Education](#), Vol. 6, 193–221.
- Mephram, B. (2000). A framework for the ethical analysis of novel foods. *The Ethical Matrix. Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 12, 165–176 (2000).
- Montoya, C., & Russo, R. O. (2006). *Eco-Literacy: Design of an integrated tool for report.*, Guácimo, Costa Rica: EARTH. Environmental Education.
- Networkworld-Project. (1998). [Environmental Glossary](#), Green-networkworld.com.
- Okur-Berberoglu, E. (2018). Development of an Ecoliteracy Scale Intended for Adults and Testing an Alternative Model by Structural Equation Modelling. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 8:1, 15-34.

- Orr, D. W. (1992). *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. Albany: State University of New York Press.
- Orr, D. W. (1994). *Earth in mind: On education, environment and the human prospect*. Washington DC: Island Press.
- Orr, D. W. (2002). *The nature of design: ecology, culture, and human intention*. New York: Oxford University Press.
- [Pettinger, T. \(2018\). Environmental sustainability – definition and issues, Ecconomicshelp.org \(blog\). https://www.economicshelp.org/blog/143879/](https://www.economicshelp.org/blog/143879/)
- Piotrowski, J., Mildenstein, T., Dungan, K., & Brewer, C. (2007). The radish party: success takes root in an exploration of soil organic matter, *Science and Children*, 45: 41-45.
- Puk, T. (2002). Ecological Literacy as the first imperative. Principles for achieving ecological literacy in the next ten years: First Steps. <http://flash.lakeheadu.ca/~tpuk/Version%20Principles>
- Robert, A., P. (1980). [How to Save the World: Strategy for World Conservation](#), Barnes and Noble Books. ISBN 978-0-389-200116.
- Roth, C. (1991). Toward shaping environmental literacy for a sustainable future. *ASTM Standardization News*, 19(4), 42-45.
- Russell, C., J., & Fran. (2019). [Biochemistry and Forestry Management](#), Scientific e-Resources. ISBN 978-1-83947-173-5
- Scott Cato, M. (2009). *Green Economics*. London: [Earthscan](#), 36–37. ISBN 978-1-84407-571-3.
- Scullos, M., Argyro, A., & Vasiliki, M. (2004). The methodological framework of the development of the educational package “water in the Mediterranean,” *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(2), 185-206.
- Smith-Sebasto, N. J. (1997). Education for ecological literacy, *Environmental Education for the 21st century: International and interdisciplinary perspectives*, 279-288, NY: Peter Lang.
- Smith, S., L. (1995). [Ecologically Sustainable Development: Integrating Economics, Ecology, and Law](#), *Willamette Law Review*, 31 (2): 261–306.
- Stanger, N.R. (2011). Moving “eco” back into socio-ecological models: A proposal to reorient ecological literacy into human developmental models and school systems, *Human Ecology Review*, Vol.18 No. 2, 167-172.
- Stevenson, R.B. (2006). Tensions and transitions in policy discourse: recontextualising a decontextualised Environmental Education/ESD debate. *Environmental Education Research*, 12(1), 277-290.
- Tbilisi Declaration. (1978). *Connect*, 3(1), 1-8.
- UNESCO. (1997). *Educating for a sustainable future: A transdisciplinary vision for a Concerted action*. EPD-97/Conf.401/CLD.1. Paris: UNESCO, pp.42. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001106/110686eo>
- UNESCO. (1980). *Environmental education in the light of Tbilisi Conference*. Paris, France, pp.100. <http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgiin/ulis.pl?catno=38550 &gp=0&lin=1&ll=1>

- UNESCO. (2005). Guidelines and recommendations for reorienting teacher education address sustainability. Technical Paper N° 2, UNESCO Education Sector. Paris, France. pp.74. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001433/143370e>
- United Nations. (1987). [Report of the World Commission on Environment and Development](#).
 United Nations General Assembly. (2005). [2005 World Summit Outcome](#), Resolution A/60/1, adopted by the General Assembly on 15 September 2005.
- Waite, M. (2013). SURF Framework for a Sustainable Economy, [Journal of Sustainability Science and Management](#), 3(4),25-40. DOI: 10.5539/jms.v3n4p25
- Whiteley, A., Woolfe, J., Kennedy, K., Oberbillig, D., & Brewer, C. (2007). Classroom markrecapture with crickets, *American Biology Teacher*, 69: 292-297.
- Yıldırım, F.& Hablemitoğlu, Ş., (2013). Ecological Literacy for a Sustainable Future Proposal of an “Eco-Sociological Model”, *Rural Environmental Education Personality*, Jelgava, 20-21.2013, p.46.
- Zhang, S.X.,& Babovic,V. (2012). [A real options approach to the design and architecture of water supply systems using innovative water technologies under uncertainty](#), *Journal of Hydroinformatics*, 14: 13–29. [doi:10.2166/hydro.2011.078](#).

Fragen

Richtig/Falsch-Fragen

- 1) (R / F) Die Hauptaufgabe der ökologischen Intelligenz besteht darin, soziale und ökologische Verantwortung und Bewusstsein zu kultivieren, kritisches Denken zu fördern, kooperatives Lernen zu verfolgen und Verhaltensänderungen in einer langfristigen Perspektive zu bewirken.
- 2) (R / F) Soziale Intelligenz bezieht sich auf die soziale Verantwortung der Menschen gegenüber der Umwelt.
- 3) (R / F) Der Bedarf an Ecoliteracy ist nicht auf die sich abzeichnenden Tendenzen zum Rückgang der Alphabetisierung unter Jugendlichen zurückzuführen.
- 4) (R / F) Ökologisch gebildete Menschen haben Kenntnisse über ökologische Prinzipien.
- 5) (R / F) Das effektive Lehren und Lernen im Bereich der Ökologie befasst sich mit ökologischen Untersuchungen und Untersuchungen.
- 6) (R / F) Ansätze für die Ausbildung im Bereich der Umweltkompetenz, die der Vielfalt der Studierenden gerecht werden, umfassen nur den Unterricht von Angesicht zu Angesicht.
- 7) (R / F) In der Ökologie bedeutet Nachhaltigkeit, wie Ökosysteme menschliche Aktivitäten ausschließen.
- 8) (R / F) Ökologische Nachhaltigkeit bedeutet, Umweltverschmutzung und Klimawandel zu bekämpfen
- 9) (R / F) Der männliche Anwendungsbereich der Strategie zur Integration von Ökologie in Bildungsinitiativen lautet: "Ökologie ist nur ein Markenzeichen des Bereichs Ökologie".

- 10) (R / F) Ökologische Nachhaltigkeitsziele sind ausschließlich wirtschaftliche Vorteile.

Multiple-Choice-Fragen

- 11) Die grundlegenden Elemente des Konzepts des alternativen Ökologiemodells stehen im Mittelpunkt:
- a) Menschliche Intelligenz, soziale Intelligenz, emotionale Intelligenz, Wirtschaft und grünes Konsumverhalten.
 - b) Ökologische Intelligenz, individuelle Intelligenz, emotionale Intelligenz, Wirtschaft und grünes Konsumverhalten.
 - c) Ökologische Intelligenz, soziale Intelligenz, emotionale Intelligenz, Wirtschaft und grünes Konsumverhalten.
 - d) Ökologische Intelligenz, soziale Intelligenz, emotionale Intelligenz, wirtschaftliche Intelligenz.
- 12) Welche der folgenden Aussagen NICHT Bestandteil der Umweltkompetenz ist:
- a) Zu verstehen, wie die Erde unter dem Gesichtspunkt des grundlegenden ökologischen Anliegens funktioniert.
 - b) Um zu verstehen, wie Menschen die ökologische Integrität bedrohen.
 - c) Um Einfühlungsvermögen und Verbundenheit mit der Natur zum Ausdruck zu bringen.
 - d) Erfassung der menschlichen Bedrohungen der ökologischen Systeme der Erde.
- 13) Der Weg zum Aufbau von Ecoliteracy umfasst (**falsch ankreuzen!**):
- a) Entwicklung von Empathie für alle Formen des Lebens.
 - b) Übernahme von Nachhaltigkeit wie eine Gemeinschaftspraxis.
 - c) Unterstützung des Unsichtbaren.
 - d) Erkennen, wie die Natur das Leben erhält.
- 14) Die Ziele der Umweltbildung sind (**falsch ankreuzen!**):
- a) Die künftigen Generationen darauf zu beschränken, einen ausgewogenen und kohäsiven Ansatz für die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung zu verwenden.
 - b) Förderung des Wissens über die Umwelt und ihre Bedingungen.
 - c) Möglichkeiten zur Erhaltung der Umwelt entlang des wirtschaftlichen Fortschritts zu schaffen.
 - d) die Bedeutung ökologischer Traditionen zu verstärken.
- 15) Zu den wichtigsten Kanälen zur Erreichung der Umweltfreundlichkeit gehören

- a) Informelle Bildung, Massenmedien, Kommunikation durch Wissenschaftler und finanzielle Einschränkungen.
 - b) Informelle Bildung, interaktive Bildung, Kommunikation von Wissenschaftlern und finanzielle Restriktionen
 - c) Formale Bildung, interaktive Bildung, Massenmedien, Kommunikation durch Wissenschaftler und finanzielle Motivation.
 - d) Nicht-formale Bildung, interaktive Bildung, Massenmedien, Kommunikation durch die Gesellschaft und finanzielle Motivation.
- 16) Die effiziente Ausbildung in Umweltkompetenz erfordert (**falsch ankreuzen!**):
- a) Ausnutzung der Vielfalt der Unterrichtsstrategien.
 - b) Nur ein klassisches Klassenzimmer
 - c) Nutzung der Prinzipien zur Anpassung an den Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler.
 - d) Durchführung von hirngestützter Forschung.
- 17) Welche der folgenden Aussagen ist **NICHT** richtig?
- a) Die Lernergebnisse spiegeln die kognitiven und praktischen Fähigkeiten der Auszubildenden wider.
 - b) Lernergebnisse sind Aussagen, die das Wissen, die Fähigkeiten, die Autonomie und die Verantwortung beschreiben, die die Auszubildenden bis zum Ende einer Ausbildung erwerben sollten.
 - c) Lernergebnisse sind keine Qualifikationsdeskriptoren.
 - d) Die Lernergebnisse konzentrieren sich auf den Kontext der spezifischen Fächer und die potenziellen Anwendungen der erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten.
- 18) Die drei Säulen der Nachhaltigkeit sind (**falsch ankreuzen!**):
- a) Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt.
 - b) Individuum, Wirtschaft, Natur.
 - c) Individuen, Umwelt, Erde.
 - d) Wirtschaft, Wohlbefinden, Gesundheit.
- 19) Das Ecoliteracy Education Management kann folgende Ergebnisse liefern (**falsch ankreuzen!**):
- a) Das Erlernen von Umweltkompetenz kann das Bewusstsein für den Schutz der Umwelt fördern.
 - b) Das Lernen mit Hilfe von Umweltkompetenz bietet Informationen über das Wissen der Schülerinnen und Schüler über Naturschäden.

- c) Ökologisches Lernen kann als Motivation für Lernumgebungen betrachtet werden.
 - d) Ökologisches Lernen fördert das Umweltbewusstsein.
- 20) Zu den wichtigsten Empfehlungen der Strategie zur nachhaltigen Finanzierung gehören
- a) und Planung der Finanzierungsbemühungen; Förderung der Finanzierung auf lokaler Ebene; Organisation eines Finanzierungsnetzes und von Partnerschaften
 - b) Beschränkung der Finanzierungsbemühungen; Förderung der Finanzierung auf lokaler Ebene; Organisation eines Finanzierungsnetzes und von Partnerschaften
 - c) Organisation und Planung von Finanzierungsbemühungen; Beschränkung der Finanzierung auf lokaler Ebene; Organisation eines Finanzierungsnetzwerks und von Partnerschaften
 - d) Organisation und Planung von Finanzierungsbemühungen; Förderung der Finanzierung auf lokaler Ebene; Einschränkung von Finanzierungsnetzwerken und Partnerschaften

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

Kapitel 6

Die Theorie sozial-ökologischer Systeme

Rainer Paslack¹¹ & Jürgen W. Simon¹²

„In der Natur ist alles Wechselwirkung“

Alexander von Humboldt

EINLEITUNG

Im 4. Kapitel wurde aufgezeigt, welche überragende Bedeutung den „Ecosystem Services“ (ES) für den Schutz der verschiedenen Ökosysteme vor Degradation und den Verlust an Biodiversität zukommt, insofern diese ein „interface between human and nature“ darstellen. Mit Hilfe dieser „Dienste“ wird versucht, den negativen anthropogenen Wirkungen auf die Ökologie des Planeten Einhalt zu gebieten bzw. solche bereits eingetretenen Effekte wieder auszugleichen. Umgekehrt soll der „Profit“ des Menschen von den wertvollen Ressourcen der Natur bewahrt und in gewissen Grenzen sogar gesteigert werden – ohne aber dass hierbei die Natur (und damit auch die Menschheit) in ihrem Bestand gefährdet oder auch nur dauerhaft in ihren wesentlichen Funktionen gestört wird.

In dem vorliegenden Kapitel werden diese ES-Ziele wieder aufgegriffen, indem ihnen bzw. den Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Natur ein theoretisches Fundament verschafft wird, das auf grundlegenden Einsichten der allgemeinen Systemtheorie beruht, genauer: auf den Basisannahmen der Theorie komplexer und dynamischer Systeme, die sowohl für humane Sozialsysteme als auch für natürliche Ökosysteme relevant sind. Zugleich soll dieses Kapitel den Leser auch in das „systemische Denken“ einführen. Dürften die systemtheoretischen Begriffe doch nicht von vornherein jedem, der mit ihnen nicht bereits beruflich vertraut ist, verständlich sein, sodass es hier oft zu Missverständnissen oder Ratlosigkeit kommen kann. Daher soll im Folgenden nicht nur die Theorie „sozial-ökologischer Systeme“ vorgestellt, sondern sollen zuvor die Besonderheiten kurz erörtert werden, die insbesondere komplexe und dynamische Systeme gegenüber anderen (nicht-systemischen) Entitäten – wie etwa einfachen Dingen (Steinen, Werkzeugen usw.) – auszeichnen. Im Zusammenhang damit soll auch deutlich werden, mit welchen spezifischen erkenntnistheoretischen und methodologischen Problemen jede Systemtheorie zu

¹¹ Dr. Rainer Paslack ist Soziologe, Philosoph und promovierter Humanbiologe, der gegenwärtig als wissenschaftlicher Mitarbeiter am SOKO Institut für Sozialforschung und Kommunikation in Bielefeld (Deutschland) tätig ist.

¹² Prof. Dr. Jürgen W. Simon war bis zu seiner Emeritierung Professor für Biotechnologie- und Umweltrecht an der Universität Lüneburg (Deutschland) und lehrt gegenwärtig an einer Universität in Hanoi (Vietnam).

kämpfen hat, die es unternimmt, die einzelnen Komponenten eines Systems (oder sogar mehrerer miteinander gekoppelter Systeme) und deren Wechselwirkungen zu bestimmen und zusammenhängend zu modellieren.

Denn die Systemtheorie modelliert und analysiert nicht nur die Dynamik einzelner (isolierter) Systeme im Austausch mit ihrer Umwelt, sondern auch das komplexe Zusammenspiel mehrerer Systeme, die wechselseitig füreinander Umwelt sind, indem sie untersucht, welche internen Auswirkungen jedes der Systeme auf das jeweils andere zur Folge hat: hierbei betrachtet sie die Interrelationen zwischen den verschiedenen Systemen gewissermaßen wie die Wechselwirkungen zwischen den Komponenten eines einzigen „Supersystems“, ohne allerdings die jeweiligen Besonderheiten der beiden „Komponenten“ (der Subsysteme) außer Acht zu lassen.

Im Rahmen dieses trans- oder intersystemischen Ansatzes hat sich in den letzten Jahrzehnten die für unseren Kontext maßgebliche „Theorie sozial-ökologischer Systeme“ (SES) herausgebildet, in der Humansysteme (Gesellschaften) und Ökosysteme (Natur) miteinander verklammert werden. Der SES-Ansatz ist ein „integrativer Ansatz“, der sozusagen die kausale Vernetzung von Systemen unterschiedlichen Typs erforscht und modelliert.

Unter einem „sozial-ökologischen System“ kann man grob das Folgende verstehen: Ein „sozial-ökologisches System“ (SES) ist ein System, „that includes societal (human) and ecological (biophysical) subsystems in mutual interactions“ (Harrington et al. 2010: 2773). In einem solchen „adaptiven System“ wirken einerseits geophysikalische und biotische und andererseits soziale und kulturelle Faktoren auf eine Weise zusammen, dass das SES insgesamt resilient und nachhaltig zu existieren vermag: Alles ist hier in einem „ewigen Kreislauf“ befindlich, in dem zumindest stofflich prinzipiell nichts verloren geht, weil die freiwerdende Materie sofort wieder in den Kreislauf zurückgefüttert wird. Angetrieben wird die Dynamik dieses Systems von der Energie der Sonne und des Erdinneren (auch dann, wenn sie aus fossilen Lagerstätten erst wieder freigesetzt werden muss). Und alles ist hier Wechselwirkung: sowohl innerhalb der Ökosphäre und der Humansphäre als auch *zwischen* diesen beiden Sphären: der Mensch wirkt auf die Natur ein und diese wiederum auf den Menschen, sodass der Mensch die Natur nur scheinbar zu beherrschen vermag, in Wahrheit aber immer nur in einem Austausch mit ihr steht. Aus der Natur gibt es kein Entkommen, doch auch die Natur bleibt von den Aktivitäten des Menschen nicht unberührt – so man überhaupt Mensch und Natur einander gegenüberstellen will, denn diese Unterscheidung verdankt sich lediglich einer Perspektive, die alles Nicht-Menschliche vom Menschen her klassifiziert und bewertet („Anthropozentrismus“). Nun ist zwar auch die Wissenschaft nicht „wertneutral“, insofern sie immer von menschlichen Interessen getragen und angetrieben wird, aber die Wissenschaft bemüht sich zumindest um einen objektiven Blick (einen „Blick von Nirgendwo“), wodurch sie die Einseitigkeiten einer bloß subjektiven Betrachtungsweise insofern überwindet, als sie diese kritisch bewertet und zu vermeiden versucht. Schon deshalb brauchen wir die Wissenschaft, wenn wir die Wechselwirkungen zwischen der Öko- und der Humansphäre in einer möglichst vorurteilsfreien Weise verstehen möchten. Und hier sind es die Forschungsansätze der verschiedenen SES-Theorien (und die auf ihnen aufbauenden empirischen Studien), die uns einem Verständnis sozial-ökologischer

Zusammenhänge auf eine Weise nahebringen, die der Komplexität dieser Zusammenhänge angemessen ist.

Im Folgenden soll es jedoch nicht darum gehen, die Geschichte des SES-Ansatzes in allen ihren zahlreichen Varianten nachzuzeichnen, sondern darum, jene theoretischen Vorstellungen und für die Praxis relevanten Erkenntnisse zu präsentieren, die für eine Stärkung der „public awareness“ im Hinblick auf die nachhaltige Erhaltung oder Erneuerung natürlicher Ressourcen und Lebensbedingungen unerlässlich sind. Dieses Kapitel ist in zwei größere Abschnitte gegliedert: „Theoretischer Rahmen“ (7.1) und „Systematische Indikatoren“ (7.2).

Das Unterkapitel 7.1. (Autor: Rainer Paslack) verfolgt die folgenden Ziele bzw. Fragestellungen:

- Was sind die Gründe dafür, dass wir die Welt als ein umfassendes sozial-ökologisches System betrachten sollten?
- Welches sind die wichtigsten Merkmale von komplexen dynamischen Systemen in Gesellschaft und Natur?
- Was leistet die Theorie „sozial-ökologischer Systeme“?

Das Unterkapitel 7.2. (Autor: Jürgen Simon) ist den folgenden Zielen bzw. Fragestellungen gewidmet:

- Mit welchen Indikatoren („key tools“) arbeitet die SES-Forschung?
- Auf welche Weise können diese Indikatoren das Monitoring sozial-ökologischer Systeme (SES) unterstützen?

6.1. Theoretischer Rahmen

6.1.1. Die problematischen Beziehungen zwischen Human- und Ökosystemen

Wir alle leben in einer überaus komplexen und dynamischen Welt. Niemand vermag mehr die Vielzahl und Vielfalt an Komponenten und deren komplexes Zusammenspiel zu überblicken, die zusammen das ergeben, was wir als „unsere Wirklichkeit“ bezeichnen. Im Zuge der modernen **Globalisierung** der Welt in Wirtschaft, Politik und Kultur wurde die Erde mit einem riesigen und unüberschaubaren Netzwerk von Verkehrsverbindungen überzogen, auf denen bei Tag und Nacht zahllose Menschen und Güter sowie Daten transportiert werden. Und obwohl es zahlreiche internationale Abkommen gibt, die diesen „Dschungel“ zu ordnen und zu regeln versuchen, verläuft dieser Prozess insgesamt eher „wildwüchsig“, da in den zumeist neoliberalen Wirtschaftssystemen, zumal der westlichen Welt, die transnational aktiven Unternehmen vorrangig nach betriebswirtschaftlichen Effizienz- und Renditekriterien handeln und jede sich ihnen bietende Chance ergreifen, weitere gewinnbringende Produkte zu entwickeln und neue Märkte zu erschließen, wo immer dies gerade möglich ist und opportun erscheint.

Insbesondere die Landwirtschaft, die eine wachsende Menschheit ernähren bzw. den steigenden Wohlstandsansprüchen genügen muss, dehnt sich immer weiter über alle

Bodenflächen aus, die überhaupt genutzt werden können. Weder die „unsichtbare Hand“ des Marktes, die es eigentlich gar nicht gibt, noch die Gemeinschaft der Staaten ist offenbar in der Lage, hier regulierend einzugreifen und dem allgemeinen Wildwuchs Paroli zu bieten. Die ökonomische Globalisierung der Erde verläuft somit weitgehend blind, d.h. in der Form eines sich selbstorganisierenden Prozesses, an dem zahllose Akteure mit ihren oft konkurrierenden Interessen beteiligt sind. Natürlich verfolgt jedes einzelne Unternehmen und jeder einzelne Staat seine eigenen Ziele mit Bedacht, d.h. planvoll, systematisch und rational; auch gibt es so gut wie überall einen gesetzlichen Rahmen, der eingehalten werden muss (freilich etwa auch „Steueröasen“, die den Wirtschaftssubjekten viele Freiheiten einräumen). Doch aufs Ganze gesehen konkurrieren die vielen Unternehmungen der zahllosen Akteure in einer unübersichtlichen Weise; und nicht selten sind gerade die globalen ökonomischen Verflechtungen derart intransparent, dass vor allem an den Finanzmärkten Bewegungen in Gang kommen, die sich jeder Kontrolle entziehen und leicht zu chaotischen Zuständen führen können. Aber auch z.B. der internationale Tourismus, der ebenfalls industriell organisiert ist, trägt zu diesem erdumspannenden Vorgang bei. Nicht nur die Staaten und Unternehmen, auch jeder Einzelne von uns ist also an der fortschreitenden Globalisierung und an deren im Detail unabschätzbaren „Nebenwirkungen“ für Gesellschaft und Natur beteiligt. Es gehört zum Wesen komplexer Systeme, das in ihnen immer Vieles und Unterschiedliches gleichzeitig geschieht und es hierbei zu Diskrepanzen, Unverträglichkeiten, aber auch Verknüpfungen (temporären Allianzen) und Überschneidungen kommen kann, sodass schließlich riskante Entwicklungen oder unerwünschte Trends entstehen, die mitunter erst spät bemerkt werden und noch schwerer zu beherrschen sind.

Dieser Prozess wird zudem begleitet von einer wachsenden **Technisierung** aller Lebensbereiche und noch der letzten Winkel auf unserem Globus, die auch vor den entlegensten „Reservaten“ der Natur nicht Halt macht: Der ungebremste Hunger der menschlichen Zivilisation nach immer mehr und immer besseren Gebrauchs- und Konsumgütern sowie nach einer immer engmaschigeren und leistungsfähigeren Infrastruktur, nach Straßen und Kanälen, nach Fabrik- und Wohnanlagen, nach weiteren Energiequellen und Rohstoffen führt nicht nur zu einer zunehmenden Ausbeutung der Natur z.B. durch Landverbrauch („land grabbing“) und die Erschließung immer neuer Wasser- und Rohstoffressourcen, sondern auch zu immer engeren und intensiveren Wechselwirkungen zwischen dem Menschen und der Natur. Die negativen Folgen dieser Entwicklung sind hinlänglich bekannt: Bodenversiegelung und Wasserverschmutzung, Artenschwund und Klimawandel bilden hier nur die größten Posten auf der negativen Seite der Bilanz innerhalb der Mensch-Umwelt-Beziehungen. Inzwischen werden sowohl die „Grenzen des Wachstums“ als auch die Umweltkosten immer sichtbarer. Vor allem die steigenden Umweltkosten könnten unserem Verlangen nach weiterem Wohlstand und ökonomischem Reichtum schon bald ein Ende bereiten und sogar ganze Volkswirtschaften in die Knie zwingen. Daher wächst allmählich die Bereitschaft, unser Verhalten gegenüber der Natur zu verändern und insbesondere unsere Wirtschaft „umzusteuern“, indem wir etwa erneuerbare Energien (Sonne, Wind und Wasserkraft) technologisch zu nutzen versuchen, verbrauchte Rohstoffe wieder in den Wirtschaftskreislauf einspeisen („Recycling“) oder natürliche Rohstoffe durch künstliche Materialien substituieren bzw. einsparen. Hierbei kommt vor allem der Reduktion von Schadstoffemissionen (wie CO₂, Methan und Feinstoff-Aerosolen), die

regelrechte „Klimakiller“ sind und zudem die Gesundheit schwer beeinträchtigen können, eine herausragende Rolle zu. Außerdem werden der Natur vielerorts Rückzugs- und „Erholungsgebiete“ eingeräumt (etwa in den Auenwäldern und Regenwaldzonen, in den Mooren und anderen Feuchtbiotopen), werden die Land- und Forstwirtschaft auf einen „ökologischen Anbau“ umgestellt und die Gewinnung sowie Nutzung der knapper werdenden Naturressourcen einem strengen Verbrauchs- und Nachhaltigkeitsmanagement unterzogen. Aber bislang wurde hier allenfalls ein Anfang gemacht – und die Zeit bis zum möglichen Umwelt- und Klimakollaps wird immer kürzer (zumal niemand weiß, wo die „tipping points“ liegen, an denen das Klima in ein neues „Regime“ irreversibel umkippt).

Von besonderer Bedeutung ist bei all dem das **Umweltmanagement**, das an der Schnittstelle zwischen Mensch und Natur operiert. Natürlich sind auch die sozial-kulturellen Systeme der Vergangenheit niemals von den ökologischen Systemen der Natur abgekoppelt gewesen, sodass es auch früher schon gelegentlich zu vom Menschen verursachten „Umweltkrisen“ gekommen ist: etwa durch Abholzungen für den Haus-, Schiffs- und Grubenbau oder für das Brennholz, das zum Heizen und Kochen in größeren Ansiedlungen oder für den Betrieb von Schmelzöfen benötigt wurde; auch bereits die sowohl extensive als auch intensive Beweidung von Wiesen und Savannen sowie eine übermäßige Bejagung von Wild oder eine exzessive Ausbeutung von Fischgründen, die Umleitung von Bächen für den Betrieb von Wassermühlen oder die Verschmutzung von Gewässern durch Gerbereien und Färbereien oder für die Papierherstellung haben schon relativ früh in der Menschheitsgeschichte für gravierende Umweltschäden oder Naturbelastungen gesorgt. Daher lassen sich erste zaghafte Maßnahmen z.B. für den Gewässer-, Boden- und Waldschutz bereits bei den Sumerern und alten Ägyptern sowie auch im antiken Indien und China und sogar bei den präkolumbischen Kulturen des alten Amerika nachweisen.

Doch die damals zu bewältigenden Umweltprobleme, die sich aus einem prekären Wechselspiel zwischen den menschlichen Nutzungsansprüchen und dem begrenzten Vermögen der Natur zu ihrer Selbstregeneration ergaben, waren nichts im Vergleich zu den Problemen, die sich uns heute stellen, da erkennbar die Existenz des Menschen (und mit ihm zahlreicher Pflanzen- und Tierspezies) auf dem Spiele steht. Nunmehr wird ein Umweltmanagement, das alle relevanten Faktoren berücksichtigt, unverzichtbar, ja überlebensnotwendig. Aber dies ist leichter gefordert als in die Tat umgesetzt! Beherrschen wir doch, wie oben mit Bezug auf die ökonomische Globalisierung und eine im Ganzen ungeregelte Technisierung aller Lebensbereiche schon angedeutet worden ist, noch nicht einmal unsere *eigenen* sozioökonomischen Systeme, in denen wir miteinander umgehen, kommunizieren, produzieren und Handel treiben. Denn nicht nur die Bewegungen an den Güter-, Dienstleistungs- und Finanzmärkten sind aufgrund ihrer intransparenten Strukturen und globalen Verflechtungen immer undurchschaubarer geworden, sondern auch die politischen und interkulturellen Verhältnisse sind derart verworren, teilweise auch instabil und polarisiert, dass wir auch hier Anlass zur Sorge haben. Daher erscheint vielen Zeitgenossen eine intakte Natur geradezu als das (utopische) *Gegenbild* zu den verworrenen und prekären Verhältnissen innerhalb der „Weltgesellschaft“ miteinander konkurrierender Staaten und sozialer sowie religiös-fundamentaler Bewegungen und Gruppierungen. Aber dies täuscht: Denn auch in der Natur ist alles in einem ständigen Fluss begriffen, ist es in der Erdgeschichte schon

wiederholt zu gewaltigen „Naturkatastrophen“ (etwa zu „big extinctions“ von vielen Spezies) gekommen. Und überhaupt ist das, was wir heute an Artenvielfalt und Klimaverhältnissen auf der Erde beobachten können, das Ergebnis einer natürlichen Evolution, die sich über mehrere Jahrmilliarden hingezogen hat. Und sogar innerhalb eines einzelnen Biotops herrschen nicht nur schiere Harmonie und friedvolle Kooperation (i.S. von Geselligkeit oder Symbiose), sondern vor allem ein allseitiger Überlebenskampf um knappe Nahrungsressourcen, der immer wieder zu instabilen Situationen und die Resilienz (Widerstandsfähigkeit) des Biotops an seine Grenzen führt: Neue vorteilhafte Mutationen verschaffen der einen Art einen Überlebensvorteil gegenüber einer anderen Art oder die Einwanderung von fremden Arten setzt ungeahnte Selektionskräfte frei, die in die Verdrängung oder sogar Ausrottung endemischer Arten einmünden können. Aber es stimmt schon: Bisweilen bleiben Biotope oder spezielle Ökosysteme über eine längere Zeit hinweg relativ stabil, indem es ihnen immer wieder gelingt, etwaig auftretende Fluktuationen (Schwankungen in der Zusammensetzung oder der inneren Dynamik des Systems) auszudämpfen.

Und eine vergleichbare Beherrschung von gefährlichen Fluktuationen wird natürlich auch in den menschlichen Sozialsystemen angestrebt: vor allem über die Ausbildung von Wert- und Rechtssystemen und die Etablierung von exekutiven Institutionen (wie etwa der Verwaltung oder der Polizei), um „Recht und Ordnung“ sowohl herzustellen als auch zu kontrollieren und aufrechtzuerhalten. Hierbei spielen kooperative, verwaltungstechnische und arbeitsteilige Prozesse, aber auch klare Zuweisungen von sozialen Rollen mit bestimmten Rechten und Pflichten sowie auch politische Herrschaftsverhältnisse eine entscheidende Rolle. Und damit dies alles funktioniert, bedarf es des Vertrauens der Bürger in die Legitimität und die Nicht-Korruptheit der Staatsführung; aber auch in die Gerechtigkeit der Gesetzgebung und die Angemessenheit der Rechtsdurchsetzung. Solange dieses Grundvertrauen in die staatlichen Institutionen beim Großteil der Bevölkerung gegeben ist, wird auch das Gesellschaftswesen weitgehend reibungslos funktionieren können und Bestand haben (andernfalls Aufstände oder sogar revolutionäre Umbrüche drohen).

Dies stellt sich in der Natur ganz anders dar: Denn einmal abgesehen von gewissen „freundlichen“ konvivialen Beziehungen innerhalb von Tiergesellschaften (etwa bei Menschenaffen) oder von der rigorosen arbeitsteiligen Organisation innerhalb von Bienen- oder Ameisenvölkern, dominiert in der Natur vorwiegend die „körperliche Überlegenheit“, sodass hier Gewalt und „natürliche Intelligenz“ den Ton angeben. Kurzum: hier bestimmt das „Gesetz von Fressen und Gefressenwerden“ das biologische Naturgeschehen. Und nur innerhalb von Tiergruppen ab einer bestimmten Entwicklungsstufe (wie bei den Säugetieren und Vögeln) sind auch ein kooperatives Verhalten, Fürsorge und sogar Hilfsbereitschaft beobachtbar, da hier die einzelnen Individuen für ihr Überleben und Wohlergehen aufeinander angewiesen sind. Damit wird bereits eine Vorstufe erreicht, auf der immerhin schon ein „soziales Lernen“ in einem rudimentären Umfang möglich ist. Diese Entwicklung nimmt dann schließlich beim Menschen seine ausgeprägteste Form an. Denn in humanen Sozialsystemen wird die Gewaltbereitschaft (Aggressivität) in der Regel durch die Akzeptanz von moralischen Spielregeln (Werten und Normen) und durch ritualisierte Formen des Verhaltens „kanalisiert“ und dadurch in Schranken gehalten. Im Idealfall kann diese friedfertige Organisation aller menschlichen Belange die gesamte Menschheit umfassen

– wovon wir aber derzeit noch weit entfernt sind, wie die kriegerischen Auseinandersetzungen in etlichen Regionen der Erde zeigen. Es gehört deshalb zu den größten und schwierigsten Aufgaben jeder menschlichen Gemeinschaft und Gesellschaft, das innere Gewaltpotenzial jedes Menschen, das ein Erbteil aus der biologischen Evolution ist, etwa durch Erziehung und juristische Strafandrohung möglichst gering zu halten bzw. auf harmlose Verhaltensbereiche umzulenken (wie etwa auf den Sport, aber auch auf das staatlich geregelte Konkurrieren um Marktvorteile, Karrierechancen usw.). Da dies einer Gesellschaft aber immer nur nach innen hin möglich ist, unterhält sie in der Regel außerdem noch eine Armee, die sie im Ernstfalle gegenüber äußeren Feinden verteidigen kann.

Warum jedoch alle diese langen Ausführungen zur Struktur und Funktionsweise von *sozialen* Systemen, wo es doch in diesem Beitrag um *sozial-ökologische* Systeme geht? Der Grund hierfür ist, dass es bei dieser Art von Systemmodellierung eben nicht nur um Ökologie, sondern immer auch um Soziologie und andere Sozial- und Kulturwissenschaften geht – ja, gehen muss! Es ist uns wichtig, auf die charakteristischen Unterschiede in der Eigenart von naturalen Ökoystemen und kulturellen Humansystemen hinzuweisen. In den SES-Theorien wird die Kenntnis dieser Unterschiede zumeist vorausgesetzt – mit der Folge, dass das Zusammenwirken dieser unterschiedlichen Systemtypen nur unvollständig verstanden wird und oft sogar Missverständnissen Vorschub leistet. Die Qualität und Stärke des „systemischen Denkens“ zeigt sich aber auch daran, inwieweit die besonderen Eigenheiten unterschiedlicher Systemtypen bewusst geworden sind. Denn nur dann können auch die *intersystemischen* Beziehungen angemessen verstanden werden. Die erkenntnistheoretischen (epistemologischen) Voraussetzungen für die Beschreibung und das Verständnis von humanen Sozialsystemen sind teilweise sehr verschieden von denen für die Analyse von Ökosystemen – ja, in mancher Hinsicht diesen sogar entgegengesetzt. Eine *vollständige* SES-Theorie muss daher beiden Systemtypen gerecht zu werden versuchen. Zumindest aber ist es von Vorteil, sich die unterschiedlichen Funktionsweisen beider Systemformen bewusst zu machen. Versäumt man dies, dann kann es leicht zu bestimmten Fehleinschätzungen kommen, von denen mitunter auch die Wissenschaft nicht verschont bleibt: Ein berühmtes Beispiel liefert der so genannte „naturalistische Fehlschluss“, der darin gründet, dass man aus der Beobachtung, dass in der Natur offenbar immer der Stärkere überlebt, die Vorstellung ableitet, dass es auch in der menschlichen Gesellschaft ein „Recht des Stärkeren“ gebe bzw. geben sollte (was zu den bekannten „sozialdarwinistischen“ Ideologien führt). Allgemein gilt: Sowohl die dezidierte Kampfstellung *gegen* die „gefährliche Natur“ als auch der Versuch, die angeblich so „harmonische Natur“ zum Vorbild für das menschliche Verhalten zu erheben, sowie auch die Vorstellung, die Natur sei nur ein „Vorrat“ an wirtschaftlich verwertbaren Stoffen und Energien, aus dem man sich nach Gutdünken bedienen kann, sind nur Ausdruck einer defizitären Bewusstseinshaltung, der es an Differenzierungsvermögen mangelt. Insbesondere an der Frage, ob und gegebenenfalls was wir von der Natur *lernen* können, scheiden sich von jeher die Geister. Um nur zwei der häufig gestellten Fragen anzuführen: Gibt es ein universal gültiges „Naturrecht“? Gibt es „natürliche Lebensmittel“, sodass gentechnisch modifizierte Nahrungsmittel abzulehnen sind? Zu einer angemessenen Antwort kann gerade auch eine Systemtheorie, die sich für die unterschiedliche Funktionsweise verschiedener Systeme sensibel gemacht hat, Wesentliches beitragen.

Fragen wir z.B., ob die in der Natur herrschenden Gesetze (etwa die der „natürlichen Selektion“) für die Organisation menschlicher Gemeinschaften ein Leitbild liefern können, indem man sie für die Stabilisierung der sozialen Dynamik und für die Einhegung der oben erwähnten „Aggressionsneigung“, die dem Menschen offenbar angeboren ist, übernimmt. Fragen wir mithin: Sind autoritäre Staatsregime eher dazu in der Lage, die Gewaltbereitschaft ihrer Bürger im Zaume zu halten, indem sie diese mit polizeilichen und geheimdienstlichen Maßnahmen kontrolliert, als demokratische Gemeinwesen, die bei der rechtsförmigen „Unterdrückung“ von zwischenmenschlicher und politischer Gewalt auf die freie Zustimmung ihrer Bürger angewiesen sind, um legitim sein zu können? Und sind solche diktaturähnlichen Staatswesen daher *stabiler* als Demokratien? Antwort: Systemtheoretisch gesehen, lässt sich diese Frage grundsätzlich nicht bejahen, da autoritäre Regime nach einer gewissen Zeit immer zur Mobilisierung von innerem Widerstand und sodann auch zu Aufständen führen; auch im Falle von Naturkatastrophen (z.B. Erdbeben und Überschwemmungen) reagieren sie oft schwerfälliger; und schließlich können hier auch wirtschaftliche Notlagen auf der Grundlage von zentralen Wirtschaftsplanungen eher schlecht gemeistert werden, da dem individuellen Handeln zumeist ein zu geringer Spielraum zugestanden wird (zumindest gilt dies für extreme Formen einer nach innen hin repressiven Herrschaft). Daher können „freie Gesellschaften“, in denen den demokratischen und bürgerlichen Freiheitsrechten des Individuums eine hohe Bedeutung beigemessen wird, nicht unbedingt als instabiler oder krisenanfälliger gelten als autoritär geführte Staaten oder kollektivistisch organisierte Gemeinwesen. Denn liberale Gesellschaften zeichnen sich in der Regel durch einen hohen Grad an Innovativität (Ideenreichtum) und eine nicht geringe Anpassungsfähigkeit (Flexibilität) in Krisenzeiten aus.

Betrachtet man nun moderne bürgerliche Gesellschaften vom demokratisch-rechtsstaatlichen Typus, dann fällt auf, dass sie aus einem „Gemisch“ von sich selbstorganisierenden (informellen) Prozessen einerseits und von politisch-rechtlich geregelten (aus der Perspektive der Individuen also „fremdorganisierten“) Prozessen bestehen. Dies liegt natürlich daran, dass der Mensch zu sich selbst eine „reflexive Distanz“ einnehmen, d.h. über sein Handeln und Wollen nachdenken und gegenüber anderen Personen Verantwortung übernehmen bzw. Rechenschaft ablegen kann. Eine solche „Mischung“ oder Überlagerung finden wir hingegen bei ökologischen Systemen in der Natur nicht (solange wir nicht von außen in sie eingreifen): Natürliche Ökosysteme sind vielmehr *durchgängig selbstorganisiert* – denn hier gibt es keine „steuernden Instanzen“, die den „blinden“ Naturabläufen etwas entgegensetzen würden: also keine kooperative Planung oder eine Evaluation von durchgeführten Maßnahmen, um deren Resultate zu korrigieren oder die Instrumente und Methoden des Handelns zu optimieren. Nur der Mensch scheint dazu in der Lage zu sein, die Konsequenzen seines Tuns zu bewerten und aus ihnen nachhaltig zu lernen (ja solche Konsequenzen in Grenzen sogar vorausszusehen), neue technologische Entwicklungen zu stimulieren und voranzutreiben sowie die Formen seines kollektiven Handelns immer wieder zu reorganisieren, falls dies notwendig oder sinnvoll erscheint. Von all dem kann in der Natur nicht die Rede sein.¹³ Dennoch werden wir später noch sehen, dass es auch in den

¹³ Eine Ackerfläche entsteht nicht von selbst, sondern ist das Resultat einer geplanten Urbarmachung von Wildnis, denn sie muss der Natur erst abgerungen werden. Natürlich strukturieren auch viele (vielleicht sogar alle) Lebewesen ebenfalls ihre Umwelt nach Maßgabe

naturalen Ökosystemen gewisse „Spielräume“ und „Freiheitsgrade“ gibt, die zur Resilienz und Stabilität des Systems beitragen; nur das dies nichts mit „freiheitlichen Entscheidungen“ zu tun hat, denn in der außermenschlichen Natur gibt es nichts von dem, was für Humansysteme wesentlich ist: weder kulturelle Symbole noch Institutionen, weder normativ fundierte Werte noch ein „positives Recht“ und ebenso weder Interesse noch Zweck, weder Einsicht noch Absicht (Letzteres allenfalls in rudimentärer Form bei einigen höheren Lebewesen, die mit Bewusstsein und Empfindung begabt sind und ein komplexes Sozialleben entwickelt haben).

Und die Fähigkeit des Menschen, aus Fehlschlägen (Fehlplanungen) zu lernen, ist auch unbedingt erforderlich, denn in *komplexen* gesellschaftlichen Zusammenhängen (etwa bei einer umfassenden Reform des Steuer- oder Gesundheitswesens oder beim Versuch einer Neuausrichtung von Wirtschaftsabläufen) ist es häufig nicht oder nur begrenzt möglich, die potenziellen Auswirkungen eines innovativen Handelns vorauszusehen. Und schon die Einschätzung der Langzeitfolgen eines *gewohnten* Handelns kann überaus schwierig sein – wie das Beispiel des fortgesetzten „Raubbaus“ an den Naturschätzen eindrücklich zeigt, wo der Mensch in den frühen Phasen der

ihrer „Interessen“ und Lebensgewohnheiten (man denke z.B. an die Burgen des Bibers oder an Termithügel, die die vorhandene Landschaft stark verändern und prägen können; oder auch an Korallenriffe und Guanovogelkolonien), aber unterhalb der Primatenstufe vollziehen sich alle diese Aktivitäten auf der Grundlage eines angeborenen Instinktprogramms, denn die nicht-humanen Lebewesen können gar nicht anders, als sich so oder so zu verhalten. Weshalb man zu Recht ein bloß instinktives oder reflexartig-reaktives *Verhalten* vom menschlichen *Handeln* zu unterscheiden pflegt: denn erst das Handeln erfolgt absichtsvoll und gezielt, wobei in der Regel auch Handlungsalternativen bestehen, zwischen denen eine „freie Wahl“ getroffen wird. Offenbar ist nur der Mensch dazu imstande, im vollen Sinne zweckgerichtet und begründet zu handeln, indem er Prioritäten setzt und mit Hilfe seiner Vorstellungskraft Pläne schmiedet. Hieraus entspringt denn auch die besondere Verantwortlichkeit des Menschen für seine Taten bzw. Unterlassungen: Nur vom Menschen kann man eine Rechtfertigung für seine Handlungen einfordern. Zwar können auch höhere „intelligente“ Tiere gelegentlich „tricksen“, indem sie ihre Artgenossen z.B. über die Lage einer versteckten Beute offenbar bewusst täuschen, doch wir würden sie deshalb nicht zur Rechenschaft ziehen oder ihnen eine Schuld zuweisen. Erst vom Menschen könnte man hier ein „schlechtes Gewissen“ erwarten, weil oder falls er dabei gegen eine bestehende moralische oder rechtliche Norm verstoßen hat. Mancher wird vielleicht entgegen, dass sein Hund sehr wohl weiß, wenn er etwas „Schlechtes“ getan hat. Doch es ist wohl eher so, dass der Hund bloß merkt, dass sein Halter über ihn verärgert ist und er daher dessen Zorn fürchten muss. – Doch dass allein der Mensch ein „sittliches“, nämlich *verantwortliches* Wesen ist, bedeutet nicht, dass anderen Lebewesen keinerlei „ethischer Wert“ zugebilligt zu werden braucht: dass z.B. ein Fuchs sich nicht an einem „Hühnerdiebstahl“ *schuldig* machen kann, rechtfertigt nicht, dass der Mensch ihn wie irgendeine „Sache“ behandeln darf, da der Fuchs ein empfindungsfähiges Wesen ist, dass zu leiden vermag, sodass hier für den Menschen ein Verbot der Leidzufügung besteht. Der Mensch darf zwar seinen Hühnerbesitz gegen den Fuchs verteidigen, aber ohne dem Tier hierbei vermeidbares Leid zuzufügen. Vor allem aber ist auch einem Raubtier ein unbedingtes Lebensrecht zuzugestehen, da auch dieses über einen moralisch relevanten „intrinsischen Lebenswert“ verfügt. Der Tierschutz dient nicht nur der Arterhaltung, sondern pocht auch auf das Wohlergehen jedes einzelnen Individuums jeder empfindungsfähigen Tierart. Die Erhaltung der Biodiversität auf diesem Planeten sollte daher nicht nur aus Eigeninteresse, sondern auch aus ethischem Respekt vor allem Lebendigen geschehen. Naturschutz ist insofern *auch* eine „ethische Pflicht“. (Nähere Erläuterungen hierzu findet der Leser in Paslack 2012, S. 65 ff.)

Industrialisierung reichlich „naiv“ davon ausging, dass die Rohstoffvorräte und Energiereserven des Planeten unerschöpflich seien. Diese Einstellung hat sich inzwischen grundlegend geändert. Aber noch immer verhalten sich einige Politiker und Wirtschaftsexperten faktisch so, als glaubten sie, mit der Natur *verhandeln* zu können – so wie sie es auf den Parketten der internationalen Diplomatie gewohnt sind. Aber der Natur kann man keine „Angebote“ machen, etwa um Zeit zu gewinnen, bevor ein wichtiger „tipping point“ erreicht wird, nach dem der Klimawandel und alle damit verbundenen Konsequenzen (wie Artensterben, Anstieg des Meeresspiegels, Ausbreitung der Wüstenzonen) ihren unabänderlichen Lauf nehmen.¹⁴ Denn genau das ist ja das Problem: Die Natur folgt einfach nur immer ihren eigenen und unabänderlichen Gesetzen und lässt nicht mit sich reden. Was immer hier an kumulativen oder systemisch rückkoppelnden Effekten auftritt (etwa im Falle einer fortschreitenden Versauerung der Meere oder bei der zunehmenden Freisetzung von Methan aus den sibirischen Permafrostböden aufgrund einer „positiven Rückkopplung“ zwischen steigenden Temperaturen und Methanemissionen), es *geschieht* einfach, weil es aufgrund der geltenden Naturgesetze eben so geschehen *muss* (und nicht nur *kann*, sodass es eine Art „Verhandlungsspielraum“ geben könnte). Während also die „positive Gesetzgebung“ in den Humangesellschaften immer wieder rechtliche Anpassungen in Form von Gesetzesnovellen gestattet, gelten die Naturgesetze absolut und unumstößlich. Das Einzige, was der Mensch in einer solchen Lage tun kann ist, die obwaltenden Naturgesetze entweder durch Zurückhaltung zu respektieren, indem er behutsam und nachhaltig mit den Naturschätzen umgeht (etwa indem er Wiederaufforstung betreibt oder den Fischbeständen Erholungszeiten einräumt), oder auf technologische Weise, indem er etwa neue (nicht-fossile) Energiequellen erschließt (etwa durch Windkraft- und Photovoltaikanlagen) bzw. die Produkte seines wirtschaftlichen Handelns von vornherein so strukturiert, dass sie wiederverwendet („recycelt“) werden können, um auf diese Weise den Verbrauch an neuen Rohstoffen möglichst zu reduzieren. Anders gesagt: Der Mensch kann immer nur *mit* den Naturgesetzen handeln, indem er sie beachtet bzw. technologisch nutzt, nicht aber *gegen* sie.

Dies mag eine Binsenweisheit sein, führt aber zu erheblichen Konsequenzen für jedes Systemmanagement an der Schnittstelle zwischen Mensch und Natur. Denn während wir das Verhalten von Ökosystemen immer nur insoweit planvoll ändern können, wie dies im Rahmen der geltenden Naturgesetze (oder der auf diesen

¹⁴ Umweltpolitiker bewegen sich daher auf einem Terrain, das sie vor ungewohnte Aufgaben stellt, denn mit der Natur gibt es zwar einen Austausch, aber keinen Dialog. Und der Mensch kann zwar um sein Leben kämpfen (etwa im Falle eines Erdbebens oder einer Flutkatastrophe), aber nicht gegen die Natur kämpfen, denn die Natur selbst ist weder gegen noch für den Menschen, sondern geschieht einfach. Sie kennt auch keine „Katastrophen“, sondern nur Umstrukturierungen geringeren oder größeren Ausmaßes. Was wir von der Natur lernen können, sind daher keine Regeln für unser Zusammenleben, sondern lediglich Musterlösungen für *technische* Fragestellungen hinsichtlich Machbarkeit, Wirksamkeit und Effizienz. Und schließlich können wir von der Natur auch etwas über die biologischen Grundlagen unserer eigenen Gattung erfahren: z.B. über jene „archaischen“ psychischen Mechanismen, die unsere spontanen Verhaltensreaktionen (Reflexe) prägen und steuern. Vor allem aber kann uns unser Naturwissen dazu verhelfen, jene Naturgegebenheiten und Naturprozesse nicht zu schädigen oder zu stören, die für unser Überleben unentbehrlich sind.

basierenden Genetik) möglich ist, können wir die Regeln und Muster unseres eigenen Verhaltens in einem weitaus größeren Maße ändern, da wir in unserem Handeln im Unterschied zu den meisten anderen Lebewesen nicht (oder nur rudimentär) an Instinktprogramme gebunden sind, sodass wir die Angemessenheit unserer Verhaltensweisen und Institutionen überdenken und diese grundsätzlich auch nach Belieben transformieren können. Genau ein solches Überdenken unserer Handlungsweisen und der Leistungsfähigkeit unserer Institutionen scheint gegenwärtig erforderlich zu sein, um die zentrale Frage des Managements sozial-ökologischer Systeme beantworten zu können: Wie können wir in der Entwicklung der Mensch-Natur-Beziehung die „Kontrolle“ gewinnen, damit diese Beziehung nicht ins sozial-ökologische Chaos führt? Dazu müssen wir offenbar nicht nur verstehen, wie Ökosysteme funktionieren, sondern auch in unserem „eigenen Hause“ zumindest so viel Ordnung schaffen, dass ein geordnetes und aussichtsreiches Vorgehen beim sozial-ökologischen Management überhaupt möglich wird! Folglich müssen wir nicht nur die „kritischen Punkte“ innerhalb der Dynamik ökologischer Systeme, sondern auch die „neuralgischen Punkte“ innerhalb der Humangesellschaften identifizieren und zu beherrschen lernen. Eine Neuordnung der Mensch-Natur-Beziehung setzt also eine Neuordnung der weltgesellschaftlichen Verhältnisse voraus, die vor allem die Ein- und Ausrichtung der globalen Wirtschaft betrifft. Andernfalls werden alle die schönen Theorien sozial-ökologischer Systeme, die bereits entwickelt worden sind, weitgehend Makulatur bleiben.

Was bedeutet dieser Befund nun für die Aufgaben und Vorgehensweisen eines Managements, das versucht, die sozialen Strukturen, ökonomischen Interessen und technischen Operationsweisen menschlicher Gesellschaften mit den Strukturen, Prozessen und Gesetzen der für unser Überleben und Wohlergehen wichtigen Ökosysteme in Einklang zu bringen? Ein solches Management wird selbst einen *systemischen* Charakter annehmen müssen. Und es wird das Spiel der *Wechselwirkungen* zwischen den humansozialen und den ökologischen Systemen letztlich wie ein *einziges großes* System behandeln müssen, in dem die die humanen und die ökologischen Systeme mit ihrer jeweils eigenen Dynamik gewissermaßen „Subsysteme“ bilden, die dabei nicht unabhängig voneinander operieren, sondern sich an zahllosen Punkten berühren und immerzu beeinflussen. Daher lag es nahe, eine Theorie so genannter „sozial-ökologischer Systeme“ zu entwickeln, um insbesondere das Zusammenspiel von Ökologie und Ökonomie (aber auch noch von anderen menschlichen Praxisbereichen) in Modellen abbilden sowie aus diesen Erkenntnisse gewinnen zu können, die es uns erlauben, jede bewusste Intervention in die natürliche Umwelt, aber auch jeden sonstigen Effekt auf diese, abschätzen und bewerten zu können. Dies stellt ein ungemein schwieriges Unterfangen dar, das vor allem an die methodische Vorgehensweise hohe Ansprüche stellt: um ein sachlich angemessenes und für praktische Zwecke instruktives Modell erstellen zu können, müssen z.B. alle relevanten Komponenten des Systems, alle Konstanten und Variablen, bestimmt sowie Indikatoren erarbeitet werden, mit deren Hilfe wir die laufenden Veränderungen in einem sozial-ökologischen System (und damit auch den Erfolg oder Misserfolg unserer umweltbezogenen Maßnahmen) beobachten können. Dies stellt die Theorie und Modellbildung vor eine gewaltige Aufgabe, die nicht auf einen Schlag, sondern nur nach und nach gelöst werden kann, indem wir Erfahrungen sammeln und diese immer

wieder in das Modell einspeisen, sodass es allmählich eine aussagekräftige und praktisch nutzbare Form annimmt.

6.1.2. Basiseigenschaften komplexer dynamischer Systeme

Die nachstehende Darstellung geht hauptsächlich deshalb ins Detail, weil es ihre Absicht ist, den Leser für das „systemische Denken“ zu sensibilisieren. Der Leser soll mit den Grundbegriffen, aber auch mit den Tücken und Schwierigkeiten ihrer Anwendung vertraut gemacht werden. Es werden daher nur einige wenige Vorkenntnisse vorausgesetzt. Nach und nach soll deutlich werden, was es heißt, die Wirklichkeit als ein System bzw. als ein Geflecht aus vielen (Sub-) Systemen zu betrachten. Bekanntlich kann es leicht passieren, dass man „den Wald vor lauter Bäumen“ nicht sieht. Bei der Systemanalyse kommt es aber gerade auf den „Wald“ an, denn Waldbäume verhalten sich anders als einzeln stehende Bäume. Wobei es aber gar nicht stimmt, dass irgendein Baum jemals *allein* dastehen würde: denn immer ist ein wasser- und bakterienreicher Boden da, auf dem er steht, und stets sind eine oft mit Wolken überzogene Atmosphäre sowie eine Licht spendende Sonne vorhanden, mit denen jeder Baum in Wechselwirkung steht (auch wenn der Baum natürlich nicht auf die weit entfernte Sonne selbst zurückwirken, sondern deren Lichtenergie für seinen Stoffwechsel bloß photosynthetisch nutzen kann).

Ganz allgemein kann man „Systeme“ als *geregelter Gefügesamtheiten* aus mehr oder minder vielen Komponenten definieren, bei denen die Relationen zwischen den Komponenten wichtiger sind als die Komponenten selbst. In diesem Buch geht es allerdings nur um *dynamische* Systeme (nicht also auch z.B. um Gedankensysteme, nicht um Begriffs- oder Klassifikationssysteme). Und die hier behandelten Systeme sind besonders *komplex*, d.h. auf vielfältige Weise intern vernetzt, indem ihre Komponenten auf unterschiedliche Weise miteinander wechselwirken oder „kommunizieren“. Auch sind hier die Komponenten keineswegs alle gleichartig, sondern oft sogar höchst verschiedenartig. Thematisiert werden hier also nur solche Systeme, die einen *ganzheitlichen* Struktur-Prozess-Zusammenhang bilden. Zudem sind die hier betrachteten Systeme sämtlich *selbstorganisiert* und *selbsterhaltend*, also nicht geplant oder „konstruiert“ wie etwa Maschinen. Und überdies sind sie *evolutionsfähig*, indem sie ihre Binnenstrukturen, ihre Operationsregeln und auch ihre Größe (ihre räumliche Ausdehnung, aber auch ihre zeitliche Dauer) durchaus ändern können. Hinzu kommt schließlich noch, dass die hier interessierenden Systeme (jedenfalls weitgehend) „funktionell geschlossen“ sind, was ihre Ordnung stabilisiert und wodurch sie in einem gewissen Maße widerstandsfähig gegenüber Störungen aus ihrer Umwelt werden. Die Systeme, mit denen wir uns in dem vorliegenden Buch befassen, sind wahrscheinlich sogar die komplexesten dynamischen Systeme, die wir überhaupt kennen. Entsprechend anspruchsvoll und schwierig ist es, diese Systeme theoretisch zu verstehen und in der Praxis erfolgreich zu managen.

Wenn nun von einem „sozial-ökologischen System“ (SES) die Rede ist¹⁵, dann haben wir es hier offenbar mit einem extrem komplexen dynamischen System zu tun –

¹⁵ Im deutschen Sprachraum ist auch der Ausdruck „sozio-ökologisches System“ gebräuchlich (in Analogie zu den Beschreibungen sozio-kultureller, sozio-ökonomischer oder sozio-technischer

oder genauer: mit einem ganzen Geflecht von verschiedenen Systemen, die allesamt ineinandergreifen und deren jeweils interne und interdependente Wechselwirkungen zu Ergebnissen führen, die nicht oder nur in Grenzen vorhersehbar sind. Zumal wir es nicht gewohnt sind, in komplexen („kreislausal“ und nicht-linearen) Prozessabläufen zu denken und zudem die immensen Datenmengen zu berücksichtigen, die bei der Beobachtung dieser Vorgänge anfallen: sofern wir diese Daten überhaupt haben, denn sie müssen ja erst mühsam und auf einem methodisch zuverlässigen Wege gewonnen werden. Und selbst dann, wenn wir alle erdenklichen empirischen Daten zur Verfügung hätten, auch dann müssten wir erst noch herausfinden, welche von ihnen und in welcher Hinsicht wichtig sind. Hierzu gehört auch, dass wir die richtigen Fragen stellen und über das methodische (vor allem mathematische) Rüstzeug verfügen, mit dessen Hilfe wir das Datenmaterial angemessen ordnen und auswerten können. Kurzum: Um einen Aussagewert zu erhalten, müssen wir die erhobenen Daten auch interpretieren können, denn erst hierdurch werden sie informativ und wissenschaftlich. Und es versteht sich von selbst, dass die Erstellung eines umfassenden Modells nur interdisziplinär, also nur durch das Zusammenwirken zahlreicher sozial-, kultur- und naturwissenschaftlicher Disziplinen erreicht werden kann. Eine einzelne akademische Disziplin wäre hier schlicht überfordert.

Im Folgenden werden zunächst die essenziellen Merkmale von komplexen und dynamischen Systemen überhaupt beschrieben.¹⁶ Denn diese Eigenschaften sind auch für das weiter unten behandelte „sozial-ökologische System“ von zentraler Bedeutung.

6.1.2.1. Selbstorganisation, „Umweltoffenheit“ und „operationale Geschlossenheit“

Systeme vom gesellschaftlichen und ökologischen Typ organisieren sich im Wesentlichen selbst, worauf bereits in der Einleitung (7.1.1.) hingewiesen wurde. Damit ist gemeint, dass solche Systeme sowohl ihre internen Strukturen selbst aufbauen als auch selbst (autonom) die Regeln festlegen, nach denen dieser Strukturaufbau und dessen Reproduktion (Strukturerhaltung) erfolgt. Im Unterschied zu „trivialen“ Maschinen (etwa Automaten) gibt es hier keinen Konstrukteur, der von außen her den Aufbau und das Prozessieren (Funktionieren) des Systems bestimmt, aber auch keine innere Zentralinstanz, die diese „Selbsterzeugung“ und Selbstregulation steuern würde, sondern stattdessen ein komplexes Zusammenspiel aller Systemelemente oder Strukturkomponenten, aus dem Form und Funktionsweise des Systems spontan (d.h. ungerichtet und ungeplant) „emergieren“ – was jedoch zumeist nicht auf einmal, sondern über zahlreiche Schritte hinweg (evolutionär) geschieht. Und natürlich kann

Systeme). Statt im Singular nur von einem einzigen „sozial-ökologischen System“ kann man auch im Plural von vielen „sozial-ökologischen Systemen“ sprechen, wenn man bestimmte „ökologische Komplexe“ (oder systemische Einheiten) aus dem „Ökosystem Erde“ herausgreift und für die Analyse thematisiert. So gibt es neben zahllosen lokalen auch viele regionale Ökosysteme, die alle zusammen das globale Ökosystem unseres Planeten ausmachen. Auf das methodische Problem, wie sich einzelne sozial-ökologische Systeme „zuschneiden“ bzw. voneinander separieren lassen, werden wir weiter unten noch zu sprechen kommen.

¹⁶ Die Darstellung der Basiseigenschaften komplexer dynamischer Systeme beruht im Wesentlichen auf Vorarbeiten eines der beiden Autoren dieses Kapitels: siehe vor allem Paslack (1991), Paslack (2012) und insbesondere Paslack (2019).

dieser Vorgang immer nur im Rahmen der geltenden Naturgesetze stattfinden, wobei (wie wir noch sehen werden) die „Beherrschung“ der Gesetze der Thermodynamik eine besondere Rolle spielt. Damit aber solche Systeme ihre Struktur und ihr Verhalten zum einen selbst determinieren und zum andern sich auch fortentwickeln können, indem sie sich fortwährend an geänderte Umweltbedingungen anpassen, müssen sie „evolutionär offen“ sein. Hierzu wiederum dürfen die einzelnen Systemelemente nicht zu „starr“ (unelastisch) beschaffen sein, sodass sich im Geflecht ihrer Wechselwirkungen „evolutionäre Spielräume“ auf tun können. Wir haben es hier also auch mit „selbstadaptiven Systemen“ zu tun.¹⁷

Wenn man von einem „System“ spricht, dann muss man auch von der „Umwelt“ sprechen, da beide Begriffe ein Paar bilden: und zwar von *seiner* Umwelt, denn komplexe (etwa lebende) Systeme befinden sich nicht einfach nur in einer „Umgebung“, sondern unterhalten mit dieser ganz spezifische Austauschbeziehungen, was zur Folge hat, dass nicht alles, was „draußen“ geschieht, für ein bestimmtes System (zumindest nicht unmittelbar) relevant ist: Nur das, was das System für seinen Erhalt „braucht“, wird aus dem Umgebung seligiert. Dies bedeutet, dass ein derartiges System sich auf eine jeweils besondere Weise „sensibel“ (rezeptiv und reaktiv) gegenüber einem bestimmten „Ausschnitt“ der Gesamtwirklichkeit verhält: und dieser „Ausschnitt“ bildet dann *die* „Umwelt“ des Systems. So „interessieren“ sich etwa die sozialen Humansysteme mit ihren verschiedenen Subsystemen (wie Wirtschaft, Recht und Kultur) in der Regel nur für spezielle Aspekte ihrer Umgebung: so sind z.B. für das ökonomische Subsystem der Gesellschaft vor allem solche Objekte in der Natur (Lagerstätten, Wasservorkommen, züchtbare Lebewesen usw.) von Interesse, die sich wirtschaftlich verwerten lassen (und mit denen sich Geld verdienen lässt).

Dieser „selektive Zugriff“ auf die Umgebung, der dem System *seine* spezielle Umwelt verschafft, ist nun zwar aus der Sicht des Systems sinnvoll und verständlich, doch ist damit die *Gesamtwirklichkeit* keineswegs verschwunden, sondern nur aufgrund einer bestimmten „systemischen Perspektive“ ausgeblendet, d.h. in den allgemeinen „Welthintergrund“ (Seinshorizont) abgedrängt worden. Denn was hier stattfindet, ist ja lediglich eine jeweils systembezogene „Reduktion von Weltkomplexität“ (wie der deutsche Soziologe Niklas Luhmann dies genannt hat), die das System für seine eigenen Zwecke vollzogen hat, um nicht auf alles zugleich achten, d.h. immerzu die gesamte Vielfalt des Seienden „intrasystemisch verarbeiten“ zu müssen, was zwangsläufig zu einer operativen Überlastung des Systems führen würde. Diese selektive Einschränkung des „Blicks“ ist aber nicht frei von gewissen Risiken, da sie auch leicht „blind“ machen kann für Vorgänge in seiner Umgebung, die für seinen Fortbestand und sein Wohlergehen durchaus von erheblicher Relevanz sein können! Und eben in dieser Situation befindet sich momentan die Menschheit, die allzu lange auf Kosten der Natur gewirtschaftet hat und nunmehr feststellen muss, dass ihre Eingriffe in die Natur dort einerseits zu Kontaminationen und Degradationen und andererseits (damit zusammenhängend) zu kumulativen Entwicklungen (wie etwa einer „kritischen“

¹⁷ Der Ausdruck „selbst“ verweist hier übrigens nicht auf irgendein ominöses „Selbst“, auf das hin alle Prozesse bezogen sind (so wie wir das im Falle der Psyche annehmen, insofern hier zumindest alle bewussten Vorgänge auf ein „Ich-Selbst“ referieren); vielmehr bedeutet das „selbst“ in einem Term wie „selbstorganisiert“ nur so viel wie „spontan“ oder „von selbst“ sich ereignend.

Anreicherung von Kohlenstoff in der Atmosphäre und steigenden Temperaturen) geführt haben. Diese Entwicklungen konnten auch deshalb für eine gewisse Weile leicht übersehen werden, weil sie außerhalb des Fokus von Wirtschaft, Siedlungsplanung, Wasserregulierung und Verkehrsaufkommen lagen.

Zwar hat man schon immer darauf geachtet, dass „kleinräumig“ und „mittelfristig“ (also bezogen auf das gerade anstehende Planungsvorhaben) die vorhandenen Naturressourcen möglichst sinnvoll und effizient genutzt werden, aber die komplexeren, nämlich „weiträumigen“ und „langfristigen“ Rückkopplungseffekte innerhalb des eigendynamischen Naturhaushaltes konnte oder wollte man nicht berücksichtigen. In der Psychologie würde man hier wohl von einer gewissen „Betriebsblindheit“ oder Kurzsichtigkeit sprechen. Aber nach wie vor ist die Natur mit ihrem riesigen Gewebe aus miteinander wechselwirkenden Ökosystemen zur *Gänze* da! Wenn also die Natur auch in Zukunft eine *für uns* lebensfähige Umwelt bilden soll, dann müssen wir einen Weg finden, um die „hausgemachten“ (humansystemischen) Beschränkungen unserer Umweltwahrnehmung zumindest so weit zu überwinden, wie es für die Zukunftsfähigkeit der Menschheit erforderlich ist. Dies ist nicht zuletzt auch ein Gebot der Generationengerechtigkeit, insofern auch unsere ferneren Nachkommen ein Anrecht auf eine Lebenswelt haben, die ihnen ein erträgliches, ja angenehmes Leben im Austausch mit einer möglichst intakten Natur gestattet.

Wie aber könnten wir, trotz unserer „systemischen Brille“, diese erweiterte „Umweltoffenheit“ zur Natur hin erreichen? Zum Glück gibt es unter den Subsystemen der modernen Gesellschaft *ein* besonderes „Funktionssystem“, das inzwischen sehr stark ausdifferenziert ist und über Erkenntnisreserven verfügt, die uns über den „Tellerrand“ unserer vorwiegend ökonomischen Interessen an der Nutzbarmachung der Natur hinausblicken lassen: die Wissenschaft. Obzwar nun auch die Wissenschaft (wie jedes andere funktionsspezifisches Sozialsystem) an ganz bestimmte „Funktionsimperative“ (Wissen und Erkenntnis) und „methodische Standards“ (z.B. experimentelle Regeln und statistische Relevanzkriterien) sowie an „diskursive Ideale“ (nur das beste rationale Argument zählt) gebunden ist, ist sie gleichwohl prinzipiell dazu in der Lage, alles dem Menschen mögliche Wissen über die Natur zu gewinnen und für andere gesellschaftliche Zwecke zur Verfügung zu stellen. Hierzu aber muss die Gesellschaft sich konsequent als eine „Wissensgesellschaft“ ausrichten, die alle ihre geplanten oder auch unbeabsichtigten Wechselwirkungen mit der Natur einer rationalen Prüfung nach wissenschaftlichen Kriterien unterzieht. Und hierbei kämen keinesfalls nur die Erkenntnisse der Naturwissenschaften zur Sprache, sondern müssten auch die Methoden und Wissensbestände der Sozial- und Kulturwissenschaften miteinbezogen werden, da ja die menschlichen Interessen an der Nutzung der Natur weiterhin bestehen bleiben sollen. *Alle* relevanten Wissenschaftsdisziplinen, auch z.B. die Ingenieurwissenschaften oder die Psychologie und die Medizin, müssen somit daran beteiligt werden, ein umfassendes und praktikables Modell für die Prozesse in sozial-ökologischen Systemen zu erarbeiten.

Bei all dem sollten auch die ästhetischen Aspekte unseres Naturerlebens nicht übergangen werden, die sich nicht so einfach in ein wissenschaftliches Modell einfügen lassen, jedoch unser allgemeines Naturverhältnis wesentlich mitprägen: eine intakte Natur, das ist immer auch eine „schöne Natur“, in der wir uns wohl fühlen und neue Kräfte sammeln können. Also auch dieses ästhetische und seelische Interesse an der

Natur ist zu berücksichtigen, wenn wir Maßnahmen zur Umweltpflege und zum Naturschutz ergreifen. Die Schonung natürlicher Ressourcen und Landschaften sowie die Bewahrung der Artenvielfalt muss daher immer auch die ästhetischen (und vielleicht sogar die spirituellen) Bedürfnisse des Menschen einschließen, denn als Kulturwesen betreiben wir nicht nur Wirtschaft, Wissenschaft und Ingenieurskunst.¹⁸

Wenn wir nun den Aspekt der „Umweltoffenheit“ komplexer Systeme mit dem Aspekt ihrer Selbstorganisation und internen Selbstregulation (nach autonomen Regeln) zusammenfassen, dann ergibt sich folgendes Bild: Alle sozialen und ökologischen Systeme werden zwar einerseits von jeweils eigenen Regeln beherrscht werden, weshalb sie als **„operational geschlossene Systeme“** aufgefasst werden können, aber andererseits stellen sie zugleich auch **„offene Systeme“** dar, insofern sie Energie und Materie aufnehmen sowie wieder abgeben: so bezieht das soziale System fortlaufend Rohstoffe für die Ernährung und Produktion aus dem ökologischen System, um sie intern zu verarbeiten oder zu konsumieren, gibt diese aber irgendwann an die Natur und deren Stoffkreisläufe zurück – sei es in Form von Abwärme oder materiellem Müll. Man sagt dann auch, dass das soziale System sich von all dem entlastet, was es nicht mehr braucht und das bei seinem Verbleiben die innere Ordnung des Sozialsystems sogar stören könnte: physikalisch gesehen handelt es sich hierbei um einen Export (oder

¹⁸ In der Religion und in den bildenden Künsten (aber auch in der Dichtung) hat das Verhältnis des Menschen zur Natur schon immer eine große Bedeutung gehabt: Doch während die Kunst fast immer (von der Antike angefangen) die Schönheiten der Natur geradezu gefeiert und sich zeitweise die Natur sogar zum Vorbild genommen hat, haben vor allem die Hochreligionen (Judentum, Christentum und Islam) der Natur oft einen eher zweifelhaften Wert beigemessen (was oft auch die geringe Wertschätzung des menschlichen Leibes und die „sündhafte“ Sexualität einschloss): etwa wenn in der Bibel davon die Rede ist, dass sich der Mensch die Natur „untertan“ machen solle – ein Imperativ, dem die moderne technologische Zivilisation nur allzu gern gefolgt ist. Doch gibt es hier auch Hinweise, die Natur wie ein „guter Hirte“ zu hegen und zu pflegen, da auch sie (neben Seele und Geist) eine „Schöpfung“ Gottes und daher bewahrenswert sei. Insgesamt ist das Verhältnis der Religion zur Natur (und dies bereits im Mythos) von hoher Ambivalenz geprägt. Demgegenüber haben sich die Künstler aufgrund ihrer eigenen Kreativität oft der schöpferischen Natur verschwistet gefühlt. Aber eben dies machte sie bisweilen auch der Religion verdächtig: wollten die Künstler etwa Gott „ebenbürtig“, d.h. selbst göttlich werden? Ein Vorwurf, den viele Theologen und Gläubige aber auch gegenüber der Forschung und Technik erhoben haben. Dieser „Hybris“-Vorwurf betraf früher vor allem Bestrebungen, „Leben zu erschaffen“ (wie etwa den Golem oder das Frankenstein-Monster). In der Gegenwart richtet sich der Argwohn eher gegen bestimmte KI-Entwicklungen, die Gentechnik, die mögliche Erzeugung von Cyborgs (Mensch-Maschine-Hybriden) und die „synthetische Biologie“ – gerade weil Leben und Geist göttliche Hervorbringungen seien, die nicht künstlich simuliert oder manipuliert werden dürften. Denn heute ist es eher so, dass die Religion den Wert der Natur – und einer auch spirituellen Verbundenheit mit ihr – eher hochschätzt (vorausgesetzt, dass diese Naturverbundenheit nicht in esoterische Gefilde abdriftet). Und schon immer hat es in allen Religionen auch einen naturmystischen Nebenzweig oder Unterstrom gegeben, der das „Buch der Natur“ auf kontemplative Weise als einen Offenbarungstext zu lesen versuchte. Auch gab es seit jeher Pantheisten, die auf die Identität (Wesensgleichheit) von Natur und Gott bestanden haben (etwa Giordano Bruno oder Spinoza). Jedenfalls finden sich in Kunst, Religion und Mystik immer wieder Bestrebungen, die Einheit von (göttlichem) Geist und Natur zu betonen und zu beschwören – und damit auch die Beziehung des Menschen zur Natur nicht nur als ein ökonomisches oder technisches Verhältnis zu sehen.

eine Externalisierung) von „Entropie“, also von „Unordnung“.¹⁹ Und natürlich bilden auch Ökosysteme (so wie bereits die einzelnen Lebewesen) „offene Systeme“, die mit ihrer Umwelt Materie und Energie austauschen. Es ist somit ein Kennzeichen von operational geschlossenen und zugleich energetisch und materiell offenen Systemen, dass sie ihre interne Ordnung nur dadurch aufbauen, stabilisieren und erhalten können, dass sie einerseits ihrer Umwelt selektiv das entnehmen, was sie zu ihrem Weiterleben benötigen, und andererseits alles das wieder an die Umwelt zurückgeben, was ihre inneren Funktionen beeinträchtigen könnte.

6.1.2.2. Resilienz und Robustheit

Doch soziale Systeme vermögen sich in Grenzen auch neuen Herausforderungen seitens der natürlichen Umwelt anzupassen, indem sie ihre vorhandenen Ressourcen anders verteilen und nutzen oder benötigte Umweltressourcen, die knapp geworden sind, teilweise ersetzen (substituieren); ja, sie können bisweilen sogar ihre eigenen Regeln und Prioritäten ändern, sich selbst weiterentwickeln oder ihre internen Prozesse umstrukturieren. Mit anderen Worten: Soziale Systeme erweisen sich in ihrem Verhalten oft als überraschend flexibel, wenn Knappheiten oder Turbulenzen in ihrer Umwelt auftreten, die sie in Schwierigkeiten bringen oder sogar ihren Bestand bedrohen. Dies macht ihre **Resilienz** oder Widerstandsfähigkeit in prekären Situationen aus.

Flexibel und in Grenzen resilient sind aber auch die ökologischen Systeme, in denen es ebenfalls zu Umstrukturierungen kommen kann, die vielleicht mit dem Tod vieler Individuen einer Spezies oder sogar mit dem Aussterben ganzer Arten einhergehen, aber nicht in einer völligen Zerstörung des Systems einmünden müssen.²⁰ Hierbei spielen dann aber nicht Entscheidungen über Prioritäten und Maßnahmen, wie im Falle sozialer Humansysteme, eine Rolle, sondern vor allem Prozesse der Größenreduktion von Populationen oder einer Neudurchmischung der in ihnen beheimateten Arten sowie das zufällige Auftreten von günstigen genetischen Mutationen, die einigen Spezies einen Selektionsvorteil gegenüber Konkurrenten verschaffen. Gleichwohl sind solche Transformationsprozesse in allen offenen

¹⁹ Thermodynamische Aspekte (wie etwas das Wirken der Entropie) spielen daher auch in einigen SES-Ansätzen eine wesentliche Rolle. So arbeitet z.B. das SOHO-Konzept von Kay und Boyle (2008) explizit mit Begriffen wie „energetische Dissipation“, „Nichtgleichgewicht“ und „exergy“ (womit die Qualität der verfügbaren Energie gemeint ist): „The proponents of the [SOHO-] framework argue that as systems move further from equilibrium, exergy increases, more dissipative opportunities become available, and more organization emerges. Flows from ecosystems provide exergy both supporting and constraining human society.“ Das Fließen von strukturell verwertbarer Energie in Systemen fernab vom Gleichgewicht ermöglicht sogar erst die (innovative) Selbstorganisation dieser Systeme. Dieses systemtheoretische Wissen enthebt freilich nicht von der Notwendigkeit, die selbstorganisativen Strukturveränderungen in jedem einzelnen konkreten System empirisch aufzuzeigen. Denn jedes System verfügt über seine jeweils eigenen (spezifischen) „inneren Randbedingungen“, unter denen es operiert und evolviert.

²⁰ „Resilience can be described as the ability of a system to maintain its identity“ (Cumming/Collier 2005). Solange also ein System in der Lage ist, größeren Störungen ausreichend „Widerstandskraft“ entgegenzusetzen, solange erhält es seine Identität, sodass es wiedererkennbar bleibt.

Systemen immer risikoreich, sodass es ihnen unter Umständen nicht gelingt, sich trotz aller Anpassungsbemühungen am Leben zu erhalten.²¹ Sollte z.B. die Menschheit, die ja nicht nur in ihren selbst erschaffenen Sozial- und Kultursystemen lebt, sondern als biologische Art zugleich auch der Ökologie der Erde zuzurechnen ist, aussterben, dann wird die Natur natürlich trotzdem weiterbestehen (allein schon in geologischer Hinsicht): nur dass dann die biologische Evolution ohne uns ihren Fortgang nehmen würde. Um dies zu verhindern, eben darum ist es so wichtig, die sozial-ökologischen Wechselwirkungen immer besser zu verstehen und damit auch unsere Chancen für eine erfolgreiche Anpassung an eine gewandelte Umwelt zu erhöhen. Und am besten ist es natürlich, wenn die ökonomischen und sozialen Kosten für eine solche Anpassung möglichst gering ausfallen würden bzw. wenn es erst gar nicht zu gravierenden Umweltveränderungen (wie etwa einen größeren Klimawandel) kommen würde.

Die adaptive Resilienz biologischer bzw. ökologischer Systeme geht oft mit einer **Robustheit** einher, worunter die evolutionäre Beständigkeit einer bestimmten Eigenschaft des Systems im Falle von Störungen oder unter Bedingungen der Unsicherheit zu verstehen ist. Je robuster ein System gegenüber externen Störungen ist, desto mehr vermag es seine ursprüngliche Identität zu bewahren. Für die Analyse von SES und insbesondere für die Vorhersagbarkeit ihres Verhaltens ist die Identifizierung der „robusten Faktoren“ von entscheidender Bedeutung, da sie den Spielraum möglicher Variabilität einschränken.

Damit ist denn auch das wesentliche Ziel sozial-ökologischer Modellbildungen umrissen: nämlich sich abzeichnende größere Umweltprobleme möglichst frühzeitig zu erkennen und ihre Tragweite abzuschätzen (Monitoring und Warnfunktion), deren Ursachen aufzuzeigen (Kausalanalyse und Erklärungsfunktion) sowie Hinweise auf eine effiziente Gegensteuerung liefern zu können (Empfehlungsfunktion). Freilich ist es auch unter Wissenschaftlern nicht immer klar, welche Maßnahmen denn nun die geeignetsten sind, sodass es hier nicht selten zu grundsätzlichen Kontroversen über das richtige Vorgehen kommt: Ist es z.B. sinnvoller, gefährdeten Wäldern daurch zu „helfen“, dass man in ihnen „aufräumt“ und sie mit klimarobusteren Bäumen aus anderen Weltgegenden aufforstet, oder wäre es besser, die Wälder einfach für eine Weile in Ruhe zu lassen, sodass sie sich durch ihre Selbstorganisation von selbst erholen und an geänderte Klimabedingungen anpassen können? Die verschiedenen sozial-ökologischen Modelle geben auf diese und ähnliche Fragen durchaus unterschiedliche Antworten, je nachdem, von welchen Prämissen sie jeweils ausgehen.

Um all dies leisten zu können, ist eine besondere Denkweise erforderlich: das „**systemische Denken**“, d.h. ein Denken im Hinblick auf ein Verständnis der Wechselwirkungen zwischen rekursiv miteinander vernetzten Komponenten, die zusammen ein „Ganzes“ bilden, in dem gewissermaßen alles mit allem zusammenhängt. „Systemisches Denken“ versteht sich jedoch nicht von selbst, sondern muss erlernt und eingeübt werden. Dies ist alles andere als einfach, denn im Allgemeinen denken wir „linear“, d.h. in einfachen Kausalketten, die sich in verschiedene Richtungen immer

²¹ Ausdrücke wie „risikoreich“ oder „gelingen“ sind im Falle natürlicher Prozesse immer nur metaphorisch zu verstehen, denn die Natur kennt weder Riskiken noch Erfolg oder Misserfolg, da sie über keinerlei Selbstbewusstsein oder Intentionalität verfügt. Es ist jedoch äußerst schwierig, beim Reden über die Natur solche „anthropomorphen“ Metaphern gänzlich zu vermeiden.

weiter entwickeln und baumartig verzweigen. Hierbei verlieren wir rasch die Übersicht. „Nicht-lineare“ oder rückkoppelnde „kreiskausale“ Zusammenhänge, wie sie für komplex vernetzte Systeme typisch sind, entziehen sich in der Regel unserem Verständnis, zumal wir im Alltag zumeist mit einfachen Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu Recht kommen. Dies gilt aber auch schon für exponentielle Wachstumsprozesse, bei denen sich in einem bestimmten Zeitraum die Quantität eines bestimmten Faktors verdoppelt (daher fällt es vielen Menschen schwer, die exponentielle Entwicklungsrate einer Pandemie, wie etwa der von Covid 19, nachzuvollziehen). Zudem sind wir es gewohnt, kurzfristig zu denken und zu planen, weshalb uns die Langzeitfolgen unserer Handlungen zumeist verborgen bleiben. Das Alltagsdenken, aber auch das Denken vieler Politiker und Unternehmensführer, findet überwiegend auf kleinen zeitlichen und räumlichen Skalen statt, sodass weitreichende (zumal globale) Folgewirkungen kaum einmal berücksichtigt werden. In gewisser Weise verhalten wir uns fast immer opportunistisch (indem wir dem nächstliegenden Vorteil den Vorzug geben) und „zukunftsblind“, wenn es um Entwicklungen jenseits unseres kurz- oder mittelfristigen Handlungshorizonts geht („in the long run“). In einer stark vernetzten und zugleich „systemisch geschlossenen“ Welt wie der unsrigen kann sich ein solches Denken jedoch leicht „rächen“, indem wir plötzlich mit unerwarteten und vielleicht sogar irreversiblen Folgen unseres Handelns (insbesondere bei tiefen Eingriffen in den Naturhaushalt) konfrontiert werden.

6.1.2.3. Beschränkte Vorhersagbarkeit von komplexen Systemprozessen

Eben deshalb ist es erforderlich, dass wir lernen, mit Komplexität, Exponentialität, prozessualer Rückkopplung und Nicht-Linearität sowie zirkulärer Kausalität umzugehen. Und glücklicherweise steht uns hierzu eine Reihe von mathematischen Methoden zur Verfügung, mit deren Hilfe sich vernetzte und rekursive Prozesse grundsätzlich modellieren lassen. Gleichwohl sind der **Voraussagefähigkeit** solcher Prozesse auch bestimmte methodische Grenzen gezogen, *gerade* weil diese Prozesse derart komplex sind, dass auch unwahrscheinliche Verzweigungen und „feed backs“, ja sogar „chaotische“ oder „fraktale Effekte“ aufgrund unvorhersehbarer Prozessfluktuationen auftreten können. Daher müssen Maßnahmen, die in den Naturhaushalt auf positive Weise eingreifen sollen, immer so designed werden, dass auch eventuelle unerwünschte Effekte, mit denen man nicht gerechnet hat, beherrschbar bleiben, indem sie revidiert werden können („Rückholbarkeit“).

Die relative Unberechenbarkeit des Verlaufs von Systemprozessen bedeutet nun aber nicht, dass in vielen Fällen nicht doch einigermaßen zuverlässige Prognosen und Trendabschätzungen erstellt werden können (zumindest im mittelfristigen Bereich): Je mehr wir an Daten über die Naturprozesse ansammeln und mit geeigneten Modellen und Algorithmen auszuwerten verstehen (i.S. einer „big data-analysis“), desto aussichtreicher wird auch der Erfolg von Maßnahmen, die vorsichtig umgesetzt und von einem möglichst engmaschigen Monitoring begleitet werden. Für eine pessimistische oder „fatalistische“ Einstellung hinsichtlich unserer positiven Steuerungsmöglichkeiten von prekären Entwicklungen in Ökosystemen besteht daher immer weniger Anlass. Als problematisch erweist sich hierbei eher ein immer wieder zu beobachtender Mangel an politischem und administrativem Willen (Governance), die notwendigen

Umweltmaßnahmen „sensibel“ und konsequent durchzuführen, da einer solchen Umsetzung oft ökonomische Interessen und Konflikte im Wege stehen. Hinzu kommt, dass Ökosysteme sich nicht an nationale Grenzen halten (man denke nur an das globale Klimasystem) und daher inter- und transnationale Einigungen erforderlich machen, die bisweilen nur unter großen Anstrengungen zustande kommen (wofür die schwierigen Aushandlungsprozesse etwa über eine weltweite Begrenzung der Kohlenstoffemissionen auf den internationalen „Klimagipfeln“ ein beredtes Beispiel liefern).

Im Hinblick auf die grundsätzlich unzureichende Prognostizierbarkeit des künftigen Verhaltens von komplexen Systemen (wozu natürlich auch die sozialen Humansysteme gehören) können wir festhalten: *Jede* Maßnahme, die in komplexe Systeme interveniert, besitzt immer auch einen gewissen „experimentellen Charakter“, da nun einmal *nicht alle* möglichen Folgen eindeutig prognostizierbar sind: denn das, was sich an einer Stelle günstig und vorteilhaft auswirkt (etwa bei der Verbesserung des Ertrags einer Feldfrucht), das kann an einer anderen Stelle des ökologischen Systems (etwa beim Klima) mitunter recht negative Folgen zeitigen. Und da es sich hier ja um „Realexperimente“ und nicht um Laborversuche handelt, deren Erfolg grundsätzlich von Kontingenz (Zufallsereignissen) bedroht ist, müssen die Umweltmanager mit der gebotenen Vorsicht und schrittweise vorgehen (sukzessiv und zyklisch), um die „Rückholbarkeit“ der Effekte zu gewährleisten; wozu etwa ein fortlaufendes Monitoring unverzichtbar ist. Komplexe dynamische Systeme sind keine „trivialen Maschinen“, deren Funktionsweise man in und auswendig kennt und technisch relativ leicht beherrschen kann, sondern ihr Verhalten gleicht eher dem von „autopoietischen Lebewesen“ (H. Maturana und F. Varela), wo stets gewisse „Freiheitsgrade“ mitgegeben sind.²² Was z.B. jeder Obstbauer weiß, wenn er sieht, wie dieselben Obstbäume auf nur geringfügige Änderungen in den Umweltbedingungen oft extrem unterschiedlich reagieren können (z.B. bei leichten Schwankungen in der Umgebungstemperatur oder in der Menge der verwendeten Düngemittel oder je nach der Art des Baumschnitts usw.). Diese „Sensitivität“ von Systemen (seien dies z.B. einzelne Pflanzen oder komplexe Ökosysteme) gegenüber geringen Schwankungen bei wichtigen Parametern ist charakteristisch für das Verhalten von „offenen“ Systemen (auch wenn der berühmte „Schmetterlingseffekt“ nicht gar so oft auftritt, wie man einstmals angenommen hatte).

6.1.2.4. Komplexität, Gleichgewicht und Stabilität

Auf keinen Fall – und auch dies einzusehen fällt dem Alltagsbewusstsein schwer – darf man „Komplexität“ (i.S. einer hochsensiblen Interaktion zwischen den

²² Unter „Autopoiese“ versteht man die „Selbsterstellung“ und Selbstreproduktion aller physiologischen Prozesse und deren Produkte innerhalb des operational geschlossenen Stoffwechsels eines Lebewesens. Denn lebende Systeme sind stets so organisiert, dass das Ganze des Systems und alle seine Bestandteile sich rekursiv und wechselseitig produzieren und erhalten. Hierbei kommt es gewissermaßen zu einem „produktionalen Kreislauf“ aller biochemischen Komponenten des Organismus, wie man bereits bei einem Einzeller beobachten kann. Natürlich spielen hierbei auch „Regulatoren“ (Gene und andere biochemische „Attraktoren“ und „Ordnungsparameter“) auf verschiedenen Hierarchieebenen eine Rolle (vgl. Maturana/Varela 1980).

Systemkomponenten) mit „Kompliziertheit“ (der Anzahl der Systemkomponenten) verwechseln: schon ein scheinbar einfaches physikalisches System wie ein Doppelpendel kann sich in seinem Verhalten als überraschend komplex, d.h. höchst variabel erweisen. Und auch in Ökosystemen ist besonders dann, wenn deren Stabilität aus dem Ruder zu laufen droht, die Anzahl der möglichen „Entwicklungspfade“, die diese Systeme evolutiv einschlagen können, manchmal unüberschaubar groß. Doch wiederum darf hier „Stabilität“ nicht mit „Gleichgewicht“ verwechselt werden²³, da sich bei Ökosystemen (aber auch schon bei einzelnen Lebewesen) deren Stabilität allenfalls einem „Fließgleichgewicht“ verdankt: ja, man sagt sogar, dass sie sich (thermodynamisch betrachtet) „fern ab vom Gleichgewicht“ organisieren und stabilisieren, indem sie die Entropie (die Tendenz zur Unordnung) in ihrem Inneren fortlaufend so „umlenken“ (kanalisieren), dass sie das Gegenteil bewirkt: nämlich Strukturen aufzubauen und zu erhalten; der „entropische Energiefluss“ durch das System hindurch wird von dem System nach seinen eigenen Operationsregeln so „gemanagt“, dass die Maximierung der Entropie gerade dadurch zustande kommt, dass der Energiefluss auf seinem Wege fließoptimale Strukturen hervorbringt (so wie die bekannten bienenwabenförmigen Konvektionszellen bei der „Bénard-Konvektion“ in dünnen Flüssigkeitsschichten). Dies wirkt auf den ersten Blick paradox, weil es unserer Alltagsintuition widerspricht, ist aber (physikalisch gesehen) ein vollkommen logischer und kausal determinierter Vorgang.

Anders gesagt: Der stabile Strukturaufbau und das regelmäßige Verhalten selbstorganisierender Systeme unterliegen einer „Ungleichgewichts-Thermodynamik“ (Ilya Prigogine) oder einem „Fließgleichgewicht“ (Ludwig v. Bertalanffy), wobei aber immer auch einmal Phasen der Instabilität auftreten können. Doch gerade diese temporären instabilen Phasen können auch die „Resilienz“ des Systems, seine Widerstands- und Anpassungsfähigkeit gegenüber äußeren Störungen, vergrößern, sodass sie letztlich sogar den „Motor der Evolution“ bilden. Wenn man also immer wieder von einem „Gleichgewicht der Natur“ sprechen hört, dann sollte man eigentlich genauer von einer inhärenten oder intrinsischen „Stabilität natürlicher Ökosysteme“ reden, deren Aufrechterhaltung den Ökosystemen gerade dadurch gelingt, dass sie „fern ab vom (thermodynamischen) Gleichgewicht“ prozessieren. Tatsächlich gleichgewichtige bzw. absolut stabile Systeme (nach dem Vorbild der klassischen Mechanik) wären hingegen zu starr und unflexibel, um sich auf gewandelte Umweltbedingungen adaptiv einstellen zu können, und würden daher leicht zugrunde gehen. Nur dass eben dieser adaptive und evolutionäre Vorteil struktur- und verhaltensflexibler Systeme zugleich auch impliziert, dass ihre Entwicklung bei einer

²³ Derartige Begriffsverwirrungen sind innerhalb der Debatte um das richtige Verhältnis zwischen Ökologie und Ökonomie des Öfteren zu beobachten: So wird z.B. oft von „Nachhaltigkeit“ gesprochen, wo lediglich langwierige oder „zeitlich dauerhafte“ Effekte oder Maßnahmen gemeint sind (in diesem Sinne könnten aber auch Umweltschäden „von Dauer“ sein), während eine „nachhaltige Entwicklung“ sich dadurch auszeichnet, dass eine bestimmte Ressource (z.B. Holz oder Energie) so bewirtschaftet wird, dass sie sich (a) immer wieder *erneuern* kann (etwa durch das Recycling bereits verwendeter Materialien oder auch durch eine Wiederaufforstung des Waldbestandes, also das *Nachwachsen* von Waldholz), oder wenn es sich hierbei (b) um die Nutzung einer Ressource handelt, die sich grundsätzlich *nicht verbraucht* (wie etwa die Solar- oder Windenergie).

Beeinflussung von außen oft nicht exakt vorhergesehen werden kann – was wiederum für das Umweltmanagement von Nachteil ist.

6.1.2.5. Dezentralität, Hierarchie und Heterarchie, Emergenz und Skalenunterschiede

Oben sagten wir bereits, dass es in der Natur kein „Steuerzentrum“, keine alle Vorgänge beherrschende Instanz gibt. Eine solche Zentralgewalt gibt es zumindest auch in der modernen demokratischen Gesellschaft nicht: Zwar gibt es die Legislative und die exekutive Regierungsgewalt, gibt es das Gerichtswesen und die Verwaltung, gibt es Polizei und Militär, aber neben diesen politischen und administrativen Institutionen mit ihrer „Gewaltenteilung“ existieren auch noch die Wirtschaftsunternehmen, die im Rahmen der Gesetzgebung relativ autonom agieren, sowie der „freie Markt“ der Güter und Dienstleistungen, den niemand (solange keine Monopole entstehen) zu dominieren vermag und dessen Entwicklung daher oft „chaotisch“ verläuft. Und auch viele kulturelle Einrichtungen (wie Religionen, die Forschung, die Medien und zahlreiche Kunstinstitutionen) führen ein relatives Eigenleben, das zwar oft von staatlichen oder unternehmerischen Finanzierungen abhängig ist, aber dennoch seinen eigenen Regeln und Interessen folgt. Natürlich „beobachten“ und beeinflussen sich alle diese Institutionen und Akteure wechselseitig in einem unablässigen Spiel von „Aktion und Reaktion“, Innovation und Provokation usw., aber insgesamt bilden sie eine „fluide Gemengelage“, innerhalb derer niemand die absolute Kontrolle inne hat oder den maßgeblichen Ton angibt. Doch immerhin gibt es in den demokratisch verfassten Gesellschaftssystemen nicht nur gewisse Spielräume für Selbstorganisation und Selbstregulation, sondern fast überall auch ein erhebliches Maß an „Fremdorganisation“ durch Vorschriften, Normierungen, staatliche Gesetze sowie die öffentliche Moral (die „guten Sitten“), vielleicht sogar eine Art von „Leitkultur“, die sich in vielen Bereichen geltend macht.

Ganz anders in der nicht-humanen Natur: Hier ist alles von vornherein aufgrund evolutionärer Prozesse selbstorganisiert, d.h. völlig bewusst- und planlos allein durch „zufällige“ physikalische und (bio)chemische Wechselwirkungen entstanden. Dies bedeutet aber nicht, dass es nicht auch in der Natur zu ökologischen Ordnungsstrukturen (ja zu „Ordnungsregimes“) gekommen ist, durch welche die Fortsetzung von Evolutionsprozessen in ihren Möglichkeiten erheblich eingeschränkt wird: Der jeweils bereits erreichte „Stand der Entwicklung“ (also das, was schon da ist) beschneidet die möglichen Pfade, auf denen ein Ökosystem sich verändern kann. Diese strukturelle Robustheit oder Widerständigkeit des Ökosystems ist denn auch in Rechnung zu ziehen, wenn der Mensch daran geht, den „Kurs“ des Ökosystems auf eine andere Bahn zu lenken. Allen natürlichen Systemen wohnt ein gewisser „struktureller Konservatismus“ inne, der das Sich-Durchsetzen von Innovationen (von Mutationen oder „evolutionären Schüben“) eher unwahrscheinlich macht (außer vielleicht in „überkritischen“ Situationen, wo das Ganze auf dem Spiele steht). Zur „natürlichen Ordnung“ von Ökosystemen (bzw. der Natur insgesamt) gehören neben „Musterlösungen“ (wie etwa dem Flugapparat der Vögel und Insekten) auch **hierarchische Strukturen**, also Makroebenen der Ordnung, denen Mikroebenen untergeordnet sind. Dies beginnt bereits beim einzelnen Organismus, der in zahllose Regulationsebenen differenziert ist,

wobei das zentrale Nervensystem (etwa der Säugetiere) nur die oberste Spitze dieser hierarchischen Architektur bildet.

Dennoch verbleiben den unteren Ebenen (etwa der Zellebene) stets gewisse „Freiheitsgrade“, insbesondere bei der Verarbeitung von Information (z.B. bezüglich der vorhandenen Wassermenge oder der Mineral- und Energieversorgung), sodass der Stoffwechsel des Lebewesens nicht immer nur „von oben“ her „entschieden“ wird. So könnte es etwa sein, dass das „Dirigat“ der übergeordneten (makrostrukturellen) Muster bei der reaktiven Verarbeitung von ungewöhnlichen Informationen, die eine Art von „Stress“ im Organismus auslösen, in einem gewissen Grade auf die Variabilität lokal wirksamer **heterarchischer** Strukturen angewiesen ist, um zu einer angemessenen „Antwort“ zu finden. In vielschichtigen Systemen ist immer Vieles möglich.²⁴ Zu den ungewöhnlichen Informationen, die heterarchisch prozessiert werden können, zählen z.B. solche „negativen“ (lebensbedrohlichen) Informationen, die etwa bei einer mangelhaften Versorgung mit lebenswichtigen Stoffen auftreten, was den Organismus zu „Sparmaßnahmen“ oder internen Umverteilungen zwingt; hierbei kann es sich aber auch um die „Wahrnehmung“ von Schädigungen (etwa durch Parasitenbefall) handeln, auf welche der Organismus ebenfalls flexibel reagieren können muss. Was nun die Bandbreite möglicher Anpassungsreaktionen anbelangt, so dürften hier kaum immer exakte Vorhersagen möglich sein – eben weil die Dominanz eingespielter hierarchischer Reaktionsmuster auch einmal von heterarchischen Prozessen „durchbrochen“ werden kann, sodass sich Wachstum und Verhalten in eine unerwartete Richtung bewegen.

Und mit noch einem einigermaßen rätselhaften Phänomen sieht sich die systemtheoretische Modellbildung konfrontiert: nämlich mit dem der **Emergenz**. Damit ist gemeint, dass sich die besonderen Eigenschaften von Systemen nicht einfach von den Eigenschaften der Systemkomponenten ableiten lassen. „Emergente Eigenschaften“ treten bereits auf den unteren Stufen der Naturentwicklung zu Tage: so lassen sich z.B. die Fließeigenschaften des Wassers (also einer „lockeren“ Ansammlung vieler Wassermoleküle) nicht aus den Eigenschaften des Wasserstoffs bzw. des Sauerstoffs ableiten.²⁵ Noch viel mehr gilt dies für komplexe Ökosysteme, die bestimmten

²⁴ Lange Zeit hatte man geglaubt, dass die Gene alles bestimmen, was in einem Organismus geschehen kann. Inzwischen aber weiß man, dass auch andere Zellprozesse die Wirkungsweise der Gene erheblich beeinflussen (etwa über die Faltung der DNA), sodass es zu Rückkopplungen zwischen verschiedenen Regulationsebenen kommen kann. Darüber hinaus hat man auch so genannte „epigenetische“ Mechanismen entdeckt, die vor allem in Stresssituationen die DNA auf eine bestimmte Weise markieren (methylieren), sodass die Expression bestimmter Gene verstärkt oder abgeschwächt wird. Diese epigenetische Modifikation der Genexpression kann sogar über mehrere Generationen hinweg vererbt werden, bevor sie wieder verschwindet.

²⁵ Dass z.B. organismische Systeme dazu in der Lage sind, unerwartet neue Eigenschaften anzunehmen, dies zeigt sich etwa bei Tieren, die mit einem Gehirn ausgestattet sind: hier treten mit einem Male mentale Eigenschaften wie Bewusstsein, Sinnesempfindungen und Emotionen in Erscheinung, die zwar einer materiellen Grundlage bedürfen (eben eines zentralen Nervensystem als Subsystem des Organismus), die sich aber den neuronalen Prozessen von außen nicht ansehen lassen, da sie sich ausschließlich in der inneren subjektiven Erfahrung einer Psyche offenbaren. Niemand vermag bisher zu sagen, wie das Gehirn zu seinen psychischen Funktionen und Erlebnissen kommt, doch ist dieses Rätsel (das so genannte „Leib-Seele-Problem“) noch kein Grund dafür, die Existenz einer eigenständigen, d.h. vom Gehirn unabhängigen Psyche anzunehmen, wie dies von den Religionen in der Regel postuliert wird. Immerhin zeigt das

Gesetzmäßigkeiten unterliegen, die von keiner der an ihm beteiligten physikalischen, chemischen oder biologischen Komponenten determiniert werden. Hier hilft daher nur die empirische Analyse des konkreten Verhaltens des Ökosystems weiter. Denn nur dann treten die (relativ zu den Komponenteneigenschaften) „supervenienten Merkmale“ des Systems in Erscheinung. Die „emergenten“ Systemeigenschaften sind nicht an den Systemelementen selbst abzulesen, sondern nur an deren Zusammenwirken, also an den Wechselwirkungen zwischen ihnen zu erkennen: sie sind somit Relationseigenschaften (aber wiederum nicht einzelner Relationen, sondern des gesamten Relationengefüges). Zwar setzt eine bestimmte Wechselwirkungsrelation voraus, dass die „Relata“ sich für die Relation *eignen* (daher wechselwirken z.B. Weidetiere untereinander anders als etwa mit Pflanzen), aber welches Gepräge eine Relation jeweils annimmt, dies hängt von dem Umfeld aller anderen Relationen ab: Wechselwirkungen vollziehen sich somit immer im *Kontext* aller Umstände und Einflüsse, denen sie ausgesetzt sind, wirken aber auch ihrerseits auf diese Umstände und Einflussfaktoren zurück.

Anders gesagt: Systeme bilden immer *Ganzheiten*, die „mehr“ und anderes sind als bloß die Gesamtheit ihrer *Teile* (ihrer Elemente), sodass wir sie aus einer „holistischen Perspektive“ heraus betrachten müssen. Dieses Unterfängen stellt freilich vor gewisse methodische Probleme, insofern eine Analyse immer die „isolierende“ Hervorhebung einer bestimmten Systemvariablen verlangt, um beobachten zu können, wie deren Veränderlichkeit sich auf das Verhalten verschiedener anderer Systemgrößen auswirkt. Erst dann, wenn es gelungen ist, bestimmte „makrostrukturelle“ Mechanismen und Regelmuster innerhalb des Systemkontextes zu eruieren, erst dann lassen sich auch komplexere interne (intrasystemische) und externe (umweltbedingte) Wechselwirkungszusammenhänge quasi „holistisch“ betrachten.

Nun sind die Komponenten eines Ökosystems häufig selbst komplex strukturiert – wie etwa im Falle von Organismen, die ja selbst Systeme verkörpern –, was bedeutet, dass diese Komponenten über ein oft breiteres Spektrum an Verhaltensmöglichkeiten verfügen als man bei ihnen vermuten würde. Aus diesem Spektrum können sich unter der Dominanz der Makroregeln des Systems allerdings stets nur diejenigen Komponenteneigenschaften manifestieren, die das System zulässt bzw. die die Komponenten benötigen, um innerhalb des Ökosystems (bzw. des Ökosystem-Umwelt-Wechselwirkungsgeflechts) überleben zu können: je rigider die System-Umwelt-

Beispiel der Emergenz von mentalen Eigenschaften im Bereich der höheren Lebewesen, dass man bei komplexen Systemen immer mit Überraschungen rechnen muss. Schon die Frage, ob auch „Leben“ ein emergentes Phänomen darstellt, hat bis heute niemand überzeugend beantworten können. Denn das, was wir empirisch vorfinden, wenn wir als Beobachter von außen an die Natur herangehen, das sind immer nur materielle oder energetische Erscheinungen, also physikalische oder chemische Entitäten und Vorgänge. Verfügen Lebewesen *als solche* (also bereits auf der prämentalen Stufe) über spezifische Eigenschaften, die sich nicht von ihrer Biochemie her verstehen lassen? Eigenschaften wie z.B. Eigenaktivität oder Zielstrebigkeit oder sogar „Selbstinteresse“? Verhalten sich Lebewesen nur so, *als ob* sie „Zwecke“ verfolgen würde, oder sind in ihnen tatsächlich „teleologische Mechanismen“ wirksam? Dies alles sind noch offene Fragen: Wie es innerhalb von bestimmten Organismen zu Vitalität und Subjektivität kommen kann, dies entzieht sich (vielleicht sogar prinzipiell) jedem rein materialistischen Verständnis der Natur. Wir verstehen hier allenfalls die *Korrelationen* und konditionalen *Abhängigkeiten* (etwa zwischen neuronalen Schaltkreisen und bestimmten Bewusstseinsereignissen), nicht aber die *Kausalität*, die das objektive Geschehen mit den subjektiven Empfindungen verbindet.

Bedingungen sind, desto weniger Freiheitsgrade verbleiben den vitalen Komponenten, um ihr Dasein sichern zu können. Der „Überschuss“ an verhaltensmöglicher Eigenkomplexität verschwindet jedoch nicht, sondern bleibt „latent“ erhalten.²⁶ Wenn nun das Ökosystem als Ganzes in eine „kritische“ Situation geraten sollte, in der seine Stabilität bedroht ist (z.B. beim Erreichen eines „tipping point“ in der Klimaentwicklung), dann kommt es zuweilen zu einer gewissen „Lockerung“ der bislang engen Wechselwirkungsbeziehungen zwischen den Systemkomponenten, sodass sich deren manifester Verhaltensspielraum erhöht (freilich auch der Anpassungsdruck auf sie): nunmehr kann es wichtig werden, dass die Komponenten (Organismen) über Verhaltensreserven verfügen, deren Überlebenswert oder „evolutionäre Fitness“ sie in einem „trial and error“-Prozess austesten können; und auch genetische Mutationen erhalten jetzt verstärkt eine Chance, ihre Vorteilhaftigkeit für das Überleben innerhalb des Ökosystems beweisen zu können. Dies ist denn auch eine jener Stresssituationen, in der „heterarchische Impulse“ die Dominanz der hierarchischen Ökosystemstrukturen partiell oder temporär zu überwinden vermögen: Fluktuationen in der Struktur und im Verhalten der Subsysteme (der Organismen) können unter Umständen sogar zu einer Änderung der Makrostrukturen des Ökosystems führen, indem etwa eine bestimmte Spezies ein bisher nicht mögliches Übergewicht gegenüber den anderen Spezies des Ökosystems gewinnt und dadurch den Charakter des Ökosystems insgesamt verändert.²⁷

Bei den „sozial-ökologischen Systemen“ haben wir es nun mit dem Sonderfall zu tun, dass der Mensch sich aufgrund seines Denkvermögens sogar aus eigenen Stücken einen gewissen Freiraum gegenüber den restriktiven Naturbedingungen erobern kann, indem er seinen angeborenen „Überschuss“ an kognitiven Potenzen dazu einsetzt, Technologien zu ersinnen, mit deren Hilfe er seine natürliche Umwelt scheinbar nach Belieben umgestalten oder ausbeuten kann. Dieser kreative Überschuss an Denk- und Handlungsmöglichkeiten des Menschen (z.B. höhere Mathematik treiben zu können) ist zwar nur ein zufälliges Resultat der biologischen Evolution, doch wenn er erst einmal da ist, dann kann er dem Menschen ein ungeheures Potenzial verschaffen, um letzten Endes in alle verfügbaren Lebensräume der Erde zu expandieren, d.h. alle natürliche

²⁶ Was alles an Möglichkeiten, vor allem an Lernkapazitäten, in intelligenteren Tieren verborgen sein kann, dies zeigen die erstaunlichen Anpassungsstrategien etwa von Vögeln, die sich an das Leben in der Stadt gewöhnt haben, indem sie sich dort neue Nahrungsquellen erschließen (z.B. Mülltonnen inspizieren oder die Aluminiumverschlüsse von Milchflaschen aufpicken oder Nüsse von vorbeifahrenden Autos aufknacken lassen). Hierdurch sind unsere Siedlungen nicht nur für uns Menschen, sondern auch für nicht-humane „Opportunisten“ zu neuen Ökosystemen geworden.

²⁷ Im Bereich der humanen Sozialsysteme ist dies sogar nicht selten der Fall. Wenn z.B. ein Unternehmen in eine wirtschaftliche Schieflage gerät, sodass sein Verbleiben am Markt fraglich wird, dann kommt es mitunter zu einer Lockerung der bislang festgefügt (formellen) Managementstrukturen, indem die kreative Phantasie der Mitarbeiter auch auf den unteren Hierarchieebenen des Unternehmens plötzlich eine höhere Bedeutung erhält: nunmehr zählen die „informellen Beziehungen“ zwischen den Betriebsangehörigen in einem verstärkten Maße und die normalerweise geringen Rückkopplungen „von unten nach oben“ werden zahlreicher und bedeutsamer, wodurch das Unternehmenssystem insgesamt „informationell transparenter“ und der Prozess der Entscheidungsfindung offener wird. Hinzu kommt allerdings oft auch ein Mehr an „Fremdorganisation“, indem die Geschäftsleitung eine externe Beratungsfirma hinzuzieht, die das Unternehmen nach internen Restrukturierungsmöglichkeiten (z.B. Einsparungen und Umverteilungen) explorieren soll.

Ressourcen seinen Interessen zu unterwerfen. Eben hierdurch ist der Mensch zur offenbar erfolgreichsten Spezies des Planeten geworden – und zugleich auch zu einer Bedrohung für ihn.²⁸

Was die Vorhersage bzw. das Management der Entwicklung von Ökosystemen noch zusätzlich erschwert, das sind die unterschiedlichen Zeitskalen, auf denen sich die ökosystemischen Prozesse abspielen (mit der Folge, dass z.B. die effektive Regeneration von Waldbeständen oder Tierpopulationen unterschiedlich viel Zeit benötigt); ebenso kumulative Prozesse (die besonders bei Kontaminationen auftreten können und oft nur schwer zu bremsen sind); schließlich auch periodische Schwankungen (etwa in den Größen einer Räuber- und einer Beutepopulation) oder klimatische Rhythmen (z.B. beim El Nino-Phänomen). Denn auch diese lassen sich, trotz ihrer Regelmäßigkeit, nur in Grenzen hinsichtlich ihrer Wirkungskraft prognostizieren und modellieren. Aber immerhin liefern sie einen Rahmen, innerhalb dessen die „Ordnung der Natur“ grundsätzlich verstanden werden kann.²⁹ Allein die Kenntnis der universellen Naturgesetze reicht jedoch nicht aus, um die spezifischen Verhaltensmuster von komplexen Ökosystemen zu verstehen: Die eigentümlichen „Spielregeln“, von denen der Aufbau und die Funktionsweise der verschiedenen Ökosysteme bestimmt werden, überschreiten zwar nirgendwo die naturgesetzlichen Rahmenbedingungen, aber direkt auf Physik und Chemie reduzieren lassen sie sich nicht. Und dies ist vielleicht die wichtigste Lehre, die sich aus der Analyse von Ökosystemen ziehen lässt.

6.1.3. Verschiedene Ansätze zur Modellierung sozial-ökologischer Systeme

Das Verhältnis von Mensch und Natur in einem *einzig*en „sozial-ökologischen System“ zu modellieren, kommt in gewisser Weise der Realität viel näher als eine systemtheoretische Modellierung, welche die humanen Sozialsysteme den ökologischen Systemen *gegenüberstellt*. Denn eine solche Kontrastierung, die der traditionellen Opposition „Kultur vs. Natur“ entspricht, stellt – streng genommen – nur eine künstliche Differenzierung dar: zwar ist es richtig, dass sich (wie etwa Niklas Luhmann gesagt hat) die kommunikativen Prozesse einer Gesellschaft als ein operational geschlossenes System *beschreiben* lassen, relativ zu dem die Natur als ökologisches Gesamtsystem („Gaia“) nur die Umwelt der Gesellschaft bildet; aber zum einen dreht

²⁸ Was als „evolutionärer Erfolg“ gewertet werden darf, dies ist allerdings nicht leicht zu bestimmen: Sind nicht z.B. auch die Bodenbakterien oder zahlreiche Insektenarten, die zum Teil schon seit vielen Millionen Jahren die Erde besiedeln, als mindestens so erfolgreich (wenn nicht sogar erfolgreicher) anzusehen als der Mensch, der erst seit relativ kurzer Zeit in Erscheinung getreten ist? Was wirklich „Erfolg“ ist, darüber entscheidet letzten Endes wohl erst die Dauer des Verweilens auf diesem Planeten. Auch bedeutet „komplexer strukturiert“ nicht immer auch „ökologisch fitter“: denn gerade seine enorme biologische Komplexität könnte dem Menschen schon bald zum Verhängnis werden und ihn zu einer „bedrohten Art“ werden lassen.

²⁹ Man sollte sich immer vor Augen halten, dass die periodischen (also regelmäßig wiederkehrenden) Abläufe in Ökosystemen als Eigenschaften von evolutionären, störungsanfälligen und flexiblen Systemen zu betrachten sind, die variabler geartet sind als die periodischen Prozesse in „konservativen Systemen“: wie etwa im Falle des Sonnensystems, wo die Planeten und Monde extrem genau ihren Bahnen folgen, sodass z.B. Sonnen- und Mondfinsternisse sehr exakt vorausgesagt werden können.

sich die innergesellschaftliche Kommunikation nicht wenig um die Austauschbeziehungen mit der Natur und zum andern sind die Menschen, die sozialen Akteure, nicht nur Bürger sozial-kultureller Gemeinwesen, sondern immer auch Naturwesen. So gesehen, nämlich aus anthropologischer Sicht, ist die Natur uns nicht nur als Umwelt, sondern zugleich auch als „Inwelt“ präsent; was schon dadurch sichtbar wird, dass wir alle einen Körper haben, d.h. biologische Organismen sind und daher ernährt, geschützt und gepflegt werden müssen, um überhaupt existieren zu können.³⁰ Biologisch betrachtet sind wir nur „höhere Tiere“ mit besonderen geistigen und sprachlichen Fähigkeiten, aber gleichzeitig auch mit „natürlichen Bedürfnissen“ ausgestattet, die wir nur materiell befriedigen können. Die Art und Weise, wie wir mit unserem eigenen Körper oder mit den Körpern anderer Menschen umgehen, mag ja *kulturell geprägt* oder „überformt“ sein, aber unsere Körper bleiben dennoch durch und durch organische Körper, also „Naturdinge“, die wir bei der körperlichen Arbeit einsetzen (trotz aller Unterstützung durch allerlei Technik) oder mit denen bzw. an denen wir Gewalt ausüben (im Krieg, bei körperlichen Züchtigungen oder beim Begehen von Gewaltverbrechen). Nicht zuletzt auch benötigen wir für unser leibliches Fortbestehen und Wohlergehen Lebensmittel, Kleidung und Behausungen; sowie auch die Leistungen der Medizin, wenn wir krank werden, oder der physischen Hygiene und gesundheitlichen Prävention, um gar nicht erst zu erkranken. Im Grunde ist es sogar so, dass unser Körper, unsere Naturhaftigkeit, geradezu im Mittelpunkt des gesellschaftlichen Lebens steht – und dies gilt auch für den Vollzug unserer Kommunikationen, die selbst im Falle einer Verwendung von Kommunikationstechnologien letztlich leibgebunden bleiben.³¹ Unsere biologische Natur macht sich überall geltend: in der Arbeit und Sexualität, bei Sport, Spiel und Tanz, bei Zeugung und Mutterschaft.

Mit anderen Worten: Die kulturellen Humansysteme sind immer schon mit den ökologischen Natursystemen auf das Innigste *verschränkt*, weil wir selbst ökologisch eingebundene Naturwesen „verkörpern“. Daher ist es richtig, weil der Sache angemessen, dass die Theorie der „sozial-ökologischen Systeme“ die menschlichen Kulturaktivitäten von vornherein als integriert in das umfassendere ökologische System der Erde betrachtet (auch wenn sie aus methodischen oder pragmatischen Gründen oft nur lokale oder regionale Ausschnitte aus diesem globalen Ökosystem ins Auge fasst). Das globale Ökosystem mag zwar in human-kulturelle Systembildungen einerseits und „rein natürliche“ Ökosysteme andererseits *substrukturierbar* (also subsystemisch differenzierbar) sein, die sodann miteinander wechselwirken, aber eigentlich gibt es nur

³⁰ Wie vieldeutig und vage die System-Umwelt-Beziehung ist, wird uns bewusst, wenn etwa jemand von „seiner“ Lebensumwelt spricht, wobei er zumeist sein Wohnumfeld oder sein soziales Milieu meint. Hierbei fungiert der Sprecher gewissermaßen als das „Referenzsystem“, auf das hin er alles andere um ihn herum bezieht. Und in der Tat bildet ja auch jedes einzelne Lebewesen bereits ein komplexes organismisches System, für das alles andere zu seiner Umwelt gehört. Somit gibt es – streng genommen – so viele Umwelten wie es Bezugssysteme gibt, also unzählige viele.

³¹ Dass nahezu alles in der Gesellschaft vom Körperlichen durchdrungen ist, ja von ihm getragen wird, dies wird uns gerade in „Corona-Zeiten“ besonders schmerzlich bewusst, da wir untereinander „physical distance“ üben müssen und uns die körperliche Nähe unserer Mitmenschen zunehmend zu fehlen beginnt; umgekehrt kann der möglicherweise infizierte Körper des anderen Menschen aber auch zu einer Bedrohung werden.

ein *einziges* „universales“ sozial-ökologisches System: den Planeten Erde als ganzen. Und was ist mit dessen Umwelt? Nun, das ist alles das, was bereits ein bekanntes Kinderlied benennt: „Sonne, Mond und Sterne“. Allerdings ist für das Ökosystem Erde nicht alles gleich relevant, was den „Weltraum“ ausmacht: am Wichtigsten ist hier wohl die Sonne, die der Erde Licht spendet; sodann wäre der Mond zu nennen, der z.B. an der Regulierung der Gezeiten beteiligt ist; schließlich auch die kosmische Strahlung aus elektrisch geladenen Teilchen, die zum Glück größtenteils vom Erdmagnetfeld reflektiert oder zu den Polen hin abgelenkt wird, wo es dann oft zu den faszinierenden Polarlichtern kommt.³²

Hier zeigt sich auch, dass nahezu alle Systeme (insbesondere jene im Naturbereich) letztlich theoretische Konstruktionen sind: Was wir in der Natur tatsächlich wahrnehmen, dies sind immer nur auffällige Wechselwirkungen, Abhängigkeiten, Korrelationen, Kausalbeziehungen usw., aber um in diesem Wirrwarr auch Systeme „sehen“ zu können, hierzu müssen wir Systemmodelle konstruieren, deren Grenzen zu ihrer Umwelt hin oft verschwimmen oder fließend sind: Im Falle einer isolierten Wüstenoase ist es noch relativ leicht, diese als ein zur Wüste hin abgegrenztes System aufzufassen; doch schon beim Wattenmeer oder einem Atoll gelingt eine solche Abgrenzung zum offenen Meer nicht so leicht; und erst recht nicht beim tropischen Regenwald, der an seiner Rändern überall ausfranst, sodass man nicht genau sagen kann, wo er eigentlich beginnt und wo er aufhört.³³ Und ab wie vielen Bäumen und mit welchem Baumabstand entsteht eigentlich das Ökosystem eines Waldes? Natürlich erfolgt die wissenschaftliche Abgrenzung eines Ökosystems gegenüber seiner Umwelt nicht beliebig oder willkürlich, sondern stets auf der Basis bestimmter Kriterien (also gemäß bestimmter empirischer Indikatoren, allgemeiner Definitionen und pragmatischer Gesichtspunkte), aber letztlich müssen wir irgendwo eine mehr oder minder klare Grenzlinie ziehen, um überhaupt zu einem „System“ zu gelangen, dessen Verhalten wir sodann analysieren können. Ob wir unsere Systemabgrenzung richtig vorgenommen haben (oder ob sie zu weit bzw. zu eng

³² Was den Rest des Sonnensystems sowie den Raum der Fixsterne anbetrifft: deren Existenz macht sich auf die ökologische Erdentwicklung vorwiegend in historischer Perspektive geltend – etwa dann, wenn ein größerer Meteor auf der Erde aufschlägt (was in der Vergangenheit der Erde schon zu einigen „great extinctions“ geführt hat: wie etwa zum Aussterben der Dinosaurier am Ende der Kreidezeit vor ca. 65 Millionen Jahren). Doch verglichen mit dem erheblichen Einfluss etwa des erdeigenen Vulkanismus und der zum Teil erdbahnbedingten Eiszeiten sind die sonstigen Einwirkungen des fernerer Weltalls auf die Erdgeschichte eher als marginal oder subtil zu bezeichnen. Insgesamt kann man schon sagen, dass das „Raumschiff Erde“ ein weitgehend geschlossenes System bildet, das von dem extrasolaren Rest des Universums kaum bzw. nur selten tangiert wird.

³³ Am eindeutigsten gelingt eine System-Umwelt-Abgrenzung noch dort, wo wir es mit Gebilden zu tun haben, die wir auch als Realitäten „bottom up“ selbst konstruiert haben: z.B. bei Unternehmen, sozialen Gruppen oder politischen Institutionen, die schon von ihrer Funktionsweise her auf einer klaren und arbiträren Grenzziehung zwischen interner Organisation („innerem Milieu“) und externer Umwelt („äußeren Milieu“) beruhen. Solche funktional eindeutigen Grenzziehungen finden wir in der Natur eigentlich nur dort, wo sich ein Lebewesen eine Zellmembran (wie im Falle eines Einzellers) oder eine Außenhaut (wie beim Menschen) selbstorganisiert hat, sodass es sich *aktiv* gegenüber seiner Umwelt abgrenzt, um auf diese Weise „autonom“ (wenn auch nicht autark) zu werden. Eine solche selbstorganisierte „Membran“ finden wir aber bei Ökosystemen nicht.

ausgefallen ist), dies zeigt sich im Grunde erst in der Praxis, d.h. am Erfolg unserer modellgestützten Voraussagen über seine Entwicklung oder auch am Erfolg unserer Eingriffe in das System, wenn sich alles genauso entwickelt, wie wir es intendiert hatten. Und bei der Angemessenheit einer bestimmten Systemmodellierung geht es ja nicht nur um die richtige *räumliche* Abgrenzung des Systems, sondern auch darum, *alle relevanten* Faktoren (alle Parameter und Variablen) erfasst zu haben, sodass wir zu einem vollständigen Bild des vermuteten Systemzusammenhangs gelangen.³⁴ Wie in der (Natur-) Wissenschaft allgemein üblich, ist an die Stelle des Wahrheitskriteriums das Erfolgskriterium getreten: Wie die Natur *an sich* beschaffen ist, dies vermag niemand zu sagen, sodass wir uns auf die Plausibilität unserer theoretischen Prämissen sowie auf den Erfolg unserer experimentellen Erwartungen und computergestützten Modellbildungen verlassen;³⁵ wofür etwa die Klimamodelle des IPCC (des „International Panel of Climate Change“) ein gutes Beispiel liefern. Dies galt aber schon für die frühen Zukunftsszenarien in den Berichten des „Club of Rome“.

Denkt man also die Theorie sozial-ökologischer Systeme zu Ende, dann verwandelt sich das ursprüngliche System-Umwelt-Verhältnis in ein umfassendes Weltverhältnis, in dem der Mensch sich als kulturell handelndes Subjekt und zugleich als „Objekt“ (genauer: als Bestandteil) der Natur betrachten kann bzw. sollte: er ist eher ein *Mitspieler innerhalb* der Natur als deren Beherrscher und Umformer (obwohl er natürlich schon die Natur nach seinen Interessen umzuwandeln und auszunutzen versucht). Jedenfalls sollte er kein *Gegenspieler* der Natur sein, da er letztlich (wie alles andere auch) deren Gesetzen unterworfen ist. Und dies gilt auch für sein geistiges und moralisches Werden, das sich letzten Endes immer auch an den empirischen Gegebenheiten orientieren und bewähren muss: so kann z.B. für *sinnliche* Wesen, wie wir es sind, auch die Ethik nicht umhin, unsere körperliche Bedürftigkeit, unsere Verletzlichkeit und Sterblichkeit zu einem wesentlichen Ausgangspunkt für alle moralischen Erwägungen zu machen. Und dies schließt auch unser moralisches Verhältnis zu den nicht-humanen „Mitgeschöpfen“, den Tieren und vielleicht sogar den Pflanzen, mit ein, insofern auch diese aufgrund ihrer physischen Schmerzempfindlichkeit einen Anspruch auf unseren Respekt haben. Somit wird eine sozial-ökologische Betrachtung der Gesamtwirklichkeit auch die tier- und naturethische Dimension berücksichtigen müssen, womit dann auch die Philosophie mit in das „interdisziplinäre Setting“ gehört. Wie denn überhaupt die *Achtsamkeit* im Umgang mit der Natur stets auch eine ethische Komponente enthält – sogar dann, wenn es nur um die Schonung von Bodenschätzen geht. Im Kontext *einer* Welt ist grundsätzlich alles gleich wichtig und gleichwertig – aber nichts gleichgültig oder überflüssig.³⁶

³⁴ Dies kann u.U. recht schwierig sein, wenn man bedenkt, dass z.B. die meisten Bodenbakterien noch gar nicht bekannt sind. Auch verstehen wir noch längst nicht alle Mechanismen, die die Strömungssysteme in der Atmosphäre oder in den Weltmeeren antreiben. Und auch die terrestrischen und maritimen Nahrungsketten sind noch keineswegs vollständig erforscht.

³⁵ Wenn z.B. ein Laborexperiment ein gutes und die theoretischen Vorannahmen bestätigendes Ergebnis liefert, dann sagt man nicht: „It's true“, sondern bescheidener: „It works“.

³⁶ Sogar dann, wenn man einen konsequent „anthropozentrischen“ Standpunkt gegenüber der Natur vertritt, also alle Naturwesen nach ihrem Wert für den Menschen beurteilt, ohne ihnen einen besonderen Eigenwert zuzubilligen, selbst dann verlangen die *direkten* (primären) „Pflichten gegen sich selbst“ (wie Immanuel Kant sagt) die Beachtung der indirekten (oder sekundären)

Anders formuliert: der Mensch stellt nur ein einzelnes Glied innerhalb der extrem verzweigten „chain of beings“ dar – und kann sich weder daraus lösen noch gar darüber erheben (auch wenn manche Religionen und Ideologien uns dies gern einreden möchten). Die Geschichte der Menschheit bildet daher auch nur ein einzelnes Moment innerhalb der planetaren „big history“, die etwa auch die geologischen Aspekte (z.B. die Plattentektonik und Gesteinsbildung) und die Entwicklung des Klimas mit berücksichtigt, um auf diese Weise das allmähliche Gewordensein des Menschen aus einer „globalen Perspektive“ heraus zu rekonstruieren. Wenn also auch die Vertreter der sozial-ökologischen Systemtheorie bei ihren Modellierungen gelegentlich die menschliche Kultursphäre der Natursphäre gegenüberstellen, da sich der Mensch mit seinen besonderen Bedürfnissen nun einmal gern der Natur gegenüber *sieht*, dann ändert dies nichts daran, dass der sozial-ökologische Ansatz ein fundamental *globalsystemischer* Ansatz ist (trotz aller lokalen oder regionalen Differenzierungen bei bestimmten praktischen Fragestellungen).

Wie nicht anders zu erwarten, so gibt es zahlreiche Definitionen von sozial-ökologischen Systemen (SES), von denen hier nur die vielleicht komplexeste angeführt sei, zumal in ihr viele der oben diskutierten Aspekte solcher Systeme einbezogen werden: Nach dieser Definition verkörpern SES „complex adaptive systems with key characteristics such as: (1) integrated biogeophysical and socio-cultural processes, (2) self-organization, (3) nonlinear and unpredictable dynamics, (4) feedback between social and ecological processes, (5) changing behavior in space (spatial thresholds) and time (time thresholds), (6) legacy behavioral effects with outcomes at very different time scales, (7) emergent properties, and (8) the impossibility to etrapolate the information from one SES to another“ (Delgado-Serrano et al. 2015).³⁷

Seit den 1990er Jahren sind zahlreiche SES-Ansätze entwickelt worden, die hier nicht im Einzelnen dargestellt werden sollen, obwohl von ihnen zum Teil sehr unterschiedliche Aspekte von SES hervorgehoben und analysiert werden. G. S. Cumming (2014), der selbst einer der frühestens und wichtigsten Vertreter des SES-Ansatzes ist, hat eine Einteilung der unterschiedlichen SES-Rahmentheorien („frameworks“) in fünf Kategorien vorgeschlagen, die hilfreich sein kann, um einen gewissen Überblick zu bekommen. Er unterscheidet „(1) hypothesis-oriented frameworks; (2) assessment-oriented frameworks, (3) action-oriented frameworks, (4) problem-oriented frameworks; and (5) theory-oriented frameworks“.

Zusammen mit Cumming sollen uns insbesondere die „theory-oriented frameworks“ interessieren, die nach Cumming sieben „assessment criteria“ genügen sollten. Aufgrund ihrer Bedeutung sollen diese Kriterien hier vollständig zitiert werden (Cumming 2014):

„Pflichten gegen die Natur“, da die Zerstörung der Natur auch die Vernichtung des Menschen einschließt. Auch sei Grausamkeit gegenüber schmerzempfindlichen Tieren der „allgemeinen Moralität“ (Kant) abträglich.

³⁷ Oder aus einer etwas anderen Perspektive heraus gesagt: „Ecosystems and social systems are characterized by bottom-up and top-down controls and thresholds, multiple scales and nonlinear dynamics.“ (Cumming/Allen 2017: 1712) Man braucht also beides: den „Blick von unten“ und den „Blick von oben“, denn in komplexen Systemen spielen hierarchische und heterarchische Strukturen immer zusammen, sodass es zu einer „self-organization“ im Sinne einer Wechselwirkung „between process and structure“ kommt.

1. Sozial-ökologischer Kern: Ein Rahmenwerk kann seinen Ursprung entweder in den Sozial- oder in den Ökowissenschaften haben, aber es muss eine klare Möglichkeit bieten, soziale und ökologische Systeme miteinander zu verbinden und in beiden Disziplinen stark zu sein. Rahmenwerke, die sich in erster Linie mit Ökonomien befassen und den Anspruch erheben, interdisziplinär zu sein, weil sie Ökosystemgüter und -dienstleistungen erwähnen, oder für Ökosysteme geschaffene Rahmenwerke, die indirekt anthropogene Triebkräfte der Habitatveränderung einbeziehen, erfüllen dieses Kriterium nicht. Ausgeschlossen sind auch konzeptionelle Rahmenwerke, die allgemeine Denkweisen über die Welt anbieten, wie die integrale Theorie, aber keine spezifischen Aussagen über sozial-ökologische Beziehungen machen.

2. Empirische Unterstützungs- und Übersetzungsmodi: Rahmenwerke, die den Anspruch erheben, wissenschaftlich zu sein, wie elegant sie auch sein mögen, sollten durch rigorose empirische Studien gestützt werden. Analysen, Ergebnisse und Schlussfolgerungen sollten zumindest prinzipiell wiederholbar sein, und verschiedene Wissenschaftler sollten idealerweise unabhängig voneinander zu den gleichen Schlussfolgerungen gelangen. Zum Kriterium der empirischen Untermauerung gehört auch das Falsifikationskriterium nach Popper; es sollte prinzipiell möglich sein, Gegenbeispiele zu finden oder empirische Behauptungen zu widerlegen. Ebenso sollten Rahmenwerke Übersetzungsmodi enthalten, die es erlauben, Theorie mit empirischen Beobachtungen zu verbinden und umgekehrt. Die Theorie sollte eine Möglichkeit zur Unterscheidung zwischen signifikanten und irrelevanten Beobachtungen bieten; und umgekehrt sollte die Beobachtung eine Möglichkeit zur Unterscheidung zwischen signifikanten und irrelevanten Theorien bieten. Dies ist nicht möglich, wenn die Vorhersagen einer Theorie nicht in Form von überprüfbaren Hypothesen formuliert werden können.

3. Mechanismen: Rahmenwerke sollten Einblicke in die Kausalität bieten. Sie sollten idealerweise auf ersten Prinzipien oder zumindest auf akzeptierten Beobachtungen beruhen und klare Aussagen über Ursache und Wirkung bieten. Rahmenwerke für SES sollten auch Erklärungen für die komplexen Verhaltensweisen bieten, die bei SES in der realen Welt beobachtet werden. Systembeschreibungen allein, ob von Systemelementen oder Systemverhalten, bieten keinen vollständigen Rahmen.

4. Räumlich-zeitliche Dynamik: Rahmenwerke sollten sich mit den dynamischen Aspekten des SES und der Art der Veränderung im Laufe der Zeit sowie mit der räumlichen Natur des SES und der räumlichen Variation befassen.

5. Disziplinärer Kontext: Frameworks sollten sich auf frühere Frameworks beziehen und idealerweise in der Lage sein, ihre Schwächen zu erklären und/oder ihre Stärken einzubeziehen. In einer Disziplin wie der Physik zum Beispiel baut die Relativitätstheorie auf der Newtonschen Physik auf und erweitert sie, anstatt sie zu verwerfen oder zu ignorieren. Meiner subjektiven Ansicht nach hat das Studium der SES unter einem Übermaß an isolierter Entwicklung von Rahmenwerken mit zu wenig Synthese zwischen den Rahmenwerken und zu viel Ignoranz gegenüber vorhergehenden Ideen gelitten.

6. Interdisziplinarität und Transdisziplinarität: Dies baut auf dem vorhergehenden Kriterium des disziplinären Kontextes auf, aber im weiteren Sinne. Rahmenwerke für SES sollten in der Lage sein, mit komplementären Perspektiven und verschiedenen Epistemologien umzugehen und Verbindungen zwischen ihnen herzustellen.

7. Richtung: Rahmenwerke sollten der Untersuchung von SES eine Richtung geben, indem sie neue empirische Studien vorschlagen oder anleiten, die unser theoretisches Verständnis von SES voranbringen.

Allgemein kann unter einem „framework“ eine „family of models“ verstanden werden, die „not necessarily depend on deductive logic to connect different ideas (i.e., it does not have to present a single argument in which the conclusions follow from the premises)“. Zum Beispiel kann ein solches „framework“ die SES als interaktionelle Systeme von Menschen und Natur betrachten und dabei verschiedene Sub-Module aufweisen, die primär auf die sozialen Aspekte des SES fokussieren, wie etwa die Entscheidungsfindung innerhalb von sozialen Netzwerken. Streng genommen, sind „frameworks“ immer „metatheoretical schema facilitating the organization of diagnosis, analysis, and prescription“. Solche Rahmenwerke beziehen sich auf unterschiedliche Zielsetzungen und sind niemals „richtig“ oder „falsch“. Hierin gleichen sie Weltbildern, die auch nicht „wahr“ oder „unwahr“ sein können, da durch sie erst die Kriterien für die Beurteilung von Aussagen gesetzt werden. Dies bedeutet, dass „frameworks“ immer auch die *epistemologischen* Bedingungen festlegen, unter denen SES grundsätzlich beobachtet und analysiert werden können.

Keine der existierenden SES-Theorien erfüllt bereits alle sieben Kriterien, sodass Cumming feststellt: „The development of a stronger theoretical framework remains an important goal for SES theory“ bzw. „we still lack a cohesive body of SES theory“. Vor allem hinsichtlich ihrer Epistemologie unterscheiden sich die zentralen SES-Theorien oft wesentlich, da sie auf unterschiedliche Weise ihre eigenen epistemischen Voraussetzungen mitreflektieren, sich also in unterschiedlichem Maße ihrer eigenen Bedingtheit bewusst sind. Hier zeigt sich oft eine gewisse Naivität im Verfolgen des gewählten Ansatzes, d.h. ein Mangel an Selbstreflexion. Zu wenig würde von ihnen berücksichtigt, „that the processes by which decisions are made directly influence their outcomes“. Die Entwicklung einer kohärenteren Theorie hängt nach Cumming insbesondere davon ab, dass in folgenden drei Hinsichten weitere Fortschritte erzielt werden: „(1) the development of better standards and more effective ways of assessing the quality of SES research, increasing rigor in analyses of SESs; (2) the creation of clearer linkages from the specific to the general, with case studies contributing more obviously to theoretical advancement; and (3) the development of better translation modes using theoretical constructs to generate evidence-based recommendations for social-ecological interventions which would enhance desirable aspects of social-ecological resilience“. Zu den Eigentümlichkeiten insbesondere sozialer Systeme als Bestandteile von SES gehört es, dass nicht nur die Vorannahmen über die Beschaffenheit und Abgrenzbarkeit eines SES eine Rolle bei dessen Analyse spielen, sondern auch die Ergebnisse jeder SES-Analyse auf die Betrachtungsweise des SES-Analysikers zurückwirken, sodass jede angemessene SES-Analyse immer auch eine Analyse der supponierten Voraussetzungen implizieren muss (sozusagen eine „Selbstanalyse“). Es geht hier folglich nicht nur um die Entwicklung und Anwendung von mathematischen Formeln zur Beschreibung von natürlichen SES-Phänomenen, sondern auch um das methodische und von bestimmten Interessen gesteuerte Selbstbild des SES-Wissenschaftlers. Zu Recht sagt Cumming daher: „Rather, because of the ‚Social‘ in SES, they will need to take into account the unique properties of social systems and the unavoidable subjectivity involved in analyzing ourselves“. Hier zeigt sich auch das, was wir oben unter dem Begriff des „Konstruktivismus“ hinsichtlich der Konstruktion „sozial-ökologischer Systeme“ behandelt haben: Die empirische Erhebung objektiver Daten und deren Einspeisung in bestimmte epistemische und pragmatische Modelle verknüpft immer Objektivität mit Subjektivität, insofern es keine

„interessenlose“ Beschreibung und Erklärung des Verhältnisses von sozialen und ökologischen Systemen geben kann. Unsere praktischen Interessen gegenüber der Natur beeinflussen stets unseren theoretischen Blick auf sie.

Doch welchen Ansatz man auch bevorzugen mag, immer ist zu beachten, dass das „ecological knowledge and understanding“ eine kritische Verbindung zwischen komplexen und dynamischen Ökosystemen einerseits und adaptiven Managementpraktiken sowie öffentlichen Institutionen und sozialen Netzwerken andererseits darstellt; etwa so, wie dies Colding und Barthel (2019) vorgeschlagen haben:

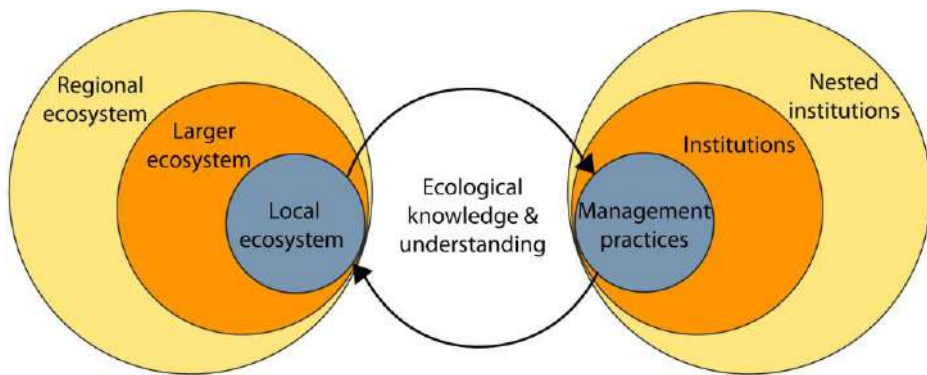


Fig. 1: Dieses Schema ist die Modifikation eines Schemas von Folke und Berkes (1998)

SES-Rahmenwerke können sehr komplex strukturiert sein und in ihrer praktischen Umsetzung zahlreiche Arbeitsphasen aufweisen. Dies sei an dem Beispiel eines problem-orientierten SES-Ansatzes demonstriert:

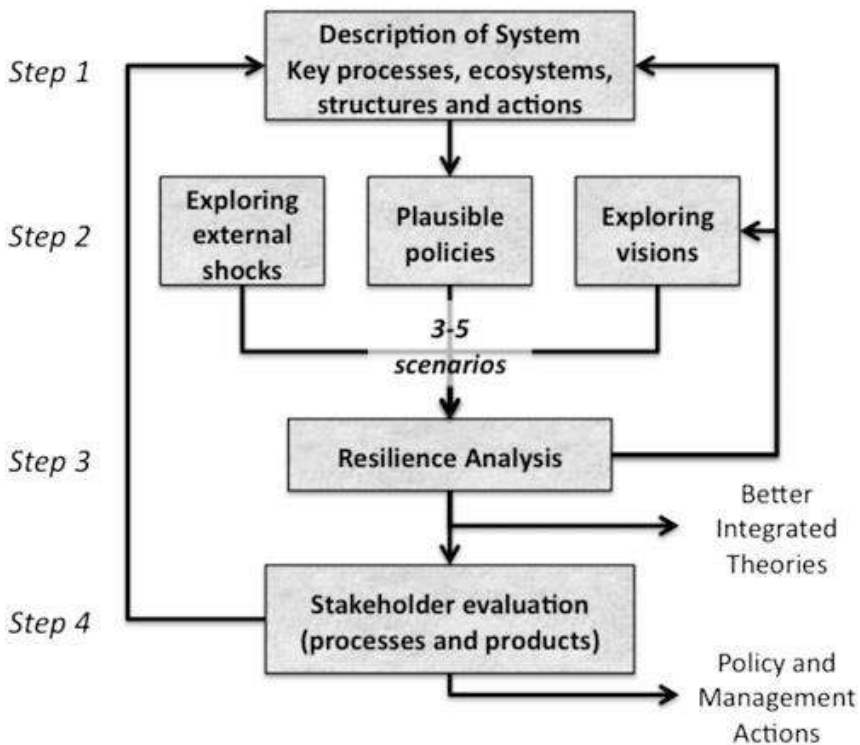


Fig. 2: An example of a problem-oriented framework: the resilience analysis framework of Walker et al. (2002).

Und dies ist noch ein relativ einfaches Beispiel, insofern hier nur die wichtigsten Faktoren und Prozessschritte im Hinblick auf den speziellen Aspekt der Resilienz schematisch dargestellt werden. Jede profunde SES-Theorie, die alle relevanten Faktoren einzubeziehen bestrebt ist, wird zahlreiche Variablen berücksichtigen müssen, deren Bewertung und Verknüpfung alles andere als einfach ist – besonders dann, wenn es um die Durchführung von empirischen Studien und die Formulierung sowie Umsetzung von managerialen Entscheidungen (Maßnahmen) geht. Im Folgenden seien zumindest die wichtigsten dieser Variablen (oder Faktoren) aufgelistet (nach Partelow 2018: 36):

- Operative Auswahlregeln
- Systeme der Eigentumsrechte
- Normen, Vertrauen, Soziales Kapital
- Geschichte oder
- frühere Erfahrungen Regierungsorganisationen
- Wirtschaftlicher Wert
- Räumliche und zeitliche Verteilung
- Vorhersagbarkeit der Systemdynamik
- NGOs

- Verfügbare Technologien
- Investitionstätigkeiten
- Demographische Entwicklungen
- Klima-Muster
- Muster der Umweltverschmutzung
- Selbstorganisierende Aktivitäten
- Lobbying-Aktivitäten

Übersetzt mit www.DeepL.com/Translator (kostenlose Version) Diese Liste bietet zwar nur eine Auswahl, soll aber ein Gefühl für die Vielzahl der zu berücksichtigenden Variablen vermitteln; wozu dann die Komplexität der Vernetzung und der wechselseitigen Abhängigkeiten aller dieser SES-Variablen noch hinzukommt. Hierbei wird man gewisse modellhafte Vereinfachungen im Sinne einer „Reduktion von realer Komplexität“ kaum vermeiden können; ganz so, wie sie auch mit der Durchführung konkreter Maßnahmen einhergehen, durch welche das Verhältnis zwischen Mensch und Natur „geregelt“ werden soll. Die Natur verzeiht aber selten derartige Vereinfachungen, da sie immer mit allen Details zugleich vorhanden und wirksam ist. Turner et al. stellen daher zu Recht fest: In der Praxis sind „four common general elements of human interventions“ zu beachten, die zu negativen Auswirkungen führen können: nämlich „simplification, reduction in natural variability, fragmentation and loss of contiguous processes, and the introduction of hard boundaries“ (Turner et al. 2001).

Dies gilt insbesondere auch, wenn bestimmte „protected areas“ innerhalb der Ökosphäre eingerichtet werden sollen: „For example, in the context of protected areas, people may reduce habitat diversity, harvest animals or plants [...] or construct fences that limit movement and population expansion“. Dies kann sehr einschneidende Konsequenzen nach sich ziehen: „As ecosystems respond to intervention and use by people, they often do unexpected things; for example, pest outbreaks and unusually large fires occur, forests are lost, or shallow lakes become dominated by toxic algae.“ (Cumming/Allen 2017: 1710) Alle diese Gefahren stellen die SES-Theorien vor große Herausforderungen, wobei insbesondere drei Themen herausragen, die von den SES-Theorien bewältigt werden müssen: „They [have to] include (1) increasing attention to the resilience and sustainability of protected areas and the landscapes in which they occur; (2) increasing consideration of the relevance of spatial context and scale for protected areas and the ecosystems services they provide; and (3) efforts to reframe what protected areas are and how they both define and are defined by the relationships of people and nature.“ (Cumming/Allen 2017: 1710). Die zitierten Autoren legen hierfür ein Schema vor, in dem die „socio-ecological feedbacks“ zwischen den Interventionen des Menschen und den Reaktionen eines Schutzgebietes dargestellt werden:

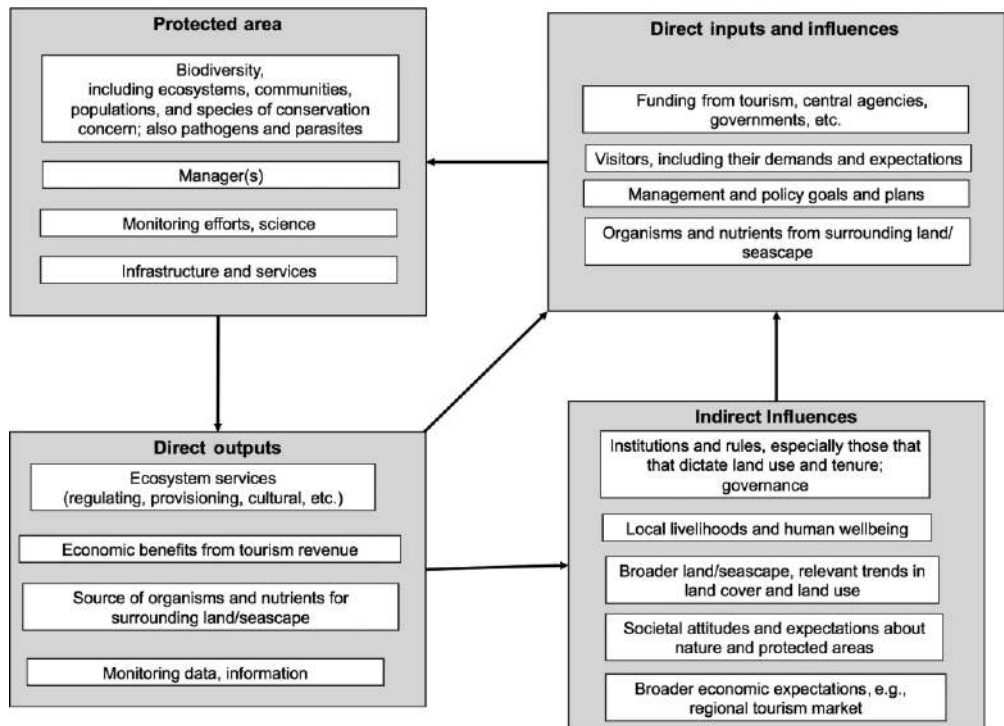


Fig 3: A systems perspective on social-ecological feedbacks in protected area management. In addition to interactions and feedbacks that occur within protected areas, their direct outputs have add-on effects that subsequently influence both their internal dynamics and their future outputs (Cumming/Allen 2017: 1711).

Es war vor allem das wachsende Bewusstsein von der Komplexität möglicher ökosystemischer Rückwirkungen, die nur sehr bedingt vorhersagbar sind, das die SES-Theorie auf den Plan gerufen hat. Der SES-Ansatz hat zu einem regelrechten Perspektiven- oder Paradigmenwechsel im ökologischen Denken und insbesondere auch beim Management von „protected areas“ geführt: „The shift in thinking entailed by SES approaches is to move away from efforts to optimize production, and toward less ‚efficient‘ but ultimately more resilient and more sustainable ways of achieving conservation and socioeconomic goals“. (Cumming/Allen 2017: 1711)

Versucht man nun, die zentralen Komponenten von SES zu bestimmen, dann gelangt man z.B. zu dem folgenden Schema, das zeigt, wie eng und zugleich komplex die „soziale Dimension“ mit der „ökologischen Dimension“ verknüpft ist (auch wenn diese Darstellung vor allem für das „ecological assessment“ von Landnutzungen in den Tropengebieten Amazoniens entwickelt wurde):

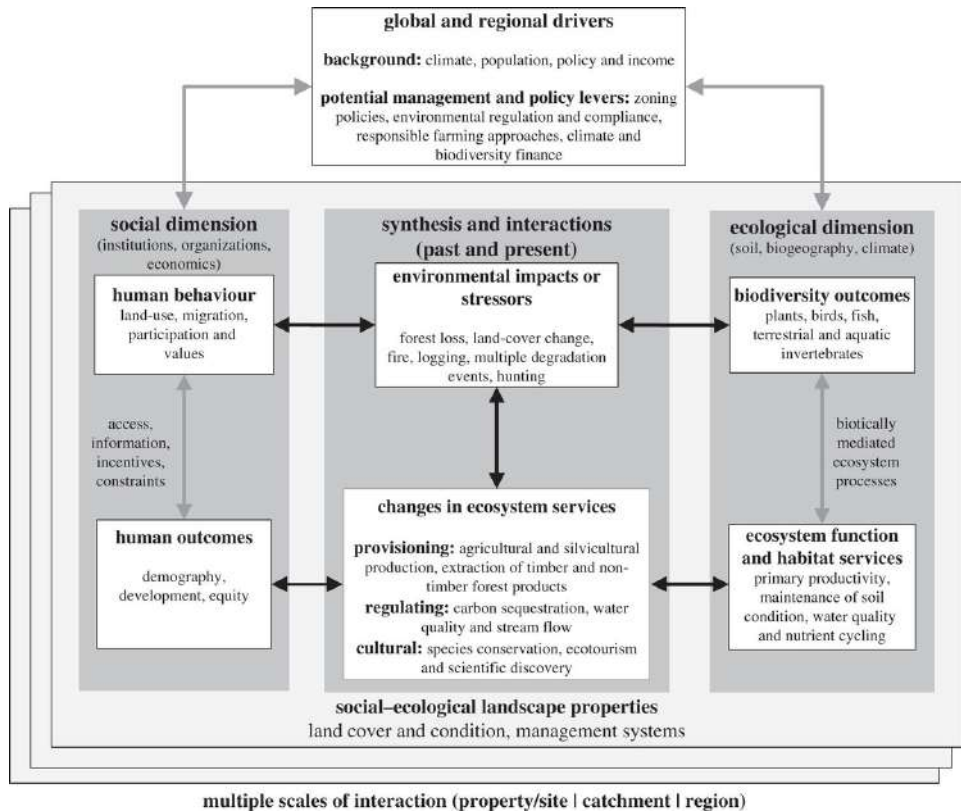


Fig. 4: Zitiert aus Gardner et al. 2013

Abschließend sollen die wichtigsten Herausforderungen zusammengefasst werden, denen sich jede SES-Theorie stellen muss und die im Erfolgsfalle zugleich jene Lernerfolge markieren, die in theoretischer *und* praktischer Hinsicht unerlässlich sind, um sozial-ökologische Systeme angemessen managen zu können:

„Some of these that seem to us to be of highest priority include (1) developing and working with spatial data sets, such as atlases and remote sensing data, to better understand spatial dynamics and the role of heterogeneity within protected areas; (2) developing a better general framework to facilitate or direct the interactions of protected areas with their surrounding landscapes, including both ecological and socioeconomic spillover effects; (3) learning to align ecological, social, and economic processes and their interactions, particularly where spatial, temporal, or functional mismatches between scales (...) are possible; and (4) developing a better understanding of when feedbacks between social and ecological system elements are important and when they can largely be disregarded.” (Cumming/Allen 2017: 1713)

In der Absicht dieses Kapitels lag es, genau diese Erfordernisse dem (nicht nur jungen) Leser aufzuzeigen und nahezubringen: Geht es doch darum, dem heutigen Menschen ein „systemisches Denken“ zu vermitteln, das zwar nahezu überall, besonders jedoch in sozial-ökologischen Zusammenhängen von überragender Bedeutung ist. Vor allem der Umgang mit Komplexität und das Verständnis von nichtlinearen Prozessen sind unerlässlich, wenn ein „neuer Vertrag“ mit der Natur geschlossen und eine lebenswerte Zukunft für alle Lebewesen auf diesem Planeten ermöglicht werden sollen.

6.2. Systematische Indikatoren

6.2.1. Organisiertes Lernen durch Jugendbildung

„Lasst uns also einen Apfelbaum pflanzen. Die Zeit ist gekommen“.

Hoimar von Dithfurth

„Die Jugendbildung ist geprägt von ihren Institutionen, von ihrer Geschichte, von jungen Menschen und vom lebenslangen Lernen. Die traditionelle Vorstellung von zwei Lebensphasen, die ausschließlich und getrennt mit dem Erwerb oder der Anwendung von Bildung zusammenfallen, wird durch die Vorstellung ersetzt, dass organisiertes Lernen nicht auf eine Bildungsphase am Anfang des Lebens beschränkt werden kann.“ (Deutscher Bildungsrat, 1973). Können Veränderungen in der natürlichen Umwelt nicht auch kontinuierliches Lernen ermöglichen? Hier ist zunächst zu unterscheiden, dass die Lebenssituation und -erfahrung im Sinne der Vermittlung ganz anders ist als bei Kindern, und dass Selbstlernen notwendig ist. Es müssen also die Voraussetzungen geprüft werden, und sie müssen sich an dem orientieren, was junge Menschen mitbringen. (Tietgens, 1979: 25) Oder wie Horst Siebert gesagt hat: „Der junge Mensch muss selbst bestimmen können, zu welchem Zweck er lernt“.

In diesem Sinne erfordert die Erziehung junger Menschen vor allem das Bewusstsein für die implizite Interpretation von Gesellschaften im Sinne einer Umweltkrise und ist eng mit der historischen Entwicklung verbunden. Die Ziele müssen als abhängig von sozialen Interessen gesehen werden, aber die sozialen Bedingungen können sich ändern. „Deshalb kann man es wagen zu sagen, dass Lern- und Leistungsbemühungen in der emanzipatorischen Struktur in jedem Lernbereich eine demokratiefördernde Funktion erfüllen können - und umgekehrt, dass die autoritäre Lern- und Leistungsstruktur in allen Bereichen des Bildungsgeschehens, insbesondere in der Jugendbildung, wieder die technokratische Tendenz unterstützen kann“. (Strzelewicz, 1979: 134 ff.) Technokratische und emanzipatorische Ansätze sind für die ökologische Bildung junger Menschen relevant. Dabei stellt sich die Frage, in welchem Verhältnis diese Ansätze zur Überwindung der ökologischen Krise stehen. (Brumlik 1983: 406) In diesem Bereich spricht man allerdings eher von Lernzielen als von Bildungszielen. „Die Jugendbildung ist also geprägt von ihren Institutionen, von ihrer Geschichte, von jungen Menschen und vom lebenslangen Lernen. Die traditionelle

Vorstellung von zwei Lebensphasen, die ausschließlich und getrennt voneinander entweder mit dem Erwerb oder mit der Anwendung von Bildung zusammenfallen, wird durch die Auffassung ersetzt, dass organisiertes Lernen nicht auf eine Bildungsphase zu Beginn des Lebens beschränkt werden kann.“ (Brumlik 1983: 406 und Siebert, 1972: 76)

Siebert (1972) findet drei Formen der Rechtfertigung:

- die Ableitung aus wissenschaftlichen Disziplinen,
- die empirische Analyse der Nutzungssituationen und
- eine Bedarfsanalyse der Adressaten. (Siebert 1972: 76)

Diese Ziele können nicht wissenschaftlich definiert werden, sondern müssen in einem gesellschaftlichen Kommunikationsprozess vor dem Hintergrund der jeweiligen historischen und gesellschaftlichen Bedingungen ausgehandelt werden. Ausgehend von dieser Hintergrundanalyse ist es als Aufgabe der Wissenschaft anzusehen, sich an der Diskussion zu beteiligen. Dies bedeutet, dass sich die Ziele zwar aus der wissenschaftlichen Disziplin ableiten, aber nicht absolut gesetzt werden können. Vielmehr sind sie als ein Beitrag zu einem gesellschaftlichen Diskurs zu verstehen, in den zumindest die Lehrenden und die Akteure der Jugendbildung einbezogen werden müssen.

Drei Aspekte der Ökologie sind hier relevant:

- der wissenschaftliche, der vor allem harte Fakten, d.h. technisch-biologisches Wissen, umfasst
- der philosophische, der ästhetische und ethische Fragen behandelt, sowie
- das Politische.

Sie stellt die menschliche Gesellschaft in den Mittelpunkt der Mensch-Natur-Beziehung. „Ökologie kann definiert werden als die Wissenschaft von den Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Organismen, zwischen Organismen und den auf sie einwirkenden Umweltfaktoren sowie zwischen verschiedenen Umweltfaktoren. Organismen werden hier definiert als Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen.“ (Bick, 1987: 16 ff.).(Bick, 1987: 16 ff.) Die Natur wird als ein lebenserhaltendes System für den Menschen gesehen; auch der Mensch ist Teil der Natur. Die Ökologie als biologische Wissenschaft stellt die Natur systematisch dar. (Odum, 1991: 43)

Es können verschiedene Prinzipien unterschieden werden:

- Das erste ist die hierarchische Struktur, d.h. eine Abfolge von Funktionseinheiten. In der ökologischen Hierarchie lassen sich die Einheiten Organismus, Population, Biozönose, Ökosystem, Landschaft sowie Biome, biogeographische Region und Biosphäre unterscheiden.
- Das zweite Prinzip ist die funktionale Integration und bedeutet, dass jede Ebene der Hierarchie die angrenzenden Ebenen beeinflusst. (Odum, 1991: 43)

- Das dritte Prinzip ist die Homöostase. Homöostatische Mechanismen sind Ausgleich, Kräfte und Regelkreise.

Damit wollen wir als unsere Position deutlich machen, dass sich eine Diskussion über Ökologie angesichts der Umweltkrise nicht mit technologischen Entwicklungen oder Schadensbeschreibungen begnügen darf, sondern dass im Sinne einer kritischen Aufklärung eine „Grundsatzdiskussion über die Orientierungskrise des Fortschritts“ im weitesten Sinne für die Suche nach einer neuen Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung notwendig ist. (Altner 1982: 16) Gemeint ist hier insbesondere die Beteiligung des Einzelnen und seine Fähigkeit dazu, aber auch die Infragestellung gesellschaftlicher Strukturen. Der Begriff der Ökologie wird hier also bestimmt durch die Beschreibung der Umwelt durch den Menschen, durch die Bewertung der Umwelt durch den Menschen und durch sein Handeln in der Umwelt.

6.2.2. Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung

Die Jugendbildung ist daher das erste Semester. Der zweite ist, wie man die Indikatoren für sozial-ökologische Produktionslandschaften umgehen kann. Diese müssen im Sinne eines organisierten Lernens, das sich nicht auf eine Bildungsphase am Lebensanfang beschränken kann, über die ökonomischen und ökologischen Probleme eingeführt werden.

Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung ist die zentrale Vision für die Zukunft der Menschheit im 21. Jahrhundert. Auf der Grundlage des Brundtland-Berichts und der Rio-Konvention von 1992 (Agenda 21) hat das Konzept der nachhaltigen Entwicklung inzwischen große internationale Bedeutung erlangt. Aus Verantwortung für die sozialen und materiellen Lebensbedingungen künftiger Generationen sollen wirtschaftliche, ökologische und soziale Belange in gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen gleichberechtigt berücksichtigt werden. Der Landwirtschaft kommt im Rahmen der globalen nachhaltigen Entwicklung eine herausragende Bedeutung zu, denn die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung, die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Schutz der natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft sind ohne Berücksichtigung der Landwirtschaft nicht denkbar. Kein anderer Wirtschaftssektor ist so eng mit allen drei Aspekten der Nachhaltigkeit verbunden.

Die Diskussion über die verschiedenen Facetten der nachhaltigen Entwicklung in der Landwirtschaft hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Ausgangspunkt waren zunächst umfassende Analysen und Situationsbeschreibungen, wobei der Schwerpunkt vor allem auf Ressourcenschutz und Biodiversität lag. Daneben gab es eine intensive Debatte über die angeblich beste Definition von nachhaltiger Landwirtschaft, aber wenn Nachhaltigkeit mehr als nur ein ethisch anspruchsvoller Begriff sein soll, müssen sogenannte Indikatoren zur Bewertung der verschiedenen Aspekte der nachhaltigen Entwicklung gefunden werden. Die Auswahl der Indikatoren ist hier aus zwei Gründen von herausragender Bedeutung. Zum einen müssen geeignete Maßeinheiten gefunden werden, um nachhaltige Entwicklung im nationalen und internationalen Rahmen als Grundlage für Vereinbarungen im wirtschaftlichen, aber auch im ökologischen Bereich vergleichen zu können. Zum anderen sind Indikatoren eine absolut notwendige Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung auf nationaler und internationaler

Ebene. Deshalb gab es in den letzten Jahren zahlreiche Versuche, geeignete Parameter zur Beurteilung der Nachhaltigen Entwicklung für verschiedene wirtschaftliche oder soziale Kontexte zu etablieren. Neben Veröffentlichungen in der wissenschaftlichen Literatur gibt es eine Reihe von Vorschlägen für einzelne Indikatoren oder umfassende Indikatorenkonzepte auf der Ebene nationaler und internationaler Organisationen (UNO, FAO, Kommission für Nachhaltige Entwicklung, Umweltbundesamt usw.), die sich auf die Umweltqualität, die landwirtschaftliche Produktion oder die Landnutzung beziehen.

Die vorliegende Studie verfolgt daher folgende Ziele:

- Dokumentation des aktuellen Diskussionsstandes zur Bewertung der Nachhaltigen Entwicklung in sozial-ökologischen Systemen.
- Kritische Bewertung der vorgeschlagenen Einzelindikatoren in Bezug auf Relevanz, methodische Validierung, Modellierungsmöglichkeiten und Grenzwertfähigkeit.
- Entwicklung eines Vorschlags zur Systematisierung und Verbesserung der Indikatorenkonzepte.

6.2.3. Indikatoren für sozial-ökologische Produktionslandschaften

Die Verwendung solcher Indikatoren bietet sich für einen allgemeinen Überblick an, da sie ein Schlüsselinstrument darstellen. Hier können Einzelpersonen und Gemeinschaften mit Hilfe der erprobten Methoden ihre Fähigkeit erhöhen, auf soziale Fragen zu reagieren. Sie können ihre wirtschaftlichen und ökologischen Zwänge angehen, um ihre ökologischen und wirtschaftlichen Bedingungen zu verbessern. Auf diese Weise kann die soziale und ökologische Widerstandsfähigkeit erhöht werden. Letztlich kann dies zu Fortschritten auf dem Weg zu einer Gesellschaft führen, die im Einklang mit der Natur steht.

Der Ansatz konzentriert sich hier auf "partizipative Bewertungsworkshops". Sie umfassen:

- Diskussion
- Ein Bewertungsverfahren für den Satz von zwanzig Indikatoren

Für die Verwendung der Indikatoren in der Vergangenheit sollten bestimmte Aspekte des Evaluationsprozesses hervorgehoben werden, um die Bedeutung und den Zweck der Indikatoren zu verstehen. Daher werden hier zwei grundlegende Konzepte untersucht:

1. "Sozio-ökologische Produktionslandschaften"
2. "Belastbarkeit".

6.2.4. Sozio-ökologische Produktion

Der Mensch hat die meisten Ökosysteme der Erde durch Produktionsaktivitäten wie die Landwirtschaft beeinflusst. Diese menschlichen Einflüsse werden oft als schädlich für die Umwelt angesehen, aber viele solcher Mensch-Natur-Interaktionen sind der Erhaltung der biologischen Vielfalt förderlich.

„Überall auf der Welt haben die Bemühungen lokaler Gemeinschaften über viele Jahre hinweg, sich an die umgebende Umwelt anzupassen, einzigartige und nachhaltige Landschaften und Meereslandschaften geschaffen, die die Menschen mit Gütern wie Nahrung und Treibstoff und Dienstleistungen wie Wasserreinigung und fruchtbaren Böden versorgt haben und gleichzeitig eine Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten beherbergen. Diese Landschaften und Meereslandschaften sind aufgrund ihrer einzigartigen lokalen, klimatischen, geografischen, kulturellen und sozioökonomischen Bedingungen äußerst vielfältig. Sie werden jedoch gemeinhin als dynamische biokulturelle Mosaike von Lebensräumen sowie Land- und Meeresnutzungen charakterisiert, in denen der Mensch mit der Landschaft interagiert oder die biologische Vielfalt erhöht und die Menschen mit den für ihr Wohlergehen notwendigen Gütern und Dienstleistungen versorgt.“ (UNU-IAS, 2014: 2)

Sie werden „sozial-ökologische Produktionslandschaften“ (SEPLS) genannt. Sie sollen die biologische Vielfalt gewährleisten und lokale Gemeinschaften auf der ganzen Welt mit Ökosystemdienstleistungen versorgen.

„Das jüngste rasche Wachstum der menschlichen Nachfrage nach Nahrungsmitteln und anderen Gütern und die Veränderungen der sozioökonomischen Systeme aufgrund von Industrialisierung, Urbanisierung und Globalisierung haben verschiedene Produktionssektoren in stärker integrierte Systeme verwandelt, die einen intensiven Einsatz von externen Inputs wie chemischen Düngemitteln, Pestiziden und Herbiziden erfordern. Diese Auswirkungen können in Form eines Verlustes an Widerstandsfähigkeit und Nachhaltigkeit in produktiven Bereichen gemessen werden, und zwar in einem Ausmass, das das menschliche Wohlergehen aufgrund der Degradation der natürlichen Ressourcen und der Verringerung der Ökosystemleistungen bedroht.“ (UNU-IAS, 2014: 2)

6.2.5. Resilienz

Zusätzlich zu den Auswirkungen von Schocks, d.h. extremen Wetterereignissen, durch Waldbrände, Dürren und kurzfristige Störungen, werden Ökosysteme durch relativ allmähliche, aber kontinuierliche Veränderungen des Klimas und der soziokulturellen Praktiken und Institutionen beeinflusst. Sozio-ökologische Systeme sind so unterschiedlich, dass Einzelpersonen oder Gemeinschaften sich gegen Schäden am Ökosystem wehren oder sich davon erholen können. Die Kapazität solcher Systeme ist die so genannte „Resilienz“. Auf diese Weise können Systeme eine entscheidende Rolle bei der Sicherung langfristiger Ökosystemleistungen und nachhaltiger Produktionssysteme spielen, die sowohl lokalen Gemeinschaften zugute kommen als auch zu den globalen Zielen der nachhaltigen Entwicklung beitragen.

Die Stärkung der Widerstandsfähigkeit des SEPLS durch lokale Gemeinschaften sichert das langfristige Überleben des von der Gemeinschaft verwalteten SEPLS. Sie verfügen über eine angemessene Bewirtschaftung und Nutzung der natürlichen Ressourcen, und die biologische Vielfalt definiert sie als widerstandsfähige Systeme. Dennoch stehen viele Gemeinschaften vor wachsenden Herausforderungen bei der Erhaltung dieser Landschaften und der sozialen und ökologischen Prozesse zu ihrer Erhaltung. Angesichts der raschen und oft miteinander verbundenen Veränderungen der sozioökonomischen Systeme, da diese durch den zunehmenden Klimawandel und die Verschlechterung der Ökosysteme beschleunigt werden. Gemeinschaften sind primäre Verwalter von Prozessen und Ressourcen, und sie müssen bestehende Managementpraktiken und -institutionen stärken und innovativ sein. Das liegt daran, dass sie sich an diese Veränderungen anpassen und gleichzeitig die soziale und ökologische Widerstandsfähigkeit von Landschaften und Meereslandschaften wiederherstellen oder stärken müssen.

Die Widerstandsfähigkeit von SEPLS ist ein Produkt ökologischer, sozialer, kultureller und wirtschaftlicher Systeme, die dynamisch und synergetisch miteinander verbunden sind. Verbesserungen der Ökosystemleistungen können zum Beispiel die Einführung neuer Methoden der Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen oder neuer Arten der Vielfalt von Nutzpflanzen, Tieren und verwandten Arten erfordern. Für eine größere Nachhaltigkeit von Agrarökosystemen kann es auch erforderlich sein, sich mit Fragen des Zugangs und der Gerechtigkeit zu befassen, wie z.B. die Unterstützung der Rolle der Frauen bei der Auswahl, Produktion und Vermarktung von Nutzpflanzen.

Wenn wir von interdependenten Sozial- und Umweltsystemen sprechen, müssen sie in der Lage sein, Komplexität und ständige Anpassung zu akzeptieren und zu bewältigen. Damit verbunden sind ländliche Gemeinschaften, die auf die vielfältigen Funktionen mit Produkten und Dienstleistungen angewiesen sind, die ihre Landschaften bieten. Resilienzindikatoren sollen den Gemeinschaften helfen, sich für die Planung, Umsetzung, Überwachung und Bewertung ihrer Produktion und ihres Ressourcenmanagements verantwortlich zu fühlen. „Das Wissen und die Einsichten, die aus diesen Aktivitäten gewonnen werden, können dann genutzt werden, um lokale Visionen und Strategien für belastbare Landschaften und produktive Ökosysteme als Input für übergreifende Politiken und Programme zu liefern, die sich auf die Lebensgrundlagen der Gemeinschaften und die weitere Planung für Naturschutz und Ressourcenmanagement auswirken.“ (UNU-IAS, 2014: 8)

6.2.6. Über die Indikatoren

Die Widerstandsfähigkeit lokaler Gemeinschaften nimmt zu, wenn sie ein umfassenderes Verständnis für den Zustand und die Veränderungen der Bedingungen ihrer Landschaften und Meeresumwelt gewinnen. Da diese Belastbarkeit jedoch ein sehr komplexer und vielschichtiger Prozess ist, kann sie schwer zu messen sein. Dieses Toolkit stellt einen Ansatz zur Überwachung von SEPLS vor, bei dem eine Reihe von Indikatoren verwendet wird, die ein allgemeines Maß für die SEPLS-Resilienz definieren.

„Die Belastbarkeitsindikatoren für SEPLS bestehen aus einem Satz von 20 Indikatoren, die verschiedene Aspekte der Schlüsselsysteme - Umwelt, Landwirtschaft, Kultur und sozioökonomische Aspekte - erfassen sollen. Sie umfassen sowohl qualitative als auch quantifizierbare Indikatoren, aber die Messung basiert auf den Beobachtungen, Vereinbarungen, Wahrnehmungen und Erfahrungen der lokalen Gemeinschaften selbst. Sie sollten flexibel in ihrer Anwendung sein und können an die spezifische Landschaft oder Meeresumwelt und die damit verbundenen Gemeinschaften angepasst werden.“ (UNU-IAS, 2014: 9)

Für die räumliche Ausdehnung dieser SEPLS im Rahmen der Verwendung der Indikatoren müssen die Mitglieder der lokalen Gemeinschaften selbst das Gebiet bestimmen, von dem sie für ihr Überleben und ihren Lebensunterhalt abhängen. In der Regel handelt es sich dabei um das Mosaik der Landnutzung, aus dem die Gemeinschaften ihre Güter und Dienstleistungen beziehen. Das bedeutet, dass sie direkt oder indirekt davon abhängen. Gleichzeitig üben sie aber auch einen direkten Einfluss auf die Ressourcenbasis aus. Dass sie regelmässige Wechselwirkungen mit der natürlichen Biodiversität haben. Ein SEPLS kann durch administrative Grenzen, wie z.B. einen Nationalpark oder nationale Grenzen, oder durch ein Wassereinzugsgebiet als geographische Grenze oder durch andere Faktoren abgegrenzt werden.

Die Indikatoren zielen darauf ab, die Punkte zu definieren, die für die Widerstandsfähigkeit eines SEPLS wesentlich sind, und bieten den Gemeinschaften einen Rahmen, um sozio-ökologische Prozesse zu diskutieren und zu analysieren. (UNU-IAS, 2014: 9) „Dies bezieht sich auf kritische Lebens- und Entwicklungsziele wie Ernährungssicherheit, landwirtschaftliche Nachhaltigkeit, institutionelle und menschliche Entwicklung, Bereitstellung von Ökosystemleistungen und Erhaltung der biologischen Vielfalt, Stärkung von Organisationen auf Gemeinde- und Landschaftsebene sowie Landschaftsgestaltung im Hinblick auf Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Die Diskussion von Indikatoren innerhalb der Gemeinden regt den Austausch von Wissen und Analysen an, die Schlüsselfaktoren bei der Schaffung von Sozialkapital für Landschaftsgestaltung, -planung und -management sind, und fördert die Eigenverantwortung der Gemeinden für diesen Prozess.“ Die periodische Anwendung dieser Indikatoren ermöglicht die Bewertung der Fortschritte bei der Erreichung der Ziele dieser Entwicklung und der nachhaltigen Bewirtschaftung sowie die Ermittlung vorrangiger Maßnahmen für lokale Innovation und anpassungsfähiges Management. (UNU-IAS, 2014: 9)

Die Indikatoren können den lokalen Gemeinschaften und anderen Interessengruppen in den folgenden Bereichen Input liefern:

- Verständnis der Widerstandsfähigkeit von SEPLS. Die Indikatoren bieten einen analytischen Rahmen für das Verständnis der Resilienz und ihres Status und der Veränderungen im SEPLS. Sie werden in Begriffen definiert und gemessen, die für lokale Gemeinschaften leicht zu verstehen und anzuwenden sind und für nachfolgende Analysen angepasst werden können. Durch die Bewertung der aktuellen Bedingungen und Trends in verschiedenen Aspekten von SEPLS können die Anwender die Resilienz als ein multidimensionales Ziel verstehen.

- Die Indikatoren können dazu beitragen, soziale Prozesse, Institutionen und Praktiken der Landnutzung, des Naturschutzes und der Innovation zu identifizieren und zu verfolgen, die Teil der Anpassungs- und Veränderungsfähigkeit eines belastbaren Systems sind. Durch die Überprüfung und Erörterung von Bewertungsergebnissen können Gemeinschaften lernen, auf welche Bereiche und Faktoren sie sich konzentrieren sollten, zu denen Komponenten der landwirtschaftlichen Biodiversität, der Ernährungssicherheit, der Ökosystemleistungen, der Lebensgrundlagen, der Regierungsführung und andere gehören können.
- Verbesserung der Kommunikation zwischen den Interessengruppen.
- Befähigung der Gemeinschaften, Entscheidungen zu treffen und adaptiv zu verwalten.
- Die Verwendung von Indikatoren erleichtert einen kontinuierlichen Diskussions- und Beteiligungsprozess innerhalb lokaler Gemeinschaften und führt zu Erkenntnissen darüber, was funktioniert und was nicht. Diese Art von adaptivem Managementmodell fördert ein größeres Gefühl der Eigenverantwortung unter den Menschen, die im SEPLS leben, und ermutigt sie, auf der Ebene der Politikgestaltung tätig zu werden. Die Verwendung der Indikatoren als Diskussionsrahmen trägt auch zur Konsensbildung darüber bei, was getan werden muss, um die Widerstandsfähigkeit der gesamten Landschaft aufzubauen oder zu verbessern und die Entscheidungsfindung und Umsetzung zu lenken. (UNU-IAS, 2014: 9)

6.2.7. Wer kann von der Verwendung der Indikatoren profitieren?

Obwohl die Indikatoren in erster Linie für die Verwendung durch lokale Gemeinschaften konzipiert sind, haben sie das Potenzial, für andere wie NGOs, Entwicklungsagenturen und politische Entscheidungsträger wertvolle Instrumente zu sein. Die Indikatoren können auch für Forscher nützlich sein, um SEPLS zu verstehen und zu erfahren, wie Gemeinschaften ihre Landschaft oder Meereslandschaft sehen. Die Rolle des Vermittlers kann in Situationen, in denen es für die Gemeinschaften schwierig ist, die Indikatoren allein zu verwenden, wichtiger sein.

Im Folgenden sind einige mögliche Vorteile für verschiedene Nutzer aufgeführt.

Lokale Gemeinschaften:

- Verbesserung des gemeinsamen Verständnisses von SEPLS (z.B. Bedingungen und Bedrohungen für SEPLS) innerhalb und außerhalb der Gemeindemitglieder.
- Ermittlung vorrangiger Themen und Maßnahmen zur Aufrechterhaltung von SEPLS, die der Existenzsicherung und dem Wohlergehen zugute kommen, und Bewertung der bisherigen Bemühungen der Gemeinschaft.
- Beitrag zur Stärkung des Vertrauens und des Sozialkapitals in Gemeinschaften und zur Konfliktlösung.

- Information von politischen Entscheidungsträgern, Spendern und relevanten Interessengruppen über die Situation ihres SEPLS und über Bereiche für eine effizientere Unterstützung.

Erfahrungsaustausch mit Gemeinden, die die Indikatoren ausprobiert haben, NGOs und Entwicklungsagenturen, die die Projekte im SEPLS umsetzen:

- Verbesserung des Verständnisses der Belastbarkeit aus der Perspektive der lokalen Gemeinschaften.
- Förderung partizipatorischer Prozesse.
- Überwachung und Bewertung von Projektinterventionen zum Schutz der Resilienz und der biologischen Vielfalt und Identifizierung von Gebieten, die unterstützt werden sollen.
- Effektivere Kommunikation mit politischen Entscheidungsträgern und Gebern über die Situation des SEPLS, mit dem sie zusammenarbeiten, und über die Bereiche, in denen Unterstützung benötigt wird.

Politische Entscheidungsträger und Projektplaner:

- Besseres Verständnis der lokalen Bedingungen aus der Perspektive der lokalen Gemeinschaften.
- Bessere Kommunikation mit lokalen Gemeinschaften.
- Ermittlung von verbesserungsbedürftigen Bereichen und deren Berücksichtigung bei der Politikgestaltung, Planung und anderen Entscheidungsprozessen.
- Erhöhung der Kohärenz zwischen verschiedenen Projektstandorten durch Anwendung eines gemeinsamen analytischen Rahmens und gemeinsamer Instrumente.

Forscher:

- Verbesserung des multidimensionalen Verständnisses der lokalen Bedingungen aus der Perspektive der lokalen Gemeinschaften.
- Vertiefung des Verständnisses der Belastbarkeit durch Untersuchung der Ergebnisse von verschiedenen Standorten.
- Identifizierung von Lücken in der Forschung.

Indikatoransätze werden heute überall und zunehmend in verschiedenen Sektoren und Kontexten verwendet:

Beispielsweise spielen sie auf globaler und nationaler Ebene eine wichtige Rolle bei der Überwachung der Fortschritte auf dem Weg zu bestimmten Zielen und Vorgaben. So wurden beispielsweise rund 100 Indikatoren aufgelistet, um den Fortschritt bei der Umsetzung des Strategischen Plans zur biologischen Vielfalt 2011-2020 und der Aichi-Biodiversitätsziele zu überwachen, die 2010 auf der CBD-COP 10 in Japan angenommen wurden, um einen Handlungsrahmen für alle Interessengruppen

zum Schutz der biologischen Vielfalt und zur Verbesserung ihres Nutzens für die Menschen zu schaffen. Bei den MDG-Indikatoren handelt es sich um einen Satz von 60 Indikatoren zur Messung der Fortschritte bei der Erreichung der Millenniums-Entwicklungsziele (MDGs), acht internationale Entwicklungsziele, die bis 2015 erreicht werden sollen, um die extreme Armut zu bekämpfen. Die Vereinten Nationen einigten sich auf der Rio+20-Konferenz im Jahr 2012 auf die Entwicklung einer Reihe von Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) und arbeiten derzeit an der Definition der Ziele und relevanten Indikatoren, die 2015 angenommen werden sollen.

Die Indikatoren müssen quantitativ sein und gleichzeitig dürfen sie Daten in einem größeren räumlichen Maßstab aggregieren. Sie müssen einen Vergleich über Raum und Zeit auf nationaler und globaler Ebene ermöglichen. Indikatoren müssen auch wissenschaftlich valide und objektiv sein, wobei die Bewertung häufig von Experten durchgeführt wird. Dies steht nicht im Widerspruch zu ihnen. Im Gegensatz zu diesen übergreifenden Indikatoren sind die im SEPLS eingeführten Resilienzindikatoren für die Verwendung auf lokaler Ebene bestimmt, d.h. sie umfassen sowohl qualitative als auch quantifizierbare Indikatoren. Die Messung basiert auf den Beobachtungen, Wahrnehmungen und Erfahrungen der lokalen Gemeinschaften selbst.

Diese lokalen Beobachtungen können durch wissenschaftliche Daten und Informationen aus globalen und nationalen Beobachtungen und Datensätzen sowie aus früheren Studien ergänzt werden. Es sollte jedoch möglich sein, externe Daten in die lokale Wissensbasis zu integrieren. Die Indikatoren in diesem Toolkit bieten den lokalen Gemeinschaften einen Rahmen, in dem sie im Rahmen des adaptiven Managementprozesses sowohl den aktuellen Zustand der Belastbarkeit als auch potenzielle Bereiche für Verbesserungen diskutieren können. Dies kann zu raschen und proaktiven Bemühungen der lokalen Gemeinschaften führen, die Widerstandsfähigkeit ihrer produktiven und marinen Landschaften zu stärken. Es bietet auch einen konsistenten Prozess für die Überwachung der Belastbarkeit der Landschaft oder der Meereslandschaft und die Umsetzung von Maßnahmen, um Komponenten und Faktoren anzugehen, die zu einer verminderten Belastbarkeit führen. (UNU-IAS, 2014: 9)

Die Widerstandsfähigkeitsindikatoren in SEPLS überschneiden sich teilweise und ergänzen einige der übergreifenden Indikatoren. Resiliente Landschaften, die sich aus der Anwendung der Indikatoren und der Umsetzung von Maßnahmen ergeben, die sich aus ihrer Anwendung ergeben, tragen auch zu globalen und nationalen Zielen bei, wie sie in der CBD (z.B. den Aichi Biodiversitätszielen und den nationalen strategischen Aktionsplänen zur biologischen Vielfalt) und im Internationalen Vertrag der FAO über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft festgelegt sind. Die Nachhaltigkeitsindikatoren für sozio-ökologische Produktionslandschaften und Meereslandschaften (SEPLS) und dieses Toolkit wurden in Zusammenarbeit im Rahmen der Internationalen Partnerschaft für die Satoyama-Initiative (IPSI) entwickelt.

Als internationale Plattform, die für Organisationen offen ist, die sich mit SEPLS befassen, hat IPSI versucht, Synergien bei der Umsetzung ihrer jeweiligen Aktivitäten sowie anderer im Rahmen der Initiative geplanter Aktivitäten zu fördern. Bis heute wurden im Rahmen der IPSI über 20 IPSI-Kooperationsaktivitäten initiiert, darunter auch dieses Toolkit und seine Indikatoren. (UNU-IAS, 2014: 9)

Sie wurden von der

- Bioversität International,
- Institut für globale Umweltstrategien (IGES),
- Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) und
- UNU-IAS durchgeführt wurden. (UNU-IAS, 2014: 9)

Die Kritik an der Kooptierung bezieht sich auf die Frage, ob die Gegenseitigkeitsgesellschaft noch wettbewerbsfähig ist. Diese Diskussion geht viel weiter, z. B. bei den Problemen der Erhöhung der Gerechtigkeit. Aus wirtschaftlicher Sicht gibt es jedoch einige Gründe, diese Form der Versicherung beizubehalten und mit der Aktiengesellschaft zu konkurrieren.

6.2.8. Die zwanzig Toolkits

(1) Landschafts-/Meereslandschaftsvielfalt

Die Landschaft oder Meereslandschaft setzt sich aus einer Vielfalt/Mosaik von natürlichen Ökosystemen (terrestrisch und aquatisch) und Landnutzungen zusammen.

Beispiele:

Natürliche Ökosysteme: Berge, Wälder, Grasland, Feuchtgebiete, Seen, Flüsse, Küstenlagunen, Flussmündungen, Korallenriffe, Seegraswiesen und Mangrovenwälder.

Landnutzung: Hausgärten, kultivierte Felder, Obstgärten, (saisonale) Weiden, Heuwiesen, Aquakultur, Forstwirtschaft und Agroforstwirtschaft, Bewässerung, Kanäle, Wasserbrunnen.

(2) Schutz des Ökosystems

Gebiete innerhalb der Landschafts- oder Meereslandschaft werden aufgrund ihrer ökologischen und/oder kulturellen Bedeutung geschützt.

Hinweis: Der Schutz kann formell oder informell sein und traditionelle Formen des Schutzes wie heilige Stätten umfassen.

Beispiele:

Strenge Naturreservate, Nationalparks, Wildnisgebiete, Kulturerbestätten, gemeinschaftlich geschützte Gebiete, Meeresschutzgebiete, Gebiete mit beschränkter Nutzung, heilige Stätten, Weidereservate, Regeln und Vorschriften, um Außenstehende von der (saisonalen) Nutzung natürlicher Ressourcen auszuschließen, usw.

(3) Ökologische Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Komponenten der Landschaft/des Meeres

Ökologische Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Komponenten der Landschaft oder der Meereslandschaft werden bei der Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen berücksichtigt.

Beispiele:

Gebiete, die für die Erhaltung oder Wiederherstellung vorgesehen sind, andere Gebiete durch Bestäubung, Schädlingsbekämpfung, Nährstoffkreislauf und Zunahme der Tierpopulation. Wälder schützen Wasserquellen und dienen als Futter-, Medizin- und Nahrungsquelle. Landwirtschaftliche Aktivitäten können andere Teile der Landschaft beeinflussen. Meeresschutzgebiete können die Meerespopulationen auch in anderen Fischereigebieten erhöhen (Spillover-Effekte).

(4) Erholung und Regeneration der Landschaft/des Meeres

Die Landschaft oder Meereslandschaft hat die Fähigkeit, sich von Umweltschocks und -belastungen zu erholen und zu regenerieren.

Beispiele:

Ausbrüche von Schädlingen und Krankheiten; Extremwetterereignisse wie Stürme, extreme Kälte, Überschwemmungen und Dürren; Erdbeben und Tsunamis; Waldbrände.

(5) Vielfalt des lokalen Nahrungsmittelsystems

Zu den Lebensmitteln, die in der Landschaft oder im Meer verzehrt werden, gehören Lebensmittel, die vor Ort angebaut, aus örtlichen Wäldern gesammelt und/oder aus örtlichen Gewässern gefischt werden.

Beispiele:

Getreide, Gemüse, Früchte, Nüsse, Wildpflanzen, Pilze, Beeren, Vieh, Milch, Milchprodukte, Wildtiere/Insekten, Fisch, Algen usw.

(6) Erhaltung und Nutzung lokaler Pflanzensorten und Tierrassen. Haushalte und/oder Gemeinschaftsgruppen erhalten eine Vielfalt an lokalen Nutzpflanzensorten und Tierrassen.

Beispiele:

Saatguthüter, fachkundige Tierzüchter, Tierzuchtgruppen, Hausgärten, kommunale Saatgutbanken.

(7) Nachhaltige Bewirtschaftung gemeinsamer Ressourcen

Gemeinsame Ressourcen werden nachhaltig bewirtschaftet, um Raubbau und Erschöpfung zu vermeiden.

Beispiele:

Weideregeln; Fischfangquoten; nachhaltiger Tourismus; Kontrolle der Wilderei und des illegalen Holzeinschlags; oder die Ernte von Waldprodukten.

(8) Innovation in der Landwirtschaft und Erhaltungspraktiken

Neue Praktiken in Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft werden entwickelt, übernommen und verbessert und/oder traditionelle Praktiken werden wiederbelebt.

Beispiele:

Einführung wassersparender Maßnahmen wie Tröpfchenbewässerung oder Wasserernte; Diversifizierung der Anbausysteme; Einführung oder Wiedereinführung dürre- oder salztoleranter Nutzpflanzen; ökologische Landwirtschaft; Terrassierung; Wiedereinführung einheimischer Arten; Verlagerung und Rotation von Grasland; Wiederaufforstung; Wiederanpflanzung von Korallen, Seegras und Mangroven; Fischhäuser; selektive Fanggeräte.

(9) Traditionelles Wissen in Bezug auf Biodiversität

Lokales Wissen und kulturelle Traditionen im Zusammenhang mit der Biodiversität werden von Älteren und Eltern an junge Menschen in der Gemeinde weitergegeben.

Beispiele:

Lieder, Tänze, Rituale, Feste, Geschichten, lokale Terminologie im Zusammenhang mit Land und Biodiversität; Spezifisches Wissen über Fischfang, Anbau und Ernte sowie die Verarbeitung und das Kochen von Lebensmitteln; Wissen, das in den Lehrplänen der Schulen enthalten ist.

(10) Dokumentation von biodiversitätsbezogenem Wissen

Die Biodiversität in der Landschaft oder Meereslandschaft, einschließlich der landwirtschaftlichen Biodiversität, und das damit verbundene Wissen wird dokumentiert, gespeichert und den Mitgliedern der Gemeinschaft zur Verfügung gestellt.

Beispiele:

Register für traditionelles Wissen; Ressourcenklassifizierungssysteme; Biodiversitätsregister der Gemeinschaft; Feldschulen der Landwirte; Tierzuchtgruppen; Weide-Co-Managementgruppen; Saatgutaustauschnetzwerke (Tier- und Saatgutmessern); Saisonkalender.

(11) Wissen von Frauen

Das Wissen, die Erfahrungen und Fähigkeiten von Frauen werden in der Gemeinschaft anerkannt und respektiert. Frauen verfügen oft über spezifische Kenntnisse, Erfahrungen und Fähigkeiten in Bezug auf die biologische Vielfalt, ihre Nutzung und ihr Management, die sich von denen der Männer unterscheiden.

Beispiele:

Know-how über die Produktion bestimmter Nutzpflanzen; Sammeln und Nutzung von Heilpflanzen; Pflege von Tieren.

(12) Rechte in Bezug auf die Bewirtschaftung von Land/Wasser und anderen natürlichen Ressourcen

Die Rechte über Land/Wasser und andere natürliche Ressourcen sind klar definiert und werden von relevanten Gruppen und Institutionen, z.B. Regierungen und Entwicklungsagenturen, anerkannt. Die Anerkennung kann durch Politik, Gesetz und/oder durch Gewohnheitsrecht formalisiert werden.

Beispiele:

Landnutzungsgruppen; kommunale Forstausschüsse; Co-Management-Gruppen oder Gemeinschaften.

(13) Gemeindebasierte Landschafts-/Meeresverwaltung

Die Landschaft oder das Meer verfügt über fähige, rechenschaftspflichtige und transparente lokale Institutionen für die wirksame Verwaltung ihrer Ressourcen und der lokalen biologischen Vielfalt.

Beispiele:

Organisationen, Regeln, Politiken, Vorschriften und Durchsetzung, die auf das Ressourcenmanagement abzielen; traditionelle Autoritäten und gewohnheitsmäßige Regeln; Co-Management-Vereinbarungen, z.B. gemeinsame Waldbewirtschaftung, zwischen der lokalen Bevölkerung und der Regierung.

(14) Soziales Kapital in Form von Zusammenarbeit über die Landschaft/den Meeresboden

Einzelpersonen innerhalb und zwischen Gemeinschaften sind durch Netzwerke verbunden und koordiniert, die Ressourcen verwalten und Materialien, Fähigkeiten und Wissen austauschen.

Beispiele:

Selbsthilfegruppen; Gemeindevereine und -gruppen (Frauen- und Jugendgruppen); Interkommunale Netzwerke; Vereinigungen von Verbänden mit Schwerpunkt auf der Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen.

(15) Soziale Gerechtigkeit (einschließlich Geschlechtergerechtigkeit)

Die Rechte und der Zugang zu Ressourcen und Möglichkeiten für Bildung, Information und Entscheidungsfindung sind für alle Gemeindemitglieder, einschließlich Frauen, auf Haushalts-, Gemeinde- und Landschaftsebene fair und gleichberechtigt.

Beispiele:

Hochland- und Tieflandgemeinden; Gemeindemitglieder, die verschiedenen sozialen oder ethnischen Gruppen angehören; die Stimmen und Entscheidungen von Frauen werden bei der Entscheidungsfindung im Haushalt und bei Gemeindetreffen, bei denen Entscheidungen über kollektive Aktionen getroffen werden, berücksichtigt.

(16) Sozioökonomische Infrastruktur

Die sozioökonomische Infrastruktur ist den Bedürfnissen der Gemeinschaft angemessen.

Beispiele:

Schulen, Krankenhäuser, Straßen und Verkehr; sicheres Trinkwasser; Märkte; Elektrizitäts- und Kommunikationsinfrastruktur.

(17) Menschliche Gesundheit und Umweltbedingungen

Der Gesamtzustand der menschlichen Gesundheit in der Gemeinde ist zufriedenstellend, auch unter Berücksichtigung der vorherrschenden Umweltbedingungen.

Beispiele:

Fehlen oder regelmäßiges Auftreten von Krankheiten; Häufigkeit von Krankheitsausbrüchen, die eine große Zahl von Menschen betreffen; Fehlen/Vorhandensein von Umweltbelastungen wie Verschmutzung, Mangel an sauberem Wasser, Exposition gegenüber extremen Wetterereignissen.

(18) Einkommensvielfalt

Menschen in der Landschaft oder im Meer sind an einer Vielzahl von nachhaltigen einkommensschaffenden Aktivitäten beteiligt. Hinweis: Die Vielfalt der wirtschaftlichen Aktivitäten kann den Haushalten bei unerwarteten Einbrüchen, Katastrophen, Veränderungen der Umweltbedingungen usw. helfen.

(19) Auf Biodiversität basierende Lebensgrundlagen

Die Verbesserung des Lebensunterhalts in der Landschaft oder der Meereslandschaft betrifft die innovative Nutzung der lokalen biologischen Vielfalt.

Beispiele:

Kunsthandwerk unter Verwendung lokaler Materialien, z.B. Holzschnitzerei, Korbflechterei, Malerei, Weberei usw.; Ökotourismus; Verarbeitung lokaler Lebensmittel, Bienenzucht usw.

(20) Sozio-ökologische Mobilität

Haushalte und Gemeinden sind in der Lage, umzuziehen, um von Verschiebungen der Produktionsmöglichkeiten zu profitieren und Landdegradierung und Raubbau zu vermeiden.

Beispiele:

Verlagerung von Anbau- und Fruchtfolgepraktiken; Wechsel zwischen Landwirtschaft und Viehhaltung / Fischerei; saisonale Wanderung der Hirten; Verlagerung der Fischgründe; Erhaltung von Reserveflächen für Zeiten der Not.

6.2.9. Bildung als der umfassende Faktor

„Der Zusammenhalt und die soziale Entwicklung unserer Gesellschaft, unser Wohlstand und die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft hängen zunehmend von der Bedeutung der Bildung ab. Bildung ist der entscheidende Faktor für die Zukunft unseres Landes, aber auch für die Chancen jedes einzelnen Menschen.“ (Koalitionsvereinbarung vom 11. November 2005)

Neben der Bildung ist aber auch der weit gefasste Kulturbegriff entscheidend: „Der Ausschuss ist der Auffassung, dass Kultur für die Zwecke der Umsetzung von Artikel 15 Absatz 1 Buchstabe a unter anderem Lebensweisen, Sprache, mündliche und schriftliche Literatur, Musik und Gesang, nonverbale Kommunikation, Religion oder Glaubenssysteme, Riten und Zeremonien, Sport und Spiel, Produktionsmethoden oder Technologie, natürliche und vom Menschen geschaffene Umwelt, Nahrung, Kleidung und Obdach sowie die Künste, Bräuche und Traditionen umfasst, durch die Einzelpersonen, Gruppen von Einzelpersonen und Gemeinschaften ihre Menschlichkeit und den Sinn, den sie ihrer Existenz geben, zum Ausdruck bringen und ihre Weltsicht aufbauen, die ihre Begegnung mit den äußeren Kräften, die ihr Leben beeinflussen, darstellt. Kultur formt und spiegelt die Werte des Wohlergehens und des wirtschaftlichen, sozialen und politischen Lebens von Einzelpersonen, Gruppen von Einzelpersonen und Gemeinschaften wider.“

Dieses Verständnis von Kultur umfasst nicht nur Kunst und Literatur, sondern auch Lebensweisen, Werte, Traditionen und Überzeugungen. Das Prinzip der kulturellen Vielfalt spielt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle: „Der Schutz der kulturellen Vielfalt ist ein ethischer Imperativ, der untrennbar mit der Achtung der Menschenwürde verbunden ist. Er impliziert ein Bekenntnis zu den Menschenrechten und Grundfreiheiten und erfordert die volle Umsetzung der kulturellen Rechte. Dazu gehören nicht nur Kunst und Literatur, sondern auch Lebensweisen, grundlegende Menschenrechte, Wertesysteme, Traditionen und Überzeugungen.“

REFERENZEN

- Altner, G. (1982). Grundlagen. In: Kalberlah, F., Michelsen, G. & Rühling, U. (eds), *Der Fischer Öko-Almanach. Daten, Fakten, Trends der Umweltdiskussion*, Frankfurt am Main, pp.13-50 (16).
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- Bick, H. (1987). Ökologie - Wissenschaft von den wechselseitigen Beziehungen zwischen Organismen und Umwelt. In: Calließ, J. & Lob, R.E. (eds), *Handbuch Praxis der Umwelt- und Friedenerziehung*. Vol. 1: Grundlagen, Düsseldorf, pp.16-27 (21).
- Brumlik, M. (1983). Erziehungsziel, in: Lenzen, D. & Mollenhauer, K. (eds), *Theorien und Grundbegriffe der Erziehung und Bildung*. Enzyklopaedie der Erziehungswissenschaft. Vol. 1, Stuttgart, p. 406.
- Colding, J. & Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. In: *Ecology and Society* 24(1), p 2.
- Cumming, G.S. (2014). Theoretical Framework for the Analysis of Social-Ecological Systems. In: Sakai, S. & Umetsu, C. (eds) *Social-Ecological Systems in Transition*. Global Environmental Studies. Springer, Japan, pp.73-94.
- Cumming, G. S. & Allen, C.R. (2017). Protected areas as social-ecological systems: perspectives from resilience and social-ecological systems theory. In: *Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit – Staff Publications* (ed), *Ecological Applications*, 27(6), pp. 1709-1717.
- Delgado-Serrano, M. & Adres Ramos, P. (2015). Making Ostrom's framework applicable to characterise social-ecological systems at the local level. In: *International Journal of the Commons* 9(2), pp. 808-830.
- Deutscher Bildungsrat (1973). *Strukturplan für das Bildungswesen*, Stuttgart (Germany).
- Folke, C. & Berkes, F. (1998). Understanding dynamics of ecosystem-institution linkages for building resilience. Beijer Discussion Paper No. 112. The Beijer Institute of Ecological Economics. Royal Academy of Sciences. Stockholm, Sweden.
- Gardner et al. (2013). A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network. In: *Phil. Trans. R. Soc. B*. Quoted from: Pérez-Soba, M. (2016). The social-ecological system concept. DG AGRI Workshop, 5-6 Dec. 2016.
- Maturana, U. & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and Cognition*. Dordrecht, The Netherlands.

- Odum, Howard Thomas (1991). Emergy and biochemical cycles, in: Ecological Physical Chemistry: Proceedings of an International Workshop, November 1990, Sienna, Italy, Rossi, C. and Tierci, E. (eds.), Amsterdam, Elsevier Science, pp. 25-65 (25ff).
- Partelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. In: *Ecology and Society* 23(4): 36.
- Paslack, R. (1991). Urgeschichte der Selbstorganisation - Zur Archäologie eines wissenschaftlichen Paradigmas. Vol. 32. In series: *Wissenschaftstheorie: Wissenschaft und Philosophie*. Braunschweig/Wiesbaden. Vieweg & Sohn, Germany.
- Paslack, R. (2012). The challenge to environmental ethics. In: Vromans, K., Paslack, R., Isildar, G. Y., deVrind, R. & Simon, J. W. (eds) *Environmental Ethics – An Introduction and Learning Guide*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK, pp. 65-82.
- Paslack, R. (2019). Urgeschichte der Selbstorganisation - Zur Archäologie eines wirksamen Paradigmas. In: Voigt, B (ed) *Vom Werden – Entwicklungsdynamik in Natur und Gesellschaft*. Beatrice Voigt Edition, München (Germany), pp. 60-75.
- Siebert, H. (1972). *Erwachsenenbildung. Aspekte einer Theorie*, Düsseldorf (Germany).
- Strzelewicz, W. (1972). Technokratische und emanzipatorische Erwachsenenbildung. In: Picht, G., Edding, F. et al., *Leitlinien der Erwachsenenbildung*, Braunschweig, pp. 134-149 (146f.).
- Tietgens, H. (1979). *Einleitung in die Erwachsenenbildung. Einführung in Gegenstand, Methoden und Ergebnisse ihrer Teildisziplinen und Hilfswissenschaften*, Darmstadt (Germany).
- Turner, M.G., Gardner, R.H. & O'Neill, R.V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer New York.
- UNU-IAS, Bioversity International, IGES and UNDP (2014), *Toolkit for the Indicators of Resilience in Socio-ecological Production of Landscapes and Seascapes (SEPLS)*.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G.S., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, G., Peterson, G.D. & Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. In: *Conservation Ecology* 6:14.

FRAGEN

Richtig/Falsch-Fragen:

- 1) (T / F) Gleichgewicht und Stabilität sind dasselbe
- 2) (T / F) Ökosysteme sind selbstorganisierte Systeme
- 3) (T / F) Das Umweltmanagement berücksichtigt nur die ökologischen Aspekte
- 4) (T / F) Sozial-ökologische Systeme sind nur theoretische Konstruktionen
- 5) (T / F) Ökosysteme sind in jeder Hinsicht "offene Systeme".
- 6) (T / F) Resilienz schließt Robustheit und Anpassungsfähigkeit ein
- 7) (T / F) Das Verhalten sozial-ökologischer Systeme ist nur teilweise vorhersehbar
- 8) (T / F) Die Komplexität eines dynamischen Systems hängt von der komplizierten Struktur des Systems ab
- 9) (T / F) Die Entstehung neuer Merkmale ist ein grundlegendes Merkmal sozial-ökologischer Systeme
- 10) (T / F) Dynamische Systeme zeigen im Allgemeinen eine lineare Entwicklung

Multiple-Choice-Fragen 11-30

- 11) Was ist organisiertes Lernen?
 - a) Organisiertes Lernen ist auf eine Bildungsphase zu Beginn des Lebens beschränkt
 - b) Organisiertes Lernen wird durch seine Geschichte bestimmt
 - c) Organisiertes Lernen wird von jungen Menschen bestimmt
 - d) Organisiertes Lernen wird durch technokratische und emanzipatorische Ansätze bestimmt
- 12) Was ist Ökologie I?
 - a) Ökologie ist der ökonomische Ansatz
 - b) Es ist der soziale Ansatz

- c) Es ist ein Ansatz, der wissenschaftliche, philosophische, ethische und politische Fragen umfasst
- d) Es ist der musikalische Ansatz

13) Was ist Ökologie II?

- a) Pflanzen als Organismen betrachtet
- b) Ökologie als biologische Wissenschaft stellt die Natur systematisch dar
- c) Mikroorganismen werden zusammengefasst
- d) Tiere werden beobachtet

14) Was ist biologische Landwirtschaft?

- a) Damit verbunden ist die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung, die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Schutz der natürlichen Ressourcen
- b) Der Boden ist so eng mit der Landwirtschaft verbunden
- c) Wasser und Luft sind eng mit der Landwirtschaft verbunden
- d) Die Wirtschaft ist eng mit der Landwirtschaft verbunden

15) Werden Ökosysteme vom Menschen beeinflusst?

- a) Der Einfluss des Menschen ist negativ
- b) Der Einfluss des Menschen ist positiv
- c) Menschlicher Einfluss ist wichtig für die Nahrungsmittelversorgung
- d) Es gibt viele Mensch-Natur-Interaktionen, die für die Erhaltung der biologischen Vielfalt vorteilhaft sind

16) Was sind sozio-ökologische Produktionslandschaften?

- a) Sie garantieren Sozialstudien
- b) Sie garantieren eine ökologische Koaleszenz
- c) Sie garantieren die Koexistenz der lokalen Gemeinschaften
- d) Sie sollten die biologische Vielfalt gewährleisten und lokale Gemeinschaften auf der ganzen Welt mit Ökosystemdienstleistungen versorgen.

17) Was können wir "Resilienz" nennen?

- a) Auf diese Weise sind Systeme entscheidend für die kurzfristige Sicherung von Dienstleistungen
- b) Systeme sind in der Lage, langfristige Ökosystemleistungen und nachhaltige Produktionssysteme zu gewährleisten
- c) Sie sind widerstandsfähig gegen die Auswirkungen von Schocks
- d) Sie sind für die Sicherung von Dienstleistungen vor Waldbränden und Dürren unerlässlich

18) Was sind sozio-ökologische Produktionslandschaften?

- a) Sie umfassen die Landnutzung, aus der Gemeinschaften ihre Güter und Dienstleistungen beziehen
- b) Sie üben einen indirekten Einfluss auf die Ressourcenbasis aus
- c) Sie bezeichnen Waren und Dienstleistungen
- d) Sie haben durch Wasser, Boden und Pflanzen definierte Grenzen

19) Was sind Indikatoren?

- a) Sind sie ein Rahmen für die Diskussion?
- b) Sie bilden einen Konsens
- c) Die Dürreschocks müssen verringert werden
- d) Sie sollten die Widerstandsfähigkeit der gesamten Landschaft aufbauen

20) Wofür sind die Indikatoren wichtig?

- a) Sie sind wichtig für Meereslandschaften
- b) Sie sollten dazu beitragen, sozio-ökologische Produktionslandschaften zu verstehen
- c) Sie spielen eine wichtige Rolle als Vermittler
- d) Sie verbessern prioritäre Themen

21) Warum brauchen wir sozio-ökonomische Produktionslandschaften (SEPLS)?

- a) Dazu sind Landnutzungen notwendig
- b) Sie setzen sich aus einer Vielfalt von natürlichen Ökosystemen und Landnutzungen zusammen
- c) Mangrovenwälder sind notwendig
- d) Natürliche Ökosysteme sind notwendig

22) Sind die Fischgründe für SEPLS notwendig?

- a) Sie vermeiden Landdegradation
- b) Sie sind notwendig
- c) Sie werden für den Ökotourismus benötigt
- d) Sie sind nicht notwendig

23) Was ist Ökosystemschutz?

- a) Damit sind Nationalparks gemeint
- b) Gemeinschaftsschutzgebiete und geschützte Meeresgebiete sind sehr wichtig
- c) Heilige Stätten sind für das Leben der Menschen in der Wildnis sehr wichtig
- d) Sie sind wegen ihrer ökologischen und/oder kulturellen Bedeutung geschützt

24) Welches sind die Lebensgrundlagen, die in Betracht gezogen werden können?

- a) Dazu gehören negative Veränderungen der Umweltbedingungen
- b) Einkommen schaffende Aktivitäten fallen unter diese Kategorie
- c) Körpersport ist eingeschlossen
- d) Ökotourismus wird anerkannt

25) Was ist die Wiederherstellung der Landschaft?

- a) Die Landschaft wird vor Dürreperioden geschützt
- b) Die Landschaft wird vor Wasserüberschwemmungen geschützt
- c) Die Wasserfronten sind vor Erdbeben und Tsunamis geschützt.
- d) Die Landschaft wird in ihrer Fähigkeit geschützt, sich von Umweltschocks zu erholen.

26) Ist das traditionelle Wissen lokalisiert?

- a) Es gibt kein Wissen, das geschützt ist.
- b) Alles Wissen ist geschützt
- c) Der Raum wird mit Hilfe von traditionellem Wissen geschützt
- d) Lokales und kulturelles Wissen wird von Älteren und Eltern geschützt

27) Sind die Fischgründe für SEPLS notwendig?

- a) Sie sind nicht notwendig
- b) Sie sind notwendig
- c) Sie vermeiden Landdegradierung
- d) Sie werden für den Ökotourismus benötigt

28) Wird das Wissen von Frauen als SEPLS anerkannt?

- a) Wird das Wissen von Frauen anerkannt und respektiert?
- b) Die Pflege der Kranken ist für Frauen geschützt
- c) Das Wissen der Frauen ist seit 2000 geschützt
- d) Das Wissen der Frauen im 15. Jahrhundert ist geschützt

29) Was sind die Lebensgrundlagen, die berücksichtigt werden können?

- a) Ökotourismus ist anerkannt
- b) Einkommensschaffende Aktivitäten fallen unter diese Kategorie
- c) Der Körpersport ist darin eingeschlossen
- d) Sie umfasst die nachteilige Veränderung der Umweltbedingungen

30) Sollte die sozioökonomische Infrastruktur berücksichtigt werden?

- a) Märkte gehören zur sozio-ökonomischen Struktur
- b) Trinkwasser kann nicht berücksichtigt werden
- c) Es sollte ab 2030 in Betracht gezogen werden.
- d) Dies ist seit 1980 berücksichtigt worden

Korrekte Antworten: Siehe Anhang "Antworten"!

KAPITEL 7

FALLBEISPIELE

7.1. Türkei

Die Begriffe "Umweltkompetenz", "ökologische Kompetenz" und "Umweltkompetenz" haben eine enorme Bedeutung in unserem Leben, und sie müssen der Gesellschaft im Detail vermittelt werden, um die Ressourcen unserer Umwelt zu schonen. Es werden zahlreiche Rahmenwerke für Umweltbildung, Ökologie und die breiteren Geisteswissenschaften vorgestellt, die das Bewusstsein für Umweltkompetenz und Nachhaltigkeit beim Schutz der Natur und der Welt ergänzen sollen. Deshalb brauchen wir für eine gesunde Gesellschaft saubere Luft, natürliche Ressourcen und eine ungetriggerte und unverfälschte Umwelt.

Um ein ökologisiertes menschliches Wesen zu sein, müssen wir einige Regeln im Zusammenhang mit ökologischer Bildung befolgen, und hier werden einige Beispiele vorgestellt:

- Ein ökologisch gebildeter Architekt und Ingenieur; achtet darauf, dass die von ihm errichteten Gebäude aus nachhaltigen Materialien gebaut werden und Energieeinsparungen erzielt werden.
- Ein ökologisch versierter städtischer Regionalplaner wählt Brücken- und Straßenrouten, ohne die Gebiete mit natürlichen Lebensräumen zu beeinträchtigen, in denen die Stadt atmet, und öffnet keine erstklassigen landwirtschaftlichen Flächen für Industrie und Siedlungen.
- Ein ökologisch gebildeter Fischer jagt so, dass er die Fische für ihre Generationen weiterleben lässt,
- Ein umweltbewusster Bürgermeister genehmigt nicht, dass die Bauten an Bachbetten stattfinden,
- Ein ökologisch gebildeter Mensch definiert den Bedarf und konsumiert nur so viel, wie er braucht,
- Eine ökologisch gebildete Mutter ernährt ihr Kind mit naturfreundlichen Produkten,
- Ein ökologisch gebildeter Elternteil; achtet auf die Harmonisierung von Prozessen wie Ernährung, Lebensraum, Schule, soziales Umfeld des Kindes mit der Natur.
- Ein ökologisch gebildeter Jugendlicher; während er versucht, sein persönliches und geschäftliches Leben zu führen, versucht er, sich um das gesamte Leben der Lebewesen zu kümmern.
- Ein ökologisch gebildeter Lehrer; im Bewusstsein, dass er ein Teil der Natur ist, unterstützt er den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler mit ihren Erfahrungen mit der Natur.

- Ein umweltbewusster Gemüsehändler; er achtet darauf, dass die von ihm verkauften Produkte so hergestellt werden, dass die menschliche Gesundheit mit einem naturfreundlichen Ansatz und fern von Chemikalien geschützt wird.

In der Türkei gibt es viele Universitäten, Schulen, Ausbildungszentren, Verbände, Stipendien und Gesellschaften, die die gleichen Ziele verfolgen, nämlich den Menschen eine ökologische Bildung zu vermitteln. Es werden auch verschiedene Konferenzen, Seminare, Workshops und Treffen organisiert, um Ökologie- und Umweltkenntnisse zu vermitteln.

Beispiele für bewährte Praktiken in der Türkei sind unten aufgeführt:

1. **Name des Projekts:** Projekt für eine saubere Umwelt mit Einrichtungen zur natürlichen Behandlung

Förderer: Sonderverwaltung der Provinz Bursa

Thema: Die Abwässer der Dörfer in und um die Provinz Bursa verursachten Umweltverschmutzung und stellten eine Bedrohung für die Wasserressourcen dar. Durch dieses Projekt schuf die Direktion der Provinz Bursa die Möglichkeit, den schlechten Geruch und die Umweltverschmutzung durch häusliche Abwässer aus den Dörfern zu beseitigen.

Zielsetzungen: Im Rahmen dieses Projekts sollen die Lebensbedingungen in ländlichen Gebieten verbessert und landesweit der Sinn für eine saubere und lebenswerte Umwelt durch eine umweltfreundliche Technologie zur natürlichen Abwasserbehandlung verbreitet werden.

Ergebnisse: Das Projekt trug zur Vorbeugung von epidemischen Krankheiten und Umweltverschmutzung bei, die durch die Abwässer aus den Dörfern verursacht werden. Es sorgte auch für die Lösung der Abwasserprobleme durch natürliche Behandlung oder konstruierte Feuchtgebiete, die auch wirtschaftliche Aspekte haben, und es ist ein System einer alternativen Lösung für die Behandlung von Abwasser.

2. **Name des Projekts:** Aufbau eines nachhaltigen Verpackungsabfallmanagementsystems in Zusammenarbeit mit der Industrie, lokalen Behörden und Kunden in der Türkei

Förderer: Stiftung für Umweltschutz und Rückgewinnung und Recycling von Verpackungsabfällen (ÇEVKO)

Thema: Die Zunahme der Verpackungsmenge steht in direktem Zusammenhang mit der Zunahme des Verbrauchs und der Produktvielfalt. Verpackungsabfälle kommen für eine Verwertung in Betracht, sofern sie ordnungsgemäß getrennt und gesammelt werden. Ökologische, wirtschaftliche und soziale Kosten entstehen, wenn Verpackungsabfälle zusammen mit organischen Abfällen entsorgt werden. Die Rückgewinnung von Verpackungsabfällen ermöglicht die Erhöhung des Anteils an Sekundärmaterialien und trägt gleichzeitig zur Schonung natürlicher Ressourcen wie Energie, Öl und Edelmetalle bei. Die Bewirtschaftung von Verpackungsabfällen innerhalb eines getrennten Systems führt auch zur Schaffung neuer Sektoren und Beschäftigungsmöglichkeiten.

Zielsetzungen: Zusammenarbeit mit lokalen Behörden zur landesweiten Anwendung von Sammel-, Trennungs- und Verwertungsaktivitäten; Gewährleistung der Informationsakkumulation in der Abfallwirtschaft durch nationale und internationale Anwendungen; Informations- und Schulungsaktivitäten in Bezug auf Umweltbewusstsein; Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, Bereitstellung von Beratung und technischer Unterstützung für relevante Interessengruppen.

Ergebnisse: Im Projektzeitraum wurden ca. 2.500.000 Tonnen Verpackungsabfälle gesammelt und in diesem Rahmen über 12 Millionen Barrel Öl eingespart. Dies entspricht etwa 5% von 236 Millionen Barrel, eine Menge, die dem jährlichen Bruttoölverbrauch in der Türkei entspricht. Ungefähr 16 Millionen Bäume wurden durch das Altpapier und ähnliche Verpackungsprodukte gerettet.

3. **Name des Projekts:** Nachhaltiges Management von lokalem Elektronikschrott in Istanbul

Förderer: Stadtverwaltung der Großstadt Istanbul (IMM)

Zielsetzungen: Erstellung einer Machbarkeitsstudie über die Sammlung und Bewertung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE). Sammlung von mindestens 6.000 Einheiten von Computerabfällen. Erreichen von 60% im Verhältnis der reparierten Menge zu allen gesammelten.

Thema: Öffentliche Stiftungen, Privatunternehmen und Bürger, die ihre Computerabfälle an die Werkstatt des IMM spenden wollen, nehmen in ganz Istanbul telefonisch oder per E-Mail Kontakt mit dem IMM auf und geben die Informationen zu den Geräten an. Auf diese Bitte hin begeben sich die Techniker zu den Sammelstellen und erhalten die Ausrüstungen im Austausch gegen einen offiziellen Bericht. Die Ausrüstungen werden getestet, ob sie funktionieren oder nicht. Dann werden sie als wiederverwendbare Materialien, wiederverwertbare Materialien und gefährliche Abfälle eingestuft. Die Geräte, die repariert werden sollen, werden für die Wiederverwendung gelagert, nachdem ihre Daten gelöscht und sie repariert wurden. Die auf Lager gehaltenen Geräte werden dann an die bedürftigen Bildungs-, öffentlichen und sozialen Einrichtungen gespendet. Die Geräte, die nicht repariert werden können, werden in Teile wie Kunststoffe, Metalle usw. getrennt und an Recycling-Stellen geschickt. Die Materialien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen, werden zur Entsorgung an lizenzierte Firmen geschickt.

Während der Projektlaufzeit hat man gelernt, dass das Recycling von Elektro- und Elektronikaltgeräten wichtig ist. Wir haben gesehen, dass die Bürger und Interessenvertreter (Hersteller, Unternehmen usw.) wirklich bereit sind, sich an diesem Prozess zu beteiligen. Man kann es einfach schaffen, ihre Aufmerksamkeit mit guter Werbung zu erregen.

4. **Name des Projekts:** Projekt zur nachhaltigen Waldnutzung und -erhaltung im Kaçkar-Gebirge

Förderer: Die Türkische Stiftung zur Bekämpfung der Bodenerosion, zur Wiederaufforstung und zum Schutz natürlicher Lebensräume (TEMA)

Zielsetzungen: Wissenschaftlicher Ansatz für die Erhaltung und Planung und Entwicklung wissenschaftlicher Methoden für die Erhaltung des Kaçkar-Gebirges

und die Schaffung eines Erhaltungsmodells, um seine Werte in die Zukunft zu übertragen; Ländliche Entwicklung Unterstützung der lokalen Bevölkerung, um die Ressourcen der Wälder in zusätzliche Einkommensquellen zu verwandeln und ihre Lebensqualität zu verbessern; Überwachung, Erhaltung und Entwicklung der Wildtiere, wobei der lokalen Bevölkerung Methoden zur Verfügung gestellt werden, um ihre Produkte zu erhalten, ohne die Wildtiere zu schädigen; Nachhaltiger Tourismus Entwicklung des Tourismus, der wichtigsten und vielversprechendsten Einkommensquelle für die lokale Bevölkerung, durch umweltfreundliche Methoden. Potenzielle zusätzliche Einkommensquellen, nämlich Nischholz-Waldprodukte und andere Naturprodukte, wurden erforscht und demonstriert. Probleme in der Produktvermarktungskette wurden durch Pilotprojekte angegangen, um die landwirtschaftliche Einkommensgenerierung zu verbessern. Um die landwirtschaftliche Produktivität zu steigern, wurde ein kritisches Training durchgeführt.

Ergebnisse: Etwa 320 Haushalte verdienen ein alternatives Einkommen durch nachhaltige standortspezifische Praktiken, mehr als 1.000 Menschen wurden in nachhaltigen und produktiven Praktiken der Landwirtschaft, Tierhaltung, Tourismus, Isolierung, Techniken zur Vermeidung von Schäden durch Wildtiere geschult, und 50% der Menschen im Projektgebiet wurden sich am Ende des Projekts des einzigartigen natürlichen Wertes der Region bewusst. Es wurde eine Pilotanlage zur Trocknung von Gemüse und Früchten gebaut, den Landwirten eine landwirtschaftliche Ausbildung angeboten und das Potential einkommensschaffender Aktivitäten wie Futterpflanzenanbau, Bienenzucht und Obstgartenbewirtschaftung demonstriert. Das wichtigste Ergebnis des Projekts "Managementplan für das Kaçkar-Gebirge" ist die Erwartung, dass es durch lokale Eigenverantwortung und effektive Umsetzung zu einem Modell für die Türkei wird.

7.2. Bulgaria

Die Anwendung des SES zur Erreichung einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung wird anhand einer Fallstudie "**Landwirtschaftliche Nachhaltigkeit - wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte auf sektoraler Makroebene**" veranschaulicht. Die präsentierten Daten basieren auf offiziellen statistischen und anderen Informationen sowie auf Experteneinschätzungen. Auf ihrer Grundlage wurde der Nachhaltigkeitsindex für wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte berechnet und die kritischen Bereiche identifiziert, die zu einer Verbesserung des Niveaus der agrarischen Nachhaltigkeit in Bulgarien führen.

Die Bewertung der Nachhaltigkeit der bulgarischen Landwirtschaft basiert auf einer Methodik, die ursprünglich für die Analyse des Governance-Systems und des Nachhaltigkeitsniveaus in der bulgarischen Landwirtschaft entwickelt wurde. Das System zur Bewertung der agrarischen Nachhaltigkeit umfasst ausgewählte Prinzipien, Kriterien, Indikatoren und Referenzwerte für jedes von ihnen:

- Die Prinzipien sind die höchste Ebene, die den Stand der Nachhaltigkeit in wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Hinsicht zum Ausdruck bringt;

- Die Kriterien beziehen sich auf Indikatoren, die den Zustand des Agrarsektors zum Ausdruck bringen, der bewertet wird, wenn das entsprechende Prinzip verwirklicht ist;
- Die Indikatoren sind quantitative und qualitative Variablen, z.B. Verhalten, Geschäft, Investition, Ergebnis, Auswirkungen, die bewertet werden können, und Messung der Übereinstimmung mit den Kriterien, die eine Vorstellung von Nachhaltigkeit in all ihren Aspekten vermitteln.
- Referenzwerte sind die gewünschten Werte der einzelnen Indikatoren, die die Bewertung unterstützen und die Richtung zur Verbesserung/Erreichung der Nachhaltigkeit vorgeben.
- Wohlbefinden der Beschäftigten in der Landwirtschaft;
- Erhaltung der Landwirtschaft;
- Gleichstellung der Geschlechter;
- Sozialkapital;
- Anpassungsfähigkeit an das soziale Umfeld.

Auf der untersten Ebene befindet sich der Nachhaltigkeitsindex für das Sozialkapitalprinzip, das Prinzip der Gleichberechtigung der Geschlechter und das Wohlergehen der Beschäftigten in der Landwirtschaft. Die bulgarische Landwirtschaft ist durch eine geringe Produktivität bei Arbeit, Land und Vieh gekennzeichnet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Arbeitsproduktivität in Bulgarien niedriger ist als im EU-Durchschnitt, was auf den geringen oder alten Technologieeinsatz, die geringe Qualität der Arbeit, mangelnde Qualifikation, geringere Motivation aufgrund unzureichender Bezahlung, alternde Arbeitskräfte und andere sozioökonomische Faktoren zurückzuführen ist.

Das Wohlergehen der in der Landwirtschaft Beschäftigten wurde mit "Unzureichende Nachhaltigkeit" bewertet, während für das Prinzip "Erhaltung der Landwirtschaft" ein höherer Nachhaltigkeitswert erzielt wurde, obwohl der Anteil der ausgebildeten Landwirte sehr gering ist. Mehr Beschäftigte in der Landwirtschaft sollten Schulungen und Möglichkeiten zur Entwicklung ihrer Fähigkeiten und Kenntnisse erhalten, um die Nachhaltigkeit des Agrarsektors zu erhöhen.

Die Ungleichheit der Geschlechter ist ein weiteres großes Problem, mit dem die bulgarische Landwirtschaft konfrontiert ist und das der Grund für die niedrige Punktzahl für das Gleichheitsprinzip ist. Auf der Grundlage von Daten über den Anteil weiblicher Betriebsleiter deutet der Indikatorwert darauf hin, dass eine Ungleichheit besteht.

Am höchsten ist der Wert des Index der Anpassungsfähigkeit an das soziale Umfeld. In Anbetracht der sich verändernden Sozialstruktur, des Rückgangs der Zahl der Beschäftigten in der Landwirtschaft sowie der demographischen Krise in den ländlichen Gebieten zeigt sich ein positiver Trend beim Verhältnis von Bruttoanlageinvestitionen zur Verfügbarkeit von Arbeitskräften. Das bedeutet, dass der Arbeitskräftemangel mit mehr Kapitalbildung erfolgreich behoben werden könnte.

Die ökologische Nachhaltigkeit der bulgarischen Landwirtschaft wird im Allgemeinen als gut bewertet. Dies ist das Bewertungsthema mit den unterschiedlichsten Indikatoren, die acht Prinzipien der ökologischen Nachhaltigkeit

abdecken. Der höchste Grad an Nachhaltigkeit wurde für den effektiven Energieverbrauch und die Anpassungsfähigkeit an die Umwelt gemessen. Bedenken ergeben sich aus der Höhe der Indizes für einige der Prinzipien, die für die Gewährleistung der ökologischen Nachhaltigkeit entscheidend sind. Solche Prinzipien sind die Luftqualität, die biologische Vielfalt, der Tierschutz und die ökologische Produktion.

Unter Anwendung dieses systematischen Ansatzes wird die sozial-ökologische Nachhaltigkeit der bulgarischen Landwirtschaft als gut bewertet. Die Daten zeigen jedoch, dass noch viel Arbeit erforderlich ist, um sicherzustellen, dass die Landwirtschaft die Umwelt und die biologische Vielfalt nicht beeinträchtigt. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die bulgarische Landwirtschaft in mehreren Aspekten eine starke Nachhaltigkeit aufweist, zum Beispiel beim effektiven Energieverbrauch. Wichtig ist, dass im Falle eines intensiveren Wirtschaftswachstums sichergestellt wird, dass sich diese hohen Wertungsfaktoren nicht verschlechtern.

7.3. Deutschland

Es gibt zahlreiche Fallstudien des Umweltbundesamtes (UBA) zu allen Bereichen des Umweltschutzes: von Verkehr und Landwirtschaft bis hin zu Gewässerschutz und Biodiversität.

Fall 1:

A hat in der Lotterie gewonnen. Er will das Geld investieren. Er ist sehr einflussreich bei Autowaschanlagen. Die Frage ist, was er als erstes umweltrechtlich klären muss, wenn er eine Autowaschanlage starten will.

Immissionsschutzrechtliche Genehmigung, §§ 4, 6 BImSchG.

The Federal Immission Control Act (BImSchG) is the most important specialist law in the field of environmental protection as a whole.

Law for the protection against harmful environmental effects caused by air pollution, noise, vibrations and similar processes (Federal Immission Control Act - BImSchG)

§ 4 Genehmigung

(1) Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen, die nach ihrer Art oder ihrem Betrieb besonders geeignet sind, schädliche Auswirkungen auf die Umwelt zu verursachen oder die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft auf andere Weise zu gefährden, ernsthaft zu benachteiligen oder ernsthaft zu stören, sowie von ortsfesten Abfallbeseitigungsanlagen zur Lagerung oder Behandlung von Abfällen bedürfen einer Genehmigung. Mit Ausnahme von Abfallbeseitigungsanlagen bedürfen Anlagen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen und nicht im Rahmen einer wirtschaftlichen Tätigkeit genutzt werden, nur dann einer Genehmigung, wenn sie besonders geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Lärm zu verursachen. Die Bundesregierung bestimmt nach Anhörung der Beteiligten (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, welche Anlagen

genehmigungsbedürftig sind (genehmigungsbedürftige Anlagen); die Rechtsverordnung kann auch vorsehen, daß eine Genehmigung nicht erforderlich ist, wenn eine Anlage als Ganzes oder in ihren wesentlichen, in der Rechtsverordnung festgelegten Teilen nach ihrer Bauart genehmigt ist und entsprechend der Bauartzulassung errichtet und betrieben wird.

§ 6 Lizenzierungsanforderungen

Die Genehmigung wird erteilt, wenn

1. Es ist sichergestellt, dass die Verpflichtungen, die sich aus § 5 und einer auf der Grundlage von § 7 erlassenen Rechtsverordnung ergeben, erfüllt werden, und

2. Andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und Arbeitsschutzbelange stehen dem Bau und Betrieb der Anlage nicht entgegen.

Bei Anlagen, die verschiedenen Betriebsarten dienen oder in denen verschiedene Stoffe eingesetzt werden (Mehrzweck- oder Mehrstoffanlagen), ist die Bewilligung auf Antrag auf die verschiedenen Betriebsarten und Stoffe auszudehnen, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 für alle Betriebsarten und erfassten Stoffe erfüllt sind.

Eine beantragte Änderungsgenehmigung darf auch dann nicht versagt werden, wenn nach ihrer Durchführung nicht alle Immissionswerte einer Verwaltungsvorschrift nach § 48 oder einer Rechtsverordnung nach § 48a eingehalten werden, sondern wenn

- (1.) der Immissionsbeitrag der Anlage durch das Vorhaben erheblich und in größerem Umfang vermindert wird, als dies durch nachträgliche Anordnungen nach Artikel 17 Abs. 1 unter Berücksichtigung des Artikels 17 Abs. 3 a Satz 3 durchsetzbar ist,
- (2.) weitere Maßnahmen zur Luftreinhaltung, insbesondere über den Stand der Technik hinausgehende Maßnahmen bei neu errichteten Anlagen, durchgeführt werden,
- (3.) der Antragsteller auch einen Immissionsschutzplan zur Verminderung seines Verursacheranteils vorlegt, um nachträglich die Erfüllung der Anforderungen nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 zu erreichen, und
- (4.) die besonderen Umstände erfordern keinen Widerruf der Genehmigung.

§ 21 Biotopverbund, Vernetzung von Biotopen

- (1.) Der Biotopverbund dient der dauerhaften Sicherung der wildlebenden Tier- und Pflanzenpopulationen einschließlich ihrer Lebensräume, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Erhaltung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen. Es soll auch dazu beitragen, die Kohärenz des Natura-2000-Netzes zu verbessern.
- (2.) Der Biotopverbund sollte länderübergreifend sein. Die "Länder" stimmen sich hierzu untereinander ab.

Fall 2:

Was, wenn man seinen Betrieb in einer sehr schönen landwirtschaftlichen Gegend ansiedeln will? Gibt es irgendwelche landwirtschaftlichen Einschränkungen?

Naturschutzrecht: Allgemeine Eingriffsregeln, §§ 18 - 21 BNatSchG, § 4 ff LG NRW 2. Ausweisung von Schutzgebieten, §§ 22 ff BNatSchG

§ 16 Bevorratung von Kompensationsmaßnahmen

Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, die im Hinblick auf zu erwartende Eingriffe durchgeführt worden sind, werden als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen anerkannt, sofern

1. Die Voraussetzungen des § 15 Absatz 2 sind erfüllt,
2. Sie wurden ohne jede rechtliche Verpflichtung durchgeführt,
3. Für diesen Zweck wurden keine öffentlichen Mittel verwendet.

§ 18 Verhältnis zum Baurecht

Sind aufgrund der Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung von Bauleitplänen oder Satzungen nach § 4 Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 des Baugesetzbuches Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten, so sind Entscheidungen über Vermeidung, Ausgleich und Ersatz nach den Vorschriften des Baugesetzbuches zu treffen.

§ 19 Schädigung bestimmter Arten und natürlicher Lebensräume

Als Schädigung von Arten und natürlichen Lebensräumen im Sinne des Umweltschadengesetzes gilt jede Schädigung, die erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Erreichung oder Erhaltung des günstigen Erhaltungszustandes dieser Lebensräume oder Arten hat.

§ Artikel 21 Biotopverbund, Biotopverbund

- (1) Zweck eines Biotopverbundes ist die dauerhafte Sicherung von Populationen wildlebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensräume, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie die Erhaltung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen. 2 Es soll auch dazu beitragen, die Kohärenz des Natura-2000-Netzes zu verbessern.
- (2) Der Biotopverbund soll grenzüberschreitend sein. 2 Die Länder stimmen sich hierzu untereinander ab.
- (3) Der Biotopverbund besteht aus Kernbereichen, Verbindungsbereichen und Verbindungselementen.

Fall 3:

A errichtet seine Farbenfabrik in einer schönen Gegend, in der in unmittelbarer Nähe ein Fluss vorbeifließt. Von Zeit zu Zeit kippt er heimlich die in seinem Betrieb produzierten giftigen Chemikalien in den Fluss. Darf er das tun und kann er dafür bestraft werden?

- (1) Wasserrecht (WHG, LWG): wasserrechtliche Erlaubnisse und Genehmigungen für die Nutzung von Gewässern im Sinne des Wasserrechtsgesetzes WHG, §§ 7, 8 WHG, §§ 25 - 28 LWG NRW
- (2) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)

§ 8 Erlaubnis, Lizenz

- (1) Die Nutzung eines Wasserkörpers bedarf einer Erlaubnis oder Genehmigung, sofern in diesem Gesetz oder in auf der Grundlage dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen nichts anderes vorgesehen ist.
- (2) Für die Nutzung von Wasserkörpern zur Abwendung einer gegenwärtigen Gefahr für die öffentliche Sicherheit ist keine Erlaubnis oder Genehmigung erforderlich, sofern die Gefahr eines Schadens schwerer wiegt als die sich aus der Nutzung ergebenden nachteiligen Veränderungen der Eigenschaften des Wasserkörpers. Die zuständige Behörde ist von einer solchen Nutzung unverzüglich zu unterrichten.

Strafrechtliche Haftung für Umweltdelikte (nicht nur Wasserverschmutzung): §§ 324 ff StGB; ferner Ordnungswidrigkeiten, hier § 41 WHG.

Strafgesetzbuch (StGB) § 324 Wasserverschmutzung

Wer ohne Genehmigung ein Gewässer verunreinigt oder in anderer Weise dessen Eigenschaften beeinträchtigt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft. (2) Der Versuch ist strafbar

7.4. Spanien

Wir haben einige Erfahrungen ausgewählt, die in Spanien unter dem Dach der öffentlichen Verwaltungen und des privaten Managements durchgeführt wurden.

Fallstudie 1:

Die Autonome Organisation für Nationalparks, die dem Ministerium für den ökologischen Übergang untersteht, organisiert jährlich das **Freiwilligenprogramm für Nationalparks**. Es ist eine einzigartige Gelegenheit, diese Schutzgebiete kennen zu lernen, indem man an Programmen zur Erhaltung des Ökosystems und zur Wiederherstellung des Natur- und Kulturerbes mitarbeitet. Für die Teilnahme ist es notwendig, volljährig zu sein. Alle Kosten für die Teilnahme werden von der Organisation übernommen, mit Ausnahme der Reisekosten in das Schutzgebiet, die vom Freiwilligen getragen werden müssen. Das Freiwilligenprogramm nimmt die doppelte Herausforderung an:

- das Bewusstsein, die Bewusstseinsbildung und die Veränderung der Einstellung gegenüber der Umwelt als Instrument der Umwelterziehung zu fördern
- einen Raum anbieten, der die wachsende Nachfrage nach gesellschaftlicher Teilhabe an Wissen und Interventionen zur Qualität und Erhaltung der Umwelt befriedigt

Die Umwelt Freiwilligen bietet:

- Engagement, Einsatz und Beitrag zur Verbesserung des Naturerbes
- Interesse, Motivation und Freizeit

Die Autonome Organisation der Nationalparks bietet:

- Unterkunft, Verpflegung und Transport innerhalb der Parks
- Unfall-, Kranken- und Haftpflichtversicherung
- Materialien für Aktivitäten und Identifizierung von Freiwilligen

Abbildung 1. Freiwillige in einem Waldnationalpark



Quelle: Ministerium für den ökologischen Übergang und die demografische Herausforderung (Regierung von Spanien)

Fallstudie 2:

"Green Homes" Es handelt sich um ein Bildungsprogramm, das sich an Familien richtet, die über die ökologischen und sozialen Auswirkungen ihrer Entscheidungen und täglichen Gewohnheiten besorgt sind. Mit dieser Initiative wollen wir sie im Prozess des Wandels hin zu einem verantwortungsvolleren Umgang mit ihrem Zuhause begleiten:

- Förderung der Selbstkontrolle des häuslichen Wasser- und Energieverbrauchs
- Einführung kostensparender Maßnahmen und Verhaltensweisen
- Beitrag zu einem ethischeren und umweltfreundlicheren Einkauf

Das Programm bietet Teilnehmern:

- Vierteljährliche Treffen, bei denen Informationen über grundlegende und sehr praktische Fragen im Zusammenhang mit den jeweils behandelten Themen ausgetauscht werden
- Persönliche Betreuung, persönlich oder per Telefon und E-Mail, um alle Zweifel auszuräumen, die auftreten können
- Materialien mit praktischen Empfehlungen und Informationen und einem einfachen Muster- und Spar-Set

Die Teilnehmer verpflichten sich in ihren Häusern dazu:

- einen ersten und abschließenden Fragebogen zu Wasser, Energie und Mobilität auszufüllen
- Stellen Sie Daten über Ihren Inlandsverbrauch zur Verfügung

Fallstudie 3:

Die **International Foundation for the Restoration of Ecosystems (FIRE)** ist eine private gemeinnützige Organisation, die 2006 mit dem Ziel gegründet wurde, Ökosysteme wiederherzustellen und zu erhalten und akademisches Wissen in operative Projekte mit höchstmöglicher sozialer Rendite zu transferieren. Sie setzt sich aus einem Netzwerk von mehr als 30 Professoren, Forschern, Studenten und Fachleuten aus verschiedenen akademischen Institutionen, Nichtregierungsorganisationen und Unternehmen aus mehreren europäischen und lateinamerikanischen Ländern zusammen.

Seine Ziele sind:

- Angewandte Forschung zur Wiederherstellung des Ökosystems entwickeln
 - Förderung, Koordinierung und Durchführung von Restaurierungsprojekten
 - Verbreitung von Wissen für die Entscheidungsfindung im Bereich der öffentlichen Politik für nachhaltige Entwicklung
 - Förderung der Beziehungen zwischen der wissenschaftlichen Gemeinschaft und verschiedenen sozialen Akteuren mit dem Ziel, Projekte und Aktionen zur Wiederherstellung von Ökosystemen zu entwickeln
 - Bildungs- und Ausbildungsprogramme für Studenten, Fachleute und Techniker entwerfen, implementieren und evaluieren
 - Förderung und Unterstützung der Gründung, Konsolidierung und Entwicklung von Unternehmen und sozialen Initiativen, die auf die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen abzielen
- In addition to collaborating in important international projects, the main projects carried out are:

Life Fields: Vereinbarkeit von ökologischen Wiederherstellungsmaßnahmen mit der landwirtschaftlichen Nutzung des Territoriums. Dazu gehören die Begrünung von Grenzen und Wegen, die Einführung von bewaldeten Inselchen, die Wiederherstellung von Wasserstellen (Teiche, Brunnen, Tröge), die Aufstellung von Nistkästen für Vögel und der Bau von Unterschlüpfen für Wildtiere.

Kustodie des Territoriums: Strategien und Instrumente zur Erleichterung von Naturschutzinitiativen und der guten Nutzung der natürlichen, kulturellen und landschaftlichen Werte und Ressourcen eines Territoriums durch die direkte Beteiligung der Zivilgesellschaft.

Bekämpfung von Vogelschädlingen: Bewertung der Maßnahmen zur ökologischen Wiederherstellung bestimmter Arten insektenfressender Vögel und kleiner und mittelgroßer Raubvögel, die für die biologische Bekämpfung von land- und forstwirtschaftlichen Schädlingen nützlich sind

RestauRural: Projekt zur ökologischen Wiederherstellung und Verbesserung der Umweltqualität der ländlichen Umwelt, das unter freiwilliger Beteiligung von

Schulkindern zur Erkennung, Sammlung und Klassifizierung von Abfällen in ihren Gemeinden durchgeführt wird

Diplom "Wiederherstellung von Ökosystemen und Umweltdienstleistungen":
Online-Training zur ökologischen Wiederherstellung

Veröffentlichung der Erzählung "Die Abenteuer der Lady Acorn": geschrieben von Victoria Gonzalez, soll Kindern Wissen über die natürliche Regeneration des mediterranen Waldes vermitteln

Abbildung 2. Projekt "Analoge Wälder für die ökologische Wiederherstellung des Mittelmeerraums".



Source: FIRE 2018

7.5. Italien

7.5.1. Das INFEA-Programm

Das Programm INFEA (INFormazione Educazione Ambientale - Umwelterziehungsinformation) wurde im Jahr 2000 auf Initiative des Umweltministeriums ins Leben gerufen: Es zielt darauf ab, Strukturen für Information, Ausbildung und Umwelterziehung im ganzen Land zu verbreiten.

Das INFEA-System ist als eine Integration von Systemen auf regionaler Ebene konfiguriert, bei der die regionale Verwaltung eine Rolle des Zuhörens, Vorschlagens und Koordinierens spielt und einen kontinuierlichen Dialog mit den Akteuren fördert, die in der Welt der Umweltbildung und Umwelterziehung tätig sind.

Das INFEA-Programm, der Ausdruck des oben erwähnten Systems, verbreitet Strukturen und Instrumente im ganzen Land, um die Rolle der Regionen zu unterstützen und zu stärken und Aktionen zum Aufbau eines nationalen Systems für Bildung, Ausbildung und Umweltinformation/Ökologie anzuleiten.

Der Staat, die Regionen und die autonomen Provinzen sind daher direkt angesprochen und verpflichtet, ihre gemeinsamen Aktionen auf dem Gebiet der Umwelterziehung und der nachhaltigen Entwicklung zu stärken und weiterzuentwickeln, und zwar durch die Festlegung von Vereinbarungen über konzertierte Programme, die mit regionalen, nationalen und lokalen Gemeinschaften kofinanziert werden.

7.5.2. Das INFEA-Netzwerk

Das IN.F.E.E.A.-Netzwerk für Informationstraining und Umwelterziehung ist ein Instrument des nationalen Systems IN.F.E.A., um die gemeinsame Nutzung von Zielen und Projekten, die auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz als gemeinsames Gut ausgerichtet sind, unter den Subjekten zu fördern, die sich im Netzwerk selbst befinden.

Das Netzwerk ist der Zusammenschluss aller Umweltbildungszentren - sowohl öffentlicher als auch privater - und wird vom Umweltministerium regionenübergreifend koordiniert.

Jede Region hat daher die Aufgabe, die in ihrem Gebiet angesiedelten Zentren zu koordinieren, in Zusammenarbeit mit den regionalen Umweltschutzbehörden und den regionalen Schulämtern.

Das Netzwerk besteht aus über 200 Umweltbildungszentren, 360 Naturgebieten und 1500 Fächern.

Alle Einrichtungen, die im Rahmen des INFEA-Netzwerks Umwelterziehung durchführen, müssen Vereinbarungen mit öffentlichen Einrichtungen haben.

Die Aktivitäten des Netzwerks

Das Netzwerk, in jeder Region

a. führt Interventionen im Bereich Umwelterziehung/Umweltkompetenz zur Förderung, Programmierung und Durchführung von Bildungsprojekten durch, indem sie Vergleiche anstellt, das Bewusstsein schärft, ausbildet und über die mit der Bildung für nachhaltige Entwicklung verbundenen Themen informiert;

b. sammelt Informationen und Daten, um das Regionale Informationssystem zu speisen: es spielt die doppelte Rolle der Sammlung und Verbreitung von Initiativen zur Umwelterziehung, die in jedem Gebiet durchgeführt werden, um die Projekte sichtbar zu machen und Lehrern, Erziehern, Verwaltungsangestellten, einzelnen Bürgern den Zugang zu den verfügbaren Ressourcen über das Internet oder direkt von den Zentren aus zu ermöglichen;

c. arbeitet in den folgenden Interventionsbereichen: Umwelt und Gesundheit, Ernährung und Landwirtschaft, Biodiversität, Staatsbürgerschaft und Gemeingüter, Konsum und Lebensstile, nachhaltige Energie, Wirtschaft und grüne Wirtschaft, nachhaltige Mobilität, Umweltressourcen, Landnutzung.

7.5.3. Lokale Agenda 21-Prozesse

Die Prozesse der bewussten Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger finden ihren Ausdruck in der lokalen Agenda 21, dem lokalen Handeln nachhaltiger Entwicklung durch interdisziplinäre, partizipatorische und befähigende Methoden und Instrumente.

Die Agenda 21 nimmt die nachhaltige Entwicklung als ihre grundlegende Philosophie und begleitet sie in einem Prozess, der Strategien, Ziele, Instrumente, Aktionen, Kriterien und Methoden zur Bewertung der Ergebnisse hervorbringt. Die Definition der Ziele ist eng mit der Schaffung der für die konkrete Aktion notwendigen Voraussetzungen verbunden: Zustimmung, Interesse, Synergien, personelle und finanzielle Ressourcen.

Die methodologische Grundlage der Lokalen Agenda 21 ist die Integration des Umweltfaktors in die Wirtschaft aller Sektoren, Industrie, Verkehr, Energie, Landwirtschaft, Tourismus und in die sozialen Aspekte, die Beschäftigung, die Lage der Frauen und Jugendlichen, die Ausbildung, die gesundheitliche Lebensqualität, insbesondere von Kindern und älteren Menschen und für gefährdete Gruppen.

Die öffentlichen Einrichtungen, die Lokale Agenda21-Prozesse entwickelt haben und entwickeln, handeln im Rahmen der Beteiligung und Ausbildung der lokalen thematischen Arbeitsgruppen, die lokale nachhaltige Aktionspläne erstellen, im Sinne der Ökologie.

7.5.3. Italienische Allianz für nachhaltige Entwicklung - Asvis

Asvis wurde 2016 gegründet, um die italienische Gesellschaft, Wirtschaftsakteure und Institutionen für die Bedeutung der Agenda 2030 für die nachhaltige Entwicklung zu sensibilisieren und sie für die Erreichung der Ziele der nachhaltigen Entwicklung zu mobilisieren. Das Bündnis vereinigt derzeit 270 der wichtigsten Institutionen und Netzwerke der Zivilgesellschaft und der Wirtschaft.

In ihrem Engagement für die Schaffung einer nachhaltigeren Welt spielt die Bildung eine entscheidende Rolle und hat daher zahlreiche Aktivitäten zur Unterstützung von Bildungswegen eingeleitet, damit jeder Mensch zu einem Akteur des Wandels wird und sich mit dem Wissen, den Fähigkeiten, Werten und Einstellungen ausstattet, um fundierte Entscheidungen treffen zu können und verantwortungsbewusst für ökologische Integrität, wirtschaftliche Nachhaltigkeit und eine gerechtere Gesellschaft für heutige und künftige Generationen zu handeln.

ASviS arbeitet mit dem Bildungsministerium bei der Umsetzung des "Plans für Nachhaltigkeitserziehung" zusammen. Dank der Arbeitsgruppe hat die Allianz eine Absichtserklärung mit dem Ministerium unterzeichnet, um Informations-, Ausbildungs- und Verbreitungsinitiativen der Kultur der nachhaltigen Entwicklung zu fördern und zu

verbreiten, die sich an alle Komponenten der Schulwelt auf allen Ebenen richten. Asvis arbeitet auch eng mit dem "Netzwerk der Universitäten für nachhaltige Entwicklung" (RUS) zusammen.

Unter den Aktivitäten und Projekten, die das Bündnis in diesem Bereich auf den Weg gebracht hat oder an denen es bereits mitgewirkt hat, sind einige erwähnenswert:

- den nationalen Wettbewerb Miur-ASviS für italienische Schulen über SDGs mit dem Titel "Facciamo 17 Goal". Unsere Welt umgestalten: die Agenda für nachhaltige Entwicklung 2030", mit dem Ziel, das Wissen, die Verbreitung und die Übernahme der in der Agenda für nachhaltige Entwicklung 2030 vorgesehenen Lebensstile zu fördern;
- den online verfügbaren E-Learning-Kurs ASviS, der etwa drei Stunden dauert und die Agenda 2030 und das System der SDGs veranschaulicht;
- die Siena Sommerschule für nachhaltige Entwicklung, die von ASviS ins Leben gerufen wurde, um in Zusammenarbeit mit Fondazione Enel, Leonardo, University Network for Sustainable Development (Rus), Sustainable Development Solutions Network Italia, Sustainable Development Solutions Network Mediterraneo und University of Siena Santa Chiara Lab über Nachhaltigkeitsfragen zu unterrichten. Die Schule konzentriert sich auf das Verständnis der Herausforderungen, die eine nicht nachhaltige Welt mit sich bringt, und die Förderung konkreter Lösungen.

Auf der Website von Asvis ist ein Materialkatalog für die Bildung für nachhaltige Entwicklung mit Materialien verfügbar, die im Laufe der Jahre von Nichtregierungsorganisationen, Stiftungen, öffentlichen Einrichtungen und der Welt der Bildung für Entwicklungserziehung und globale Bürgerschaft erstellt wurden.

ANHANG: ANTWORTEN

Kapitel 1

1) F	2) R	3) F	4) R	5) R	6) F	7) F	8) R	9) F	10) R
11) D	12) B	13) C	14) A	15) D	16) C	17) C	18) D	19) B	20) A

Kapitel 2

1) R	2) F	3) F	4) R	5) F	6) R	7) F	8) R	9) F	10) R
11) F	12) R	13) R	14) F	15) R	16) R	17) F	18) R	19) R	20) D
21) B	22) C	23) D	24) B	25) A	26) C	27) A	28) D	29) A	30) B
31) C	32) C	33) A	34) C	35) D	36) C	37) D	38) B	39) D	40) B
41) C									

Kapitel 3

1) F	2) R	3) F	4) F	5) R	6) R	7) R	8) F	9) R	10) R
11) A	12) C	13) B	14) D	15) B	16) D	17) D	18) D	19) A	20) B

Kapitel 4

1) F	2) R	3) R	4) F	5) R	6) R	7) F	8) R	9) R	10) F
11) D	12) A	13) D	14) C	15) A	16) D	17) B	18) D	19) B	20) A

Kapitel 5

1) R	2) F	3) F	4) R	5) R	6) F	7) F	8) R	9) F	10) F
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

11) C	12) D	13) C	14) A	15) C	16) B	17) C	18) A	19) B	20) A
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Kapitel 6

1) F	2) R	3) F	4) F	5) F	6) R	7) R	8) F	9) R	10) F
11) d	12) c	13) b	14) a	15) d	16) c	17) b	18)a	19)d	20) c
21) b	22) a	23) d	24) c	25) b	26) a	27) d	28) c	29) b	30) a



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Das grundlegende Ziel von „Ecoliteracy“ ist es, grundlegende Lehren aus der Natur für die Neugestaltung unserer Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft zu gewinnen.

Das Lehrbuch stellt das Konzept eines sozio-ökologischen Systems vor, das die Integration zwischen natürlichen und sozio-ökonomischen Systemen für eine nachhaltige Entwicklungspolitik und neue Lebensstile ermöglicht.

Das SES-ECO-Projekt "Sozial-ökologischer Systemansatz zur Verbesserung der ökologischen Bildung von Jugendlichen" ist ein strategisches Partnerschaftsprojekt der Europäischen Union KA205 im Bereich "go youth" (Projektnummer: 2019-1-TR01-KA205-067388). Die Partner kommen aus der Türkei, Deutschland, Bulgarien, Spanien und Italien.

Das Projekt zielt darauf ab, die Sensibilisierung für Umweltfragen mit dem neuen Ansatz des "sozial-ökologischen Systems" zu unterstützen, um die Umweltkompetenz junger Menschen zu verbessern.



www.ses-eco.org

