

Nachhaltigkeit und ihre Didaktik – jetzt angehen

11 | 03 | 2023

12. SWiSE-Innovationstag

Markus Wilhelm

1 KEINE
ARMUT



2 KEIN
HUNGER



3 GESUNDHEIT UND
WOHLERGEHEN



4

7 BEZAHLBARE UND
SAUBERE ENERGIE



8 MENSCHENWÜRDIGE
ARBEIT UND
WIRTSCHAFTS-
WACHSTUM



9 INDUSTRIE,
INNOVATION
INFRASTRUKTUR



13 MASSNAHMEN ZUM
KLIMASCHUTZ



14 LEBEN UNTER
WASSER



weiterdenken.

Neue Zürcher Zeitung

**Falls dem so ist,
was bedeutet das für BNE
und somit für die Didaktik?**

**«Nachhaltigkeit» ist zu einem leeren PR-
Begriff verkommen. Wir müssen aufhören,
uns mit Mogelpackungen
zufriedenzugeben**

09.01.2023

Nachhaltigkeit und ihre Didaktik

- ... Problemaufriss: Nachhaltigkeit und Didaktik
- ... Nachhaltigkeit und Nachhaltige Entwicklung ernstgenommen
- ... Bildung in Nachhaltiger Entwicklung ernstgenommen
- ... Erkenntnis: Nachhaltigkeit und Didaktik





1

Problemaufriss

Nachhaltigkeit und Didaktik

Verankerung des Bildungsauftrags

Nachhaltige Entwicklung ist nicht nur einer von vielen neuen Lerninhalten, sondern ein **politischer Auftrag**, der in der Schweizerischen Bundesverfassung verankert ist (**BV, Art 2**).

Sowohl im **Lehrplan 21** der Volksschulstufe als auch im neuen **Rahmenlehrplan für die Gymnasien** ist dieser Bildungsauftrag umgesetzt – sehr unterschiedlich, wie wir noch sehen werden.

Auf der Suche nach einer Didaktik

«Für die Förderung instrumenteller Kompetenzen von Lehramtsstudierenden benötigt es Expert*innen in Didaktik der BNE».

Albiez, König und Potthast (2018, S. 198)



Auf der Suche nach einer Didaktik

Expert*innen in Didaktik der BNE?

Arbeitspapier

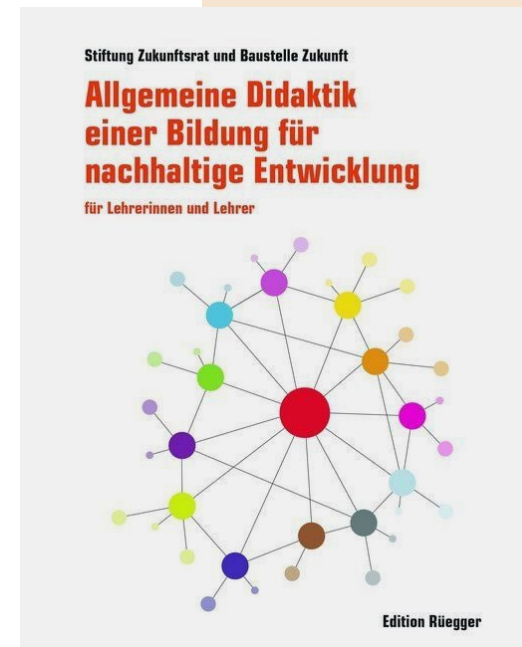
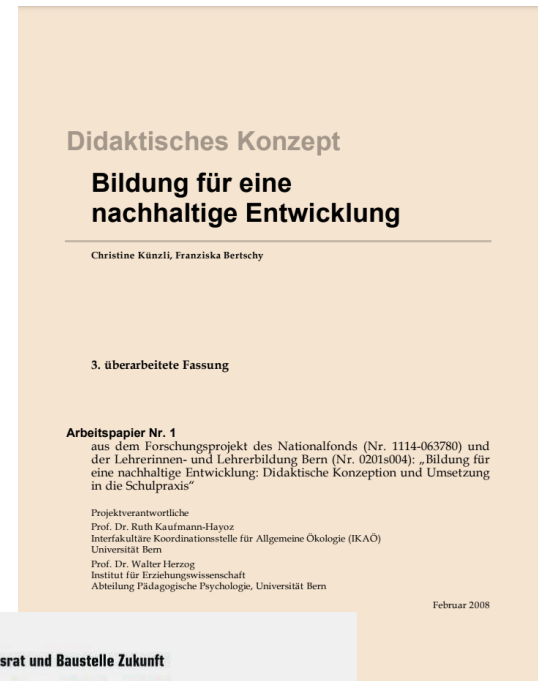
«Didaktisches Konzept
Bildung für eine nachhaltige Entwicklung»

Künzli David und Bertschy (2008)

Lehrbuch

«Allgemeine Didaktik einer
Bildung für Nachhaltige Entwicklung»

(Unteregger, 2018)



Expert*innen in Didaktik der BNE?

Unter «**Anforderungen an die Didaktik einer BNE**» formuliert Reich (2019, S. 12) zentrale Aspekte, die zu beachten seien:

«In der BNE gibt es **mehrere Zugänge**, möglichst sehr viele **unterschiedliche Ergebnisse** und differenzierte Chancen, **eigene Leistungen** zu zeigen, zu dokumentieren und zu bewerten».



Es gibt keine Didaktik der BNE!

All diese Ansätze versuchen etwas **logisch Unmögliches**:
eine **Didaktik der Bildung**.

- **Didaktik** setzt sich mit dem **Lernen verschiedener Inhalte** auseinander.
- **Bildung ist aber kein solcher Inhalt**, sondern nach Klafki (1993) eine individuelle, aktive und massgeblich **selbstverantwortete Tätigkeit** in der Auseinandersetzung mit Wissen und Werten.

~~Didaktik der Bildung für nachhaltigen Entwicklung~~

Didaktik der Naturwissenschaften

Didaktik der Gesellschaftswissenschaften

Didaktik der Nachhaltigkeit

Didaktik der nachhaltigen Entwicklung

Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft

2

Nachhaltigkeit

und Nachhaltige Entwicklung ernstgenommen



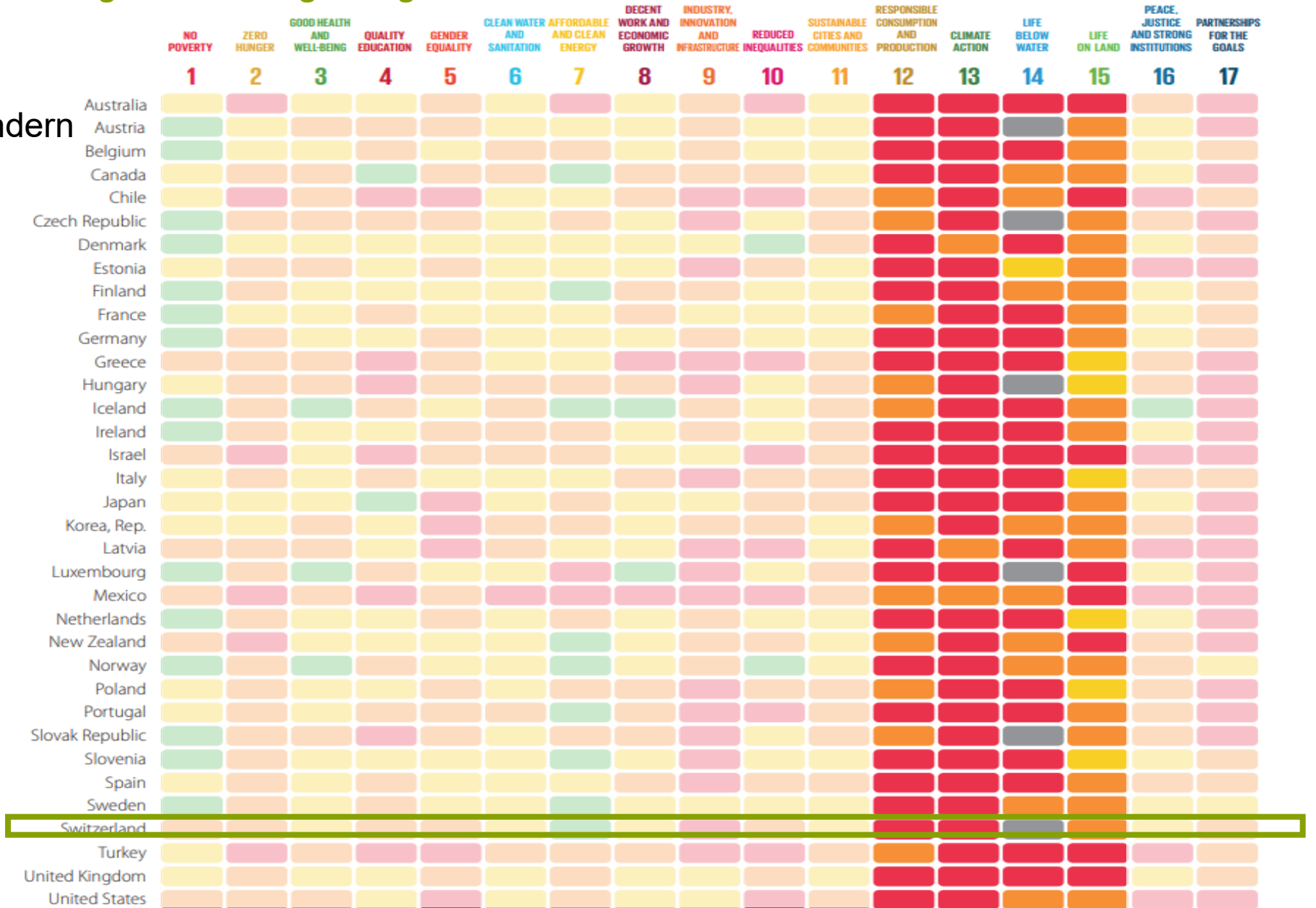
Agenda 2030 (17 Ziele Nachhaltiger Entwicklung)



Nachhaltigkeit und Nachhaltige Entwicklung ernstgenommen

Erreichen der SDGs
unter den OECD-Ländern

Sachs et al. (2018)



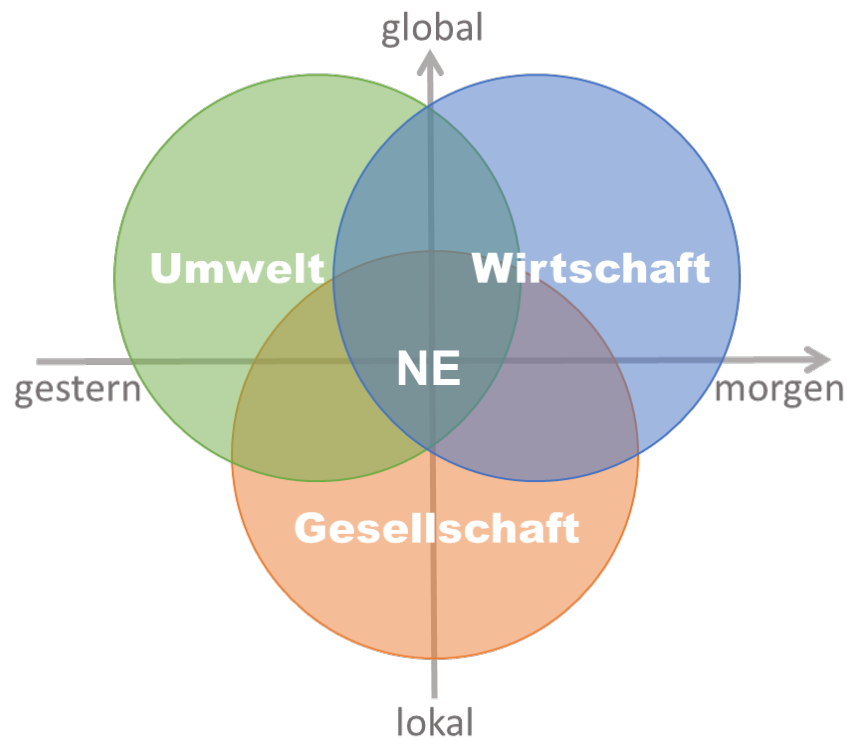
Die Nachhaltigkeitsziele auf dem Prüfstand

„Mehr als die Hälfte der SDGs hängt jedoch von der verstärkten Nutzung physischer Ressourcen ab, die bereits überbeansprucht sind und nicht einmal für den Status quo ausreichen.

Wenn man bedenkt, dass die SDGs [...] für ihre ‚Fortschrittlichkeit‘ gefeiert werden, stehen wir vor einem großen blinden Fleck in den Köpfen vieler gebildeter Menschen“.

Lautensach (2018, S. 7558)

Nachhaltigkeit und Nachhaltige Entwicklung ernstgenommen

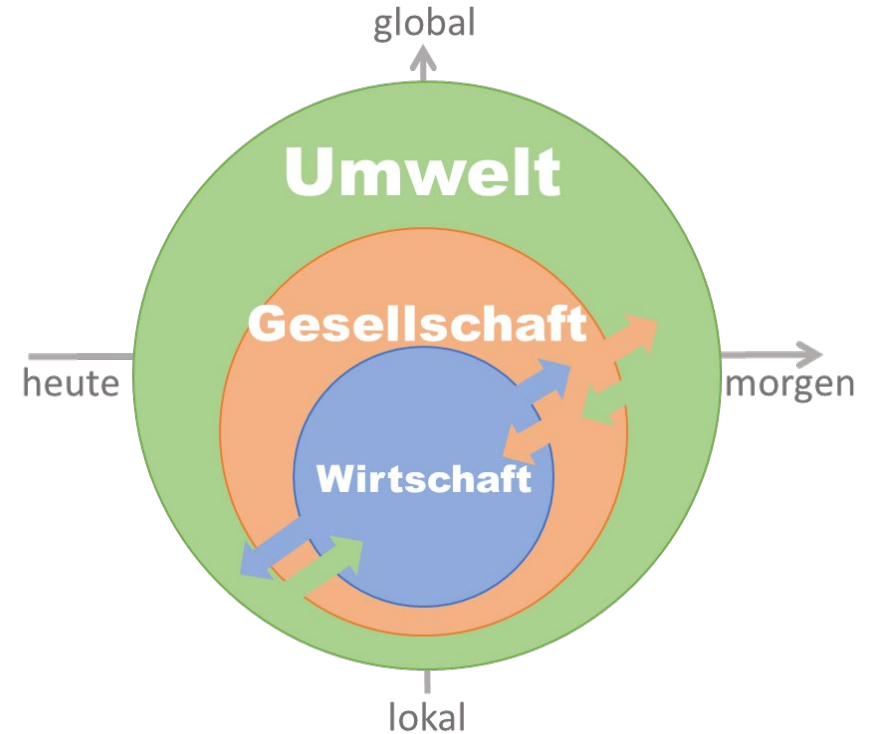


Lehrplan 21

Schnittmengen-Modell der Nachhaltigkeit

Jeder Bereich wird als gleich wichtig und gleichberechtigt angesehen.

Aussage: Gleichwertige Rücksichtnahme auf die drei Bereiche führt zu Nachhaltigkeit.



Rahmenlehrplan Gymnasien

Vorrangmodell der Nachhaltigkeit

Einzelne Bereiche werden in ihrer Beziehung und Abhängigkeit zueinander gesehen.

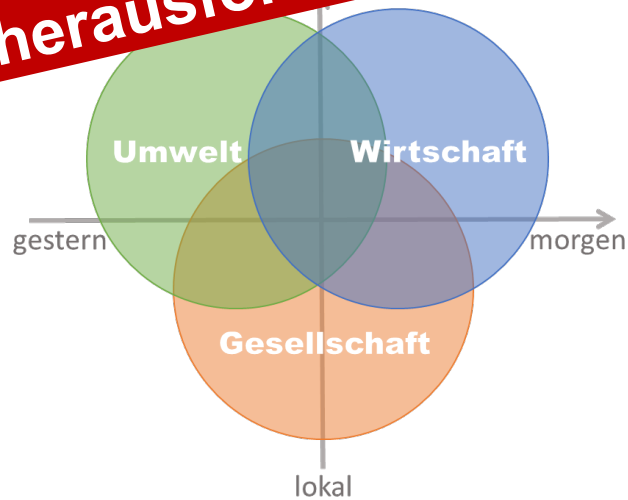
Aussage: Keine Wirtschaft ohne Gesellschaft, keine Gesellschaft ohne Ökologie.

Schwache Nachhaltigkeit

*Nicht-erneuerbares
Naturkapital kann genutzt
werden, wenn dieser
Kapitalverlust z.B. durch
ansteigendes Wirtschafts-
oder Sozialkapital
ausgeglichen wird.*

→ Alles ist möglich

**umwelt-ethisch
herausfordernd**



Schwache Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital kann genutzt werden, wenn dieser Kapitalverlust z.B. durch ansteigendes Wirtschafts- oder Sozialkapital ausgeglichen wird.

→ Alles ist möglich

umwelt-ethisch herausfordernd



Starke Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital darf nur dann genutzt werden, wenn es vollständig recycelt werden kann. Weil dies nicht möglich ist (Entropie), darf es im Grund nicht genutzt werden.

→ Nichts geht mehr

sozial-ethisch herausfordernd



Schwache Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital kann genutzt werden, wenn dieser Kapitalverlust z.B. durch ansteigendes Wirtschafts- oder Sozialkapital ausgeglichen wird.

→ Alles ist möglich

umwelt-ethisch herausfordernd



Sensitive Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital kann bis zu einer bestimmten Grenze genutzt werden. Dabei stellt sich die Frage, wer aus welchen Gründen welche Grenzen der Substitution bestimmen darf.

→ Kenntnis der Dringlichkeit

→ Kenntnis der Betroffenen



Starke Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital darf nur dann genutzt werden, wenn es vollständig recycelt werden kann. Weil dies nicht möglich ist (Entropie), darf es im Grund nicht genutzt werden.

→ Nichts geht mehr

sozial-ethisch herausfordernd



Kenntnis der Betroffenen

Anspruch hinsichtlich Nachhaltigkeit:
«ein gutes Leben für **alle** in einer endlichen Welt»
(z.B. O'Neill et al. 2018) .

Anthropozentrismus

Pathozentrismus

Biozentrismus

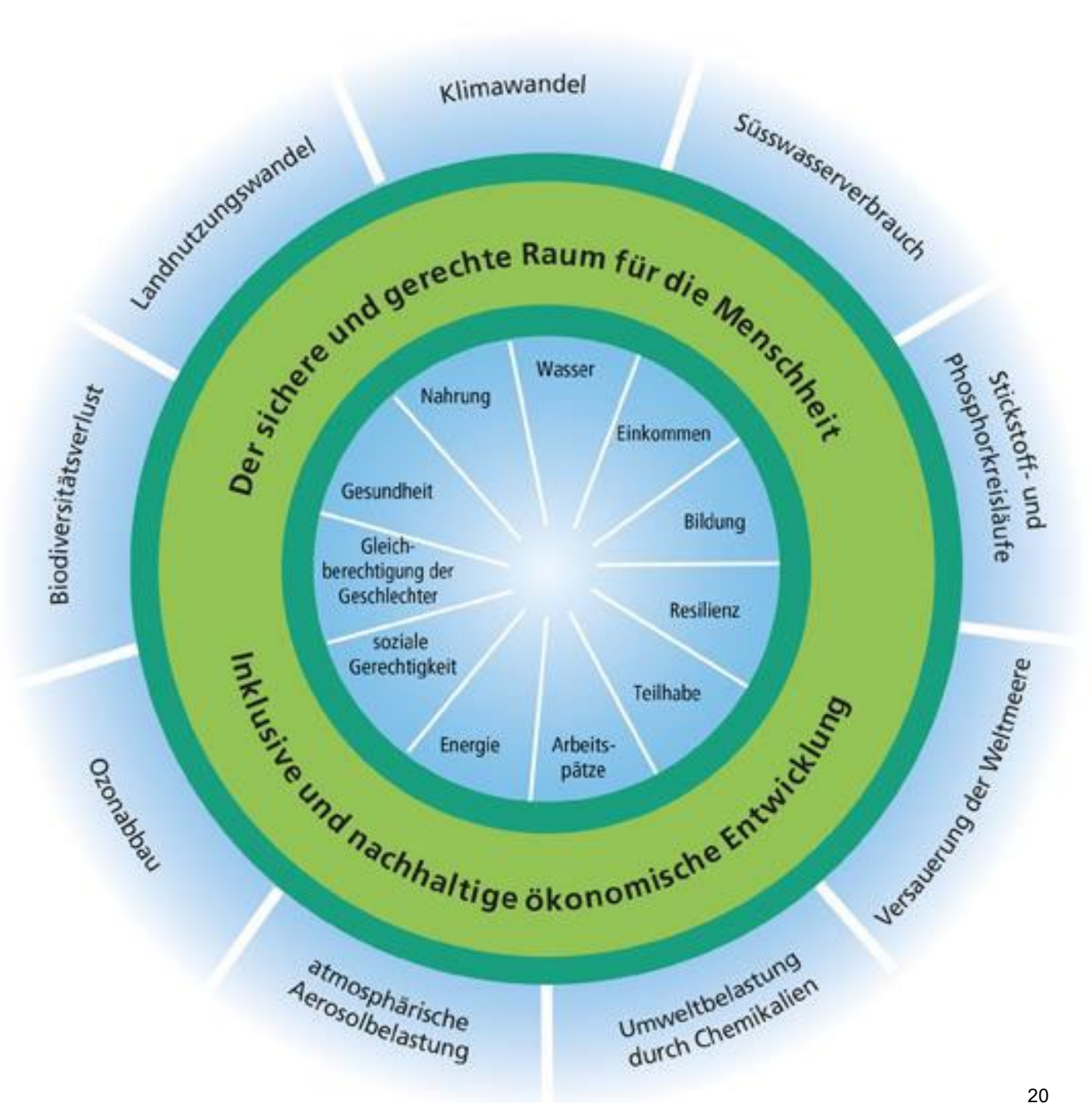
Ökozentrismus

Nachhaltigkeit ernstgenommen

Kenntnis der Dringlichkeit

Nachhaltige Entwicklung im
«**sicheren und gerechten
Raum für die Menschheit**»,
aufgeteilt in das sozial-ökonomische
Fundament und die planetaren
Grenzen

*nach Raworth (2012) und
o'Neill, Fanning, Lamb & Steinberger (2018)*



Kenntnis der Dringlichkeit

Tipping Points
des Donut-Konzepts

**Kipppunkt
Biodiversität**

**Kipppunkt
Biodiversität
in Wechsel-
wirkung mit
Klima**



Kenntnis der Dringlichkeit

Bedeutung der Grenzen
beim Donut-Konzept

Handlungsspielraum
innerhalb der Grenzen
möglicher Kipppunkte

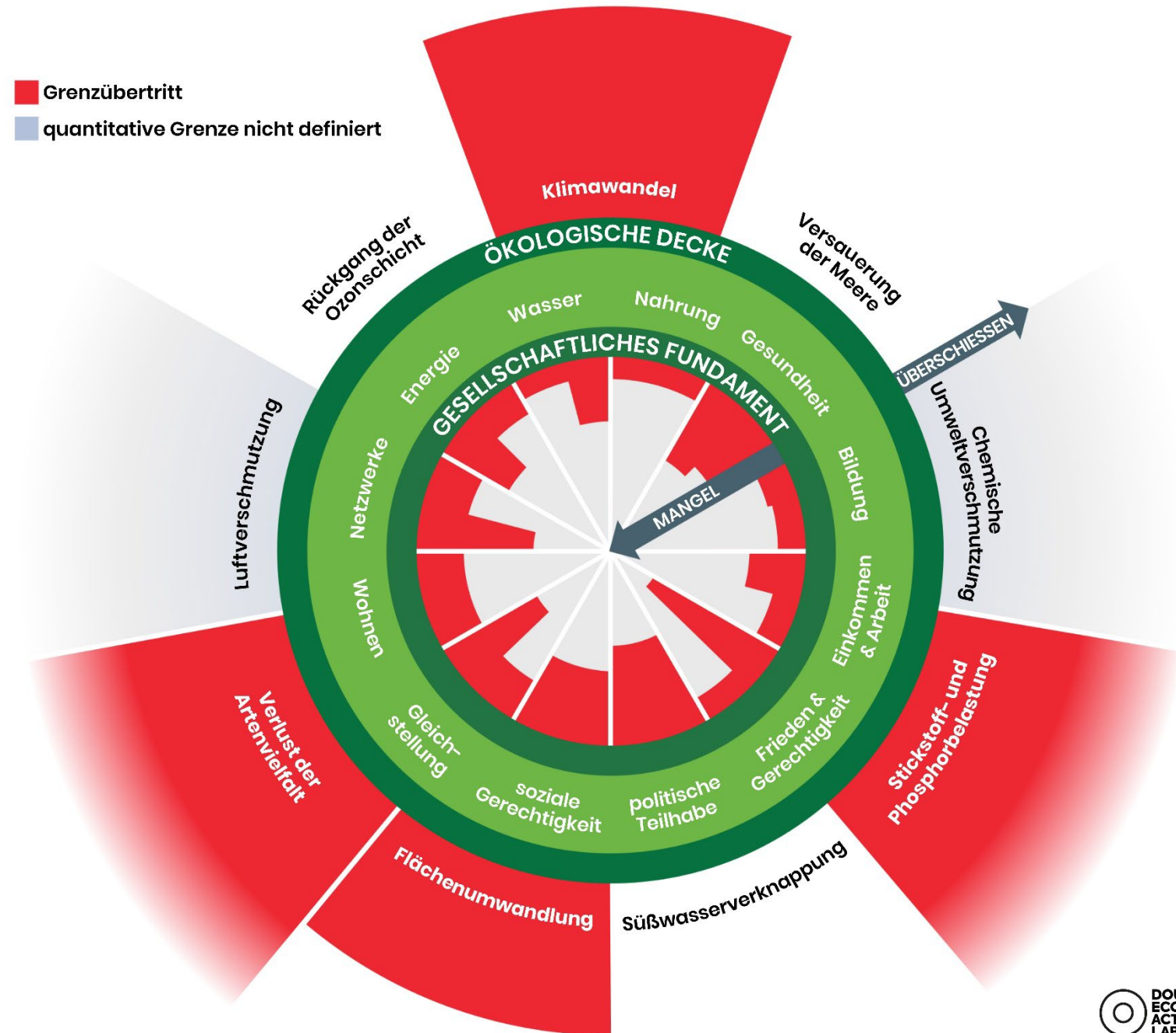
Ökologische Grenze
ausserhalb der Grenze
befinden sich die Kipppunkte



Nachhaltigkeit ernstgenommen

Das Donut-Konzept für die gesamte Welt

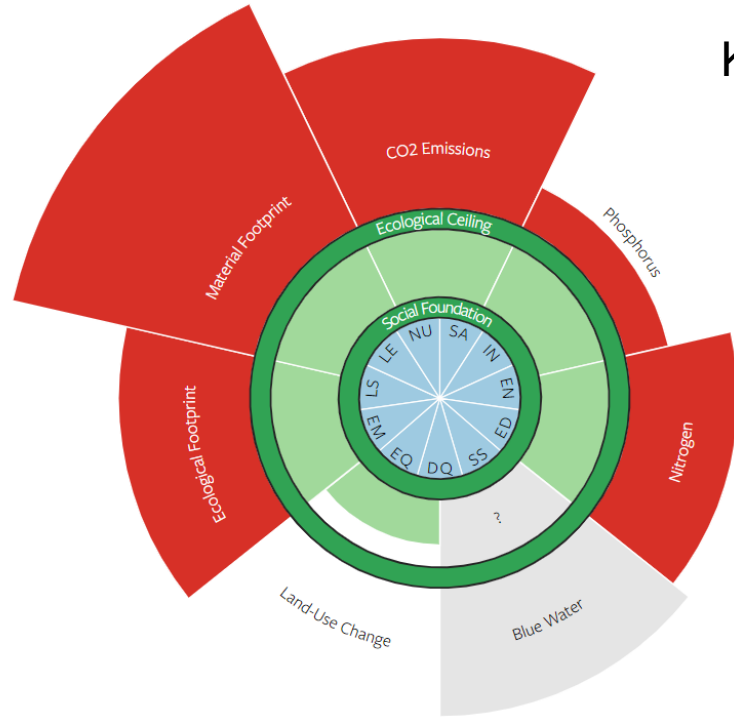
Raworth (2017)



Nachhaltigkeit ernstgenommen

Schweiz (1995-2015)

Umweltbergrenze überschritten

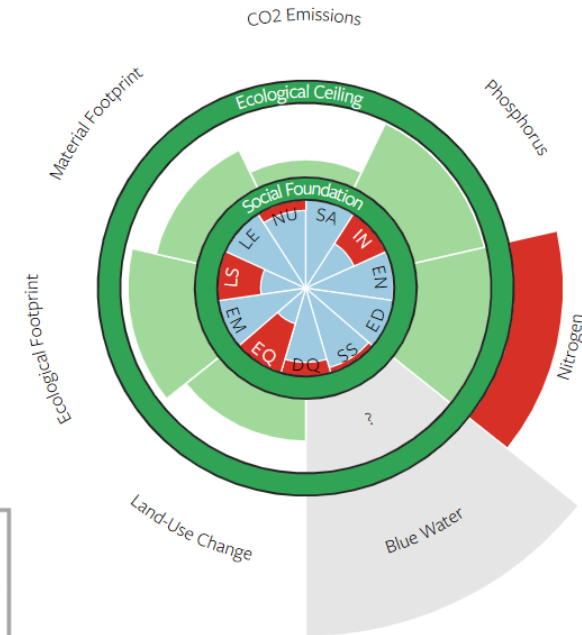


Keinem Land der Welt gelingt es nur annähernd ein soziales Fundament zu erreichen und dabei die planetaren Grenzen nicht zu überschreiben

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| LS - Life Satisfaction | ED - Education |
| LE - Healthy Life Expect. | SS - Social Support |
| NU - Nutrition | DQ - Democratic Quality |
| SA - Sanitation | EQ - Equality |
| IN - Income | EM - Employment |
| EN - Access to Energy | |

Sri Lanka (1995-2015)

Soziales Fundament nicht erreicht



University of Leeds (2021)

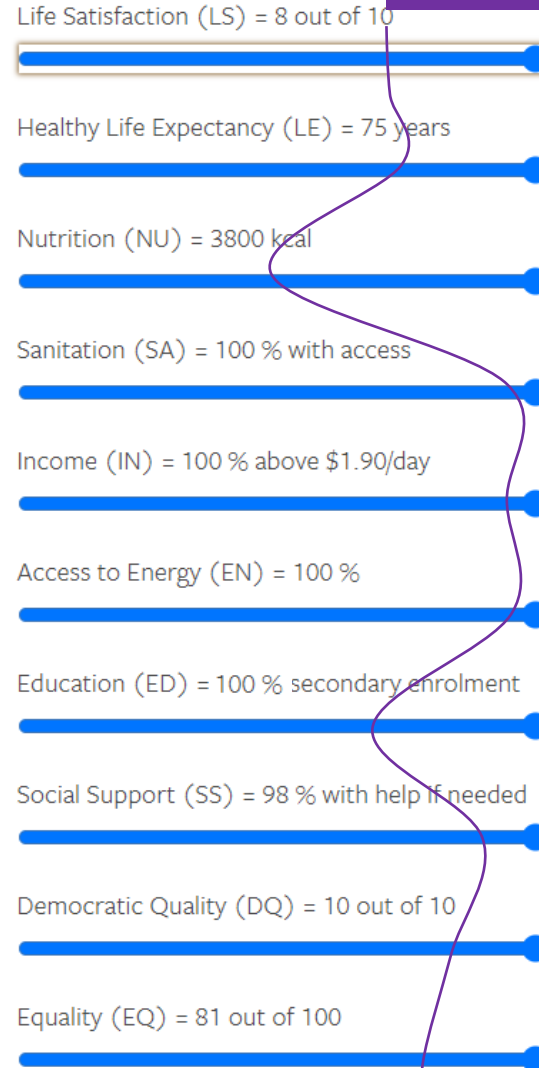
Nachhaltigkeit ernstgenommen

sozioökonomisch fair

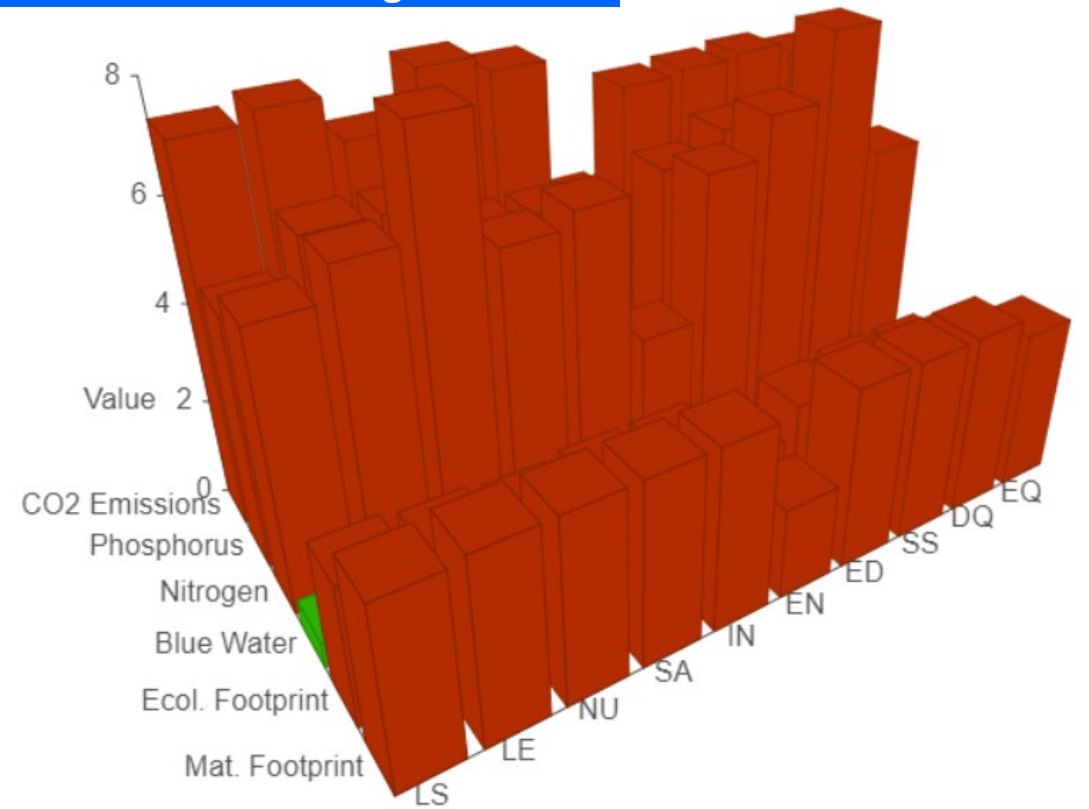
Die Schieberegler unter den einzelnen Sozialindikatoren stellen die **faire Schwellen für ein „gutes Leben“** dar, die etwas unter jenem der Schweiz liegen.

Das dreidimensionale Diagramm zeigt die **Auswirkung auf die planetaren Grenzen**, wenn die gesamte Welt einen optimierten sozialen Schwellenwert erreicht hätte.

Mindestschwellen für ein „gutes Leben“



Schieberegler im oberen Anschlag: faire Schwelle für ein «gutes Leben»



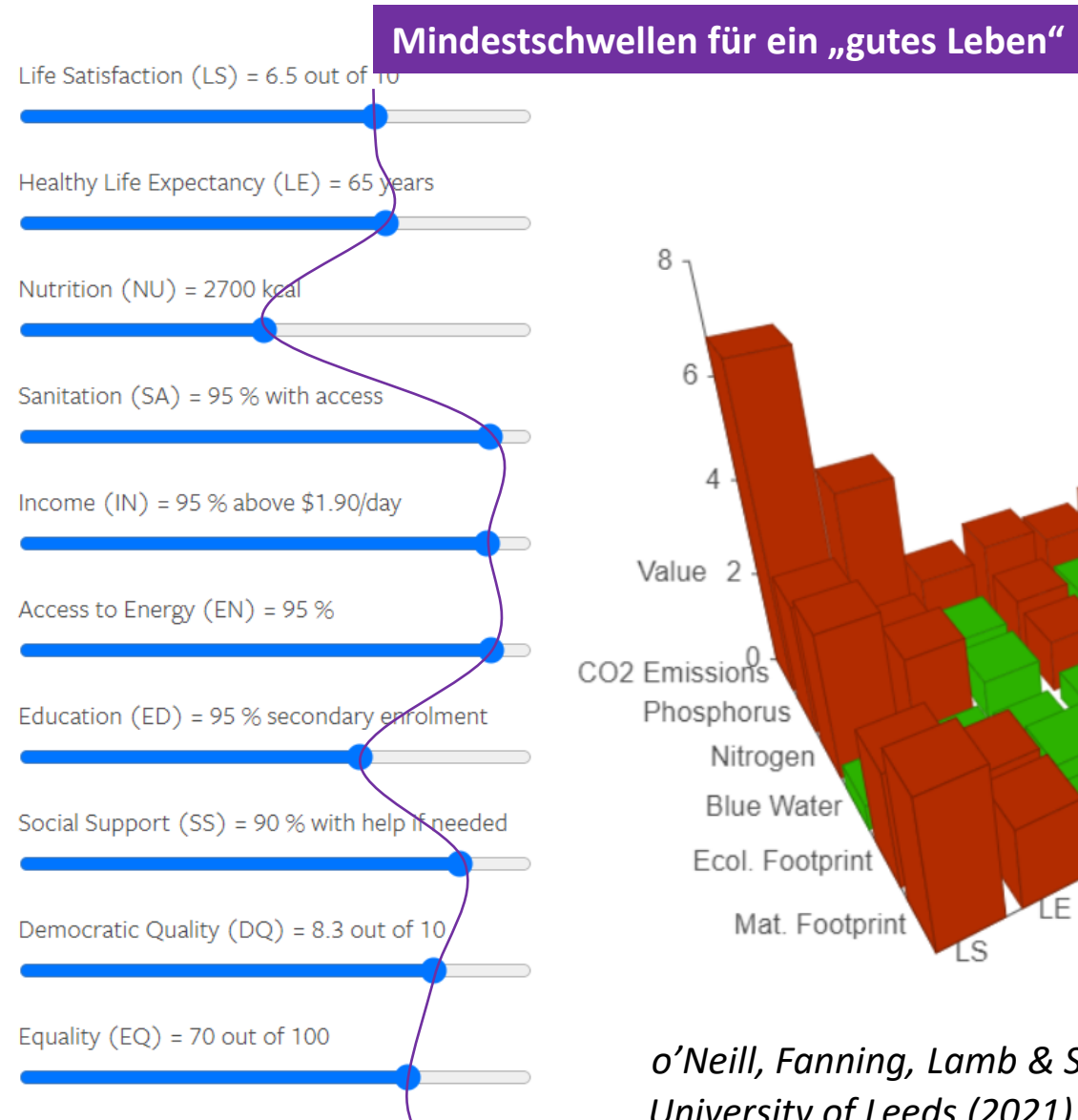
University of Leeds (2021)

Nachhaltigkeitsmodelle

sozioökonomisch nachhaltig

Die Schieberegler unter den einzelnen Sozialindikatoren stellen die **Mindestschwellen** für ein „gutes Leben“ dar.

Das dreidimensionale Diagramm zeigt die **Auswirkung auf die planetaren Grenzen**, wenn die gesamte Welt den minimalen sozialen Schwellenwert erreicht hätte.



*o'Neill, Fanning, Lamb & Steinberger (2018)
University of Leeds (2021)*

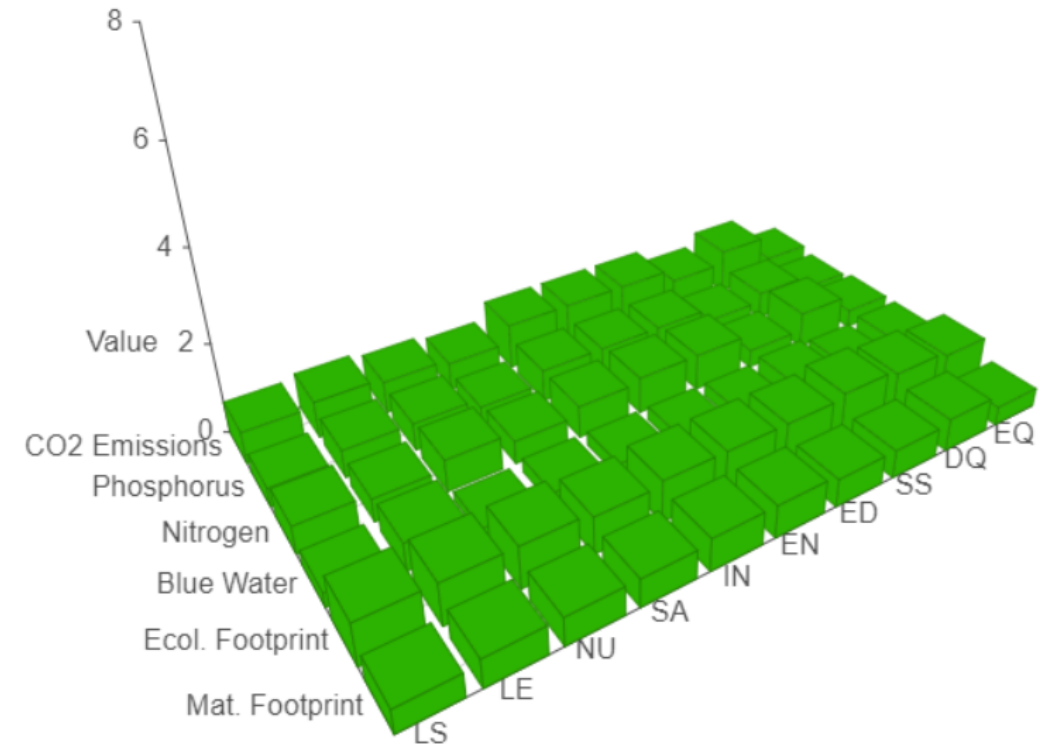
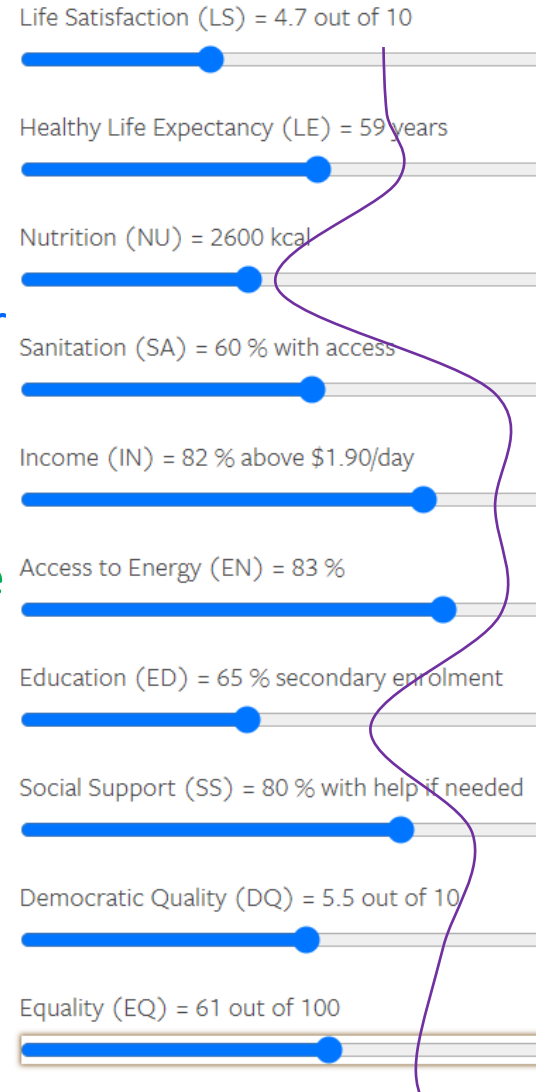
Nachhaltigkeit ernstgenommen

ökologisch nachhaltig

Die Schieberegler unter den einzelnen Sozialindikatoren sind **unter den Mindestschwellen für ein „gutes Leben“**.

Damit das dreidimensionale Diagramm **Auswirkungen auf die planetaren Grenzen** hat, die für die Umwelt tragbar wären.

Mindestschwellen für ein „gutes Leben“



*o'Neill, Fanning, Lamb & Steinberger (2018)
University of Leeds (2021)*

Die Endlichkeit der Ressourcen

Die Problematik der **Nachhaltigen Entwicklung** ist noch **anspruchsvoller als das Donut-Konzept darstellt**.

Ihm fehlt der Einbezug **der endlichen Ressourcen** (Sand, Kupfer, Erdöl, ...).

Auch die 17 Nachhaltigkeitsziele blenden den Einbezug der Endlichkeit mineralischer Ressourcen praktisch vollständig aus. Die Endlichkeit ergibt sich als indirekte Folge des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik.

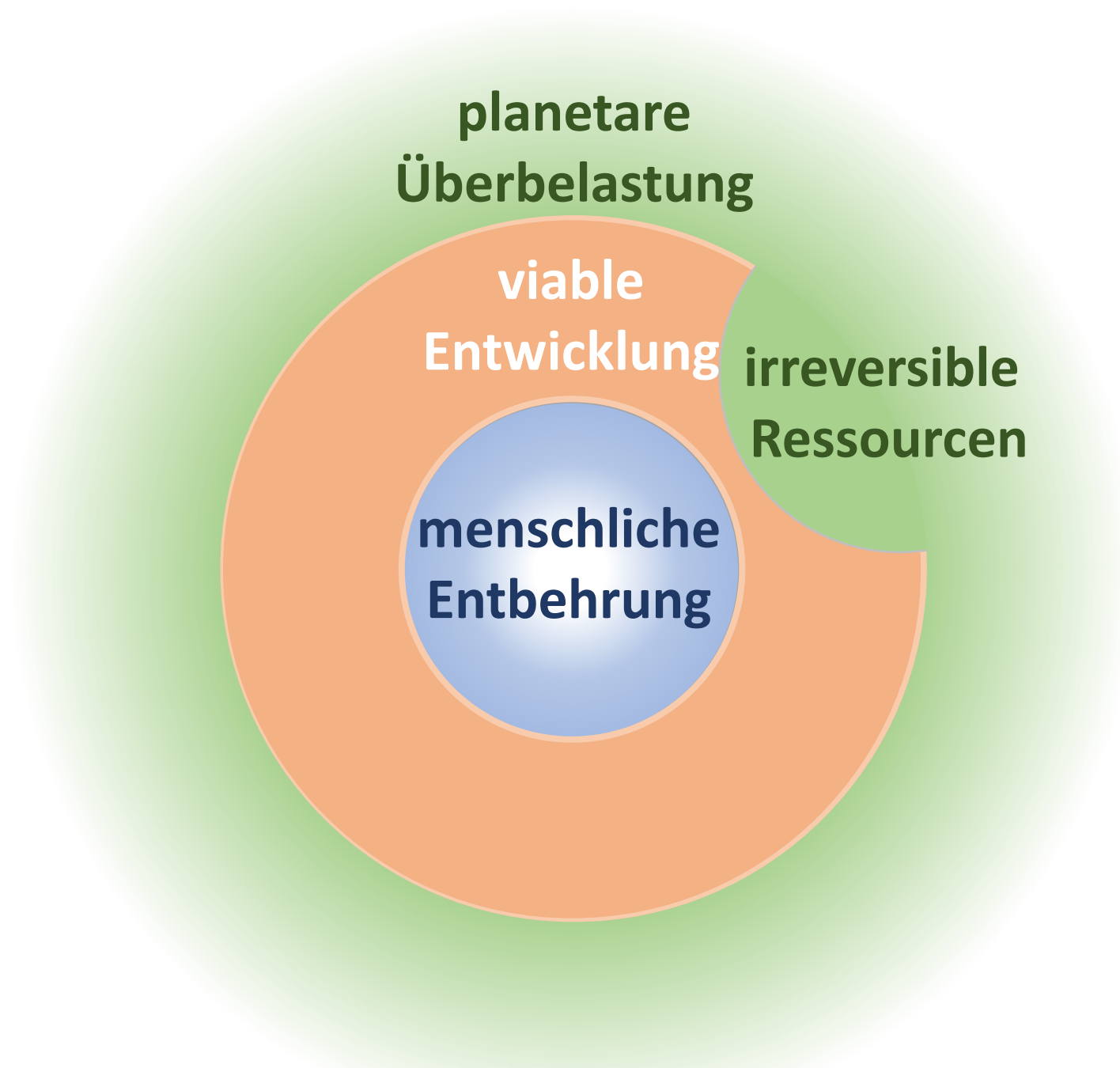
Graedel et al. (2015)

Nachhaltigkeit ernstgenommen

Viabilitätsmodell: Donut mit Biss

Nachhaltige Entwicklung ist eine **viable Entwicklung**, die menschliche Entbehrungen überwindet, ohne die planetaren Grenzen zu überlasten und irreversible Ressourcen nur marginal abzubauen.

Wilhelm, Amacker & Rehm (2022)



Nachhaltigkeit ernstgenommen

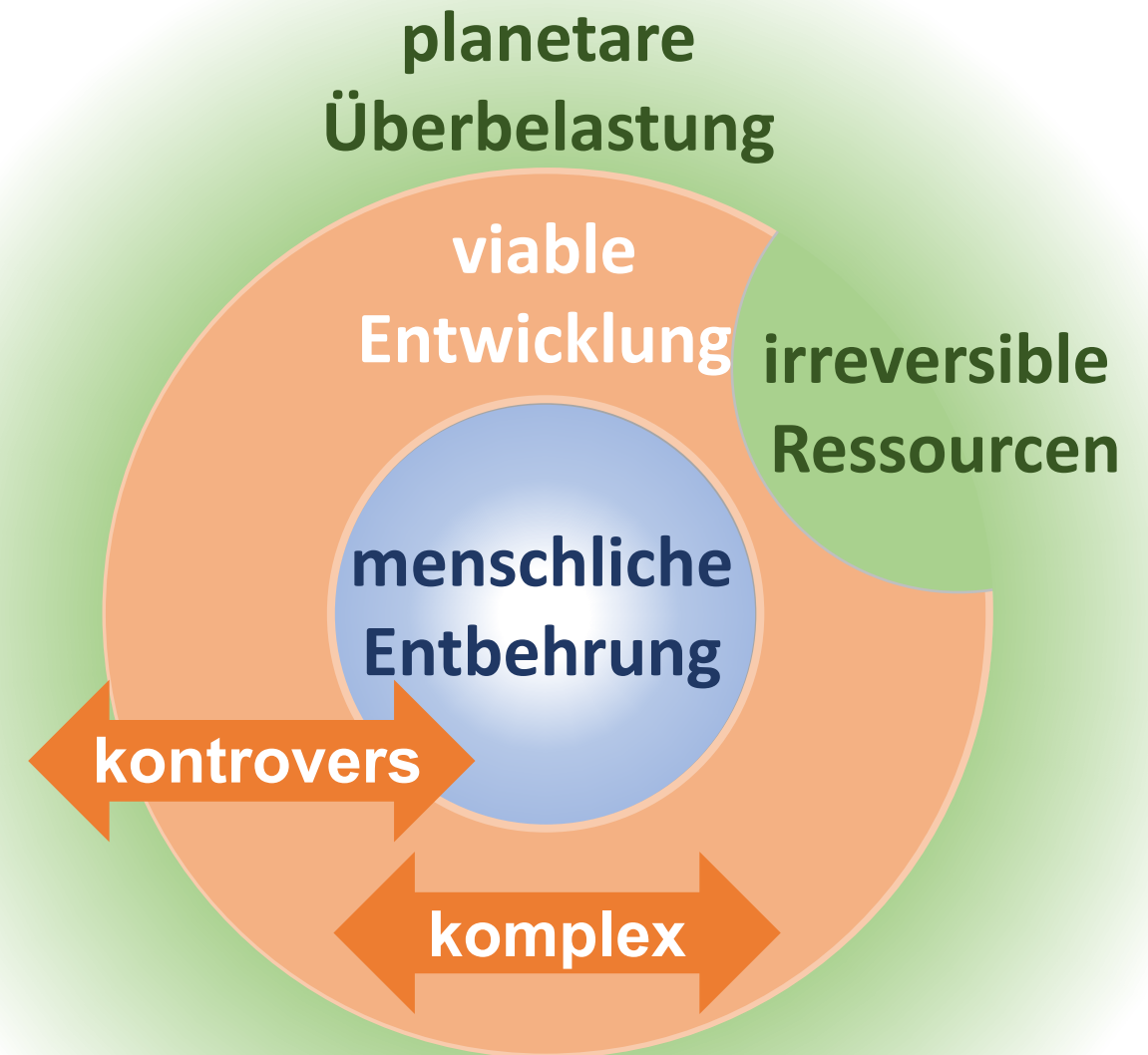
Viabilitätsmodell: Donut mit Biss

komplexe Systeme:

sich zeitlich & inhaltlich verändernde,
selbsterschaffende Systemelemente
und Beziehungen;
nicht regelbar

kontroverse Ansprüche:

gegenläufige Nachhaltigkeitsziele;
nicht auflösbar



Viabilitätsmodell der sensitiven Nachhaltigkeit: Donut mit Biss

Der Donut mit Biss, also insbesondere **der Biss** der *Sensitiven Nachhaltigkeit* zielt auf eine **Allokationsethik** ab, einem Nachdenken über die Frage der moralisch gerechten Zuweisung von Ressourcen.

Dittrich et al. (2021, S. 50) diskutieren dabei folgende Prinzipien:

- Gleichheit (Pro-Kopf-Allokation),
- Fähigkeit (Allokation nach Leistungsbereitschaft),
- historische Verantwortung und Recht auf Entwicklung (Allokation nach historischem Beitrag),
- Kosten-Nutzen-Verhältnis (Allokation nach Reduktionspotenzial),
- Souveränität (Allokation nach jetziger Verteilung an Ressourcennutzung).

Nachhaltigkeitswissenschaft als Grundlage

Nachhaltigkeitswissenschaft (*sustainability science*) ist eine 2001 eingeführte akademische Disziplin.

Als **Merkmale** der Nachhaltigkeitswissenschaft (NHW) gelten:

1. Den Kern der NHW bilden **komplex gekoppelte Mensch-Umwelt-Systeme**;
2. Die wissenschaftliche Fundierung der NHW ist **sowohl normativ als auch deskriptiv**;
3. Die NHW hat eine **inter- und transdisziplinäre Struktur**;
4. Die NHW ist **auf Veränderungsprozesse ausgerichtet**.

*West, Haider, Stålhammar und Woroniecki (2020);
Tretter et al. (2019); Stappen (2000)*

Schwache Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital kann genutzt werden, wenn dieser Kapitalverlust z.B. durch ansteigendes Wirtschaftswachstum oder sozioökonomische Entwicklung ausgleicht werden kann.

umwelt-ethisch herausfordernd

Sensitive Nachhaltigkeit

Nicht-erneuerbares Naturkapital kann bis zu einer bestimmten Grenze genutzt werden. Dabei stellt sich die Frage, wer welche Grenzwerte festlegen und welche Grenznutzenbestimmungen bestimmen darf.

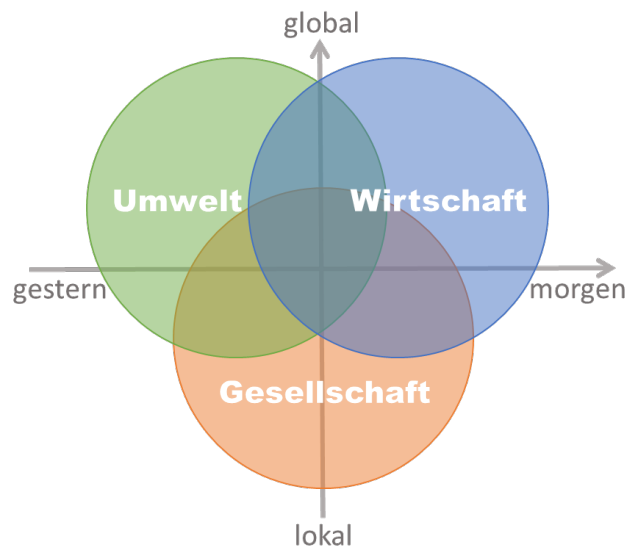
bildungsethisch herausfordernd

Starke Nachhaltigkeit

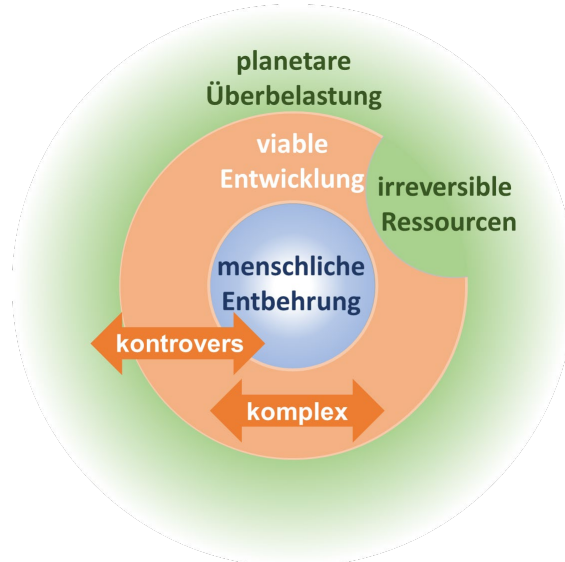
Nicht-erneuerbares Naturkapital darf nur dann genutzt werden, wenn es vollständig recycelt werden können. Weil dies nicht möglich ist, muss es im Grunde genommen nicht genutzt werden.

sozial-ethisch herausfordernd

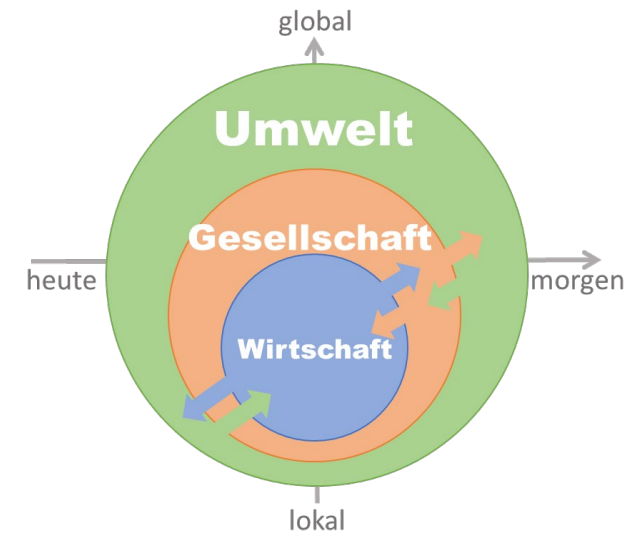
→ Alles ist möglich



→ Kenntnis der Dringlichkeit
→ Kenntnis der Betroffenen



→ Nichts geht mehr



A photograph of three students sitting at a white table in a classroom or office setting. One student on the left is wearing a blue t-shirt with 'JACK JONES' and 'mini 3' on it, and is writing on a piece of paper. Another student in the middle is also writing. The student on the right is wearing a red and black hoodie and is looking at a laptop screen. The laptop screen displays a colorful, complex diagram or map. There are several potted plants on the table. A large green diagonal graphic is overlaid on the left side of the image.

3

BNE

Bildung in Nachhaltiger Entwicklung
ernstgenommen

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

Fächerübergreifende BNE-Themen

- Politik, Demokratie und Menschenrechte,
- Natürliche Umwelt und Ressourcen,
- Geschlechter und Gleichstellung,
- Gesundheit,
- Globale Entwicklung und Frieden,
- Kulturelle Identitäten und interkulturelle Verständigung,
- Wirtschaft und Konsum.

Didaktische Prinzipien

Zukunftsorientierung, Vernetzendes Lernen, Partizipation

*Deutscheschweizer
Erziehungsdirektoren-
Konferenz [D-EDK]
(2014)*

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

Im Lehrplan 21 Luzern existieren total 106 Querverweise

- Querverweise zu NMG: 27 NMG, 9 NT, 8 WAH, 20 RZG, 16 ERG → total 80
- Querverweise zu Bewegung & Sport: 5
- Querverweise zu Musik: 3
- Querverweise zu Gestalten: 1 BG, 5 TTG
- Querverweise zu Deutsch: 3
- Querverweise zu Fremdsprachen: 9 (jeweils 3 zu FR, IT, ENG)
- Querverweise zu Mathematik: 0

Auffälligkeiten

- Gewichtung des Fachs NMG im Vergleich
- Genaue Betrachtung der Querverweise zeigt unterschiedliche BNE-Verständnisse

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

JA

Beim **Natur, Mensch, Gesellschaft** erhält folgende Kompetenz einen **BNE-Querverweis** (natürliche Umwelt und Ressourcen):

... Die SuS können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine Nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bei **Räume, Zeiten, Gesellschaft** erhält folgende Kompetenz einen **BNE-Querverweis** (Wirtschaft und Konsum):

... Die SuS können wirtschaftliche Prozesse und die Globalisierung untersuchen.

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

NEIN

Beim **Technischen Gestalten** erhält folgende Kompetenzstufe einen **BNE-Querverweis**:

... Die SuS kennen Sicherheitsregeln im Umgang mit Haushaltstrom (Steckdose) und Schwachstrom (Batterie).

Bei **Musik** erhält folgende Kompetenzstufe einen **BNE-Querverweis**:

... Die SuS kennen die Gefahr von anhaltend lauter Musik und können Schutzmassnahmen für das Gehör treffen (z.B. Kopfhörer, Konzert).

Bei **Bewegung und Sport** erhält folgende Kompetenz einen **BNE-Querverweis**:

... Die SuS können verantwortungsbewusst auf verschiedenen Unterlagen gleiten, rollen und fahren.

D-EDK (2014)

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

NEIN

Eine **weitere Absurdität** findet sich für das **Fach Natur und Technik**:

im Kanton Luzern läuft alles zu **BNE unter «Chemie»**,

im Kanton Zürich sind die genau **gleichen Verweise unter «Biologie»**.

Beides ist falsch.

Bei der **Mathematik fehlt jeglicher Querverweis zu BNE**,

obwohl einiges mit BNE verknüpft werden könnte, z.B. die folgenden Kompetenzstufe:

... **können soziale, wirtschaftliche und ökologische Fragestellungen bearbeiten und vergleichen Zahlenangaben absolut und relativ.**

D-EDK (2014)

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

Fächerübergreifende BNE-Themen

- Politik, Demokratie und Menschenrechte,
- Natürliche Umwelt und Ressourcen,
- Geschlechter und Gleichstellung,
- Gesundheit,
- Globale Entwicklung und Frieden,
- Kulturelle Identitäten und interkulturelle Verständigung,
- Wirtschaft und Konsum.

Didaktische Prinzipien

Zukunftsorientierung, Vernetzendes Lernen, Partizipation

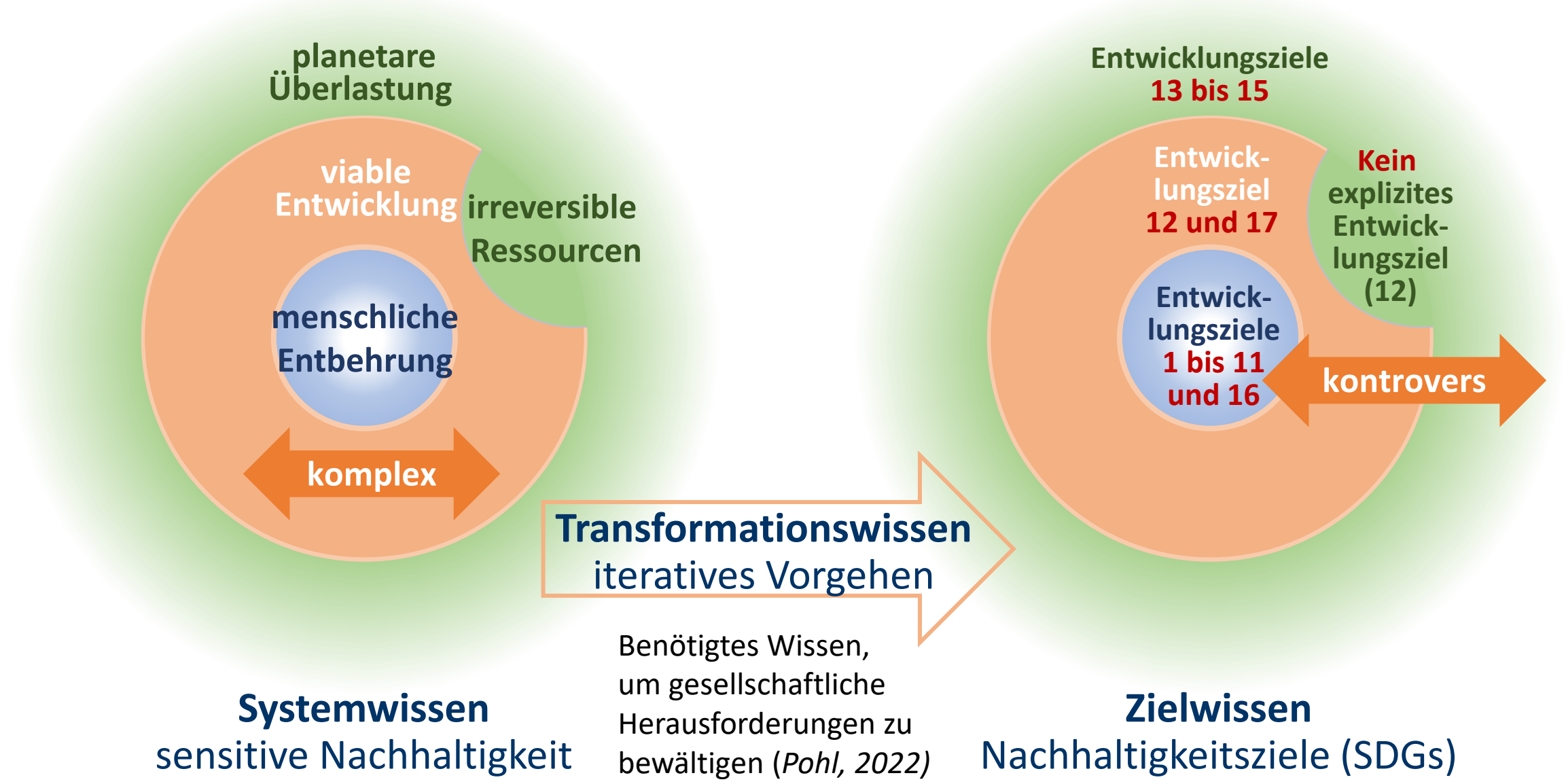
*Deutscheschweizer
Erziehungsdirektoren-
Konferenz [D-EDK]
(2014)*

Kann der Lehrplan 21 als Richtschnur für BNE dienen?

NEIN

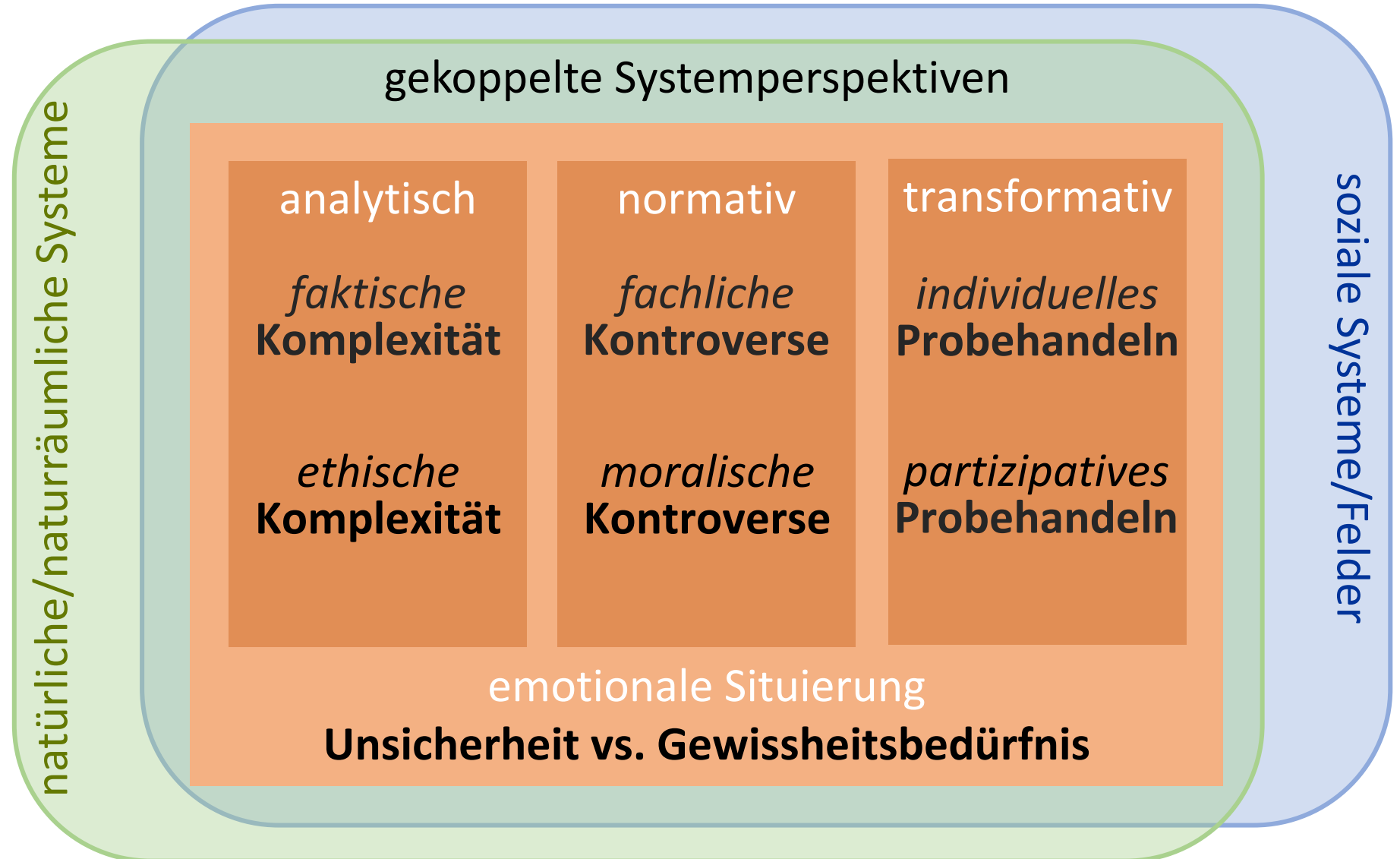
Didaktisches Prinzip	Erläuterung
Zukunftsorientierung	<p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln gemeinsame Zukunftsvorstellungen.</p> <p>Prognose (Zukunftsorientierung) <u>Kein didaktisches Prinzip</u>, sondern Teil des Systemdenkens, also <i>Denk-, Arbeits-, Handlungsweise</i> der Biologie, Geographie und Soziologie</p>
Vernetzendes Lernen	<p>Das didaktische Prinzip des vernetzenden Lernens umfasst zwei Aspekte: Erstens werden die Unterrichtsinhalte aus verschiedenen Perspektiven in Bezug zueinander gesetzt und miteinander verknüpft (siehe auch Abbildung 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vernetzung der politischen, ökonomischen, ökologischen, sozialen und kulturellen Dimension; • Vernetzung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft; • Vernetzung von lokalen und globalen Gegebenheiten. <p>Systemdenken (systemisches/vernetztes Denken, Kybernetik) <u>Kein didaktisches Prinzip</u>, sondern grundlegende <i>Denk-, Arbeits-, Handlungsweise</i> der Biologie, Geographie und Soziologie</p>
Partizipation	<p>Der Unterricht wird auf ausgewählte Einflüsse im Umsetzungsprozess...</p> <p>Partizipation (gesellschaftliche Teilhabe) <u>Kein didaktisches Prinzip</u>, sondern Teil des Politzklus, also <i>Denk-, Arbeits-, Handlungsweise</i> der Gesellschaftswissenschaften</p>

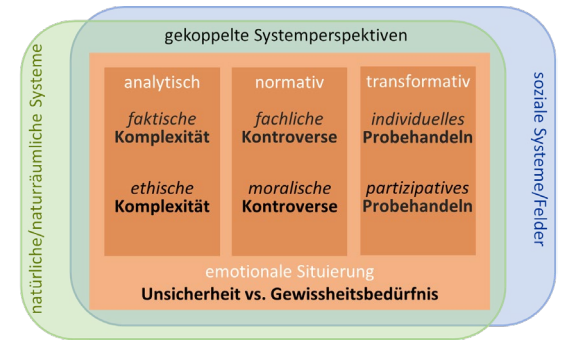
Bildung in Nachhaltiger Entwicklung ernstgenommen



Ansprüche an eine Lerngelegenheit zu Nachhaltiger Entwicklung

Auf der Grundlage
von Clark & Harle
(2020), Ohi (2013)
und Shrivastava,
Stafford Smith,
O'Brien & Zsolnai
(2020)





Ansprüche an eine Lerngelegenheit zu Nachhaltiger Entwicklung

kompetent werden hinsichtlich **Komplexität** der Mensch-Umweltsysteme

→ *Systemwissen erarbeiten*: kontextspezifisches **Systemdenken** hinsichtlich faktischen und ethischen Strukturmerkmalen fördern

kompetent werden hinsichtlich **kontroverser Ansprüche** an Mensch-Umweltsysteme

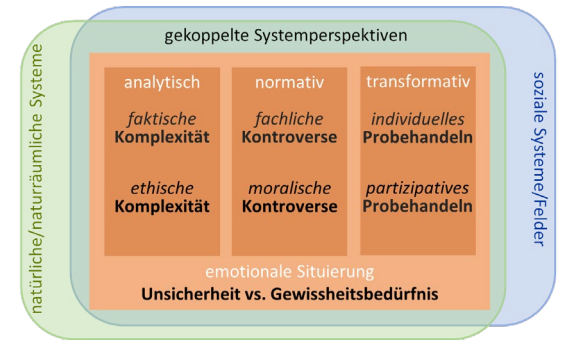
→ *Zielwissen erarbeiten*: **Perspektivenwechsel** vornehmen und Ansprüche auf fachliche und moralische Konsistenz prüfen

kompetent werden durch **Probehandeln** im Rahmen von Mensch-Umweltsystemen

→ *Transformationswissen erarbeiten*: **iterative Lösungssuche** für sich und die Gemeinschaft

kompetent werden hinsichtlich **Verunsicherung** im Rahmen von Mensch-Umweltsystemen

→ *An der Resilienz arbeiten*: **Gewissheitsbedürfnis** klären und reduzieren



BNE offener interpretieren

Verstehen der situationsabhängigen **Komplexität** und dem *Umgang* damit

- Ansatz: **Rekonstruktion der Komplexität** statt Reduktion auf Kompliziertheit
- Umsetzung: **Simulationen, Planspiele, Fallstudien, Reallabore, ...** und Philosophieren

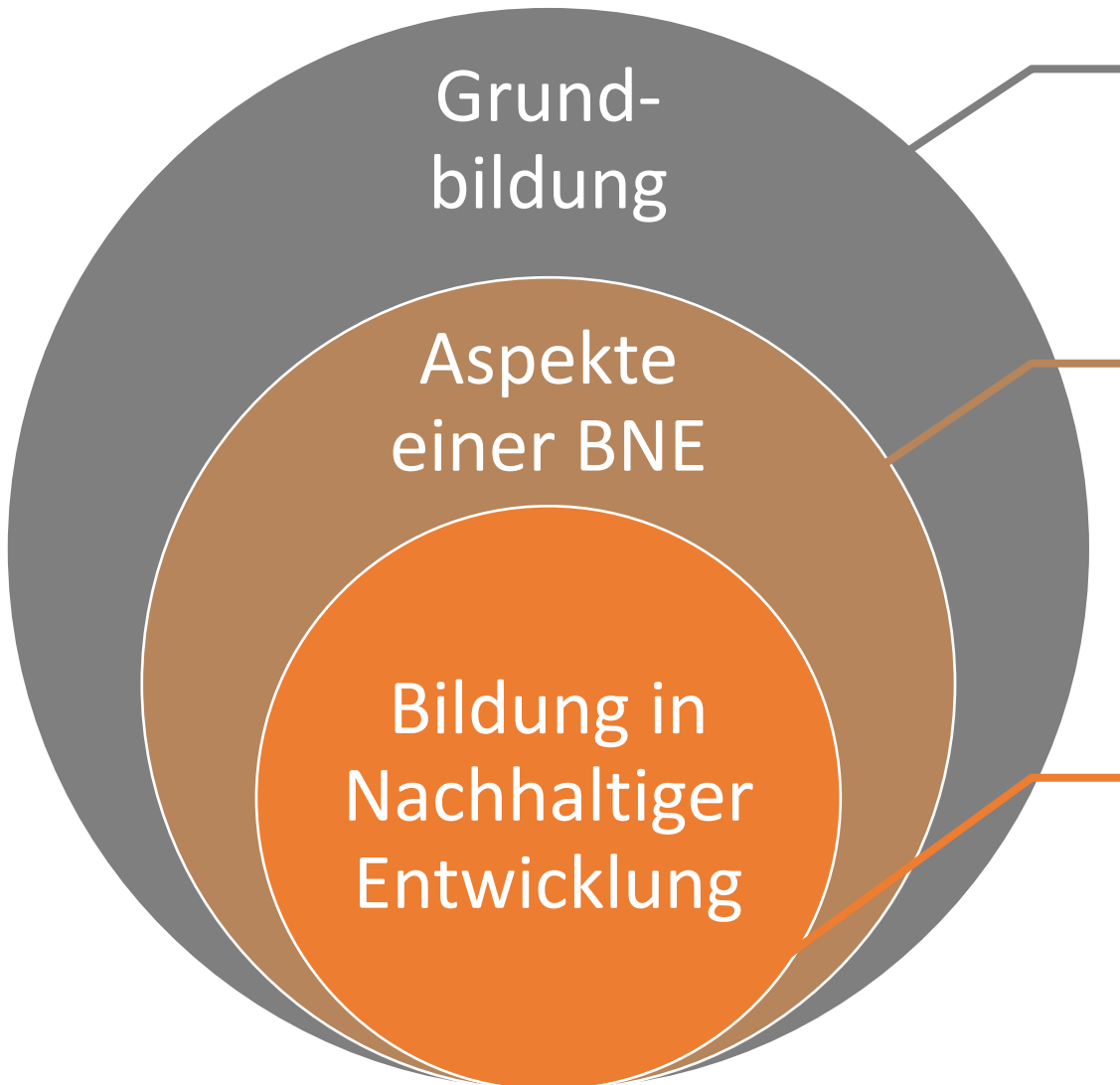
Verstehen der situationsabhängigen **Kontroversen** und dem *Umgang* damit

- Ansatz: **Benennung der Zielkonflikte** statt Beschönigung als Meinungsverschiedenheit
- Umsetzung: Simulationen, Planspiele, Fallstudien, Reallabore **... und Philosophieren**

Verstehen der situationsabhängigen **Entwicklungsansätze** und dem *Umgang* damit

- Ansatz: **Einbezug der Gesamtgesellschaft** statt Überforderung des Individuums
- Umsetzung: **Simulationen, Planspiele, Fallstudien, Reallabore ... und Philosophieren**

Bildung in Nachhaltiger Entwicklung ernstgenommen



Aufgaben der Grundbildung

Lesen, Schreiben, Rechnen, Forschen...

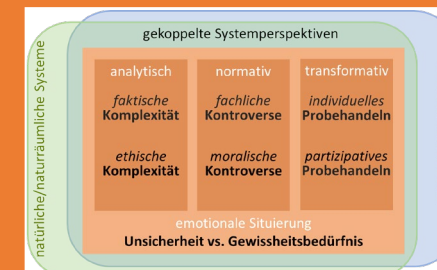
Aufgaben zu thematischen Aspekten

Gesundheit, Menschenrechte, Umwelt, ...

Aufgaben zu spezifischen DAHs

Denken in Szenarien, Wertereflexion, ...

Aufgaben zu komplex gekoppelten Mensch-Umwelt-Systemen



4

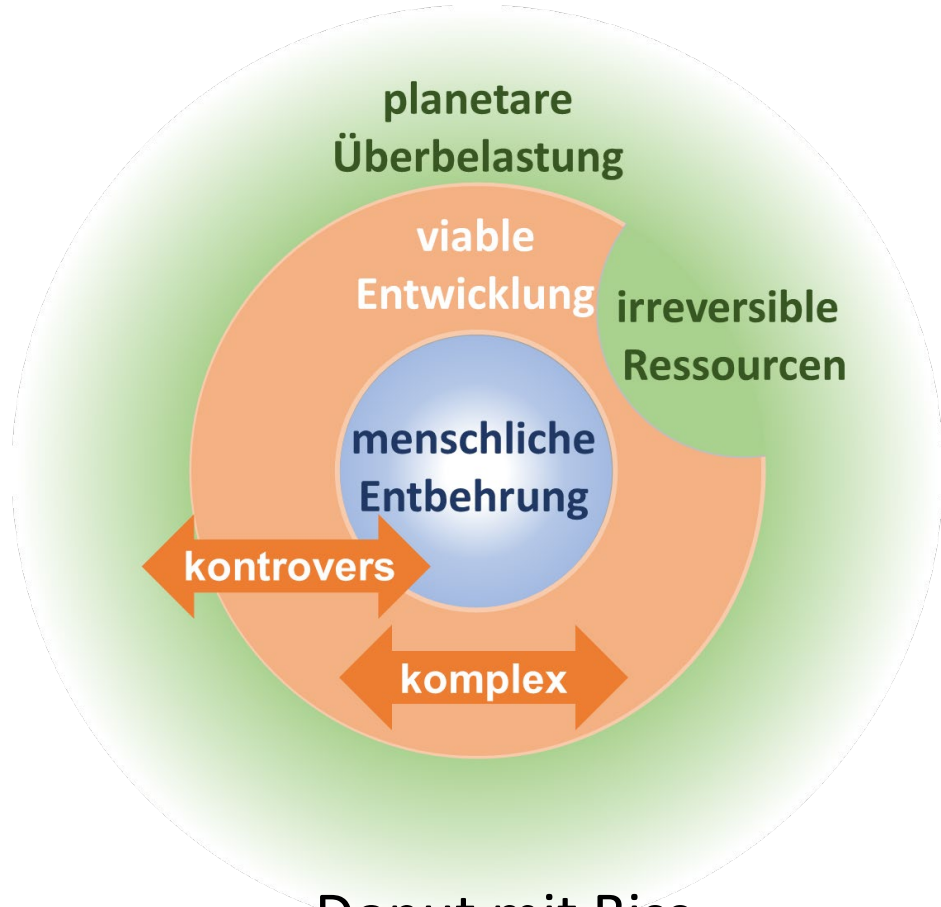
Erkenntnis

Nachhaltigkeit und Didaktik



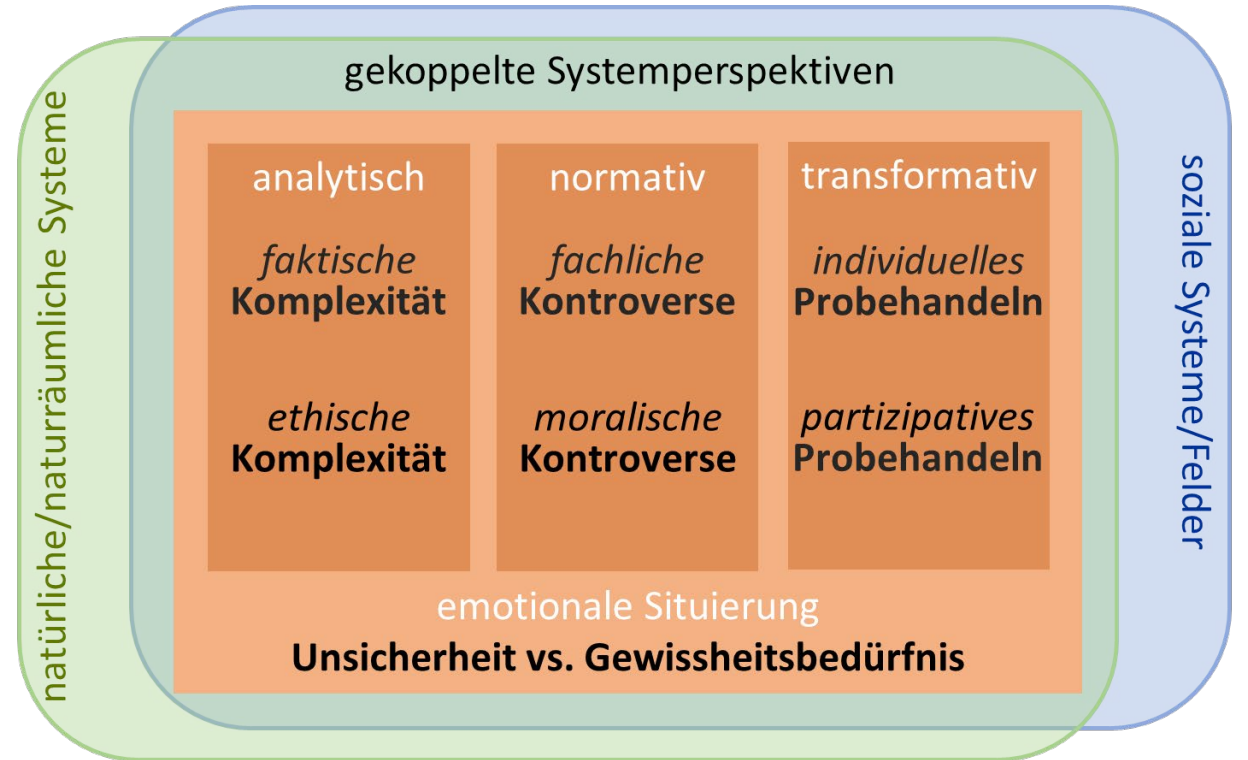
Erkenntnis

Von der Nachhaltigkeitswissenschaft



Donut mit Biss

zur Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft



Ansprüche an eine Lerngelegenheit zu Nachhaltiger Entwicklung

Literatur (1)

Albiez M., König, A. & Potthast T. (2018). Transdisziplinarität und Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehre an der Universität Tübingen. In Filho, W. L. (Hrsg.), *Nachhaltigkeit in der Lehre: Eine Herausforderung für Hochschulen* (S. 198-206). Springer.

Clark, W.C. & Harle, A.G. (2020). Sustainability Science: Toward a Synthesis. *Annual Review of Environment and Resources* 45, 331–86.

Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz [D-EDK] (2014). Lehrplan 21 – Grundlagen: Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Luzern: D-EDK. <https://lu.lehrplan.ch/>

Dittrich, M., Limberger, S., Vogt, R., Keppner, B., Leuser, L. & Schoer, K. (2021). *Vorstudie zu Ansätzen und Konzepten zur Verknüpfung des Planetaren Grenzen Konzepts mit der Inanspruchnahme von abiotischen Rohstoffen/Materialien*. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vorstudie-zu-ansaetzen-konzepten-zur-verknuepfung>

Döring, R. (2004). Wie stark ist schwache, wie schwach starke Nachhaltigkeit? *Wirtschaftswissenschaftliche Diskussionspapiere* 08(04). Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät. <http://hdl.handle.net/10419/22095>.

Graedel, T.E., Harper, E.M., Nassar, N.T., Nuss, P. & Reck, B.K. (2015). Criticality of metals and metalloids. *Proc Natl Acad Sci* 112(14), 4257–4262

Klafki, W. (1993). Allgemeinbildung heute – Grundzüge internationaler Erziehung. *Pädagogisches Forum*, 1, 21–28.

Künzli David, C. & Bertschy, F. (2008). *Didaktisches Konzept Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*. IKAÖ: Bern (3. überarbeitete Auflage). (Typoskript). http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/bineu/BNE_Didaktisches_Konzept_Feb08.pdf

Lautensach, A. (2018). Educating as if Sustainability Mattered, School of Education, University of Northern British Columbia. *Proceedings of ICERI2018 Conference*, 7556-7568, DOI: 10.21125/iceri.2018.0352

O’Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb W. F. & Steinberger, J. K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability* (88), 88–95.

Ohl, U. (2013). Komplexität und Kontroversität: Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. *Praxis Geographie*, 43, 4-7.

Otsuji, H. & Gunji, H. (2011). Pedagogies of sustainability education (S.374-384) In H. Komiyama, K. Takeuchi, H. Shiroyama & T. Mino (Eds.), *Sustainability science: A multidisciplinary approach*. Tokyo: United Nations University

Pohl, C. (2022). Three types of knowledge tool. td-net toolbox profile (19). Swiss Academies of Arts and Sciences: td-net toolbox for co-producing knowledge. transdisciplinarity.ch/toolbox. DOI 10.5281/zenodo.7015070.

Literatur (2)

Raworth, K. (2012). A Safe and Just Space for Humanity. *Oxfam Discussion Paper*. Available at: <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en.pdf>

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: seven ways to think like a 21st century economist*. London: Penguin Random House.

Reich, K. (2019). Anforderungen an die Didaktik einer BNE. In Engagement global (Hrsg.), *Orientierungsrahmen globale Entwicklung: Dokumentation der 9. KMK/BMZ-Fachtagung* (S. 12), Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. (2018): *SDG Index and Dashboards Report 2018*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN).

Schweizerische Eidgenossenschaft (2021). *Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030*. Schweizerischer Bundesrat.
https://www.sagw.ch/fileadmin/redaktion_sagw/dokumente/Themen/SDGs/Strategie_Nachhaltige_Entwicklung_2030.pdf

Shrivastava, P., Stafford Smith, M., O'Brien, K. & Zsolnai, L. (2020). Transforming Sustainability Science to Generate Positive Social and Environmental Change Globally. *One Earth* 2(4), 329-340.

Stappen, R. K. (2000). Wissenschaft und Agenda 21. Thesen zu einer Wissenschaft im Dienst nachhaltiger Entwicklung. In: Stadt-Umland-Perspektiven. Zukunftsfähige Regionen in Europa. Herausgegeben von Stadt Güstrow. 257–258. <http://www.ias-icsd.org/resources/RK-Stappen-Wissenschaft+und+Agenda+21.pdf> (abgerufen 29.09.2022).

Tretter, F., Simon K.-H. & Glaeser, B. (2019). Humanökologie und Nachhaltigkeitswissenschaft: Unterschiede und Gemeinsamkeiten, Optionen für Synergien. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28(2) 174-176.

University of Leeds (2021). A Good Life For All Within Planetary Boundaries. <https://goodlife.leeds.ac.uk/countries/>

Unteregger, R. (2018). *Allgemeine Didaktik einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Für Lehrerinnen und Lehrer*. Glarus: Somedia Buchverlag.

West, S. L., Haider, J., Stålhammar, S. & Woroniecki, S. (2020) A relational turn for sustainability science? Relational thinking, leverage points and transformations. *Ecosystems and People*, 16(1), 304-325, DOI: 10.1080/26395916.2020.1814417

Wilhelm, M., Amacker, V. & Rehm, M. (2022). Das Viabilitätsmodell: Vom Konzept der «Sensitiven Nachhaltigkeit» im Hinblick auf die digitale Transformation lernen. In Siegmund A., Weselek J. & Kohler F. (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung und Digitalisierung als Beitrag für eine zukunftsorientierte Hochschulbildung* (S. 9-21), Springer VS Verlag.

13. SWiSE-Innovationstag, 16. März 2024
Naturwissenschaften in der Verantwortung

