DDS Die Deutsche Schule
Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis
Hrsg. von der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft

DDS – Die Deutsche Schule
118. Jahrgang 2026, Heft 1, S. 10–21
https://doi.org/10.31244/dds.2026.01.02
CC BY-NC-ND 4.0
Waxmann 2026

Markus Rehm, Michelle Hermann, Katharina Kalcsics, Stefanie Rinaldi, Fabio Schmid & Markus Wilhelm

Der Apfelring mit Biss

Auf dem Weg zu einer transformativen Bildung in nachhaltiger Entwicklung

Zusammenfassung

Der Beitrag verknüpft bildungstheoretische Ansätze transformativer Bildung mit einer fachlichen und überfachlichen Perspektive auf nachhaltige Entwicklung und führt diese in einem didaktisch nutzbaren Modell zusammen: dem „Apfelring mit Biss". Aus bildungstheoretischer Sicht darf Bildung im Kontext nachhaltiger Entwicklung nicht als steuerndes Instrument zur Erreichung vorab definierter Ziele verstanden werden, sondern als offener Prozess der Selbst- und Weltaneignung. In diesem Prozess setzen sich Lernende mit Komplexität, Kontroversität und Emotionalität auseinander, reflektieren Wertorientierungen sowie ethische Fragestellungen und erkunden unterschiedliche Handlungsoptionen. Die hierfür notwendige fachliche Grundlage kann als Bildung in Nachhaltiger Entwicklung konzeptualisiert werden, die bestehende Konzeptionen von BNE ergänzt. Als zentraler fachlicher Bezugspunkt wird dabei die Nachhaltigkeitswissenschaft ausgewiesen. Zur didaktischen Umsetzung wird mit dem Apfelring eine Gestaltungshilfe vorgeschlagen, welche die theoretische Perspektive in eine (über-)fachliche Struktur übersetzt. Diese macht sowohl planetare Belastungsgrenzen als auch sozioökonomische Mindeststandards sichtbar. Lehrkräfte können auf der Grundlage des Apfelrings Lernräume gestalten, in denen wissenschaftliche, ethische und gesellschaftspolitische Dimensionen multiperspektivisch miteinander verknüpft werden. Anhand von Beispielen zu globaler und nationaler Verteilungsgerechtigkeit wird illustriert, wie der Apfelring zur didaktischen Bearbeitung kontroverser Themen genutzt werden kann. Das Modell fungiert damit als erste konzeptionelle Annäherung an eine (Fach-)Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft und schlägt eine Brücke zwischen theoretischer Reflexion und praxisnaher Unterrichtsgestaltung.
Schlüsselwörter: Bildung für nachhaltige Entwicklung; Nachhaltigkeit; Transformation

The Apple Ring With a Bite

On the Way to Transformative Education in Sustainable Development

Abstract

The article links educational-theoretical approaches to transformative learning with both subject-specific and cross-curricular perspectives on sustainable development and integrates them into a didactically useful model: the "apple ring with a bite". From an educational-theoretical point of view, education in the context of sustainable development must not be understood as a steering instrument for achieving predefined goals, but rather as an open process of appropriating self and world. In this process, learners engage with complexity, controversy, and emotionality, reflect on value orientations and ethical questions, and explore different options for action. The necessary subject-specific foundation for this can be conceptualized as education in sustainable development, which complements existing conceptions of ESD. Sustainability science is identified as the central disciplinary reference point. For didactic implementation, the apple ring is proposed as a design tool that translates this theoretical perspective into a (trans-)disciplinary structure, making both planetary boundaries and socio-economic minimum standards visible. On the basis of the apple ring, teachers can design learning environments in which scientific, ethical, and socio-political dimensions are linked in a multi-perspectival way. Examples related to global and national distributive justice illustrate how the apple ring can be used for the didactic treatment of controversial issues. In this article, we use the German term "Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft" to refer to the emerging field of sustainability science education, that is, the theory and research on teaching and learning in sustainability science. The model thus serves as an initial conceptual approach to a Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft and offers a bridge between theoretical reflection and practice-oriented lesson design.

keywords: Eduaction for Sustainable Development; Sustainability; Transformation

1 Bildung und Nachhaltigkeit im Spannungsfeld von Theorie und Praxis

Die Entwicklung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Deutschland ist eng mit internationalen Initiativen verbunden. Seit der UN-Konferenz 1992 wird Bildung als Schlüssel zur Umsetzung nachhaltiger Entwicklung verstanden. Die UN-Dekade (2005–2014) sowie das UNESCO-Weltaktionsprogramm (2015–2019) führten zu einer institutionellen Verankerung von BNE, insbesondere durch den Nationalen Aktionsplan von 2017 (Meyer, 2023; Nationale Plattform, 2017; Schreiber et al., 2023). Damit fand BNE vor allem als Querschnittsaufgabe zunehmend Eingang in Bildungspläne und Curricula. Trotz dieser politischen Fortschritte zeigen empirische Befunde, dass BNE im schulischen Alltag bislang nur begrenzt umgesetzt wird (Singer-Brodowski & Kminek, 2023; Waltner et al., 2021). Auf theoretischer Ebene zeigen aktuelle Arbeiten (vgl. Pettig & Singer-Brodowski, 2025) eine konsistentere Begriffsbestimmung transformativer Bildung. Das Verständnis von transformativer Bildung und die damit verbundenen normativen Ansprüche an eine nachhaltige Entwicklung sind dennoch vielfältig, sie werden aus unterschiedlichen bildungstheoretischen, fachdidaktischen, praxisorientierten, kulturellen bzw. gesellschaftspolitischen Perspektiven im Sinne einer formalen Bildungsidee individueller und

gesellschaftlicher Prozesse diskutiert. Weniger diskutiert bleibt der (über-)fachliche Zusammenhang von Bildung und nachhaltiger Entwicklung sowie deren inhaltlichen Grundlagen im Sinne einer materiellen Bildungsidee. Entsprechend ist der Zusammenhang von „Bildung" und „nachhaltiger Entwicklung" seit längerem Gegenstand aktueller Diskussionen (Jickling, 1992; Pettig & Singer-Brodowski, 2025; Vare & Scott, 2007; Wilhelm & Rinaldi, 2023). Es stellt sich die Frage nach dem Bindeglied zwischen Bildung und nachhaltiger Entwicklung.

1.1 Bildung als ‚Motor' sozialökologischer Veränderung?

In der deutschsprachigen Bildungstradition gilt Bildung als zweckfreier Prozess, der Persönlichkeitsentwicklung, Mündigkeit und gesellschaftliche Teilhabe fördern soll (Fischler et al., 2018). Dieses Verständnis – geprägt durch ein humanistisches Ideal von Selbstbestimmung – steht im Gegensatz zu funktionalistischen Modellen von „Education" (Horlacher, 2016), „Literacy" oder „Basisfähigkeiten" (Klieme et al., 2004, S. 58). Aus einer nicht-funktionalistischen Perspektive erscheint es problematisch, Bildung auf vorgegebene Zwecke wie „nachhaltige Entwicklung" auszurichten. Kritisches Denken, interdisziplinäres Lernen und soziale Verantwortung lassen sich nicht normativ verordnen (Dittmer & Gebhard, 2021; Kohnen & Rott, 2023). Eine „Bildung für …" widerspricht daher einem bildungstheoretischen Verständnis, das auf Autonomie und Selbstbildung zielt. Dieses Spannungsverhältnis stellt BNE vor eine zentrale theoretische Herausforderung. Wie Wintersteiner et al. (2023, S. 12) betonen, wird ein theoretisches „Scharnier" benötigt, das individuelle Bildungsprozesse und gesellschaftlichen Wandel verbindet (vgl. auch Pettig & Singer-Brodowski, 2025). Ein solches Bindeglied muss sowohl die Freiheit der Lernenden als auch die Dringlichkeit sozial-ökologischer Transformation berücksichtigen und zugleich strukturelle Ursachen auf gesellschaftlicher Ebene ansprechen, anstatt Verantwortung auf das Individuum zu verlagern (Butterer et al., 2023).

Im deutschsprachigen Raum werden Bildungskonzepte diskutiert, die sowohl individuelle als auch gesellschaftliche Veränderungsprozesse adressieren. Sie verwenden Begriffe wie transformatorische Bildung (Koller, 2012) oder transformative Bildung (Singer-Brodowski, 2016; Wintersteiner et al., 2023; WBGU, 2011), um solche Bildungsprozesse zu kennzeichnen. Auch international wächst das Interesse an Bildung als Motor sozial-ökologischer Veränderung (z. B. Boström et al., 2018; Otto et al., 2020).

1.2 Konzepte transformativer Bildung: Zwischen Selbst- und Gesellschaftswandel

Die transformatorische Bildung (Koller, 2012; Loparics, 2023; Peukert et al., 2023) richtet den Blick auf die Veränderung des Subjekts. Bildung wird als Neuverknüpfung von Selbst- und Weltverhältnissen verstanden, die durch Krisenerfahrungen angestoßen wird. Ihr Ziel ist ein reflexiver Umgang mit Komplexität und Unsicherheit. Sie folgt einem humanistischen Ideal, das – mit Humboldt (1903, S. 283) – Bildung als „Verknüpfung unseres Ichs mit der Welt zu der allgemeinsten, regesten und freiesten Wechselwirkung" beschreibt. Zugleich bleibt offen, inwiefern ein derart tiefgreifendes Bildungskonzept auf Kinder und Jugendliche im schulischen Kontext übertragbar ist (Lipkina & Yacek, 2023).

Die transformative Bildung im Sinne des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU, 2011) fokussiert dagegen auf gesellschaftliche Veränderung. Ziel ist die Befähigung von Lernenden, aktiv an Transformationsprozessen mitzuwirken – durch kritisches Denken, Kooperation und praktisches Handeln. Transformation soll hier nicht nur kognitiv verstanden, sondern auch erfahrbar gemacht werden. Dies erfordert Lernumgebungen, die zu Reflexion, Kreativität und Verantwortung ermutigen. Bildung wird so als gesellschaftlicher Hebel verstanden, um nachhaltige Entwicklung strukturell zu verankern.

1.3 Grenzen, Relationalität, Reflexion

Die hohen Ansprüche an Bildung als Motor einer „großen Transformation" bergen die Gefahr, gesellschaftliche Verantwortung auf das Bildungssystem und künftige Generationen zu übertragen. Damit droht eine Überforderung, insbesondere wenn Bildung primär kognitiv interpretiert wird. Dem setzt die *transformative sustainability education* (Lange, 2004, 2024) eine erweiterte Perspektive entgegen. Sie verbindet Wissenserwerb mit der Reflexion der eigenen Existenz und der Beziehung zu Menschen, nicht-menschlichen Wesen und zum Planet Erde. Bildung wird hier um eine ontologische und relationale Dimension ergänzt, die die Wiederanbindung an ökologische und soziale Systeme ermöglicht. Entsprechend fordert Lange (2023) Lernräume, die Reflexion, Ortsbezug, indigene Wissensformen und posthumanistische Perspektiven integrieren, und Andreotti (2021a) betont, dass Bildung die Endlichkeit der modernen Zivilisation reflektieren muss. Sie versteht Bildung als Praxis des „Hospicing Modernity" (Andreotti, 2021b) – eine Haltung, die es ermöglicht, mit den ökologischen und sozialen Grenzen unserer Zeit umzugehen und grundlegende Annahmen über Fortschritt und Kontrolle zu hinterfragen. So verschiebt sich der Fokus von bloßer Veränderungsbefähigung hin zu einer tiefen Reflexion über die Voraussetzungen von Wandel.

Damit stehen erweiterte Formen transformativer Bildung bzw. Bildung in Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung zur Diskussion, die sowohl individuelle als auch kollektive, transformative wie restaurative Prozesse anstoßen. Ziel ist eine Bildung, die relationale, emotionale und existenzielle Dimensionen gleichermaßen berücksichtigt (Butterer et al., 2023).

1.4 Lernräume des Wandels: Transformation als Prozess

Bildungsprozesse entwickeln sich einerseits biografisch bspw. durch Krisen (Koller, 2012), sie lassen sich aber auch durch Lernanlässe (Combe, 2006, 2010) in Verbindung mit initiierten Irritationen (Combe & Gebhard, 2012) anstoßen (Nohl, 2024). Aus fachdidaktischer Perspektive ist es für Letzteres zentral, Lernumgebungen zu gestalten, die Bildungsprozesse mit dem Inhalt „nachhaltige Entwicklung" ermöglichen, ohne normativ zu belehren. Vare und Scott (2007) unterscheiden hierzu zwischen BNE I („learning for sustainable development") und BNE II („learning as sustainable development"). Während BNE I ein instrumentelles, verhaltensorientiertes Verständnis verfolgt, zielt BNE II auf die Befähigung zu kritischer Reflexion und auf eine emanzipatorische Haltung. Beide Ansätze sollen sich ergänzen, um zwischen normativer Orientierung und kritischer Offenheit zu

vermitteln. Darauf aufbauend formulieren Pettig und Singer-Brodowski (2025) eine dritte Perspektive: BNE III, verstanden als transformative Bildung. Lernen wird hier als offener, relationaler Prozess in einer sich wandelnden Welt verstanden. BNE III integriert vier zentrale Dimensionen: (1) die Prozesshaftigkeit von Transformation, (2) die Überwindung dualistischer Mensch-Natur-Verhältnisse, (3) den reflektierten Umgang mit normativen und kontroversen Fragen und (4) die bewusste Einbeziehung emotionaler Erfahrungen. Diese Erweiterung reagiert auf die Grenzen instrumenteller und emanzipatorischer Ansätze (BNE I und BNE II) und verbindet BNE III mit einer ethischen Orientierung an sozial-ökologischer Gerechtigkeit in einer sich ständig wandelnden Welt.

Der ständige Wandel der Welt lässt sich auch aus einer Perspektive betrachten, die diese Veränderungen überfachlich in ihrer Komplexität analysiert: aus der Perspektive der Nachhaltigkeitswissenschaft. Je nach Zuordnung kann die Nachhaltigkeitswissenschaft dabei als eigenes Fach mit einer überfachlichen Perspektive verstanden werden – in diesem Sinne verwenden wir im Folgenden den Ausdruck „über-fachlich". Diese über-fachliche Perspektive soll im nächsten Schritt einbezogen werden, um das Verhältnis von Bildung und nachhaltiger Entwicklung weiter zu präzisieren.

1.5 Transformative Bildung und ihr Verhältnis zur Nachhaltigkeit(swissenschaft)

Die Abkürzung BNE überdeckt, dass je nach Verständnis von „Bildung" und „nachhaltiger Entwicklung" unterschiedliche normative und didaktische Implikationen entstehen. So bleibt im deutschsprachigen Diskurs das Bindeglied zwischen Bildung und nachhaltiger Entwicklung oft unscharf.

Bildung im Sinne einer „transformative ESD" (BNE III) zielt darauf, Lernende für die Prozesshaftigkeit gesellschaftlicher Veränderung zu sensibilisieren, Perspektiven zu erweitern und Emotionen als Teil von Erkenntnis ernst zu nehmen. Transformative Bildung, erweitert um restaurative Elemente (Lange, 2004) und relationales Denken (Pettig & Singer-Brodowski, 2025), dient dabei nicht äußeren Zielsetzungen, sondern der Selbstbildung in einer sich wandelnden Welt. Entsprechend eröffnet sie Lernprozesse „in relation with a changing world" (ebd., S. 179).

Die Nachhaltigkeitswissenschaft macht aus einer über-fachlichen Perspektive sichtbar, wie tiefgreifend sich diese Veränderungen bereits manifestieren – etwa durch das Unterschreiten sozioökonomischer und das Überschreiten ökologischer Grenzwerte und deren komplexe Wechselwirkungen (Rockström et al., 2023). Damit werden zugleich die damit verbundenen Fragen sozial-ökologischer und sozioökonomischer Gerechtigkeit virulent. In dieser über-fachlichen Perspektive lässt sich das Ziel nachhaltiger Entwicklung als „A just world on a safe planet" (Gupta et al., 2024) beschreiben. Diese wissenschaftliche Diagnose markiert damit auch den normativen Horizont, innerhalb dessen sich transformative Bildungsprozesse verorten.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die kategoriale Verbindung des formalen und des materialen Bildungsanspruches (Klafki, 1959) einer BNE III an Bedeutung. Für eine solche materiale Orientierung bieten sich die Erkenntnisse der Nachhaltigkeitswissenschaft an.

Ihr normativer Kern – „A just world on a safe planet" – kann als Bezugspunkt dienen, um den formalen Bildungsanspruch kategorial zu konkretisieren. Der materiale Bildungsaspekt bezieht sich auf die Nachhaltigkeitswissenschaft, auf gesellschaftliche Minimalstandards (sozioökonomische Grenzwerte), planetare Belastungsgrenzen (ökologische Grenzwerte) sowie und vor allem auf deren Wechselwirkungen (Gupta et al., 2024). Innerhalb dieser Grenzen eröffnen sich wiederum Handlungsspielräume für sozial und ökologisch orientierte Gerechtigkeit – und damit ein inhaltlich begründeter Rahmen für eine zukunftsfähige Bildung.

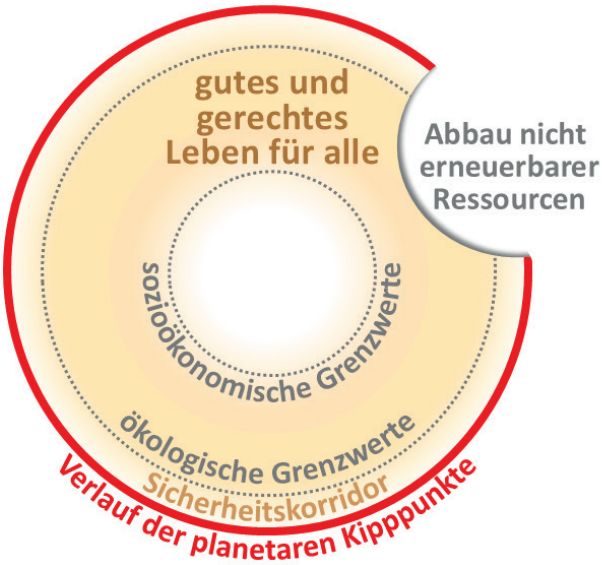
Ergänzend zu den bestehenden Varianten lässt sich – dem materialen Bildungsaspekt folgend – eine Perspektive formulieren, die BNE – neben anderen Varianten – als Bildung *in* nachhaltiger Entwicklung versteht und für die wir im folgenden Kapitel eine über-fachliche Gestaltungshilfe, das Modell des „Apfelrings mit Biss", anbieten: Die Erschließung zentraler Inhalte und Kategorien wird hier mit der Entwicklung grundlegender Denk-, Erfahrungs- und Handlungsformen verbunden. Bildung soll Lernräume eröffnen, in denen Lernende soziale und ökologische Grenzen sowie die damit verbundenen Gerechtigkeitsfragen (Gupta et al., 2024; Kortetmäki et al., 2025) aus einer über-fachlichen Perspektive erkennen und als Teil ihres eigenen Lebensvollzugs reflektieren können. Bildung erscheint damit als Prozess der Selbst- und Weltaneignung, der auf die Ausbildung kritisch-reflexiver Haltungen zielt (Pettig, 2021).

2 Nachhaltige Entwicklung zwischen planetaren und sozialen Grenzen – Der Apfelring mit Biss als über-fachliche Gestaltungshilfe einer BNE

Im Anschluss an die bildungstheoretische Perspektive einer Bildung in Nachhaltiger Entwicklung stellt sich die Frage, wie komplexe und kontroverse Themen (z. B. Ohl, 2013) nachhaltiger Entwicklung in Lernprozessen so gestaltet werden können, dass sie sowohl Orientierungswissen eröffnen als auch reflexive Auseinandersetzungen ermöglichen. Das Modell des Apfelrings mit Biss (Abb. 1) bietet hierfür einen über-fachlichen Bezugsrahmen, der Lehrkräften eine didaktische Planungshilfe an die Hand gibt. Es übersetzt zentrale Erkenntnisse der Nachhaltigkeitsforschung – insbesondere das Konzept der safe and just Earth System Boundaries (Gupta et al., 2024; Rockström et al., 2023) – in eine strukturierende und zugleich anschlussfähige Denkfigur.

Der Apfelring beschreibt jenen Raum, in dem der Verlauf planetarer Kipppunkte (äußere Schale) und sozioökonomische Mindeststandards (innerer Rand) miteinander in Beziehung stehen und in dem ein „gutes und gerechtes Leben für alle" (O'Neill et al., 2018) bzw. „a just world on a safe planet" (Gupta et al., 2024) möglich sein könnte. Die äußere Schale steht für ein durch Naturgesetze bedingtes Extrem, dessen Überschreitung irreversible Folgen hat. Zwei kommunikativ auszuhandelnde Linien markieren mögliche ökologische Grenzwerte – als Sicherheitskorridor – und sozioökonomische Grenzwerte, die gesellschaftliche Mindeststandards markieren. Der „Biss" verweist auf die Endlichkeit mineralischer und fossiler Ressourcen, deren bereits erfolgter Abbau zu einer fortschreitenden Einschränkung des guten und gerechten Lebens für alle führt.

Abb. 1: Apfelring mit Biss



Quelle: eigene Darstellung.

Als (über-)fachliches Gestaltungsmodell erlaubt der Apfelring Lehrkräften, Lernprozesse multiperspektivisch zu konzipieren – also über die Domänen der Natur-, Geistes- und Gesellschaftswissenschaften hinweg. Er macht sichtbar, dass nachhaltige Entwicklung kein harmonischer Zustand, sondern ein konfliktreicher Aushandlungsprozess ist, in dem wissenschaftliche, ethische und politische Perspektiven miteinander in Beziehung gesetzt werden müssen. Damit kann der Apfelring sowohl in der Themenwahl als auch in der methodischen Strukturierung als reflexiver Rahmen dienen, um Lerngegenstände multiperspektivisch und kontrovers zu erschließen (Lösch & Eis, 2018).

Gleichzeitig bietet das Modell eine fachliche Anbindung an die Nachhaltigkeitswissenschaft: Es verweist auf wissenschaftlich beschreibbare Systemzusammenhänge, die als Ausgangspunkt für eine vertiefte Analyse ökologischer und sozialer Wechselwirkungen dienen. Lehrkräfte können so überfachliche Reflexionsanlässe (z. B. Fragen nach Gerechtigkeit, Verantwortung oder Zukunftsfähigkeit) mit fachlich fundierten Inhalten (z. B. Klimadynamik, Ressourcenflüsse, soziale Indikatoren) verbinden. Der Apfelring fungiert damit als didaktische Brücke zwischen fachlich-wissenschaftlicher Erkenntnis und überfachlicher Bildungsperspektive.

Beispielhaft lässt sich dies am Thema globale und nationale Verteilungsgerechtigkeit verdeutlichen: Auf globaler Ebene können Lernende diskutieren, wie viel CO_2-Ausstoß oder Ressourcennutzung pro Kopf vertretbar ist. Die Struktur des Apfelrings hilft aufzuzeigen, dass der „globale Norden" historisch den größten Anteil an der Überschreitung planetarer Grenzen trägt und dass nicht weiterhin an die etablierten Paradigmen der Moderne (z. B. Wachstum, Technik, Fortschritt) angeknüpft werden kann („Hospicing Modernity" – Andreotti, 2021b), sondern dass sie zugleich Lernende darin unterstützen muss, die

Endlichkeit und Begrenztheit dieser Paradigmen zu reflektieren und sich für alternative Wissens- und Handlungsformen zu öffnen. Gleichsam kann aufgezeigt werden, dass viele Länder des „globalen Südens“ die Folgen besonders stark spüren. Hierzu könnten beispielsweise zwei ausgestaltete Apfelringe nebeneinandergestellt werden: einer, der die Überschreitungen des „globalen Nordens“ und einer, der die Überschreitungen des „globalen Südens“ aufzeigt (vgl. auch Fanning et al., 2022). Auch kann eine spezifische indigene Lebensweise im bzw. durch den Apfelring abgebildet werden, um deren Nicht-Überschreitung und restaurative Perspektive kenntlich zu machen.

Auf nationaler Ebene lässt sich analysieren, wie Klimaschutzmaßnahmen soziale Ungleichheiten verstärken oder mindern können. Solche Spannungsfelder werden nicht vermieden, sondern bewusst als Lernanlässe genutzt. Damit lassen sich auch restaurative Perspektiven reflektieren.

Im Sinne einer Bildung in Nachhaltiger Entwicklung dient der Apfelring somit als kritischer Kompass, der es ermöglicht, faktische, normative und politische Dimensionen didaktisch zu verschränken. Er strukturiert Lernräume, in denen Unsicherheiten, Zielkonflikte und Wertefragen bearbeitet werden können, und unterstützt Lernende dabei, Komplexität zu verstehen, Kontroversität auszuhalten (Ohl, 2013), Emotionen zu thematisieren und eigene Handlungsoptionen zu reflektieren.

Zugleich verdeutlicht das Modell, dass ökologische und sozioökonomische Grenzwerte nicht starr oder endgültig sind, sondern in einem fortlaufenden gesellschaftlichen Aushandlungsprozess entstehen, der durch die Schwelle der planetaren Kipppunkte und den bereits erfolgten Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen eingeschränkt ist. Der Apfelring mit Biss steht daher nicht für ein festgelegtes Ziel, sondern für einen dynamischen Möglichkeitsraum, in dem Lehrkräfte Bildungsprozesse gestalten können, die Transformation als offenen, kollektiven und reflexiven Prozess verstehen.

3 Limitation und Ausblick

Das Modell des Apfelrings mit Biss stellt bislang einen konzeptionellen Entwurf dar, der als eine erste Annäherung an eine Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft verstanden werden kann. Seine konkrete Ausarbeitung – etwa im Hinblick auf Kompetenzorientierung, Unterrichtsplanung oder Evaluation – bleibt zukünftigen Arbeiten in diesem Rahmen vorbehalten. Der Apfelring kann einerseits als fachliche Grundlage einer Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft fungieren und andererseits direkt im Unterricht, in Abhängigkeit der Klassenstufe in unterschiedlichen Aufbereitungsformen, thematisiert werden. Er kann als erster Baustein einer (Fach-)Didaktik gelten, die die Schnittstelle zwischen Nachhaltigkeitswissenschaft, BNE und transformativer Bildung erschließen könnte.

Literatur und Internetquellen

Andreotti, V. D. O. (2021a). The task of education as we confront the potential for social and ecological collapse. *Ethics and Education, 16* (2), 143–158. https://doi.org/10.1080/17449642.2021.1896632

Andreotti, V. D. O. (2021b). *Hospicing modernity: Facing humanity's wrongs and implications for social activism (sample chapters)*. North Atlantic Books. https://doi.org/10.1623176242.

Boström, M., Andersson, E., Berg, M., Gustafsson, K., Gustavsson, E., Hysing, E., Lidskog, R., Löfmarck, E., Ojala, M., Olsson, J., Singleton, B., Svenberg, S., Uggla, Y., & Öhman, J. (2018). Conditions for Transformative Learning for Sustainable Development: A Theoretical Review and Approach. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/SU10124479.

Butterer, H., Lingenfelder, J., & Pelzel, S. (2023). Kritische politische Bildung in sozial-ökologischen Krisen. In Y. Chehata, A. Eis, B. Lösch, S. Schäfer, S. Schmitt, A. Thimmel, J. Trumann & A. Wohnig (Hrsg.), *Handbuch Kritische politische Bildung* (S. 115–123). Wochenschau Verlag.

Combe, A. (2006). Hatten die schon Schuhe? Zur Theorie des Erfahrungslernens. *Pädagogik, 58* (6), 32–36.

Combe, A. (2010). Wie lassen sich in der Schule Erfahrungen machen? Lernen aus der Sicht der Erfahrungstheorie. *Pädagogik 62* (7/8), 72–77.

Combe, A., & Gebhard, U. (2012). *Verstehen im Unterricht. Zur Rolle von Phantasie und Erfahrung*. VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94281-0

Dittmer, A., & Gebhard, U. (2021). Zur Unverfügbarkeit von Bildungs- und Erfahrungsprozessen am Beispiel Natur. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (S. 1–18). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32455-0_1

Fanning, A. L., O'Neill, D. W., Hickel, J., & Roux, N. (2022). The social shortfall and ecological overshoot of nations. *Nature Sustainability, 5* (1), 26–36. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z

Fischler, H., Gebhard, U., & Rehm, M. (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 11–29). Springer. https://10.1007/978-3-662-56320-5_2

Gupta, J., Bai, X., Liverman, D. M., Rockström, J., Qin, D., Stewart-Koster, B., Rocha, J. C., Jacobson, L., Abrams, J. F., Andersen, L. S., Armstrong McKay, D. I., Bala, G., Bunn, S. E., Ciobanu, D., De Clerck, F., Ebi, K. L., Gifford, L., Gordon, C., Hasan, S., Kanie, N., & Gentile, G. (2024). A just world on a safe planet: A Lancet Planetary Health – Earth Commission report on Earth-system boundaries, translations, and transformations. *The Lancet Planetary Health, 8* (10), 813–873. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00042-1

Horlacher, R. (2016). *The educated subject and the German concept of Bildung: A comparative cultural history*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315814667

Humboldt, W. v. (1903). *Werke in fünf Bänden. Band 3: Schriften zur Anthropologie und Geschichte*. Cotta.

Jickling, B. (1992). Viewpoint: Why I don't want my children to be educated for sustainable development. *The Journal of Environmental Education, 23* (4), 5–8. https://doi.org/10.1080/00958964.1992.9942801

Klafki, W. (1959). Kategoriale Bildung. Zur bildungstheoretischen Deutung der modernen Didaktik. *Zeitschrift für Pädagogik, 5*, 386–412

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E., & Vollmer, H. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise.* Bundesministerium für Bildung und Forschung. https://www.pedocs.de/volltexte/2020/20901/pdf/Klieme_et_al_2003_Zur_Entwicklung_Nationaler_Bildungsstandards_BMBF_A.pdf

Kohnen, M., & Rott, D. C. (2023). Kritisches (Be-)Denken im Kontext eines Nachhaltigkeits-Dilemmas. *DDS – Die Deutsche Schule, 115* (2), 117–130. https://doi.org/10.31244/dds.2023.02.05

Koller, H.-C. (2012). *Bildung anders denken. Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse*. Kohlhammer. https://doi.org/10.17433/978-3-17-022843-6

Kortetmäki, T., Timmermann, C., & Tribaldos, T. (2025). Just transition boundaries: Clarifying the meaning of just transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions, 55* (100957). https://doi.org/10.1016/j.eist.2024.100957

Lange, E. A. (2004). Transformative and restorative learning: A vital dialectic for sustainable societies. *Adult Education Quarterly, 54* (1), 121–139. https://doi.org/10.1177/0741713603260276

Lange, E. A. (2023). *Transformative sustainability education: Reimagining our future*. Routledge. https://www.routledge.com/Transformative-Sustainability-Education-Reimagining-Our-Future/Lange/p/book/9780367747060

Lange, E. A. (2024). Composting modernity: Pedagogical practices for emplacing ourselves within the living world. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults, 15* (3), 239–259. https://doi.org/10.3384/rela.2000-7426.5214

Lipkina, J., & Yacek, D. (2023). Unterrichtliche Transformationsforschung – Formen bildsamer Erfahrung im schulischen Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 26* (4), 1105–1127. https://doi.org/10.1007/s11618-023-01168-6

Loparics, J. I. S. (2023). Nachhaltigkeit als transformatorischer Bildungsprozess: Wie wäre die Struktur der Selbst- und Weltverhältnisse im Sinne der Theorie transformatorischer Bildungsprozesse auf den Problemkomplex der nachhaltigen Entwicklung anzuwenden? *transformation.lernen, 10* (4). https://doi.org/10.53349/resource.2023.i4.a1209

Lösch, B., & Eis, A. (2018). Kritische Gesellschaftsanalysen und globale politische Bildung. *Zeitschrift für Didaktik der Gesellschaftswissenschaften, 9* (1), 43–60. https://doi.org/10.46499/1196.1189

Nohl, A.-M. (2024). Bildung, Gemeinwohlerziehung oder politische Erziehung für nachhaltige Entwicklung? In H. Kminek, M. Singer-Brodowski & V. Holz (Hrsg.), *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung im Umbruch? Beiträge zur Theorieentwicklung angesichts ökologischer, gesellschaftlicher und individueller Umbrüche* (S. 15–40). Barbara Budrich.

Ohl, U. (2013). Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. *Praxis Geographie, 3,* 4–8.

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. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4

Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R., Bhowmik, A., Hewitt, R. J., Lucht, W., Rockström, J., Allerberger, F., McCaffrey, M., Doe, S. S. P., Lenferna, A., Morán, N., van Vuuren, D. P., & Schellnhuber, H. J. (2020). Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 117* (5), 2354–2365. https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117

Pettig, F. (2021). Transformative Lernangebote kritisch-reflexiv gestalten. Fachdidaktische Orientierungen einer emanzipatorischen BNE. *GW-Unterricht, 34* (2), S. 5–17. https://doi.org/10.1553/gw-unterricht162s5

Pettig, F., & Singer-Brodowski, M. (2025). Learning in relation with a changing world: Thinking beyond ESD 1 and ESD 2 towards ESD 3. *Journal of Education for Sustainable Development*, 18 (2), 176–201. https://doi.org/10.1177/09734082251347383

Peukert, H., John, O., & Mette, N. (2023). Die Logik transformatorischer Lernprozesse und die Zukunft von Bildung. In H. Peukert, O. John & N. Mette (Hrsg.), *Bildung in gesellschaftlicher Transformation* (S. 100–116). Springer VS. https://doi.org/10.30965/9783657781065_010

Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S., Armstrong McKay, D. I., Bai, X., Bala, G., Bunn, S. E., Ciobanu, D., DeClerck, F., Ebi, K., Gifford, L., Gordon, C., Hasan, S., Kanie, N., Lenton, T. M., Loriani, S., … & Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. *Nature, 619* (7968), 102–111. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8

Schreiber, V., Krüger-Potratz, M., & Racherbäumer, K. (2023). Editorial zum Schwerpunktthema: Nachhaltigkeitsbildung – eine Herausforderung für die Schule. *DDS – Die Deutsche Schule, 115* (2), 89–93. https://doi.org/10.31244/dds.2023.02.02

Singer-Brodowski, M. (2016). Transformative Bildung durch transformatives Lernen. Zur Notwendigkeit der erziehungswissenschaftlichen Fundierung einer neuen Idee. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik, 1*, 13–17. https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?FId=3250553

Singer-Brodowski, M., & Kminek, H. (2023). Zu den Zielen von Bildung für nachhaltige Entwicklung und dem Stand der Implementierung im deutschen Schulsystem. *DDS – Die Deutsche Schule, 115* (2), 94–104. https://doi.org/10.31244/dds.2023.02.03

Vare, P., & Scott, W. (2007). Learning for a Change: Exploring the Relationship Between Education and Sustainable Development. *Journal of Education for Sustainable Development, 1* (2), 191–198. https://doi.org/10.1177/097340820700100209

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen). (2011). *Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation. Hauptgutachten*. WBGU. https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation

Wilhelm, M., & Rinaldi, S. (2023). Pädagogische Hochschulen als Leitinstitutionen auf dem Weg zu einer Didaktik der Nachhaltigkeitswissenschaft - Fünf Thesen zu Bildung in nachhaltiger Entwicklung. In P. Tremp (Hrsg.), *Nachdenken über Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Anregungen zur Weiterentwicklung der Pädagogischen Hochschulen in der deutschsprachigen Schweiz. Aus Anlass des 20-Jahre-Jubiläums der Pädagogischen Hochschule Luzern* (S. 136-145). https://doi.org/10.5281/zenodo.10033437

Wintersteiner, W., Glettler, C., Grobbauer, H., Peterlini, H.-K., Rauch, F., & Steiner, R. (2023). Transformative Bildung – ein Weg zur Nachhaltigkeit? Erwachsenenbildung für nachhaltige Entwicklung. *Kritischer Diskurs und gelebte Praxis, 49*. https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=27086

Markus Rehm, Prof. Dr., Institut für naturwissenschaftliche und technische Bildung, Pädagogische Hochschule Heidelberg.
E-Mail: rehm@ph-heidelberg.de, ORCID: 0000-0002-6265-4654
Korrespondenzadresse: Pädagogische Hochschule Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 561, 69121 Heidelberg

Michelle Hermann, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Fachdidaktik MINT und Nachhaltigkeit (IMN).
E-Mail: michelle.hermann@phlu.ch, ORCID: 0000-0002-0650-2373
Korrespondenzadresse: Pädagogische Hochschule Luzern, Sentimatt 1, CH-6003 Luzern

Katharina Kalcsics, Prof. Dr., Leiterin Fachdidaktik Zentrum NMG+NE (Natur, Mensch, Gesellschaft + Nachhaltige Entwicklung), Pädagogische Hochschule Bern.
E-Mail: katharina.kalcsics@phbern.ch, ORCID: 0000-0002-3295-6870
Korrespondenzadresse: Pädagogische Hochschule Bern, IPS, Fabrikstraße 8, CH-3012 Bern

Stefanie Rinaldi, Prof. Dr., Leiterin Institut für Fachdidaktik der Gesellschaftswissenschaften – UNESCO Chair on Education in Sustainability and Global Citizenship, Pädagogische Hochschule Luzern.
E-Mail: stefanie.rinaldi@phlu.ch, ORCID: 0000-0001-5543-885X

Fabio Schmid, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fachdidaktik der Gesellschaftswissenschaften (IGW).
Email: fabio.schmid@phlu.ch, ORCID: 0009-0003-5637-1134

Korrespondenzadresse: Pädagogische Hochschule Luzern, Frohburgstrasse 3, CH-6002 Luzern

Markus Wilhelm, Prof. Dr., Leiter Institut für Fachdidaktik MINT und Nachhaltigkeit (IMN) – UNESCO Chair on Education in Sustainability and Global Citizenship.
E-Mail: markus.wilhelm@phlu.ch, ORCID: 0000-0001-7846-5519
Korrespondenzadresse: Pädagogische Hochschule Luzern, Sentimatt 1, CH-6003 Luzern