

Das „Modell des Wasserkreislaufs“

Weder nachhaltig noch global gültig

1. Einleitung: Das Anthropozän als Herausforderung unseres bisherigen Denkens

Die These des Anthropozäns stellt uns vor große Herausforderungen – sowohl jeden einzelnen von uns als auch als Gesellschaft. Nimmt man die These ernst, dann irritiert sie über alle Maßen, stellt unsere bisherigen Gewissheiten infrage und zwingt uns, alles bisher für normal und selbstverständlich Gehaltene neu zu überdenken (Egner & Zeil 2019). Für die schulische Bildung wird das Anthropozän mittlerweile als „Denkrahmen für Bildungsprozesse“ (Sipl & Scheuch 2019), als fächerübergreifende „Querschnittsaufgabe“ (Niebert 2016, S. 80) und als „integratives Wissens- und Bildungskonzept“ (Leinfelder 2018) diskutiert. Es wird jedoch noch einiges an Arbeit und Zeit brauchen, bis das grundsätzlich veränderte Denken, das als Konsequenz aus der Hypothese des Anthropozäns erwächst, tatsächlich seine konkrete Umsetzung in Lehrplänen, Schulbüchern und durch entsprechend ausgebildetes Lehrpersonal findet.

Dieser Beitrag nutzt das Modell des globalen Wasserhaushalts als ein Beispiel, das in den Lehrplänen der Schule als Grundwissen in den Naturwissenschaften gelehrt und später an den Universitäten als selbstverständlich bekannt voraus gesetzt wird, um daran entlang nach Wegen des Denkens und Lehrens zu suchen, die für die Hypothese des Anthropozäns angemessenen sein können. Ich gehe dabei von zwei Grundannahmen aus, die der Argumentation dieses Beitrags den Rahmen geben:

(1) Unser Denken ist geprägt von Theorien und Modellen, auch wenn es uns im Alltag oftmals nicht bewusst ist. Wann immer wir etwas wahrnehmen, bietet unser Gehirn uns eine Erklärung dafür an. Das geht in der Regel blitzschnell, ohne dass wir bewusst darüber nachdenken. Über diese Fähigkeit verfügen wir offenbar bereits seit unserem frühesten Kindesalter, lange bevor wir Sprache erworben haben (vgl. Liu et al. 2019). Ein grundlegendes Verständnis von Korrelationen (Wechselbeziehungen) und Kausalitäten (Ursache-Wirkungs-Beziehungen) scheint in uns Menschen als Kernkompetenz angelegt zu sein. Wir bringen also bereits ein Set von Annahmen über das Funktionieren unserer Welt mit. Im Laufe unserer Sozialisation lernen wir dann weitere Theorien und Modelle, die unser Verständnis von „normal“ unserer Alltagswelt prägen, wobei uns oftmals die zugrundeliegende Theorie oder das Modell nicht bewusst ist. Treten neue Phänomene oder andere Erklärungsmuster für Bisheriges auf, entsteht zunächst eine Phase kognitiver Dissonanz (im Sinne von Festinger 2001/1957), bevor sie in unsere Alltagslogik integriert werden können. Die Hypothese des Anthropozäns stellt ein derartiges neues Erklärungsmuster bereit, das auf ganz umfassende Weise unsere impliziten und expliziten Theorien und damit unseren Denkrahmen herausfordert.

(2) Anders als die Fähigkeiten zu kausalen Erklärungen bringen wir ein Verständnis von Zeit nicht als Kernkompetenz mit in diese Welt. „Zeit“ müssen wir erst erlernen. Gleichzeitig ist Zeit das „unsichtbare Andere“ (vgl. Adams 1995, Adams 1998), das unser Denken und Handeln gleichermaßen fundamental strukturiert. Unser derzeitiges Verständnis von Zeit basiert weitgehend auf der Wahrnehmung unserer alltäglich-lebensweltlichen Verhältnisse und umfasst im besten Falle einige Jahrzehnte. Wenn wir sehr weit denken (und vielleicht in der Mitte unseres Lebens stehen), dann kann sich unsere heutige Zeitvorstellung noch in die Vergangenheit auf zwei Generationen vor uns (Großeltern) und in die Zukunft gerichtet auf die beiden Generationen nach uns (Enkel) erstrecken (außer wir sind Historiker*innen oder Geolog*innen, was jedoch die wenigsten von uns sein werden). Unsere alltagsweltlichen Möglichkeiten, Zeiträume zu erfassen, scheinen sich im Laufe des Lebens zu erweitern. Für Kinder, die „Zeit“ als Konzept und Strukturgeber des Lebens erst noch erlernen müssen, sieht Zeit anders aus als für ihre Eltern oder gar die Großeltern. Die Hypothese des Anthropozäns sensibilisiert uns dafür, dass für die Wahrnehmung und Nutzung unserer natürlichen Ressourcen ein Denken in ganz anderen Zeiträumen relevant ist, insbesondere wenn es sich dabei um fossile Ressourcen dreht, die sich nur in geologischen Zeiträumen erneuern (vgl. Görg 2016). Das Anthropozän lehrt uns, unsere Wahrnehmungsfähigkeit und damit unser Bewusstsein für jene Zeit, die in unseren Ressourcen steckt, zu erweitern, also gleichsam unsere Narrative über uns und die Welt an unsere „irdischen Verhältnisse“ (vgl. Zahnen 2015) anzupassen.

Was folgt? Kapitel 2 nimmt unser Verständnis von Wasser und insbesondere das Modell des Wasserkreislaufs in den Fokus und möchte daran zeigen, in welcher Weise unser Blick in die Welt und unser Normalitätsverständnis durch solche Modelle geprägt werden. Die Hypothese des Anthropozäns sowie die damit zusammengefasste globale Veränderungsdynamik erlaubt, ein als sicher angenommenes „Wissen“ zu hinterfragen, unseren Denkrahmen neu zu justieren und eine neue Erzählung zu beginnen, die veränderter Theorien und Modelle bedarf. Kapitel 3 zieht einige mögliche Schlussfolgerungen für die Lehre aus dem Beispiel. Ergänzt wird der Beitrag durch zwei Exkurse, wodurch sich der Text auf dreierlei Wegen lesen lässt: Kapitel 1, 2 und 3 legen den argumentativen Pfad und enden mit möglichen Weisen, das Modell des Wasserkreislaufs im Unterricht umzusetzen (Leseweg 1, gleichsam für Pragmatiker*innen empfohlen). Für jene, die eine erweiterte theoretisch-konzeptionelle Einbettung der Argumentation in die grundlegenden Fragen der gesellschaftlichen Naturverhältnisse vorziehen, sei die ergänzende Lektüre von Exkurs 1 „Veränderungen der Mensch-Natur-Verhältnisse im Anthropozän“ empfohlen. Jene Leser*innen, die darüber hinaus auch ein Interesse an erkenntnistheoretischen Fragen treibt, bietet Exkurs 2 vielleicht einige Anregungen.

Exkurs 1: Mensch-Natur-Verhältnisse im Anthropozän radikal anders

Was bedeutet es für unsere Vorstellung von „Natur“, wenn wir akzeptieren, dass wir Menschen *die* dominierende Größe auf dem Planeten geworden sind (vgl. Egner 2017a)? Damit ist gleichzeitig gesagt, dass wir auf *alle* natürlichen biochemischen und geophysikalischen Prozesse einwirken (vgl. Zalasiewicz et al. 2017), und dies in einem solchen Ausmaß, dass wir damit sogar unsere Lebensgrundlagen gefährden. Was ist dann noch „Natur“? Es scheint, als würden sich mit dem Anthropozän unsere Vorstellungen von „Natur“ zwangsläufig auf-

lösen. Wenn die „Natur“ verschwindet, hat dies gleichzeitig Auswirkungen auf unser Menschenbild, also unsere Vorstellungen davon, wer wir als Menschen sind und was uns zentral ausmacht. Seit Jahrtausenden haben wir uns als etwas definiert, das der Natur gegenübersteht. Die Natur war gleichsam unser Gegenstück, das wir brauchten, um zu bestimmen, wer wir sind. Dabei galt vor allem unser Bewusstsein als das zentrale Element, das uns über die Natur erhebt und das uns zu etwas deutlich anderem werden lässt, als es die Natur selbst ist. Gleichzeitig ist der Zusammenhang von Mensch und Natur in den Wissenschaften seit Jahrtausenden eine ungelöste Frage. Wenn also mit der Hypothese des Anthropozäns die Natur (oder besser: unsere Vorstellungen von ihr) verschwindet, dann verschwindet gleichzeitig auch unsere Vorstellung von uns selbst. Die Erschütterung dieser Vorstellungen ist einer der Gründe, warum die Hypothese des Anthropozäns unser Weltbild und unsere Vorstellungen von der Ordnung der Welt auf so fundamentale Weise herausfordert.

Eine Möglichkeit, sich der Frage danach zu nähern, was „Natur“ und „Mensch“ im Anthropozän bedeuten und in welchem Verhältnis sie zueinander stehen, kann die Suche nach einem neuen „Wir“ sein. Mir scheint es z.B. problematisch, von „dem Menschen“ zu sprechen, wie das ganz üblich ist, auch in Schulbüchern und im Unterricht. Hier ist üblicherweise die Rede von „dem Menschen“, der zu den Umweltveränderungen geführt hat, die wir mit dem Anthropozän diagnostizieren. Die Rede von „dem Menschen“ als Verursacher von etwas spricht auf eine so allgemeine und so distanzierte Weise über einen Sachverhalt, als könnten die Problemlagen, die durch „den Menschen“ verursacht werden, durch irgendjemand anderen gelöst werden. So ist es jedoch nicht. Weder ist die Problemlage durch irgendjemanden zu lösen, noch ist es irgendjemand anderes, der sie verursacht. Es sind „wir“, wir alle, alle Menschen – und zwar unabsichtlich. Ohne es zu wollen wurden wir zu einer geophysikalischen Größe, allein durch die gelebte Wirtschaftspraxis in neoliberaler Manier und dies von einer stetig steigenden Anzahl an Menschen.

Der Geologe Reinhold Leinfelder spricht in seinem Science-Blog „Der Anthropozäniker“ von der „Unwelt statt Umwelt“ (Leinfelder o. J.). Wen meint dieses Uns in der Welt im Anthropozän? Sind das auch unsere Mitlebewesen (die so genannten Ko-Spezies)? Also Steinböcke, Murmeltiere, Adler, Fische, Käfer, Stechmücken ...? Wie ist es mit anderen Elementen unserer physischen Umwelt, jenseits der Tiere? 2017 wurde von drei Bundesverfassungsgerichten in unterschiedlichen Ländern unabhängig voneinander *Flüssen* erstmals gerichtlich der Status einer „juristischen Person“ zuerkannt (*Ganges* und *Yamuna* in Indien, *Whanganui* in Neuseeland und *Rio Atrato* in Kolumbien; vgl. Strang 2020). Wie ist das zu verstehen? Welche Rechte und Pflichten können an eine juristische Person „Fluss“ herangetragen werden? Und ganz grundsätzlich: Wie kann ein Fluss eine „juristische Person“ werden, wenn wir gleichzeitig den uns ähnlichsten Tieren (Primaten) sowie jenen Wesen, die unser Leben erleichtern sollen und in die wir sehr viel Geld und Mühe investieren, damit sie das tun (Künstlichen Intelligenzen), den Personenstatus und damit Menschenrechte verweigern?

All dies sind offene Fragen, die jedoch – lässt man sie einmal spielerisch gedanklich zu – jegliches Lehren/Lernen verändern und das Bewusstsein für ein neues Verständnis mit Blick auf das Anthropozän öffnen.

2. Der Fall: Das Modell des Wasserkreislaufs

Das Modell des Wasserkreislaufs ist ein konkretes und überschaubares Beispiel, an dem sich zeigen lässt, dass alle unsere Erklärungen über die Welt nichts anderes als „sinnstiftende Erzählungen“ sind, entstanden in einem konkreten Kontext und versehen mit einer beschränkten Gültigkeit. Der Begriff der „Erzählung“ (oder mit dem Fachbegriff: „Narrativ“) erscheint mir zentral. Ich folge damit Yuval Noah Harari, der darauf hinweist, dass wir „Sapiens“ deshalb die Welt beherrschen, weil nur wir in der Lage sind, uns gegenseitig Geschichten zu erzählen, an die wir dann mit ganzem Herzen glauben und unter Umständen sogar bereit sind, dafür in den Krieg zu ziehen. Gleichzeitig zeigt die gesamte Geschichte: „Früher oder später löst sich dieses Sinngeflecht, das wir erfunden haben, auf und wenn wir zurückblicken, fällt es uns schwer zu begreifen, wie irgendjemand es jemals ernst nehmen konnte“ (Harari 2017, S. 207). Wie ein Blick in die Wissenschaftsgeschichte zeigt, gilt dies auch für wissenschaftliche Erzählungen. Behalten wir also im Blick: Auch unser aktuelles, als sicher angenommenes Wissen, das wir in der Schule und den Universitäten weiterreichen und weiterentwickeln, besteht aus nichts anderem als Erzählungen, deren Sinngeflechte sich früher oder später auflösen werden.

In wissenschaftlichen Erzählungen bilden Theorien und Modelle die Struktur und das Gerüst, an dem entlang erzählt wird. Vor der näheren Betrachtung der Erzählungen über Wasser und das Modell des globalen Kreislaufs erscheint mir ein kurzer Blick auf diese Grundstruktur hilfreich, auch um damit die Unterscheidung zwischen Theorie und Welt in Erinnerung zu rufen.

2.1 Grundlegendes zur Struktur von „Erzählungen“: Theorien und Modelle

Die Begriffe „Theorie“ und „Modell“ werden oftmals synonym verwendet. Sie meinen jedoch Unterschiedliches und verweisen auf verschiedene Aspekte unseres Denkens in einer Erklärung. Theorien lassen sich in einem ganz basalen Sinn als „Annahmen über kausale Zusammenhänge“ (Egner 2010, S. 9) verstehen. Diese einfache Definition gilt für wissenschaftliche Theorien wie auch für jegliche Annahmen über Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die wir im Alltag vornehmen. Zwar haben Theorien das Potenzial, auf empirische Phänomene angewendet zu werden, diese Anwendung findet jedoch oft mit Hilfe von Modellen statt (vgl. Bailer-Jones 2004, S. 140). Ein Modell ist eine für bestimmte Zwecke vereinfachende Darstellung mit drei zentralen Merkmalen (vgl. Stachowiak 1973, S. 23 f.):

1. *Abbildung*. Ein Modell ist ein Abbild von etwas, eine Repräsentation natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können.
2. *Verkürzung*. Ein Modell erfasst nicht alle Attribute des Originals, sondern nur diejenigen, die relevant erscheinen (relevant für diejenigen, die das Modell erzeugen oder für diejenigen, die es nutzen sollen).
3. *Pragmatismus* (Orientierung am Nützlichen). Ein Modell ist einem Original nicht von sich aus zugeordnet. Die Zuordnung wird vielmehr durch die Fragen: „Für wen? Warum? Wozu?“ bestimmt.

Ein Modell ist somit bereits interpretiert (da im Zusammenhang mit einer bestimmten Theorie entwickelt) und zweckgerichtet. Weder Modelle noch Theorien sind ein Abbild der

Realität, sondern eine sinnstiftende Erzählung über Aspekte der Wirklichkeit. Gleichwohl sind wir gerade bei naturwissenschaftlichen Erkenntnissen leicht versucht, Theorien für die Realität zu nehmen, insbesondere wenn sich viele Belege für die Theorie finden lassen. So ist beispielsweise für einige in der Biologie die Evolution „keine Theorie“, sondern „Naturgeschichte“ und „Gegebenheit wie Erdgeschichte und Geschichte des Kosmos“ (Reichhoff 2009, S. 165) und damit – in der Auseinandersetzung mit dem Kreationismus beispielsweise – nicht verhandelbar. In einer unmittelbaren Antwort auf diese Sichtweise hat der Architekturwissenschaftler Wolfgang Sonne zu Recht auf den „Unterschied zwischen Theorie und Objekt“ hingewiesen, und darauf, dass „die Wissenschaft den Streit [mit dem Kreationismus] argumentativ nur gewinnen kann, gerade indem sie darauf insistiert, dass Darwin eine Theorie entwickelt hat“ (Sonne 2009, S. 272).

Über Theorien lässt es sich auseinandersetzen, über Glaubensinhalte nicht. Diese Unterscheidung erachte ich in jeder Form von Bildung als zentral.

2.2 Unser bisheriges Normal: Die hydrologische Erzählung über den Wasserkreislauf

Wasser macht unsere Erde mehr als alles andere einzigartig in unserem Sonnensystem. Nicht umsonst wird die Erde auch als „blauer Planet“ bezeichnet. Darüber hinaus ist Wasser ein wichtiger Bestandteil aller Lebewesen: Ohne Wasser können weder Pflanzen noch Tiere, noch wir Menschen, überhaupt existieren. Gleichwohl können wir den weitaus überwiegenden Teil des irdischen Wassers nicht nutzen (Tabelle 1), da es sich um Salzwasser oder gebundenes Wasser handelt. Die Ozeane bedecken gut zwei Drittel der Erdoberfläche und enthalten mehr als 96 % des Wassers der Erde, das aufgrund seines Salzgehalts nicht von uns Menschen genutzt werden kann. Nur 2,5 % der globalen Wassermasse ist Süßwasser, das sich unterirdisch und in Flüssen, Seen und Gletschern befindet. Letztere enthalten etwa 70 % unseres Süßwassers, das somit für uns ebenfalls nicht zugänglich ist. Obwohl frisches Grundwasser den winzigen Bruchteil von weniger als 1 % der Hydrosphäre ausmacht, ist es unsere Hauptressource. Zur Veranschaulichung: Setzt man eine 1-Liter-Flasche (1.000 ml) Wasser als den gesamten globalen Wasserkörper der Erde, dann steht uns weniger als ein halbes Schnapsglas (< 8 ml) davon als Ressource zur Verfügung.

Der globale Wasserkörper unterliegt einer ständigen Dynamik – Wasser fällt als Regen oder Schnee vom Himmel, versickert, verdunstet und fließt in Bächen und Flüssen, landet irgendwann in einem der Meere, verdunstet, fällt als Regen oder Schnee vom Himmel, versickert, verdunstet und fließt in Bächen oder Flüssen ... Diese Dynamik wird im Modell des globalen Wasserkreislaufs abgebildet, das in allen Schulbüchern zum Thema Wasser zu finden ist.

Tabelle 1: Geschätzter globaler Wasserkörper (Daten aus Lutgens et al. 2013, S. 6; Anteil des für uns verwertbaren Wassers *kursiv*).

Salzwasser	97,44 %
Meere	96,50 %
salzhaltiges Grundwasser + Seen	0,94 %
Süßwasser	2,56 %
Gletscher	1,76 %
<i>Grundwasser</i>	0,77 %
Bäche, Seen, Bodenfeuchtigkeit, Atmosphäre	0,03 %

In der Hydrologie gilt das Modell des Wasserkreislaufs als *das* Konzept. Der Kreislauf wird als etwas Immanentes der Natur betrachtet und nicht als Modell, dem gewisse Theorien (= Annahmen über kausale Zusammenhänge) zugrunde liegen. Das Modell des Wasserkreislaufs behandelt „alles Wasser“ und erklärt somit für die Hydrolog*innen alle Umstände in der Hydrosphäre auf der Erde. Der Wasserkreislauf gilt als global gültig und unwandelbar, als in der Natur verankert.

2.3 Erweiterung der Zeit: Die geologische Erzählung von unserem Wasser

Das Modell des Wasserkreislaufs setzt das Vorhandensein des globalen Wasserkörpers als selbstverständlich voraus. Das Wasser ist da und wird in einer globalen Dynamik durch Atmosphäre, Land und Meere bewegt. Woher das irdische Wasser ursprünglich stammt, ist bis heute nicht vollständig geklärt (vgl. ESA European Space Agency 2011). Klar dagegen scheint zu sein, dass es sich um einen relativ stabilen Wasserkörper handelt, also weder neues Wasser hinzukommt, noch altes Wasser verloren geht (von geringen Mengen abgesehen und in den für uns relevanten Zeiträumen gedacht). Wir müssen also mit dem Wasser, das uns auf unserer Erde zur Verfügung steht, zurechtkommen.

Die Dynamik des globalen Wasserkreislaufs wirkt wie eine große Waschmaschine und sorgt dafür, dass wir „gebrauchtes“ oder verschmutztes Wasser irgendwann „gereinigt“ zurückbekommen. Das ist zumindest der Eindruck, den wir gewinnen können, da wir ja bislang immer wieder über frisches Grundwasser verfügen, das in bester Qualität als Trinkwasser genutzt wird. Das klingt zunächst sehr beruhigend, allerdings nur so lange wie die zeitliche Dimension unklar bleibt, in der diese „Reinigung“ passiert. Aus Schätzungen in der Geologie geht hervor, dass der globale Wasserkörper ca. 3.200 Jahre benötigt, um einmal den globalen Wasserkreislauf zu durchlaufen (vgl. Lutgens et al. 2013, S. 7). Rechnet man dies auf die Zeit der Existenz unseres Planeten (4,5 Milliarden Jahre) um, bedeutet es, dass jeder Tropfen unseres Trinkwassers in der Vergangenheit bereits mehr als 1,3 Millionen Mal (!) recyclet wurde. Unser aktuelles Trinkwasser war also ca. 1.200 v. Chr. zuletzt in der Nutzung. Blickt man in die Zukunft, dann müssten wir 128 Generationen lang warten (bei einer Annahme von 25 Jahren/Generation), bis das Wasser, das wir heute global „verbrauchen“ (verschmutzen), uns „gereinigt“ wieder zur Verfügung steht. Das wären dann unsere Ur-Ur-

Jamie Lintons Studie über Wasser zeigt an dem sehr konkreten Beispiel des Modells des globalen Wasserkreislaufs, wie sich Wissen in spezifischen sozialen und geographischen Kontexten herausbildet, sich daraus eine zeitlich und örtlich begrenzte „sinnstiftende Erzählung“ entwickelt, die dann von ihrem Entstehungskontext unabhängig wird und stabile Muster der sozialen Wahrnehmung und Beurteilung herausbildet. Die „Sinnstiftung“ der Erzählung liegt darin, dass sie eine leicht verständliche und fast praktische Anleitung für die Sinneswahrnehmung unseres Seins in dieser Welt ermöglicht, die sich zudem in andere Wissensbestände einfügt und so die Komplexität der Welt um uns herum weitgehend reduziert. Gleichzeitig lässt Jamie Lintons Analyse den Schluss zu, dass das Modell des Wasserkreislaufs zum einen dazu beigetragen hat, unseren Umgang mit Wasser in einer nicht-nachhaltigen Weise zu strukturieren und zum anderen, Vorurteile zu bestärken und soziale Ungleichheit zu manifestieren. Das Modell ist daher weder nachhaltig noch global gültig. Mir scheint es an der Zeit, dass wir nach angemesseneren Wegen für unsere Wahrnehmung von und unseren Umgang mit Wasser suchen.

Exkurs 2: Erkenntnistheoretische Fragen im Anthropozän

Die Hypothese des Anthropozäns verweist auf eine Welt komplexer dynamischer Strukturen, mit selbstorganisierenden und selbstreferenziellen Phänomenen, bei denen wir Menschen als einer von mehreren untrennbar miteinander verflochtenen Treibern hochwirksam sind. Pointiert könnte man sagen, dass unsere traditionellen Sichtweisen von Epistemologie und Ontologie in einer Welt entwickelt wurden, die einfacher und langsamer gewesen zu sein schien. Zumindest hatten wir aufgrund der grundsätzlichen Trennung von Natur|Kultur, Sinn|Materie, Leib|Seele usw. den Eindruck, dass sich unsere Wirklichkeit leichter in Segmente und Einheiten unterteilen ließ, die mithilfe von Spezialwissenschaften losgelöst von allem anderen *en detail* untersucht werden können. Die grundlegend veränderte Situation im Anthropozän dagegen benötigt andere Zugänge, solche, die Prozesse anstelle von Objekten in den Mittelpunkt stellen (z.B. Whitehead 1987; Sohst 2009), und gleichsam den Blick auf das Dazwischen und nicht auf voneinander getrennte Entitäten richtet. Eine Perspektive also, die weder die Materialität der Welt als unabhängig und losgelöst von uns Menschen, noch uns Menschen als unabhängig und losgelöst von der Materie begreift (vgl. Egner 2017b). Erste Hinweise auf diese grundlegenden Veränderungen unserer Weltsicht gaben die Experimente der Quantenphysik vor knapp 100 Jahren mit dem Befund, dass der Beobachtungskontext die Beobachtung bestimmt und damit wir Menschen mit unserem Bewusstsein immer auch Teil der Experimente sowie Teil unserer Wissenschaft sind. In die Physik ist dieses Wissen mittlerweile integriert – ihr ist bewusst, dass sie nicht mehr beschreibt, was wirklich *ist*, sondern das beschreibt, was sie über die Natur aussagen *kann* (vgl. Aspelmeyer 2018).

Auf erkenntnistheoretischer Ebene finden sich bereits Vorschläge für radikal neue Zugänge. Basierend auf quantenphysikalischer Einsicht schlägt beispielsweise Karen Barad „Phänomene“ anstelle von unabhängigen Objekten mit inhärenten Grenzen und Eigenschaften als primäre ontologische Einheit vor (Barad 2007, Barad 2012, Barad 2015). Bei ihrem Konzept des agentialen Realismus geht es ihr um eine Ontologie, die *Verbundenheit* als Ausgangspunkt des Denkens nimmt und auf der grundlegenden Annahme aufsetzt, dass „Getrenntsein keine inhärente Eigenschaft der Welt“ sei (Barad 2007, S. 136). Damit begreift Barad sowohl das So-Sein von uns Menschen als auch alle Manifestationen in unserer Welt

als ein Ergebnis von „Intra-Aktionen“, im Gegensatz zu „Interaktionen“ zwischen unterschiedlichen Entitäten. Sowohl die Welt als auch das Bewusstsein über die Welt entstehen nur in, durch und aufgrund ihrer wechselseitigen Verschränkung miteinander und nicht durch ihre Trennung. Barads Sichtweise auf die untrennbar verschränkte Verbindung von Bewusstsein und Materie, aus der wir selbst sowie die Welt immer wieder, und immer wieder neu, hervorgehen, erscheint mir für das Denken im Anthropozän als guter Ausgangspunkt.

3. Gedanken zum Wasserkreislauf-Lehren/Lernen im Anthropozän

Unsere Wahrnehmung hat sich durch die Hypothese des Anthropozäns für die Komplexität der Welt geöffnet – es ist daher nicht die Welt, die komplexer geworden ist, uns ist nur die Komplexität der Welt ein Stück bewusster geworden. Der „Denkrahmen“ (Sippl & Scheuch 2019) des Anthropozäns erlaubt (und erfordert) es, von einfach zu lernenden und einfach zu vermittelnden Inhalten in der Bildung mit eindeutigen Antworten wie richtig/falsch, ja/nein usw. fortzuschreiten und sich komplexeren Inhalten hinzuwenden, die eine abwägende Begründung im Sinne von „sowohl ... als auch“, „es kommt darauf an ...“ oder „mehr oder weniger ...“ erfordert und dies möglichst früh in der schulischen Bildung. Die Umsetzung so grundlegend neuer Sichtweisen beim Lehren/Lernen im Anthropozän fordert einiges, von Lehrenden wie Lernenden:

- Offenheit für verändertes Denken und ein Einlassen auf ein denkendes Erforschen auf noch nicht vorgespurten Wegen. Sowohl bei der Vorbereitung, als auch im Unterricht.
- Kompetenzen im Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen – das dürfte für Lehrende eine größere Herausforderung sein als für Schüler*innen, denn letztlich fordert es die Lehrenden dazu auf, ihren inneren Standpunkt, von dem aus sie ihre Lehre betreiben, von „wissend“ zu „denkend erkunden“ zu verändern.

Für die konkrete – und im besten Fall interdisziplinäre – Umsetzung zum Modell des Wasserkreislaufs im Unterricht können folgende Überlegungen hilfreich sein:

- In unteren Jahrgangstufen kann das Modell des Wasserkreislaufs zur Erklärung der prinzipiellen Annahmen über Wasser genutzt werden. Bereits hier kann auf die lokalen Erfahrungen zurückgegriffen werden, z.B. die zunehmenden Dürrejahre in unseren Breiten, flankiert mit Starkregenereignissen und anderen extremen Wetterlagen, um zu verdeutlichen, dass es sich um ein „Modell“ handelt, das einer regionalen Anpassung bedarf.
- In höheren Jahrgangstufen kann das Modell des Wasserkreislaufs dazu dienen in Gruppen zu erarbeiten,
 - wie Wissen (z.B. in Form von Modellen) kontextgebunden entsteht und somit auch eine beschränkte Gültigkeit hat (zeitlich, örtlich).
 - welche Aspekte in dem Modell berücksichtigt und welche Erfahrungen im Umgang mit Wasser ausgeblendet werden.
 - welche sozialen Konsequenzen mit dieser Form des Wissens einhergehen, inwiefern durch Modelle und Theorien soziale Wirklichkeit geschaffen wird und z.B. soziale Ungleichheit, Machtunterschiede usw. manifestiert/verstärkt/abgebaut/... werden.
 - welche Alternativen es geben könnte, Wasser und unseren Umgang damit in einem Modell darzustellen.
- ...

Ein kleines *Gedankenexperiment* mag helfen, sowohl die zeitliche Dimension geologischer Zeiträume, als auch das Wunder frischen Trinkwassers sowie die Verbundenheit von uns Menschen mit der Welt spürbar zu machen: Wir haben oben gelernt, dass der globale Wasserkörper seit Anbeginn der Erde nahezu unverändert ist und ca. 3.200 Jahre benötigt, um einmal vollständig durch den Wasserkreislauf zu gehen. Wassermoleküle scheinen extrem persistent zu sein, d.h. es ist wahrscheinlich, dass ein großer Teil der Wassermoleküle von heute die gleichen Wassermoleküle sind wie bereits seit Anbeginn des Wassers auf unserer Erde. Zieht man den Aspekt mit ein, dass Wasser der Hauptbestandteil der Flüssigkeiten der meisten lebenden Organismen ist, kann man ferner davon ausgehen, dass jeder Wassertropfen Teil von Lebewesen gewesen ist (vgl. Fishman 2011, Maxwell & Yates 2012). Nehmen wir zum Beispiel die Dinosaurier: In den mehr als 180 Millionen Jahren ihres Bestehens als dominierende Tiergruppe auf der Erde hat der globale Wasserkörper den Wasserkreislauf mehr als 60.000 Mal durchlaufen. Damit können wir sicher sein, dass das gesamte Wasser auf der Erde im Laufe der Zeit durch mindestens ein Paar Dinosaurier-Nieren und selbstverständlich auch durch viele andere Verdauungssysteme geflossen ist. Vor dem Hintergrund dieses Gedankenexperiments könnten Sie als Lehrende mit Ihren Schüler*innen gemeinsam einen Schluck Wasser trinken, und damit reines, farbloses, durchsichtiges, geschmackloses, geruchloses recyceltes Dinosaurierpipi zu sich nehmen. Was macht das mit Ihnen? Das Zulassen des Gefühls von verschränkter Wasser-Materie und Wasser-Bedeutung könnte eine andere Art und Weise ermöglichen, unserem Sein in dieser Welt einen Sinn zu geben: nämlich Teil der Weltprozesse zu sein, anstatt sich getrennt von ihnen zu empfinden. Prosit!

Literatur

- Adams, Barbara (1995): *Timewatch. The social analysis of time*. Oxford: Blackwell.
- Adams, Barbara (1998): *Timescapes of modernity. The environment and invisible hazard*. London: Routledge.
- Aspelmeyer, Markus (2018): Alternative Wahrheiten. Die Konstruktion der Wirklichkeit. Österreichische Forschungsgemeinschaft: Österreichischer Wissenschaftstag, 13–14.
- Bailer-Jones, Daniela M. (2004): Realist-Sein im Blick auf naturwissenschaftliche Modelle. In: Halbig, Christoph & Christian Suhm (Hg.): *Was ist wirklich? Neuere Beiträge zu philosophischen Realismusdebatten*. Frankfurt /M.: ontos, 139–161.
- Barad, Karen (2007): *Meeting the universe halfway. Quantum Physics and the entanglement of matter and meaning*. Durham and London: Duke UP.
- Barad, Karen (2012): *Agentieller Realismus*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Barad, Karen (2015): *Verschränkungen*. Berlin: Merve.
- Egner, Heike (2010): *Theoretische Geographie*. Darmstadt: WBG.
- Egner, Heike (2017a): Was bedeutet das Anthropozän für uns als Gesellschaft? In: Nationalpark Hohe Tauern (Hrsg.): *Anthropozän – ein neuer Blick auf die Erde als unseren Lebensraum*. Großkirchheim 25./26.09.2017. 17–21.
- Egner, Heike (2017b): Neither realism nor anti-realism: How to approach the Anthropocene? In: Kanzian, Christian, Sebastian Kletzl, Josef Mitterer & Katharina Neges (Hg.): *Realism – Relativism – Constructivism. Proceedings of the 38th International Wittgenstein Symposium in Kirchberg am Wechsel*. Berlin: De Gruyter, 153–166.

- Egner, Heike & Moremi Zeil (2019): Das Anthropozän – ein begriffliches Erdbeben (nicht nur für die Geographie). In: Egner, Heike & Horst Peter Groß (Hg.): *Das Anthropozän. Interdisziplinäre Perspektiven auf eine Krisendiagnostik*. München: Profil, 15–32.
- ESA European Space Agency (2011): Did Earth's oceans come from comets? Online unter: www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Herschel/Did_Earth_s_oceans_come_from_comets (abgerufen am 15.03.2020).
- Festinger, Leon (2001/1957): *A theory of cognitive dissonance*. Stanford: Stanford UP.
- Fishman, Charles (2011): *The big thirst. The secret life and turbulent future of water*. New York: Free Press.
- Görg, Christoph (2016): Zwischen Tagesgeschäft und Erdgeschichte. Die unterschiedlichen Zeitskalen in der Debatte um das Anthropozän. *GAIA*, 25 (1), 9–13.
- Harari, Yuval Noah (2017): *Homo Deus. Eine Geschichte von Morgen*. München: C.H. Beck.
- Leinfelder, Reinhold (2018): Das Anthropozän. Ein integratives Wissenschafts- und Bildungskonzept. *Gemeinsam lernen. Zeitschrift für Schule, Pädagogik, Gesellschaft*, (3), 8–14.
- Leinfelder, Reinhold (o. J.): Der Anthropozäniker. Unswelt statt Umwelt. Online unter: <https://scilogs.spektrum.de/der-anthrozoaeniker/> (abgerufen am 16.01.2020).
- Linton, Jamie (2008): Is the Hydrologic Cycle Sustainable? A Historical-Geographical Critique of a Modern Concept. *Annals of the Association of American Geographers*, 98 (3), 630–649.
- Linton, Jamie (2010): *What is water? The history of a modern abstraction*. Vancouver: UBC Press.
- Liu, Shari, Neon B. Brooks & Elizabeth S. Spelke (2019): Origins of the concepts of cause, cost, and goal in prereaching infants. *PNAS*, 116 (36), 17747–17752.
- Lutgens, Frederick K., Edward J. Tarbuck & Dennis Tasa (2013): *Foundations of Earth Science*. Essex: Pearson Education Ltd.
- Maxwell, Steve & Scott Yates (2012): *The future of water. A startling look ahead*. Denver: American Water Works Association.
- Niebert, Kai (2016): Nachhaltig lernen im Anthropozän. In: Schweer, Martin K. W. (Hrsg.): *Bildung für nachhaltige Entwicklung in pädagogischen Handlungsfeldern*. Frankfurt/M.: PL Academic Research, 77–94.
- Reichholf, Josef H. (2009): Wehret den Anfängen. *Forschung & Lehre*, 16 (3), 165.
- Sippl, Carmen & Martin Scheuch (2019): Das Anthropozän als Denkraum für Bildungsprozesse. Eine Projektskizze. In: Kirner, Leopold, Bernhard Stürmer & Elisabeth Hainfellner (Hrsg.): *Einblicke in ausgewählte Forschungsfelder der Agrar- und Umweltpädagogik*. Innsbruck: Studienverlag, 107–119.
- Sohst, Wolfgang (2009): *Prozessontologie. Ein systematischer Entwurf der Entstehung von Existenz*. Berlin: xenomoi.
- Sonne, Wolfgang (2009): Ein Lob der Theorie. Wider den Fundamentalismus in den Wissenschaften. *Forschung & Lehre*, 16 (4), 272–273.
- Stachowiak, Herbert (1973): *Allgemeine Modelltheorie*. Wien u.a.: Springer.
- Strang, Veronica (2020): The rights of the river. Water, culture and ecological justice. In: Kopriva, Helen & Haydn Washington (Hrsg.): *Conservation. Integrating social and ecological justice*. Cham: Springer Nature Switzerland, 105–119.
- Whitehead, Alfred North (1987): *Prozess und Realität. Entwurf einer Kosmologie*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

- Zahnen, Barbara (2015): *Tragweiten geographischen Denkens*. Wien: Passagen.
- Zalasiewicz, Jan, Colin N. Water, Alexander P. Wolfe, Anthony D. Barnosky, Alejandro Cearreta, Matt Egde worth, Peter K. Haff, Martin J. Head, Juliana A. Ivar do Sul, Catherine Jeandel, Reinhold Leinfelder, John R. McNeil, Naomi Oreskes, Clément Poirier, Andrew C. Revkin, Daniel D. Richter, Will Steffen, C. P. Summerhayes, James P. M. Syvitsky, Davor Vidas, Michael Wagemich, Scott L. Wing & Mark Williams (2017): Making the case for a formal Anthropocene Epoch: an analysis of ongoing critiques. *Newsletter on Stratigraphy*, 50 (2), 205–226.

Carmen Sippl | Erwin Rauscher |
Martin Scheuch (Hrsg.)

Das Anthropozän lernen und lehren

Pädagogik für Niederösterreich
Band 9

StudienVerlag
Innsbruck
Wien

 **P H**
N Ö PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE
NIEDERÖSTERREICH

Die in diesen Band aufgenommenen Beiträge sollten auf dem gleichnamigen Symposium am 23./24. April 2020 an der PH NÖ, Campus Baden, diskutiert werden, das coronabedingt nicht stattfinden konnte. Sie wurden zur Qualitätssicherung einem *double non-blind peer review* unterzogen, durch die Beiträger/innen und das Herausgeberteam. Im Sinne der interdisziplinären Perspektive auf das Anthropozän als Denkraum für Bildungsprozesse folgen die Beiträge in diesem Sammelband jeweils in sich einheitlich den entsprechenden Gepflogenheiten bezüglich Sprachduktus, bibliografischer Normierung, geschlechtergerechter Sprache, Zitierweisen. Im Sinne der Freiheit von Wissenschaft und Lehre wurden sie bewusst nicht vereinheitlicht.

Gefördert durch das Land Niederösterreich

**WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH**



© 2020 by Studienverlag Ges.m.b.H., Erlersstraße 10, A-6020 Innsbruck
E-Mail: order@studienverlag.at
Internet: www.studienverlag.at

Buchgestaltung nach Entwürfen von himmel. Studio für Design und Kommunikation, Innsbruck/Scheffau – www.himmel.co.at

Satz: Studienverlag/Maria Strobl – www.gestro.at

Umschlaggestaltung: Kurt Tutschek

Lektorat/Redaktion: Carmen Sippl

Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlor- und säurefrei gebleichtem Papier.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-7065-5598-2

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

Carmen Sippl

In medias res – oder: Ins kalte Wasser springen 11

EINBLICK I

Reinhold Leinfelder

Das Anthropozän – mit offenem Blick in die Zukunft der Bildung 17

I. DAS ANTHROPOZÄN ... PERSPEKTIVEN **global/lokal**

– oder: **Über des Wassers Wert belehrt uns am besten der Durst**

Heike Egner

Das „Modell des Wasserkreislaufs“
Weder nachhaltig noch global gültig 69

Martin Haltrich

Die Kontrolle der Wildnis
Eine Landschaftszeichnung aus dem 14. Jahrhundert als Vorgeschichte
des Anthropozäns 81

Georg Holzer

Was Flüsse mit Menschen und Menschen mit Flüssen tun
Historische Beispiele aus Niederösterreich im Lichte der Namenforschung 91

Alexandra Meyer

Das Anthropozän: Perspektiven aus der Kultur- und Sozialanthropologie
und ein Fallbeispiel aus der hohen Arktis 97

Roman Neunteufel

Wasser im Anthropozän in Niederösterreich 107

Alexander Pressl, Florian Kretschmer & Günter Langergraber

Abwasserreinigung in Niederösterreich 117

Christine Schörg

AD FONTES
Ausflüge zu den Anfängen der Welt 129

Branko Velimirov

Der blaue Planet im Anthropozän: die Meeresökosysteme 159

Michael Wagreich

Im Übergang zum Anthropozän – vom Wiener Neustädter Kanal
und der I. Wiener Hochquellenleitung zur Großen Beschleunigung 171

EINBLICK II

Erwin Rauscher

Unswelt als Wirwelt
Anthropozän – Herausforderung für Schulleitungshandeln 181

II. DAS ANTHROPOZÄN ... PERSPEKTIVEN für die Bildung

– oder: **Durst macht aus Wasser Wein**

Kurt Allabauer

Pädagogik im Anthropozän 205

Simone Breit

Verantwortung lernen in der frühen Kindheit 215

Johannes Dammerer

„Die Metamorphose der Welt“
Das Anthropozän aus bildungssoziologischer Perspektive 229

Angela Forstner-Ebhart & Wilhelm Linder

Changing the mindset – Anforderungen an Lernsettings
für berufsbildende Schulen in einer VUCA-Welt 237

Jan Christoph Heiser & Tanja Prieler

Interkulturelles Lernen im Anthropozän
Eine pädagogisch-lerntheoretische Reflexion zu Urteilsuspendierung
und erweiterter Denkungsart exemplarisch aufgezeigt am Kultur-
und Menschenrechtsthema „Wasser“ 247

Michael Holzwieser

Anthropozän und Menschenbild
Ein religiös-ethisch-philosophischer Beitrag zur Bildung für
nachhaltige Entwicklung 259

Karin Huser, Kai Niebert, Norman Backhaus & Sibylle Reinfried

Wie Zukunftsverantwortlichkeit für Raumveränderungen im Studiengang
Primarstufe fördern? 269

Norbert Kraker

Conceptual Change – Generierung neuer Konzepte zum Anthropozän 281

<i>Alexandria Krug</i> Das Anthropozän philosophierend diskursiv erschließen Was denken Grundschulkindern über den Klimawandel?	291
<i>Gundula Wagner</i> Der Stellenwert von Primärerfahrungsarten in der Umweltpädagogik – eine lernpsychologische Annäherung	305
<i>Christian Wiesner</i> Homo discens – der lernende Mensch im Anthropozän Empathie und Kooperation aus der Perspektive der Entwicklungspädagogik und der pädagogischen Anthropologie	317
<i>Christian Wiesner, Claudia Schreiner & Gerhard Brandhofer</i> Die Transformation durch Digitalisierung im Anthropozän Digitale Kompetenz als anthropozäne Kulturressource	333
<i>Jörg Zumbach, Ines Deibl & Viola Geiger</i> Technologienutzungsfolgenabschätzung als Kernkompetenz des Anthropozäns	347

EINBLICK III

<i>Mandy Singer-Brodowski & Julia Taigel</i> Transformatives Lernen im Zeitalter des Anthropozäns	357
--	-----

III. DAS ANTHROPOZÄN ... LERNEN & LEHREN – oder: **Gegen den Strom führt immer zur Quelle**

<i>Heidelinde Balzarek</i> Das Anthropozän im Fokus des ästhetisch-künstlerischen Forschens	371
<i>Petra Breuer-Küppers</i> Mit Concept Cartoons fächerübergreifend Sprache und naturwissenschaftliches Denken im Themenkomplex Anthropozän fördern	385
<i>Heidi Danzl</i> Das Melkerloch: Von Ecocriticism zu Environmental Humanities und den Möglichkeiten, das Anthropozän am Beispiel der Alpen zu erkunden und zu lehren	397
<i>Walter Fikisz</i> Negative Auswirkungen der Digitalisierung auf den Klimawandel	417

<i>Hubert Gruber</i> Vom Lärm der Menschen, dem Klang ihrer Musik und der tönenden Stille der Natur Betrachtungen zur Themenstellung Anthropozän aus dem Blickwinkel des Hörens und der Musikpädagogik	429
<i>Uta Hauck-Thum</i> Das Anthropozän als Denkraum für Lehr- und Lernprozesse unter den Bedingungen der Kultur der Digitalität	443
<i>Elisabeth Hollerweger</i> Das Anthropozän erlesen Literaturdidaktische Perspektiven auf Mensch-Umwelt-Erzählungen	455
<i>Petra Koder</i> Philosophieren mit Kindern als integriertes Unterrichtsprinzip in der Primarstufe	467
<i>Irene Lampert & Kai Niebert</i> Vorstellungen zur planetaren Grenze Ozeansauerung	481
<i>Claudia Mewald</i> <i>Too early? Too difficult? Too complex?</i> About the Anthropocene for Young Language Learners	493
<i>Elisabeth Mürwald-Scheifinger, Sabine Apfler & Christian Spreitzer</i> Mathematik im Anthropozän Wie lang ist das – Halbwertszeit? Zeitspannen und Zerfallsprozesse in der Primarstufe mathematisch erfassen	509
<i>Stefanie Preiml & Moremi Zeil</i> <i>TatOrte</i> Entwurf einer Didaktik des Anthropozäns	523
<i>Carmen Sippl</i> Was der Fluss erzählt Wasser literarisch lernen mit dem Bilderbuch	537
<i>Kerstin Steindl-Kuscher</i> Lernszenario H ₂ O – „Wasser, was ist denn das?“	553
<i>Gabriele Weigelhofer & Eva Feldbacher</i> Nachhaltiges Lernen durch Verstehen von Zusammenhängen Unterrichtsbeispiele aus dem Bereich Gewässerökosysteme	563

AUSBLICKE

Khaled Hakami & Christian Wiesner im Gespräch

Das Anthropozän denken und reflektieren –

mit einem makrosoziologischen Blick auf die Jäger-und-Sammler-Kultur

581

Vanessa Janeczek & Christian Spreitzer

Ein neues Erdzeitalter?

Eine naturwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Anthropozänbegriff

595

Sophie Reyer

Plastik

oder Wassermanns Arche

(eine Dystopie)

607

AUF EINEN BLICK

Inhalt all in one: Abstracts

635

Autorinnen und Autoren

655

Register

665