



DIPLOMARBEIT/ DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit/ Title of the Diploma Thesis

„Klärung der Begriffe *künstlich* und *natürlich*
und deren Anwendung von Schülerinnen und Schülern
in Bezug auf Strahlung.“

verfasst von/ submitted by

Lisa Ullrich

angestrebter akademischer Grad/ in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt/
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 299 412

Studienrichtung lt. Studienblatt/
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium Unterrichtsfach Psy-
chologie und Philosophie Unterrichts-
fach Physik

Betreut von/ Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Thomas Plotz

Danksagung

Ich spreche hiermit Dr. Martin Hopf meinen Dank für die Bereitschaft zur Übernahme der Betreuung meiner Diplomarbeit und für sein Vertrauen in die rechtzeitige Fertigstellung meines Studiums aus.

Besonderer Dank gilt Mag. Dr. Thomas Plotz, der während des gesamten Entstehungsprozesses dieser Arbeit mit wertschätzender und tatkräftiger Unterstützung und bei der Betreuung dieser Arbeit stets den Überblick bewahrt hat.

Meinen Freundinnen Elisabeth und Jennifer danke ich für Stunden, Tage und Jahre voller Geistesblitze, Produktivität, Rückschläge, Tränen und Beistand, ohne die ich niemals in die Lage gekommen wäre, dieses Buch überhaupt erst beginnen zu können.

Sophie, Hanni und Pia danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Transkription der Antworten des Fragebogens und die stets aufmunternden Worte und Taten, besonders während der intensiven Abschlussphase dieser Arbeit.

Ich möchte auch Johanna danken, die es geschafft hat, mich in ihrem eigenen kreativen Prozess ein Stück weit mitzuziehen und so Rahmenbedingungen ermöglicht hat, die konstantes Arbeiten möglich machen.

Meinen Eltern und dem Rest meiner Familie, die in allen schwierigen Zeiten stets für mich da sind und mir entlastend zur Seite stehen ohne Bedingungen zu stellen, verdanke ich so viel, dass es sinnlos ist, hier eine Aufzählung zu versuchen.

Christian danke ich dafür, dass er mir stets den Rücken stärkt und mich auffängt, wenn ich die Bodenhaftung verloren habe.

Zusammenfassung

Aufbauend auf einschlägiger Literatur aus der Fachdidaktik Physik und des aktuellen Forschungsstandes am AECC Physik der Universität Wien, bietet diese Arbeit eine grundsätzliche Klärung der Lernenden-Konzeption der Begriffe *künstlich* und *natürlich* im Zusammenhang mit Strahlung, welche eine unterrichtsrelevante Entscheidungshilfe bieten soll, wie im Unterricht in Bezug auf Strahlung mit den beiden Begriffen umgegangen werden kann. So steht am Beginn dieser Arbeit die fachliche Klärung der Begriffe *künstlich* und *natürlich* aus einem philosophisch-sprachlichen Kontext heraus und stellt die Frage nach dem Ursprung sowie nach Verschiebungen in der Wortbedeutung und im Begriffsverständnis im philosophischen Diskurs bis heute. Diese Auseinandersetzung auf theoretischer Ebene ermöglicht es im Weiteren, sich konkret mit der Verwendung der Begriffe durch Schülerinnen und Schüler und in Bezug auf Strahlung zu befassen und die Frage zu klären, ob Schülerinnen und Schüler zwischen *künstlicher* und *natürlicher* elektromagnetischer Strahlung prinzipiell unterscheiden. Der empirische Teil dieser Arbeit stellt also die Frage nach der tatsächlichen Repräsentation der untersuchten Begriffe im physikalischen Sprachgebrauch auf Lernendenebene. Hierzu wurde zunächst ein geeigneter Fragebogen entwickelt, der für die Befragung einer Stichprobe von 128 Schülerinnen und Schülern der neunten Schulstufe herangezogen wurde. In der darauffolgenden inhaltsanalytischen Auswertung wird eine Verbindung zwischen den erhobenen Daten mit der gewünschten Klärung der Konzeption der Begriffe durch die Schülerinnen und Schüler geschaffen. Dabei stellt sich unter anderem heraus, dass eine Zuteilung der elektromagnetischen Strahlung zu den Kategorien *künstlich* und *natürlich* von den meisten Schülerinnen und Schülern als durchaus sinnvoll erachtet wird und das Bewusstsein der Schülerinnen und Schüler für die Rolle der Begriffe in der Fachsprache des Physikunterrichts maßgeblich von deren bestehendem Alltagswissen beeinflusst ist. Diesem Umstand sollte bei der Vermittlung physikalischer Inhalte in jedem Fall Rechnung getragen werden.

Abstract

Based on relevant literature on the field of didactics of, this thesis presents a principal explanation of students' conceptions of the terms "artificial" and "natural" in the context of radiation. and offers support in deciding on how teachers can cope with those terms in the classroom. For this purpose, a clarification of what the terms "artificial" and "natural" mean in a philosophical-linguistic context is given, which poses the question about the origin as well as about shifts in the understanding of the terms in philosophical discourse until today. This theoretical analysis enables specifically to engage with the use of these terms related to radiation by the students and to clarify the question, whether students differentiate between "artificial" and "natural" electromagnetic radiation. Therefore, the empirical part of this thesis examines the actual representation of the terms investigated in physical language use at the student level. For this purpose, a suitable questionnaire was designed, which was used to collect answers of a sample of 128 Year-pupils of the ninth grade. In the subsequent content-analytical evaluation, a connection between the data obtained and the desired clarification of the conception of the terms by the students was established. The students' conceptions on electromagnetic radiation are, as this study validates, essentially influenced by everyday language and therefore, everyday-terms, like *natural* and *artificial* are finding their way into the technical jargon, the students are expected to learn in Physics education. This fact should in any case be considered when teaching physical content.

Plagiatserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorgelegte Arbeit selbständig verfasst und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Alle wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommenen Textpassagen und Gedankengänge sind durch genaue Angabe der Quelle in Form von Anmerkungen bzw. In-Text-Zitationen ausgewiesen. Dies gilt auch für Quellen aus dem Internet, bei denen zusätzlich URL und Zugriffsdatum angeführt sind. Mir ist bekannt, dass jeder Fall von Plagiat zur Nicht-Bewertung der Arbeit führt und der Studienprogrammleitung gemeldet werden muss. Ferner versichere ich, diese Arbeit nicht bereits andernorts zur Beurteilung vorgelegt zu haben.

Wien, am 19.08.2019



Lisa Miriam Ullrich

Inhaltsverzeichnis

1. ____ Einleitung und Forschungsinteresse	1
2. ____ theoretische Grundlagen	3
2.1 Physikdidaktische Grundlagen	3
2.1.1 Didaktische Rekonstruktion	3
Ausgangslage	3
Lernendenvorstellungen- Was ist das?	5
konstruktivistischer Ansatz.....	6
Empirische Erhebung von Lernendenvorstellungen	8
Didaktische Rekonstruktion als Antwort auf Lernendenvorstellungen	8
Fazit	11
2.1.2 Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema.....	12
Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema Natur	12
Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema elektromagnetische Strahlung.....	13
Fazit	14
2.1.3 Sprachsensibles Lernen Sprache im Physikunterricht	16
2.2 Physikalische Grundlagen.....	19
2.2.1 Das elektromagnetische Spektrum.....	19
2.2.2 Ist eine Einteilung in künstl. und natürl. Strahlung aus physikal. Sicht sinnvoll?	22
2.3 Philosophische Begriffsklärung	23
2.3.1 Zum Wortursprung	24
2.3.2 Bedeutungsvielfalt der Begriffe künstlich und natürlich	25
Verschiedene Naturbegriffe und deren Antagonisten.....	25

Historische Umdeutungen.....	29
2.3.3 Natur und Mensch	35
Zur Natur des Menschen	35
Ambivalentes Verhältnis des Menschen zur Natur	37
Natürlichkeit als normatives Prinzip.....	37
Der Gefallen an der Natur	41
2.3.4 Dichotomie von Künstlichkeit und Natürlichkeit?.....	49
2.3.5 Fazit.....	50
3.____Darlegung der Methoden.....	52
3.1 qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring	52
3.1.1 Zentrale Charakteristika der Analyse.....	52
3.2 Fragebogen und Kategoriensystem	55
3.2.1 Planungsentscheide	55
3.2.2 Fragebogen	60
3.2.3 Kategorisierung der Fragen	65
4.____Ablauf	67
5.____Auswertung und Ergebnisse.....	68
Fragen geschlossenen Typs	68
Fragen offenen Typs	78
6.____Abschließende Diskussion	100
6.1 Ausblick	101
7.____Bibliographie	102
7.1 Literaturverzeichnis.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.2 Abbildungsverzeichnis.....	108
Anhang	i

„Bereits vor einigen Jahren habe ich bemerkt, wieviel Falsches ich von Jugend an als wahr habe gelten lassen und wie zweifelhaft alles ist, was ich später darauf aufgebaut habe, so daß einmal im Leben alles von Grund auf umgeworfen und von den ersten Fundamenten her erneut begonnen werden müsse, wenn ich irgendwann einmal das Verlangen haben würde, etwas Festes und Bleibendes in den Wissenschaften zu errichten“

(Descartes I 2008, 33)

1. Einleitung und Forschungsinteresse

In der fachdidaktischen Arbeit stand lange Zeit die fachliche Klärung der behandelten Inhalte im Vordergrund (vgl. Kattmann et al. 1997, 3). Es wurde ein Themengebiet herausgepickt und dieses wurde zerpfückt und mit der Intention der Vereinfachung für die Lernenden Stück für Stück wieder zusammengesetzt, mit steigendem Schwierigkeitsgrad und abgestuften Handlungsanweisungen. Auch der Lehrplan Österreichs für das Fach Physik ist heute noch so aufgebaut, dass, beginnend von den ersten Lernjahren eines Unterrichtsgegenstandes ein Thema immer wieder behandelt wird, sodass die Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn ein Thema mehrmals erlernt haben, jeweils unter anderen kognitiven Voraussetzungen und mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad. So ist die Elektrizitätslehre etwa Teil des Lehrplanes für die siebente, die achte und die neunte, beziehungsweise zehnte Schulstufe (vgl. BMBWF, 2 f.).

Prinzipiell folgt diese Vorgehensweise der edlen Absicht, den Lerninhalt für die Schülerinnen und Schüler in altersgerechten, dem kognitiven Entwicklungsniveau entsprechenden kleineren Sinneinheiten aufzuarbeiten. Diese Vorgehensweise ist durchaus sinnvoll, möchte man eine Sprache erlernen, deren Grundbausteine, nämlich die nötigen Vokabel und die dazugehörige Grammatik, sehr klar erkennbar sind. In den Unterricht der Naturwissenschaften hingegen geht eine Schülerin/ ein Schüler bereits mit seiner Alltagssprache, mit seinen viel bewährten Alltagsvorstellungen und in der Regel auch mit einem gewissen Grundvokabular an fachspezifischen Begriffen (In der Physik beispielsweise sind Wörter wie „Temperatur“, „Geschwindigkeit“, „Wärme“ und auch „Strahlung“ zumeist schon bekannte Wörter im Sprachgebrauch der Schülerinnen und Schüler, noch bevor sie die erste Physikstunde ihres Lebens besuchen.).

Auch in der Mathematik wird das Rüstzeug Stück für Stück vermittelt und aufeinander aufgebaut. In den Physikunterricht hingegen gehen Schülerinnen und Schüler mit bereits gefestigtem, mathematischem Wissen (ganz gleich, auf welchem Niveau) und mit einer gewissen Sprachkompetenz. Der Umstand, dass für das Verständnis physikalischer Vorgänge sowohl mathematische als auch sprachliche Kompetenzen notwendig sind, unterscheidet dieses Fach in seiner Struktur von anderen Unterrichtsfächern und ist auch eine grundsätzliche Schwierigkeit in der Vermittlung des Gegenstandes. Aus diesem Umstand ergeben sich Herausforderungen, denen die Didaktik der Naturwissenschaften in den letzten Jahren mit erhöhter Aufmerksamkeit begegnet. Denn es

ergeben sich Fragen wie: Was kann ich voraussetzen? Welche Begriffe kennen die Schülerinnen und Schüler und aus welchem Kontext? Welche Begriffe sind wie neue Vokabel einer Sprache zu behandeln? Verstehen die Schülerinnen und Schüler unter diesen Begriffen auch das, was ich darunter verstehe?

Durch Modelle wie das der *Didaktischen Rekonstruktion* wird das Augenmerk immer mehr auf den Lern- und Verstehensprozess während des Physikunterrichts gerichtet. Damit verbunden ist die Notwendigkeit einer adäquaten und präzisen Sprachwahl während des Physikunterrichts. Sowohl in der Schulliteratur als auch im Alltag, findet man speziell in Bezug auf elektromagnetische Strahlung immer wieder die sprachliche Unterscheidung von *natürlicher* und *künstlicher* Strahlung, beziehungsweise von *natürlicher* und *künstlicher* Strahlenbelastung. Daher stellt sich die Frage, ob dieser Umstand Einfluss auf das physikalische Verständnis der Schülerinnen und Schüler im Bereich elektromagnetischer Strahlung nimmt und inwiefern im Zusammenhang mit den verschiedenen Strahlungsarten hier eine Unterteilung in *künstlich* und *natürlich* vorgenommen wird.

Vor diesem Hintergrund lautet die grundlegende Hypothese der vorliegenden Arbeit: „Bei Schülerinnen und Schülern der neunten Schulstufe besteht die Vorstellung, dass grundsätzlich zwischen natürlicher und künstlicher Strahlung unterschieden werden kann.“

Zur Überprüfung dieser Hypothese und zur Klärung der Frage nach Verständnis und Anwendung der Begriffe „künstlich“ und „natürlich“ im Hinblick auf Strahlung sowie anderer latenter Vorstellungen zum Thema, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Fragebogen entwickelt und einer Stichprobe von Schülerinnen und Schüler der neunten Schulstufe zur Beantwortung vorgelegt.

Diese Arbeit bietet in *Kapitel 2 (theoretische Grundlagen)* zunächst einen Überblick über die einschlägige fachdidaktische Forschung, sowie eine grundsätzliche Begriffsklärung der Wörter künstlich und natürlich aus dem philosophisch-sprachwissenschaftlichen Kontext heraus.

Im Anschluss daran wird in *Kapitel 3 (Darlegung der Methoden)*, vorbereitend auf die Daten der empirischen Erhebung in *Kapitel 5 (Auswertung und Ergebnisse)*, die Methodenwahl vorgestellt. *Kapitel 4* zeichnet dabei den *Ablauf* der empirischen Erhebung nach.

Kapitel 6 stellt eine *Abschließende Diskussion* zur gesamten Arbeit bereit und bietet einen Überblick über die gewonnenen Erkenntnisse.

2. theoretische Grundlagen

2.1 Physikdidaktische Grundlagen

Fachdidaktik: Das zusammengesetzte Wort mag auf den ersten Blick vortäuschen, dass eine Fachdidaktik additiv zusammengesetzt sei aus den Elementen des entsprechenden Fachs und denen der Didaktik. Ein zweiter Blick macht klar, dass eine direkte Vereinigungsmenge keinen Sinn macht und es schwierig ist, alle entsprechenden Inhalte zu überblicken (Barke et al. 2015, XV).

Fachdidaktik setzt also Inhalte der jeweiligen Fachwissenschaft mit Erkenntnissen aus der Fachdidaktik in Beziehung. Somit ist die Fachdidaktik die eigentliche Berufswissenschaft von Lehrenden, so Barke, und überdies eine „selbstständige interdisziplinäre Wissenschaft mit eigenen Zielen, Aufgaben und Methoden, die Inhalte der Bezugswissenschaften reflektiert und auf die Fragestellungen der Fachdidaktik anwendet (ebd.).“

Im folgenden Kapitel werden Erkenntnisse aus der einschlägigen fachdidaktischen Lehr-Lernforschung aufeinander bezogen und mit fachdidaktischen Erkenntnissen zum Thema Strahlung und zum Thema Natur verknüpft und im Anschluss daran eine Klärung der Begriffe künstlich und natürlich vorgenommen. In diesem Sinne sind die nun vorgestellten Konzepte als Hinführung zur Hauptforschungsfrage dieser Arbeit zu lesen, welche untersucht, ob Schülerinnen und Schüler zwischen *künstlicher* und *natürlicher* elektromagnetischer Strahlung prinzipiell unterscheiden und wie diese Unterscheidung durch die Schülerinnen und Schüler begründet wird.

2.1.1 Didaktische Rekonstruktion

Ausgangslage

In der Physikdidaktik war es im deutschsprachigen Raum lange Zeit Usus, physikalische Phänomene rein auf exemplarischer Ebene durchzusprechen. Das führte laut Reinfried zu Einbußen im grundsätzlichen Verständnis der Zusammenhänge in der Physik (vgl. Reinfried et al., 405). Hier sei im Speziellen die Dissertation von Dr. Plotz genannt, welche auf dem Gebiet der Lernprozesse zu elektromagnetischer Strahlung auf diese offenkundige Unterscheidung durch die Schülerinnen

und Schüler hinweist Hier sei im Speziellen die Dissertation von Dr. Plotz genannt, welche auf dem Gebiet der Lernprozesse zu elektromagnetischer Strahlung auf diese Unterscheidung durch die Schülerinnen und Schüler hinweist *künstlicher Strahlung* hingegen wurden in der Studie von Neumann und Hopf, die vorunterrichtliche Zeichnungen mit Bezug zu Strahlung analysierte, vorwiegend künstliche Lichtquellen gezeichnet

So wurde als Orientierungsschema für den fachdidaktischen Handlungsrahmen das *Didaktische Dreieck* herangezogen, welches Lernen als eine trianguläre Beziehung zwischen Lehrperson, Lernenden und Fachinhalt beschreibt (vgl. ebd.). Das Schema erlaubt es, so Reinfried, die einzelnen Komponenten zu beschreiben und demnach die Wechselwirkungen innerhalb der triangulären Beziehung zu thematisieren, bei der allerdings die einzelnen Komponenten fest an ihrem jeweiligen Standort verharren. Damit trägt das herkömmliche Modell Einflussfaktoren, die von außerhalb auf die trianguläre Beziehung einwirken ebenso wenig Rechnung, wie dem Umstand, dass innerhalb der Beziehung reger Austausch herrscht und sich die einzelnen Komponenten stark gegenseitig beeinflussen. Das Modell der *Didaktischen Rekonstruktion* auf der anderen Seite, geht von einer dynamischen und niemals starren gegenseitigen Beeinflussung der Komponenten aus. So werden „Schülvorstellungen und fachlich geklärte Vorstellungen systematisch aufeinander bezogen, um Unterricht zu planen (ebd.).“ Das Modell der *Didaktischen Rekonstruktion* hat seinen Ursprung im Konstruktivismus und ermöglicht es, bei der Vermittlung von Lerninhalten zunächst ein Fundament aufzubauen, welches kompliziertere Lerninhalte unter Einbezug der zuvor ermittelten Schülerinnen- und Schülerperspektive trägt, um erst im Folgenden als aufbereiteter Inhalt wieder in den Lernprozess eingebracht zu werden.

Das Modell antwortet auf den Umstand, dass klassischer Physikunterricht sich weder an der Denkwelt der Schülerinnen und Schüler orientiert, noch sich auf das Wesentliche besinnt, das für ein grundlegendes physikalisches Verständnis von Bedeutung ist.

Klassischer Unterricht geht zumeist phänomenologisch auf voneinander abgegrenzte Anwendungsbeispiele ein. Nicht das Elementare, das Verbindende, das jeder Schüler/ jede Schülerin verstanden haben sollte steht im Vordergrund, sondern eine Erklärung spezifischer Situationen und Phänomene. Der Klärungsprozess ist dabei vorwiegend von fachlichen Aspekten bestimmt und weitere zentrale Bestimmungsstücke des Unterrichts werden erst mit einbezogen, wenn die fachliche Klärung bereits abgeschlossen ist (vgl. Kattmann et al. 1997, 3). Dies führt im Prozess des Wissenserwerbs bei den Schülerinnen und Schülern zu Fehlvorstellungen, die Eingang in das physikalische Verständnis der Schülerinnen und Schüler finden. Diese Fehlvorstellungen sind

zumeist gut in das korrekte physikalische Wissen integrierbar und führen daher im Schulalltag oft nicht zu kognitiven Konflikten, weshalb sie auch sehr schwer aufzudecken sind. Diese Art von Fehlvorstellungen werden im folgenden Unterkapitel eine tragende Rolle spielen und, angelehnt an die einschlägige Literatur, Lernendenvorstellungen genannt.

Lernendenvorstellungen- Was ist das?

Was sind nun aber Lernendenvorstellungen und inwiefern nehmen sie Einfluss auf das Erlernen physikalischer Inhalte? - Bei der Konstruktion wissenschaftlicher Erkenntnisse während des Lernens werden stets bereits bestehende *Bauelemente* miteinbezogen. Lernen baut immer auf bereits bestehendem Wissen und bestehenden Vorstellungen auf, welche aus vielfältigen Alltagserfahrungen entwickelt wurden. Leider stimmen diese Vorstellungen und Erklärungen von Prinzipien, Phänomenen und auch von Begriffen oft nicht mit den zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen überein und führen somit beim Erlernen von Fachwissen zu Problemen (vgl. Rath 2016, 6). Lernendenvorstellungen sind in diesem Zusammenhang Erklärungsmuster für physikalische Phänomene, die aus der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler entlehnt und in das neu erlernte physikalische Konzept mit eingebaut werden und über den Weg der fachdidaktischen Forschung an Lehrende herangetragen werden. Schecker und Duit, die in diesem Zusammenhang von „Schülervorstellungen“ sprechen, definieren diese auch als Produkt der fachdidaktischen Forschung, wo sie als Erklärungsmuster für beobachtete Lernschwierigkeiten dienen (vgl. Schecker und Duit 2018, 9). Denn:

Schülervorstellungen beschreiben Dispositionen, d. h. Tendenzen von Schülerinnen und Schülern, physikalische Begriffe in einer bestimmten Weise zu interpretieren oder Phänomene in einer bestimmten Weise zu beschreiben, die sich von der fachphysikalischen Darstellung unterscheidet (Schecker und Duit 2018, 9).

Alltagwissen spielt in der Entwicklung von Lernendenvorstellungen durch die Schülerinnen und Schüler eine herausragende Rolle und damit ist die Umgangssprache als wichtige Quelle für Lernendenvorstellungen besonders hervorzuheben. Schecker und Duit weisen hier auf die Verwendung von physikalischen Begriffen in den Medien hin, wo man Sätze höre, wie: „Die Wärme breitet sich nach Norddeutschland aus“, „Der Stromverbrauch in Deutschland steigt“, „Seine Kraft reichte nicht mehr aus, um den Schlusssprint zu gewinnen (Schecker und Duit 2018, 13)“. Die Alltagssprache belegt Begriffe mit Bedeutungen, die der wissenschaftlichen Bedeutung desselben Wortes nicht entspricht (vgl. ebd.). Damit gilt es im Unterricht, diese alternativen Bedeutungen und die damit verbundenen Lernendenvorstellungen gezielt zu adressieren, um sie zu einem

physikalisch richtigen Verständnis der Begriffe und Sachverhalte überzuführen. Die *Didaktische Rekonstruktion* antwortet auf diese Forderung und bedient sich eines Grundprinzips, das in den meisten Lebensbereichen als selbstverständlich vorausgesetzt wird. Sie besinnt sich auf den intuitiven Zugang, dass Lerninhalte nur in ihrer Gesamtheit verstanden werden können, wenn sie von Grund auf und in kleineren, aber aussagekräftigen Sinneinheiten erlernt werden. Beim Erlernen einer Sprache gilt es als selbstverständlich, dass man zunächst grundlegende Vokabel und ein Grundverständnis der Grammatik verinnerlichen muss, bevor man sich in eine Konversation stürzt. In diesem Sinne greift die Didaktische Rekonstruktion den konstruktivistischen Ansatz auf, der im Folgenden in aller Kürze vorgestellt werden soll.

Konstruktivistischer Ansatz

In dem Kinderbuch „Fisch ist Fisch“ von Leo Lionni wird ein, erkenntnistheoretisch und auch didaktisch sehr bedeutsames Problem auf sehr anschauliche und niederschwellige Weise veranschaulicht: Dort trifft ein Frosch, der von seiner ersten Landbesichtigung zurück in den See kommt, auf einen Fisch, der den Frosch höflich fragt, was er da oben so alles gesehen hat. Er beschreibt ein Tier, das ihn offenbar ziemlich beeindruckt hat; Eine Kuh, mit den Worten: „Kühe! Sie haben vier Beine, Hörner, fressen Gras und tragen rosa Säcke voller Milch“. Der Fisch malt sich daraufhin sein ganz eigenes Bild von einer Kuh aus:



Abbildung 1; "Kühe" (Lionni 2005)

Dieses schöne Bild veranschaulicht, wie im Grunde genommen jeder Erkenntnisprozess von Statuten geht. Neues Wissen wird stets in bereits bestehende Konzepte eingebaut und kann demnach niemals als ein, nach konkreten, einseh- und kontrollierbaren Regeln ablaufender Prozess gesehen werden.

In den 1970er Jahren etablierte sich vor diesem Hintergrund in der kognitiven Psychologie ein Modell für die Erklärung kognitiver Vorgänge, welches der oder dem Lernenden im Prozess des Lernens eine aktive Rolle zugesteht (vgl. Groß et al. 2019, 3). In den Naturwissenschaften setzte sich der pragmatisch-moderate Konstruktivismus durch, welcher das Lernen als individuelle Konstruktionsleistung des Gehirns begreift (vgl. ebd., 3 f.) und Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler beim verstehen naturwissenschaftlicher Kernideen auf unvollständige oder fehlerhafte Konstruktionsprozesse deutet. Lernen ist dabei stets ein aktiver, selbstgesteuerter und selbstreflexiver Prozess des Individuums (vgl. Gerstenmaier und Mandl 1995, 882). Dies bedeutet in weiterer Konsequenz auch eine Distanzierung von endgültigen Wahrheitsansprüchen, da der Mensch nur innerhalb seiner eigenen Erfahrungswirklichkeit zu denken imstande ist (vgl. Klößen 2008, 10 f.). Neu am Konstruktivismus ist, dass „die getroffenen Aussagen nicht als philosophische Spekulationen über die Welt und menschliches Erkennen betrachtet werden, sondern ihre Abstützung durch gehirnphysiologische Forschungen erfahren (Terhart 1999, 19).“ Weiters wird im moderaten Konstruktivismus der Einfluss der sozialen und gegenständlichen Lernumgebung bei der Konstruktion von Wissen betont, genauso wie der große Einfluss vorunterrichtlicher Vorstellungen der Lernenden (vgl. Fendt 2019, 11).

Welzel (1998) gab zu Bedenken, dass frühere Konzeptwechselansätze zwar innere, kognitive Lernprozesse berücksichtigen, nicht aber Aspekte sozialer Konstruktion. Sie stellt das Modell der „situated cognition“ vor, welches Lernen als einen Prozess ansieht, der stets nur unter Berücksichtigung äußerer Einflüsse beschrieben werden kann. So werden durch die lernende Person in jeder neuen Lernsituation neue Bedeutungen kreiert, die die Koordination und Einbettung bereits vorhandener Vorstellungen, Erwartungshaltungen und Wahrnehmungen in den neuen Kontext übernehmen. Wir als Lehrende machen uns im Anschluss daran ein Bild von- und treffen Aussagen über die Konzeption der Schülerinnen und Schüler auf Grundlage von Beobachtungen. So können wir die Konzeption der Schülerinnen und Schüler betreffend einen bestimmten Inhalt unsererseits lediglich zu rekonstruieren versuchen: bleiben dabei in der Lernsituation allerdings stets Beobachter. Das Problem dabei ist, dass die individuelle Wahrnehmung der Situation durch die oder den Lernenden und damit auch des Lerninhaltes, nicht in aller Konsequenz erfasst werden kann. Schließlich sei jede Idee immer Konstrukt des Beobachters oder der Beobachterin aber niemals „Realität“, und dies trifft auch auf die Idee der Lehrenden von dem Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Thema zu. (vgl. Welzel 1998, 1108).

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion berücksichtigt diese Konstruktionsprozesse und stellt sie sogar in seinen Mittelpunkt, indem vorhandene Lernendenvorstellungen als Ausgangspunkt des Modells herangezogen werden. So stellt die Erhebung von Lernendenvorstellungen einen wichtigen Grundpfeiler für den Zugang der Didaktischen Rekonstruktion dar.

Empirische Erhebung von Lernendenvorstellungen

Lernendenvorstellungen werden oft mit der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (Mayring 2015) erhoben. Gegenstand der Untersuchung sind alle, von den Schülerinnen und Schülern herangezogenen Erklärungen zu einem Thema, und nicht etwa nur die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler auf fachlicher Ebene (vgl. Kattmann et al. 1997, 11). So soll sichergestellt werden, dass alle Lernendenvorstellungen zu einem bestimmten Thema erfasst werden können, um auch allen Vorstellungen im Unterricht adäquat zu begegnen, denn:

Im Schülerdenken können zum gleichen Sachverhalt unterschiedliche Schülervorstellungen nebeneinander und parallel zur physikalischen Vorstellung koexistieren. Welche der latenten (schlummernden) Dispositionen aktiviert wird, hängt vom konkreten Anwendungskontext ab (Schecker und Duit 2018, 10).

Außerdem muss beim Erfassen von Lernendenvorstellungen stets davon ausgegangen werden, dass diese „im Kontext der persönlichen Überzeugungen der jeweiligen Person dieselbe Kohärenz und Stimmigkeit besitzen wie die wissenschaftlichen Konzepte innerhalb des jeweiligen Faches (Kattmann et al. 1997, 6).“

Didaktische Rekonstruktion als Antwort auf Lernendenvorstellungen

Kattmann, Duit und Gropengießer weisen gleich zu Beginn ihres Beitrags zur *Didaktischen Rekonstruktion* darauf hin, dass nicht der Fehler begangen werden sollte zu denken, Alltagstheorien von Schülerinnen und Schülern seien auf Fehlvorstellungen (misconceptions) aufgebaut. Im Modell der *Didaktischen Rekonstruktion* werden Lernendenvorstellungen vielmehr als notwendiger Ausgangspunkt für fachdidaktische Forschung wahrgenommen und als solcher behandelt. (vgl. Kattmann et al. 1997, 12). Somit ist bei der Interpretation von Schülerinnen- und Schüleraussagen davon auszugehen, dass die geäußerten Lernendenvorstellungen in ihrem jeweiligen konzeptuellen Kontext stimmig sind und keine kognitiven Konflikte hervorrufen (vgl. ebd., 11). Ein fachdidaktisches Modell, das diesem Umstand Rechnung trägt, muss Lernendenvorstellungen somit stets als ernstzunehmende Gegenposition begreifen. Es kann also nicht darum gehen, „die

falschen Vorstellungen gewissermaßen wie Unkraut auszujäten und durch die richtigen Vorstellungen zu ersetzen (Kattmann et al. 1997, 6).“ Lernendenvorstellungen sind niemals schlicht falsch, sondern erweisen sich im Alltagskontext oft als sehr nützlich, und das sogar auch dann noch, wenn wissenschaftliche Lösungsansätze als Alternative bereits angeboten wurden (vgl. ebd.). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion stellt die Lernende oder den Lernenden und deren/dessen Vorstellungen zu den behandelten Lerninhalten in den Vordergrund. Es erlaubt aufgrund der vorhergehenden Elementarisierung eine sehr klare, strukturierte und zielführende Arbeitsweise im Physikunterricht und eignet sich deshalb gut, Lernendenvorstellungen zu dekonstruieren und physikalisch richtige Erklärungen zu rekonstruieren, wie der Name bereits andeutet.

→ Die Herangehensweise

Das Modell der *Didaktischen Rekonstruktion* baut auf verschiedenen fachdidaktischen Zugängen auf und vereint sie unter einem neuen Modell. (vgl. Kattmann et al. 1997, 8). Abhängigkeiten möglichst aller Komponenten des Unterrichts werden hierbei berücksichtigt. Genannt werden in diesem Zusammenhang etwa soziokulturelle Voraussetzungen der Lehrenden und Lernenden, Methodenwahl und Intentionen sowie Interessen der Schülerinnen und Schüler und der Lehrpersonen. (vgl. ebd.). Wie bereits angedeutet, bedeutet die didaktische Rekonstruktion eine Rückbesinnung auf das Wesentliche auf fachlicher Ebene. Duit spricht, ausgehend von der Sachstruktur der Physik¹ ebenfalls von einer Elementarisierung und von einer Konstruktion der didaktischen Perspektive zu einem bestimmten physikalischen Thema. Die Sachstruktur² wird dabei für den Unterricht auf der Basis der Vorstellungen, Interessen und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler geplant und modifiziert. (vgl. Duit 2010, 2 f.)

→ fachdidaktisches Triplett

Die *Didaktische Rekonstruktion* erlaubt aufgrund der vorhergehenden Elementarisierung, die im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt wird, eine sehr klare, strukturierte und zielführende Arbeitsweise im Physikunterricht und eignet sich deshalb gut, um Lernendenvorstellungen zu

¹ Struktur der fachlichen Inhalte: Begriffe und Prinzipien und Denk- und Arbeitsweisen sowie Vorstellungen über die Natur der Wissenschaft Physik vgl. Duit (2010, 2 f.).

² Sachstruktur des Unterrichts: Planung der Lernwege von den vorunterrichtlichen Schülervorstellungen zu den wissenschaftlichen Begriffen und Prinzipien vgl. Duit (2010, 2 f.).

dekonstruieren und physikalisch richtige Erklärungen zu rekonstruieren. Dabei setzt sie sich zum einen aus der Sachanalyse, der Ermittlung von Lernendenvorstellungen zum Thema und der fachlichen Klärung des Inhaltes zusammen (vgl. Kattmann et al. 1997, 8).

Daraus ergibt sich ein Triplet von Didaktischer Strukturierung, Fachlicher Klärung und dem Erfassen von Lernendenperspektiven:

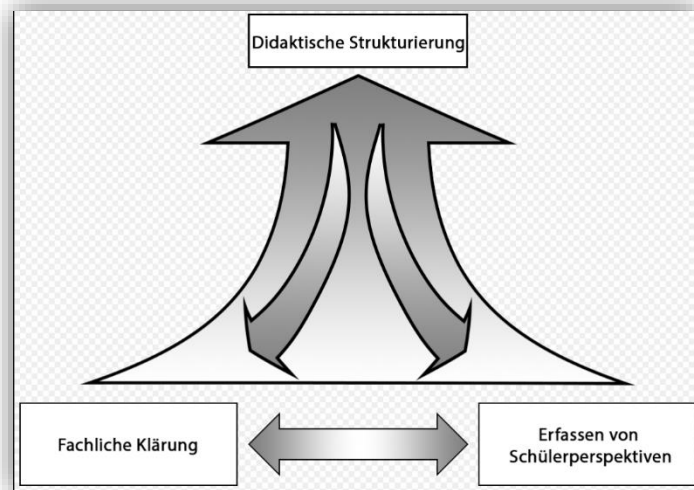


Abbildung 2: Fachdidaktisches Triplett nach Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek (Kattmann et al. 1997, 4)

Die Stärke des Modells liegt dabei laut Kattmann et al in der „Berücksichtigung der wechselseitigen Beeinflussung der genannten Aufgaben der Fachdidaktik (vgl. Kattmann et al. 1997, 4)“, denn so könnten Teile der wissenschaftlichen Arbeit herausgehoben, die bisher nicht als solche begriffen wurden (vgl. ebd.):

In diesem Sinne „wird keine allgemein gültige „Sachstruktur“ postuliert. Vielmehr werden wissenschaftliche Positionen als Konstrukte der jeweiligen Wissenschaftsgemeinschaft angesehen (Kattmann et al. 1997, 6).“

So wird also der gesamte wissenschaftliche Gegenstand dekonstruiert um unter Einbezug der fachdidaktischen Perspektive und als Unterrichtsgegenstand rekonstruiert zu werden (vgl. Kattmann et al. 1997, 4). Die Dekonstruktion des wissenschaftlichen Gegenstandes muss dabei stets unter Rückbezug auf relevante Lernendenvorstellungen passieren und wird in der einschlägigen Literatur *Elementarisierung* genannt.

→ [Elementarisierung der Sachstruktur](#)

Elementarisierung im Zusammenhang mit Unterricht bedeutet nach Fröhlich eine Zerlegung des Lerninhaltes mit dem Ziel einer Vereinfachung für den Merkprozess desselben und eine Rückbesinnung auf wesentliche, elementare Sinneinheiten, die im Zuge der didaktischen Rekonstruktion

neu und lerngewinnbringend zusammengefügt werden sollen. Hierzu gibt es generell vier Kategorien der Elementarisierung: Die **didaktische**, die **inhaltliche**, die **methodische**, und die **begriffliche**. (Fröhlich 2015, 1 f.). Die Kategorisierung ist allerdings nicht streng zu interpretieren, da eine Trennung der Bereiche, gerade für den Physikunterricht, nicht sinnvoll ist. Im Physikunterricht wird Elementarisierung meist anhand zentraler Konzepte und Analogien umgesetzt.

Elementarisierung sei keine schlichte „Simplifizierung“ des Sachinhaltes, sondern vielmehr ein Formulieren der elementaren Grundideen des betreffenden Inhaltes (vgl. Kattmann et al. 1997, 9), wobei der Prozess der Ermittlung besagter Grundideen nicht als die einfache Identifizierung, im Sinne eines Auffindens bereits in dieser Form vorhandener Formulierungen zu verstehen ist, sondern als Konstruktionsprozess, an dem die Perspektive und die Zielsetzung der oder des Suchenden (der DidaktikerInnen) genauso seinen Anteil hat wie die Sachstruktur der Inhalte selbst. (vgl. ebd., 9 f.). In einem weiteren Schritt werden die erschlossenen elementaren Bausteine im Prozess der *Didaktischen Rekonstruktion* für die Lernenden aufbereitet und unter Gesichtspunkten der Stringenz und inhaltlichen Sinnhaftigkeit der Strukturierung elementarer Aussageinhalte zusammengefügt. Ziel sollte dabei stets sein, die Unterrichtsinhalte für Schülerinnen und Schüler zugänglich zu gestalten. Eine Übernahme der alternativen, wissenschaftlichen Vorstellung des betreffenden Inhaltes sollte gegenüber den momentan bestehenden Lernendenvorstellungen der Vorzug gegeben werden können (vgl. ebd., 6).

Fazit

Unter Einbezug der Lernendenvorstellungen macht das Modell der Didaktischen Rekonstruktion deutlich, dass außerfachliche Faktoren einen großen Einfluss auf das Erlernen physikalischer Sachverhalte nehmen und dass es gilt, diesem Umstand im Unterricht Rechnung zu tragen. Man muss sich hier dessen bewusst sein, dass, der didaktisch bearbeitete Gegenstand damit komplexer wird als der fachwissenschaftliche. Allerdings ist diese Komplexität nötig, um die Entwicklung angemessener Vorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern voranzutreiben (vgl. Kattmann et al. 1997, 3). Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, dass sich die Forschung auf diesem Gebiet breit aufstellt und auch Ergebnisse von Nachbardisziplinen in die fachdidaktische Arbeit hineinfließen (vgl. ebd.). Die vorliegende Arbeit stellt in diesem Zusammenhang eine Klärung der Begriffe künstlich und natürlich, einerseits aus sprachlich- philosophischer Sicht, andererseits in Form einer Klärung der Rezeption der Schülerinnen und Schüler bereit, die als Entscheidungshilfe für die Elementarisierung wissenschaftlicher Lerninhalte zum Thema Strahlung herangezogen

werden kann. Ein wesentlicher fachdidaktischer Aspekt, der dabei keineswegs unbeachtet bleiben darf, ist dabei das Herantreten an Themen des Physikunterrichtes aus einem sprachlichen Kontext heraus. Das folgende Unterkapitel stellt daher eine Strömung der Fachdidaktik vor, die sich diesem Aspekt widmet.

2.1.2 Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema

Das bereits vorgestellte Modell der *Didaktischen Rekonstruktion* stammt ursprünglich aus der Biologiedidaktik und wurde in den letzten Jahren Stück für Stück auch auf Bereiche der Physikvermittlung angewandt. Daher existieren auch bereits einige überprüfte Lernendenvorstellungen zum Thema Natur und auch zur elektromagnetischen Strahlung wurden in der physikalisch-fachdidaktischen Forschung inzwischen durchaus Ergebnisse vorgestellt. Im Folgenden sei daher ein kurzer Überblick über die vorhandenen Lernendenvorstellungen im einschlägigen Bereich gegeben.

Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema Natur

Im Zusammenhang mit der biologiedidaktischen Forschung wurden die folgenden Lernendenvorstellungen ermittelt:

→ Die Natur handelt zweckorientiert

Die Begriffe *Natur* und *Evolution* werden mit Zielen und Zwecken verknüpft (vgl. Kattmann 2015, 240). So wird etwa geäußert: „**Die Natur sorgt für Gleichgewicht**“ (Hamann, Asshoff 2015; Kattmann 2015). Diese Vorstellung kommt nicht von ungefähr. In der Philosophie wird die Frage nach der Zweckhaftigkeit oder der Zweckfreiheit von natürlichen Vorgängen seit Jahrtausenden immer wieder Gegenstand des Interesses, wie im Unterkapitel *Philosophische Begriffsklärung* herausgestellt werden wird.

→ Natürliche Gegenstände und Lebewesen haben menschliche Eigenschaften

Anthropomorphismen werden angewandt. Die Zuschreibung von menschlichen Eigenschaften zu-, in der Natur vorkommenden Objekten wird im Kapitel *Philosophische Begriffsklärung* ebenfalls angesprochen werden. So haben Anthropomorphismen ihre Ursprünge wohl in einem ganz normtypischen Schritt in der menschlichen Entwicklung und finden über diesen ihren Weg in die

Alltagssprache. Schülerinnen und Schüler äußern in diesem Zusammenhang etwa Aussagen wie: „**die Pflanze bevorzugt feuchte Erde**“, oder „Krankheitserreger sind Eindringlinge“ (vgl. ebd.). Ähnliche Berichte gibt es auch aus der Chemiedidaktik, wenn etwa Aussagen gemacht werden, wie „**Das Holz will nicht brennen**, die Flamme will ausgehen, die Flamme verzehrt die Kerze (Barke et al. 2015, 9)“.

Neben solch grundlegenden Vorstellungen zum Naturbegriff sind für die vorliegende Arbeit auch bekannte Lernendenvorstellungen aus der Physikdidaktik relevant und werden im Folgenden vorgestellt.

Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema elektromagnetische Strahlung

In diesem Abschnitt werden die bereits ermittelten Lernendenvorstellungen zum Thema Strahlung in aller Kürze vorgestellt. Diese sind zum größten Teil aus einer Reihe von qualitativen Interviews bekannt, die Neumann und Hopf 2012 mit Schülerinnen und Schülern der neunten Schulstufe durchführten. Im Rahmen dieser Arbeit interessieren die folgenden Vorstellungen:

→ Strahlung ist nicht natürlich

Neumann und Hopf fanden heraus, dass unter den Schülerinnen und Schülern die Vorstellung besteht, dass jegliche Art von Strahlung aus künstlichen Quellen stammt und damit menschengemacht ist. So zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler der Meinung zu sein scheinen, Strahlung käme natürlich nicht vor und würde nicht von natürlichen Gegenständen emittiert. (vgl. Neumann und Hopf 2012, 829, Ü.d.A.).

→ Je dichter ein Gebiet besiedelt ist, desto höher ist die Strahlungsintensität

Eng mit der vorhergehenden Vorstellung verknüpft ist die Ansicht, es gäbe weniger Strahlung, je weiter man sich von nicht bebauten Gebieten entfernen würde. Demnach würde der Wegfall künstlicher Quellen (Fabriken, elektrische Geräte, etc.) zu einer generellen Abnahme der Strahlungsintensität führen (vgl. Neumann und Hopf 2013, 1547, Ü.d.A.).

→ Strahlung ist verantwortlich für viele Umweltprobleme

Genannt wird auch die Vorstellung, Strahlung sei für diverse Umweltprobleme verantwortlich und schade somit der Natur, etwa durch ihre Schuld am „Ozonloch“. Diese Vorstellung wird vor allem in Zusammenhang mit ionisierender Strahlung genannt. (Neumann und Hopf 2012, 829, Ü.d.A.).

→ Alle elektrischen Geräte emittieren schädliche Strahlung

Nach der Meinung vieler befragter Schülerinnen und Schüler geben alle elektrischen Geräte in irgendeiner Form gefährliche Strahlung ab. Nach Vorlage von Bildern verschiedener elektrischer Geräte stellte sich heraus, dass Mobiltelefone, Fernsehbildschirme und MP3-Player zu den Quellen schädlicher Strahlung gezählt wurden. (vgl. Neumann und Hopf 2012, 829, Ü.d.A.).

→ Licht ist ungleich Strahlung

Viele Schülerinnen und Schüler gaben an, dass Quellen sichtbaren Lichts, wie die Sonne oder Glühbirnen zwar Licht aussendeten, allerdings keine Strahlung. (ebd., Ü.d.A.)

→ UV-Strahlung ist sichtbar, wenn sie sehr intensiv und künstlich ist.

In Zusammenhang mit dieser Vorstellung steht auch die Vorstellung, dass Strahlung durch Fokussieren mittels einer Linse sichtbar gemacht werden könne (vgl. Neumann 2013, 51). Vor diesem Hintergrund ist auch die Vorstellung zu sehen, dass es bei der Sichtbarkeit von UV-Strahlung darauf ankommt ob es *natürliche* oder *künstliche* Strahlung sei (vgl. Langer 2015, 93).

Fazit

Es macht vor dem Hintergrund der fachdidaktischen Forschung den Anschein, als würden die Künstlichkeit und die Natürlichkeit von Strahlung mit dem Nutzen respektive den Gefahren von Strahlung nach Meinung der Schülerinnen und Schüler in direkter Verbindung stehen. Diesem Umstand wird auch im empirischen Teil dieser Arbeit Rechnung getragen werden (siehe Kapitel: *Auswertung*).

Außerdem scheint es, als seien einige der vorgenannten Lernendenvorstellungen einer geringen Sprachsensibilität im Physikunterricht geschuldet. So weisen beispielsweise Neumann und Hopf darauf hin, dass die Vorstellung, Strahlung sei natürlich möglicherweise dem Umstand geschuldet

sei, dass vorunterrichtliche Verwendungen des Wortes *Strahlung*, und speziell die *natürliche Strahlung* vornehmlich mit dem Wort *Sonne* einhergehen (vgl. Neumann und Hopf 2013, 1540). So ist eine präzise Sprachwahl im Unterricht und die sprachliche Schulung der Schülerinnen und Schüler genau auf diesen Umstand hin unerlässlich, um bestehende Lernendenvorstellungen aufbrechen zu können. Die vorliegende Arbeit wird bestätigen, dass die klare Favoritin als Quelle für *natürliche Strahlung* in der Vorstellung der Schülerinnen und Schüler auch noch in der neunten Schulstufe die Sonne ist. Als Erklärung für die häufige Darstellung der Sonne als natürliche Quelle von Strahlung machen Neumann und Hopf auf die häufig gleichzeitige Verwendung der Wörter *Strahlung* und *Sonne* in der deutschen Sprache aufmerksam:

One of the most important issues that need to be discussed here is the impact of the German language on the results. The reader might have wondered about the fact that so many students, especially the younger ones, drew motifs related to the sun or other sources of visible radiation. We assume that these results are strongly influenced by the German language since the German word *Strahlung* (radiation) is commonly used in everyday speech, especially in connection with the word "sun". Keeping this in mind, the results seem to be more comprehensible (Neumann und Hopf 2013, 1546).

Möglicherweise können also in nicht deutschsprachigen Ländern in diesem Zusammenhang andere Häufigkeitsverteilungen beobachtet werden, so die AutorInnen (vgl. ebd., Ü.d.A.).

Fraglich ist somit, inwiefern die spezifische Verwendung verschiedener Begriffe im fachlichen Kontext das Verständnis von Schülerinnen und Schülern beeinflusst. Der Rolle der Sprache im Physikunterricht widmet vor allem Leisen seit einigen Jahren besondere Aufmerksamkeit. Demnach seien seine Zugänge zu Physikdidaktik im folgenden Unterkapitel von Interesse.

2.1.3 Sprachsensibles Lernen Sprache im Physikunterricht

In den Wissenschaften, aber speziell in den Naturwissenschaften, nimmt sprachliche Präzision als Bedingung für die Möglichkeit, gültige Aussagen treffen zu können, spätestens seit der Bewegung des logischen Empirismus³ eine wesentliche Rolle ein. Dabei wurde der „Fokus auf eine einheitliche Wissenschaftssprache gelegt, um durch deren klare, rationale und vor allem logische Analyse ein adäquates Erkenntnismittel zu schaffen [und außerdem die] objektive Einordnung von Beobachtungen zu ermöglichen (Kruse und Denz 2016, 14).“ Spezifische Symbole und eine eigenständige Fachsprache dienen also innerhalb einer Wissenschaft als Mittel der rationierten, einfachen Verständigung von Angehörigen der Wissenschaftsgemeinschaft. Dies hat vor allem vor dem Hintergrund internationaler Zusammenarbeit seine Berechtigung. Als Kommunikationsmittel hohen Informationsgehaltes ist die Fachsprache Träger von Information über Landesgrenzen hinaus, zu anderen Kulturkreisen, in andere Schriftformen und Gesellschaftssysteme, ohne an Informationsgehalt wesentlich einzubüßen (vgl. Barke et al. 2015, 257). Diese Fachsprache allerdings, die einheitliche wissenschaftliche Bildungssprache, zeichnet sich auch dadurch aus, exklusiv zu sein und somit keine anderen Sprachvarianten neben sich als adäquate Wissenschaftssprache zu dulden. So bewirken Fachsprache und die dazugehörigen Symbole immer eine

Abgrenzung gegenüber allen, die mit ihr nicht vertraut sind. Aus dem hohen Entwicklungsstand der verschiedenen Fachsprachen resultieren sogar gravierende Probleme für die Verständigung der Wissenschaften untereinander: Nur wer die Fachsprache einer Wissenschaft beherrscht, kann sich mit deren Vertretern über Sachfragen verständigen. (ebd.)

Auch im Physikunterricht übersteigt die Fachsprache, als ein überaus komplexes Gebilde oftmals die alltäglichen Kommunikationsfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler um ein Vielfaches (vgl. Leisen 2011, 12). Dies ist nicht verwunderlich, führt man sich die wesentlichen Merkmale einer Bildungssprache einmal vor Augen. Leisen nennt hier die Merkmale: „lineare Argumentationen, wenig Wiederholungen, keine Gedankensprünge, vollständige und komplexe Sätze, keine grammatikalischen Fehler, einen präzisen Wortgebrauch [und] keine Füllwörter (ebd., 13).“

All diese Merkmale der Fachsprache sind in der Alltagssprache ins Gegenteil verkehrt. Wir führen zirkuläre Argumentationen an, wiederholen uns ständig, verwenden grammatikalisch

³ Auch logischer Positivismus genannt, ist der logische Empirismus eine Bewegung die ab den 1930ern maßgeblich die Vorstellung von Wissenschaft als einer einheitlich arbeitenden Disziplin, mit eigener Form- und Symbolsprache mitprägte (Kraft (2017)).

unvollständige Sätze und nutzen Füllwörter (vgl. Leisen 2011, 13). All diese Bestandteile der Sprache erleichtern die alltägliche Kommunikation immens und fehlen uns in der Fachsprache völlig. Somit fallen schlicht die meisten Hilfestellungen weg, die es uns im Alltag ermöglichen, Inhalte gut zu verstehen und zu erinnern. All dies geschieht selbstverständlich vor dem Hintergrund der fachsprachlichen Präzision und ist in seinem Rahmen nicht nur gerechtfertigt, sondern auch notwendig. Allerdings ist das Erlernen einer Fachsprache damit mehr wie das Erlernen einer Fremdsprache zu sehen, die jede und jeder Lernende für sich in seinen Grundzügen beherrschen können muss, bevor fachliche Inhalte sinnvoll vermittelt werden können. Ist das nötige Fachvokabular nicht zugänglich, so ist der Weg zur fachlichen Klarheit verstellt.

Zugrundeliegende Begriffe müssen also erlernt werden, bevor ein physikalisches Phänomen überhaupt beschrieben werden kann, und so muss die Alltagssprache der Jugendlichen im Rahmen des Unterrichts Schritt für Schritt an eine Fachsprache, im Sinne physikalischer Korrektheit herangeführt werden, ohne dabei den Einfluss der Weltbilder und Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler auf das Lernen der Naturwissenschaften zu vergessen. (vgl. Kircher et al. 2015, 58).

Wie ist nun aber die angesprochene Fachsprache strukturiert und wie sind die augenfälligen Verständnisprobleme, die anscheinend mit ihr zusammenhängen, zu erklären?

Jede Fachsprache zeichnet sich durch spezielle, spezifische Sprachstrukturen aus, die sich zwar oft in der Alltagssprache wiederfinden, dort aber selten das gleiche bedeuten wie im Fachunterricht. So wird in der Alltagssprache beispielsweise das Wort „herrschen“ auf Subjekte bezogen, die Macht ausüben. In der Physik hingegen macht man Aussagen, wie: „In der Kammer herrscht ein Druck von“ oder „es herrscht niedrigere Temperatur als ...“. Leisen nennt in diesem Zusammenhang auch das, in der Physikdidaktik vielfach thematisierte „Kraft haben“ aus der Alltagssprache, das sich beim Erlernen der klassischen Mechanik zu der Lernendenvorstellung entwickeln kann, Körper (in der Vorstellung der Schülerinnen und Schüler meistens belebte), *besäßen* Kraft. In der Fachsprache ist die Kraft allerdings eine intensive Größe, eine Wechselwirkungsgröße die keineswegs speicherbar ist (vgl. Leisen 2011, 11). Folglich müssen diese Begriffe in fachlichem Rahmen völlig neu konstruiert und semantisiert werden, was keineswegs eine leichte Aufgabe ist: „Sprache im Fachunterricht ist wie ein Werkzeug, das man gebraucht, während man es noch schmiedet (ebd., 17)“.

Gleichzeitig verwenden die Schülerinnen und Schüler allerdings im Unterricht ihre Alltagssprache, um Sachverhalte zu verinnerlichen und verwechseln sie so mit der Fachsprache. So werden

etwa vollständige Sätze, sowie fachliche Sprachstrukturen vermieden und Ausweichstrategien werden angewendet, wenn das Verständnis der Fachsprache nicht mehr ausreicht (vgl. Leisen 2011, 16). Hinzu kommt, dass es vor diesem Hintergrund kaum möglich und sinnvoll ist, die im Unterricht verwendete Sprache in einem Lehrbuch zu dokumentieren, denn jene Inhalte, die im Lehrbuch auf zwei Seiten Platz finden sind im Unterricht meistens Gegenstand mehrerer Stunden. Bildsprache, Formalsprache und Fachsprache müssen erst für die Lernenden „verdaubar“ aufbereitet und aufgelockert werden (vgl. ebd., 7). So erleben laut Leisen viele Lehrkräfte im Schulalltag die spezifischen Probleme, die mit der Kommunikation im Fachunterricht einhergehen, können aber oft nicht abschätzen und differenzieren, auf welcher Ebene und in welchen Bereichen die Schwierigkeiten genau angesiedelt sind (ebd., 9). Eine adäquate Diagnose jener Merkmale der Fachsprache, die Probleme bereiten sei hier angebracht, so Leisen.

Leisen entwickelte vor diesem Hintergrund den *Sprachsensiblen Unterricht* als Antwort auf beobachtete Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler, dem Unterricht mit seiner spezifischen Fachsprache zu folgen. Demnach ist Sprachförderung nach Leisen eine Aufgabe aller Fächer. Denn Sprachkompetenz ist nicht bereits vorhanden, wenn Inhalte konstruiert werden, sondern wächst gleichzeitig mit dem Erlernen der Fachinhalte (vgl. Leisen 2011, 5). Und so zeichnet sich sprachsensibler Fachunterricht durch einen bewussten Umgang mit dem Medium Sprache aus, der es versucht, fachliches Lernen eben nicht durch, möglicherweise vermeidbare sprachliche Barrieren zu verstellen (vgl. ebd.). Ein sprachsensibler Unterricht bietet als Konsequenz unterschiedliche Ebenen der Abstraktion und unterschiedliche Darstellungsebenen, um möglichst alle Schülerinnen und Schüler, ihrem spezifischen Verständnis der Sprache entsprechend, zu adressieren und orientiert sich dabei stets am unterrichtlichen Kontext. Kompetenzen, wie das Beschreiben, das Erklären und Erläutern, das Veranschaulichen, Kommentieren und das Bewerten, müssen alle gleichermaßen gefördert werden (vgl. ebd., 16). Als konkrete Hilfestellung für Lehrende sei hier der Lösungsansatz von Tajmel genannt, in dem die Autorin Sprache im Physikunterricht zunächst analytisch aufarbeitet und im Folgenden Beispiele für die konkrete Umsetzung sprachorientierten Physikunterrichts gibt (Tajmel 2013).

Auch in der vorliegenden Arbeit steht der sprachliche Aspekt im Unterricht im Vordergrund und wird vor dem Hintergrund der aktuellen fachdidaktischen Forschung adressiert. Denn in einer physikalischen Fachsprache haben die Wörter „natürlich“ und „künstlich“ im Grunde genommen nichts verloren, wie im folgenden Unterkapitel erläutert wird. Die Aussagen „Etwas ist natürlich“ oder „Etwas ist künstlich“ haben im physikalischen Sinne keinen Mehrwert. Dennoch finden die

Begriffe im Zusammenhang mit der Alltagssprache und mit medialen Einflüssen immer wieder ihren Weg in Unterrichtssituationen. Im Rahmen dieser Arbeit wird dabei besonders die Verwendung der Begriffe künstlich und natürlich in Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung und deren Quellen von Interesse sein, die wohl aus der Alltagssprache importiert und im Physikunterricht weiterverwendet wird. Es interessiert in diesem Zusammenhang besonders, in welchen Fällen die Begriffe durch die Schülerinnen und Schüler eingesetzt werden und inwiefern die Unterscheidung das Verständnis von Wechselwirkungen mit den verschiedenen Strahlungsarten beeinflusst. Bevor der Beantwortung dieser Forschungsfragen allerdings Rechnung getragen wird, sollte eine prinzipielle Klärung der physikalischen Grundlagen zum vorliegenden Thema vorgenommen werden. Das folgende Unterkapitel widmet sich dieser.

2.2 Physikalische Grundlagen

2.2.1 Das elektromagnetische Spektrum

Die einzelnen Strahlungsarten wurden historisch gesehen erst nach und nach entdeckt, da, bis auf das erwähnte sichtbare Licht (Wellenlänge im Bereich von etwa 400 bis 780 nm) und die Infrarotstrahlung, die wir Menschen selbst emittieren, keine davon direkt sinnlich wahrnehmbar ist. Obwohl Erscheinungen, welche in direktem Zusammenhang mit Wechselwirkungen elektromagnetischer Wellen und deren Umgebung schon lange beobachtet wurden, wurde die Existenz elektromagnetischer Wellen, die sich ohne Medium ausbreiten, erst 1873 von Maxwell postuliert und viel später bestätigt (Maxwell 1873). Das lückenlose elektromagnetische Spektrum gibt es erst, seit alle Strahlungsarten bekannt und als solche identifiziert wurden. Dabei ist die Darstellung eines lückenlosen Spektrums ein enorm mächtiges Instrument zur Veranschaulichung der

Verwandtschaft der einzelnen Strahlungsarten untereinander (vgl. Plotz 2017, 40), wie in der folgenden Abbildung verdeutlicht wird:

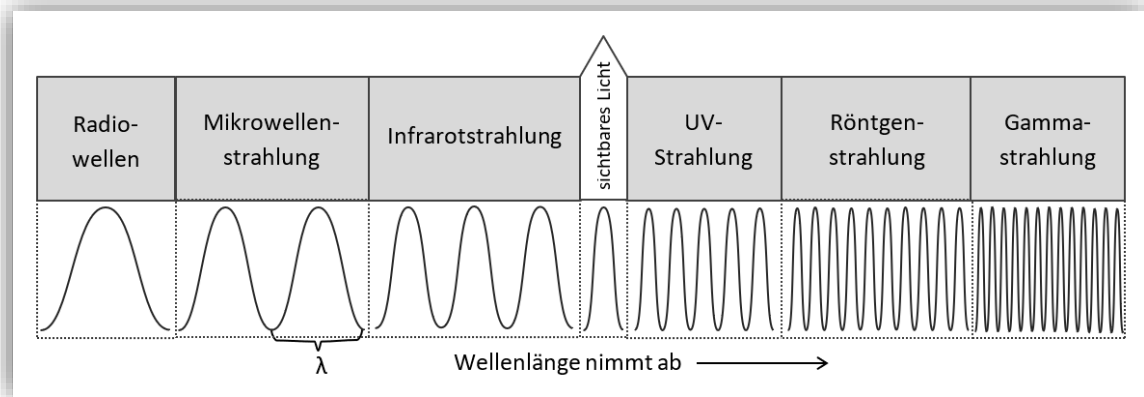


Abbildung 3: Veranschaulichung des elektromagnetischen Spektrums, adaptiert nach (Friesenbichler 2018, 52)

Hier kann auf eine simple Weise der Zusammenhang scheinbar vollkommen voneinander verschiedener physikalischer Phänomene in einer Abbildung verdeutlicht werden. Gemeinsam haben all die dargestellten Strahlungsarten ihren wellenartigen Charakter, der sich in eine elektrische und eine magnetische Komponente aufspannt, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist,

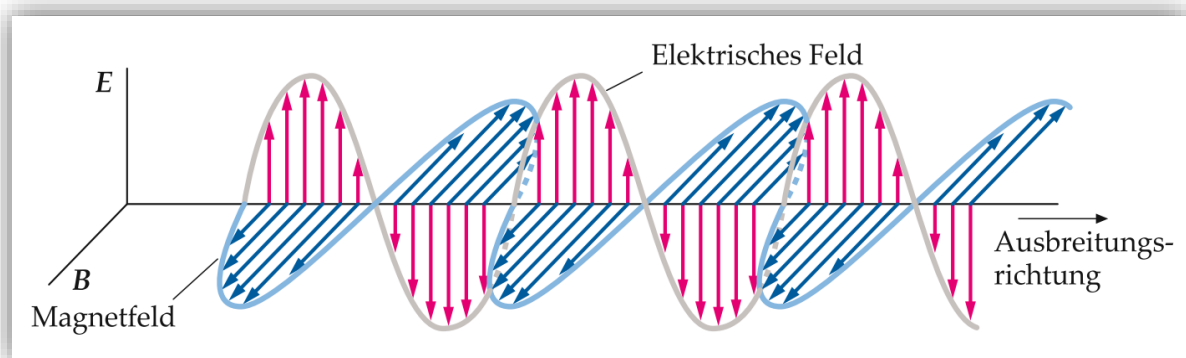


Abbildung 4: Veranschaulichung der elektrischen und magnetischen Feldvektoren einer elektromagnetischen Welle. (Tipler et al. 2015, 988)

und außerdem, dass das Produkt aus Wellenlänge und Frequenz immer gleich der Lichtgeschwindigkeit ist, wodurch eine Einteilung in ein einheitliches Spektrum auch erst ermöglicht wird. Es gilt bei allen Strahlungsarten:

$$c = f \cdot \lambda$$

Aus fachdidaktischer Sicht ist das elektromagnetische Spektrum ein Segen, denn: „Da die Position der Strahlung nur von einer Variablen abhängt, ist es einfach, die verschiedenen Strahlungsarten zu vergleichen und zueinander ins Verhältnis zu setzen (Plotz 2017, 40)“. Nach Plotz kann das elektromagnetische Spektrum im Unterricht also als Orientierungshilfe eingesetzt werden, die die Zusammenhänge der Strahlungsarten gut und physikalisch korrekt veranschaulicht (vgl. ebd.).

In weiterer Folge fasst der Autor die wichtigsten Basisaussagen zur elektromagnetischen Strahlung, wie sie auch von Schülerinnen und Schülern verstanden und verinnerlicht werden sollten, unter Verwendung des Wellenmodells wie folgt zusammen:

1. Elektromagnetische Strahlung wird anhand des Spektrums klassifiziert und geordnet. Jede Strahlungsart ist dort vertreten (Plotz 2017, 39).
2. Elektromagnetische Strahlung benötigt für die Ausbreitung kein Medium. Jede Strahlung breitet sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit aus (ebd.).
3. Elektromagnetische Strahlung ist omnipräsent. Wir leben in einem „Strahlungsbad“. Jede Strahlungsart umfließt uns in unterschiedlicher Intensität (ebd.).
4. Elektromagnetische Strahlung transportiert Energie sowie Impuls und wechselwirkt in unterschiedlicher Weise mit Materie. (ebd.)

Dabei interessiert im Kontext der vorliegenden Arbeit vor allem die dritte Aussage, und damit das Prinzip der Omnipräsenz von Strahlung. Diese sei „zentral um der Fehlvorstellung vorzubeugen, dass manche Strahlungen ausschließlich künstlich generiert werden könn[t]en (Plotz 2017, 40).“ Wird den Schülerinnen und Schülern nämlich klar, dass wir an jedem Ort und zu jeder Zeit von Strahlung umgeben sind, so ist die Einschätzung, manche Strahlungsarten (etwa Röntgenstrahlung oder Mikrowellen) würden ausschließlich künstlich erzeugt, obsolet und kann verworfen werden (vgl. ebd.).

Bei der Betrachtung des elektromagnetischen Spektrums zeigt sich außerdem, dass für die Einteilung entlang des elektromagnetischen Spektrums, welche für den physikalischen Kontext essenziell ist, an keiner Stelle die Einteilung in die Kategorien *künstlich* und *natürlich* verwendet wird. Elektromagnetische Wellen sind mit ihrer Wellenlänge und Frequenz bereits zur Gänze beschrieben und können so voneinander unterschieden werden. Sie werden innerhalb des elektromagnetischen Spektrums nach Art der Wechselwirkung und nach Höhe der Energie der jeweiligen Strahlung eingeteilt, nie aber danach, wie sie entstehen, also, von welcher Quelle sie stammen und damit auch nicht danach, ob sie von menschengemachten Geräten erzeugt wurden oder aus „natürlichen“ Quellen stammen. Physikalisch gesehen ist eine Einteilung elektromagnetischer Strahlung nach der Beschaffenheit ihrer Quelle schlicht nicht zielführend.

2.2.2 Ist eine Einteilung in künstliche und natürliche Strahlung aus physikalischer Sicht sinnvoll?

Physikalisch gesehen gibt es, wie bereits erwähnt, zwar künstlich- und natürlich erzeugte Quellen von Strahlung, allerdings kann die Strahlung, die aus diesen Quellen entspringt im Nachhinein nicht einer bestimmten Quelle zugeordnet werden und es gibt im physikalischen Sinn schlicht keine *künstliche* oder *natürliche Strahlung*. Eine Unterteilung in diese beiden Kategorien bietet physikalisch gesehen keinen Mehrwert. Allerdings wird sich im Rahmen dieser Arbeit zeigen, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben, es könnte zwischen künstlicher und natürlicher Strahlung unterschieden werden.

Ist das elektromagnetische Spektrum einmal verstanden und vor allem als Orientierungshilfe etabliert, so ist es umso erstaunlicher, wenn eine Einteilung in künstliche und natürliche Strahlung dennoch vorgenommen wird. Denn inwiefern erscheint vor einem physikalischen Hintergrund die Einteilung in künstliche und natürliche Strahlung als sinnvoll, wenn ohnehin bereits eine fachlich korrekte Unterscheidung angeboten wurde? Es fragt sich also, inwiefern die einzelnen Strahlungsarten innerhalb der jeweiligen Strahlungskategorie noch in künstlich und natürlich eingeteilt werden und ob auch unter den unterschiedlichen Strahlungsarten hinsichtlich der „Künstlichkeit“ und der „Natürlichkeit“ unterschieden wird.

Wie aber kommt es zu der Vorstellung, es könne zwischen künstlicher und natürlicher Strahlung unterschieden werden? Im vorherigen Unterkapitel wurde bereits darauf aufmerksam gemacht, dass das Erlernen einer Fachsprache immer aus dem Kontext einer bereits beherrschten Alltagssprache heraus passiert. So ist es nicht verwunderlich, dass ein Verständnis der Begriffe *künstlich* und *natürlich* bereits vorhanden ist, wenn die Grundlagen der elektromagnetischen Strahlung erlernt werden. Das Verständnis der Begriffe entwickelt sich keineswegs im Zusammenhang mit physikalischen Überlegungen, sondern wird der Alltagswelt der Lernenden entlehnt und in das physikalische Wissen eingeordnet. Die Problematik hierbei scheint allerdings zu sein, dass elektromagnetische Strahlung stets nach ihrem jeweiligen Einsatzgebiet (etwa Medizin, Technik), nach ihrer Quelle (Röntgengerät, Mikrowellenherd, Handy) oder nach ihrer vermeintlichen Gefährlichkeit eingeteilt wird (dies lässt sich speziell nach Reaktorunglücken feststellen). Wir scheinen im Zusammenhang mit Strahlung ganz allgemein eine hohe Affektion zum Rückbezug auf deren

Quellen zu haben, wie auch die Forschung zu Lernendenvorstellungen immer wieder zeigt. Möglicherweise ist das dem Umstand geschuldet, dass wir die meiste Strahlung in unserer Umgebung nicht wahrnehmen können. In Bezug auf die Gefahren und den Nutzen von Strahlung zeigt sich, dass in den Medien selten einfach nur von „Strahlung“ die Rede ist. Stattdessen wird in Superlativen berichtet, von Gefahren und Nutzen bestimmter Strahlungsarten in bestimmten Situationen, denn wir bevorzugen im Alltag klar situationsbezogene, einfache Kategorisierungen vor komplexen, aber physikalisch korrekten Erklärungen. So verwundert es nicht, wenn auf Gesundheitsportalen von „natürlicher“ und „künstlicher“ Strahlenbelastung berichtet wird, die auch noch im Hinblick auf deren *Gefährlichkeit* miteinander verglichen wird.

Leider müssen derartige Erklärungsversuche über die Ursprünge von Lernendenvorstellungen in Bezug auf Strahlung vorläufig sehr spekulativ bleiben und können im Rahmen dieser Arbeit nicht überprüft werden.

In Bezug auf die Einteilung in *natürliche* und *künstliche* Strahlung kann allerdings eine Klärung der Kategorien *künstlich* und *natürlich* aus einem sprachwissenschaftlich-philosophischen Kontext heraus vorgenommen werden. Dieser grundsätzlichen Begriffsklärung sei das folgende Kapitel dieser Arbeit gewidmet.

2.3 Philosophische Begriffsklärung

Die Auseinandersetzung mit der Frage nach der „Natürlichkeit“ oder „Künstlichkeit“ von den, uns umgebenden Dingen ist so alt wie die Philosophie selbst. Das folgende Kapitel stellt daher eine Klärung der Begriffe *künstlich* und *natürlich* anhand eines kleinen Überblicks über philosophische Zugänge zu *Natur* und *Natürlichkeit*, zu *Kunst* und *Künstlichkeit* dar. Da sich die Bedeutung der Wörter in der Philosophiegeschichte vielfach verschoben hat, muss darüber hinweggesehen werden, dass in diesem kurzen Abriss die Begriffe *Natur* und *Natürlichkeit*, sowie *Kunst* und *Künstlichkeit*, den Autorinnen und Autoren folgend, weitestgehend synonym gebraucht werden. Es wird dennoch darauf geachtet, dem historischen Wachsen der Begriffe genügend Rechnung zu tragen. Dieses Kapitel soll den Blick dafür schärfen, dass eine einheitliche Definition dessen, was unter *künstlich* und was unter *natürlich* verstanden werden soll, nicht möglich ist. So ist es auch nicht verwunderlich, dass Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Frage, was als künstlich und was als natürlich angesehen wird, kein einheitliches Bild vor Augen haben. Im Rahmen dieser

Arbeit wird diesem Umstand später durch die Entwicklung eines Fragebogens Rechnung getragen, der durch das Stellen gezielter Fragen zunächst klären soll ob die These, Schülerinnen und Schüler hätten kein einheitliches Konzept zu *Natürlichkeit* und *Künstlichkeit*, auf die befragte Stichprobe zutrifft und dient im Weiteren der Feststellung, ob die Schülerinnen und Schüler elektromagnetische Strahlung in die Kategorien *künstlich* und *natürlich* einteilen und nach welchen Kriterien.

2.3.1 Zum Wortursprung

Das Wort *Natur* leitet sich aus den lateinischen *natus* (geboren), beziehungsweise *nasci* (geboren werden, entstehen) her und bezieht sich auf solche Dinge, welche von selbst entstehen oder bereits vorhanden sind. *Von selbst entstanden* schließt alles aus, was von Menschen erschaffen wurde und alles ein, was *von naturgegebener Wesensart* ist (vgl. Falkenburg 2017, 96). Im Griechischen ist der entsprechende Terminus die wohlbekannte *phýsis* (*φύσις*), mit der wir heute die materielle, physische Welt nach obigem Verständnis (Gesamtheit aller physisch existierenden Dinge) bezeichnen, welche dem ursprünglichen, altgriechischen Verständnis nach aber wiederum eher dem Wort *kósmos* (*κόσμος*) entspricht (vgl. ebd.).

Nun könnte mit diesem kurzen Absatz dieses Kapitel womöglich geschlossen werden, da bereits eine Erklärung über die Herkunft der Wörter *künstlich* und *natürlich* gegeben wurde. Leider zeigt bereits der erste, intuitive Zugang zur Beantwortung der Fragen: „Was ist *künstlich*?“ und „Was ist *natürlich*?“, nämlich das Nachschlagen in einem Lexikon, dass es mit dieser kurzen Erklärung wohl eher doch nicht getan ist. Dort findet sich neben der Definition „das ohne fremdes Zutun Gewordene, Gewachsene“ für die Natur auch die Bezeichnung „die Welt“ und auch das übertragen gebrauchte „Natur des/ Natur der“ im Sinne von Wesen, Anlage oder Charakter. (vgl. Dudenredaktion 2015, 585). Daneben sei *natürlich* auch umgangssprachlich, als Synonym für selbstverständlich, gebraucht; *künstlich* hätte hingegen zunächst „klug“ bedeutet, „kenntnisreich“ oder „geschickt“ und hätte im Laufe der Zeit eine Deutungswende durchgemacht und bezeichne heute das „von Menschenhand Geschaffene“, das „nicht Natürliche“ aber auch das, negativ konnotierte „Unnatürliche“.

Das, von *Kunst* abgeleitete Verb *künsteln* wurde das erste belegte Mal im 16. Jahrhundert gebraucht, wo es keineswegs tadelnd ein Verhalten bezeichnete, das heute mit dem Lügen in Verbindung gebracht wird, sondern wo es eher „an einem Werk basteln“ es „verbessern“ bedeutete.

(vgl. Dudenredaktion 2015, 496). Auch jede Disziplin, wie die Kunst, die Biologie, die Physik, die Psychologie und sogar die Justiz scheint eigene Vorstellungen von den genannten Begriffen zu haben und sie jeweils anders zu gebrauchen.

Die Philosophie hingegen nimmt hier eine Sonderstellung ein. Sucht man in der Philosophie nach dem Begriff *Natur* oder nach dem Begriff *Kunst*, so tut sich eine schier unglaubliche Menge an Begriffsdefinitionen, Zuschreibungen und Abhandlungen auf, die allesamt eigene Definitionen der Begriffe zu bieten scheinen. Es lässt sich also bereits hier erkennen, dass eine Begriffsklärung der Wörter *natürlich* und *künstlich* niemals eine einfache Definition sein kann, die in einem Satz alles abdeckt, was die Begriffe fassen und alles andere ausschließt. Was *künstlich* und was *natürlich* ist, beschäftigen die Menschen wohl, seit sie in der Lage sind, Gegenstände herzustellen und diesen Akt als ursächlich für das Entstehen neuer Dinge erkennen können. Einer Begriffsklärung nachzugehen heißt demnach, zu akzeptieren, dass man nach der Klärung zwar ein breit gefächertes Verständnis von der Entstehungsweise und der vielfachen Umdeutung der Begriffe erhalten kann, heißt aber gleichzeitig, dass man bestimmt keiner Einteilung in *Natürliches* und *Künstliches* mehr ohne weiteres zustimmen möchte.

2.3.2 Bedeutungsvielfalt der Begriffe künstlich und natürlich

Um dem eben genannten Umstand Rechnung zu tragen, ohne jedoch zu resignieren und eine Begriffsklärung von vornherein für unmöglich zu erklären, wird im Folgenden er Versuch unternommen, die verschiedenen Zugänge und Verwendungsweisen der Wörter *künstlich* und *natürlich* in einer kurzen, aber möglichst vollständigen Weise vorzustellen.

Verschiedene Naturbegriffe und deren Antagonisten

Falkenburg stellt in ihrem Beitrag zur Geschichte der Naturphilosophie mit dem schlichten Namen „Natur“, den Naturbegriff in seinen grundlegenden Bedeutungen vor, welche sie zunächst in den *Begriffsumfang* (Extension) und in den *Begriffsinhalt* (Intension) einteilt. Der Extension nach sei Natur nach dem heutigen Verständnis zumeist alles was wir sind und alles was uns umgibt, also die physische Welt, in der wir existieren. Die Gesamtheit der Dinge, auf die sich das Prädikat *Teil der Natur* demnach anwenden lässt, sind alle existierenden Objekte.

Der Intention nach sei Natur allerdings dasjenige, was eben nicht von Menschenhand hergestellt sei und demnach alles, was *naturgegeben* sei und nicht artifiziell. Wird das Prädikat *natürlich* also als Merkmal verstanden oder als Eigenschaft, so ist nicht die Gesamtheit physischer Dinge gemeint, sondern nur eine Teilmenge davon. Nach Falkenburg ist also der Begriffsinhalt von Natur dem Begriffsumfang unterstellt. (vgl. Falkenburg 2017, 96).

Begriffe haben also eine Ausdehnung in der Gesamtheit ihrer Bedeutungsvielfalt und einen Begriffsinhalt, der für all das steht, was als Merkmal oder Eigenschaft diesen Begriffen zugeordnet werden kann. Das folgende Kapitel soll, mit dem Ziel, die Extension der Begriffe *künstlich* und *natürlich* in ihrer Gesamtheit darzustellen, alle heute gültigen intentionalen Begriffsinhalte möglichst beleuchten. Schlicht; keine Bedeutung der Begriffe *künstlich* und *natürlich* die heutzutage Verwendung findet, soll hier gänzlich unbeleuchtet bleiben.

Schrammes Aufsatz „Natürlichkeit als Wert“, widmet sich dieser schwierigen Aufgabe und wird hier als vorwiegende Textgrundlage herangezogen (Schramme 2002). Die Darstellung der verschiedenen Bedeutungsdimensionen von Natürlichkeit und Künstlichkeit wird als Aufzählung durchgeführt:

1. Die erste Bedeutungsdimension des Prädikates „natürlich“ beinhaltet alles, **was aus der Natur kommt**, was sie hervorgebracht hat und hervorbringt, (vgl. Schramme 2002, 258). Dazu zählt alles, was schon da war, bevor Artifizielles, Menschengemachtes dazu kam. Wird von dieser Bedeutung ausgegangen, so können Aussagen gemacht werden, wie: „Es ist natürlich, dass Gelsen sich aus Larven entwickeln“ oder auch Aussagen die Gesetzmäßigkeiten ausdrücken, wie: „Der natürliche Weg des Wassers wird unter anderem durch die Gravitation bestimmt.“ (vgl. ebd.). Als logische Folge daraus muss künstlich dasjenige sein, was vom Menschen zu den bestehenden Dingen hinzugefügt wurde oder von ihm beeinflusst wurde. Außerdem wäre ein, der natürlichen Gesetzmäßigkeit entgegengesetztes Phänomen ein **unnatürliches**, oder auch „übernatürliches“ Phänomen, etwa, wenn Wasser auf der Erde plötzlich bergauf fließen würde (vgl. ebd.).
2. Das Natürliche als **das Konventionelle**, das Selbstverständliche, Angepasste, Geläufige und das Gewohnte. Aber auch als das Nicht-zu-hinterfragendes und das, der Norm entsprechende. Dieser Verwendung des Wortes „natürlich“ kann eine Aussage wie „Natürlich bringe ich dir morgen dein Geld zurück“ oder „natürlich helfe ich dir dabei das Sofa hineinzutragen“ zugeordnet werden. Somit zeigt hier das Wort *natürlich* konventionelles Verhalten an.

Natürlich ist das, der Norm Entsprechende, wobei der Schritt zur Bedeutung *richtig* und *gut* verschwindend klein ist. (vgl. Schramme 2002, 258).

3. Mit dieser Bedeutung eng verstrickt ist der sprachliche Aspekt, in dem *natürlich* als das deduktiv logische behandelt wird. Dieser *obvious-term*, auf dessen Verwendung unter Schülerinnen und Schülern etwa Plotz hinweist (siehe Plotz 2017, 88), während er sich auf einen Untersuchungsbericht von Watts und Taber beruft (Watts und Taber 1996), muss in jedem Fall beachtet werden:

„It is natural‘ is a term used in many contexts so that, in some cases, it has a quality of being ‚obviously-the-case‘ (the natural state of affairs), and of the ‚essence of things‘ (a natural tendency).“ (Watts und Taber 1996, 940, H.i.O.)

1. Im Vergleich zur vorherigen Bedeutungsdimension, ist hier allerdings der normative Anspruch der Aussage leicht verschoben. Hier wird die Aussage „ist doch natürlich“ („ist doch logisch“) oder „natürlich ist das so“ als Verweis auf, nicht zur Debatte stehende Fragen verwendet; als Rechtfertigung für Aussagen über etwas (vgl. Plotz 2017, 88). Nicht das normativ erwünschte, richtige Verhalten ist hier *natürlich*, sondern die vermeintliche Tatsache, dass etwas sich so verhält wie die Schülerin oder der Schüler meint, dass es sich verhält. Das Wort *natürlich* wird also sprachlich eingesetzt, um einer Aussage Nachdruck zu verleihen. Diese Bedeutung von natürlich wird sich in den Untersuchungsergebnissen dieser Arbeit ebenfalls finden (siehe Kapitel *Auswertung*: Frage 2), auch wenn der Ausdruck in Methoden wie dem Interview oder auch im Unterricht gewiss öfter Verwendung findet als bei der direkten Assoziation während der Befragung mittels schriftlichen Fragebogens.
2. Quasi diametral entgegen der Bedeutung von *natürlich* als *das Konventionelle*, nennt Schramme als Nächstes die Bedeutung des Wortes *natürlich* als das Attribut für den Menschen. Ein **natürlicher Mensch** verstellt sich nicht, sondern ist einfach, wie er ist, ohne auf Konventionen gesonderten Wert zu legen oder legen zu müssen und er wirkt nicht affektiert⁴. Wichtig in diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass dieser Gebrauch des Natürlichkeitsbegriffs zur Gänze auf den Menschen oder die Produkte, welche er erzeugt, beschränkt bleibt und als wertender Begriff verstanden werden muss. Das Natürliche an einem Menschen oder einem menschengemachten Gegenstand wird hier idealisiert (vgl.

⁴ Hier sei Jean Jaques Rousseaus Werk „Discours sur l'inégalité (Rousseau (2010))“ genannt, in dem er einen Naturzustand des Menschen postuliert, in dem dieser als „edler Wilder“ von Natur aus gut, frei und anpassungsfähig ist. Unter Umständen kommt die genannte Verwendungsweise des Wortes natürlich aus dieser Position.

Schramme 2002, 259), wie um das Künstliche am Menschen und seinen Produkten zu negieren oder zu relativieren. *Ungekünstelt, ungezwungen, unverkrampft*, sind Wörter, die nach dieser Deutung mit dem Begriff natürlich in Verbindung gebracht werden können.

3. Nun stellt Schramme im Weiteren das Menschengemachte und Kulturelle dem Unberührten direkt gegenüber und definiert natürliche Vorgänge als jene, welche von Menschen unbeeinflusst von Statten gehen. Ein Garten oder Park ist demnach als, vom Menschen beeinflusstes Objekt nicht natürlich, auch wenn er aus selbstständig wachsenden Lebewesen zusammengesetzt wurde. (vgl. Schramme 2002, 260).

Diese Definition ist auch die scheinbar intuitiv meistgewählte, fragt man heute Schülerinnen und Schüler direkt nach ihrer Vorstellung davon, was „natürlich“ bedeutet. *Natürlich* heißt danach etwa „nicht vom Menschen gemacht“ oder „vom Menschen unberührt“. Diese Definition findet sich in einer Vielzahl der Antworten auf die Frage: „Was verbindest Du mit dem Begriff *natürlich*?“ (siehe Kapitel *Auswertung*, Frage 2).

Jedoch stellt sich hier besonders die Frage: „Wo und nach welchen Kriterien sind die Grenzziehungen hier vorzunehmen?“ Sind ein Wald oder ein Reh trotz Forstwirtschaft natürlich (vgl. Schramme 2002, 260 f.)? Ist ein Berg trotz Erosion, welche durch menschliche Einflüsse begünstigt und beschleunigt wird noch natürlich? Ist das Meer trotz zunehmender Verschmutzung noch natürlich? Ab wann überwiegen die künstlichen Zuschreibungen und bis wann wird etwas als natürlich angesehen? Eine ursprüngliche und unbelassene Natur existiert nicht mehr, dennoch findet das Wort bis heute Verwendung.

4. In einer weiteren Deutung verbindet Schramme den Natürlichkeitsbegriff mit dem Begriff der Zweckfreiheit. Natürlich sei demnach, was selbstorganisiert und ohne menschliche Einflüsse von statten geht. Demnach sei, was ohne äußere Zwecke wächst (und Schramme meint, nur der Mensch setze Zwecke: vgl. Schramme 2002, 263), sich bewegt und sich organisiert, der Natur zuzuordnen. Natürliche Abläufe könnten dabei sehr wohl zielgerichtet sein, wenn etwa ein Vogel ein Nest baut oder eine Pflanze Photosynthese betreibt, allerdings seien sie stets zweckfrei, indem sie keinen äußeren Manipulationen bedürfen, um vonstatten zu gehen (vgl. ebd., 262).

Dies unterscheidet auch natürliche Dinge von Produkten aus Menschenhand, welchen „die Ziele ihres Daseins nicht inhärent“ seien (Schramme 2002, 262). Ich möchte hier relativierend anmerken, dass diese Definition über die Zweckfreiheit lediglich Manipulationen durch Menschenhand in den Blick nimmt, nicht aber die Werkzeugnutzung durch diverse Vertreter der Fauna, wie etwa den genannten Vogel der Zweige nicht nur benutzt, um sich eine

Behausung zu bauen, sondern auch um etwa Maden aus einem Astloch zu pulen. Demnach ist diese Definition des Begriffes *natürlich* über die Zweckfreiheit im Grunde wiederum nur die Feststellung: „*Natürlich* heißt, vom Menschen unberührt“, oder aber „*natürlich* heißt zweckbefreit“ und schließt Vorgänge wie den Nestbau dabei als unnatürlich aus. Jedoch mag es sein, dass der Autor unter „Zweck“ und „Zweckfreiheit“ etwas anderes versteht als ich.

Historische Umdeutungen

Nach der kurzen Darstellung der verschiedenen Deutungen des Natürlichen und Künstlichen, die heute noch in unsere Alltagssprache Einzug halten, wird nun die Frage nach dem Werden und der Entwicklung dieser Begriffe; also nach dem historischen Gewachensein derselben gestellt.

Es sollte dabei eingangs darauf hingewiesen werden, dass zusätzlich zu den diversen Umdeutungen, die die Begriffe im Laufe der Zeit erfahren haben, Werke aus dem antiken Griechenland, aber auch philosophische Werke jüngerer Datums, einerseits über den Umweg von einer Reihe von Übersetzungen und Überlieferungen zu uns gelangt sind, und schon rein sprachlich daher kaum in ihrer Originalität zu erfassen sind, und dass andererseits eine Interpretation eines Textes immer aus einer, der Leserin oder dem Leser immanenten Perspektive vorgenommen wird. Dass also jede Deutung eines Textes wesentlich von Sprachverständnis, Geschichtsverständnis und auch von politischem Interesse der Interpretin oder des Interpreten geprägt sein kann (siehe hierzu etwa Plachta 2013; Hackel 2019). Eine historisch- kritische Herangehensweise an philosophische Werke ist daher in jeder Hinsicht empfehlenswert und es wurde versucht, diesem Umstand in dieser kurzen Darstellung durch eine quellenkritische Arbeitsweise möglichst Rechnung zu tragen.

→ [Aristoteles \(384 -322 v. Chr.\)](#)

Nach Aristoteles werden die Dinge im *kósmos* (κόσμος) danach eingeteilt, ob sie von Natur aus existieren oder durch andere Ursachen in die Welt kamen (vgl. Physik II 192 b, Aristoteles 1967a, 35). Existiert etwas von Natur aus, so entsteht es aus sich selbst heraus, verdankt seine Existenz

also keinem äußeren Einfluss. Dabei folgt aber alles werdende stets zugrundeliegenden Prinzipien und verläuft nach einem Ziel hin orientiert⁵ (vgl. Physik II, Aristoteles 1967b, 19ff.).

Das Gegenstück zu dieser, sich-selbstschöpfenden *phýsis* (φύσις) bildet die *téchne* (τέχνη), die dadurch ausgezeichnet ist, dass sie menschengemacht ist. In seiner ursprünglichen Bedeutung wurde das Wort *téchne* für das handwerkliche Geschick, für das technische Wissen um den Umgang mit Materialien zur Herstellung von Kunstwerken und Artefakten verwendet: „Aufgrund seines technischen Wissens (*techne*) verleiht er [,der Künstler,] seinen Werken einen in gewisser Weise vom Zweck befreiten Charakter oder Schönheit (Capurro 2004, 165).“ Dabei ist das Ideal bei der Herstellung von Artefakten, wenn es dem Handwerker gelingt das Schöne, Zweckfreie (*kalós/kalώς*), mit dem Nützlichen oder Guten (*agathós/αγαθός*) zu verbinden. (vgl. *ebd.*). Schon bei Aristoteles wird der Begriff der *téchne* ausgeweitet und umfasst nun alle irgendwie lehrbaren und lernbaren Künste, Handwerke und deren Artefakte und ist somit weder auf die Technik, in unserem heutigen Verständnis, beschränkt, noch auf die Kunst (vgl. Falkenburg 2017, 97):

Man kann die Gesamtheit des Seienden (in zwei Klassen) einteilen: in die Produkte der Natur und in die Produkte andersgearteter Gründe. Naturprodukte sind die Tiere und ihre Aufbaustücke, die Pflanzen und die Elementarkörper wie Erde, Feuer, Luft und Wasser von diesem und derartigem sagen wir ja, es sei ein Naturprodukt - und diese alle zeigen einen Unterschied gegen das, was nicht Naturprodukt ist: hat doch ein jedes Naturprodukt ein Prinzip seiner Prozessualität und Beharrung in ihm selbst, ein Prinzip teils seiner Ortsbewegung, teils seines Wachsens und Abnehmens, teils seiner qualitativen Veränderung (Physik II, Aristoteles 1967a, 32)

Interessanterweise folgen die Produkte der *téchne* nach Aristoteles keinen grundlegenden Prinzipien und somit auch keinen Naturgesetzen (vgl. Physik II, Aristoteles 1967a, 33; vgl. Falkenburg 2017, 97). Ihnen müssen die Prinzipien, die Ursache jeder Veränderung sind, also gewissermaßen auferlegt werden. Die Prinzipien ihrer Herstellung haben sie nicht in sich, sondern sie folgen dem Willen des Herstellenden und somit nicht ihren eigenen Naturgesetzen (vgl. Physik II, Aristoteles 1967a, 32). Von diesem Naturbegriff abzugrenzen ist in jedem Fall die andere grundlegende aristotelische Verwendung des Begriffes *phýsis*: So teilt Aristoteles jedem Seienden der *phýsis* ein Wesen zu, eine Beschaffenheit, seine Substanz, die er ebenfalls *phýsis* nennt; verstanden als *seine Natur* (vgl. Physik II, *ebd.*, 34).

⁵Aristoteles hat ein teleologisches Naturverständnis, nach dem alle Prozesse in der belebten wie in der unbelebten Natur zielgerichtet verlaufen und der Kosmos zweckmäßig geordnet ist vgl. Falkenburg (2017, 97).

→ [Averrhoës \(1126-1198\)](#)⁶

Im Mittelalter etablierte sich eine wichtige Bedeutungsverschiebung. Averroes stimmt Aristoteles in der Auffassung zu, dass alles, was das Prinzip seiner Prozessualität und Veränderung in sich habe, der *phýsis* zuzurechnen sei (Averroes 1986, LC 49B TC3). Wobei anzumerken ist, dass Averrhoës seine Texte auf Arabisch verfasste und die verwendeten Begriffe im Lateinischen, in das sie übersetzt wurden, wiederum leicht andere Bedeutungen haben⁷. *Phýsis* wird im Lateinischen mit *natura* übersetzt und ist mit dem Angeborenen, dem Gewordenen, mehr verbunden als mit dem Werdenden und sich Verändernden bei Aristoteles (siehe Kapitel *Wortursprung*). Averrhoës prägt nun die beiden Begriffe *natura naturata* (die *geschaffene* Natur) und *natura naturans* (die *schaffende* Natur). Die *natura naturata* wird zum Kunstwerk Gottes und hat damit einen Schöpfungsgedanken als Voraussetzung. Dies ist neu, denn bei Aristoteles fungierte *theós* (θεός) als ein unbewegter Bewegter, als die ewig existierende Ursache aller Bewegung und Veränderung allerdings nicht im Sinne eines Schöpfers, der sich die gesamte Welt erdachte und sie erschuf (Falkenburg 2017, 97). Die schaffende Natur hingegen, die *natura naturans*, ist bei Averroes der Zweck aller geschehenden Prozesse (Averroes 1986, LC 57 EH TC23). Der Ausdruck *natura naturans* ist genaugenommen ein Pleonasmus und bedeutet so viel wie „die Natur, die das tut, was die Natur tut“ und ist wohl der Deutung von Michael Scotus zuzuschreiben, der auch den Schöpfungsgedanken in seine Übersetzung miteinfließen lässt (vgl. Hedwig 2017, 504). Nichts destotrotz zeigen die beiden Naturaspekte des Schaffenden und des Geschaffenen eine geänderte Deutung des Naturbegriffes, durch die der *kósmos* nun einem Gott als Schöpfer gegenübersteht, vergleichbar wie die Artefakte bei Aristoteles dem herstellenden Menschen (Falkenburg 2017, 97 f.).

→ [Descartes \(1596-1650\)](#)

Descartes geht an die Frage nach der Natur über die Frage nach dem Grundwesen des Menschen heran. Nach ihm hat der Mensch als Vernunftwesen eine geistige Natur und als Lebewesen eine physische Natur (die *res extensa*). Als Vernunftwesen sind wir allerdings auch mit einer Art

⁶ (arabisch رشيد محمد بن أحمد ابن رشد, Abū l-Walīd Muḥammad ibn Aḥmad Ibn Rušd), kurz Ibn Ruschd, latinisiert Averroes oder Averrhoës (Forcada (2014))

⁷ Die Übersetzung Averrhoës Aristoteles-Kommentare aus dem Arabischen ins Lateinische, auf die sich auch heute noch die meisten Werke beziehen stammt von Michael Scotus (ca. 1175 – 1232)(Falkenburg (2017, 97))

denkenden Substanz, der *res cogitans* ausgestattet, die es uns ermöglicht, abstrakte Begriffe von den, uns umgebenden Dingen zu denken. Während andere Lebewesen auch Teil der Substanz, der *res extensa* sind, ist die *res cogitans* von Gott allein dem Menschen gegeben worden. (vgl. Gerlach et al. 1988, 1129; vgl. Falkenburg 2017, 98).

Diejenige der beiden vorgestellten Substanzen, die wir heute noch als ausgedehnte, belebte und unbelebte Materie begreifen, ist wohl die *res extensa*, die auch im Wesentlichen der *natura naturata* bei Averroës entspricht. Descartes geht auch davon aus, dass die *res extensa* aus kleinsten Teilen zusammengesetzt ist, die von Gott geschaffen und durch ihn bis ins unendliche teilbar und neu zusammensetzbar sind (vgl. Falkenburg 2017, 98). Dabei folgt die *res extensa* keinen inneren Prinzipien: alles was sie verändert sind Stoßprozesse und Verwirbelungen. Falkenburg drückt es folgendermaßen aus: „Natur ist bei Descartes und seinen Nachfolgern das, was die Ursachen aller Veränderung außerhalb seiner selbst hat.“ (ebd.).

Auch der lebende Organismus nach Descartes ist nur das Ergebnis des Zusammenwirkens seiner Teile. Das bedeutet aber, dass Descartes einerseits den Menschen seiner Sonderstellung gegenüber der unbelebten Natur beraubt, indem er ihn zur *res extensa* zählt, zur ausgedehnten Substanz⁸ (vgl. Gerlach et al. 1988, 1129). Gleichzeitig trennt er aber auch die Begriffe Leib (belebter Körper) und Seele voneinander und schreibt dem Menschen diese Seele zu, die durch seine *res cogitans*, seine denkende Substanz⁹, zum Denken im Stande ist. (vgl. Ruchsow 2016, 39)

→ [Kant \(1724 – 1804\)](#)

Kant definiert die Natur Ende des 18. Jahrhunderts als Inbegriff von Erscheinungen unter Gesetzen. Diese Gesetze haben ihren Ursprung im Verstand und sind Voraussetzung für jede Erfahrung. (vgl. Falkenburg 2017, 99). Die eingangs erwähnte Einteilung nach Intension und Extension eines Begriffes stammt von Kant. Die Intension des Naturbegriffs, deren Inhalt, wird durch seine Form geprägt, die Extension (der Umfang) durch seine Materie (ebd.). Die Intension der Natur ist das „erste innere Prinzip“, welches dem Dasein aller Objekte zugrunde liegt, wobei allerdings nur Teil

⁸ Mit dieser Sicht gilt Descartes als Begründer des mechanistischen Weltbildes zählt, wonach alle Funktionen des Körpers materiellen und damit mechanischen Gesetzmäßigkeiten folgen.

⁹ Tatsächlich ist die *res cogitans* als reine Substanz, als materieller Gegenstand aufzufassen, der aber nicht „aus irgendwelchen Akzidenzien“ besteht, sondern ein kontinuierliche Existierendes ist, das von Gott ständig neu erschaffen wird.(vgl. Ruchsow (2016, 40))

der Natur ist, was auch sinnlich erfahren werden kann (vgl. Kant 1911, 467). Kant prägte mit dieser Vorstellung von der Natur unseren heute noch gängigen Begriff der Natur als physische Welt, die alles beinhaltet, was wir sehen, schmecken, fühlen, ertasten und riechen können, maßgeblich.

→ [Rafael Capurro *1945](#)

Eine interessante Beobachtung in Bezug auf das künstlich Hergestellte oder die Künstlichkeit, brachte der zeitgenössische, uruguayische Philosoph und Professor für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule für Medien Stuttgart, Capurro 1995 in die uralte Debatte um die Fragen: „Was ist künstlich?“ und „Was ist natürlich?“ ein. Er untersucht in seinem Essay „Über Künstlichkeit“ die Beziehungen zwischen dem Künstlichen und anderem Seienden, wie uns selbst, dem Natürlichen, der Mathematik und dem Göttlichen (Capurro 2004). So sieht er in der heutigen Welt einen Wandel in der Bedeutung des Künstlichen, der besonders durch die Entwicklung elektronischer Systeme vorangetrieben wird. Denn traditionellerweise sei das Künstliche weniger real als das Natürliche, wie der Autor im Folgenden ausführt: „Indem der Künstler Dinge hervorbringt, ahmt er die Natur nach ([durch] mimesis), d.h. er ahmt eben nicht die Produkte der Natur, sondern das nach, wie die Natur diese Dinge hervorbringt.“

Das faszinierende und gleichzeitig paradoxe an der Natur ist nach Capurro, dass sie spontan handelt, dass der Zufall in der Entwicklung der Natur eine bedeutende Rolle spielt, dass sie aber zugleich in einer zweckvollen Weise handelt (vgl. Capurro 2004, 165). Wir Menschen hingegen müssten sowohl über den Zweck, als auch über die Art und Weise, wie wir ein Objekt schaffen, zunächst einmal gründlich nachdenken, damit etwas Sinnvolles aus dem Schaffen entstehe. Seit der industriellen Revolution wird das Künstliche (vorwiegend Maschinen) vordergründlich dazu verwendet, um die Natur zu beherrschen (vgl. ebd., 167). Seien es ein Staudamm und ein Kraftwerk um Energie nutzbar zu machen, seien es Balustraden gegen Lawinenabgänge. Diese klassischen, als „Eingriffe in die Natur“ bezeichneten Maßnahmen dienen dazu, die Natur in ihren ursprünglichen Vorgängen zu behindern und sie uns nutzbar zu machen; sie also zu beherrschen.

Künstliches ist also allgegenwärtig und aus unserem Leben nicht wegzudenken. Dieser Umstand wird noch offensichtlicher und virulenter, wenn man Capurros Interpretation der Künstlichkeit in Bezug auf menschliche Lebenswege folgt:

Als menschliches Wesen zu existieren bedeutet, dass wir unser Leben konstruieren müssen. Unser Leben ist nicht etwas Gegebenes, es ist kein Programm, das auf einer Hardware laufen soll, sondern

es muss von uns selbst teilweise geschrieben werden.[...] Mit anderen Worten: Unser Leben ist nicht nur ein natürliches, sondern ebenso ein künstliches, oder wie die Tradition es nennt, ein ethisches Leben (Capurro 2004, 168).

Die Ethik stellt die Frage nach dem moralisch richtigen Handeln und ist somit auf einer Metaebene zum eigentlichen Handeln angesiedelt. Da wir über unser Handeln nachdenken müssen, um richtig zu handeln, können wir nicht mehr unseren natürlichen Instinkten folgen: Unser Handeln ist also künstlich.

Zurück zu dem Statement, dass traditionellerweise das Künstliche weniger real als das Natürliche sei. Capurro postuliert nun, dass seit der Etablierung des Computers in unserer modernen Welt ein neues Verhältnis zum Künstlichen möglich wird und sich die Deutung dessen, was real und was nicht real sei, zunehmend verschiebe (vgl. Capurro 2004, 167). Denn: „Wir benutzen [...] den Computer, nicht nur zur Steuerung oder zur Regelung, sondern auch dazu, alle möglichen Arten von Seiendem zu simulieren.“, so Capurro (ebd.). Eine simulierte, virtuelle Realität verschiebe nun das Verhältnis von Künstlichkeit und Natürlichkeit zunehmend und „[v]on unserem menschlichen Standpunkt aus betrachtet, wird der Computer im Großen und Ganzen zur externalisierten Intelligenz und Imagination. Er ist der Spiegel, in dem wir sehen, wie die Realität zu etwas wird, das einen geringeren Status als die Virtualität des Künstlichen aufweist (ebd., 168).“ Dass es eine solche Verschiebung des Status von künstlicher und natürlicher Realität gäbe ist das zentrale Postulat in Capurros Essay „Über Künstlichkeit“ und macht deutlich, dass die Diskussion über Natürlichkeit und Künstlichkeit in unserer modernen Gesellschaft einmal mehr zunehmende Bedeutung bekommen wird.

→ [Fazit](#)

Der kurze Einblick in die Geschichte der Begriffe *phýsis* und *téchné*, *natura* und *Natur* zeigt, dass die Grenzen von *Natürlichem* und *Künstlichem* keineswegs klar gezogen sind, denn die antike Unterscheidung zwischen diesen Zuschreibungen wird schon Mittelalter umgedeutet und verschiebt sich im Laufe der Zeit immer wieder. Heute aber sind uns diese Umdeutungen, wenn auch nicht in ihrer Vollständigkeit und ohne, dass wir wüssten, wer sie ursprünglich einmal vorgenommen hat, zugänglich. Wir sprechen und hören täglich von „der Natur“, „der Technik“, „dem Künstlichen“ und „dem Natürlichen“ und all diese Wörter mit ihren Bedeutungen beeinflussen unser Denken von der, uns umgebenden Natur, den Artefakten, von den Naturwissenschaften und von alltäglichen Dingen. Das folgende Kapitel befasst sich weniger mit dem historischen Gewachsen

Sein der Begriffe, sondern richtet den Blick gezielt auf jene Bedeutungen von Natürlichem und Künstlichem, die uns im heutigen Alltag begegnen und mit denen wir täglich umgehen.

2.3.3 Natur und Mensch

All die vorhergehenden Überlegungen sind im Grunde genommen nur dann sinnvoll, wenn man die Natur als etwas begreift, das vom Menschen verschieden ist. Was ist nun aber der Mensch? Welche Rolle nimmt er in der Natur ein, oder ist er gar kein Teil der Natur?

Zur Natur des Menschen

Während der natursymmetrische Begriff von „Mensch“, der den Naturwissenschaften zuzuordnen ist, die Menschen unter die Tiere einordnet, dies tut etwa die Biologie, indem sie ihn als die Spezies *homo sapiens sapiens* als Primat einordnet und von ausgestorbenen Hominiden abgrenzt (vgl. Becker 2017, 165), existiert daneben auch ein **Wesensbegriff** vom Menschen, der diesen gegen das Tier und die **Natur abgrenzt**, Gegenstand der Naturphilosophie ist (vgl. ebd.) und offenbar ebenfalls Eingang in die Rezeption der Begriffe *künstlich* und *natürlich* gefunden hat. Die Entstehung dieses Wesensbegriffes soll im Folgenden kurz umrissen werden:

Die Idee einer Entstehung der Arten über die Evolutionstheorie (Darwin [1859] 2012), führte „zum Übergang von der Annahme einer statischen zur Annahme einer dynamischen Naturordnung“ (vgl. Becker 2017, 166) und entledigte den Menschen seiner Sonderstellung gegenüber der Tierwelt. Nichtsdestotrotz fühlt sich die Menschheit der Tierwelt und der gesamten Natur oftmals überlegen und legt Wert darauf, sich von ihr abzugrenzen. „Denn was ihn biologisch definiert, erschöpft nicht seine Möglichkeiten als Mensch. (Plessner [1969] 2003, 358)“. Helmut Plessner unterstreicht in seinen Werken die Unverzichtbarkeit der Naturphilosophie, die darin begründet liegt, dass eine Definition dessen, was der Mensch in all seinen Facetten ist, schlicht nicht möglich ist (vgl. Becker 2017, 168). Bereits bei Hegel nimmt der Mensch die Natur als ein Anderssein gegenüber dem menschlichen Geist, gegenüber der menschlichen Vernunft ins Bewusstsein auf. Er begreift sich selbst als ein *Ich* gegenüber dem *Anderen* (vgl. Hashi 2010, 116):

Die Natur hat sich als die Idee in der Form des *Andersseins* ergeben. Da die *Idee* so als das Negative ihrer selbst oder *sich äußerlich* ist, so ist die Natur nicht äußerlich nur relativ gegen diese Idee (und gegen die subjektive Existenz derselben, den Geist), sondern die *Äußerlichkeit* macht die Bestimmung aus, in welcher sie als Natur ist. (Hegel 2010, §247 Enzyklopädie, H.i.O.)

Diese Beziehung von Ich und Äußerlichkeit, die der Mensch hat und vom Tier unterscheidet wird von Plessner aufgegriffen. Er schreibt: „Insoweit das Tier selbst ist, geht es im Hier-Jetzt auf (Plessner 1975, 288).“ Das Tier ist also im Hier und Jetzt auf, es ist in seiner Position in der Zeit und im Ort „zentrisch“, wie Plessner es ausdrückt. Der Mensch hingegen ist in der Lage, zu erkennen, dass er im Hier und Jetzt ist und somit auch dazu, sich gedanklich in andere Zeiten und Orte zu versetzen: „Der Mensch als das lebendige Ding, das in die Mitte seiner Existenz gestellt ist, weiß diese Mitte, erlebt sie und ist darum über sie hinaus (ebd., 291).“ Damit ist der Mensch sowohl in seine Umwelt, aber gleichzeitig gegen seine Umwelt gestellt oder positioniert. Im Gegensatz zu Tieren, die laut Plessner eine *zentrische Positionalität* haben (vgl. ebd., 292 f.), also in sich ruhen und im hier und jetzt sind, hat der Mensch das Vermögen, sich seiner selbst bewusst zu sein und sein „Erleben zu erleben“, wie es Plessner ausdrückt. Er ist „aus sich heraus“ oder „exzentrisch“ (ebd., 292). Der Mensch hebt sich nun vom Natürlichen ab, indem er seine eigenen Grenzen überschreitet und bleibt dort nicht stehen, sondern formt diese Umwelt und auch sich selbst etwas Neuem: Zu etwas *Künstlichem* (vgl. Schramme 2002, 267). Laut Plessner ist der Mensch nicht vollständig, wenn er nicht Künstliches hervorbringen kann: „Künstlichkeit im Handeln, Denken und Träumen ist das innere Mittel, wodurch der Mensch als lebendiges Naturwesen mit sich in Einklang steht (Plessner 1975, 391).“ Die Natur des Menschen ist also nach Plessner natürlicherweise künstlich. Hier bringt nun Schramme einen wesentlichen, für unsere Überlegungen interessanten Aspekt ein. Der Mensch ist einerseits ein Organismus wie andere auch und ein Teil der Natur. Während Naturwesen nach Aristoteles das Prinzip all ihrer Bewegung (*arché*) in sich selbst haben, wie schon im Kapitel zur historischen Entwicklung der Begriffe dargelegt wurde (Waldenfels 2018, 192) und ihnen ihr Zweck inhärent ist, geht Schramme davon aus, dass der Mensch sich bewusst Zwecke setzen kann und muss (vgl. Schramme 2002, 266). Er schreibt:

Die Aufgabe, angemessene Zwecke zu finden, verleitet den Menschen, diese in der Natur zu suchen. Aber gerade weil die Natur keine Zwecke kennt, ist solch eine einfache Lösung nicht zu haben. Der Mensch muss Zwecke selber setzen (Schramme 2002, 268).

Schramme dreht nun die Deutung Plessners, wonach der Mensch von einer der natürlichen Künstlichkeit sei, um und argumentiert, ausgehend von der postulierten Zweckfreiheit des Natürlichen, es sei nun möglich, der Natur die eigenen Zwecke aufzuerlegen und sie damit wiederum zu einem Produkt des Menschen zu machen (vgl. Schramme 2002, 268). Dementsprechend spricht Schramme hier von einer *künstlichen Natürlichkeit*.

Die Beziehung zwischen Mensch und Natur ist also in gewissem Sinne eine hierarchische, wobei oft nicht klar ist, wer dabei über wen herrscht: Und so ist auch unser Bild von der Natur als Herrschende oder Beherrschte ein zwiegespaltenes, wie im folgenden Unterkapitel erläutert werden soll.

Ambivalentes Verhältnis des Menschen zur Natur

Das Verhältnis des Menschen zur Natur ist von einer grundlegenden Ambivalenz geprägt. Entweder wir verherrlichen, lieben und achten sie, oder wir fürchten, hassen und verachten sie, je nachdem ob sie uns gerade erfreut oder unwirtlich erscheint (vgl. u.a. Mill [1874] 1984; Kluxen 1998). Dies ist nicht verwunderlich, betrachtet man etwa mit Mills Augen die Natur zum einen als „Mutter Natur“, als schöpferischen, gestaltenden Ursprung allen Lebens, die uns grundsätzlich wohlgesonnen ist und zum anderen als wilde, undomestizierte Natur, als „diabolische Entität, die im Stande ist Leben zu nehmen“ (Mill [1874] 1984, 31)):

Um es ohne Umschweife zu sagen: fast alles, wofür die Menschen, wenn sie es sich gegenseitig antun, gehängt oder ins Gefängnis geworfen werden, tut die Natur so gut wie alle Tage. Das, was menschlichen Gesetzen als die verbrecherischste Handlung gilt, das Töten, übt die Natur einmal an jedem lebenden Wesen und in einer beträchtlichen Zahl von Fällen nach langen Qualen, wie sie nur die allerschlimmsten menschlichen Ungeheuer, von denen wir wissen, ihren Mitmenschen je absichtlich zugefügt haben (Mill [1874] 1984, 31).

Schramme teilt die Beziehung von Mensch und Natur ebenfalls in zwei antagonistische Idealtypen ein, wobei er relativierend anmerkt, dass diese in Reinform in der Rezeption selten bis gar nicht anzutreffen sind. Demnach handelt es sich zum einen um eine Art Mutter-Kind-Verhältnis, in dem die Natur für uns, ihren Sproß, sorgt und wir von ihr abhängig sind. Zu diesem Idealtyp der Beziehung gehören Aussagen wie: „Natur weiß es besser“ oder „zurück zur Natur“. Dem gegenüber findet sich der Idealtyp Herr-Knecht-Verhältnis, wobei Mensch Herr ist und Macht ausübt („Macht euch die Erde untertan“). Mit diesen Idealtypen verbunden ist die Frage, ob wir der Natur folgen und gehorchen oder sie den menschlichen Bedürfnissen anpassen und unterdrücken sollten. (vgl. Schramme 2002, 256).

Natürlichkeit als normatives Prinzip

Eine weitere Frage, die die philosophischen Gemüter seit Jahrhunderten erhitzt, bezieht sich auf die Werte, die wir mit „dem Natürlichen“ und „dem Künstlichen“ automatisch verbinden: „Kann

das Natürliche als Grundlage für moralische Werte dienen?“ Dieser Frage ist der folgende Abschnitt gewidmet.

→ Naturalismus bei Aristoteles

Die praktische Philosophie des Aristoteles bezieht sich, wie bereits zuvor erwähnt, vielerorts auf eine sogenannte „menschliche Natur“ aus der er im Weiteren die, für den Menschen wesentlichen guten Eigenschaften des Menschen ableitet. Diese Tugenden bilden die Grundlage für die Nikomachische Ethik, welche lange Zeit als Basiswerk für naturrechtlich fundierte Zugänge zu vielen ethischen Fragestellungen diente. Ab der Neuzeit und bis heute wurde Aristoteles Tugendethik allerdings zunehmend kritisiert (vgl. Rapp 2017, 19). Eine These, die besonders in der Kritik steht ist, dass sich aus der aristotelischen Lehre ableiten ließe, dass der menschlichen Natur schon per Definition, also von Natur aus, moralische Ziele innewohnen, aus denen sich Regeln für das gute Handeln ableiten ließen, die ein *gutes Leben* ermöglichen (vgl. Kallhoff 2009, 583). Später wurde dieser Position der Name *Aristotelischer Naturalismus* gegeben. Vielfach wurde also auf Aristoteles Ethik referiert, wenn es um die Frage ging, ob die Natürlichkeit als normatives Ideal taugt. So kritisiert etwa Mill in seinem Essay über die Natur (posthum veröffentlicht 1874) den Umstand, dass Begriffe, die derart ungenau definiert sind wie „Natur“, „Natürlichkeit“ und andere verwandte Begriffe, als Grundlage der Legitimation von Wertzuschreibungen verwendet werden, wenn er schreibt:

Auf diese Weise haben sich diese Wörter mit so viel fremden, meist sehr einflussreichen und zählbaren Vorstellungen vermischt, dass sie seitdem Gefühle wachrufen und bezeichnen, die ihre ursprüngliche Bedeutung keineswegs gerechtfertigt haben würde und die sie zu einer der ergiebigsten Quellen falschen Geschmacks, falscher Philosophie, falscher Moral und sogar schlechter Gesetze gemacht haben (Mill [1874] 1984, 9).

→ Kritik am Naturalismus nach Moore (1873 - 1958)

G. E. Moore führte diese Kritik weiter aus und reduzierte sie auf das Hervorheben eines logischen Schlussfehlers, auf den sogenannten *Naturalistischen Fehlschluss*. Dieser falsche Schluss wird nach Moore dann begangen, wenn das Adjektiv „gut“ in demselben Schritt definiert wird, in dem darauf geschlossen wird, ob etwas gut ist (vgl. Schramme 2007, 14). Um dies etwas verständlicher darzustellen gibt Schramme folgendes Beispiel: „Lege man beispielsweise fest, „gut“ bedeute „lustvoll“, dann könne nicht mehr sinnvoll gefragt werden, ob das Lustvolle gut sei, denn das wäre es *per definitionem* (Schramme 2002, 252, H.i.O.).“ Eben so verhält es sich auch mit den

Prädikaten *gut* und *natürlich*. Denn die Behauptung, dass das Natürliche Gut sei, könnte auf den wenig informativen, zirkulären Schluss reduziert werden, dass das Gute gut sei (vgl. Schramme 2002, 257). Moores Argument bezieht sich dabei ausdrücklich *nicht* lediglich auf das Natürliche als Vorbild des normativ Guten, sondern ist ein Einwand zur logischen Struktur der Sprache der Moral, welche das Wort *gut* mit moralisch nicht wertbaren Einwänden verknüpft und dabei den naturalistischen Fehlschluss begeht, ein solcher Begriff könne über einen anderen definiert werden. (vgl. Moore 1984, 77). Moore schreibt:

„Wir dürfen uns also durch die Versicherung, eine Sache sei natürlich, nicht dazu verleiten lassen, einzuräumen, sie sei gut. Gut meint definitionsgemäß keineswegs etwas, das natürlich ist. Somit bleibt es stets eine offene Frage, ob etwas, das natürlich ist, auch gut ist (Moore 1984, 82).“

Es handelt sich also beim naturalistischen Fehlschluss um die Verwechslung von evaluativen und normativen Setzungen, welche immer synthetische und nie naturgegebene Sätze sind, mit vermeintlichen Begriffsdefinitionen (vgl. Schramme 2002, 253). Demnach sind die Wörter *Natur* und *Natürlichkeit* zu jenen Begriffen zu zählen, die einer Definition nicht zugänglich gemacht werden können und einer Begriffsklärung nachzugehen heißt, zu akzeptieren, dass man nach der Klärung zwar ein breit gefächertes Verständnis von der Entstehungsweise und der vielfachen Umdeutung der Begriffe erhalten kann, heißt aber gleichzeitig, dass man bestimmt keiner Einteilung in *Natürliches* und *Künstliches* mehr ohne weiteres zustimmen möchte. - Das Argument des naturalistischen Fehlschlusses geriet allerdings schnell in dieselbe Kritik, wie viele jener Argumente, die sich ihrerseits ebenfalls auf Aristoteles Schriften beziehen. Es ist diese der Einwand, dass „... Natur einmal im Sinne der außermenschlichen Natur, ein andermal im umfassenden Sinne der den Menschen einschließenden Natur verstanden wird (Birnbacher 2006, 18)“, wie es Birnbacher in seinem Buch „Natürlichkeit“ zusammenfasst.

Möglicherweise den vielen Übersetzungsebenen geschuldet¹⁰, ist es heute schwierig, den ursprünglichen Wortgebrauch altgriechischer Schriften nachzuvollziehen. Dieser Umstand führt des Öfteren zu Kritik an den Texten, die historisch- kritisch entweder widerlegbar oder zumindest selbst wiederum kritisch hinterfragbar ist. So wurde auch Moores naturalistischem Fehlschluss bald vorgeworfen, er beziehe sich selbst auf schlampige Übersetzungen. Die Begriffe *phýsei* („ohne fremdes Zutun entstanden“, „gewachsen“) und *kata phýsin* („der Natur gemäß“, „dem

¹⁰ Ursprünglich auf Altgriechisch verfasst, gelangten die Werke des Aristoteles zumeist über den Umweg arabischer Gelehrter in mitteleuropäische Klöster, wo sie bis zur Reformation nur auf Latein gelesen und abgeschrieben wurden.

Wesen der Natur entsprechend“) etwa, bezeichnen im ursprünglichen Wortgebrauch eben nicht das, was eine moderne Leserin oder ein moderner Leser darunter versteht und es muss unterschieden werden zwischen Bezeichnungen, die einem *Wesen der Natur* zugerechnet werden und solchen Aussagen, die sich auf die ursprüngliche, die unberührte Natur beziehen (vgl. Rapp 2017, 27 f.).

Denn auch solche Dinge haben ein Wesen, die vom Menschen hergestellt und damit keineswegs als *phýsei* (von Natur aus vorhanden) bezeichnet werden können (vgl. Rapp 2017, 28). Selbstverständlich halten derlei Einwände gegen naturalistische Positionen keineswegs die Diskussion über normative Zuschreibungen als prinzipielles Vorgehen auf. Denn die Natur ist zweifelsohne weiterhin ein Gegenstand, der mit Wertzuschreibungen belegt wird. Und so befasst sich die moderne ökologische Ethik mehr denn je mit dem *Wie* und *Warum* der Wertzuschreibung in Bezug auf die Natur, auf die Grenzen des Natürlichen und des Künstlichen und wandert dabei stets auf dem schmalen Grat, über ein Gebiet, das sich eindeutigen Definitionen entzieht, schlagende Argumente hervorzubringen und dabei keinen Fehlschlüssen zu erliegen.

→ physiozentrische Denkrichtungen

Im Gegensatz zu anthropozentrischen Ansätzen, die einen intrinsischen Wert lediglich dem Menschen zuschreiben, zeichnet sich die physiozentrische Denkweise dadurch aus, dass sie (in unterschiedlichen Abstufungen) auch Tieren, Ökosystemen, oder auch Landschaften und der Umwelt einen intrinsischen Wert zugesteht. (vgl. Birnbacher 2006, 29). Demnach kommt der Natur in der Rezeption ein Eigenwert jenseits ihrer Rolle als Lebensgrundlage für den Menschen zu. Da wir allerdings kein einheitliches Interesse an der Natur haben, „stoßen wir auch auf keine eindeutigen Grenzen – weder ihres Widerstandes noch unserer Mittel (Seel 2009, 14).“ So ist, so die physiozentrische Sichtweise, derselbe Mensch, der die Natur bedrängt auch in der Pflicht, diese Natur zu schützen. So forderte etwa Taylor 1986 in seinem Essay „Respect for Nature“ mit seinen vier Verhaltensregeln im Umgang mit der Natur, allen lebendigen Individuen oder Kollektiven grundlegende Rechte zuzugestehen und begründet dies mit einem Argument, dass sich auf den simplen Grundsatz: „Weil wir es können“ reduzieren lässt. (siehe Taylor 2011, 169 ff.). Woher kommt nun aber unser Verständnis von Natur und Natürlichem als etwas Schützenswertem oder als etwas, das als Maßstab für das menschliche Verhalten dienen kann?

Die logische Antwort auf all die Probleme, die sich bei der Bewertung des *Natürlichen* und des *Künstlichen* ergeben, ist der Schritt auf eine Metaebene, von der aus man sich dem Thema mit

etwas Abstand widmen kann. Und so entwickelte sich in den 70er- Jahren des vergangenen Jahrhunderts die sogenannte ökologische Ethik. Sie ist eine relativ neue Disziplin, die aus der Beschäftigung mit den physiozentrischen Ansätzen entstand und sich mit der Struktur und der Logik, mit der Stringenz und der Vielschichtigkeit normativer Setzungen in der Naturethik beschäftigt.

Der Gefallen an der Natur

Ein Thema, welches die Naturethik im Besonderen interessiert, sind die grundsätzlichen Erklärungen für unseren augenfälligen Gefallen an der Natur. In diesem Zusammenhang befasst sich das folgende Unterkapitel weiter mit unseren Wertungen, die wir der Natur auferlegen und geht dabei einen Schritt „höher“, auf die Metaebene, wo es fragt: „Weshalb bewerten wir Natur überhaupt als etwas Schützenswertes?“

→ Vorzug des Natürlichen gegenüber dem Künstlichen

Jede Theorie, die auf die charakteristischen Formen des Gedeihens und des Lebens bestimmter Arten verweist, ist der Gefahr einer Romantisierung der Natur ausgesetzt, der zufolge alles gut wäre, wie es ist, wenn wir Menschen nur aufhören würden, uns einzumischen (Nussbaum 2014, 497).

Dieses Statement Nussbaums findet sich in ähnlichen Worten bei vielen Autorinnen und Autoren, die sich mit dem Thema Natürlichkeit und Künstlichkeit auseinandersetzen. Denn anscheinend hat Natürlichkeit im moralischen Alltagsbewusstsein einen nicht ignorierbaren Bonus gegenüber dem Erzeugten und Hergestellten (vgl. Birnbacher 2006, 27)(ebd., 21 f.). Am augenfälligsten wird die positive Konnotation des Wortes „natürlich“ laut Birnbacher in der Verwendung durch die katholische Kirche, die das, dem Natürlichen Zuwiderlaufende, das „Widernatürliche“ gleichsetzt mit dem Verabscheuungswürdigen. Das Widernatürliche ist hier „degenerativ“ oder „pervers“ (vgl. ebd., 31). Aber selbstverständlich sind nicht alle Deutungen des Wortes derart leicht als positiv besetzt zu identifizieren. Es scheint, als würde, wie im letzten Kapitel bereits erwähnt, übersehen, dass der Naturbegriff eine Konstruktion ist, die nicht als Grundlage objektiver Werturteile dienen kann und als würde im Alltagsbewusstsein eine große Sehnsucht nach einem „naturegegebenen Leitbild“ existieren (vgl. Gebhard 2017, 261 f.).

Auch bewerten wir natürliche Gefahren, die objektiv betrachtet ebenso gefährlich sind wie Gefahren, die von menschengemachten Quellen ausgehen laut Birnbacher deutlich niedriger (Birnbacher 2006, 25). Als Bürger westlicher Zivilisationen tendiert man wohl automatisch zu dieser

Einschätzung, wenn es um zivilisatorisch bedingte Risikofaktoren geht. Man kann hier das Argument anführen, alle vom Menschen verursachten Gefahren wären schließlich zusätzliche Gefahren, welche neben den bereits vorhandenen, natürlichen Gefahren ebenso existieren, die aber wohl vermeidbar wären, wenn die zusätzlichen Gefahrenquellen eben nicht vom Menschen geschaffen worden wären, beziehungsweise wenn als Kompensationsmaßnahme genügend unternommen worden wäre, um die Gefahr einzudämmen. Gerade im Zusammenhang mit Kernreaktoren und möglicherweise vermeidbaren Zwischenfällen in dem Bereich, wird dieses Argument häufig eingesetzt. Auf dieses Argument der Additivität von Risiken antwortet Birnbacher mit dem Plädoyer für eine objektivere Gefahren- Nutzen- Abwägung:

„abgesehen davon, dass die meisten neueren Technologien, die im Zuge des technischen Fortschritts ältere ersetzen, risikoärmer sind als die älteren, anderen Stelle sie treten, entspricht den meisten zivilisatorischen Risiken ein Nutzen, dem zuliebe sie eingegangen werden, während dies bei natürlichen Risiken nur selten der Fall ist. Falls das Risiko zunimmt, nimmt in der Regel auch der Nutzen zu, damit aber auch die Akzeptabilität des Risikos.“ (Birnbacher 2006, 25 f.)

Diese Einschätzung scheinen Schülerinnen und Schüler allerdings nicht zu teilen, denn wie Neumann und Hopf darlegen, sehen Schülerinnen und Schüler Strahlung erstens als *nicht natürlich*, als *schädlich* und als *verantwortlich für eine Vielzahl von Umweltproblemen* (vgl. Neumann und Hopf 2012, 829, Ü.d.A.). Dieser Umstand verdankt sich laut Neumann vorwiegend irreführenden oder einseitigen Medienberichten (vgl. Neumann 2013, 69).

Auch in der vorliegenden Arbeit kann bestätigt werden, dass die befragten Schülerinnen und Schüler offenbar die „Künstlichkeit“ von Strahlung mit deren Schädlichkeit in Verbindung bringen (siehe Kapitel 5: *Auswertung*). Ebenso gibt hier eine Vielzahl der Schülerinnen und Schüler an, dass *künstliche Strahlung ungesund* sei, wohingegen *natürliche Strahlung nicht ungesund* sei (siehe ebd.).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse ist eine Beleuchtung der Erklärungsansätze für die Idealisierung der Natur besonders angebracht. Wie kommt es also zu dem genannten Vorzug des Natürlichen gegenüber dem Künstlichen? - *Natürlich* nennen wir im Alltagsgebrauch auch das Authentische, Unverfälschte, Echte und Spontane, wobei wir übersehen, dass wir es hier vielmehr mit projektiven Deutungen von Naturvorgängen zu tun haben als mit, auf Beobachtung aufbauenden Aussagen (vgl. Birnbacher 2006, 20). Demnach legen wir Bedeutungen in unsere Vorstellung von Natur, die genaugenommen mehr über uns selbst aussagen als über den Gegenstand der Betrachtung. Birnbacher entlehnt hier den Wittgensteinschen Terminus der „einseitigen Diät“, um darauf aufmerksam zu machen, dass wir dazu tendieren, in der Bewertung der

„Natürlichkeit“ nur jeweils jene Beispiele heranzuziehen, die in unser bereits bestehendes Bild von Natur hineinpassen (Birnbacher 2006, 56): „Man nährt sein Denken mit nur einer Art von Beispielen“ (Wittgenstein [1984] 1997, 458). Dieses einseitige Beleuchten von Vorgängen in der Natur ist laut Birnbacher ein wichtiger Nährboden dafür, dass dem Gewährenlassen der Natur gegenüber dem Eingreifen in dieselbe, immer noch besagter Bonus eingeräumt wird. Wie ist es nun aber zu erklären, dass eine Idealisierung der Natur überhaupt stattfindet?

Die Beziehung zwischen Mensch und Natur ist strukturell asymmetrisch, so Birnbacher (vgl. Birnbacher 2006, 21). Als exzentrisches Wesen (vgl. Abschnitt: *Zur Natur des Menschen*) ist der Mensch dazu in der Lage, geistig aus seinem gegenwärtigen Wirkradius herauszutreten und seine eigenen Handlungen unter Rückbezug auf Vorstellungen moralischer Werte kritisch zu reflektieren. So ist nur der Mensch verantwortlich gegenüber der Natur, nicht aber umgekehrt (vgl. ebd.). Denn wie bereits im einleitenden Kapitel erwähnt, dient uns die Natur als ein Gegenüber, als ein Anderssein gegen unsere künstlich geschaffene Umgebung. Dass uns diese **Gegenwelt** zu unserer Zivilisation fehlen würde, stellt Birnbacher als einen der Gründe vor, weshalb wir dazu tendieren die Welt des Nicht-Gemachten zu idealisieren (ebd., 69).

Ein anderer Grund für den Vorzug der Natur gegenüber dem Künstlichen scheint deren **Unerschöpflichkeit** zu sein (vgl. Birnbacher 2006, 70). Die Natur schafft scheinbar unerschöpflich immer Neues, und eben nicht nur immer neues, sondern auch vollkommen undurchschaubares und unfassbares für unseren begrenzten Geist. Im Gegensatz dazu ist eine Konstruktion, die wir selbst hergestellt haben weniger Grund für Faszination als vielmehr ein Nutzgegenstand, den wir als Schöpfer desselben ja bereits in Funktion und Bestandteilen kennen. Dem Natürlichen haftet in gewissem Sinne eine Aura des Geheimnisvollen an, da wir ihren Sinn und ihre Ziele nicht begreifen können (ebd.). Vor diesem Hintergrund ist einer Romantisierung des Natürlichen gewissermaßen der rote Teppich ausgerollt.

Ein verwandter Grund zum ebengenannten scheint die scheinbar fehlende **Zweckfreiheit** der Natur zu sein. In der westlichen Zivilisation hat die scheinbare Zweckrationalität unserer Handlungen und unseres Denkens im Leben der Menschen eine stark dominierende Rolle eingenommen (Birnbacher 2006). Laut Birnbacher werden die starken Reglementationen als Einschränkung im Autonomieerleben wahrgenommen. Eingriffe in die Natur, die als weitestgehend selbstregulierend und autonom angesehen wird, „stören den Eindruck der Autarkie und Spontaneität (ebd., 71)“, so Birnbacher.

Durch genannte Einschränkungen wird einem weiteren Grund für die Romantisierung des Natürlichen ein Nährboden gegeben, der unser eigenes Autonomieerleben wesentlich mitprägen kann (siehe folgender Abschnitt). So stellt die Natur einen **Resonanzraum** für uns selbst zur Verfügung, wie es Birnbacher ausdrückt (vgl. Birnbacher 2006, 71). Wir erleben Natur zugleich als Gegenwelt und als vertraut. Dies öffnet den Raum für projektive Deutungen, die uns unsere eigenen unterdrückten Sehnsüchte, etwa eines Gefühls von Zwangfreiheit oder auch Gelassenheit vor Augen führt und teilweise auch ausleben lässt (ebd.).

Nicht zuletzt beziehe allerdings die Natur ihren Wert aus der rasant von Statten gehenden **Verknappung**, der sie unterliegt (vgl. Birnbacher 2006, 73). Diese Verknappung ist wohl stark verbunden mit einer Verlusterfahrung, die uns dasjenige, was wir an Wildnis und „Naturbelassenem“ noch haben, umso stärker aufwerten lässt.

Als, für den Unterricht durchaus relevant kann nun diese positive Konnotation des Natürlichkeits-Begriffs deshalb gesehen werden, weil die Einteilung der Strahlungsarten in *künstlich* und *natürlich* mit ebendieser positiven Konnotation einherzugehen scheint (siehe Kapitel: *Auswertung*) und damit gleichzeitig das Konzept der Schülerinnen und Schüler beeinflusst, das sie von der Schädlichkeit der Strahlung zu haben scheinen: Eine kritische Reflexion über den Redekontext, wie sie Birnbacher allgemein in Bezug auf das Thema der Natürlichkeit als intrinsischem Wert vorschlägt (vgl. Birnbacher 2006, 31), wäre wohl vor diesem Hintergrund auch im Physikunterricht durchaus angebracht. Allerdings wäre es mit einem erheblichen sprachlichen Aufwand verbunden, diese intuitive Werthaltung gegenüber der Natur nicht als positive Konnotation automatisch mitzuteilen, wenn von „Natur“ oder „Natürlichkeit“ die Rede sei (vgl. ebd.).

Aus psychologischer Sicht gibt es einige Indizien dafür, dass unser Gefallen an der Natur nicht ganz zufällig ist und vor dem Hintergrund der Psychohygiene durchaus seine Berechtigung zu haben scheint. Im folgenden Exkurs wird daher in aller Kürze auf diesen Umstand eingegangen.

→ [Exkurs: Natureinwirkung auf den Menschen aus psychologischer Perspektive](#)

Nicht durch Zufall sehen wir Menschen im Bereich des, als grün wahrgenommenen Lichtes, bei 490 bis 560 nm Wellenlänge am besten. Unser Auge hat sich an die dargebotenen Reize über Jahrmillionen angepasst und wir sind diese evolutionär bedingt gewöhnt. So signalisiert die Farbe Rot: „Aufpassen! Hier ist eine Frucht reif, schau sie dir mal genauer an.“ Aber auch „Achtung! Ich könnte giftig sein! Genieß mich mit Vorsicht!“. Während die Farbe Grün signalisiert: „Alles in Ordnung, ich tu dir nichts.“ oder „Ich bin eine Pflanze, die dir wenig Nährstoffe bietet, dafür aber

möglicherweise heilende Wirkstoffe.“ (Assoziationen zu Farben, siehe auch Breiner 2019, 92 f.). Die Farbe Grün, aber auch die fraktalen Strukturen von Blättern, Ästen, Flüssen und Bäumen sind Reize, auf die unsere Sinne geprägt sind. Wir orientieren uns an Farben und an gewohnten Formen. So ist es nicht verwunderlich, dass die längerfristige Deprivation dieser gewohnten Reize zu Unwohlsein und Unbehagen führen kann (vgl. Brämer 2018, 62 ff.). Denn in unserer modernen, urbanen Umgebung werden Farben und auch Formen gezielt eingesetzt und ihre Signalwirkung genutzt. Es reicht hier wohl der Hinweis auf die Signalfarben einer Ampel oder Bodenmarkierungen einer Straße. Nun ist es aber so, dass die Natur uns keineswegs gerade Wege bereitstellt. Eine allzu regulierte und regulierende Umgebung wirkt auf uns auf Dauer wie eine Freiheitsbeschränkung (Wir nennen die Natur auch „das Freie“ (vgl. Breiner 2019, 62)). Durch die vielen Reglementationen in der städtischen Umgebung werden wir in unserer Bewegungsfreiheit eingeschränkt¹¹, während gleichzeitig die stressregulierenden Reize einer naturbelassenen Umgebung fehlen. Nach der „*Attention Restoration Theory*“ (Kaplan und Kaplan 1989) wirken natürliche Umgebungen deshalb günstig auf die Gesundheit, weil sie nach Phasen erhöhten Reizniveaus ein „Wiederaufladen“ der Aufmerksamkeitskapazität bewirken. Damit wäre ein Fehlen von Naturerfahrung mit gesundheitlichen Konsequenzen durch fehlende Stressregulation verbunden (vgl. Gebhard 2017, 264 H.d.A.). Die beruhigende Wirkung von Naturerfahrungen und ihre stressregulierenden Funktionen seien hier allerdings nur am Rande erwähnt. Psychologisch gesehen lässt sich der Vorzug des Natürlichen gegenüber dem Künstlichen über das Modell der *kognitiven Dissonanz-Vermeidung* von (Festinger 1957) erklären. Danach besteht kognitive Dissonanz, wenn ein Ungleichgewicht zwischen inhaltlich miteinander in Verbindung stehenden Kognitionen besteht. Das heißt, wenn Gedanken miteinander nicht vereinbar, nicht widerspruchsfrei oder nicht konsistent sind (vgl. Knobloch-Westerwick 2007, 51). Das Modell bietet eine Erklärung für Vermeidungs- und Rechtfertigungsverhalten, denn Menschen streben danach, solche Widersprüche auszugleichen. Ebert nennt im Stangl-Lexikon für Psychologie und Pädagogik hier das anschauliche Beispiel:

¹¹ Eine Frage, die in der heutigen Stadtplanung in diesem Zusammenhang vielfach gestellt wird ist: „Lassen sich Lebensqualität und Vitalität auch in einer vollkommen künstlichen Umwelt ganz ohne unmittelbare Naturerfahrung aufrechterhalten?“ Denn meist ist das Fernbleiben oder Fernhalten von der Natur mit einer gewissen Unfreiheit verbunden. Der fehlende Zugang zu Naturerfahrung wird als Mangel erlebt. Und zwar entweder als Mangel an Natur oder als Mangel an Freiheit.

Ignaz Semmelweis, der herausfand, dass das Kindbettfieber von Ärzten ausgelöst wurde, die sich nicht die Hände gewaschen hatten, erklärte man in Expertenkreisen für verrückt. Manche Wissenschaftler versuchen um jeden Preis und entgegen allen rationalen Argumenten eine nachweislich falsche Theorie, der sie ihr Renommee und ihre Karriere verdanken, aufrechtzuerhalten. (Ebert 2019)

Inwiefern kann diese Theorie aber nun aber auf den Vorzug des Natürlichen vor dem Künstlichen angewandt werden? - Evolutionär gesehen musste sich der Mensch in der, meist lebensfeindlichen, rauen Natur zurechtfinden und die Übermacht der Natur durfte ihn dabei nicht zur Resignation bringen oder lähmen. So war er darauf angewiesen, dennoch eine positive Weltsicht zu behalten, um nicht durch kognitive Dissonanz handlungsunfähig zu werden. Denn:

„Eine positive Bewertung des Natürlichen bzw. eine Weltsicht, die davon ausgeht, dass es in der Welt im Großen und Ganzen gerecht zugeht [und die Natur uns nichts Böses will,] im Sinne der Minderung von kognitiver Dissonanz funktional (Birnbacher 2006, 37)“.

Eine andere Herangehensweise der Psychologie an die Frage der Bedeutung der Natur für unsere seelische Gesundheit richtet den Blick auf die kindliche Entwicklung. Denn nach einer Studie von Tuan (1978) entwickeln Kinder aller Kulturen im vorpubertären Alter ein ausgeprägt emotionales Verhältnis zu ihrer natürlichen Umwelt (vgl. Tuan 2013). In diesem Zusammenhang wird in der Kleinkindforschung immer wieder hervorgehoben, wie essenziell eine vielfältige Reizumgebung für die altersgemäße, psychische Entwicklung ist. Denn umgekehrt wird eine reizhomogene oder reizarme Umwelt als der Entwicklung hinderlich angesehen (Gebhard 2017, 263). Einer Studie aus dem Jahr 1975 nach bevorzugen Kinder Objekte für spielerische Auseinandersetzungen, die erkennbarerweise reagieren, die komplex sind und eine hohe Varietät in der Verwendung ermöglichen. Diese Kriterien werden von Naturphänomenen in besonderer Weise erfüllt (vgl. Yarrow et al. 1975).

Vor diesem Hintergrund sind **animistische** und **anthropomorphe Zuschreibungen** im Sinne Piagets nicht verwunderlich. Dieser ordnet das anthropomorphe Denken (Vermenschlichung von Tieren, Pflanzen und Gegenständen), in dem die Erfahrung der eigenen Gefühle und Intentionen auf andere Objekte projiziert wird, als kognitiven Fehler einer animistischen Denkweise ein (vgl. Piaget 1978, 143 ff.). Animistisches Denken gründet auf der egozentrischen Annahme des Kindes, dass die Objekte in seiner Umgebung so sind wie es selbst. Animismus ist somit die Tendenz, Objekte in der Umgebung als lebendig und mit eigenem Willen ausgestattet zu sehen. Die Dinge werden „beseelt“ (vgl. ebd., 143). Er charakterisiert animistisches Denken als falsches Bewusstsein des Kindes der äußeren Welt gegenüber. Gebhard zeigt hier hingegen auf, „dass animistische

Denkhaltungen auch einen symbolischen Bezug zu Tieren und Pflanzen herstellen, der auf einer anderen Ebene als das rationale Verständnis liegt und nicht als bloße Realitätsverknennung gedeutet werden“ sollte. Das Kind gibt seiner Umgebung damit, seinem Entwicklungsstand entsprechend, eine Bedeutung (Gebhard 2017, 266):

So wird sich unter der dezentrierten, objektivierenden Perspektive auch immer ein sozusagen animistischer, affektiver Unterbau in der Beziehung zur Natur befinden, den es nicht abzubauen, sondern zu kultivieren gilt. Denn die Tendenz des kindlichen Weltbildes, die Welt im Lichte des eigenen Selbst zu interpretieren und demzufolge auch zu anthropomorphisieren, wird nicht abgelöst durch das objektivierende Denken, sondern durch dieses sekundäre Denken ergänzt und komplettiert. (Gebhard 2017, 266)

Vor diesem Hintergrund ist die Feststellung Gebhards zu lesen, dass Erfahrungen, die wir in und mit der Natur machen, auch Erfahrungen mit uns selbst seien, da uns die Phänomene, die wir in der Natur erfahren, erlauben, uns auf uns selbst zu beziehen (Gebhard 2017, 262). In der Naturerfahrung werden also Selbst- und Naturbezug zusammengebracht, da uns die Natur als ein Resonanzsystem erscheint, das uns wohlwollend immer neue Erfahrungen liefert. Dazu Hartmut Rosa:

„die Welt den handelnden Subjekten als ein antwortendes, atmendes, tragendes, in manchen Momenten sogar wohlwollendes, entgegenkommendes oder ‚gütiges‘ Resonanzsystem erscheint“ (Rosa 2012, 9).

Demnach ist Naturerfahrung deshalb so förderlich für die kindliche Entwicklung, weil die äußere Natur zu einer inneren, subjektiv bedeutsamen Erfahrung wird (vgl. Gebhard 2017, 262). Als ein anderer Aspekt in der förderlichen Wirkung der Naturerfahrung auf die kindliche Entwicklung wird in der Spontaneität und Unbeirrbarkeit von Natur gesehen. Denn die „Wirkung von Natur ereignet sich nebenbei. Unkontrolliertheit und Freizügigkeit kann dort besser ausgelebt werden (vgl. ebd., 265).“ Der Wert von Naturerfahrungen besteht also nicht zuletzt in dem subjektiven Gefühl von Freiheit, das sie vermitteln können. So sind diese Erfahrungen Situationen, in denen viele kindliche Anliegen ganz nebenbei und ohne pädagogisches Arrangement ausgelebt werden können (vgl. ebd.). Denn, so zitiert Gebhard Nietzsche: „Wir sind so gern in der freien Natur, weil diese keine Meinung über uns hat“ (Nietzsche 1878, 2013, 508). Indem sich die Natur unabhängig von uns ständig weiterentwickelt, gibt sie dem Individuum also Raum, um eigene Autonomieerfahrungen zu sammeln und bietet zugleich die notwendige Kontinuität (vgl. Gebhard 2017, 264), indem Naturprozesse zyklischen Charakter haben und, einem Uhrwerk gleich, immer wieder die gleichen Prozesse vollzieht. Ursächlich für die romantisierende Haltung gegenüber der Natur, die wir oft noch im Erwachsenenalter vertreten, ist also wohl zum Teil die Erinnerung an kindliche

Naturerfahrungen, die als Gesamterfahrung gesehen werden müssen und zum anderen deren stressregulierende Wirkung auf unser Nervensystem.

→ Ästhetik

Der, aus psychologischer Perspektive durchaus zweckmäßige *Gefallen an der Natur* also, spiegelt sich, wie in den vorhergehenden Abschnitten gezeigt, auch in der Auseinandersetzung der Philosophie mit dem Thema *Natur* in einer Vielzahl von Beispielen wider. Jene Disziplin, die sich mit der Anschauung und Betrachtung von den, uns umgebenden Dingen beschäftigt; mit unserer Wahrnehmung und mit unserem ästhetischen Empfinden, ist die Ästhetik. Eine Beschäftigung mit deren Themen kann im Rahmen dieser Arbeit leider nur in Form eines Ausblickes vorgenommen werden und wird einer gesonderten Klärung bedürfen.

Der ästhetische Zugang begreift Natur als ein äußeres, vom Menschen abzugrenzendes Gegenüber, auf das sich der Mensch bezieht und welchem gegenüber sich der Mensch seinem ästhetischen Empfinden nach verhält. (vgl. Seel 2009, 13). Nach der Ästhetik ist alles *Sich-Verhalten* zum Natürlichen auch Gegenstand der Ästhetik, solange es uns durch unsere menschlichen Wahrnehmung erscheint (vgl. Schlette 2017, 186). Dies eröffnet ein unglaublich breites Feld für die Philosophie, denn es werden etwa Fragen gestellt, wie:

- „Wie verhalte ich mich zur Natur (Seel 2009, 11)?“
- „Was ist Gegenstand der ästhetischen Wahrnehmung (Schlette 2017, 187)?“
- Warum wird ausgerechnet die Natur derart viele Orientierungsmöglichkeiten (vgl. Seel 2009, 14)?
- Kann nur die zerstörbare Natur gefallen (vgl. Seel 2009, 22)?
- Inwiefern verändert die zunehmende Verfügbarmachung der Natur unsere sinnliche Wahrnehmung der Natur (vgl. Seel 2009, 279)?
- Hat die Natur eine Sonderstellung in der ästhetischen Wahrnehmung oder konkurriert die Kunst mit ihr um die Vormachtstellung (vgl. Seel 2009, 11)?

An dieser, bei Weitem noch nicht vollständigen Aufzählung von Fragen lässt sich erkennen, dass eine Beantwortung den Rahmen dieser Arbeit deutlich übersteigen würde und deshalb davon abgesehen werden muss. Empfohlen sei hier der Essay „Ästhetische Naturverhältnisse“ von Magnus Schlette (2017). Einen wunderschönen und anschaulichen Überblick über die Geschichte der Hässlichkeit und der Schönheit, bieten überdies die Werke „Die Geschichte der Hässlichkeit“ und „Die Geschichte der Schönheit“ von Umberto Eco, in denen er anhand eines Überblickes über

Beiträge aus der Kunst, in bildgewaltiger Weise darstellt, wie sich unsere Vorstellungen von Schönheit und Hässlichkeit über die Jahrhunderte immer wieder verformt und verändert haben (Eco et al. 2007; Eco und Hausmann 2007).

Zu guter Letzt, sei im Rahmen dieses Einführungskapitels zur *Natürlichkeit und Künstlichkeit* noch auf eine grundlegende Frage hingewiesen, die auch vor dem Hintergrund der fachdidaktischen Forschung Relevanz beweist: „Sind *Natürlichkeit* und *Künstlichkeit* eigentlich entgegengesetzte Begriffe?“ Dieser Frage widmet sich der folgende, letzte Abschnitt dieses Kapitels.

2.3.4 Dichotomie von Künstlichkeit und Natürlichkeit?

Theorien, die von einer grundlegenden und allumfassenden Ordnung des kósmos ausgehen, unterscheiden zwar zwischen dem Nicht-Gemachten und dem Gemachten, allerdings gibt es immer wieder Mischtypen von Künstlichem und Natürlichem, wie der Mensch bei Plessner und Schramme. Reine Natürlichkeit ist in Bezug auf den Menschen genauso wenig denkbar wie reine Künstlichkeit (vgl. Kapitel: *Was ist der Mensch?*). Ist der Fall Mensch hier detailliert beleuchtet worden, so musste in praktisch allen anderen Fällen, in denen zwischen Natürlichkeit und Künstlichkeit unterschieden werden sollte, darauf verwiesen werden, dass eine Einteilung, immer projektiv, Wertungen enthält die das betrachtende Individuum den Begriffen auferlegt. Nun ist also fraglich, ob eine strenge Trennung der Wörter als Gegensatzpaar sinnvoll ist. Waldenfels stellt in seinem Werk „Ein Menschlicher Traum für Wachende“ fest, dass wir uns bei der Einteilung in künstlich und natürlich zumeist auf „eine Reihe distinktiver Merkmalspaare“ beziehen, die wir mit den Begriffen in Verbindung setzen:

„Als natürlich gilt, was spontan abläuft und nicht willkürlich reflektiert oder ‘gemacht’ erscheint, was implizit auftritt und nicht in expliziter Formulierung, was sich kasuell und okkasionell von Fall zu Fall regelt und nicht einer wiederholbaren Methodik unterliegt, ... (Waldenfels 2018, 191 f.).“

Die Unterscheidung zu machen ist uns allerdings so vertraut, dass es schwerfällt, sie wegzudenken (vgl. Birnbacher 2006, 2). Sie dient der Unterscheidung von Gut und Böse, der Wertzuschreibung und damit auch der Schuldzuschreibung. Die Unterscheidung ist praktisch, weil sie so gewohnt ist, dass sie kaum hinterfragt wird und es wird dabei übersehen, dass wir aus der reinen Betrachtung oft schlicht nicht sagen können, ob etwas von sich aus entstanden ist oder ob der Mensch nachgeholfen hat, wie etwa bei einer Blumenwiese. Auf der anderen Seite muss zugestanden werden, dass eine Unterscheidung nicht ohne Grund vorgenommen wird. Denn es lässt

sich keine Welt denken, in der der Mensch ist, in der aber alles Übrige vom Menschen unberührt sei, so Birnbacher (vgl. Birnbacher 2006, 2) und ebensowenig lässt sich eine Welt denken, „in der alles, was nicht der Mensch selbst ist, vom Menschen hergestellt ist. Beide Extremwelten sind gleichermaßen phantastisch (ebd.).“ Solange wir Menschen auf den Austausch mit unserer Umwelt angewiesen sind, formen wir diese Umwelt, denn Lebewesen sind als offene Systeme auf Stoffwechselprozesse angewiesen, die die Umwelt verändern (ebd.).

Auch vor dem Hintergrund der fachdidaktischen Forschung, ist es interessant, ob *Natürlichkeit* und *Künstlichkeit* als zwei entgegengesetzte Begriffe, als zwei Gegenpole gesehen werden können, daher wird im empirischen Teil dieser Arbeit darauf eingegangen werden, welche Ideen Schülerinnen und Schüler dazu haben (vgl. insbesondere Kapitel: *Auswertung*: Fragen 3,6,13).

2.3.5 Fazit

Nach Seel ist der Begriff *Natur* keineswegs ein klar abgrenzbarer, einheitlich gebrauchter Begriff für eine bestimmte Sache oder Entität. Seel stellt fest, dass jede Disziplin, und ich würde sogar sagen, jeder Mensch, je nach Kontext und methodischer Einbettung einen Pool aus unterschiedlich zusammengesetzten Werten, Wertungen und Setzungen als Natur definiert. Er schreibt:

„Seit dem Auftritt der neuzeitlichen Wissenschaft ist keine einheitliche Natur mehr da, die zum Anhaltspunkt einer geschlossenen Theorie des Daseins in und mit der Natur werden könnte“ (Seel 2009, 13).

So ordnet Seel beispielsweise der theoretischen Physik ein Bild von Natur als der Gesamtheit aller existierenden Dinge zu (vgl. Seel 2009, 13). Seel weist im Folgenden auch darauf hin, dass unser Verhalten- und unser Bezug zur Natur stets von unserem kulturellen Hintergrund beeinflusst wird. Denn: „Die Kriterien unserer Erkenntnis der Natur, auch wenn es naturalistische sind, sind keine Kriterien der Natur. Nur unsere Maßstäbe können für uns Maßstab sein“ (ebd., 14). Wir können die Natur demnach gar nicht wahrnehmen, ohne unsere Maßstäbe auf sie anzuwenden. Auch die Wortbedeutung hat sich in den vergangenen Jahrhunderten immer wieder verschoben und in dieser Arbeit ist lediglich von unserem westlich geprägten Begriffsverständnis die Rede. Wortbedeutungen unterliegen kulturellen Änderungen und verschieben sich immer wieder und auf allen kulturell-sprachlichen Ebenen. Sie unterliegen sozio-kulturellen Einflüssen und Wortumdeutungen auf der semantischen Ebene. So ist es auch nicht verwunderlich, dass jeder Mensch ein anderes Bild von Natur und Kunst; von Natürlichkeit und Künstlichkeit hat.

Umgekehrt beeinflusst aber unser Begriffsverständnis unsere Wahrnehmung der uns umgebenden Dinge auf beeindruckende Weise. Vor diesem Hintergrund ist eine Auseinandersetzung mit solch grundlegenden Begriffen auch für die Physikdidaktik relevant. Eben dann, wenn unklare Grenzen im Begriffsverständnis der Schülerinnen und Schüler zu Verständnis- und Kommunikationsschwierigkeiten im Unterricht werden. Vor diesem Hintergrund wurde im vergangenen Kapitel der derzeitige Stand der Forschung in der Physikdidaktik dargelegt und wird im Folgenden empirischen Teil dieser Arbeit geklärt, ob eine Begriffsklärung vor dem Hintergrund

3. Darlegung der Methoden

Im Folgenden seien die Methoden der empirischen Untersuchung dieser Arbeit dargelegt. Es wird zum einen die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring vorgestellt und zum anderen die Entstehung und Konzeption des Fragebogens abgebildet.

3.1 qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Die Qualitative Inhaltsanalyse ist ein Grundwerkzeug für die Auswertung von empirischen Forschungsinhalten, welche einer fachlich sinnvollen Kategorisierung bedürfen, um im Weiteren Aussagen über deren Inhalte treffen zu können. So werden etwa Interviewdaten so aufgearbeitet, dass eine Diskussion derselben nicht mehr eine (chronologische) Aneinanderreihung der Ergebnisse, beziehungsweise der Transkription ist. Stattdessen werden Frage- und Antwortkategorien gebildet, die im Rahmen der untersuchenden Disziplin. Demnach ist die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring ein Tool zur Aufbereitung empirischer Daten mit dem Ziel des besseren Überblicks. Auch in dieser Arbeit war eine qualitative Analyse der Fragebögen, besonders der Fragen offenen Fragetyps (also solche, die keine vorgefertigten Antwortkategorien anbieten und stattdessen eine freie Beantwortung erfordern) angebracht, um gehaltvolle Aussagen über die Forschungsergebnisse treffen zu können. Das folgende Unterkapitel soll die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring daher in ihren Grundzügen vorstellen (vgl. Mayring 2015, 52).

3.1.1 Zentrale Charakteristika der Analyse

Die Qualitative Inhaltsanalyse ist stets in einen bestimmten **Kommunikationszusammenhang** eingebettet und geht von diesem aus. Das Material wird demnach bereits in einer derartigen Weise entwickelt und formuliert, dass es auf ihren jeweiligen Zweck hin zugeschnitten ist (vgl. Mayring 2015, 50). Weiters muss der Entstehungsprozess des Materials nachvollziehbar dargelegt und der Hintergrund der Befragung ersichtlich sein, wozu auch die Beschreibung der Stichprobe notwendig ist.

Während der gesamten Inhaltsanalyse ist stets ein systematisches, **regelgeleitetes Vorgehen** einzuhalten, welches sich bei der Textanalyse an vorab festgelegten Regeln orientiert. Hierzu gehört vor allem die Erarbeitung eines, auf den Gegenstand genau angepassten Kategoriensystems anhand eines inhaltsanalytischen Ablaufmodells, in dessen Rahmen das auszuwertende Material in sinnvolle Analyseeinheiten zerlegt, bei Bedarf kodiert und schrittweise der Analyse zugeführt wird. Idealerweise wird dabei in intersubjektiv nachvollziehbarer Methode gearbeitet, so dass die Herangehensweise an die Auswertung auch einer außenstehenden Person nachvollziehbar erscheint. Als ein weiterer Grundsatz der qualitativen Inhaltsanalyse, der allerdings diese Methode mit allen anderen wissenschaftlichen Methoden gemein hat, ist die Vollständigkeit der Auswertung und damit des gesamten verfügbaren Materials genannt. Hier geht es darum, bei der Auswertung nicht nach gewünschten Inhalten zu selektieren, was in einer guten wissenschaftlichen Praxis selbstverständlich ist. (vgl. Mayring 2015, 51 f.).

Bei all diesen Grundregeln stehen die **Kategorienkonstruktion** und die **Begründung der Einteilung** im Fokus. Als zentrales Element der qualitativen Inhaltsanalyse stehen die Kategorien stets im Zentrum der Auswertung und der Aufmerksamkeit der Auswerterin oder des Auswertenden. Der vorliegende Inhalt wird auf Gemeinsamkeiten hin untersucht und in Kategorien zusammengefasst, die im Laufe der Analyse stetig weiterentwickelt und wiederholt überarbeitet werden, um möglichst aussagekräftige und präzise Resultate zu gewährleisten.

Zusammenfassend stellt Mayring, vor dem Hintergrund klassischer Gütekriterien der wissenschaftlich-empirischen Forschung (Validität, Reliabilität und Objektivität), zu guter Letzt noch spezifisch inhaltsanalytische Gütekriterien vor, die eine aussagekräftige Auswertung gewährleisten sollen, und welche in der folgenden Abbildung zusammengefasst dargestellt sind:

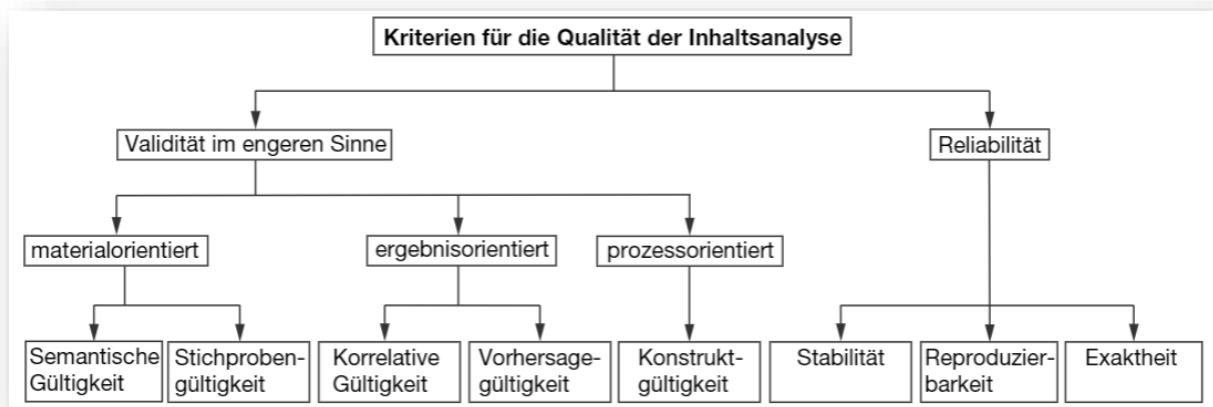


Abbildung 5: Inhaltsanalytische Gütekriterien im Überblick, Mayring (Mayring 2015, 126) nach Krippendorff (Krippendorff 1980, 158)

Unter die Gütekriterien der *Qualitativen Inhaltsanalyse* fallen zum einen die **semantische Gültigkeit**, die sicherstellt, dass die gemeinte Bedeutung des ursprünglichen Materials (in dieser Arbeit

die Antworten der Schülerinnen und Schüler) korrekt rekonstruiert und originär abgebildet wird (vgl. Mayring 2015, 126). Die **Stichprobengültigkeit** bezieht sich auf die Sorgfalt bei der Auswahl der Probanden und Probandinnen. Die *Korrelative Gültigkeit* bezieht sich auf die Validierung auf ein außenliegendes Kriterium und wird in dieser Arbeit durch den Bezug zur einschlägigen Forschungsliteratur gewährleistet. **Vorhersagegültigkeit** ist laut Mayring nur gegeben, wenn sich das vorhandene Material als aussagekräftig erweist und daraus Prognosen für die folgende Forschungsarbeit ableiten lassen (vgl. ebd., 127). **Konstruktgültigkeit** bezieht sich auf den nachvollziehbaren Aufbau der Testung und ist durch die Vermeidung systematischer Fehler gewährleistet. **Reproduzierbarkeit** in der qualitativen Forschung ist dann gegeben, wenn eine abermals durchgeführte Analyse unter anderen Umständen zu denselben Ergebnissen führt (vgl. ebd.). **Exaktheit** spielt, wie in jeder wissenschaftlichen Forschungsaufgabe auch in der Qualitativen Inhaltsanalyse eine außerordentlich große Rolle und muss in jedem Fall eingehalten werden, denn die Analyse soll dem jeweiligen funktionellen Standard nachkommen können (vgl. ebd., 128).

An anderer Stelle teilt Mayring die Reliabilität im spezifisch inhaltsanalytischen Sinn auch in Intra- und Intercoderreliabilität auf. **Intracoderreliabilität** ist dabei gegeben, „wenn der gleiche Inhaltsanalytiker am Ende der Analyse nochmals Material (oder relevante Abschnitte) kodiert, ohne seine ersten Kodierungen zu kennen (vgl. Mayring 2015, 124).“ Wenn also nach dem gleichen inhaltsanalytischen Prozedere der betrachtete Inhalt erneut analysiert wird und das Ergebnis das gleiche ist, so ist Intracoderreliabilität gegeben. **Intercoderreliabilität** sagt hingegen aus, dass die Ergebnisse die gleichen sein sollen, wenn „die gesamte Analyse (oder relevante Ausschnitte) von mehreren Personen durchgeführt wird und die Ergebnisse verglichen werden (vgl. ebd.).“

Nach Darlegung all dieser wesentlichen Merkmale der Qualitativen Inhaltsanalyse wird wohl deutlich, dass es sich hier um kein festgesetztes Regelwerk im Sinne einer Technik handeln kann, die auf beliebige Inhalte angewendet werden kann. Bei aller Flexibilität, soll es aber dennoch ein Instrumentarium darstellen, an offene Inhalte mit einer möglichst hohen, wissenschaftlichen Präzision heranzugehen (vgl. Mayring 2015, 52). Und so wurde bei der Entwicklung und wird in der Auswertung der Fragen des hier entwickelten Fragebogens auf die Einhaltung der oben genannten Gütekriterien geachtet und eine Qualitative Inhaltsanalyse bei der Auswertung der Fragen offenen Typs als Grundlage herangezogen.

3.2 Fragebogen und Kategoriensystem

3.2.1 Planungsentscheide

→ Warum ein Fragebogen?

Die Methode des Fragebogens ermöglicht gegenüber anderer Erhebungsverfahren, wie etwa dem Interview, die Befragung einer größeren Stichprobe und eignet sich daher für die Erhebung quantitativ aussagekräftiger Daten. In dieser Arbeit wird die Frage nach der Einteilung in künstliche und natürliche elektromagnetische Strahlung gestellt, weshalb es die empirische Methode erlauben muss, Aussagen über die Häufigkeit treffen zu können. Ein Fragebogen ist daher das Mittel der Wahl.

Allerdings erfordert die Erhebung mittels Fragebogen eine sehr durchdachte Formulierung der Fragen sowie der vorgegebenen Antwortkategorien, da ein Eingreifen während der Testung nur bedingt möglich ist und die Ergebnisse verfälschen könnte. Die folgenden grundlegenden Überlegungen sind daher unerlässlich für die Entwicklung des Fragebogens.

→ Ziel und Erkenntnisinteresse

Dieser Fragebogen soll Vorstellungen der befragten Schülerinnen und Schüler zum Thema *Künstlichkeit* und *Natürlichkeit* im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung abbilden. Die, durch den empirischen Teil dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse sollen eine fachdidaktisch relevante Klärung für die Verwendung der interessierenden Begriffe durch die Schülerinnen und Schüler der neunten Schulstufe bilden.

→ Hauptgütekriterien für wissenschaftliche Testungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei der Formulierung der Testitems besonders auf sprachliche Klarheit geachtet, um ein möglichst hohes Maß an Validität, Reliabilität und Objektivität zu erreichen. Die Reliabilität ist dabei ein Maß für die Zuverlässigkeit und Stabilität der Testung; Ist ein Test reliabel, so führt eine Wiederholung der Testung unter den gleichen Bedingungen erneut zu ähnlichen Ergebnissen: „Reliabilität fragt nach der Intersubjektivität von Messungen (Porst 2008, 17, Fußnote).“ **Reliabilität** ist im Fall der *Qualitativen Inhaltsanalyse* ein schwer einzuhaltendes

und schwer überprüfbares Gütekriterium. Mayring verweist hier auf die Intracoderreliabilität sowie auf die Intercoderreliabilität, welche im Unterkapitel *Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring* vorgestellt werden und stellt die Bedingung höchstmöglicher Transparenz bei der Kategorienbildung und in der gesamten Auswertung um dem Problem der niedrigen Reliabilität zu begegnen (vgl. Mayring 2015, 53). Die **Validität** ist ein Maß für die Gültigkeit, die Genauigkeit oder die Präzision einer Testung. Ist ein Test valide, so ist sichergestellt, dass er präzise und exakt das, was er messen soll und nichts anderes. Die **Objektivität** bezeichnet als Gütekriterium die Unabhängigkeit von verschiedenen äußeren Variablen, die das Testergebnis beeinflussen könnten. Beispielsweise wurde die vorliegende Testung als Ganzes an einem Tag durchgeführt. Damit ist das Testergebnis der einzelnen ProbandInnen etwa nicht durch unterschiedliches Wetter beeinflusst.

→ Aufgaben der Probandinnen und Probanden

Teilnehmer und Teilnehmerinnen einer Befragung haben stets mehrere Aufgaben auf einmal zu lösen. Sie müssen einerseits die gestellte Frage verstehen, die relevante Information aus ihrem Gedächtnis filtern und gezielt abrufen, sich ein Urteil über eine mögliche Antwort bilden und diese Antwort gegebenenfalls auch an ein vorgegebenes Antwortformat anpassen. (vgl. Porst 2008, 18). Sich diesem Umstand bewusst zu sein ist eine Grundvoraussetzung für die Erstellung eines guten Fragebogens, der die Befragten zur Antwort motivieren, also nicht unterfordern soll, aber auch nicht überfordern darf.

→ Verständnis-Dimensionen

Bei der Erstellung eines Fragebogens muss sich die Forscherin oder der Forscher stets im Klaren darüber sein, dass jeder Beantwortung einer Frage eine vorherige Interpretation aller, in der Frage vorkommenden Begriffe durch die Befragte oder den Befragten vorausgeht. Abgesehen davon, wird vor der Beantwortung jeder Frage zunächst ein kognitiver Prozess durchlaufen, der das Verstehen der Frage erst ermöglicht. In diesem Sinne spricht Porst von zwei Verständnisdimensionen, die einander beeinflussen und auf die Beantwortung der Fragen einwirken (vgl. Porst 2008, 18). Dies ist einerseits das **semantische Verständnis**, also das sprachliche und inhaltliche Verständnis für die verwendeten Begriffe und die Frage als Ganzes, als grundsätzliche Voraussetzung für das Antworten auf eine Frage:

Beim semantischen Verständnis muss sich die Befragungsperson darüber klar werden, was eine Frage, eine Formulierung oder ein Begriff in einer Frage eigentlich „heißen“ soll (Porst 2008, 21).

Dazu gehört das Entschlüsseln sämtlicher Begriffe und ein Grundverständnis für die Syntax jeder Frage.

Andererseits wird auch **pragmatisches Verständnis** der Frage vorausgesetzt. Diese zweite Verständnisdimension erlaubt es den Befragten, nachzuvollziehen, was die Forscherin oder der Forscher „*eigentlich*“ wissen will (vgl. Porst 2008, 18). Die oder der Befragte ist im Sinne des pragmatischen Verständnisses bemüht, die Intension der Testleiterin oder des Testleiters nachzuvollziehen. Denn:

Erschließt sich der Sinn einer Frage nicht von selbst, neigen Menschen dazu, fehlende Informationen zu ergänzen und zu interpretieren, was zu ungewollten und nur schwer aufzudeckenden Verfälschungen der Befragungsergebnisse führen kann (Hollenberg 2016, 2).

Diesem Umstand ist in der Itemformulierung durch präzise Wortwahl zu begegnen, so dass jede Frage so viel Information wie für das Verständnis nötig, aber niemals mehr als erforderlich enthält (ebd.).

→ [Itemformulierung](#)

Der Fragebogen wurde vor der Testung mehrmals unter Einbezug einschlägiger Fachliteratur überarbeitet. So wurde etwa versucht, *response-set-Tendenzen* möglichst zu vermeiden. Unter *response-set-Tendenzen* werden Reaktionen der Probandinnen und Probanden auf gestellte Fragen verstanden, die unabhängig von deren Inhalt sind:

[W]enn Sie Ihren Befragungspersonen z.B. Aussagen vorlegen, die sie mit Hilfe einer Skala bewerten sollen, so steigt das Risiko, dass zumindest Teile ihrer Befragungspersonen ohne langes Nachdenken immer im gleichen Bereich einer Skala oder einem anderen inhaltsfremden Muster folgend ankreuzen in dem Maße an, in dem die Anzahl der Aussagen ansteigt (Porst 2008, 17).

Da im hier entwickelten Fragebogen auch Fragenformate eingesetzt werden, die Antwortskalen verwenden, wurde versucht, *response-set-Tendenzen* vorzubeugen, indem bei Fragen, die Antworten im Skalenformat verlangen, auch jeweils eine Begründung für die angekreuzte Antwort verlangt wurde. Außerdem wurde speziell darauf geachtet, den Fragebogen so zu erstellen, dass die Antworten nicht durch die Art der Fragestellung suggeriert werden.

Porst führt einige Grundsatzregeln zur Formulierung von Fragen innerhalb eines Fragebogens an. Es sollten einfache, unzweideutige Begriffe verwendet werden, die von allen Befragten gleich verstanden werden. Außerdem sollten lange und komplexe Fragen möglichst vermieden werden, genauso wie hypothetische oder suggestive Fragen. Doppelte Verneinungen führten, so Porst

ebenso zu Problemen beim Ausfüllen des Fragebogens wie unklare Begriffe (vgl. Porst 2008, 99). Nun ist es im vorliegenden Fall natürlich so, dass eine Begriffsklärung durch die Befragten im Zentrum des Interesses steht und somit diesem Grundsatz nicht zur Gänze nachgekommen werden kann.

→ Fragetypen

Hinsichtlich verschiedener Fragetypen kann prinzipiell zwischen geschlossenen, direkten Fragen, wie etwa: „Kommt in der Stadt oder am Land mehr Strahlung vor?“ auf der einen Seite und Fragen offenen Typs, wie: „Nenne vier Begriffe, die du mit dem Wort *natürlich* verbindest“ unterschieden werden. Geschlossene Fragen geben die Antwortkategorien bereits vor und können somit mit einfachem Ankreuzen oder mit „Ja/Nein“- Aussagen beantwortet werden (vgl. Porst 2008, 120 ff.). Offene Fragen andererseits erfordern offene Antworten, welche erst im Nachhinein kategorisiert werden können.

Im hier entwickelten Fragebogen wurde bei den Fragestellungen geschlossenen Typs, bei denen bereits vorgegebene Antworten anzukreuzen sind, darauf geachtet, die Antwortkategorien möglichst so zu wählen, dass sie eindeutig voneinander abgrenzbar sind aber auch vollständig in Bezug auf mögliche Antwortalternativen. Denn Antwortkategorien sollten stets erschöpfend und disjunkt sein (vgl. Porst 2008, 99). Von einer Antwortalternative wie „ich weiß nicht“ oder „keine Angabe“ wurde bewusst Abstand genommen, da hier kein explizites Wissen abgefragt werden muss, was eine solche Antwortalternative notwendig machen würde.

→ Zur Dramaturgie des Fragebogens

Die Dramaturgie des Fragebogens ist essenziell für die Motivation der Befragten, den gesamten Fragebogen hindurch konsequent an der Beantwortung zu arbeiten. Daher ist es wichtig, in einem Fragebogen einen gewissen Spannungsbogen aufrecht zu erhalten und eine nachvollziehbare Methodik in der Reihenfolge der Fragen zu verfolgen. Denn:

Je deutlicher die hoffentlich kluge Dramaturgie des Fragebogens ist und von der Befragungsperson erkannt wird, umso konzentrierter und bemühter wird sie die Befragung absolvieren (Porst 2008, 146).

Die Reihung der Fragestellung im vorliegenden Fragebogen wurde derart vorgenommen, dass ein logischer Faden vom Allgemeinen hin zum Konkreten ersichtlich ist. Demnach ist der Fragebogen so konzipiert, dass die Fragen von den Schülerinnen und Schülern der Reihe nach

beantwortet werden sollten, worauf zu Beginn des Fragebogens auch explizit hingewiesen wird. Dies ist deshalb wichtig, da die Fragen, die zu Beginn des Fragebogens gestellt werden zunächst allgemein auf die Konzepte der Schülerinnen und Schüler der Begriffe „künstlich“ und „natürlich“ abzielen und somit als Einstiegsfragen dienen (vgl. Porst 2008, 137). Erst im Folgenden wird hier zum Thema „Strahlung“ übergeleitet. Die Fragen 3 bis 6 verlangen von den Schülerinnen und Schülern eine Einteilung der verschiedenen Objekte und Strahlungsarten in Bezug auf ihre „Künstlichkeit“ bzw. auf ihre „Natürlichkeit“, wobei Frage 6, der das vornehmliche Interesse dient, durch Frage 3 bereits eingeleitet werden soll. Frage 3 weist den exakt gleichen Aufbau auf wie Frage 6, bezieht sich allerdings noch nicht auf Strahlung, sondern auf Objekte, welche uns umgeben. Die ersten drei Fragen sind allgemein gehalten, um die Sensibilität für die Begriffe *künstlich* und *natürlich* für die darauffolgenden Fragen zu erhöhen, welche eine ebene tiefer ins Verständnis der Begriffe *künstlich* und *natürlich* eintauchen und von den Schülerinnen und Schülern eine sinnvolle Argumentation verlangen, nach welchen Kriterien sie in künstliche und natürliche Strahlung einteilen würden und ob diese Einteilung grundsätzlich sinnvoll sei (Frage 13¹²). Besonders wichtig in der Dramaturgie des vorliegenden Fragebogens ist, dass Frage 13 tatsächlich am Schluss beantwortet wird, da sie Ausschlusscharakter hat. Würde diese Frage gleich zu Beginn gestellt, so würde die Aufmerksamkeit gleich auf die Problemstellung gelenkt und die Intension der Befragenden wäre für die Befragten im Sinne des pragmatischen Verständnisses gleich ersichtlich. Möglicherweise würden die Schülerinnen und Schüler dadurch auf die übrigen Fragen anders antworten, was vermieden werden soll.

¹² Würdest du persönlich die Strahlungsarten prinzipiell in *künstliche* oder *natürliche* Strahlung einteilen? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum?

3.2.2 Fragebogen

Klasse	Zweiter Buchstabe: Vorname der Mutter	Zweiter Buchstabe: Vorname des Vaters	Zweiter Buchstabe: Wohnstraße	Geburtstag am
5 _____	_____	_____	_____	_____.(nur Tag)
<p>Bitte beantworte die folgenden Fragen möglichst der Reihe nach!</p> <p>Dies ist kein Test! Danke für Deine Mithilfe!</p>				

Frage 1: Was verbindest Du mit dem Begriff „**künstlich**“? Nenne **vier Wörter**, die Du mit dem Begriff verbindest.

Frage 2: Was verbindest Du mit dem Begriff „**natürlich**“? Nenne **vier Wörter**, die Du mit dem Begriff verbindest.

Frage 3: **Kreuze** in der folgenden Tabelle deiner Meinung nach **Zutreffendes an:**

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Park ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Gemüsebeet ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Schwein ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Reh ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Ei ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ein Brot ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Haus ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Nest ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Weizenfeld ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Blumenwiese ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 4: Hast du in den obigen Beispielen auch einmal „weder künstlich, noch natürlich“ angekreuzt? Wenn nicht, dann nenne bitte ein Beispiel (ein Objekt in deiner Umgebung), das für dich **weder künstlich noch natürlich** ist.

Frage 5: Bei Frage 3 hast Du die genannten Objekte in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. **Begründe kurz eine Antwort, bei der** du *ganz künstlich* gewählt hast, eine bei der du *weder natürlich noch künstlich* gewählt hast und eine bei der du *ganz natürlich* gewählt hast. **Warum hast du diese Antwort gewählt?**

ganz künstlich	Ding: _____ Begründung: _____ _____
<i>weder natürlich noch künstlich</i>	Ding: _____ Begründung: _____ _____
ganz natürlich	Ding: _____ Begründung: _____ _____

Frage 6: Kreuze in der folgenden Tabelle deiner Meinung nach **Zutreffendes an:**

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
--	----------------	----------------	---------------------------------	----------------	----------------

Gammastrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Röntgenstrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ultraviolettes Licht ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtbares Licht ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrarotstrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikrowellen sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radiowellen sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 7: Bei **Frage 6** hast Du die genannten Strahlungsarten in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. **Begründe auch hier kurz eine Antwort, bei der du ganz künstlich gewählt hast, eine bei der du weder natürlich noch künstlich gewählt hast und eine bei der du ganz natürlich gewählt hast. Warum hast du diese Antwort gewählt?**

ganz künstlich	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____
<i>weder natürlich noch künstlich</i>	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____
ganz natürlich	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____

Frage 8: Kommen die folgenden Strahlungsarten **natürlich** in unserer Umwelt vor?

	ja	nein
Gammastrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Röntgenstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ultraviolettes Licht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sichtbares Licht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrarotstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikrowellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radiowellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 9: Schätze ein, an welchen Orten sich jeweils **mehr Strahlung** befindet. Gib eine kurze **Begründung** an.

Ort 1	Ort 2	Warum diese Antwort?
Offenes Meer <input type="checkbox"/>	Küstenregion <input type="checkbox"/>	
Wien <input type="checkbox"/>	Eisenstadt <input type="checkbox"/>	
Eisenstadt <input type="checkbox"/>	Kleines Dorf <input type="checkbox"/>	
Gebirgsbach <input type="checkbox"/>	Donau <input type="checkbox"/>	

Frage 10: **Kreuze an**, was deiner Meinung nach **zutrifft** und was deiner Meinung nach **nicht zutrifft**:

	Trifft zu	Trifft nicht zu
<i>Künstliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als natürliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als künstliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstlich</i> heißt „vom Menschen gemacht“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürlich</i> heißt „vom Menschen unberührt“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 11: Nenne zwei **Quellen** für *natürliche* Strahlung.

Frage 12: Nenne zwei **Quellen** für *künstliche* Strahlung.

Frage 13: Würdest du persönlich die Strahlungsarten **prinzipiell** in *künstliche* oder *natürliche Strahlung* einteilen?
Wenn ja, warum? Wenn nein, warum?

	Begründung (nur eine Begründung notwendig)
ja	
nein	

Vielen herzlichen Dank für deine Zeit und deine Mühe!

3.2.3 Kategorisierung der Fragen

Die Fragen des vorliegenden Fragebogens werden bereits vorab in inhaltliche Kategorien eingeteilt. Am Ende der Befragung sollen bezüglich der folgenden Kategorien Aussagen getroffen werden können:

Kategorie	Kurzbeschreibung des Erkenntnisinteresses	Zugehörige Frage(n)
Grundsätzliche Feststellung	→ Kann eine Unterscheidung zwischen künstlicher und natürlicher Strahlung überhaupt getroffen werden?	Frage 13: Würdest du persönlich die Strahlungsarten prinzipiell in <i>künstliche</i> oder <i>natürliche</i> Strahlung einteilen? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum?
	→ Heißt künstlich menschengemacht? → Heißt natürlich vom Menschen unberührt?	Frage 10: Kreuze an, was zutrifft und was nicht zutrifft... → <i>Künstlich</i> heißt „vom Menschen gemacht“ <i>Natürlich</i> heißt „vom Menschen unberührt“
Schädlichkeit	Wird „Schädlichkeit“ mit „Künstlichkeit“ in Verbindung gebracht?	Frage 10: Kreuze an, was zutrifft und was nicht zutrifft... → <i>Künstliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als natürliche Strahlung → <i>Natürliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als künstliche Strahlung
		→ <i>Künstliche</i> Strahlung ist gesund <i>Natürliche</i> Strahlung ist gesund
Vorkommen	Wie erfolgt eine Zuordnung <i>natürlicher</i> bzw. <i>künstlicher</i>	Frage 8: Kommen die folgenden Strahlungsarten natürlich in unserer Umwelt vor?

	Strahlung zu Orten dichter Besiedelung?	Frage 9: Kommt in der Stadt oder am Land mehr Strahlung vor? Begründe kurz deine Antwort.
Begriffsbildung	Mit welchen Begriffen werden die Begriffe künstlich/natürlich frei assoziiert?	Frage 1: Was verbindest Du mit dem Begriff „künstlich“? Nenne vier Begriffe.
		Frage 2: Was verbindest Du mit dem Begriff „natürlich“? Nenne vier Begriffe.
Begriffsabgrenzung	Wo ist laut den Schülerinnen und Schülern die Grenze zwischen künstlicher und natürlicher Strahlung zu ziehen? Gibt es überhaupt eine Grenze?	Frage 3: Kreuze in der folgenden Tabelle Zutreffendes an: Ein Park ist künstlich, weder noch, natürlich
		Frage 5: Bei Frage 3 hast Du die genannten Objekte in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. Begründe warum.
		Frage 6: Kreuze in der folgenden Tabelle Zutreffendes an: Gammastrahlung ist künstlich, weder noch, natürlich
		Frage 7: Bei Frage 6 hast Du die genannten Strahlungsarten in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. Begründe warum.
		Frage 4: Hast du in den obigen Beispielen auch einmal „0“ angekreuzt? Wenn nicht nenne ein Objekt, welches auf die Beschreibung passt.

4. Ablauf

→ Zeitpunkt der Befragung

Die Befragung wurde in den letzten Wochen des Semesters vor den Sommerferien, also nach Notenschluss angesetzt. So konnten stressbedingte Einflüsse auf die Beantwortung der Fragen möglichst ausgeschlossen werden. Die gesamte Befragung wurde an einem Tag durchgeführt, wobei ein Befragungsdurchgang jeweils etwa eine halbe Stunde Zeit in Anspruch nahm.

→ Entstehungssituation

Die Datenaufnahme geschah unter Mithilfe von Thomas Plotz, der etwa die Hälfte der Befragungen durchführte. Es gab keine besonderen Vorkommnisse während der Testung. Vor Beginn der Testung wurden die Schülerinnen und Schüler darauf hingewiesen, die Fragen möglichst der Reihe nach zu beantworten und es erfolgte eine kurze Vorstellung meiner Person. Aufgrund möglicher VersuchsleiterInnen-Effekte wurden die Informationen, welche vorab an die Probanden und Probandinnen gegeben wurden, möglichst kurzgehalten. Es erfolgte ein Hinweis auf die Wahrung der Anonymität und auf die Verwendung eines Codes, um dieser Rechnung zu tragen.

→ Beschreibung der Stichprobe

Alle Schülerinnen und Schüler der Stichprobe besuchen die 9. Schulstufe eines Wiener Gymnasiums. Eine Angabe des Alters der ProbandInnen ist bei dieser Befragung daher nicht relevant und nicht notwendig. Die neunte Schulstufe erscheint im Hinblick auf Vergleiche mit vorhandenen fachdidaktischen Forschungsergebnissen als besonders geeignet. Es wurden 128 Schülerinnen und Schüler aus fünf verschiedenen Klassen befragt, wobei zwei davon in Teilgruppen aufgeteilt waren. In der neunten Schulstufe haben die Schülerinnen und Schüler dieses Gymnasiums keinen Physikunterricht, was allerdings für die Erhebung oder Überprüfungen von Lernendenvorstellungen kein Problem darstellt. Die Schülerinnen und Schüler hatten zum größten Teil Migrationshintergrund und hatten zum Teil Probleme damit, einzelne Wörter im Fragebogen zu verstehen.

5. Auswertung und Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des empirischen Teils dieser Arbeit vorgestellt. Sie werden nach Analysemethode geordnet, sprich danach, ob es sich um Fragen geschlossenen Typs handelt, bei dem Antwortkategorien bereits vorgegeben sind und somit im Nachhinein keine Kategorien mehr entwickelt werden müssen, oder ob es sich um Fragen offenen Typs handelt, deren Auswertung mittels qualitativer Inhaltsanalyse vorgenommen wurde. Zur besseren Orientierung wird die jeweilige Frage nochmals angezeigt, bevor die Ergebnisse dargestellt und diskutiert werden.

Fragen geschlossenen Typs

Fragen geschlossenen Typs können quantitativ ausgewertet werden. Die Antwortkategorien sind bereits vorgegeben und werden von den Probanden ausgewählt. Ein Beispiel für eine Frage geschlossenen Typs wäre etwa: „Kommen die folgenden Strahlungsarten natürlich in unserer Umwelt vor?“, mit den zugehörigen Antwortkategorien „Ja“ und „Nein“ (Frage 8).

→ [Frage 3](#)

Kreuze in der folgenden Tabelle deiner Meinung nach **Zutreffendes an**:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Park ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Gemüsebeet ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Schwein ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Reh ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Ei ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Brot ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Haus ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Nest ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ein Weizenfeld ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Blumenwiese ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse

Fehlende Posten 23 ¹	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich Noch natürlich	Eher natürlich	ganz natürlich
Ein Park ist	4	37	20	53	11
Gemüse ist	3	16	12	51	42
Ein Schwein ist	2	1	15	26	83
Ein Reh ist	1	2	13	17	91
Ein Ei ist	3	4	10	50	59
Ein Brot ist	8	27	36	39	15
Ein Haus ist	74	33	12	5	4
Ein Nest ist	8	16	22	28	49
Ein Weizenfeld ist	1	24	24	48	30
Blumen sind	3	5	16	42	62

Diskussion

In der Analyse der Ergebnisse zeigt sich bei dieser Frage, dass die befragten Schülerinnen und Schüler die genannten Objekte im vorliegenden Spektrum von ganz künstlich bis ganz natürlich insgesamt eher als natürlich einordneten. Besonders **Lebewesen** scheinen hier als vorwiegend natürlich eingeschätzt zu werden:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Schwein ist	2	1	15	26	83
Ein Reh ist	1	2	13	17	91
Ein Ei ist	3	4	10	50	59
Ein Schwein ist	2	1	15	26	83
Blumen sind	3	5	16	42	62

Heraus sticht dabei das Ergebnis für das Objekt **Haus**, welches von der deutlichen Mehrheit der Schülerinnen und Schülern dem anderen Ende des Spektrums, dem *Künstlichen*, zugeordnet wurde:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Haus ist	74	33	12	5	4

Im Fall von **Gemüse** und **Brot** und scheint die Verteilung der Antworten nicht ganz so eindeutig zu sein:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Gemüse ist	3	16	12	51	42
Ein Brot ist	8	27	36	39	15

Dies erklärt sich intuitiv mit der Einordnung von Gemüse und Brot unter die Lebens- oder Nahrungsmittel. In Zusammenhang mit diesen wird im Alltag oft von *Künstlichkeit* und *Natürlichkeit* gesprochen. Zusätzlich wird Brot verarbeitet, bevor es konsumiert wird, was möglicherweise ebenfalls Einfluss auf die Antworten der Schülerinnen und Schüler hat. Dies bleibt allerdings ein intuitiver Erklärungsansatz und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt.

Interessanterweise werden **Eier**, die schließlich auch Lebensmittel sind, als relativ eindeutig natürlich eingeschätzt, was wiederum möglicherweise einer Einteilung nach dem Kriterium der Lebewesen spricht:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Ei ist	3	4	10	50	59

Interessant ist auch das Ergebnis, dass die Entscheidung, ob **Nest** künstlich oder natürlich sei, anscheinend keineswegs zu eindeutigen Ergebnissen führt:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Nest ist	8	16	22	28	49

Obwohl hier 77 Schülerinnen und Schüler ein Nest als ganz oder eher natürlich ansehen, entschieden sich immerhin 22 von ihnen für die Antwort *weder künstlich, noch natürlich*.

Auch im Falle des **Parks** scheint die Entscheidung für eine Kategorie unter den Schülerinnen und Schülern keineswegs eindeutig zu sein, entschieden sich doch 64 Probanden und Probandinnen für die Antwort, ein Park sei *eher* oder *ganz natürlich*, während sich immerhin 37 von ihnen für die Kategorie *eher künstlich* entschieden und 20 für die Antwort *weder künstlich noch natürlich*.

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ein Park ist	4	37	20	53	11

Inwiefern die Antwort *weder künstlich noch natürlich* als möglichst neutrale Antwort im Sinne einer Abstufung herangezogen wurde (nach der Devise: „Ich bin mir nicht sicher, für welchen Pol ich mich entscheiden soll, daher kreuze ich die mittlere Antwort an.“) soll mit der Frage nach einer Begründung der Wahl dieser Antwortkategorie (Frage 4 unter: *Fragen offenen Typs*) geklärt werden.

→ [Frage 6](#)

Kreuze in der folgenden Tabelle deiner Meinung nach **Zutreffendes an**:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Gammastrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Röntgenstrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ultraviolettes Licht ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtbares Licht ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrarotstrahlung ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikrowellen sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radiowellen sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse

Fehlende Posten ¹³ 62	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Gammastrahlung	32	35	17	23	8
Röntgenstrahlung	52	42	12	12	5
Ultraviolettes Licht	26	32	13	20	25
Sichtbares Licht	8	12	27	24	51
Infrarotstrahlung	19	44	14	16	15
Mikrowellen	69	32	10	9	5
Radiowellen	44	42	15	19	5

Diskussion

Eine Einteilung der einzelnen Strahlungsarten in die Kategorien *künstlich* und *natürlich*, beziehungsweise *weder künstlich noch natürlich*, interessiert vor dem Hintergrund der Physikdidaktik besonders. Zeigt sich doch anhand der stark abweichenden Ergebnisse in latenter Weise auch, dass Schülerinnen und Schüler offenbar die einzelnen Strahlungsarten recht streng voneinander trennen (Hier vor allem „Licht“ und andere Strahlungsarten).

Die Ergebnisse zeigen, dass elektromagnetische Strahlung insgesamt eher als *künstlich* eingeschätzt wird, was vor dem Hintergrund der einschlägigen Forschung nicht verwundert¹⁴. Eine spannende Ausnahme bildet hier der Bereich des **sichtbaren Lichts**, welches lediglich von acht Schülerinnen und Schülern als *ganz künstlich* eingeschätzt wurde,

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natür- lich	ganz natürlich
Sichtbares Licht	8	12	27	24	51

während es 75 Schülerinnen und Schüler dem natürlichen Ende zuordneten und 27 der Kategorie *weder künstlich noch natürlich*.

¹³ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 6 demnach bei einem Item keine Antwort gewählt, wird dies als „Fehlender Posten“ angezeigt.

¹⁴ „Strahlung ist nicht natürlich“, vgl. Neumann und Hopf (2012), Ü.d.A. → siehe *Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema elektromagnetische Strahlung*

Ultraviolettstrahlung und **Gammastrahlung** wurden in ähnlicher Verteilung entlang aller Kategorien eingeordnet.

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Ultraviolettes Licht	26	32	13	20	25
Gammastrahlung	32	35	17	23	8

Allerdings scheint eine Einteilung für die Schülerinnen und Schüler nicht ganz so eindeutig machbar zu sein wie im Fall der **Mikrowellen** und **Radiowellen**:

	ganz künstlich	eher künstlich	weder künstlich, noch natürlich	eher natürlich	ganz natürlich
Mikrowellen	69	32	10	9	5
Radiowellen	44	42	15	19	5

Auch in Zusammenhang mit dieser Antwortverteilung interessiert besonders die Begründungen, welche für die einzelnen Antworten (in Frage 7 unter: *Fragen offenen Typs*) gegeben wurden.

→ [Frage 8](#)

Kommen die folgenden Strahlungsarten **natürlich** in unserer Umwelt vor?

	ja	nein
Gammastrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Röntgenstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ultraviolettes Licht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtbares Licht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrarotstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikrowellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radiowellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse

Fehlende Posten ¹⁵ 58	JA	NEIN
Gammastrahlung	49	69
Röntgenstrahlung	25	98
Ultraviolettes Licht	52	65
Sichtbares Licht	103	18
Infrarotstrahlung	38	75
Mikrowellen	34	90
Radiowellen	38	84

Diskussion

Bei dieser Frage wurde explizit nach einer Einteilung in künstliche und natürliche Strahlung gefragt. Fällt die Kategorie *weder künstlich noch natürlich* weg, so scheint sich im Vergleich der Fragen 6 und 8 die Einschätzungen leicht in Richtung des Natürlichen zu verschieben. Relativierend muss hier allerdings angemerkt werden, dass in Frage 8 explizit nach einem prinzipiellen Vorkommen der Strahlungsarten in der Natur gefragt wird. Es kann also nicht bestätigt werden, ob der Wegfall einer (scheinbar) neutralen Kategorie die Einschätzung direkt beeinflusst.

Augenfällig ist auch hier, dass dem **sichtbaren Licht** wieder sehr eindeutig ein Vorkommen in der Natur attestiert wird:

	JA	NEIN
Sichtbares Licht	103	18

Dies verwundert vor dem Hintergrund der einschlägigen Forschung nicht, wird doch Licht von vielen Lernenden nicht als Teil des elektromagnetischen Spektrums erkannt (siehe Abschnitt: *Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema elektromagnetische Strahlung*).

Infrarotstrahlung, Mikrowellen und **Radiowellen** hingegen, werden tendenziell nicht so eingeschätzt, als kämen sie natürlich in unserer Umwelt vor:

	JA	NEIN
Infrarotstrahlung	38	75
Mikrowellen	34	90
Radiowellen	38	84

¹⁵ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 8 demnach bei einem Item keine Antwort gewählt, wird dies als „Fehlender Posten“ angezeigt.

Bei Röntgenstrahlung scheinen die Schülerinnen und Schüler mehrheitlich zu denken, sie wären ohne menschliches Zutun nicht vorhanden,

	JA	NEIN
Röntgenstrahlung	25	98

während dies im Fall von **Gammastrahlung** und **Ultraviolettstrahlung** nicht ganz so eindeutig zu sein scheint:

	JA	NEIN
Gammastrahlung	49	69
Ultraviolettes Licht	52	65

→ [Frage 10](#)

Kreuze an, was deiner Meinung nach **zutrifft und was deiner Meinung nach **nicht zutrifft**:**

	Trifft zu	Trifft nicht zu
<i>Künstliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als natürliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als künstliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Künstlich heißt „vom Menschen gemacht“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Natürlich heißt „vom Menschen unberührt“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse

Fehlende Posten ¹⁶ 48	Trifft zu	Trifft nicht zu
Künstlich = schädlich	102	23
Natürlich = schädlich	12	111
Künstlich = „vom Menschen gemacht“	115	12
Natürlich = „vom Menschen unberührt“	88	36

¹⁶ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 10 demnach bei einem Item keine Antwort gewählt, wird dies als „Fehlender Posten“ angezeigt.

Künstlich = ungesund	99	23
Natürlich = ungesund	48	70
Künstlich = gesund	12	107
Natürlich = gesund	57	61

Diskussion

Die folgenden Teilfragen dienen der Klärung, ob die vorgestellten Lernendenvorstellungen, „alle elektrischen Geräte emittieren gefährliche Strahlung“ und „Strahlung sei verantwortlich für viele Umweltprobleme“ (siehe Abschnitt: *Bekannte Lernendenvorstellungen zum Thema elektromagnetische Strahlung*) in ihrer Grundaussage, künstliche Strahlung sei gefährlich, für die untersuchte Stichprobe bestätigt werden können:

	Trifft zu	Trifft nicht zu
<i>Künstliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als natürliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist <i>schädlicher</i> als künstliche Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist ungesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Künstliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Natürliche</i> Strahlung ist gesund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Es zeigt sich, dass bei der expliziten Frage der Schädlichkeit im Zusammenhang mit künstlicher und *natürlicher* Strahlung eine deutliche Assoziation von *künstlicher* Strahlung mit Schädlichkeit und eine noch deutlichere Assoziation von *natürlicher* Strahlung und Unschädlichkeit bestehen,

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Künstlich = schädlich	102	23
Natürlich = schädlich	12	111

was vor dem Hintergrund des physikalischen Sachverhaltes, dass es bei der Schädlichkeit von Strahlung auf den Energiegehalt, die Intensität und Einwirkdauer der jeweiligen Strahlung ankommt, keineswegs aber auf deren Entstehungsweise, tatsächlich überaus verblüffend ist.

Sehr interessant ist die Beobachtung, dass die Probandinnen und Probanden künstliche Strahlung ganz klar mit dem Prädikat „ungesund“ versehen,

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Künstlich = gesund	12	107
Künstlich = ungesund	99	23

dass aber bei *natürlicher* Strahlung eine Zuteilung des Prädikates „gesund“ nicht eindeutig vorgenommen wird. Es zeigt sich sogar, dass keine eindeutige Zuschreibung, weder des Prädikats „gesund“, noch des Prädikats „ungesund“ vorgenommen wird:

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Natürlich = gesund	57	61
Natürlich = ungesund	48	70

Überdies zeigt sich, dass die Aussage „natürliche Strahlung ist gesund“ eine fast ausgewogene Antwortverteilung von „trifft zu“ und „trifft nicht zu“ hervorrufen. Die Schülerinnen und Schüler scheinen hier also mittels außenliegender Faktoren zu entscheiden, ob *natürliche* Strahlung gesund oder ungesund ist und nicht nach *Natürlichkeit* und *Künstlichkeit*. Dabei liegt nahe davon auszugehen, dass die Schülerinnen und Schüler hier die Gesundheit gegen den Nutzen aufwiegen (vgl. Plotz 2017, 75); ein Umstand, der hier nicht überprüft werden kann.

Das Aussagenpaar „**künstlich heißt vom Menschen gemacht**“ und „**natürlich heißt vom Menschen unberührt**“,

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Künstlich heißt „vom Menschen gemacht“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Natürlich heißt „vom Menschen unberührt“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

liefert eine deutliche Zustimmung zur ersten Aussage und eine etwas weniger starke Zustimmung zur zweiten Aussage:

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Künstlich = „vom Menschen gemacht“	115	12
Natürlich = „vom Menschen unberührt“	88	36

Damit scheint relativ klar zu sein, dass die Schülerinnen und Schüler unter dem Begriff *künstlich* das Menschengemachte verstehen. Auf der anderen Seite wird die Definition „vom Menschen unberührt“ für den Begriff *natürlich* nicht so einfach angenommen. Somit stellt sich die Frage, ob die Probandinnen und Probanden hier vor dem Konflikt stehen, der in der *Philosophischen*

Klärung der Begriffe *künstlich* und *natürlich* angesprochen wurde; dass es nämlich eine gänzlich vom Menschen unberührte Natur heute gar nicht mehr geben kann.

Fragen offenen Typs

Die Ergebnisse der Fragen offenen Typs müssen einer wissenschaftlich sinnvollen Diskussion erst zugänglich gemacht werden. Wie hierbei vorzugehen ist, wurde im Kapitel 3: *Darlegung der Methoden* bereits ausführlich besprochen. Die folgenden Items erfordern, ihrem offenen Fragetyp entsprechend, freie Antworten, welche die Schülerinnen und Schüler in ihren eigenen Worten geben. Dementsprechend variieren die Ergebnisse stark und müssen kategorisiert werden. Die hier angegebenen Kategorien wurden induktiv, aus dem Material heraus, erschlossen.

→ [Frage 1](#)

Was verbindest Du mit dem Begriff „**künstlich**“? Nenne **vier Wörter**, die Du mit dem Begriff verbindest.

Ergebnisse

KÜNSTLICHE WÖRTER (115 verschiedene)					
Plastik 32	unnatürlich 21	Falsch/fake 13	Gebäude 8	Kunst 8	Make-Up 7
Essen 7	Farben 7	schön 6	Silikon 6	unecht 6	chemisch 6
Bild/ Gemälde 6	Schönheits- OP 5	ungesund 5	gemacht 5	Kunstrasen 5	Chemie 4
kreativ 4	Museum 4	künstliche Intel- ligenz 4	Künstliche Nä- gel 3	zeichnen 3	Licht 3
schädlich 3	Roboter 3	zeichnen 3	teuer 2	Baum 2	Blume 2
Schönheit 2	→ menschen- gemacht 2	Fake Lashes 2	elektrische Ge- räte 2	Menschen 2	malerisch 2
Leben 2	synthetisch 2	Intelligenz 2	giftig 2	bilden 2	bauen 2
Handy 1	Geschmack 1	Kopie 1	Geräte 1	Perücke 1	Physik 1
musikalisch 1	aufgesetzt 1	Geschmacks- verstärker 1	interessant 1	Material 1	Hobby 1
Fabriken 1	Imitation 1	Kreativität 1	Politik 1	Social Media 1	Konservierungs- stoffe 1
Schuhe 1	Massenware 1	Fortschritt 1	langsam 1	Wien 1	künstliche Le- bensmittel 1
fast alles 1	Erneuerungen 1	nicht biologisch 1	anorganisch 1	Aufgezwungen 1	Illusion 1
Labor 1	dargestellt 1	Schirin David 1	selbstständig 1	Neue 1	Begabt 1

Modernes 1	2019 1	unberührt 1	modifiziert 1	Selbstständig 1	Metall 1
amazing 1	Befruchtung 1	verrückt 1	Industrie 1	Behindert 1	Kunstfell 1
abnormal 1	Un-authentisch 1	vegane Milch 1	Kultur 1	komischer Geschmack 1	Umweltverschmutzung 1
Gefühle 1	verarbeitete Nährstoffe 1	Idee 1	schlecht für die Umwelt 1	Umwelt-schädlich 1	gebildete Sachen 1
Geschichte 1	Handwerk 1	Lebensmittel 1	Ski Piste 1	Maler 1	Arzt 1
verschieden 1	Wissenschaft 1	Barbie 1	gefährlich 1	geheimnisvoll 1	erschaffen 1

Die Kategorien zu den vorliegenden Antworten auf die Frage „Was verbindest Du mit dem Begriff „künstlich“?“ wurden so gewählt, dass die Art der Verwendung im Vordergrund steht. So wurden etwa Wörter der Kategorie „Synonym“ zugeordnet, welche gleiche oder Ähnliche Bedeutung haben wie das Wort künstlich selbst. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse nach Kategorien eingeteilt dargestellt. Die Spalte „Verwendung“ zeigt die Anzahl und den Prozentsatz der Anwendungen auf die Gesamtanzahl der Wörter. Zur besseren Veranschaulichung, wie die Kategorien gefüllt wurden werden jeweils Ankerbeispiele, in Mayrings Sinn, angegeben.

Einteilung in Antwortkategorien		
Wörter gesamt:	269	
Voneinander verschiedene Wörter:	115	
Kategorie	Verwendung	Beispiel
Synonym	60 mal, 22,08%	synthetisch, unnatürlich,
Als Attribut verwendet (die/der/das künstliche...)	39 mal, 14,05 %	Licht, Blume, Lebensmittel
Statt künstlich, künstlerisch verstanden	39 mal, 14,05 %	zeichnen, Bild, kreativ
Hergestellte Objekte/ Erzeugnis	37 mal, 13,76%	Plastik, Schuhe, Kopie
Auf Aussehen bezogen / Äußerlichkeiten	34 mal, 12,64 %	Make-Up, Barbie, Schönheit
Schädlich (für den Menschen oder die Umwelt)	15 mal, 5,58%	ungesund, Umweltverschmutzung, giftig
chemisch/ Chemie	10 mal, 3,72%	---
Technisch-es Gerät/ Modern-es	10 mal 3,72%	Roboter, elektrische Geräte, Labor
Zusatzstoffe (in Lebensmitteln)	7 mal, 2,60%	Geschmacksverstärker, Konservierungsstoffe
Wertende Zuschreibung	6 mal, 2,23%	abnormal, verrückt, amazing
Disziplin / Institution	4 mal, 1,49%	Physik, Politik, Social Media
Eigene Kategorie	8 mal, 2,97%	Arzt, Idee, fast alles, Mensch, Illusion, teuer,

Diskussion

Die, im Rahmen dieser Arbeit befragten Schülerinnen und Schüler nannten bei der Aufforderung, sie sollen vier Wörter nennen, die sie mit dem Begriff künstlich verbinden, am häufigsten Wörter, die synonym gebräuchlich sind, wie etwa unnatürlich, synthetisch, menschengemacht und gemacht (22,08%).

Häufig war auch die Verwendung des Wortes *künstlich* als Attribut, um auf Dinge zu verweisen, die sowohl künstlich hergestellt werden können als auch natürlich vorkommen (Künstliche Intelligenz, künstliches Licht, künstliche Nägel, künstliche Blume, etc.: 14,50%).

Spannenderweise wurde das Wort „künstlich“ in 14,50% der Verwendungen offenbar falsch verstanden und die Frage wurde auf das Wort „künstlerisch“ bezogen. Es ist nicht ersichtlich, wie dieses offensichtliche Verständnisproblem zustande kam. Erwähnt sei hier, dass die deutliche Mehrheit der befragten Schülerinnen und Schüler Migrationshintergrund hatten und dass so möglicherweise das Sprachverständnis ein anderes war.

Hergestellte Objekte wurden in etwa 14% der Fälle mit dem Wort künstlich assoziiert und in ähnlicher Häufigkeit traten Wörter auf, die sich auf Äußerlichkeiten oder auf das Aussehen bezogen.

Abschließend seien hier noch einmal jene Wörter gezeigt, welche am Häufigsten Verwendung fanden:

Plastik 32	unnatürlich 21	Falsch/fake 13	Gebäude 8	Kunst 8	Make-Up 7
Essen 7	Farben 7	schön 6	Silikon 6	unecht 6	chemisch 6

Dabei fällt auf, dass ganze 11,9 Prozent der Nennungen auf das Wort „**Plastik**“ ausfallen. Auch das **Unechte**, das **Falsche** wird oft mit dem Begriff künstlich assoziiert.

→ [Frage 2](#)

Was verbindest Du mit dem Begriff „**natürlich**“? Nenne **vier Wörter**, die Du mit dem Begriff verbindest.

Ergebnisse

NATÜRLICHE WÖRTER (99 verschiedene)					
Natur	echt	gesund	biologisch	Planzen	Mensch

40	16	13	11	9	9
Bäume 8	Wald 8	Tiere 7	Wasser 6	Biologie 5	Wiesen 5
Blumen 5	Obst 5	Un-geschminkt 4	Gemüse 4	normal 4	grün 4
unberührt 4	nicht künstlich 4	nicht von Menschen gemacht 3	sicher 3	Schönheit 3	Leben 3
fix 3	natürlich 3	natürliches Verhalten 2	See 2	Gefühle 2	Licht 2
Original 2	Essen 2	Regen 2	Haare 2	[wird] nachgemacht 2	Luft 2
Meer 2	genau 2	gesunde Luft 2	schon da 2	lebendig 2	ohne Verstellung 1
Holz 1	angeboren 1	selfmade 1	teuer 1	Offenes, reales Verhalten 1	nicht verarbeitet 1
Periode 1	Klimawandel 1	ohne Veränderung 1	frisch 1	Durchfall 1	Erwartungen 1
Zustimmung zu etwas 1	Vetrauen 1	immer 1	keine Technik 1	Landschaft 1	Lügen 1
Bewegung 1	besser 1	Aussehen 1	unbearbeitet 1	native 1	Natur-schönheit 1
Zyklus 1	keine Schadstoffe 1	neutral 1	schirch 1	vielseitig 1	unschädlich 1
Pinsel 1	bestehend 1	Liebe 1	Alpen 1	Haarfarbe 1	Eis 1
Augen 1	Milch 1	groß 1	eher helfend 1	komisch Naturkatastrophen 1	still 1
Nahrung 1	nicht perfekt 1	Unordnung 1	offen 1	selbst-verständlich 1	Speise 1
Biotop 1	Tiger 1	real 1	Sicherheit 1	Umweltfreundlich 1	Menschlichkeit 1
Mineral 1					

Die Kategorien zu den vorliegenden Antworten auf die Frage „Was verbindest Du mit dem Begriff „natürlich“?“ wurden so gewählt, dass die Art der Verwendung im Vordergrund steht. So wurden etwa Wörter der Kategorie „Synonym“ zugeordnet, welche gleiche oder Ähnliche Bedeutung haben wie das Wort natürlich selbst. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse nach Kategorien eingeteilt dargestellt. Die Spalte „Verwendung“ zeigt die Anzahl und den Prozentsatz der Anwendungen auf die Gesamtanzahl der Wörter. Zur besseren Veranschaulichung, wie die Kategorien gefüllt wurden werden jeweils Ankerbeispiele, in Mayrings Sinn, angegeben.

Einteilung in Antwortkategorien		
Wörter gesamt:	268	
voneinander verschiedene Wörter:	99	
Kategorie	Verwendung	Beispiel
Leben und Lebewesen	67 mal, 25%	Leben, Tiere, Pflanzen
Hauptwort <i>Natur</i>	40 mal, 14,93%	---
Synonym	27 mal, 10,08%	natürlich, unberührt, native, biologisch
kein Erzeugnis / Nicht hergestellte Objekte	24 mal, 8,96%	Luft, Mineral, Meer, Zyklus, Regen
echt, unverstellt	18 mal, 6,72%	Der Wirklichkeit entsprechend, echt, real
unschädlich	17 mal, 6,34%	Keine Schadstoffe, umweltfreundlich, gesund
auf Aussehen bezogen/ Äußerlichkeiten	16 mal, 5,97%	Schönheit, ungeschminkt, Aussehen
Zustimmung	14 mal, 5,22%	Sicher! klar! genau!
nicht hergestellt	9 mal, 3,36%	Unbearbeitet, [immer] schon da, bestehend
als Attribut verwendet (die/der/das natürliche...)	8 mal, 2,99%	Essen, Licht, Verhalten, Bewegung
Individuelle, wertende Zuschreibung	6 mal, 2,24%	Komisch, eher helfend, besser
Zur Natur des Menschen gehörend	6 mal, 2,24%	Gefühle, Lügen, Vertrauen
Disziplin/ Institution	5 mal, 1,87%	Biologie
eigene Kategorie	11 mal, 4,10%	Selfmade, teuer, frisch, Klimawandel, Pinsel, neutral, groß, nicht perfekt, Unordnung, Menschlichkeit, [wird] vom Menschen nachgemacht.

Diskussion

Bei der Frage, welche Wörter die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff natürlich verbinden, antworteten die Schülerinnen und Schüler in 25% der Fälle mit „Tiere“, „Menschen“, „Pflanzen“ etc.:

Leben und Lebewesen	67 mal, 25%	Leben, Tiere, Pflanzen
----------------------------	--------------------	-------------------------------

Auch das Hauptwort „Natur“ wurde 40 mal genannt:

Hauptwort Natur	40 mal, 14,93%	---
------------------------	-----------------------	------------

10,08% der Verwendungen entfielen bei dieser Frage auf eine synonyme Bedeutung:

Synonym	27 mal, 10,08%	natürlich, unberührt, native, biologisch
----------------	-----------------------	---

Immerhin in 8,96% der Fälle wurden Dinge genannt, die keiner Herstellung durch den Menschen bedürfen oder sich dieser entziehen, wie Mineralien, Meer oder Regen:

kein Erzeugnis / nicht hergestellte Objekte	24 mal, 8,96%	Luft, Mineral, Meer, Zyklus, Regen
--	----------------------	---

Bereits im Unterkapitel *Verschiedene Naturbegriffe und deren Antagonisten* wurde von einer Verwendung des Wortes *natürlich* als dem deduktiv Logischen (obvious-term) berichtet. Interessanterweise wird der Begriff anscheinend auch alleinstehend, als Zustimmung gebraucht. „Natürlich!“ scheint hier als Antwort auf Fragen eingesetzt zu werden, im Sinne von *sicher!, klar!, genau!*.

Zustimmung	14 mal, 5,22%	Sicher! klar! genau!
-------------------	----------------------	-----------------------------

Die attributive Verwendung der Begriffe künstlich und natürlich konnte auch bei dieser Frage beobachtet werden, viel aber bei dieser Frage deutlich geringer aus, mit etwa 3 Prozent:

als Attribut verwendet (die/der/das natürliche...)	8 mal, 2,99%	Essen, Licht, Verhalten, Bewegung
---	---------------------	--

Bei der Häufigkeit der Verwendung einzelner Wörter fallen das Hauptwort „Natur“, sowie die Bedeutungen „echt“, „gesund“, „biologisch“, sowie Lebewesen (Pflanzen, Tiere) besonders auf:

Natur	echt	gesund	biologisch	Planzen	Mensch
40	16	13	11	9	9
Bäume	Wald	Tiere	Wasser	Biologie	Wiesen
8	8	7	6	5	5

Auch Wasser scheint hier als *natürlich* eingeschätzt zu werden.

→ Frage 4

Hast du in den obigen Beispielen auch einmal „**weder künstlich, noch natürlich**“ angekreuzt? Wenn nicht, dann nenne bitte ein Beispiel (ein Objekt in deiner Umgebung), das für dich **weder künstlich noch natürlich** ist.

Ergebnisse

Weder künstlich, noch natürlich					
Handy 3	Tisch 3	Weizenfeld 2	Luft 2	Buch 2	Mülltonne 1
Tafel 1	Mineralwasser 1	Fußboden aus Holz 1	Elektrizität 1	Holzfächer 1	dieses Blatt 1
Parkplatz 1	sprechen 1	Sessel 1	Sonnenbrille 1	Brot 1	Park 1
Wasserflasche 1	Blumenbeet 1	Leben 1	Plastik 1	Gemüsebeet 1	Papier 1
Schwein 1	Atom 1	Schule 1	Liebe 1	Erdöl 1	Vase 1
Mensch 1	Fehlende Posten ¹⁷ 93				

Diskussion

Insgesamt fiel die Beantwortung dieser Frage recht spärlich aus. Dies ist allerdings nicht verwunderlich, da die Frage bereits ein Ausschlusskriterium bereitstellt (*Hast du in den obigen Beispielen auch einmal „weder künstlich, noch natürlich“ angekreuzt? Wenn nicht, dann...*).

Es macht den Anschein, als hätten die SchülerInnen bei der Beantwortung dieser Frage vielfach auf Gegenstände zurückgegriffen, die sich in ihrer mittelbaren oder unmittelbaren Umgebung befanden, wie etwa die Tafel, eine Sonnenbrille, ein Handy; und damit auf Gegenstände, die sie unmittelbar sinnlich wahrnehmen konnten.

¹⁷ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 4 demnach kein Wort eingetragen, wird dies in der Auswertung als „Fehlender Posten“ angezeigt.

In den einzelnen Antworten finden sich die Gegenstände *Handy* und *Tisch* jeweils drei Mal, *Weizenfeld*, *Luft* und *Buch* wurden jeweils zwei Mal genannt:

Handy 3	Tisch 3	Weizenfeld 2	Luft 2	Buch 2	Mülltonne 1
-------------------	-------------------	------------------------	------------------	------------------	-----------------------

Die übrigen Wörter fanden nur jeweils einmal Erwähnung.

Fragen, bei denen nach einer Begründung verlangt wurde

In Bezug auf die Herangehensweise an die Auswertung sei erwähnt, dass hier besonders ausführliche oder erstaunliche Antworten gesondert hervorgehoben werden, da andernfalls interessante Beobachtungen verloren gehen würden. Jene Antworten, die darüber hinaus keiner Kategorie zugeordnet werden konnten, werden ebenfalls vollständig angezeigt.

→ [Frage 5](#)

Bei Frage 3 hast Du die genannten Objekte in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. **Begründe kurz eine Antwort, bei der** du *ganz künstlich* gewählt hast, eine bei der du *weder natürlich noch künstlich* gewählt hast und eine bei der du *ganz natürlich* gewählt hast. **Warum hast du diese Antwort gewählt?**

ganz künstlich	Ding: _____ Begründung: _____ _____
weder natürlich, noch künstlich	Ding: _____ Begründung: _____ _____
ganz natürlich	Ding: _____ Begründung: _____ _____

Bei dieser Frage interessiert besonders die Begründung, die die Schülerinnen und Schüler für ihre Einschätzung abgaben, welche Objekte künstlich und welche natürlich sei. Bei der Vergabe der Kategorien wurde speziell darauf geachtet, so wenig Interpretationsarbeit wie möglich zu leisten, um das Ergebnis nicht zu verfälschen. Dem geschuldet ist die hohe Anzahl an Kategorien.

Ergebnisse

Einteilung in Antwortkategorien				
Fehlende Posten¹⁸ 141	ganz künstlich	weder künstlich, noch natürlich	ganz natürlich	diese Begründung gesamt
Begründung als Kategorie				
weil geboren/Lebewesen/wachsen selbstständig	0	3	51	54
weil menschengemacht	50	0	1	51
wegen der Inhaltsstoffe/ Baustoffe	16	10	3	29
weil gebaut aus natürlichen Bestandteilen	0	25	4	29
weil von Tieren gemacht	1	3	11	15
weil schon immer da gewesen	0	0	10	10
weil nicht gebaut/gemacht	1	1	8	10
weil nicht einteilbar	1	9	0	10
weil nicht veränderbar	0	1	8	9
kommt in der Natur nicht vor	8	1	0	9
Frage falsch verstanden / Antwort nicht les- bar oder verständlich	2	4	1	7
Unklare Quelle; „entstand entweder natürlich oder künstlich“	0	2	0	2
Antworten gesamt:				238

Ergebnisse, die keiner Kategorie zugeordnet werden konnten, werden gesondert genannt:

Antworten, die keiner Kategorie zugefügt wurden				
„Es entsteht von selber in der Natur (natürlich), aber damit kann man viele künstliche Sachen her- stellen.“	0	1	0	1
Weil im Freien ist gleich natürlich	0	0	1	1
Ein wildes Tier, weil es kein Haustier oder Nutztier ist.	0	1	0	1

¹⁸ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 5 demnach ein Feld für eine Begründung freigelassen, wird dies in der Auswertung als „Fehlender Posten“ angezeigt.

Diskussion

Vor dem Hintergrund des Ergebnisses aus Frage 2 ist es nicht verwunderlich, dass die häufigste Begründung der Antwort, etwas sei natürlich, lautet, etwas sei ein Lebewesen, es sei selbstständig gewachsen und deshalb natürlich:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
Natürlich, weil geboren/Lebewesen/wachsen selbstständig	0	3	51

Auch die Häufigkeit der Begründung für die Kategorie künstlich, etwas sei *künstlich*, weil es von Menschen gemacht sei, verwundert vor dem Hintergrund vorhergehender Fragen nicht:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
Künstlich, weil menschengemacht	50	0	1

Trotz der Eindeutigkeit des Ergebnisses, Lebewesen seien natürlich, ist es sehr interessant, dass offenbar eine Definition dessen, was als *natürlich* an sich bedeutet vor dem Hintergrund der Ergebnisse nicht eindeutig festlegbar zu sein scheint (im Gegensatz zu künstlich= menschengemacht), müssen hier mehrere Kategorien vorgestellt werden:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
weil von Tieren gemacht	1	3	11
weil schon immer da gewesen	0	0	10
weil nicht veränderbar	0	1	8
weil nicht gebaut/gemacht	1	1	8

Demnach ist natürlich, was von Tieren gemacht ist (wobei hier anzumerken ist, dass dieses Argument ebenso für die Antwort, etwas sei weder künstlich, noch natürlich, verwendet wurde), was schon immer da war, was nicht veränderbar ist und was nicht gebaut oder hergestellt wurde.

Relativ häufig war der Rückbezug von der Zuordnung zu den Kategorien, etwas sei weder künstlich noch natürlich sowie etwas sei ganz künstlich, auf die, im Objekt enthaltenen Inhaltsstoffe oder Bestandteile zu beobachten:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
wegen der Inhaltsstoffe/ Baustoffe	16	10	3
weil gebaut aus natürlichen Bestandteilen	0	25	4

Es wurde hier beispielsweise die Begründung angegeben, etwas sei *weder künstlich, noch natürlich*, da es einerseits gebaut ist, dass aber andererseits natürliche Baustoffe verwendet wurden. Auch die Begründung, etwas sei *ganz künstlich*, da seine Bestandteile oder Inhaltsstoffe ganz künstlich seien, wurde 16 Mal angegeben.

→ [Frage 7](#)

Bei **Frage 6** hast Du die genannten Strahlungsarten in ganz künstlich, eher künstlich, etc. eingeteilt. **Begründe auch hier kurz eine Antwort, bei der** du *ganz künstlich* gewählt hast, eine bei der du *weder natürlich noch künstlich* gewählt hast und eine bei der du *ganz natürlich* gewählt hast.

Warum hast du diese Antwort gewählt?

ganz künstlich	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____
weder natürlich, noch künstlich	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____
ganz natürlich	Strahlungsart: _____ Begründung: _____ _____

Ergebnisse

Begründung als Kategorie			
Fehlende Posten 257 ¹⁹	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
Weil menschengemacht	29	0	0
Kommt von Sonne	0	0	17
hat künstliche und natürliche Quellen	0	16	0
Weil immer (schon) vorhanden	0	4	10
Weil nicht vom Menschen gemacht	0	0	9
Weil ungesund/schädlich	8	0	0
Weil künstliche Quelle	6	0	0
Bestandteile	2	0	0
Weil nicht veränderbar/ nicht beeinflussbar	0	0	2
Frage nicht verstanden / Antwort nicht lesbar oder verständlich	0	2	2
Antworten gesamt:			116

Diskussion

Sehr interessant ist, dass einige der befragten Schülerinnen und Schüler die Frage nach der Künstlichkeit oder Natürlichkeit von Mikrowellen offenbar nicht auf die Strahlungsart, sondern auf das Gerät, auf den Mikrowellenherd, bezogen. Verwiesen sei hier auf die qualitativen Interviews von Plotz, in denen dezidiert zu Mikrowellenstrahlung zur Erwärmung von Lebensmitteln (Mikrowellenherd) gefragt wurde (Plotz 2017, 75 ff.):

Antworten, die nicht bewertet wurden, da sie sich auf die Mikrowelle; das Gerät beziehen:			
Begründung	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
„Mikrowellen: Ist einfach nur Metall. Ich persönlich finde es weder künstlich, noch natürlich.“	0	1	0

¹⁹ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 5 demnach ein Feld für eine Begründung freigelassen, wird dies in der Auswertung als „Fehlender Posten“ angezeigt.

„Mikrowellen: Technisches Gerät“	1	0	0
„Mikrowellen: Weil Mikrowellen von Mikrowellen kommen die der Mensch entwickelt hat:“	1	0	0
„Die Hitze in der Mikrowelle ist nicht natürlich“	1	0	0
„Mikrowellen verbrauchen Strom, nehmen Nährstoffe aus dem Essen.“	1	0	0
„Mikrowellen: Weil sie Wärme verteilt, die für uns nicht gut ist“	1	0	0
„Mikrowellen werden vom Menschen benutzt“	1	0	0

Die Begründung für die Einordnung verschiedener Strahlungsarten stellt sich als nicht so eindeutig heraus wie die Begründung für die Künstlichkeit von Objekten. Zwar wird auch hier am Häufigsten angegeben, dass eine Strahlungsart künstlich sei, wenn sie menschengemacht sei,

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
Weil menschengemacht	29	0	0
Weil ungesund/schädlich	8	0	0
Weil künstliche Quelle	6	0	0
Bestandteile	2	0	0

allerdings finden sich auch die Angaben, einzelne Strahlungsarten wären künstlich, weil sie schädlich seien, weil sie von einer künstlichen Quelle²⁰ kämen oder weil sie aus künstlichen Bestandteilen zusammengesetzt sei.

Die Angabe, eine bestimmte Strahlungsart sei natürlich, wurde durch die Argumente gestützt, die betreffende Strahlungsart käme von der Sonne, sei immer schon vorhanden oder sei nicht vom Menschen gemacht:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
Kommt von Sonne	0	0	17
Weil immer (schon) vorhanden	0	4	10
Weil nicht vom Menschen gemacht	0	0	9

Mit der Angabe der Sonne als Quelle für Strahlung und der darauf aufbauenden Argumentation, bestätigt sich das Untersuchungsergebnis von Plotz, wonach bei der Einteilung in künstliche und

²⁰ siehe hierzu auch Plotz (2017, 70 f.): natürliche Strahlung wird auf natürliche Quellen zurückgeführt.

natürliche Strahlungen auf die Quelle delegiert wird (vgl. Plotz 2017, 70). Es wird also sinnhaft ausgesagt: „Strahlung ist natürlich, wenn sie von einer natürlichen Quelle kommt“ und „Strahlung ist künstlich, wenn sie von einer künstlichen Quelle ausgesendet wird.“

Dieses Ergebnis zeigt sich auch in dem Argument, eine Strahlungsart sei weder künstlich noch natürlich, wenn sie sowohl aus künstlichen, als auch aus natürlichen Quellen emittiert würde:

Begründung als Kategorie	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
hat künstliche und natürliche Quellen	0	16	0

Als Beispiel wurde hier des Öfteren sichtbares Licht herangezogen, welches von der Sonne käme, aber auch aus Glühbirnen.

Antworten, die keiner Kategorie zugefügt wurden

Antworten, die keiner Kategorie zugefügt wurden			
Begründung	ganz künstlich	weder noch	ganz natürlich
„Röntgen Wenn man Strahlung sagt, fällt mir schon das Wort „künstlich“ ein.“	1	0	0
„Radiowellen: Weil Schall sich natürlich verbreitet aber Radios elektrische Geräte sind“	0	1	0
„In heißen Gebieten kann die Sonne (natürlich) viel ultraviolette Licht „abgeben“.	0	0	1
„Infrarotstrahlung: weil es einfach die Wärme misst“	0	0	1
„Infrarotstrahlung: Das ist z.B. dafür da, die Körpertemperatur misst, was eher künstlich ist.“	1	0	0
„Infrarotstrahlung: gut, weil man sehen kann wo man ganz heiß ist, schlecht wegen Strahlung.“	0	1	0

Hier sind jene Antworten hervorzuheben, die sich auf Infrarotstrahlung beziehen. Denn laut den Schülerinnen und Schülern „misst“ Infrarotstrahlung Wärme:

- „Infrarotstrahlung ist ganz natürlich, weil es einfach die Wärme misst“
- „Infrarotstrahlung: Das ist z.B. dafür da, die Körpertemperatur misst, was eher künstlich ist.“
- „Infrarotstrahlung ist gut, weil man sehen kann wo man ganz heiß ist, schlecht wegen Strahlung.“

Diese Vorstellung wird vermutlich durch Wärmebildkameras hervorgerufen, die schließlich auch „Infrarotkameras“ genannt werden. Die Vorstellung, Infrarotstrahlung sei „dafür da“, die

Temperatur zu messen, fügt dieser Meinung noch die implizite Vorstellung hinzu, Infrarotstrahlung wäre vorhanden, weil sie vom Menschen gebraucht wird. Die Äußerung, Strahlung sei für den Menschen da; sei für ihn oder von ihm geschaffen, wurde im Rahmen der Auswertung der Fragebögen des Öfteren beobachtet. Inwiefern dies tatsächlich eine latente Lernendenvorstellung ist, müsste allerdings in weiterführenden Interviewstudien untersucht werden.

Kategorisierte Beispielaussagen

Besonders verblüffend sind einzelne Aussagen, in denen die Künstlichkeit oder die Natürlichkeit von Strahlungsarten mit deren Sichtbarkeit begründet wird, wie in den folgenden Beispielen:

Weder noch	Weder künstlich, noch natürlich: „Röntgenstrahlung wurde von Menschen gemacht, aber sieht natürlich aus“
Ganz künstlich	Ganz künstlich: „Lampenstrahlung sieht künstlich aus“
Ganz natürlich	Ganz natürlich: „Ultraviolett: Immer da, unverändert, wird ohne Einfluss nicht sichtbar.“

Als besonders spannend stellen sich außerdem jene Begründungen heraus, die sich auf Gammastrahlung beziehen, denn hier werden die verschiedensten Begründungen für die Wahl der Kategorien gegeben:

Kategorie	Begründung
Ganz natürlich	„Gammastrahlung kommt natürlich vor, wird aber vom Menschen verändert, so dass es Nutzen hat.“
Weder noch	„Gammastrahlung: Zuerst muss sie von der Ozonschicht aufgrund ihres Schadens gestoppt werden, kommt aber von der Sonne.“
Ganz künstlich	Ganz künstlich: „Gammastrahlung hat der Mensch erfunden“
Ganz künstlich	Ganz künstlich „Gammastrahlung: Ich denke, das es aus chemischen Stoffen besteht.“
Ganz künstlich	„Gammastrahlung wird aus sehr vielen künstlichen Dingen hergestellt“

→ Frage 9

Schätze ein, an welchen Orten sich jeweils **mehr Strahlung** befindet. Gib eine kurze **Begründung** an.

Ort 1	Ort 2	Warum diese Antwort?
Offenes Meer <input type="checkbox"/>	Küstenregion <input type="checkbox"/>	
Wien <input type="checkbox"/>	Eisenstadt <input type="checkbox"/>	
Eisenstadt <input type="checkbox"/>	Kleines Dorf <input type="checkbox"/>	
Gebirgsbach <input type="checkbox"/>	Donau <input type="checkbox"/>	

Teilfrage 1

Fehlende Posten ²¹ 112			
ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4
Meer	Wien	Eisenstadt	Gebirgsbach
45	83	86	24
Küste	Eisenstadt	Dorf	Donau
62	18	15	67

Diskussion

Bei dieser Frage wurde erwartet, dass eine höhere Dichte der Besiedelung der angegebenen Orte mit einer höheren Strahlungsdichte verbunden wird, so wie es von Neumann und Hopf bereits postuliert wurde (vgl. Unterkapitel: *physikdidaktische Grundlagen*). Diese Erwartung wurde bestätigt, denn es wurden jeweils jene Orte mit höherer Strahlungsdichte assoziiert, die dichter besiedelt sind. Nun sagt dieses Ergebnis noch nicht aus, dass die Orte deshalb gewählt wurden, weil sie dichter besiedelt sind. Um dem nachzugehen, wurde auch bei dieser Frage eine Begründung für die jeweilige Antwort verlangt.

²¹ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurde bei Frage 9 demnach bei einem Item keine Antwort gewählt, wird dies als „Fehlender Posten“ angezeigt.

Teilfrage 2

Jeweils Argument von der Form „An Ort A befindet sich mehr Strahlung als an Ort B“

Begründung als Kategorie					
Fehlende Posten 296	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	Verwendung dieses Arguments gesamt
dichter besiedelt	23	40	26	13	102 mal, 34,46 %
Größe	0	10	18	5	33 mal, 11,15%
keine Abschirmung	14	2	2	2	20 mal, 6,76%
Verschmutzung	4	0	0	8	12 mal, 4,05%
höher gelegen	0	1	0	6	7 mal, 2,37%
mehr Sonne	5	0	0	1	6 mal, 2,03%
wird mehr gebraucht	0	4	2	0	6 mal
Am/im Wasser gering	3	0	0	1	4 mal, 1,35%
Am/im Wasser hoch	4	0	0	0	4 mal
fließt stärker	0	0	0	4	4 mal
Reflexion	3	0	0	1	4 mal
weil wärmer	1	0	1	1	3 mal, 1,01%
weil am Land	2	1	0	0	3 mal

Keiner Kategorie zugeordnet
Offenes Meer, weil „Wasser leitet Strahlung?“ Donau, „da die Donau ins Schwarze Meer fließt“
„Küsten, beziehungsweise das Land ziehen die Wärme an“ „Wien: gibt mehr CO2 ab und hat deshalb Treibhauseffekt“ „ein kleines Dorf gibt wenig CO2 ab“
„Im offenen Meer ist gar nichts außer Natur.“ → Demnach auch keine Strahlung?
Küsten, weil „es wird alles angespült.“
Eisen und Strahlung?
Eisenstadt: „Hat mehrere Höhlen“
Eisenstadt: Wegen dem Eisenvorkommen“ Oder auch „Wegen Eisen“

Diskussion

Die offenkundige höhere, beziehungsweise niedrigere Besiedelung der angegebenen Orte hat hier tatsächlich den größten Einfluss auf das Ergebnis, wie die Begründung der Schülerinnen und Schüler für ihre Ortswahl zeigt. Denn ganze 34,46 % der Antworten konnten der Kategorie „weil dichter besiedelt“ zugeordnet werden. Somit scheint zu gelten, dass die dichtere Besiedelung eines Ortes tatsächlich mit einer höheren Strahlungsdichte verbunden wird.

Möglicherweise mit dieser Einschätzung korrelierend ist das Argument, an den angegebenen Orten befinde sich mehr Strahlung, weil sie größer seien. Die Größe eines Ortes wurde in 11,15% als Begründung für höhere Strahlungsdichte angegeben.

Immerhin in 6,76% der Fälle wurde angegeben, dass an den angegebenen Orten (offenes Meer/ Gebirgsbach) mehr Strahlung zu finden sei, da es keine Abschirmung gebe.

Auch wird Umweltverschmutzung von in etwa vier Prozent der Fälle mit höherer Strahlungsdichte in Verbindung gebracht.

→ [Frage 11](#)

Nenne zwei **Quellen** für *natürliche* Strahlung.

Ergebnisse

natürliche Quellen				Fehlende Posten ²² 102		
Sonne 58	Sonnenstrahlung 16	Mond 8	Sonnenlicht 6	sichtbares Licht 6	Wasser 4	Gammastrahlung 3
Feuer 3	Mensch 3	Infrarotstrahlen 3	Sterne 3	Wald 2	Boden 2	Uranium 2
Eisen 1	Spiegelung 1	Ultraviolette Strahlung 1	Radiowellen 1	Vulkan 1	Atome 1	UV Licht 1
Mikrowellen 1	Quecksilber 1	Lampen 1	Erz im Boden 1	Plutonium-Erz 1	Krypton 1	Weltall 1

Diskussion

Die Sonne ist, wie aufgrund der bisherigen Forschung zu erwarten war, der klare Favorit als Quelle für sogenannte *natürliche* Strahlung. Von 58 Schülerinnen und Schülern wurde sie explizit als Quelle genannt. 16 Schülerinnen und Schüler gaben als Quelle für natürliche Strahlung *Sonnenstrahlung* an. Entweder ist dies einer gewissen Ungenauigkeit in der Beantwortung

²² Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurden bei Frage 11 demnach statt zweier Wörter nur eines genannt, so gilt dies als ein fehlender Posten.

geschuldet, oder einige der Schülerinnen und Schüler scheinen nicht zu wissen, was eine Strahlungsquelle ist. Auch Sonnenlicht, sichtbares Licht und Gammastrahlung werden als Quellen genannt:

Sonne 58	Sonnenstrahlung 16	Mond 8	Sonnenlicht 6	sichtbares Licht 6	Wasser 4	Gammastrahlung 3
--------------------	------------------------------	------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------	----------------------------

→ [Frage 12](#)

Nenne zwei **Quellen** für *künstliche* Strahlung.

Ergebnisse

künstliche Quellen						
Röntgenstrahlung 21	Gammastrahlung 12	Radiowellen 7	Mikrowellen 7	Lampe 7	Handy 7	Taschenlampe 6
Atomkraftwerk 5	Mikrowellenstrahlung 5	Ultraviolettes Licht 4	Röntgengerät 4	Menschen 3	Infrarotstrahlung 3	Glühbirne 3
Solarium 2	Radio 2	Infrastrahlung 2	LED-Licht 2	Radioaktiv 2	elektrische Geräte 2	Handystrahlung 2
Strom 2	Krankenhäuser 1	Mikrostrahlung 1	Laserstrahlen 1	Uran 1	Maschinen 1	Atombomben 1
Atome 1	Rotlicht 1	Röntgen 1	Computer 1	kosmisch 1	Solarsystem 1	Handyblitz 1
MRT 1	Bluetoothstrahlen 1	Lichtstrahlen 1	Kino 1		Fehlende Posten ²³ 81	

Diskussion

Auch bei Frage 12 zeigt sich die Verwechslung von Quelle und Strahlung oder Strahlungsart bereits in den beiden häufigsten Antworten; *Röntgenstrahlung* und *Gammastrahlung*. Allerdings werden hier auch Quellen wie Handy, Lampe, Glühbirne oder Taschenlampe genannt, so wie Atomkraftwerke.

²³ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurden bei Frage 12 demnach statt zweier Wörter nur eines genannt, so wird ein „Freier Posten“ angezeigt.

→ Frage 13

Würdest du persönlich die Strahlungsarten **prinzipiell** in **künstliche** oder **natürliche Strahlung** einteilen? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum?

	Begründung (nur eine Begründung notwendig)
ja	
nein	

Ergebnisse

Wenn beide angekreuzt: Ja und nein, dann wurde nicht gezählt.

prinzipielle Einteilung in künstliche und natürliche Strahlung?		Antworten gesamt: 56	
JA	NEIN		
42	14		
Begründung als Kategorie		Beispiel vollständige Begründung	
Fehlende Posten ²⁴ 72			
Addition	10	Ja, „weil manche Strahlungen schon vorher da waren und andere neu ‚gemacht‘ wurden.“ Ja, „weil künstliche Strahlung wird meistens vom Menschen erzeugt.“	
Unterscheidung gesund/ungesund	9	Ja, „weil ich mit ‚natürlich‘ etwas gesundes verbinde.“ Ja, „weil die natürliche ist gesünder.“ Ja, „weil künstliche doch schädlicher sind als natürliche. Es sind beide schädlich aber man sollte wissen, was schlimmer ist.“ Nein, „weil jede Strahlung irgendwie schädlich ist.“ Ja, weil es künstliche Strahlungen gibt die schädlicher sind als natürliche Strahlungen.“	

²⁴ Der Eintrag „Fehlende Posten“ zeigt an, wie viele Felder, die zur Beantwortung vorgesehen waren bei der jeweiligen Frage frei geblieben sind. Wurden bei Frage 13 demnach bei einem Item keine Begründung gewählt, wird dies als „Fehlender Posten“ angezeigt.

Empfinden	9	<p>Ja, „weil ich das so finde.“</p> <p>Ja, „es ist wichtig, dass man das macht.“</p> <p>Ja, „weil es einfach so ist.“</p> <p>„Natürlich, weil es natürlich ist. Also ich finde es besser.“</p>
Unterscheidung gesund/ungesund	9	<p>Ja, „weil ich mit ‚natürlich‘ etwas gesundes verbinde.“</p> <p>Ja, „weil die natürliche ist gesünder.“</p> <p>Ja, „weil künstliche doch schädlicher sind als natürliche. Es sind beide schädlich aber man sollte wissen, was schlimmer ist.“</p> <p>Nein, „weil jede Strahlung irgendwie schädlich ist.“</p> <p>Ja, weil es künstliche Strahlungen gibt die schädlicher sind als natürliche Strahlungen.“</p>
Weil unterscheidbar	7	<p>Ja, „weil wir Menschen wissen können was künstlich oder natürlich ist.“</p> <p>Ja, „weil man sie nicht miteinander vergleichen kann.“</p> <p>Ja, „weil es ja beides gibt.“</p>
für bessere Übersicht	6	<p>Ja, „für bessere Übersicht.“</p> <p>Ja, „um zu wissen was vermeidbar ist und was nicht.“</p> <p>Ja, „weil es immer nützlich ist, Dinge einzuteilen, wobei jede Strahlung gefährlich sein kann.“</p> <p>Ja, „da man sich besser auskennt.“</p>
künstlich ist schädlich	3	<p>Ja, „weil alle Strahlen irgendwie schädlich sind.“</p> <p>Ja, weil „natürliche Strahlung ist besser.“</p> <p>Nein, „weil alle Strahlungen schädlich sind.“</p>
Einteilung wonach?	2	<p>Nein, „sie sind schwer einzuteilen.“</p> <p>Nein, „da prinzipiell jede Strahlung natürlich ‚vorkommt‘ und sie vom Menschen nur gebündelt und verstärkt wird.“</p>
Fast jede Strahlung ist künstlich	2	<p>Ja, weil wir von künstlicher Strahlung fast immer umgeben sind.“</p> <p>Ja, „weil meistens alle Strahlungen durch die Menschen entstehen.“</p>

Antworten, die keiner Kategorie zugeordnet wurden	
Einteilung JA/Nein	Begründung
hat beides ausgefüllt	„Ja, eher die natürliche Strahlung, da natürliche Strahlung nicht so schädlich ist.“ „Nein, da man nur mit der natürlichen Strahlung gewisse Dinge nicht machen kann.“
Ja	Ja, „weil sie meistens helfen kann auch wenn sie Schäden anrichten könnten.“

Hat Frage so verstanden, dass, wenn er/sie beeinflussen könnte, dass entweder mehr natürliche oder mehr künstliche Strahlung da ist, wie er/sie dann verteilen würde (mengenmäßig)	
Ja	„Definitiv, die Irreversibilität hängt allerdings nicht davon ab, ob sie naturell oder ein humanes Erzeugnis ist.“
Nein	„Da es nicht möglich ist eine Strahlung herzustellen oder zu erfinden, sondern sie wird entdeckt.“
Nein	„Weil Menschen die meisten Strahlungen ‚nachahmen‘ können?“
Nein	„Weil eine Lampe z.B. schon fast natürlich vorkommt, da fast jeder eine hat.“
Ja	„Weil es sehr viele wichtige natürliche Strahlungen gibt.“
Nein	„Weil die Strahlung nach Stärke eingeteilt werden muss.“

Diskussion

42 Schülerinnen und Schüler gaben an, dass sie prinzipiell eine Unterscheidung zwischen künstlicher und natürlicher Strahlung vornehmen würden, wohingegen hier 14 Schülerinnen und Schüler mit „Nein“ antworteten. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass dieses Ergebnis durch die vorhergehenden Fragen beeinflusst wurde. So wäre es interessant bei einer weiteren Testung, diese Frage an den Beginn des jeweiligen Fragebogens zu stellen.

6. Abschließende Diskussion

Die grundlegende Hypothese der vorliegenden Arbeit lautete, dass bei Schülerinnen und Schülern der neunten Schulstufe die Vorstellung bestehe, es könne grundsätzlich zwischen natürlicher und künstlicher Strahlung unterschieden werden. Diese Hypothese konnte im Rahmen dieser Arbeit bestätigt werden und führte zu einer Reihe von weiteren Forschungsfragen, die in der vorliegenden Arbeit überprüft wurden. So stellte sich heraus, dass Schülerinnen und Schüler der befragten Stichprobe den Begriff *künstlich* recht eindeutig mit dem Synonym *menschengemacht* belegten. Auf der anderen Seite zeigte sich, dass der Begriff *natürlich* nicht so ohne Weiteres mit einem anderen Begriff gleichgesetzt wurde, was nach der philosophischen Klärung der Begriffe nicht sonderlich verwundert. Demnach sind die Begriffe *Natur* und *natürlich* mit derart vielen Bedeutungen belegt, dass sie sich einer eindeutigen Begriffsdefinition schlicht entziehen.

Die vorliegende Arbeit schließt damit in der fachdidaktischen Lernforschung eine Lücke zur quantitativen Belegung verschiedener Lernendenvorstellungen im Zusammenhang mit einer vermeintlichen *Künstlichkeit* oder *Natürlichkeit* elektromagnetischer Strahlung.

Es stellte sich in Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung außerdem heraus, dass Schädlichkeit von Strahlung stark mit deren *Künstlichkeit* verbunden wird, was die gängige Forschungsmeinung bestätigt. Es zeigt sich, dass bei der expliziten Frage der Schädlichkeit im Zusammenhang mit *künstlicher* und *natürlicher* Strahlung, eine deutliche Assoziation von *künstlicher* Strahlung mit Schädlichkeit und eine noch deutlichere Assoziation von *natürlicher* Strahlung und Unschädlichkeit bestehen. Sehr interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Beobachtung, dass die Probandinnen und Probanden *künstliche* Strahlung ganz klar mit dem Prädikat „ungesund“ versehen, dass aber bei *natürlicher* Strahlung eine Zuteilung des Prädikates „gesund“ nicht in eindeutiger Weise vorgenommen wird. Überdies zeigt sich, dass die Aussage „natürliche Strahlung ist gesund“ eine fast ausgewogene Antwortverteilung von „trifft zu“ und „trifft nicht zu“ hervorrief. Die Schülerinnen und Schüler scheinen hier also mittels außenliegender Faktoren entschieden zu haben, ob *natürliche* Strahlung gesund oder ungesund sei und nicht nach deren *Natürlichkeit* und *Künstlichkeit*.

Abgesehen davon zeigte auch die Befragung dieser Stichprobe, dass *künstliche* Strahlung auf künstliche Quellen zurückgeführt wird, während *natürliche* Strahlung aus natürlichen Quellen stamme; ein Ergebnis, welches sich ebenfalls in der vorgestellten Fachliteratur widerspiegelt.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass elektromagnetische Strahlung insgesamt eher als *künstlich* eingeschätzt wird, während der Bereich des sichtbaren Lichts hierbei eine spannende Ausnahme bildet. Dem sichtbaren Licht wird sehr eindeutig ein Vorkommen in der Natur attestiert. Es erscheint überaus wichtig, im Unterricht auf die Vorstellung zu achten, alle Strahlungsarten außer dem sichtbaren Licht seien künstlich hergestellt.

Von Röntgenstrahlung scheint die Mehrheit der befragten Schülerinnen und Schüler zu denken, sie wären ohne menschliches Zutun nicht vorhanden.

Es wurde im Rahmen dieser Arbeit außerdem bestätigt, dass eine höhere Dichte der Besiedelung mit einer höheren Strahlungsdichte verbunden wird und, dass die Sonne, wie aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse zu erwarten war, als klarer Favorit als Quelle für sogenannte *natürliche* Strahlung dient.

6.1 Ausblick

Aus der vorliegenden Arbeit ergeben sich eine Reihe von Erkenntnissen, die innerhalb der Physikdidaktik Beachtung finden sollten. So wurde etwa das Argument gebracht, Gammastrahlung sei künstlich, da sie aus künstlichen Stoffen bestehe. Generell wurde während der gesamten Testung häufig ein Rückbezug auf Inhaltsstoffe oder Bestandteile vorgenommen, wenn eine Begründung für eine Kategorie erbeten wurde.

Weiters wurde gezeigt, dass bei der Begründung für die Einteilung von Objekten und von Strahlungsarten nach ihrer Künstlichkeit oder Natürlichkeit konstatiert wird, Mikrowellen transportierten Wärme und Infrarotstrahlung messen Wärme.

Es zeigte sich außerdem, dass unter den Befragten häufig keine Unterscheidung zwischen Strahlungsquelle und Strahlungsart vorgenommen wurde. Inwiefern dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler prinzipiell nicht wissen, was Quellen für elektromagnetische Strahlung sind, müsste Gegenstand weiterführender Forschung sein.

7. Bibliographie

7.1 Literaturverzeichnis

- Aristoteles, 1967a. Physikvorlesung. Buch 2. In: Grumach E (Hrsg.). Aristoteles. Werke in deutscher Übersetzung. DeGruyter, Darmstadt.
- Aristoteles, 1967b. Physikvorlesung. Buch 1. In: Grumach E (Hrsg.). Aristoteles. Werke in deutscher Übersetzung. DeGruyter, Darmstadt.
- Averroes, 1986. Averroes' De substantia orbis. = Ma'amar be-'ešem ha-galgal le-Ibn Rušd be-targum ivri. The Medieval Acad. of America [u.a.], Cambridge, Mass., Getr. Zählung.
- Barke H-D, Harsch G, Marohn A, Kröger S, 2015. Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis (2. Aufl.). Springer Spektrum, Berlin.
- Becker R, 2017. Mensch. In: Kirchhoff T, Karafyllis NC (Hrsg.). Naturphilosophie. Ein Lehr- und Studienbuch. Mohr Siebeck; UTB GmbH, Tübingen, Stuttgart, S. 165–170.
- Birnbacher D, 2006. Natürlichkeit. De Gruyter, Berlin, Boston.
- BMBWF. Lehrplan Physik für die Allgemeinbildende Höhere Schule. Unterstufe., abgerufen am 23.07.19, https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs16_791.pdf?61ebzq
- Brämer R, 2018. Abschied von der Natur? Facetten einer schleichenden Naturentfremdung. Studien zur Natur-Beziehung in der Hyperzivilisation, 3.
- Breiner TC, 2019. Farb- und Formpsychologie. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 110 S.
- Capurro R, 2004. Über Künstlichkeit. In: Kornwachs K (Hrsg.). Technik - System - Verantwortung. Beiträge zur gleichnamigen Tagung an der BTU Cottbus im Juli 2002. LIT Verl., Münster, S. 165–172.
- Darwin C, [1859] 2012. On the Origin of Species By Means of Natural Selection. Dover Publications, Newburyport, 534 S.

- Descartes I R, 2008. Erste Meditation. Über das, was in Zweifel gezogen werden kann. In: Wohlers C (Hrsg.). *Meditationes de prima philosophia*. Lateinisch - Deutsch. Meiner, Hamburg, S. 33–46.
- Dudenredaktion, 2015. *Das Herkunftswörterbuch. Etymologie der deutschen Sprache*. Duden, s.l., 955 S.
- Duit R, 2010. *Didaktische Rekonstruktion. Piko-Brief*, unveröffentlicht. Universität Kiel, Kiel.
- Ebert V, 2019. *Kognitive Dissonanz, 2017*. In: Stangl W (Hrsg.). *Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik*.
- Eco U, Hausmann F (Hrsg.), 2007. *Die Geschichte der Schönheit* (2. Aufl., ungekürzte Ausg., Lizenzausg.). Dt. Taschenbuch-Verl., München, 438 S.
- Eco U, Sgarbi E, Hausmann F (Hrsg.), 2007. *Die Geschichte der Hässlichkeit*. Hanser, München, 452 S.
- Falkenburg B, 2017. *Natur*. In: Kirchhoff T, Karafyllis NC (Hrsg.). *Naturphilosophie. Ein Lehr- und Studienbuch*. Mohr Siebeck; UTB GmbH, Tübingen, Stuttgart, S. 96–102.
- Fendt T, 2019. *Schülervorstellungen im Zentrum des Unterrichtsgesprächs. Ko-konstruktive Lernprozesse im Chemieunterricht*. University of Bamberg Press, Bamberg, 297 Seiten.
- Festinger L, 1957. *A theory of cognitive dissonance*. Stanford Univ. Press, Stanford, 291 S.
- Forcada M, 2014. *Ibn Rushd: Abū al-Walīd Muḥammad Ibn Aḥmad Ibn Muḥammad Ibn Rusḥd al-Ḥafīd*. In: Hockey TA, Trimble V, Williams TR, Bracher K, Jarrell RA, Marché JD, Palmeri J, Green DWE (Hrsg.). *Biographical encyclopedia of astronomers*. ([2. ed. ff.]). Springer Reference, New York, NY, S. 1077–1080.
- Friesenbichler E, 2018. *Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum Thema Mikrowellenstrahlung mit dem Fokus auf Gefahren und Nutzen*. Diplomarbeit, unveröffentlicht. Universität Wien, Wien.
- Fröhlich S, 2015. *Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion*. Paper, unveröffentlicht. Universität Münster, Münster.
- Gebhard U, 2017. *Natur in Bildung und Erziehung*. In: Kirchhoff T, Karafyllis NC (Hrsg.). *Naturphilosophie. Ein Lehr- und Studienbuch*. Mohr Siebeck; UTB GmbH, Tübingen, Stuttgart, S. 261–270.

- Gerlach H-M, Meyer R, Schfvatk B, 1988. Descartes und das Problem der wissenschaftlichen Methode, 36 (12).
- Gerstenmaier J, Mandl H, 1995. Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Zeitschrift für Pädagogik, 6 (41), 867–888.
- Groß J, Hammann M, Schmiemann P, Zabel J (Hrsg.), 2019. Biologiedidaktische Forschung. Erträge für die Praxis. Springer Spektrum, Berlin.
- Hackel C, 2019. Aristoteles-Rezeption in der Geschichtstheorie Johann Gustav Droysens. De Gruyter, Berlin, Boston, 1 online resource (252).
- Hanns - Seidel - Stiftung, 2011. Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung. Der sprachensible Fachunterricht, unveröffentlicht, Banz.
- Hashi H, 2010. Naturphilosophie und Naturwissenschaft. Tangente und Emergenz im interdisziplinären Spannungsumfeld. Lit, Wien, Berlin, Münster, 237 Seiten.
- Hedwig K, 2017. Natura naturans/naturata. In: Ritter J, Gründer K, Gabriel G, Hedwig K (Hrsg.). Historisches Wörterbuch der Philosophie online. Schwabe Verlag, Basel, 504- 509.
- Hegel GWF, 2010. Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. 1830. Zweiter Teil. Die Naturphilosophie. Mit den mündlichen Zusätzen (7. [Aufl.]). Suhrkamp, Frankfurt am Main, 538 S.
- Hollenberg S, 2016. Fragebögen. Fundierte Konstruktion, sachgerechte Anwendung und aussagekräftige Auswertung. Springer VS, Wiesbaden, 45 S.
- Kallhoff A, 2009. Ethischer Naturalismus nach Aristoteles – das umstrittene Verhältnis von menschlicher Natur und gutem Leben. Zeitschrift für philosophische Forschung, 63 (4), 581–596.
- Kant I, 1911. Kritik der reinen Vernunft. Kants gesammelte Schriften, Berlin.
- Kaplan R, Kaplan S, 1989. The experience of nature. A psychological perspective. Cambridge Univ. Pr, Cambridge, 340 S.
- Kattmann U, 2015. Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht : [zusätzliche Stichwörter zum Download. Aulis Verlag, Hallbergmoos, 416 S.

- Kattmann U, Duit R, Gropengiesser H, Komorek M, 1997. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3 (3), 3–18.
- Kircher E, Girwidz R, Häußler P (Hrsg.), 2015. Physikdidaktik. Theorie und Praxis (3. Aufl.). Springer Spektrum, Berlin, 889436 S.
- Klaßen SV, 2008. Konstruktivismus "macht" Schule : der Weg des Konstruktivismus in die Grundschule. Von der neuen Kindheitsforschung zur Didaktik des Sachunterrichts. Dissertation, unveröffentlicht. Universität Gießen.
- Kluxen W, 1998. Natürlichkeit und Künstlichkeit. In: Dreyer M, Fleischhauer K (Hrsg.). Natur und Person im ethischen Disput. Alber, Freiburg.
- Knobloch-Westerwick S, 2007. Kognitive Dissonanz »Revisited«. Publizistik, 52 (1), 51–62.
- Kraft V, 2017. logischer Positivismus. In: Ritter J, Gründer K, Gabriel G, Hedwig K (Hrsg.). Historisches Wörterbuch der Philosophie online. Schwabe Verlag, Basel.
- Krippendorff K, 1980. Content analysis. An introduction to its methodology (2. Aufl.). SAGE Publications, Beverly Hills, 191 S.
- Kruse A, Denz C, 2016. Philosophie und Physik am außerschulischen Lernort. Konzepte zur Natur der Naturwissenschaften an Schule und Hochschule. Springer Spektrum, Wiesbaden, 43 S.
- Langer S, 2015. Schülervorstellungen zur UV-Strahlung., unveröffentlicht. Universität Wien, Wien.
- Lionni L, 2005. Fisch ist Fisch. Beltz und Gelberg, Weinheim, 15 S.
- Maxwell JC, 1873. A treatise on electricity and magnetism. Clarendon Press, Oxford.
- Mayring P, 2015. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (12., überarb. Aufl.). Beltz, Weinheim, 152 S.
- Mill JS, [1874] 1984. Drei Essays über Religion. Natur ; Die Nützlichkeit der Religion ; Theismus. Reclam, Stuttgart, 247 S.
- Moore GE (Hrsg.), 1984. Principia ethica ([Nachdr.]). Reclam, Stuttgart, 348 S.
- Neumann S, 2013. Schülervorstellungen zum Thema Strahlung :. Ergebnisse empirischer Forschung und Konsequenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht, unveröffentlicht. Universität Wien, Wien.

- Neumann S, Hopf M, 2012. Students' Conceptions About 'Radiation': Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6), 826–834.
- Neumann S, Hopf M, 2013. Children's Drawings About "Radiation" — Before and After Fukushima. *Research in Science Education*, 43 (4), 1535–1549.
- Nietzsche F, 1878, 2013. Menschliches, Allzumenschliches. 1. In: Scheier C-A (Hrsg.). *Philosophische Werke in sechs Bänden. 6 Bände im Schuber.* . Felix Meiner Verlag GmbH, Hamburg.
- Nussbaum MC, 2014. Die Grenzen der Gerechtigkeit. Behinderung, Nationalität und Spezieszugehörigkeit . Suhrkamp, Berlin, Online-Ressource.
- Piaget J, 1978. *Das Weltbild des Kindes* . Klett-Cotta, Stuttgart, 311 S.
- Plachta B, 2013. *Editionswissenschaft. Eine Einführung in Methode und Praxis der Edition neuerer Texte* (3., erg. und aktualisierte Aufl.). Reclam, Stuttgart, 170 S.
- Plessner H, [1969] 2003. *Ausdruck und menschliche Natur*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 495 S.
- Plessner H, 1975. *Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die philosophische Anthropologie* (3., unveränderte Auflage, im Original erschienen 1975). De Gruyter, Berlin, New York.
- Plotz T, 2017. *Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*. Dissertation, unveröffentlicht. Logos Verlag Berlin, Wien.
- Porst R, 2008. *Fragebogen. Ein Arbeitsbuch* , 190 S.
- Rapp C, 2017. Was ist Aristotelisch am Aristotelischen Naturalismus? In: Hänel M (Hrsg.). *Aristotelischer Naturalismus*. J.B. Metzler, Stuttgart, 19-41.
- Rath V, 2016. *Fachpraktische Ausbildung von Paderborner Physiklehramtsstudierenden. Entwicklung, Implementierung und Evaluation eines neuen Lehrkonzepts für das physikalische Praktikum 'Schulphysik I' im Haupt- und Realschulstudiengang Physik*. *Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre*, 2, 1–26.
- Reinfried S, Mathis C, Kattmann U. *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht*. *Beiträge zur LehrerInnen- und Lehrerbildung* 27, 2009 (3), S. 404-414.

- Rosa H, 2012. Weltbeziehungen im Zeitalter der Beschleunigung. Umriss einer neuen Gesellschaftskritik (Originalausgabe, erste Auflage). Suhrkamp, Berlin, 446 S.
- Rousseau J-J, 2010. Abhandlung über den Ursprung und die Grundlagen der Ungleichheit unter den Menschen (Bibliogr. erg. Ausg.). Reclam, Stuttgart, 214 S.
- Ruchsov M, 2016. DAS PROBLEM DIACHRONER PERSONALER IDENTITÄT. Dissertation, unveröffentlicht. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg.
- Schecker H, Duit R, 2018. Schülervorstellungen und Physiklernen. In: Schecker H, Wilhelm T, Hopf M, Duit R (Hrsg.). Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 2–21.
- Schlette M, 2017. Ästhetische Naturverhältnisse. In: Kirchhoff T, Karafyllis NC (Hrsg.). Naturphilosophie. Ein Lehr- und Studienbuch. Mohr Siebeck; UTB GmbH, Tübingen, Stuttgart, S. 186–195.
- Schramme T, 2002. Natürlichkeit als Wert. *Analyse & Kritik*, 24 (2), 249–271.
- Schramme T, 2007. Der Schritt von der Natur zur Ethik. Dossier. Der Mensch und die Grenzen seiner Natur. *Schweizer Monatshefte : Zeitschrift für Politik, Wirtschaft, Kultur*, 6/87, 14–17, abgerufen am 10.08.19, : <http://doi.org/10.5169/seals-167793>
- Seel M, 2009. Eine Ästhetik der Natur (1. Aufl., [Nachdr.]). Suhrkamp, Frankfurt am Main, 388 Seiten.
- Tajmel T, 2013. Bildungssprache im Fach Physik. In: Gogolin I, Lange I, Michel U, Reich HH (Hrsg.). Herausforderung Bildungssprache - und wie man sie meistert. Waxmann, Münster, New York, München, Berlin, S. 239–256.
- Taylor PW, 2011. *Respect for Nature*. Princeton University Press, Princeton.
- Terhart E (Hrsg.), 1999. *Konstruktivismus und Unterricht. Eine Auseinandersetzung mit theoretischen Hintergründen, Ausprägungsformen und Problemen konstruktivistischer Didaktik*. Verl. für Schule und Weiterbildung Dr.-Verl. Kettler, Bönen, 79 S.
- Tipler PA, Mosca G, Wagner J, 2015. *Physik. Für Wissenschaftler und Ingenieure* (7. Aufl. 2015). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 650 S.

- Tuan Y-F, 2013. Children and the Natural Environment. In: Altman I, Wohlwill JF (Hrsg.). Children and the environment. Springer-Verlag New York, [Place of publication not identified], S. 5–32.
- Waldenfels B, 2018. Ein menschlicher Traum für Wachende. Zur Natürlichkeit und Künstlichkeit der Erfahrung. In: Lenk H, Poser H (Hrsg.). Neue Realitäten. Herausforderung der Philosophie. XVI. Deutscher Kongreß für Philosophie Berlin 20.–24. September 1993. (Reprint 2018). Akademie Verlag, Berlin, S. 190–204.
- Watts M, Taber KS, 1996. An explanatory gestalt of essence: students' conceptions of the 'natural' in physical phenomena. International Journal of Science Education, 18 (8), 939–954.
- Welzel M, 1998. The emergence of complex cognition during a unit on static electricity. International Journal of Science Education, 20 (9), 1107–1118.
- Wittgenstein L, [1984] 1997. Werkausgabe. in 8 Bänden (7. Aufl.). Suhrkamp, Frankfurt am Main, 574 S.
- Yarrow LJ, Rubenstein JL, Pedersen FA, 1975. Infant and environment. Early cognitive and motivational development. Wiley, New York, NY, 255 S.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6: "Kühe" (ebd.)

Lionni L, 2005. Fisch ist Fisch. Beltz und Gelberg, Weinheim, 15 S.

Abbildung 7: Fachdidaktisches Triplet (Kattmann et al. 1997, 4)

Kattmann U, Duit R, Gropengiesser H, Komorek M, 1997. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3 (3), 3–18.

Abbildung 8: Veranschaulichung des elektromagnetischen Spektrums, adaptiert nach (ebd.)

Friesenbichler E, 2018. Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum Thema Mikrowellenstrahlung. mit dem Fokus auf Gefahren und Nutzen. Diplomarbeit, unveröffentlicht. Universität Wien, Wien.

Abbildung 4: Veranschaulichung der elektrischen und magnetischen Feldvektoren einer elektromagnetischen Welle. (ebd.)

Tipler PA, Mosca G, Wagner J, 2015. Physik. Für Wissenschaftler und Ingenieure (7. Aufl. 2015). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 650 S.

Abbildung 9: Inhaltsanalytische Gütekriterien im Überblick, Mayring (Mayring 2015, 126) nach Krippendorff (Krippendorff 1980, 158)

Krippendorff K, 1980. Content analysis. An introduction to its methodology (2. Aufl.). SAGE Publications, Beverly Hills, 191 S.

Anhang

Abkürzungen

- H.i.O. – Hervorhebungen im Original
- H.d.A. – Hervorhebungen durch Autorin
- u.a. – unter anderem
- Ü.d.A. – Übersetzung durch Autorin
- vgl. – vergleiche

Kontakt

Ullrich Lisa Miriam

ullrichlisa@hotmail.de