



Elias Marks

# Immersive Lernerfahrungen in Virtual Reality

Masterarbeit

E-Schriftenreihe Nachhaltiges Management | Nov 2022



**Inhaltsverzeichnis**

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Thesenverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Ziel der vorliegenden Ausarbeitung.....	3
1.3 Forschungsfragen .....	6
<b>2 Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>7</b>
2.1 Vorverständnis von Forschung .....	7
2.2 Wie ist Erkundungsforschung möglich? .....	11
2.3 Erkenntnisleitende Thesen .....	16
2.3.1 Plausibilität.....	18
2.3.2 Intersubjektive Nachvollziehbarkeit .....	19
2.3.3 Neuartigkeit .....	20
2.3.4 Nützlichkeit .....	22
2.3.5 Kontraindikation.....	23
<b>3 Nachhaltigkeit in der Lehre.....</b>	<b>25</b>
3.1 Was ist Nachhaltigkeit? .....	25
3.2 Bildung für Nachhaltige Entwicklung .....	31
3.3 Kernkompetenzen für eine nachhaltige Transformation.....	35
<b>4 Immersive Lernerfahrungen .....</b>	<b>41</b>
4.1 Wie ist transformatives Lernen möglich? .....	41
4.2 Was ist Virtual Reality? .....	46
4.2.1 Immersives Abtauchen in virtuelle Umgebungen.....	48
4.2.2 Immersion in der Lehre .....	51
4.3 Das Unsichtbare in VR sichtbar machen .....	58
4.3.1 Die systemische Visualisierung .....	63

<b>5 Erstellung eines Prototyps .....</b>	<b>67</b>
5.1 Lerneinheit: Systemische Visualisierung des SDG 12 .....	67
5.1.1 Systemische Betrachtung des SDG 12.....	67
5.1.2 Überlegungen zu einem Lernmodell.....	71
5.1.3 Überlegungen zu einer Gestaltung.....	74
5.1.4 Eine geleitete systemische Visualisierung: Drehbuch .....	78
5.1.5 Limitationen und Weiterentwicklung des Prototyps.....	81
<b>6 Schlussbetrachtung und Ausblick.....</b>	<b>83</b>
<b>Anlagenverzeichnis .....</b>	<b>85</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1.1 Einordnung des Ziels in den Gesamtkontext „ImmerNa“ .....	3
Abb. 2.1 Transzendierende Forschungsparadigmen .....	9
Abb. 2.2 Methodologie der vorliegenden Arbeit .....	15
Abb. 2.3 Verstehensumgebung der Anforderung Plausibilität. ....	18
Abb. 2.4 Verstehensumgebung der Anforderung Intersubjektive Nachvollziehbarkeit. ....	19
Abb. 2.5 Verstehensumgebung der Anforderung Neuartigkeit.....	22
Abb. 2.6 Verstehensumgebung der Anforderung Nützlichkeit.....	23
Abb. 2.7 Verstehensumgebung der Anforderung Kontraindikation. ....	24
Abb. 3.1 Ambitionsniveaus eines nachhaltigen Managements.....	28
Abb. 3.2 Die 17 Sustainable Development Goals. ....	33
Abb. 3.3 Transzendierende Utilisierungsgrade des systemischen Denkens. ....	38
Abb. 4.1 Bedeutungsperspektiven im Zusammenspiel mit inneren Schemata. ....	43
Abb. 4.2 Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum. ....	47
Abb. 4.3 Strukturmodell für Lehr-/Lernarrangements in VR. ....	54
Abb. 4.4 Schema der Aufstellungstypen.....	60
Abb. 4.5 Beispiele einer Transverbalen Raumsprache. ....	65
Abb. 5.1 SDG 12 in Wechselwirkung mit weiteren SDGs. ....	68
Abb. 5.2 Cognitive Theory of Multimedia Learning. ....	72
Abb. 5.3 Cognitive Load Theory. ....	73
Abb. 5.4 SDG Wedding Cake. ....	77
Abb. 5.5 Lernräume in der Übersicht.....	81

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2.1 Schlussfolgerungslogiken verschiedener Erkenntnisformen .....	13
Tabelle 2.2 Anforderungen an Erkenntnisleitende Thesen .....	17
Tabelle 3.1 Übersicht von Schlüsselkompetenzen im Nachhaltigkeitskontext .....	36
Tabelle 4.1 VR im Immersionsvergleich mit herkömmlichen Medien .....	49
Tabelle 5.1 Drehbuch der systemischen Visualisierung .....	79

**Thesenverzeichnis**

Erkenntnisleitende These Nr. 1 .....	38
Erkenntnisleitende These Nr. 2 .....	44
Erkenntnisleitende These Nr. 3 .....	56
Erkenntnisleitende These Nr. 4 .....	62
Erkenntnisleitende These Nr. 5 .....	70
Erkenntnisleitende These Nr. 6 .....	74

**Abkürzungsverzeichnis**

AR	<i>Augmented Reality</i>
BNE	<i>Bildung für nachhaltige Entwicklung</i>
CLT	<i>Cognitive Load Theory</i>
COVID-19	<i>Coronavirus SARS-CoV-2 aus dem Jahr 2019</i>
CSR	<i>Corporate Social Responsibility</i>
CTML	<i>Cognitive Theory of Multimedia Learning</i>
DSGVO	<i>Datenschutz-Grundverordnung</i>
HE	<i>Higher Education (dt. Hochschulen)</i>
HMD	<i>Head-Mounted-Displays</i>
i. e. S.	<i>im engeren Sinne</i>
i. w. S.	<i>im weiteren Sinne</i>
ImmerNa	<i>Immersive Transformationsräume der Nachhaltigkeit</i>
KI	<i>Künstliche Intelligenz</i>
MR	<i>Mixed Reality</i>
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
UN	<i>United Nations (dt. Vereinte Nationen)</i>
UNICED	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
VAN	<i>Virtuelle Akademie Nachhaltigkeit</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>
WBGU	<i>Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
XR	<i>Extended Realities</i>



## 1 Einleitung

### 1.1 Problemstellung

Die globale Entwicklung kann mit Blick auf vergangene Jahre durchaus als kritisch bewertet werden. Während in einigen Bereichen Fortschritte verzeichnet werden (Verfügbarkeit von Mobilfunknetzen oder Internet), sind in anderen, womöglich wesentlichen, Bereichen Stagnationen oder sogar Rückschritte beobachtbar. Die Verminderung von Treibhausgasemissionen, der Schutz von gefährdeten Tierarten, die Erreichung von Vollbeschäftigung sowie flächendeckende Verfügung von Nahrungsmitteln sind nur wenige Beispiele von den vielen Problemen, in dessen Bewältigung die Weltbevölkerung momentan Rückschritte verzeichnet (UN - Vereinte Nationen, 2022, 8 ff.).

Seit den 1970er Jahren existiert der Ansatz, ein umweltbewusstes Umdenken durch die Bildungskanäle zu initiieren. Seit 1992 rücken neben dem Schutz der Umwelt zunehmend auch soziale Fragestellungen in den Vordergrund (Michelsen & Fischer, 2016, S. 330). Um nicht nur die ökologische Nachhaltigkeit, sondern auch die inter- und intrakontinentale Gerechtigkeit in den Bildungssystemen zu etablieren, wurden die Jahre 2005-2014 durch eine UN-Vollversammlung als Dekade der *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BNE) ausgerufen (de Haan et al., 2008, S. 8; Bräutigam, 2014, S. XI; Michelsen & Fischer, 2016, S. 330).

Darüber hinaus wurde die Gesellschaft zunehmend mit komplexen Problemen konfrontiert. Ob nun die immer weiter voranschreitende Vernetzung – durch Globalisierung und Digitalisierung, – die mittlerweile schon drei Jahre anhaltende COVID-19-Pandemie oder nicht zuletzt der Klimawandel. Letzterer wirft nunmehr existenzielle Fragestellungen auf, welche nicht nur einen Dunstkreis, sondern die komplette Bevölkerung dieser Welt betrifft (Disterheft et al., 2021, S. 1). Hierbei geht es also nicht (nur) um wirtschaftliche Entscheidungen, sondern immer mehr um die Frage: Wie können wir mit den begrenzten Ressourcen dieses Planeten haushalten?

Nachhaltigkeit scheint nunmehr als primäre Handlungsprämissen akzeptiert zu sein und stellt gleichzeitig auch ein Forschungsfeld dar, welches schon seit einigen Jahren Einzug in die Curricula von Studiengängen gefunden hat (de Haan et al., 2008, S. 11). Bildung für eine nachhaltige Entwicklung wird bereits betrieben – darunter auch Konzepte, die über die reine Wissensvermittlung hinausgehen (Grund & Singer-Brodowski, 2020, 28 ff.).

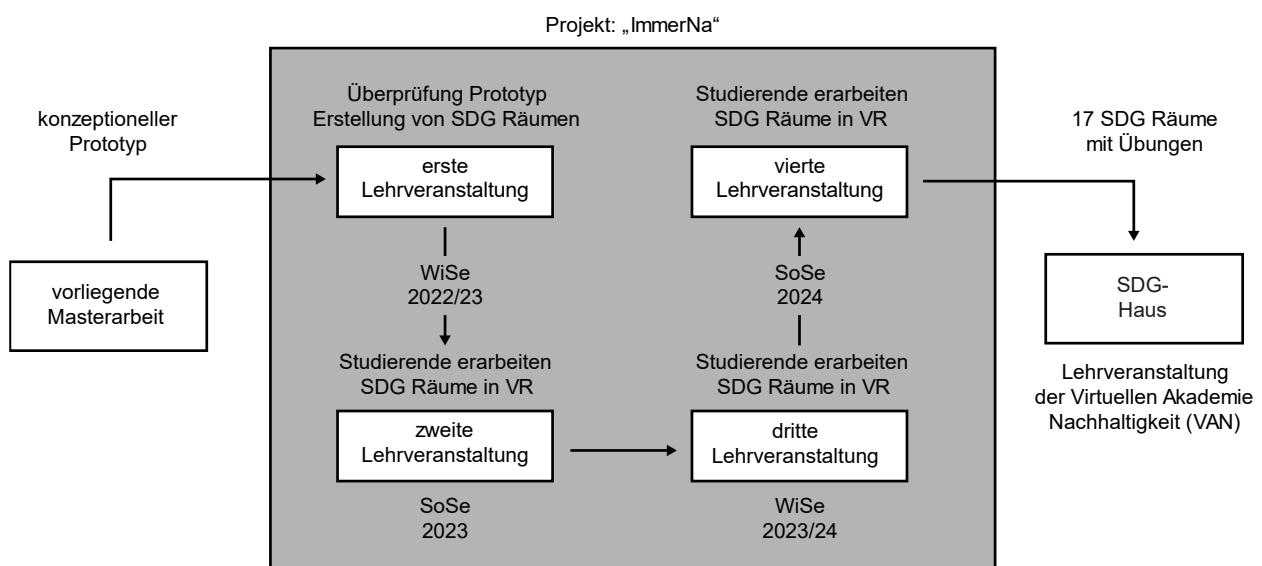
Um die drohenden Konsequenzen des Klimawandels zu umgehen, braucht es die Transformation der Gesellschaft. In der vorliegenden Arbeit soll sich dem Thema gewidmet werden,

inwiefern Kompetenzen für eine nachhaltigere Entwicklung mithilfe von immersiven Lernerfahrungen ausgebildet werden können.

Der Verfasser dieser Arbeit geht davon aus, dass für dieses Unterfangen etwas *Neues* notwendig ist. Sowohl ein *neues* Medium wie auch eine *neue* Didaktik können die Lehre so verändern, dass über das Wissen hinaus auch Kompetenzen und Fähigkeiten vermittelt werden, welche in der Praxis angewendet werden.

## 1.2 Ziel der vorliegenden Ausarbeitung

Im Wintersemester 2022/23 bietet die *Universität Bremen* eine Lehrveranstaltung an, zum Thema der *Sustainable Development Goals* (SDGs), welche im Rahmen eines Projekts unter dem Namen „*Immersive Transformationsräume der Nachhaltigkeit*“ (ImmerNa) geplant, durchgeführt und reflektiert wird<sup>1</sup>. Die Besonderheit an dieser Lehrveranstaltung ist, dass sie beinahe ausnahmslos in Virtual Reality (VR) durchgeführt wird. Die Studierenden erhalten leihweise ein Head-Mounted-Display (VR-Brille) mit welcher sie ortsunabhängig an den Veranstaltungen teilnehmen.



**Abb. 1.1** Einordnung des Ziels in den Gesamtkontext „ImmerNa“. (Quelle: Eigene Darstellung)

Wie in Abb. 1.1 zu sehen, sollen diese und weitere geplante Lehrveranstaltungen zu gegebener Zeit in einem reinen virtuellen Lernszenario münden, welches in das Lehrangebot der *Virtuellen Akademie Nachhaltigkeit* (VAN)<sup>2</sup> eingebettet werden soll. Unter dem Namen „*SDG-Haus*“ soll eine Lehrveranstaltung entstehen, welche ohne das aktive Leiten einer Lehrkraft auskommt – Die Studierenden betreten das *SDG-Haus*, erkunden dieses selbstständig und nehmen an Übungen teil, welche in Eigenarbeit durchgeführt und anschließend reflektiert werden. Innerhalb dieser

<sup>1</sup> Weitere Information zu der Förderung „Freiraum 2022“ unter <https://www.presseportal.de/pm/100150/5231514>, Abruf vom 29.09.2022

<sup>2</sup> VAN: **Virtuelle Akademie Nachhaltigkeit**, siehe hierzu <https://va-bne.de/index.php/de/>, Abruf vom 29.09.2022

eigenständigen Erkundung des *SDG-Hauses* werden alle notwendigen Wissenselemente sowie Kompetenzen vermittelt. In diesem Fall geht es nicht darum, einen üblicherweise analog gedachten Lernprozess durch Einheiten in VR anzureichern. Stattdessen beginnt und endet der Lernprozess in VR – die zugrunde liegende Didaktik soll eng mit der VR verzahnt sein.

Die Grundthematik des SDG-Hauses sowie der geplanten Vorlesungen im Rahmen des Projekts ImmerNa (siehe Abb. 1.1) ist die *Nachhaltige Entwicklung* (siehe Abschnitt 3.2). Aufgrund der hohen Relevanz des Themas wurde in der Wissenschaft bereits geforscht, inwiefern sich Inhalte der BNE so vermitteln lassen, dass die positive Transformation einer nachhaltigen Entwicklung möglich ist (Schneidewind & Singer-Brodowski, 2014; Bellina et al., 2019; Fischer et al., 2020). Hierfür ist es notwendig, dass Studierende nicht nur Wissen vermittelt bekommen, sondern auch die nötigen Kompetenzen erwerben (hierzu mehr in Abschnitt 3.3), um sozioökonomische<sup>3</sup> Veränderungen in der Gesellschaft herbeizuführen (Bräutigam, 2014, S. XI; Disterheft et al., 2021, S. 12; Kohler & Siegmund, 2021, S. 633).

Ein neuartiges Medium der Lehre wäre mit VR gegeben, allerdings fehlen didaktische und VR-dedizierte Lernformate, welche ein immersives Lernen ermöglichen (Radianti et al., 2020, 21; Hamilton et al., 2021, S. 16). Des Weiteren soll vermieden werden, ein realistisches Abbild eines herkömmlichen Lern- und Lehrsettings zu entwickeln. Dies käme einem virtuellen Vorlesungssaal gleich, in welchem erstens die Gesetze der eigentlichen Realität herrschen und zweitens dieselben Limitationen wie in der eigentlichen Realität gegeben sind. Stattdessen soll ein Lernszenario entwickelt werden, welches so eng an den technischen Möglichkeiten der VR operiert, dass es ohne VR nicht darstellbar wäre.

*Wie ist das immersive Eintauchen in komplexe Themen innerhalb VR möglich?* Als Angebot zu dieser Fragestellung soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Prototyp geschaffen werden.

Das Erstellen eines *Prototyps* kann in verschiedenen Formaten geschehen. Im Sinne der Testbarkeit und der Feedbackfähigkeit ist es ratsam, einen möglichst *anfassbaren* Prototypen zu entwickeln. Gemäß BEAUDOUIN-LAFON UND MACKAY (2007) ist ein Prototyp ein tangibles<sup>4</sup> Artefakt, welches das Vorhaben konkret repräsentiert (S. 1007 f.). Innerhalb der Logik des Erstellens von Prototypen liegt der scheinbare Widerspruch vor, dass ein Prototyp im Laufe eines Pro-

---

<sup>3</sup> **Sozioökonomie** beschäftigt sich mit dem wirtschaftlichen Handeln in seinem sozialen Zusammenhang und mit der jeweiligen Beziehung zu anderen gesellschaftlichen, politischen, demographischen, ökologischen und räumlichen Prozessen (Hedtke, 2015, S. 20 f.).

<sup>4</sup> **Tangibel** bedeutet in diesem Fall nicht zu abstrakt, sondern *ersichtlich, fühlbar* und *anfassbar* (Beaudouin-Lafon & Mackay, 2007, S. 1007).

zesses so früh wie möglich, immer wieder iterativ, gebildet und verbessert werden soll dabei aber möglichst anfassbar sein soll. Eine gewisse technische und ästhetisch anmutende Ausreibung wäre im Sinne der *Anfassbarkeit* wünschenswert. Die technische Überführung in ein virtuelles Szenario stellt allerdings den letzten Schritt der vorliegenden Ausarbeitung dar. Darüber hinaus ist diese technische Überführung ein ambitioniertes Vorhaben, welches einerseits ein technisches Know-How verlangt und andererseits mit einem erheblichen zeitlichen Aufwand verbunden ist. Häufig scheint es schwierig, der inhaltlichen Konzeptualisierung und der technischen, optisch ästhetischen Umsetzung die gleiche Aufmerksamkeit zu widmen. Eine Priorisierung erscheint daher sinnvoll.

Die Priorisierung für die vorliegende Arbeit wird auf das didaktische Konzept festgelegt. Grund hierfür ist die Annahme, dass das didaktische Konzept mehr Wertschätzung und Evaluierung bedarf als die technische Überführung. Diese lohnt sich dann besonders, wenn das didaktische Konzept als sinnvoll herausgestellt wurde.

### 1.3 Forschungsfragen

Aufgrund der zugrunde liegenden Methodologie (siehe Abschnitt 2.2) sowie der bevorstehenden Erkundungsforschung ist es dem Verfasser nicht möglich, bereits im Vorfeld konkrete Forschungsfragen zu formulieren.<sup>5</sup> Diese würden sich zu gegebener Zeit im Laufe der Erkundung entwickeln. An dieser Stelle soll stattdessen eine erkundende Fragestellung in den Raum geworfen werden: *Wie sind immersive Lernerfahrungen in VR möglich?* Konkreter soll diese Fragestellung bewusst nicht formuliert werden. Um Erkenntnis erlangen zu können, muss genug Raum gelassen werden, um das zu finden, was *nicht* gesucht wurde.

Um einen Kompromiss zwischen *geleitet* und *offen* zu finden, könnten die obigen Vorschläge wegweisende Impulse geben, welche die zugrunde liegende Erkundung in verschiedene Kanäle einteilt. Diese sollen anschließend mithilfe von *Erkenntnisleitenden Thesen* beantwortet werden.<sup>6</sup>

- i. Welche Kernkompetenzen müssen an Studierende vermittelt werden, um eine Änderung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu ermöglichen?
- ii. Welche Lehrdidaktiken/Lernformate braucht es, um die nötigen Kompetenzen innerhalb eines VR-Szenarios zu vermitteln?
- iii. Wie ist ein immersives Abtauchen in virtuelle Welten möglich?

---

<sup>5</sup> In Abschnitt 2.1 wird darauf eingegangen, wieso die vorliegende Arbeit einem zirkulären Erkenntnisprozess folgt und daher nicht mit Thesen/Fragen eingeleitet werden kann.

<sup>6</sup> Zu **Erkenntnisleitenden Thesen** siehe Abschnitt 2.3 oder zur thematischen Einführung die Dissertationen von Woithe (2017); Pijetloovic (2020); Husenbeth (2021); Groschupp (2022)

## 2 Methodisches Vorgehen

### 2.1 Vorverständnis von Forschung

„Was die Wissenschaft erreichen kann, sind nicht die Dinge selbst, sondern es sind einzig die Beziehungen zwischen den Dingen; außerhalb dieser Beziehungen gibt es keine erkennbare Wirklichkeit.“  
(Poincaré, 1914, S. V)

Das einleitende Zitat von POINCARÉ soll die Notwendigkeit der folgenden Ausführungen betonen. Bevor darauf eingegangen wird, was die Wissenschaft im Stande ist zu leisten, ist es möglicherweise ratsam, gleichermaßen darauf einzugehen, was die Wissenschaft nicht zu erreichen vermag – die offenkundige Entdeckung der allgemeingültigen Wirklichkeit. Was Wirklichkeit ist und inwiefern sie möglich<sup>7</sup> gemacht werden kann, soll in diesem Abschnitt diskutiert werden.

Wer behauptet, *echte* empirische Forschung sei nur innerhalb eines quantitativen Forschungsparadigmas<sup>8</sup> zu finden, behauptet dies zunächst mit Recht. Beispielsweise stellt KARL POPPER fest, dass es in der Forschung zentral darum gehe, Hypothesen mithilfe logischer Festsetzungen quantitativ zu überprüfen (1935, 18 ff.). Um den Wahrheitsgehalt jener Hypothesen feststellen zu können, greifen Forscher\*innen auf scheinbar bewährte Gütekriterien zurück: *Objektivität, Reliabilität* und *Validität* (Bardmann, 2015, S. 25). Bevor dies geschieht, müssen die zu überprüfenden Hypothesen aufgestellt werden, indem das Forschungsfeld erkundet wird. Laut LAMNEK UND KRELL (2016) ist es innerhalb dieses Vorhabens ratsam, auf das methodologische Filtersystem der quantitativen Forschung zu verzichten (S. 33). Grund hierfür ist die informationsreduzierende Filterwirkung der oft hoch standardisierten Erhebungsinstrumente. Sobald Beobachtungsmerkmale operationalisiert werden, gibt es nur noch eine bestimmte Anzahl an möglichen Antworten – dies ist bereits eine Selektion, die das *Neue* nur schwer zulässt.

---

<sup>7</sup> Auch wenn hervorgehoben wurde, dass eine ontologische Wahrheit nicht darstellbar ist, ist die Formulierung „möglich machen“ bewusst gewählt (Selbiges gilt für die Überschrift des Abschnitts 2.2). Dies geht auf BARDMANN (2015) Ausführungen zurück, welcher im Sinne der Erkenntnisgenerierung folgenden Perspektivenwechsel vorschlägt: Nicht die Frage nach: *Was ist [...]?*, sondern *Wie ist [...] möglich?* (S. 12 f.).

<sup>8</sup> **Forschungsparadigma** wird in der vorliegenden Arbeit als die Gesamtheit von Grundauffassungen einer wissenschaftlichen Gemeinschaft innerhalb einer Disziplin verstanden. Dieser Paradigmenbegriff beinhaltet etwa vorherrschende theoretische Annahmen sowie zulässige Forschungsmethodiken. Für eine weitere Auseinandersetzung zu Forschungsparadigmen siehe (Billmann-Mahecha, 2022).

Um dies zu umgehen, muss es einen methodologischen Gegenentwurf geben – die qualitative Forschung. Die qualitative Forschung balanciert innerhalb eines Spannungsfeldes zwischen den *fixen Hypothesen* (mitsamt deren Überprüfung) und der *Offenheit*. Es wird angestrebt, das zu untersuchende Forschungsfeld nicht mit vollends festgefahrenen und theoretischen Denkmustern zu betreten, sondern für das möglicherweise Neue offen zu sein und zu bleiben (Lamnek & Krell, 2016, 33 f.).

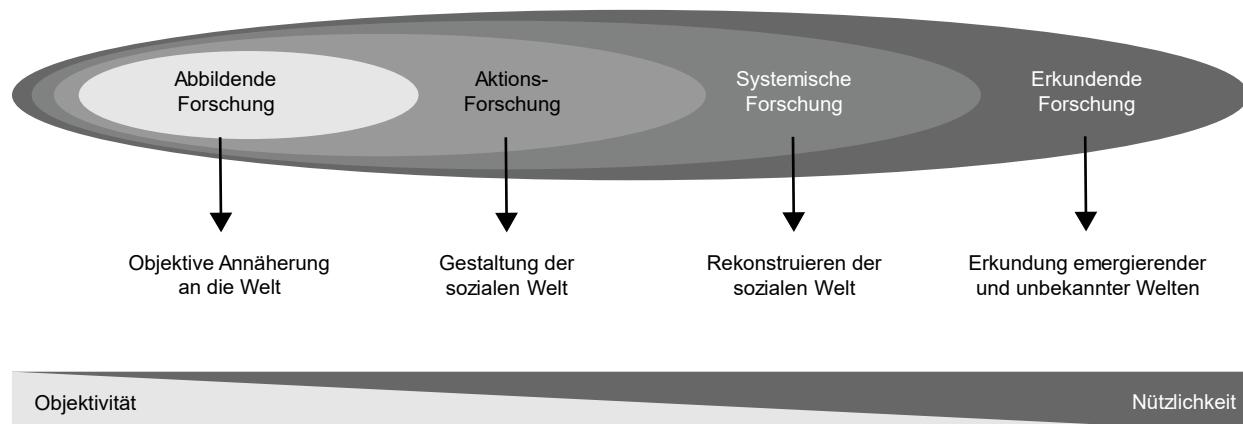
Ebenso besteht ein grundsätzlicher Unterschied zu der linearen Prozesshaftigkeit der quantitativen Forschung. Der qualitative Forschungsakt ist gekennzeichnet durch eine kommunikative und interaktive Prozessschleife. Ebendiese Charakteristika lassen sich in diesem Ansatz auch dem Forschungsgegenstand selbst zuordnen. Die genannte Offenheit soll nicht missgedeutet werden als eine Art absichtliche Vereinfachung komplexer Forschungsvorhaben. Vielmehr konstruieren die am Forschungsprozess beteiligten sozialen Akteure die Wirklichkeit. Dieser Prozess muss detailreich und zielgruppengerecht dokumentiert werden, sodass Wirklichkeiten sich rekonstruieren und nachvollziehen lassen (Lamnek & Krell, 2016, 35 f.). Das heißt, wer behauptet, dass Forschung einem qualitativen Forschungsparadigma zuzuschreiben ist, tut dies ebenfalls mit Recht. Forschung kann demnach vieles sein – nur nicht beliebig.

Ein weiterer Vorschlag für die Einordnung von Forschung in unterschiedliche Paradigmen wird von MÜLLER-CHRIST UND PIJETLOVIC (2018) angeboten (S.5 ff.). Diese transzendierenden Paradigmen sind in Abb. 2.1 dargestellt. Ganz im Gegensatz zu der Gegenüberstellung der qualitativen und quantitativen Forschung verzichtet dieser Ansatz auf die zweiseitige (sich gegenseitig ausschließende) Kategorisierung, sondern betont eine transzendierende Entwicklung der Forschung. Die Paradigmen ersetzen sich nicht gegenseitig, sondern gehen ineinander auf und schließen sich gegenseitig ein.

Die holarchische Entwicklung der Forschungsparadigmen lässt sich nicht innerhalb unterschiedlicher Methodiken abstuften, sondern in dem Verhältnis zwischen dem Beobachteten und den Beobachter\*innen. Ferner bedeutet dies, dass die Erkenntnis umso objektiver zu sein scheint, je mehr das Beobachtete unabhängig von den Beobachter\*innen ist. (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 5; Husenbeth, 2021, S. 61). Dieser Zusammenhang kann in Abb. 2.1 nachvollzogen werden.

Wie bereits zuvor in Aussicht gestellt, ist davon auszugehen, dass die konstruierte Wirklichkeit dafür sorgt, dass das Beobachtete selbst ebenso abhängig von den Beobachter\*innen ist – diese Wirkung wird durch das Forschungsvorhaben und die Intention aggregiert (Lamnek & Krell, 2016, S. 36). Gerade bei der Erkundungsforschung ist die Erkenntnis eng mit dem Erkenntnisgegenstand verwoben (Husenbeth, 2021, 61 f.). Je weiter rechts sich die Forschung in

Abb. 2.1 verorten lässt, desto erschwerender wirkt sich das Merkmal der *Kontingenz*<sup>9</sup> aus (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 6). Dies liegt beispielsweise an der Mannigfaltigkeit an möglichen *Soll-Zuständen*. Während es für die Gestalt der Natur (was häufig Gegenstand der abbildenden Forschung ist) keinen Soll-Wert gibt, scheinen die Soll-Werte der sozialen Systeme aus der heutigen Gesellschaft geradezu unerschöpflich. Die Soll-Werte variieren je nachdem, wer nach ihnen befragt wird. Hier gilt im wahrsten Sinne des Wortes: „*Alles könnte so oder ganz anders sein.*“ (Bardmann, 2015, S. 33).



**Abb. 2.1** Transzendierende Forschungsparadigmen. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 5)

Nun mag sich die Frage stellen, inwiefern jene subjektiven Erkenntnisse durch Gütekriterien in ihrer Wertigkeit eingeordnet werden können. Während die Abhängigkeit zwischen dem Beobachteten und den Beobachter\*innen mit dem Gütekriterium der *Objektivität* dargestellt werden kann, lassen sich die Erkenntnisse kaum hinsichtlich ihrer Objektivität bewerten – stattdessen wurde, eine notwendige Subjektivität hierzu angenommen. Die Erkenntnisse werden in diesem Fall mit dem Gütekriterium der *Nützlichkeit* eingeordnet. Genauer gesagt geht es um die Fragestellung, inwieweit die Erkenntnisse anschlussfähige Schritte bewirken können (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 5).

Es kann vorweggenommen werden, dass sich die vorliegende Arbeit (mitsamt ihrer Erkundungsforschung), wenn überhaupt, der qualitativen Forschung zuordnen ließe. Im Vorder-

<sup>9</sup> **Kontingenz** bezeichnet nach LUHMANN (1991) etwas, was weder notwendig noch unmöglich ist. So gesehen etwas, wie es ist, sein kann, aber auch anders möglich ist. Der Begriff bezeichnet Gegebenes (Erfahrener, Erwarteter, Gedachtes, Phantasiertes) im Hinblick auf mögliches Anderssein (S. 152).

grund steht weniger die Überprüfung von Hypothesen, sondern vielmehr die Bildung von neuartigen Hypothesen oder die Erkundung neuer emergierender Forschungsfelder. Methodisch gesehen gibt es für diese Vorhaben mehrere Vorschläge. Im quantitativen Sinne würden hierzu *explorative Studien* durchgeführt werden, während im qualitativen Gegenentwurf etwa die *Grounded-Theory*<sup>10</sup> nach GLASER UND STRAUSS (1967) eine mögliche Methodologie zur Erkundung von unbekannten Forschungsgegenständen darstellt.

Die Forschung zu immersiven Lernerfahrungen in VR ist ein bis dato emergierendes Forschungsfeld, welches in der Literatur bereits Berücksichtigung gefunden hat – sich trotz dessen immer noch in den Startlöchern befindet (Bricken, 1991; Freina & Ott, 2015; Allcoat & von Mühlenen, 2018; Buehler & Kohne, 2019; Krokos et al., 2019; Buchner & Aretz, 2020; Buchner & Mulders, 2020; Buehler & Kohne, 2020; Eisenlauer, 2020; Vergara et al., 2020; Tunur et al., 2021; Knoll & Stieglitz, 2022; Mütterlein et al., 2022).

Auch wenn der technisch neuartige Einsatz von VR in der Lehre augenscheinlich nunmehr in den Fokus der Forschung gerückt ist, so bleiben dennoch Verknüpfungen mit Nachhaltigkeit und insbesondere der systemischen Betrachtungsweise außer Acht. Um dieses konkretisierte unerforschte Forschungsfeld zu durchdringen, bedarf es eines neuen methodologischen Ansatzes. Die zuvor diskutierten Ansätze zur Erlangung von Erkenntnis aus der *Grounded-Theory* oder den explorativen Studien bieten dabei eher Schnittmengen an, als dass sie tatsächlich eine Alternative darstellen.

Aus Sicht des Autors bietet sich hierfür am ehesten die *Erkundungsforschung* an (in Abb. 2.1 ganz rechts). Bevor in Abschnitt 2.1 auf konkrete Methoden der vorliegenden Arbeit eingegangen wird, sollen innerhalb einer Methodologie<sup>11</sup> Konturen aufgezeigt werden, welche eine *erkundende Forschungshaltung* unterstützen, die notwendig ist, um die Besonderheiten der Erkundungsforschung *auszuhalten*.

---

<sup>10</sup> Die **Grounded Theory** ist eine Methodologie, welche die Entstehung und Ermöglichung von Erkenntnis zum Gegenstand hat. Dieser Ansatz hebt hervor, dass sich auch (insbesondere) die qualitative Forschung eignet, um systemische Datenerhebung zu Theorien der Realität zu entdecken (Lamnek & Krell, 2016, 104 ff.). Für weitere Ausführungen siehe (Glaser & Strauss, 1967; Corbin & Strauss, 1990)

<sup>11</sup> DÖRNER UND SCHÄFFER (2022) unterscheiden sowohl zwischen *Gegenstands-* und *Grundlagenforschung* wie auch zwischen *Methoden* und *Methodologie*. Während die Methoden das Mittel zur Erkenntnisgenerierung sind, widmet sich die Methodologie den Theorien und Logiken von Methoden (S. 17 ff.).

## 2.2 Wie ist Erkundungsforschung möglich?

Im Vordergrund der Erkundungsforschung steht die *Erkundung*, welche bereits bei flüchtigem Überlegen erste Bilder im Kopf entstehen lässt. Man könnte meinen, es mutet *abenteuerlich* an – denn was *erkundet* werden muss, erscheint noch nicht bekannt bzw. gar mysteriös. Diese Art der bildlichen Hermeneutik ist nur eine von vielen möglichen Assoziationen, welche innerlich zu entstehen vermag und stellt daher bestenfalls einen Vorschlag dar.

Diese äußerst subjektive Wahrnehmung soll nun um einen semantischen Blickwinkel ergänzt werden. So wäre *Erkundung* eine Erweiterung des *Kunde* (*von etwas*) *haben*. Dieser Begriff weist eine Ähnlichkeit zur *Kenntnis* auf – bzw. (*von etwas*) *Kenntnis haben*. Weitere Verwandtheiten bestehen zu *kundgeben*, *kundtun*, *kundmachen* und *kundwerden*. Dies kann ein erster Hinweis darauf sein, dass die Erkundung dabei behilflich ist, Kenntnis von etwas Neuem zu erlangen. Auch wenn die erste Silbe *Er-* trivial erscheinen mag, ist sie doch von zentraler Bedeutung. Die Ergänzung dieser Vorsilbe findet bei mehr Begriffen Anwendung, als sich erwarten ließe - beispielsweise: *kennen – erkennen*, *Kenntnis – Erkenntnis* oder auch *zählen – erzählen*. Es lassen sich ungeahnt viele weitere Begriffe finden, welche alltäglich in Benutzung sind.

Schnell wird klar, dass diese Begriffe ihre Bedeutung bei Ergänzung der Vorsilbe ändern – weniger klar ist, inwiefern dahinter ein Muster zu erkennen ist. Es gibt hierfür einige Vorschläge<sup>12</sup>. Ausgewählte Angebote sind:

- i. *Er-* als Vorsilbe, die eine zielgerichtete Handlung ausdrückt
- ii. *Er-* als Vorsilbe, die einen Zugewinn ausdrückt
- iii. *Er-* als Vorsilbe, die einen Prozess des Größerwerdens ausdrückt

Werden die genannten Angebote bei der Betrachtung von *Erkundung* zugrunde gelegt, liegt nahe, dass das Erkunden von etwas Neuem eine aktive Handlung erfordert. Das Bestehende muss um etwas *Neuartiges* (nicht Bestehendes) angereichert werden<sup>13</sup>. Etwas muss *erfasst*, *erforscht* oder *erschlossen* werden. Diese Ergänzung – in welcher Form auch immer – lässt sich nur unter der Akzeptanz einer Subjektivität durch die Forschenden realisieren. So wird beim *Zählen* etwa recht neutral eine quantitative Aussage über Beobachtungen getätig, indem Kennzahlen mit objektiven Messinstrumenten ermittelt werden. Beim *Erzählen* hingegen ist die Narrative des For-

<sup>12</sup> Siehe hierzu „er-“ auf <https://de.wiktionary.org/wiki/>, Abruf vom 29.09.2022

<sup>13</sup> Dies gilt, wenn es etwas Bestehendes gibt. Erkundung kann auch bedeuten, dass es nichts Bestehendes gibt, was aufgewertet oder verarbeitet werden kann. Auch dies kann im Rahmen der Erkundung geschehen – Erklärungsansätze hierzu werden im Verlauf des Abschnitts genannt.

schungsgegenstandes entscheidend. Diese kann weder für sämtliche Beobachter\*innen allgemeingültig sein noch gänzlich objektiv gehalten werden. Aus Sicht des Autors besteht die Wertigkeit dieser Erkundungsforschung in den subjektiven Wahrnehmungen der Forschenden. Ein Forschungsfeld, welches durch subjektive Wahrnehmungen die Entstehung von Vermutungen und Ahnungen über die Welt beabsichtigt, kann bestenfalls in einem *vorwissenschaftlichen* Raum stattfinden (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 10). Hierbei können Hypothesen aufgestellt werden, welche Anreize und Ideen für weitere Forschung sein können (Disterheft et al., 2021, S. 13). Dies deckt sich mit den Aussagen von LAMNEK UND KRELL (2016), welche die Involviertheit der Forschenden in den Forschungsprozess als substantiellen Faktor für die Ergebnisproduktion einschätzen (S. 26).

Darüber hinaus gilt es methodologisch zu differenzieren, inwiefern Erkenntnisse im jeweiligen Forschungsverfahren zustande kommen. Zunächst lässt sich festhalten, dass Erkenntnis mit unterschiedlichen Erwartungshaltungen innerhalb der verschiedenen Forschungsparadigmen einhergeht.

In der quantitativen Forschung ist eine Erkenntnis dann eine Erkenntnis, wenn ein statistischer Test eine hohe Signifikanz bestimmter Hypothesen oder Beobachtungen nachweisen kann. Dies geschieht unter strenger Berücksichtigung der Gütekriterien: Objektivität, Validität und Reliabilität. Eine Erkenntnis im Sinne der quantitativen Forschung wäre so gesehen die Validierung bzw. Falsifizierung einer Hypothese. Auf dem Weg dorthin wird sich vielmals eher den konkreten (naturgemäß zweckmäßigen) Methoden statt der zugrundeliegenden Methodologie gewidmet (O. Dörner & Schäffer, 2022, S. 17).

Erkenntnis im Sinne einer qualitativen Forschung entzieht sich der alleinigen Bewertung von Hypothesen anhand von Gütekriterien. Die Bildung von Theorien und Hypothesen ist oftmals der Abschluss einer Arbeit im Rahmen qualitativer Forschung und stellt somit das Ergebnis bzw. die Erkenntnis dar (Lamnek & Krell, 2016, S. 129). Die Erkundungsforschung schließt mit ihrem vorwissenschaftlichen Status ebenfalls dort an, denn auch hier steht die Generierung neuer Hypothesen im Vordergrund.

Das Zustandekommen von Erkenntnis kann durch drei Logiken erfolgen. Das *induktive*, *deduktive* oder *abduktive* Verfahren – wobei Induktion und Deduktion jeweils auf einer schlussfolgernden Logik von etwas Bestehendem basieren (Reichertz, 1999, 50 ff.; Brühl, 2006, 182 ff.; Eberle, 2011, 25 ff.; Reichertz, 2016, S. 128). Das hier beschriebene erkundende Forschen hat das emergierende Forschungsfeld der immersiven Lernerfahrungen in VR zum Gegenstand.

**Tabelle 2.1***Schlussfolgerungslogiken verschiedener Erkenntnisformen*

<b>Erkenntnisform</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Anwendungsgebiet</b>
Induktion	Es wird mithilfe von wenigen Einzelfällen auf das Allgemeine geschlossen. Dies folgt einer subtrahierenden Schlussfolgerungslogik.	In der qualitativen Forschung wird häufig innerhalb der Methodik die induktive Schlussfolgerungslogik impliziert. Beispielsweise im Rahmen von Interviews werden Einzelfälle auf das Allgemeine übertragen.
Deduktion	Es wird vom Allgemeinen auf das Besondere geschlossen. Die Logik beruht auf der Annahme von Prämissen des Allgemeinen, welche zwingende Konsequenzen für das Besondere mit sich bringen.	In der quantitativen Forschung implizieren Methoden wie empirische Fragebögen ein deduktives Schlussfolgerungsverfahren. In einer Studie werden die Prämissen aus der Stichprobe möglicherweise auf einen besonderen Fall übertragen.
Abduktion	Es wird losgelöst von dem Bestehenden etwas Neues vermutet. Die Abduktion ist die kreativste Art der Hypothesengenerierung und folgt keiner klar rationalen Schlussfolgerungslogik.	Gemäß der transzendierenden Forschungsparadigmen nach Müller-Christ & Pijetlovic (2018) – siehe Abb. 2.1 – ist die Abduktion dort ratsam, wo die Nützlichkeit der Erkenntnis im Vordergrund steht. Deshalb ist Abduktion beispielsweise in der systemischen Forschung und den systemischen Methoden, wie beispielsweise der Systemaufstellung oder der systemischen Visualisierung zu finden.

*Anmerkung.* In Anlehnung an Müller-Christ und Pijetlovic (2018, S. 381).

Wie zuvor beschrieben ist dieses Forschungsfeld weitgehend unbehandelt, sodass sich nach Tabelle 2.1 vermuten ließe, dass sich bei der Erkundung unbekannter Welten nur die *Abduktion* anbieten würde. Dies mag im Sinne des Findens neuartiger Beobachtungen sein, allerdings ist auch die *Induktion*, welche hauptsächlich im Rahmen qualitativer Sozialforschung stattfindet (Lamnek & Krell, 2016, S. 129), ein bewährtes Mittel. Die einzelnen Bestandteile des Forschungsfeldes wurden bereits isoliert erforscht (Nachhaltigkeit, VR in der Lehre, Systemtheorie), weshalb hier das logische Schlussfolgern von Bestehendem zu etwas Neuem möglich ist.

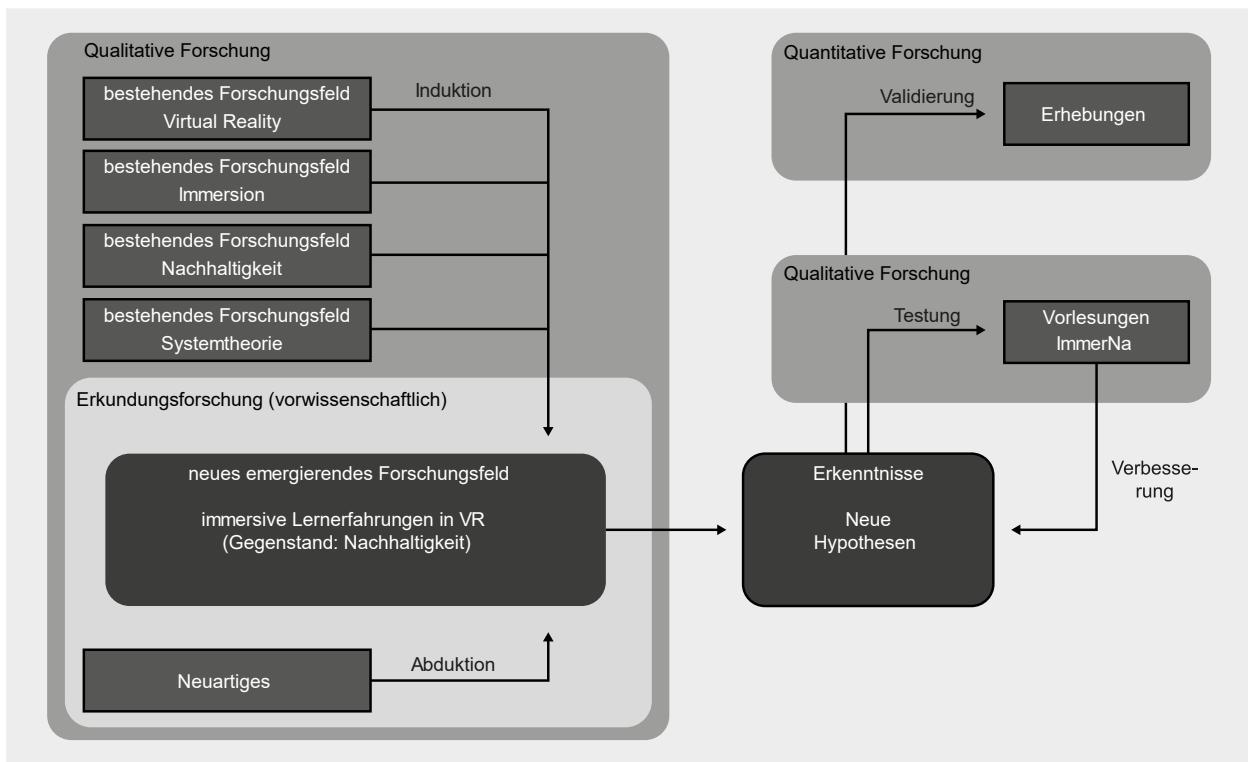
Auch wenn die Schlussfolgerungslogik der Abduktion nur schwierig zu erfassen ist, so unternimmt MERTON mit dem *Serendipitätsprinzip* einen Erklärungsversuch (1968, S. 150). Das Prinzip der Serendipität beschreibt das ergebnisoffene *Finden* von etwas *nicht Gesuchtem*. Was wie ein Zufall anmutet, ist viel eher die Synthese aus einer überraschenden Entdeckung und der anschlussfähigen Kombination mit dem Gegenstand der Forschung. Die Erkenntnis fliegt den Beobachter\*innen nicht zu – sondern die Beobachtung/Unterscheidung muss aktiv bezeichnet und untersucht werden.

Unabhängig davon, welche Schlussfolgerungslogik genutzt wird, ist es von zentraler Bedeutung, wer die Schlussfolgerung trifft. Der konstruktivistische Ansatz, der in der vorliegenden Arbeit angenommen wird, postuliert, dass Erkenntnis niemals objektiv sein kann. Sie ist weder eine ontologische Repräsentation einer objektiven Wahrheit noch vollständig willkürlich. Vielmehr ist sie das Produkt aus einer Entscheidung der Beobachter\*innen im Rahmen einer gemachten Unterscheidung. Diese Unterscheidung ist nicht bedingungslos replizierbar, sondern abhängig von den Beobachter\*innen, dem Forschungsgegenstand, dem Zeitpunkt sowie den gewählten Methoden (Bardmann, 2015, S. 31). Insbesondere gilt es den Rückkopplungsprozess zwischen Methode und Erkenntnis anzuerkennen, welcher die beiderseitige Entwicklung gegenseitig verankert (Woithe, 2017, S. 56).

Die methodologischen Überlegungen zur vorliegenden Arbeit wurden in Abb. 2.2 zusammengefasst. Die erkundende Forschung wird grundsätzlich in der qualitativen Forschung verortet und bedient sich dessen induktiver Schlussfolgerungslogik, um Erkenntnisse aus vorhandener Forschung zu verwerten. Darüber hinaus ist das Neue – bisher Unerforschte – für die Erkundungsforschung charakteristisch. Das Neue kommt über abduktive Verfahren zustande, denn es gibt an dieser Stelle keinen bestehenden Konsens. Aus diesem Grund ist die Erkenntnis aus der Erkundungsforschung selbstreferentiell bzw. tendenziell autopoietisch<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> **Autopoiesis** definiert an dieser Stelle die Erkenntnis der Wissenschaft als *selbstreferentielles*, soziales System. Der Begriff Autopoiesis wird durch LUHMANN (1991) i. e. S. definiert als der Prozess der Selbstreproduktion. Bezogen auf den organisatorischen oder sozialen Kontext (i. w. S.), geht es um die Selbsterschaffung/erhaltung eines Systems – die Forschung schafft sich selbst (S. 28).



**Abb. 2.2** Methodologie der vorliegenden Arbeit. (Quelle: Eigene Darstellung)

### 2.3 Erkenntnisleitende Thesen

Neben der zugrundeliegenden Methodologie ist die Auswahl einer Methode essenziell, um die Generierung und Bewertung von Erkenntnis zu gewährleisten. Eine Methodik im Sinne der erkundenden Forschung sollte insbesondere darauf abzielen, neue Erkenntnisse festzuhalten. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, ist der qualitative (und erkundende) Forschungsprozess nicht linear, sondern zirkulär und iterativ angelegt. Somit ist die Erkenntnis nicht zwingend ausschließlich am Ende des Forschungsprozesses anzutreffen. Vielmehr kann eine Erkenntnis in jeder Phase des Forschungsprozesses entstehen – die ausgewählte Methode muss jene Erkenntnisse ermöglichen und klar herausstellen (Pijetlovic, 2020, S. 13).

Im Zuge der Diskussion von Überprüfung der Erkenntnisse qualitativer Forschungsprozesse, wurde oftmals festgestellt, dass eine Objektivität von Interpretationen und Erkenntnissen kaum darstellbar ist – eine *intersubjektive Nachvollziehbarkeit* aber notwendig ist (Chmielewicz, 1984, S. 37; Freikamp, 2008, S. 218). Diese ist durch das sogenannte *Explikationsprinzip* gesichert, welches besagt, dass sich Interpretationen nicht ohne weiteres offenbaren, sondern argumentativ hergeleitet werden sollen. Das Explikationsprinzip ist hierbei kein Garant für Gültigkeit, sondern dient alleinig der Nachvollziehbarkeit von Interpretationen und ermöglicht somit eine Annäherung zu einer Intersubjektivität (Lamnek & Krell, 2016, S. 37).

Für die methodische Darstellung von Erkenntnis greift die vorliegende Arbeit auf die *Erkenntnisleitenden Thesen* zurück, welche durch eine gesonderte Formatierung als solche erkenntlich gemacht werden. Diese Methodik bietet aus Sicht des Verfassers die bisher naheliegendste Lösung zur iterativen Sammlung von Erkenntnissen im Sinne einer intersubjektiven Nachvollziehbarkeit an. Erstmals wurde das Konzept der Erkenntnisleitenden Thesen im Zuge der Dissertation von WOITHE (2017) durch die Psychologin SYLKE MEYERHUBER entwickelt. In zwei weiteren Dissertationen von PIJETLOVIC (2020) und HUSENBETH (2021) wurden die Erkenntnisleitenden Thesen verwendet, konkretisiert und weiterentwickelt. In den letztgenannten Arbeiten wurden insbesondere Gütekriterien zur Einordnung von Erkenntnisleitenden Thesen in den Fokus genommen (Pijetlovic, 2020, 17 ff.; Husenbeth, 2021, 71 ff.).

In der vorliegenden Arbeit werden Erkenntnisleitende Thesen immer dann herausgestellt, wenn innerhalb des Forschungsprozesses eine *wesentliche* Erkenntnis entsteht, welche festgehalten werden soll. Diese Hypothesen können Interpretationen, Konklusionen oder Schlussfolgerungen sein, welche bei der Erkundung des emergierenden Forschungsfeldes vorgenommen werden. Um festzustellen, was *wesentlich* ist, schlägt PIJETLOVIC (2020) das Kriterium des *Unterschieds zum Bisherigen* vor. Demnach sind nur diejenigen beobachteten Unterscheidungen zu nennen, welche einen Unterschied zum bisherigen Konsens aufweisen (S. 13). So gesehen sind

die Erkenntnisse dann wesentlich, wenn sie *anders* als das *Alte* sind. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Entdeckung des Neuen nicht der Wiederentdeckung des Alten (aber als neu propagierten) gleichkommt (Eberle, 2011, S. 21).<sup>15</sup> Die Anforderungen an Erkenntnisleitende Thesen sind in Tabelle 2.2 dargestellt und werden im Folgenden erläutert.

**Tabelle 2.2***Anforderungen an Erkenntnisleitende Thesen*

Anforderung	Beschreibung
Plausibilität	Inwiefern kann die Erkenntnisleitende These trotz neuartigem Charakter als plausibel angenommen werden? Hierzu kann das Wissen oder die Meinung fachkundiger Expert*innen sowie theoretische Befunde der Literatur herangezogen werden.
Intersubjektive Nachvollziehbarkeit	Inwiefern wurde der Schlussfolgerungsablauf zur Erlangung von Erkenntnisleitenden Thesen im Sinne des Explikationsprinzips hinreichend dokumentiert? Das Ziel hiervon ist, dass gemachte Unterscheidungen und Interpretationen nachvollzogen werden können.
Neuartigkeit	Inwiefern stellt die erkenntnisleitende These einen neuartigen und eventuell abduktiven Zusammenhang zwischen Themenfeldern her, ohne den Kriterien der „intersubjektiven Nachvollziehbarkeit“ und „Plausibilität“ entgegenzuwirken?
Nützlichkeit	Inwiefern ermöglicht die erkenntnisleitende These dem Erkennenden, anschlussfähige Entscheidungen zu treffen?
Kontraindikation	Inwiefern stellt die erkenntnisleitende These die bestehenden Denkmuster in Frage, regt zu intensivem Austausch und Diskussionen an und entspricht dennoch den Kriterien „Plausibilität“ und „Nützlichkeit“?

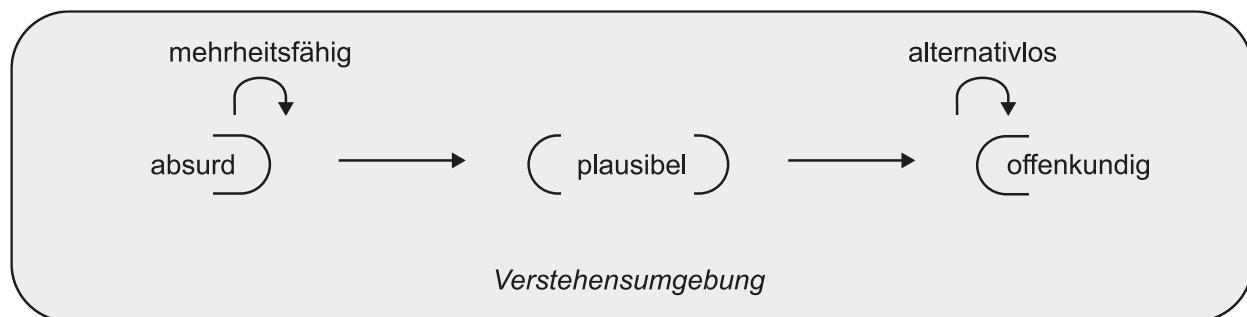
*Anmerkung.* in Anlehnung an Pijetlovic (2020, S. 15 ff.) und Husenbeth (2021, S. 17 ff.).

<sup>15</sup> Die „Wiederentdeckung des Alten/Bekannten“ zu umgehen, ist ein ambitioniertes Kriterium (Eberle, 2011, S. 21). Es müsste ausgeschlossen werden, dass die vorliegende Erkenntnis bisher noch nie durch andere Forscher\*innen etabliert worden ist. Dementgegen steht die lokale Logik (lokales System), denn es ist nicht möglich, Kenntnis von allen jemals getroffenen Unterscheidungen zu erlangen. Es handelt sich also bestenfalls um den Versuch, nicht das Bekannte wiederzuentdecken, bei vollem Bewusstsein des vermutlichen Nichterreichens.

### 2.3.1 Plausibilität

Eine Hypothese sollte im besten Fall plausibel sein (Lamnek & Krell, 2016, S. 109). Entgegen der Annahme scheint es in der Literatur keinen Konsens darüber zu geben, wann eine Aussage als plausibel einzustufen ist (Koch, 2002, S. 194; Böhnert & Reszke, 2014, S. 42; Winko, 2015, S. 487). Es kann festgehalten werden, dass Aussagen über Plausibilität weder Auskunft über den Wahrheitsgehalt noch die Qualität zugrundeliegender Thesen implizieren (Böhnert & Reszke, 2014, S. 40; Winko, 2015, S. 484).

Im ursprünglichen Sinne bedeutet Plausibilität so viel wie *Stimmigkeit* oder *Richtigkeit* (Kuhn-Rahloff, 2012, S. 8). LUHMANN (1980) schreibt Aussagen das Attribut der Plausibilität zu, wenn sie „[...] ohne weitere Begründung einleuchten und man erwarten kann, daß sie auch anderen einleuchten“ (zitiert nach Böhnert & Reszke, 2014, S. 49). Der Terminus der *Anderen* impliziert hierbei, dass es nicht *plausibel*, sondern *plausibel für jemanden* sein muss. Dieser *Jemand* gleicht sein Plausibilitätsverständnis üblicherweise mit der Gesellschaft und sozialen Kontexten ab (Kuhn-Rahloff, 2012, S. 9; Winko, 2015, 497 f.).



**Abb. 2.3** Verstehensumgebung der Anforderung Plausibilität. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pjetlovic 2020, S. 22)

LUHMANN verzichtet in seiner Definition auf die Notwendigkeit einer argumentativen Untermauerung der betreffenden Aussage, denn Plausibilität setzt voraus, dass eine Aussage bereits ohne Zugeben von Argumentation plausibel ist. Darüber hinaus soll die Plausibilität nach diesem Verständnis eine Alternativlosigkeit implizieren. Alternativlose Aussagen, die ohne weitere Erklärung und Argumentation für dritte Personen plausibel erscheinen, sind aus Sicht des Verfassers tendenziell *offenkundig*. BÖHNERT UND RESZKE vertreten die Meinung, dass nur das plausibel sein kann, was noch nicht offenkundig ist. Das Gegenteil hiervon sind absurde oder auch haltlose Aussagen, die schlichtweg nicht *mehrheitsfähig* sind (2014, S. 50).

Um dieser Unklarheit zu begegnen, soll sich in Aushalten geübt werden, indem akzeptiert wird, dass es *das Plausible* nicht gibt. Vielmehr bewegt sich die Plausibilität in einem Spannungsfeld, was nach BÖHNERT UND RESZKE (2014) innerhalb einer *Verstehensumgebung* eingeordnet werden kann (S. 45). Ein Kontinuum könnte lauten, dass alles, was nicht entweder *offenkundig* oder *absurd* ist, wohl plausibel sein muss. Das Konzept der Verstehensumgebung für die Anforderung der Plausibilität ist in Abb. 2.3 dargestellt. Auch die weiteren Anforderungen sollen in das Format der Verstehensumgebungen eingebettet werden.

### 2.3.2 Intersubjektive Nachvollziehbarkeit

Wie zuvor erläutert, ist die *intersubjektive Nachvollziehbarkeit* ein Kriterium, welches den Mangel an Objektivität (gegeben durch die qualitative und erkundende Forschungsmethodologie) auszugleichen versucht. Eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit ist dann gegeben, wenn Dritte anhand des zugrunde liegenden Datenmaterials den Schlussfolgerungsprozess hin zu den Erkenntnisleitenden Thesen verfolgen können (Pijetlovic, 2020, 22 ff.).

Dies deckt sich mit den Ausführungen von STEINKE (2000), welche die *Dokumentation des Forschungsprozesses* als einen maßgeblichen Weg (von mehreren) zur intersubjektiven Nachvollziehbarkeit nennt (S. 320). Sinnvollerweise gilt es, insbesondere den Erkenntnisprozess bzw. die Auswertung des Datenmaterials hinreichend zu dokumentieren. Dennoch sollte nicht vergessen werden, dass auch die Erarbeitung eines Vorverständnisses, Transkriptionsregeln, die Diskussion der Angemessenheit von Methoden sowie weitere Entscheidungen im Laufe des Forschungsprozesses auch zu einer vollständigen Dokumentation zählen (Steinke, 2000, S. 320).

Zur Darstellung eines Kontinuums im Sinne einer Verstehensumgebung (siehe Abb. 2.4) wird bei der Wahl zweier Polaritäten der Vorschlag PIJETLOVICS (2020) verwendet, welcher die Nachvollziehbarkeit in einem Spannungsfeld zwischen *unklar* und *transparent* verortet (S. 23).



**Abb. 2.4** Verstehensumgebung der Anforderung Intersubjektive Nachvollziehbarkeit. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pijetlovic, 2020, S. 24)

Wenn die Nachvollziehbarkeit einer Erkenntnisleitenden These nicht gegeben ist, dann ist sie unklar. Dies wäre der Fall, wenn entweder keine Dokumentation des Weges vom Datenmaterial zur Erkenntnis hin geschieht oder diese Dokumentation einer dritten Person dermaßen unplausibel erscheint, dass selbst die Dokumentation keine Nachvollziehbarkeit der Erkenntnis herstellt (und dies auch nicht zu erwarten wäre).

Hier geht es um den *intersubjektiven* Charakter der Nachvollziehbarkeit – d. h., mehrere Personen müssen die Dokumentation der Erkenntnis als nachvollziehbar einordnen.<sup>16</sup>

Es wäre möglich, eine Dokumentation aller Gedankengänge und Zwischenschritte insoweit vorzunehmen, als dass der Weg zur Erkenntnis mehr als nur nachvollziehbar erscheint – er wird *transparent* offengelegt.

Nun mag sich die Frage stellen, inwiefern die Ambition, eine Transparenz bezüglich der Erkenntnisgewinnung herzustellen, die eigentliche Intention der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit sein sollte. Dies wäre auch im Sinne der Nachvollziehbarkeitsdefinition nach STEINKE (2000, S. 320). Was dies angeht, soll auf das Spannungsfeld aus Abb. 2.4 verwiesen werden.

Die Annäherung an eine Transparenz der Dokumentation von Erkenntnisleitenden Thesen sollte angestrebt werden. Wenn dieser Versuch darin resultiert, dass die Erkenntnisleitenden Thesen zumindest nachvollziehbar sind, dann ist aus Sicht des Verfassers das Kriterium der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit hinreichend erfüllt<sup>17</sup>. Nur die unklare Dokumentation von Erkenntnisleitenden Thesen sollte tunlichst vermieden werden.

### 2.3.3 Neuartigkeit

Während die vorherigen Anforderungen Plausibilität und intersubjektive Nachvollziehbarkeit sicherlich ebenso anwendbar auf *herkömmliche* Hypothesen sind, ist die Neuartigkeit charakterisierend für die Erkenntnisleitenden Thesen. Die Hypothesenarbeit innerhalb der quantitativen Forschung hat eine prüfende (validierende) Funktion zu *bekannten* Sachverhalten. Häufig werden also Phänomene beobachtet und dazugehörige *Ursache-Wirkungs-Beziehungen* vermutet (Popper, 1935, S. 1).

<sup>16</sup> Wenn die Dokumentation des Weges vom Datenmaterial hin zu der Erkenntnis einer dritten Person unplausibel erscheint, dann stellt sich wohl die Frage, inwiefern dies an der dritten Person liegt oder ob eine Nachvollziehbarkeit mithilfe der Dokumentation erwartbar ist. Demnach wäre es sinnvoll, die Nachvollziehbarkeit durch fachkundige Dritte einschätzen zu lassen, um diesbezüglich eine Aussage treffen zu können.

<sup>17</sup> PIJETLOVIC (2020) diskutiert die Diskrepanz zwischen transparent und nachvollziehbar auch unter dem Gesichtspunkt der Machbarkeit. Die vollständige Sichtung des gesamten Datenmaterials durch Dritte ist ambitioniert und zeitaufwendig (S.23).

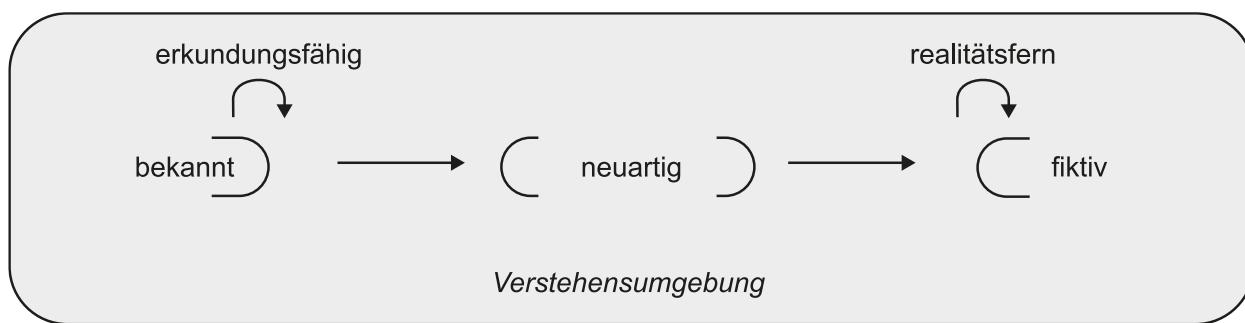
Dieses deduktive Schlussfolgern ist *tautologischer* Natur - d. h. es besagt nichts *Neues*. Darüber hinaus wird der Untersuchungsgegenstand *wahrheitsübertragend* abgehandelt, indem eine gültige Regel angewendet wird und somit das Ergebnis der Regelanwendung ebenfalls gültig ist. Insofern träfe es zu, dass innerhalb des Deduzierens nur die Wiederkehr des Bekannten und Bewährten gefunden werden kann (Reichertz, 1999, S. 52). Dieses Verfahren lässt kaum kreative Freiheiten zu, um etwas Neues entstehen zu lassen.

Im Gegensatz zu den beschriebenen deduktiven Ansätzen beschäftigen sich Erkenntnisleitende Thesen mit dem *Unbekannten* und haben daher keine Prüfungsfunktion, sondern eine *Entdeckungsfunktion*. Im Sinne der Entdeckungsfunktion ist es wünschenswert, wenn Erkenntnisleitende Thesen möglichst neuartiges Wissen implizieren.

Was als *neu* oder *neuartig* gelten darf, ist in der Wissenschaft seit jeher ein Diskussionsgegenstand. Überlegungen von PLATON konstituierten, dass alle relevanten Unterscheidungen durch Menschen bereits getroffen wurden - sie müssen nur noch entdeckt werden. PEIRCE lehnt diesen Gedanken ab und führt aus, es handle sich beim Neuartigen stets um die Erweiterung eines gesellschaftlichen Wissensbestands (Reichertz, 2016, 132 f.). Eine Limitation dessen ist, dass Neuartigkeit abhängig von den Beobachter\*innen ist, denn individuelle Wissensbestände weichen voneinander ab – was für die eine Person neu erscheint, ist für die andere Person längst bekannt (Pijetlovic, 2020, S. 17).

Um die Anforderung der Neuartigkeit adäquater einordnen zu können, soll diese in einem Spannungsfeld zwischen *bekannt* und *fiktiv* dargestellt werden (siehe Abb. 2.5). Neuartigkeit kann entstehen, sofern etwas Bekanntes durch einen kreativen und schöpferischen Prozess neu entdeckt oder erkundet wird. Neuartiges kann um weitere Konstruktionen angereichert werden, sodass zu gegebenen Zeitpunkt eine realitätsferne Wahrheit konstruiert wird, welche dann als *fiktiv* eingestuft wird. Dies geschieht, wenn abduktive Denkprozesse zu sehr von der Realität abweichen.

Wenn es um das Lesen der Verstehenumgebungen geht, lädt der Verfasser dazu ein, das Erreichen der jeweiligen Enden der Kontinuen (in dem Fall: bekannt und fiktiv) nicht als *diskreditierend* abzutun. Wenn die Erkenntnisleitende These bspw. als realitätsfern und deshalb fiktiv eingestuft wird, dann muss dies nicht zwangsläufig *schlecht* sein. Die Verstehenumgebungen helfen lediglich, die Thesen hinsichtlich ihrer Charakteristika unterscheiden und einstufen zu können.



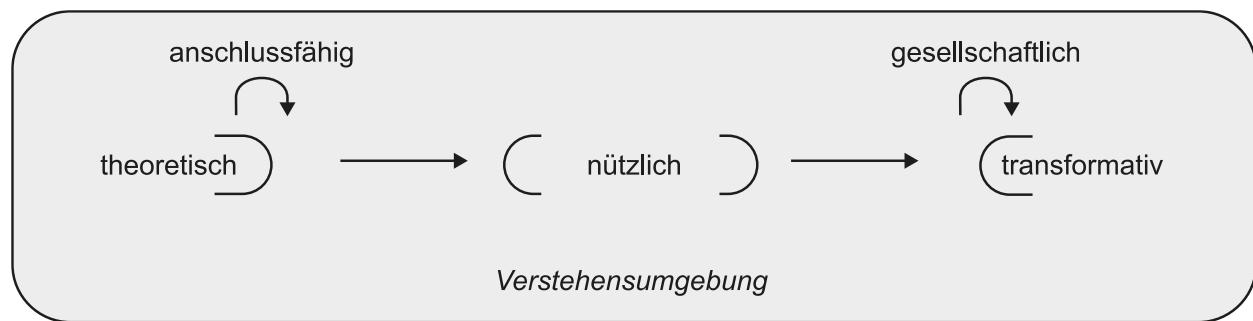
**Abb. 2.5** Verstehenumgebung der Anforderung Neuartigkeit. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pijetlovic, 2020, S. 18)

### 2.3.4 Nützlichkeit

Die *Nützlichkeit* als Anforderung für Erkenntnisleitende Thesen aufzunehmen, geht auf die Ausführungen von HUSENBETH (2021) zurück (S. 77 ff.). Aufgrund des Charakters der Erkundungsforschung ist das Gütekriterium der *Objektivität* durch die Annahme des Konstruktivismus schwierig darstellbar und wird daher durch die *intersubjektive Nachvollziehbarkeit* (siehe Abschnitt 2.3.2) ersetzt. Die Qualität der quantitativen Forschung besteht im *Wahrheitsgehalt*, welcher üblicherweise anhand der Objektivität eingeschätzt wird. Gemäß MÜLLER-CHRIST UND PIJETLOVIC (2018) wird bei Betreten der Erkundungsforschung anstatt der Objektivität das Gütekriterium der *Qualität der Nützlichkeit* fokussiert (S. 5).

Die Nützlichkeit beschäftigt sich grundsätzlich mit der Frage: „Hilft die Erkenntnis jemandem, neue und anschlussfähige Schritte tun zu können?“ (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 5). Der Verfasser versucht die Nützlichkeit nun im Folgenden in einem Spannungsfeld abzubilden (siehe Abb. 2.6.). Ein Vorschlag für ein Kontinuum ist die Nützlichkeit zwischen den Terminen *theoretisch* und *transformativ*.

Einige Befunde sind und bleiben theoretisch, wenn sie keinen Anschluss finden. Eine Mehrheit der Gesellschaft stuft die Erkenntnis als nicht anschlussfähig ein, sodass diese Erkenntnis eine geringe Güte im Sinne der Nützlichkeit besitzt. Findet die Erkenntnis allerdings in großen Teilen der Gesellschaft und vor allem in der Wirtschaft Anschluss, dann ist davon auszugehen, dass auf Basis dieses Wissens Handlungen motiviert werden. Das Wissen ist in diesem Fall so anschlussfähig, dass es über den Status der Nützlichkeit hinauswächst und tatsächlich eine gesellschaftliche Änderung bzw. Transformation herbeiführt.



**Abb. 2.6** Verstehensumgebung der Anforderung Nützlichkeit. (Quelle: Eigene Darstellung)

### 2.3.5 Kontraindikation

Die Anforderung der *Kontraindikation* nimmt Bezug zu gegenwärtigen und vorherrschenden Auffassungen des Untersuchungsgegenstandes. Erkenntnisleitende Thesen können einen kontraindiktiven Anteil beinhalten – d. h., sie geben genau das Gegenteil von dem wieder, was als Konsens vorherrscht. Sie sind insofern *irritierend*<sup>18</sup>.

Die These wird dahingehend untersucht, welche Beziehung sie zum bisherigen Wissenstand aufweist. SCHUMPETER (2003) erforscht diesen Zusammenhang bezogen auf die Wirkweise von Innovationen im Rahmen seiner Theoriebildung zum Kapitalismus (S. 81 ff.).

Er stellt fest, dass das, was wir als kontraindikativ bezeichnen, einen Prozess der *schöpferischen Zerstörung* haben kann. Diese sei notwendig, um bspw. die Entwicklung der Wirtschaft durch die Entdeckung neuer innovativer Technologien, voranzutreiben. Der zerstörerische Anteil hierbei ist, dass etablierte Ansichten und Technologien ausgetauscht und *umgeworfen* werden (Schumpeter, 2003, S. 83; Pijetlovic, 2020, S. 19).

Das Wort *Zerstörung* ist zwar negativ konnotiert, allerdings geht es nicht um die physikalische Zerstörung, sondern um eine kreative Schöpfkraft, die einen Paradigmenwechsel einzuleiten vermag. Wenn eine These durch ihren zerstörerischen Charakter an ein Extrem gerät, ist das nicht sofort als etwas *Schlechtes* zu sehen.

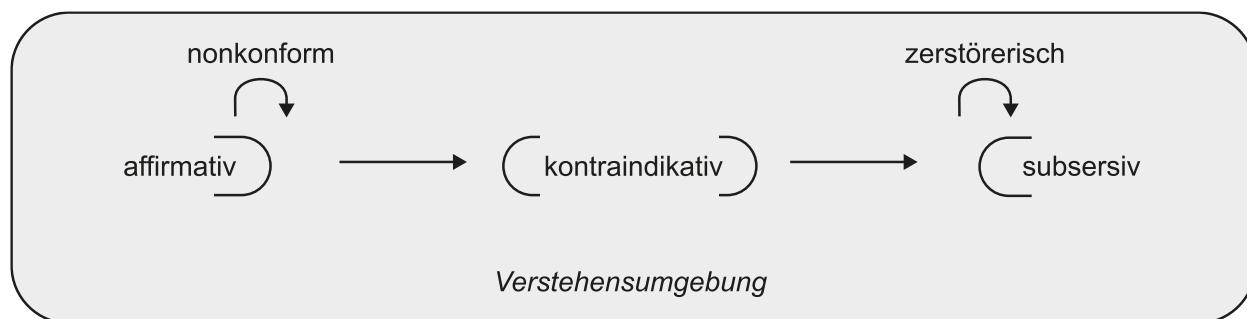
CHRISTENSEN (2008) reichert das Verständnis SCHUMPETERS an, indem er den Begriff der *Disruption* etabliert. Disruptive Brüche sind also diejenigen kontraindiktiven Entdeckungen, die

<sup>18</sup> *Irritierend* kann im alltäglichen Sprachgebrauch für die Bezeichnung von etwas *Kuriosem* verwendet werden. Die Wahl des Begriffs ist an dieser Stelle beabsichtigt und lehnt an das Irritationsverständnis nach MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC an, welche die Irritation als eine erkenntisfördernde Wahrnehmungsstufe beschreiben. Die Irritation über kontraindiktive Zusammenhänge verursachen ein *Wachwerden* gegenüber schöpferischen Beobachtens (2018, S. V).

den gesamten Markt neu sortieren, sodass ein Teil dessen der Obsoleszenz<sup>19</sup> verfällt (Petersen, 2000, S. 120). Dieser subversive Charakter wird in die Verstehensumgebung als Polarität aufgenommen (siehe Abb. 2.7).

Die gegensätzliche Polarität ist die Affirmation. Demzufolge wird eine Aussage, Situation oder Handlung tendenziell positiv bewertet – der Blickwinkel ist insofern *bestätigend* und die Erkenntnis *konform* (Pijetlovic, 2020, S. 19). Auch CHRISTENSEN (2008) unterscheidet zwischen disruptiven Entwicklungen und *erhaltenen Entwicklungen*. Die erhaltenen Entwicklungen beinhalten, wenn überhaupt, eine *inkrementelle* Veränderung des Status Quo (S. 10 f.).

Wird das Affirmative also nonkonform, kritisch oder alternativ betrachtet, wird es kontraindikativ – durch die Hinzunahme eines zerstörerischen Charakters wird es subversiv.



**Abb. 2.7** Verstehensumgebung der Anforderung Kontraindikation. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pijetlovic, 2020, S. 19)

<sup>19</sup> **Obsoleszenz** ist ursprünglich als eine *Abnutzung* definiert. So bezeichnet HÜBNER (2013) im Rahmen ihrer Konsumenten- und Verbraucherforschung die Obsoleszenz als den geplanten Verschleiß von Gütern. Obsoleszenz ist gleichzeitig die Bezeichnung des *Obsoletwerdens* – etwas wird hinfällig. Beispielsweise durch wegweisende disruptive Erfindungen wie iHMe das iPhone werden die Produkte des bisherigen Marktes obsolet (Christensen, 2008, S. 39).

### 3 Nachhaltigkeit in der Lehre

#### 3.1 Was ist Nachhaltigkeit?

Kaum ein Begriff wird in den Überlegungen zur Sicherung der heutigen und zukünftigen Generationen gründlicher debattiert als die *Nachhaltigkeit* (de Haan et al., 2008, S. 11; Kuhlman & Farrington, 2010, S. 3437; Wiek et al., 2011, S. 203; Bräutigam, 2014, S. XI; Groschupp, 2022, S. 25; Weiser et al., 2022, S. 53).

Bevor auf die *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BNE) eingegangen wird, ist es notwendig, den Begriff gründlich zu definieren und zu einem Nachhaltigkeitsverständnis zu gelangen. Wenn nicht klar definiert ist, was Nachhaltigkeit ist und was als *nachhaltig* gelten darf, dann können auch keine Handlungsempfehlungen erarbeitet werden und somit auch keine gesellschaftliche Veränderung herbeigeführt werden (de Haan et al., 2008, S. 14).

Der Begriff der Nachhaltigkeit entstand erstmalig in der Forstwirtschaft und beschrieb ein Prinzip der Holznutzung, in welchem den Wäldern nur so viel Holz entnommen werden darf, wie in dem betreffenden Zeitraum nachwachsen kann. Somit geht die ursprüngliche Bedeutung auf ein ressourcenökonomisches Verständnis der *Substanzerhaltung* zurück (Carlowitz, 1713, nach Bräutigam, 2014, S. 2).

Auch wenn dieses ursprüngliche Verständnis unter Berücksichtigung der heutigen Ressourcenknappheit zutreffend erscheint, wird der Begriff in vielzähligen Kontexten diskutiert (Müller-Christ et al., 2015, S. 47). Diese Kontexte reichen mittlerweile weit über ein rein ressourcenökonomisches Verständnis oder den bloßen *Umweltschutz* hinweg. Ein um die soziale Komponente erweiterter Nachhaltigkeitsbegriff lässt sich aus dem *Brundtland-Report* der *World Commission on Environment and Development* (WCED) aus dem Jahre 1987 entnehmen.

„[...] make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present  
without compromising the ability of future generations [...]“<sup>20</sup>  
(WCED, 1987, S. 16)

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass es um die Entwicklung einer globalen Einheit – und somit auch um *Gerechtigkeit*<sup>21</sup> geht. Nachhaltigkeit vereint in diesem Zuge ökologische und so-

<sup>20</sup> Sinngemäße Übersetzung: Die Entwicklung der Nachhaltigkeit soll so gestaltet sein, dass sie den heutigen Ansprüchen nachkommen kann, ohne die Bedürfnisse folgender Generationen einzuschränken.

ziale Vorstellungen. Im weiteren Verlauf der Begriffsbildung wird die Nachhaltigkeit in drei Dimensionen aufgeteilt. Die Vereinten Nationen halten in der *Agenda for Development* Folgendes fest:

*"[...] Development is a multidimensional undertaking to achieve a higher quality of life for all people. Economic development, social development and environmental protection are interdependent and mutually reinforcing components of sustainable development."*<sup>22</sup>

(UN - Vereinte Nationen, 1997, 1 f.)

Es wird nunmehr klar, dass es sich bei Nachhaltigkeit um ein *Bewusstsein* handelt, welches die *Bedürfnisse* jedes einzelnen mit den *begrenzten Ressourcen* des Planeten miteinander zu vereinbaren versucht. Dieses Bewusstsein wird erweitert um den gesellschaftlichen und sozialen Aspekt, welcher wiederum zwischen *kurzfristigen* und *langfristigen* Folgen balanciert und somit eine *generationsübergreifende* Rücksichtnahme impliziert (Kuhlman & Farrington, 2010, S. 3438).

Die Aussicht, nach dieser ideologischen Denkweise zu handeln, mag schwierig erscheinen, weshalb die gesellschaftliche Narrative sich häufig der Vorteilsdenkweise als Anreiz zur Etablierung von Nachhaltigkeit bedient. Nachhaltigkeit muss sich demzufolge wirtschaftlich lohnen. Sie wird als eine kurzfristige *Win-Win-Situation* und nicht zuletzt als langfristiger Erfolg erzählt (Müller-Christ et al., 2015, S. 29). Dementgegen steht allerdings die weit verbreitete Annahme, dass die Umsetzung nachhaltiger Entscheidungen Kosten mit sich trägt – so laufen diese Entscheidungen trotz aller Versprechungen Gefahr, im organisationalem Kontext der reinen Philanthropie abgetan zu werden (Schaltegger, 2017, S. 81).

<sup>21</sup> Gerechtigkeit im Sinne von **intragenerationaler Gerechtigkeit** und **intergenerationaler Gerechtigkeit**. Die intragenerationale Gerechtigkeit fordert dieselben Lebenschancen und -qualitäten für alle lebenden Menschen, während die intergenerationale auf Verpflichtungen gegenüber künftigen Generationen abzielt (de Haan & Harenberg, 1999, S. 11).

<sup>22</sup> Sinngemäße Übersetzung: [...] Die Nachhaltige Entwicklung ist ein multidimensionaler Ansatz, welcher nunmehr die hohe Lebensqualität für alle anzustreben versucht. Dabei wirken das Wirtschaftswachstum, die Entwicklung der sozialen Gesellschaften sowie der Schutz der Umwelt gemeinsam, um eine Nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten.

Wird sich also aus wirtschaftlichen Gründen gegen das Tragen von Mehrkosten nachhaltiger Maßnahmen entschieden, führt das aus Sicht von LESSENICH zu einer *Ungleichheitsstruktur* (2016, S. 19). In dieser Ungleichheitsstruktur herrscht folgender Zusammenhang:

*"Es geht den einen »gut« bzw. besser, weil es den anderen »schlecht« oder jedenfalls weniger gut geht."*  
(Lessenich, 2016, S. 19)

LESSENICH (2016) beschreibt etwas, was sich als *Rückkopplung* verstehen lässt. Unternehmen *externalisieren* ihre Entscheidungen von innen nach außen (S.19). Dieser Vorgang lässt sich auf hohe Sozialeinheiten übertragen, indem bspw. reiche, hochindustrialisierte Gesellschaften die negativen Effekte ihres Handelns auf die armen, weniger entwickelten Gesellschaften und dessen Bevölkerungen abwälzen (Lessenich, 2016, S. 19). Es gibt dabei kaum einen blinden Fleck, in welchem diese Rückkopplungsprozesse nicht existieren würden. Somit ist jede\*r (nicht nur Menschen) Teil eines *sozial-ökologischen Systems* (Frey, 2018, 4 f.).

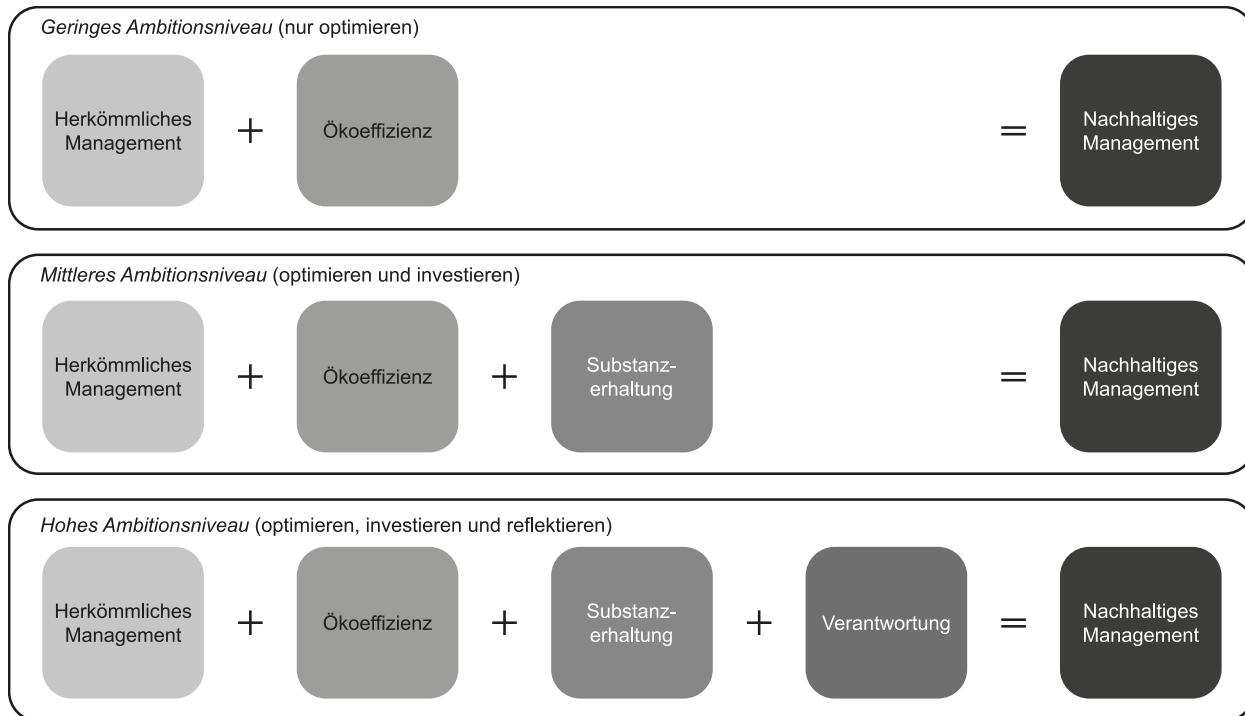
Innerhalb dieses Systems besteht ein *Dilemma* darin, dass die Nebenwirkungen des Handels der industrialisierten Gesellschaften nicht verringert werden können, ohne die Hauptwirkungen (hoher Lebensstandard, Mobilität etc.) dafür anpassen zu müssen. Unter Berücksichtigung der vorherrschenden Ressourcenknappheit ist die Aufrechterhaltung eines nebenwirkungsfreien Lebensstandards (für alle) schlichtweg *nicht möglich* (Müller-Christ, 2007, 20 ff.; 2012, 153 ff.). Genau dieses Dilemma in Entscheidungsfindungen soll für die vorliegende Arbeit das charakteristische Merkmal eines Nachhaltigkeitsverständnisses darstellen – diese Dilemmata können nur mittels *Trade-Offs* bewältigt werden. Trade Offs sind *Limitationen*, die für ein gewünschtes Resultat in Kauf genommen werden müssen (Giesenbauer, 2021a, S. 12).<sup>23</sup> Diese tauchen immer dann auf, wenn es zwei gegensätzliche Entscheidungsprämissen miteinander zu vereinbaren gilt (Müller-Christ, 2020, 245 ff.).

Auch wenn die Kenntnis um das Teilhaben in einem komplexen sozial-ökologischen System ein erster richtiger Schritt ist, herrscht wohl immernoch eine Ahnungslosigkeit, inwiefern mit diesen Rückkopplungsprozessen und Dilemmata hauszuhalten ist. Um dieser Unsicherheit zu begegnen, bietet sich möglicherweise eine veränderte Fragestellung an. Statt zu fragen, *ob* Nach-

<sup>23</sup> Die Inkaufnahme von **Trade Offs** ist in diesem Fall auch der zentrale Unterschied gegenüber anderen Nachhaltigkeitsverständnissen. An dieser Stelle sei der *Triple Bottom Line* Ansatz genannt, welcher in seinen Grundzügen davon ausgeht, dass ökonomische und ökologische Kennzahlen miteinander vereinbar sind (Elkington, 1998, 18 ff.; 2006, 523 ff.). Dieser Ansatz könnte insofern als *Dilemma-unsensibel* bezeichnet werden.

haltigkeit notwendig ist, lohnt es sich womöglich eher zu fragen, welche Nachhaltigkeit notwendig ist.

MÜLLER-CHRIST bietet hierfür den Vorschlag zur Einteilung von Nachhaltigkeit in verschiedene *Ambitionsniveaus* an, welcher in Abb. 3.1 grafisch dargestellt ist (2020, 31 ff.). Die beschriebenen Unsicherheiten würden nicht existieren, wenn es die offenkundige allgemeingültige Logik gäbe, nach der alle Entscheidungen zufriedenstellend getroffen werden könnten. Nach dem vorliegenden Nachhaltigkeitsverständnis gibt es drei Prämissen, welche das Handeln bestimmen: *Öko-Effizienz*, *Substanzerhaltung* und *Verantwortung* – diese Prämissen befinden sich in einem sog. *Prämissengerangel* (Müller-Christ et al., 2015, 37 ff.). *Gerangel* deshalb, weil die einzelnen Prämissen nach menschlichem Empfinden je nach Situation in unterschiedlicher Rangordnung gelten – je mehr Prämissen wir gleichzeitig fokussieren, desto ambitionierter ist das dahinterliegende Nachhaltigkeitsverständnis. Die Darstellung der Ambitionsniveaus (Abb. 3.1) erfolgt anhand des *nachhaltigen Managements* von Organisationen. Die Entscheidungsprämissen und das nachhaltige Management lassen sich in gleicher Art und Weise auf den menschlichen Alltag übertragen.



**Abb. 3.1** Ambitionsniveaus eines nachhaltigen Managements. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Müller-Christ, 2020, S. 31)

Das *geringe Ambitionsniveau* beinhaltet die Prämisse der Öko-Effizienz. Diese Prämisse ist anschlussfähig an das herkömmliche Management, da die nachhaltigen Entscheidungen durch wirtschaftliche Vorteile gerechtfertigt werden, wodurch eine *Win-Win-Situation* entsteht<sup>24</sup>. Es ist für Unternehmen wirtschaftlich rational (nach herkömmlicher Logik), mit ihren Ressourcen effizient zu haushalten, weshalb hier die Nachhaltigkeit gemäß des vorliegenden Verständnisses kaum stattfindet (Müller-Christ, 2020, 32 f.).

Im *mittlerem Ambitionsniveau* gelten bisherige Entscheidungsprämissen mit der zusätzlichen Berücksichtigung der Substanzerhaltung, welche nunmehr das Merkmal des langfristigen Denkens inludiert. Die Substanzerhaltung erfordert Investitionen (Änderung der Hauptwirkung) um langfristig mit Ressourcen hauszuhalten. Diese Investitionen (Jetzt-für-dann-Entscheidungen) stehen im Konflikt mit der Öko-Effizienz, da sie keinen direkten Nutzen mit sich bringen. Die Schwierigkeit des mittleren Ambitionsniveaus besteht darin, die Spannungen zwischen den beiden Entscheidungsprämissen auszuhalten (Müller-Christ, 2020, 33 f.).

Für das Erreichen eines *hohen Ambitionsniveaus* ist zusätzlich das Tragen von Verantwortung erforderlich. Dies zu implementieren ist deshalb so schwierig, weil die bisherige Annahme, dass langfristiger Erfolg von Unternehmen nur durch die Gewinnoptimierung (mehr Ertrag als Aufwendungen) realisiert werden kann, einer systematischen *Rücksichtslosigkeit* gleichkommt (Müller-Christ, 2020, S. 34). Kosteneinsparung ist in dem sozial-ökologischen System gleichbedeutend mit der Gewinnschmälerung eines anderen – dass alle Beteiligten profitieren, ist unmöglich. Menschen und Unternehmen sind dazu angehalten, sich selbst zu beschränken, um negative Nebeneffekte auf Mensch und Natur zu minimieren. Diese Selbstbeschränkungen beinhalten entweder das Unterlassen vorteilsversprechender Handlungen aufgrund der Nebenwirkung auf andere oder die Investition in Vorsichtmaßnahmen zur Vermeidung von Nebenwirkungen. Dieser rücksichtsvolle Umgang mit den menschlichen und tierischen Ressourcen in Organisationen wird unter dem Begriff der *Corporate Social Responsibility* (CSR) behandelt (Müller-Christ, 2020, 34 f.).

Nachdem ein Nachhaltigkeitsverständnis mit verschiedenen Ambitionsniveaus aufgezeigt wurde, muss nun festgestellt werden, dass sich vor allem zwei Glaubenssätze aus der Vergangenheit nicht behaupten können. Zum einen führt das zunehmende Wissen über die negative Veränderung der biophysischen Welt, ihrer Ursachen und ihrer Auswirkungen nicht zu einer

<sup>24</sup> Beispiel: In der Produktion werden Technologien eingesetzt/verbessert, welche den Einsatz von Rohstoffen und Energie pro Erzeugung einer Produkteinheit verringern. Diese Einsparung ist ressourcenschonend und gleichzeitig kostensenkend. Diese Entscheidung fällt nicht schwer, da sie auch unter herkömmlichen ökonomischen Logiken rational ist.

automatischen Verhaltensänderung der gesamten Gesellschaft (Müller-Christ et al., 2015, S. 29). Zum anderen mögen nicht einmal die innovativsten Technologien dazu im Stande sein, ein *grünes* Wirtschaftswachstum zu entfachen, welches völlig im Einklang mit der kapitalistisch-marktwirtschaftlichen Ordnung geschehen kann (Blühdorn, 2020a, S. 83). Mit Akzeptanz der Glaubenssätze als nicht tragbar, wird ein *unsicherer* Raum betreten, in dem widersprüchliche Prämissen um ihre Bedeutung kämpfen, dessen Bewältigung am ehesten durch eine hinreichend durchdachte *Bildung für Nachhaltige Entwicklung* denkbar ist.

### 3.2 Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die aktuelle Entwicklung der Welt ist gekennzeichnet von einer Kaskade miteinander verknüpfter Krisen und Konflikte. Zu nennen seien an dieser Stelle der aktuelle Krieg in der Ukraine sowie humanitäre, Nahrungsmittel-, Energie- und Flüchtlingskrisen – gepaart mit dem mittlerweile ausgereiften Klimanotstand (UN - Vereinte Nationen, 2022, S. 2). Das erwähnte sozial-ökologische System ist durchzogen von Strukturen, welche Armut, Ungleichheit, Ressourcenverbrauch und den dramatischen Verlust an Biodiversität bisher nicht adäquat ausbalancieren konnten (Riess, 2013, S. 58; Steffen, Broadgate, et al., 2015, 84 ff.). Mit anderen Worten: Die Grenzen des Planeten Erde<sup>25</sup> sind erreicht (Steffen, Richardson, et al., 2015, 1 ff.).

Obwohl das Wissen zu Nachhaltigkeit gegeben ist, lässt sich weder eine gesellschaftliche Transformation erkennen, noch wird das Wissen im notwendigen Maß in die Tat umgesetzt (Müller-Christ et al., 2015, S. 29). Ein möglicher Ansatz, um dies zum Positiven zu wenden, wird möglicherweise unter dem Begriff *Nachhaltige Entwicklung* diskutiert.

Der Ursprung der Nachhaltigen Entwicklung ist im Brundtland-Report aus dem Jahre 1987 zu finden (WCED, 1987). Daraufhin berief die UN eine Konferenz über Umwelt und Entwicklung ein – die *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) – welche im Jahre 1992 in Rio de Janeiro abgehalten wurde. Die 170 Teilnehmerstaaten verabschiedeten die *Agenda 21*, welche sinnbildlich für das Aktionsprogramm des 21. Jahrhunderts stehen sollte (UN - Vereinte Nationen, 1992). Mit dieser Verabschiedung wurde der Begriff Nachhaltige Entwicklung endgültig gesellschaftlich salonfähig gemacht (Müller-Christ, 2020, S. 50).

Um eine Nachhaltige Entwicklung zu bewirken, braucht es eine Transformation der Gesellschaft. Eine *Transformative Bildung*<sup>26</sup> ist seit dem Gutachten des *Wissenschaftlichen Beirats der Bundesrepublik Globale Umweltveränderungen* (WBGU) Diskussionsgegenstand vieler Dialoge rund um das Thema der Nachhaltigen Entwicklung (2011, 23 ff.). Eine solche Transformative Bildung wird sich innerhalb der *Bildung für Nachhaltige Entwicklung* (BNE) versprochen (Rieckmann, 2017, S. 7).

<sup>25</sup> Die Metapher *Grenzen des Planeten* geht auf den **Planetary Boundary** Ansatz nach ROCKSTRÖM, ET AL. zurück (2009). Nach diesem wird tatsächlich versucht, einen Rahmen aufzuspannen, in dem der Planet Erde durch anthropogene Einflüsse weitgehend unsensibel reagiert. Wie diese Grenzen bemessen werden, wird von STEFFEN & BROADGATE, ET AL. weiterhin aufgegriffen und spezifiziert (2015).

<sup>26</sup> Der WBGU unterscheidet zwischen **Transformativer Bildung** und **Transformationsbildung** bzw. Transformativer Forschung und Transformationsforschung. Der grundlegende Unterschied ist, dass in der Transformationsbildung das theoretische Fundament für Transformation vermittelt wird, während die Transformative Bildung in ihrer Umsetzung eine Transformation bewirken soll - bspw. durch das Aushändigen von Handlungsempfehlungen sowie Lösungsansätzen. Für eine ausführliche Diskussion siehe (WBGU, 2011, 23 ff.).

Man könnte meinen, dass die erdrückende Faktenlage und (teilweise) emotionale Berichterstattung von Misserfolgen und verfehlten Klimazielen einer erfolgreichen Etablierung von BNE in die Karten spielen würde. Allerdings setzt die Narrative der scheiternden Welt (im Sinne der Nicht-Nachhaltigkeit) nicht nur Handlungsnotwendigkeit frei, sondern sorgt gleichermaßen für echte Besorgnis, existenzielle Ängste sowie Gelähmtheitsgefühle. Angesichts der schier erdrückenden Größe dieses globalen Problems sieht sich die BNE mit der Aufgabe konfrontiert, die Balance zu finden zwischen nüchterner Problemeinordnung auf der einen Seite und dem Erleben der Selbstwirksamkeit und Erfahren des Potenzials kollektiven Handelns auf der anderen Seite (Mohn, 2018, S. 170). Ein entsprechendes Verständnis einer BNE könnte demnach wie folgt lauten:

*"Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) ermöglicht Menschen, zukunfts-fähig zu denken und zu handeln, also die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die lokale Umwelt und auf Menschen in anderen Erdteilen zu verstehen, sich die Auswirkungen auf zukünftige Generationen vorstellen zu können, und daraufhin verantwortungsvolle Entscheidungen treffen zu können."*

(Bellina et al., 2019, S. 22)

Um die erhoffte Transformation herbeizuführen, muss die BNE spezifiziert werden bzw. für die Masse greifbar dargestellt werden – eine Anschlussfähigkeit muss hergestellt werden. Mit Etablierung der *Sustainable Development Goals* (SDGs) (siehe Abb. 3.2) unternehmen die UN einen Versuch der Spezifizierung (Blühdorn, 2020a, S. 86; Fischer et al., 2020, S. 65). Die UN-Mitgliedsstaaten einigten sich im Rahmen einer UN-Volksversammlung über die Verabschiebung von 17 neuen Nachhaltigkeitszielen – und 169 dazugehörigen Unterzielen (UN - Vereinte Nationen, 2015).



**Abb. 3.2** Die 17 Sustainable Development Goals. (Quelle: [globalgoals.org/resources/](http://globalgoals.org/resources/))<sup>27</sup>

Die SDGs teilen ein bis hierhin diffuses Nachhaltigkeitsziel in 17 einzelne Ziele auf, welche prägnanter und greifbarer erscheinen sollen (UN - Vereinte Nationen, 2015). Dabei werden alle Dimensionen vorheriger Definitionen in den einzelnen SDGs berücksichtigt. Bspw. die Bekämpfung von Ungleichheiten, Umweltschutz, Emissionseinsparung, langfristiges wirtschaftliches Wachstum sowie Frieden und Bildung für die gesamte Menschheit sind in den SDGs abgebildet. Mithilfe dieser Kategorisierung fällt es einer BNE leichter, ein übermächtiges Problem in Einheiten einzuteilen.

Dennoch lohnt sich die Betrachtung der SDGs aus systemischer Perspektive deshalb, weil das große Ziel der nachhaltigen Welt eben nicht in kleinere Problemstellungen aufteilbar ist – die Dimensionen der Nachhaltigkeit sind ineinander verschachtelt. So weist auch MÜLLER-CHRIST darauf hin, dass die Verfolgung einzelner SDGs – beispielsweise die Industrialisierung von Entwicklungsländern zur Bekämpfung von interkontinentalen Ungleichheiten (SDG 10) – gleichzeitig im Konflikt zu einem anderen SDG stehen kann – in diesem Fall würde die Natur (SDG 13) darunter leiden. Also sind auch die SDGs untereinander von Widersprüchen und Dilemmata durchzogen (2020, S. 46).

<sup>27</sup> Die einzelnen Kacheln der SDGs sind im Original mit bunten Farben versehen. So hat jedes SDG eine individuelle und wiedererkennbare Farbe. Die Grafiken der vorliegenden Arbeit sind im Sinne der Ressourceneinsparung nur in Graustufen illustriert, weshalb das Merkmal der Farben an dieser Stelle nicht zur Geltung kommen kann – dennoch aber einen vermutlichen großen Teil der Beliebtheit ausmacht.

Dies tut dem Konzept der SDGs zwar keinen Abbruch – denn die Etablierung der SDG sorgt aus Sicht des Verfassers sehr wohl für eine erhöhte Anschlussfähigkeit der Nachhaltigen Entwicklung<sup>28</sup> – jedoch darf nicht übersehen werden, dass auch hier eine hohe Komplexitätsbewältigung vonnöten ist. Das große Problem, wird durch die verbesserte Anschlussfähigkeit und der übersichtlichen Aufbereitung nicht weniger komplex.

Aus diesem Grund muss das Potenzial einer BNE in die Bildungskanäle der globalen Gesellschaften eingebettet werden. Hier gibt es verschiedene Anlaufstellen, wobei sich grundsätzlich festhalten lässt, dass die Hochschulen – in der Literatur bezeichnet als *Higher Education* (HE) – der BNE bisher am ehesten zugeneigt sind<sup>29</sup> (Kohler & Siegmund, 2021, S. 636). Ihnen wird sogar eine Schlüsselrolle innerhalb der BNE zugeschrieben, da sie im Gegensatz zu anderen Bildungsinstanzen die wissenschaftliche Bildung vorantreiben können. Durch die Hochschulen werden die Studierenden

*"[...] befähigt, sich nicht nur fundiert mit wissenschaftlichen Erkenntnissen auseinander zu setzen und Informationen und Debatten auf ihre Validität zu prüfen, sondern auch dazu, selbst neues Wissen zu generieren."*

(Bellina et al., 2019, S. 28)

Was das Aufnehmen, Prüfen und Generieren von Wissen noch nicht zu leisten vermag, ist das Ändern der konkreten Handlungen von Studierenden. Dass die Menschheit als vornehmliche *Wissensgesellschaft* über zunehmend mehr Wissen verfügt, ist keine neue Erkenntnis – genau wie die Feststellung, dass dieses zunehmende Wissen nicht automatisch in Handlungen übertragen wird (Rost, 2002, S. 9). Dementsprechend liegt es nahe, die *Lücke* zwischen Wissen und Handlungen nicht mit der Vermittlung von noch mehr Wissen zu füllen. Die BNE muss hierfür möglicherweise Kompetenzen vermitteln (de Haan & Harenberg, 1999, 33 ff.; Streiling et al., 2019, 266 ff.).

---

<sup>28</sup> Unternehmen fangen an, innerhalb ihrer CSR aufzuzeigen, inwiefern sie die Ziele der 17 SDGs verfolgen und Fortschritte erzielen. Häufig geben Unternehmen auch an, alle SDGs zeitgleich zu verfolgen (Müller-Christ, 2020, S. 46).

<sup>29</sup> MÜLLER-CHRIST ET AL. (2018) nennen vier verschiedene Bildungsstufen, in denen die BNE stattfindet: die fröhkindliche Bildung, die Schule, die Hochschule sowie die berufliche Bildung.

### 3.3 Kernkompetenzen für eine nachhaltige Transformation

In den vorangegangenen Abschnitten wurde erläutert, weshalb es nicht nur Wissen, sondern insbesondere Kompetenzen benötigt, um Studierende zu verantwortungsvollem Handeln zu ermutigen (Rost, 2002, S. 11; Rost et al., 2004, 111 ff.; Wiek et al., 2011, S. 203; Giesenbauer, 2021b, S. 51). Bevor auf die einzelnen Kompetenzen eingegangen wird, soll herausgestellt werden, was es bedeutet, kompetenzorientierte BNE anzubieten.

Trotz der Dringlichkeit des Klimawandels und der zunehmenden Annäherung an die *Planetary Boundaries* darf nicht vergessen werden, dass diese Dringlichkeit nur eine Empfehlung bleiben darf. Das Emanzipieren von Studierenden, Kindern und auch allen weiteren Gruppen dieser Gesellschaft darf nicht zu einer Instrumentalisierung für die Umsetzung von Normen und Werten sein, welche nicht durch die betroffenen Personen selbst entwickelt oder befürwortet wurde (Michelsen & Fischer, 2016, S. 332). Dies scheint ein weiterer Grund zu sein, die BNE in der HE anzusetzen, da gerade die eigene Meinungsbildung in früheren Bildungsinstanzen schwierig vorauszusetzen ist.

Die Vermittlung von Kompetenzen muss daher auf einer *normativen* Ebene stattfinden und sollte keinen *bevormundenden* Charakter haben. Durch die vermittelten Kompetenzen sind die Studierenden anschließend in der Lage, komplexe Entscheidungen hinsichtlich ihrer Konsequenzen (Haupt- und Nebenwirkung) einzuschätzen und kämen im besten Fall zu dem Entschluss, sich nachhaltig zu verhalten – diese Entscheidung muss intrinsisch motiviert sein (Bellina et al., 2019, S. 29). Der emanzipative Ansatz setzt sich darüber hinaus langfristig durch, sodass anzunehmen ist, dass Studierende zwar nicht *kurzfristig* ihr Verhalten ändern, sofern sie sich überhaupt dazu entschließen sollten, sondern ihre Werte und Kompetenzen über einen *längeren Zeitraum* hinweg kultivieren und anschließend zu einer Entscheidung gelangen (Singer-Brodowski, 2021, S. 12).

In der vorliegenden Arbeit wird eine Kompetenz als ein funktioneller Komplex aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen verstanden, dessen Erwerb den Lernenden die Bewältigung oder Lösung eines Problems ermöglicht (Wiek et al., 2011, S. 204). Diese Ermöglichung lässt gleichzeitig Raum für Anwendung gemäß eigenem Ermessen – die Kompetenz, etwas tun zu können kommt nicht dem Zwang gleich, etwas tun zu müssen.

Zur Erfassung der komplizierten Zusammenhänge im Nachhaltigkeitskontext und der Befähigung, in Zukunft lösungsorientierte Ansätze zu formen, sind Kompetenzen notwendig, wel-

che von DE HAAN (2008) unter dem Begriff *Gestaltungskompetenzen*<sup>30</sup> diskutiert werden – im Folgenden aber als *Schlüsselkompetenzen im Nachhaltigkeitskontext* betitelt werden (siehe Tabelle 3.1). Es handelt sich dabei um die *strategische Kompetenz*, die *antizipatorische Kompetenz*, die *normative Kompetenz*, die *interpersonale Kompetenz* sowie zuletzt das *systemische Denken* (Wiek et al., 2011, 207 ff.; Wanner et al., 2021, 23 ff.).

**Tabelle 3.1**

*Übersicht von Schlüsselkompetenzen im Nachhaltigkeitskontext*

Kompetenz	Beschreibung
Strategische Kompetenz	Die strategische Kompetenz dreht sich um die Realisierung von nachhaltigen Ideen und Konzepten. Hierzu gehört die Planung und Implementierung von Interventionen und Transformationsstrategien. Um dies tun zu können, müssen in einem vorherigen Schritt effektive Projekte geplant werden. Um die Ziele der Nachhaltigen Entwicklung zu erreichen, ist die strategische Kompetenz insbesondere wichtig, wenn es darum geht, ganze Abteilungen oder Organisationen in Projekten und Programmen zu koordinieren.
Antizipatorische Kompetenz	Die antizipatorische Kompetenz beschäftigt sich mit den nachhaltigkeitsbezogenen Zukunftsbildern. Diese sollen antizipiert – also analysiert, evaluiert und entwickelt werden. Hierzu wird sich eines kreativen Methodenkoffers bedient, bspw. werden die Szenario-Analysen genutzt oder Simulationen durchgespielt. Dies zielt vor allem auf die Langfristigkeit der Nachhaltigen Entwicklung ab, welche danach verlangt, dass auch die Bedürfnisse der zukünftigen Generationen antizipiert und berücksichtigt werden.
Normative Kompetenz	Die normative Kompetenz umfasst vor allem die kritische Überprüfung/Validierung von Nachhaltigkeitsvorhaben. Diese Kompetenz dient somit der Abwägung der Richtung und Orientierung des Wandels zwischen wünschenswerten und nicht wünschenswerten Zuständen. Beispielsweise könnte diese Kompetenz auch dazu befähigen, das sog. <i>Greenwashing</i> <sup>31</sup> zu erkennen und nicht mit echter Nachhaltigkeit zu verwechseln.

<sup>30</sup> DE HAAN schreibt der Nachhaltigen Entwicklung die Aufgabe der Vermittlung von **Gestaltungskompetenz** zu. Die BNE dient demnach speziell der Gewinnung von Gestaltungskompetenz. Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. (Barth et al., 2007, 10 ff.; de Haan, 2008, S. 31; 2010, 319 ff.).

<sup>31</sup> Der Begriff **Greenwashing** beschreibt den Versuch den Unternehmen gegebenenfalls unternehmen, ihre Aktivitäten mithilfe von Berichterstattungen und anderen Instrumenten der CSR als *grün*, *umweltfreundlich* und *sozial* darzustellen, obwohl sie tatsächlich entweder gar nicht oder nur geringfügig nachhaltig sind (Schoch, 2021, S. 9).

Kompetenz	Beschreibung
Interpersonale Kompetenz	Die interpersonale Kompetenz ist insbesondere dann relevant, wenn es um kollaborative Zusammenarbeit mit verschiedenen Menschengruppen geht, was vermutlich im Zuge der Transformation notwendig ist. Die Diversität von verschiedenen Ansätzen, Perspektiven und Prioritäten setzen im Zuge des ko-kreativen Ansatzes ein Synergiepotenzial frei, welches es zu nutzen gilt. Hierbei förderlich sind eine ausgeprägte Kommunikation, Verhandlungsgeschick sowie Fachwissen, Empathie und Erfahrung in der Zusammenarbeit im Team.
Systemisches Denken	Dem systemischen Denken kommt eine besondere Rolle zu. Das systemische Denken umfasst das Verstehen komplexer Problemkonstellationen. Das systemische Denken öffnet eine Sensibilität gegenüber Hauptwirkungen, Nebenwirkungen, Rückkopplungsprozessen und möglicherweise Wirkungsrichtungen. Gerade für das Nachhaltigkeitsverständnis der vorliegenden Ausarbeitung ist das systemische Denken erst einmal notwendig, um die Dilemmata, Widersprüche und Multidimensionalität anzuerkennen und mit ihnen umzugehen.

*Anmerkung.* In Anlehnung an Wiek et al. (2011, 207 ff.) und Wanner et al. (2021, 23 ff.).

Nachdem einige Vorschläge für mögliche Kompetenzen aufgezeigt wurden, soll vor allem die Bedeutung des *systemischen Denkens* hervorgehoben werden, da diese aus Sicht des Verfassers am wichtigsten für die Herstellung eines Zustandes im Sinne des vorliegenden Nachhaltigkeitsverständnisses ist.

Dieses vorliegende Nachhaltigkeitsverständnis geht von einem komplexen Entscheidungs-umfeld (nach hohem Ambitionsniveau – siehe Abschnitt 3.1) mit den Prinzipien Öko-Effizienz, Substanzerhaltung und Verantwortung aus. Diese Entscheidungsprämissen stehen im Widerspruch zueinander und gerade die Komponente der Verantwortung erfordert das systemische Denken im Sinne der Jetzt-Für-Dann-(Für-Andere)-Entscheidungen. Bei Evaluierung der Kompetenzen in Tabelle 3.1 scheint das systemische Denken die einzige Kompetenz zu sein, die hierfür *unverzichtbar* ist – es stellt somit einen Grundstein dar. Darüber hinaus ist das systemische Denken die einzige Kompetenz, die das Verstehen von Systemen, Systemgrenzen und dessen Netzwerk zu verarbeiten vermag – im Sinne eines holistischen Verständnisses (Martin, 2005, S. 167).

Der Versuch einer Differenzierung des systemischen Denkens wird in Folge vorgenommen, denn es handelt sich bisher *nur* um eine Denkweise und das Vermögen ein System anzuerkennen, auszumachen und gegebenenfalls zu lesen. Dieses Vermögen könnte insoweit utilisiert werden, dass Studierende das systemische Denken in der Praxis anwenden und einbringen können. Dieser Versuch ist in Abb. 3.3 dargestellt.



**Abb. 3.3** Transzendierende Utilisierungsgrade des systemischen Denkens. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Ison & Shelley, 2016, S. 589 und Reynolds et al., 2018, S. 681)

Die grundlegendste Form des systemischen Denkens ist das Bewusstsein um Rückkopplungseffekte, Haupt- und Nebenwirkungen sowie der Existenz eines Systems. Die Schwelle zum nächsten Utilisierungsgrad ist die Kompetenz des systemischen Denkens, entsprechend der aktuellen Literatur (Dawe et al., 2005, 12 f.; Ben-Zvi Assaraf & Orpaz, 2010, 525 ff.; Wiek et al., 2011, 207 ff.; Wanner et al., 2021, S. 23 ff.). REYNOLDS ET AL. (2018) weisen darauf hin, dass die Kompetenz, systemische Zusammenhänge in der Praxis zu erkennen, einen Unterschied zu der Fähigkeit darstellt, systemisches Denken in der Praxis tatsächlich anzuwenden – bspw. im Kontext der Nachhaltigen Entwicklung (S. 681). Insofern gäbe es wohl einen fundamentalen Unterschied zwischen dem *Kennen* und *Können* des systemischen Denkens. Das zuletzt genannte *Können* wird in der vorliegenden Arbeit als *Fähigkeit zur Anwendung systemischen Denkens in der Praxis* verstanden. Dies führt zu einer Erkenntnisleitenden These:

### **Erkenntnisleitende These Nr. 1**

Die entscheidende Kompetenz zur Befähigung im Umgang mit komplexen Entscheidungen zum Thema Nachhaltigkeit ist die *Fähigkeit zur Anwendung systemischen Denkens in der Praxis*.

Im Vergleich zu anderen Kompetenzen, nach denen im Zuge der Nachhaltigen Entwicklung verlangt wird, wie bspw. der normativen Kompetenz, der antizipativen Kompetenz, der interpersonellen Kompetenz oder der strategischen Kompetenz, ist die

systemische Kompetenz die essenziellste zum Abbilden des Nachhaltigkeitsverständnisses hohen Ambitionsniveaus. Diese Schlussfolgerung folgt dem Ausschlussprinzip der *Verzichtbarkeit*. Der Verfasser kam zu dem Entschluss, dass alle Kompetenzen entbehrlich sein könnten – solange ausreichend alternative Kompetenzen vorliegen – alleinig die Kompetenz des systemischen Denkens schien eine Ausnahme zu sein. In dem Zuge ist zu betonen, dass es nicht bloß um das systemische Denken, sondern um die Fähigkeit zur Anwendung systemischen Denkens in der Praxis geht. Aus Sicht des Verfassers ist die Vermittlung des erstgenannten ein deutlicher Unterschied zur Vermittlung des letztgenannten. Die These soll nicht die Signifikanz anderer Kompetenzen – dessen Vorliegen sicherlich eine große Unterstützung im Umgang mit komplexen Entscheidungen im Nachhaltigkeitskontext darstellen – mindern, sondern stellt lediglich einen Versuch der Priorisierung von notwendigen Kompetenzen dar. Dies könnte eine Antwort auf die Frage sein: Was ist *wesentlich*? – Die Fähigkeit zur Anwendung systemischen Denkens in der Praxis ist wesentlich.

Mit dem systemischen Denken als entscheidende Kompetenz im Umgang mit komplexen Entscheidungen zum Thema Nachhaltigkeit soll sich der Frage gewidmet werden, inwiefern sich Kompetenzen im Allgemeinen und insbesondere innerhalb von VR vermitteln lassen und welche Herausforderungen sich für die Vermittlung des systemischen Denkens (und dessen Anwendung in der Praxis) ergeben.



## 4 Immersive Lernerfahrungen

### 4.1 Wie ist transformatives Lernen möglich?

Um innerhalb einer erfolgreichen BNE die Kompetenz des systemischen Denkens so zu vermitteln, dass Studierende in der Lage sind, dieses in der Praxis (im Nachhaltigkeitskontext) anzuwenden, scheint eine differenzierte Betrachtung des *Lernens* an sich sinnvoll.

Als wegweisender Begriff lässt sich für dieses Vorhaben insbesondere das *transformative* Lernen mit *emanzipativem* Charakter ausmachen (Wals, 2010, S. 143 f.; Lotz-Sisitka et al., 2015, S. 73 f.). Das transformative Lernen wird insofern als *transformativ* eingestuft, als dass Handlungen entweder nach dem Lernen zu erwarten sind oder bereits während des Lernprozesses freigesetzt werden (Singer-Brodowski, 2021, S. 11). Nicht zuletzt deshalb soll auf die Notwendigkeit des emanzipativen Charakters hingewiesen werden. Denn im Gegensatz zum *transmissivem* Lernen, welches das Behandeln von bestehendem Wissen und Handlungsmustern beinhaltet, soll das transformative Lernen neue Wege aufzeigen, die am langen Ende einer Nachhaltigen Entwicklung zugutekommen sollen (Bellina et al., 2019, S. 39). SINGER-BRODOWSKY (2021) schlägt folgendes Verständnis für ein transformatives Lernen vor:

*"Das transformative Lernen lenkt also den Blick nicht auf einen Zuwachs an Wissen und Kompetenzen, sondern auf eine Veränderung der Grundvoraussetzungen des menschlichen Denkens, Fühlens und Handelns."* (S. 13)

Mit anderen Worten: Die Gesellschaft soll nicht *optimiert* werden (transmissiv), sondern *geändert* werden (transformativ) (Lotz-Sisitka et al., 2015, S. 73).

Dass die *Veränderung der Gesellschaft* als Ziel eines Lehransatzes bestimmt wurde, bringt naturgemäß einen gewissen Bruch – eine Kontraindikation – mit sich, welche es sanft zu vermitteln gilt. Dies gelingt möglicherweise, indem Studierende mithilfe ihrer Fähigkeit des systemischen Denkens eine komplexe Entscheidung im Nachhaltigkeitskontext so gut durchdringen und abwägen können, dass sie sich intrinsisch für eine nachhaltige Handlungsalternative entscheiden.

Insofern würden Studierende innerhalb eines transformativen Lernprozesses einen sog. *Mindshift*<sup>32</sup> erfahren, welcher die herkömmlichen Entscheidungsprämissen durch neue Entscheidungsprämissen anreichert oder ersetzt – je nach eigenem Ermessen. Die daran anschließende Frage lautet: Wie kann ein Lernen so *tief* stattfinden, dass ein Mindshift möglich ist?

Bereits seit einigen Jahren wird die Ausgestaltung einer transformativen Bildung innerhalb der BNE diskutiert (Singer-Brodowski, 2016, S. 13; Lingenfelder, 2020, S. 53). Ausgangspunkt ist die Annahme, dass ein solches Lernen nicht über die passive Aufnahme von Informationen geschieht, sondern einem konstruktiven Prozess folgt, welcher vom Lernenden aus eigener Aktion initiiert wird. Währenddessen konstruieren sich die Lernenden die Wirklichkeit, welche anschließend mit der jeweiligen Umwelt abgeglichen werden muss. Mit anderen Worten: Es besteht ein Wechselspiel zwischen einer *inneren Schematisierung* und dem *Abgleich mit der Umwelt* (Neubert et al., 2001, S. 254 f.).

Insbesondere die erwähnte innere Schematisierung ist ein Ankerpunkt für das transformativen Lernen, da sich hier der angestrebte Mindshift am ehesten verorten lässt. Diese innere Schematisierung wird vorrangig durch die gemachten *Erfahrungen* der Lernenden geprägt (Neubert et al., 2001, S. 261).

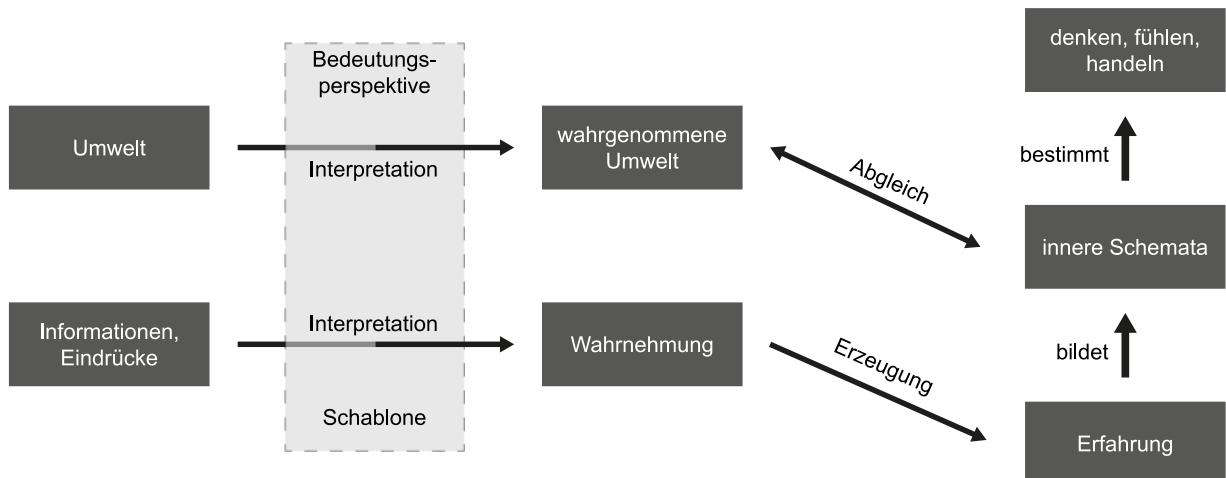
Um neue Erfahrungen zu machen, sind Menschen in ihrem Denken, Fühlen und Handeln den zugrunde liegenden *Bedeutungsperspektiven* unterlegen (Mezirow, 1997, S. 4). Diese Bedeutungsperspektiven sind orientierungsgebende Schablonen, welche die Wahrnehmung und Interpretation von Eindrücken und Informationen leiten (Mezirow, 1997, S. 10). Der Mensch verarbeitet die Informationen in diesem Zuge nicht mehr in ihrer rohen Form, sondern bedient sich der Mustererkennung und sortiert die Informationen mithilfe seiner Blaupausen in die inneren Schemata ein. Metaphorisch gesprochen sieht der Mensch immer wieder durch dieselbe Brille – demnach können nur schwer neuartige Erfahrungen gemacht werden (Arnold, 2009, S. 29). Dieser Zusammenhang ist in Abb. 4.1 dargestellt.

Das Wahrnehmen und Interpretieren von Informationen über die festgelegten Bedeutungsperspektiven fällt dem Menschen einfacher, als neue Informationen immer wieder auf neue Art und Weise zu interpretieren. Sie sind so gesehen *komplexitätsreduzierend* – gehen aber mit dem

---

<sup>32</sup> Dass die Veränderung der Gesellschaft im Sinne einer Nachhaltigen Entwicklung notwendig ist, wurde hinreichend diskutiert (siehe hierzu Abschnitt 3.2), GÖPEL (2016) postuliert, dass statt einer *Großen Transformation* viel eher ein *Großer Mindshift* anzustreben sei. Mindshift bezeichnet vereinfacht die Änderung des *Mindsets*. Das Mindset beinhaltet die Gesamtheit aller geläufigen Annahmen, Entscheidungslogiken und Charakteristika, die ein Individuum einem Gegenstand zuschreibt. Ein Mindshift ist insofern zu vergleichen mit den Paradigmenwechseln, welche in der Wissenschaft hinsichtlich epistemischer Fragestellungen geschehen (S. 150).

hohen Preis einher, das *Wesentliche* möglicherweise zu übersehen. Die genutzten Bedeutungsperspektiven sind nur schwierig zu durchbrechen, da sie über Jahre hinweg innerhalb eines Sozialisationsprozesses kultiviert und emotional verankert worden sind (Singer-Brodowski, 2021, S. 13)



**Abb. 4.1** Bedeutungsperspektiven im Zusammenspiel mit inneren Schemata. (Quelle: Eigene Darstellung)

Um entsprechende Bedeutungsperspektiven und somit die vorherrschenden Schemata zu verändern, benötigt es einen Impuls von außen, welcher zu einem *desorientierenden Dilemma* beim Lernenden führt (Mezirow, 1991, S. 98). In diesem Moment des Dilemmas passt die bisherige Interpretation der Welt – die bisherige Brille – nicht mehr auf die aktuelle Wahrnehmung des Lernenden und der Raum für Veränderungen der inneren Schemata wird geöffnet (Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 29). Lernende verfallen in den Zustand der *Disäquilibrium*. In diesem Zustand sind die Lernenden vorerst ihren kognitiven Widersprüchen ausgesetzt, spüren Überforderung und werden in ihren bisherigen Denkmustern unsicher (Lauströer & Rost, 2008, S. 99 f.). Diesen Zustand gilt es auszuhalten, denn er ist essenziell für das Aufnehmen und Integrieren neuer Bedeutungsperspektiven und Entscheidungsprämissen, welche wiederum neues Denken, Handeln und Fühlen ermöglichen.

Ein Vorschlag für die Durchdringung von Bedeutungsperspektiven mithilfe von äußeren Impulsen innerhalb eines transformativen Lernens ist das Erzeugen von *Emotionen* (Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 30). Die bisherige Annahme, dass Emotionen nur die rationale Entscheidungsfähigkeit beeinträchtigen würden, mindert nicht die Wirkung der Emotionen, welche

sie im Sinne von desorientierenden Dilemmata zu leisten vermögen – dies scheint vor allem im Nachhaltigkeitskontext der Fall zu sein (Grund & Brock, 2020, S. 3). Die ausgemachte Sensitivität gegenüber Emotionen findet in der BNE weniger Anwendung, als angesichts des Potenzials anzunehmen ist (Overwien, 2021, S. 65 f.).

Aus Sicht des Verfassers gibt es neben den Triggern von Emotionen noch eine weitere Möglichkeit, desorientierende Dilemmata herbeizuführen – mithilfe des systemischen Denkens. Tauchen Lernende in einen Nachhaltigkeitskontext ein und erfahren innerhalb einer Lehreinheit die thematischen Widersprüche und Dilemmata, könnte es passieren, dass sich den Lernenden auf einmal Zusammenhänge offenbaren, welche schlichtweg *unvereinbar* mit den bisherigen Annahmen sind. Das desorientierende Dilemma bestünde darin, dass die komplexen Verflechtungen verschiedener Rückkopplungsprozesse auf einmal für den Lernenden sichtbar werden – obwohl sie trotz ihrer Unsichtbarkeit schon gewirkt hatten.

Wichtig für das Erfahren desorientierender Dilemmata ist, dass dieser Prozess nur in einem wertfreien Umfeld stattfinden kann – etwa in hierarchiefreien Diskussionsrunden oder isolierten Situationen (Singer-Brodowski, 2016, S. 15; Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 29).

### **Erkenntnisleitende These Nr. 2**

Ein transformatives Lernen im Nachhaltigkeitskontext ist nur möglich, wenn ein *desorientierendes Dilemma* bei der lernenden Person verursacht wird. Dieses kann entweder über eine emotionale Erfahrung oder einen unüberwindbaren Widerspruch zwischen der erlebten Situation und den bisherigen inneren Schemata entstehen.

Das Ziel des transformativen Lernens ist das intrinsische Verändern von Denken, Handeln und Fühlen der Lernenden. Dem konstruktivistischen Lernansatz nach sind die Bedeutungsperspektiven der Lernenden Grund für festgefahren innere Schemata (Mezirow, 1997, S. 10). An erster Stelle steht also die Auflösung der bisherigen Bedeutungsperspektiven – die Lernenden müssen ihrer bisherigen Brillen entledigt werden. Durch neue Bedeutungsperspektiven sind Lernende in der Lage, neue, aktualisierte Wirklichkeiten zu konstruieren, in welchen sie neue Annahmen – womöglich wesentliche Entscheidungsprämissen – integrieren. Der Bruch von festgefahrenen Bedeutungsperspektiven gelingt durch das Hervorrufen von desorientierenden Dilemmata bei den Lernenden (Grund & Singer-Brodowski, 2020, 29 f.). Die Annahme ist, dass sich nur über ein solches Dilemma der Raum für ein transformatives Lernen eröffnen lässt. Aus Sicht des Verfassers, stellt das gezielte Hervorrufen von desorientierenden Dilemmata und den damit einhergehenden Zustand der *Disäquilibration* (Laströer & Rost, 2008, S. 99 f.) eine bisher experimentelle Vorgehensweise des Lernens dar, welche gerade in

---

Verbindung mit VR neuartig sein dürfte – Im selben Zuge aber Potenziale für transformatives Lernen erahnen lässt.

Dieses mit den desorientierenden Dilemmata einhergehende Gefühl der *Unvereinbarkeit* könnte nicht zuletzt durch den Einsatz neuartiger Medien und Technologien hervorgerufen werden. Inwiefern die Anwendung von Medien in Lehr- und Lernprozessen eine Rolle spielt, ist Gegenstand einer seit den 1980er-Jahren anhaltenden Debatte – welche in dieser Zeitspanne federführend zwischen KOZMA und CLARK geführt wurde (Buchner & Freisleben-Teutscher, 2020, S. 175). Letztgenannter ist der Auffassung, dass die eingesetzten Medien das Lernen nicht beeinflussen (R. E. Clark, 1983, S. 456; 1994, S. 27). KOZMA hingegen betont, dass sich die Forschung damit auseinandersetzen muss, unter welchen Voraussetzungen Medien oder Technologien Lernprozesse anregen oder möglicherweise einschränken. Die Annahme ist also zunächst, dass Medien einen Einfluss auf Lernprozesse haben – ohne eine konkrete Wirkrichtung oder einen ausschließlich positiven Zusammenhang zu postulieren. Die Frage stellt sich außerdem nicht nach dem *Ob*, sondern nach dem *Wie* oder *Inwiefern* (Kozma, 1991, S. 205; 1994, S. 18).

Diese Vermutung sollte sich im Laufe der Zeit bewahrheiten – gerade angesichts der zunehmenden Möglichkeiten durch moderne Technologien, welche in dieser Form sicherlich nicht in der vorherigen Debatte (1980-1995) existierten. Etwa 15 Jahre später löst der Lerntrend des *e-Learnings*<sup>33</sup> scheinbar die Diskussion ab (Sun et al., 2008, S. 1183). Aus diesem Grund lohnt es sich, die seit 2010 emergierenden Möglichkeiten der Technologie genauer zu erkunden und auf ihre Tauglichkeit für die Vermittlung komplexer Sachverhalte zu untersuchen.

---

<sup>33</sup> Eine einheitliche Definition des e-Learnings gibt es nicht. Für die vorliegende Arbeit wird das **e-Learning** verstanden als das Lernen mit digital bereitgestellten und dezidiert für die digitale Bildung aufbereiteten Lerninhalten (Kohler & Siegmund, 2021, S. 635). Das e-Learning hat sich für die Förderung von kognitiven Fähigkeit und Kompetenzen als hilfreich erwiesen (Sun et al., 2008, S. 1183).

## 4.2 Was ist Virtual Reality?

Der Einsatz von digitalen Technologien in der Bildung ist bereits seit einigen Jahren auf dem Vormarsch. Dies ergab eine Review-Studie von ZAWACKI-RICHTER UND LATCHEM (2018), in welchem wissenschaftliche Paper zum Thema *computergenerierte Medien* in der Bildung seit 1976 analysiert wurden (S. 147 f.).

Eine vergleichsweise *neue* Technologie, welche nunmehr Einzug in den Kreis der Diskussionsgegenstände technologischer Unterstützungen der Bildung findet, ist die *Extended Reality* (XR), welche nun im Zeitalter des *Remote-Learnings*<sup>34</sup> in Kombination mit einer weltweiten Pandemie (COVID-19) noch einmal bedeutend an Relevanz gewonnen hat (Tunur et al., 2021, S. 1; Alnagrat et al., 2022, S. 82; Knoll & Stieglitz, 2022, S. 6). Unter dem Deckbegriff XR können vereinfacht sämtliche Varianten der *immersiven Technologien* zusammengefasst werden (Kerres et al., 2022, S. 313).

Zu den immersiven Technologien gehört einerseits die wohl geläufigste Form der *Virtual Reality* (VR), andererseits aber auch weitere Formen wie die *Augmented Reality* (AR) oder die *Mixed Reality* (MR) (Dede et al., 2017, S. 1 ff.; Matuszkiewicz & Weidle, 2020, S. 171 f.; Tunur et al., 2021, S. 1; Alnagrat et al., 2022, S. 81 f.).

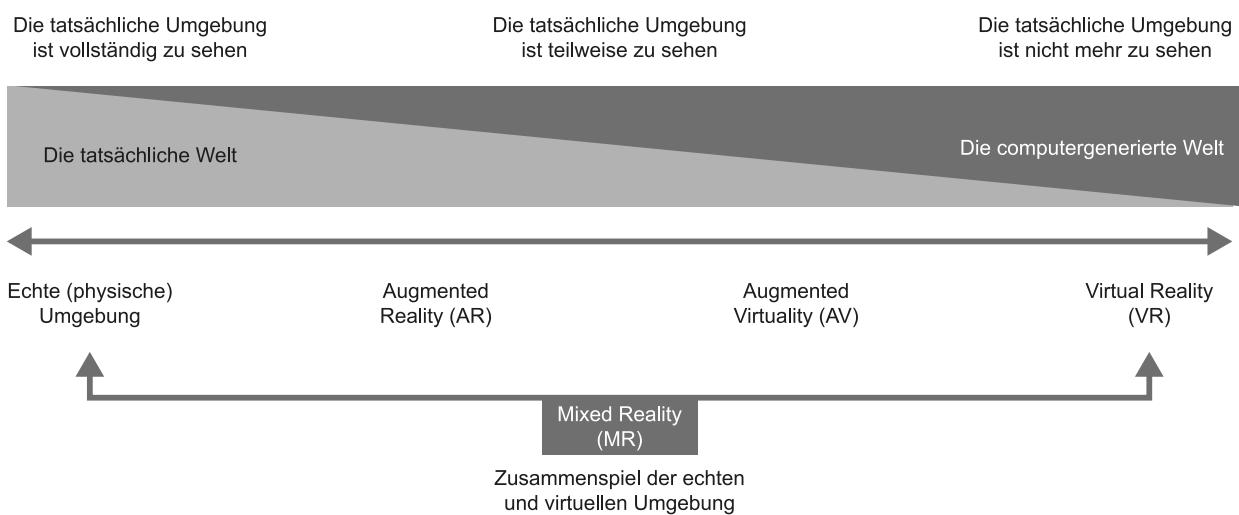
Gerade der VR werden enorme Potenziale in der Vermittlung innerhalb von Lehr-Lern-Szenarien zugeschrieben, welche von den positiven Befunden zu VR aus Metaanalysen und Review-Studien abgeleitet werden. Im gleichen Zug sei zu erwähnen, dass ebendiese positive Auswirkungen auf den Lernerfolg vorrangig in klassischen Medien-Vergleich-Studien festgestellt wurden (Krokos et al., 2019, 1 ff.). Was bisher wenig untersucht wurde, sind didaktische und vor allem *vr-dedizierte* Konzepte, welche auf Lernmodellen basieren (Wang et al., 2018, S. 1 f.; Radianti et al., 2020, S. 1). Dies, obwohl die immersiven Technologien bereits ab den 1960er Jahren in Form von Militärtraining in ihren frühen Formen entwickelt worden sind (Dede et al., 2017, S. 2).

Unter VR werden computergenerierte Welten verstanden, welche die Nutzer\*innen vollständig umgeben und mithilfe von Stimulation möglichst vieler Sinnesmodalitäten das Gefühl eines immersiven Erlebens vermitteln (Buchner & Aretz, 2020, S. 197). Die Nutzer\*innen nehmen durch dieses immersive Erleben ihre eigene (tatsächliche) Umwelt nicht mehr wahr.

---

<sup>34</sup> Unter **Remote-Learning** werden Lehr- und Lernprozesse verstanden, die außerhalb einer physischen *Klassenzimmersituation* stattfinden. Um den Lernenden die Information bereitzustellen, wird dabei in den meisten Fällen auf Technologien zurückgegriffen. Hierbei ist zwischen *synchronem* und *asynchronem* Remote-Learning zu unterscheiden. Diese Remote-Lerneinheiten finden dann entweder simultan und kollaborativ oder losgelöst in Einzeldurchführung statt (Carter Jr. et al., 2020, S. 321 f.).

Deshalb lässt sich die VR im *Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum* nach MILGRAM UND KISHINO (1994) ganz rechts in Abb. 4.2 verorten (S. 1323). Die Nutzer\*innen verlassen demnach ihre eigene Realität und tauchen stattdessen in eine vollständig computergenerierte Realität ein. Anhand des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums lässt sich der Unterschied von VR zu den Mischformen der MR erkennen. Innerhalb einer AR sehen Nutzer\*innen bspw. immer noch ihre tatsächliche Realität, mit dem Unterschied, dass einzelne computergenerierte Elemente ebenfalls sichtbar sind und scheinbar mit der tatsächlichen Realität verschmelzen.



**Abb. 4.2** Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Alnagrat et al., 2022, S. 84)

Die immersiven Technologien sind dabei nicht nur ein *weiteres* neues Medium, welches in der Lehre eingesetzt wird, sondern sie kommen einem *Paradigmenwechsel* der Mediennutzung gleich. Anstatt Medien über Bildschirme oder andere Datenträger zu beobachten, tauchen die Beobachter\*innen vollständig das Medium ein (Lee et al., 2021, S. 14 f.).

Die Endgeräte, die aus geeigneter Hard- und Software bestehen, um die Vorstellung einer Virtuellen Realität zu erzeugen, werden als *VR-System* bezeichnet (R. Dörner et al., 2019, S. 7). In den meisten Fällen handelt es sich um *Head-Mounted-Displays* (HMD), welche auf dem Kopf getragen werden und die virtuellen Welten mithilfe von zwei Bildschirmen direkt auf die Augen projizieren – diese werden umgangssprachlich auch als *VR-Brillen* bezeichnet und stellen das bisher fortschrittlichste VR-System dar (Moreno & Mayer, 2002, S. 609).

Viele dieser Endgeräte verfügen außerdem über zwei Controller, welche die Handpositionen tracken können, weshalb Nutzer\*innen in der Virtuellen Welt auch Elemente *anfassen*, *platzieren* und *verschieben* können. Sie sind somit einerseits in der Lage, die virtuellen Welten zu erfahren, andererseits aber auch in der Lage, die virtuelle Welt zu verändern und ihre Selbstwirksamkeit zu spüren (Bowman & McMahan, 2007, S. 36).

#### 4.2.1 *Immersives Abtauchen in virtuelle Umgebungen*

Der wohl zentrale Unterschied zwischen VR und den herkömmlichen zweidimensionalen Medien (Web-Interfaces oder Videos) ist die Möglichkeit des Abtauchens in computergenerierte Welten (Pirker et al., 2021, S. 299). Es gilt im Folgenden zu klären, wodurch das Gefühl des vollständigen Abtauchens – dem zeitweiligen Verlassen der echten Realität – erzeugt werden kann. Die in der Literatur vorherrschende Annahme ist, dass die *Immersion* das zentrale technologische Merkmal von VR ist – und somit verantwortlich für das Gefühl des Abtauchens ist (Robertson et al., 1993, S. 81; R. Dörner et al., 2019, S. 14 f.; Buchner & Aretz, 2020, S. 198).

Die von SLATER UND WILBUR (1997) vorgenommene Unterscheidung in Immersion und *Presence* scheint aus Sicht des Verfassers sinnvoll (S. 606). Während die Immersion einen Aufschluss darüber gibt, was das VR-System technisch im Stande zu leisten ist, geht es bei der Presence um das wahrgenommene Gefühl des Eintauchens.

Um festzustellen, ob ein VR-System immersiv ist, werden vier Kriterien herangezogen: *Extensiveness*, *Inclusiveness*, *Surrounding* und *Vividness* (Slater & Wilbur, 1997, S. 606; R. Dörner et al., 2019, S. 14). Angesicht der technologischen Entwicklung von VR sollten die vier Kriterien um *Interaction* und *Persistence* ergänzt werden (Lattemann et al., 2009, S. 434). Ein Vergleich von dem Eintauchen in VR und dem Anschauen herkömmlicher 3D-Computergrafiken ist in der Tabelle 4.1 vorgenommen worden.

**Tabelle 4.1**

*VR im Immersionsvergleich mit herkömmlichen Medien*

Immersionsgrad		Medium	
Kriterium	Beschreibung	3D Computergrafik	Virtual Reality
<i>Extensiveness</i> (dt. <i>Umfang</i> )	Wie viele Sinnesmodalitäten werden ange- sprochen?	Visuell, auditiv.	visuell, auditiv und teilweise haptisch.
<i>Inclusiveness</i> (dt. <i>Isolation</i> )	Wie viele Sinne der eigentlichen Realität werden ausgeblendet?	Alle Sinne werden weiterhin wahrgenommen.	Völlige visuelle Ausblendung und teilweise akustische Ausblendung.
<i>Surrounding</i> (dt. <i>Umgebung</i> )	Wie weit ist das Sichtfeld?	Nur auf einen Bildschirm reduziert.	Durch das Tragen eines HMD stets umgebend. (Bild bewegt sich mit Kopfbewegung mit).
<i>Vividness</i> (dt. <i>Lebendigkeit</i> )	Qualität der Darstellung. Farben, Auflösung, auditive Elemente?	Hohe Leistungsfähigkeit mit hohen Auflösungen.	Mittlere Leistungsfähigkeit mit zunehmend höheren Auflösungen.
<i>Interaction</i> (dt. <i>Interaktion</i> )	Inwiefern können Nutzer*innen mit dem Medium interagieren?	Beschränkte Interaktion durch Maus und Tastatur	Durch Handtracking können Elemente angefasst, verschoben, vergrößert und verkleinert werden.
<i>Persistence</i> (dt. <i>Persistenz</i> <sup>35)</sup>	Wie beharrlich ist die Existenz des Mediums nach Verlassen des Mediums? Ist der Raum für alle Nutzer*innen gleich?	Je nach Anwendung ist Persistenz möglich. (Speicherstände werden aufgerufen)	Je nach Anwendung ist Persistenz möglich. Virtuelle Räume bleiben nach dem Verlassen des Raumes so wie sie sind.

*Anmerkung.* In Anlehnung an R. Dörner et al. (2019, S. 15).

Legt man zur Beurteilung von VR und herkömmlichen Medien nur die technologischen Möglichkeiten der Immersion zugrunde, so liegen bspw. 3D Computergrafiken auf einem 2D Bild-

<sup>35</sup> In einer virtuellen Welt ist es bspw. möglich, Gegenstände zu verschieben und/oder Artefakte hinzuzufügen und anzuordnen. Die virtuelle Welt ist dann **persistent**, wenn nach dem Verlassen des Raumes die Gegenstände weiterhin in ihrer Anordnung bestehen bleiben und beim nächsten Eintreten in die Welt wieder an derselben Stelle auffindbar sind. Dies muss für alle Besucher\*innen dieser virtuellen Welt gleichermaßen der Fall sein (Lattemann et al., 2009, S. 434).

schirm und das Nutzen von VR gar nicht so weit auseinander (siehe Tabelle 4.1) – obwohl doch angenommen wird, dass VR immersiver sein muss.

Der Grund, weshalb das Eintauchen in VR viel intensiver als das Schauen eines Videos wahrgenommen wird, ist das Gefühl, *in Presence* zu sein, welches wiederum eine subjektive Wahrnehmung ist. Nutzer\*innen nehmen sich also selbst als einen Teil der virtuellen Welt wahr (Borrego et al., 2019, S. 2). Durch die technologischen Möglichkeiten der Immersion ist außerdem die Illusion einer Tiefenwahrnehmung möglich – dies ist wiederum ein deutlicher Unterschied zu dem, was auf 2D-Bildschirmen darstellbar ist. Zu dem Zusammenspiel aus Immersion und Presence lässt sich festhalten, dass die Immersion das Gefühl der Presence ermöglicht und aggregiert (Slater & Wilbur, 1997, S. 608 ff.).

Auch, wenn sich Nutzer\*innen durch ihre wahrgenommene Presence als Teil der virtuellen Welt fühlen, so ist doch festzuhalten, dass sie sich währenddessen in ihrer eigentlichen Realität befinden und über ein VR-System einen virtuellen Tauchgang unternehmen. Die virtuellen Avatare, in dessen Körper die Nutzer\*innen zeitweilig hineinschlüpfen, besitzen eine ähnliche Anonymität, wie bspw. das Bewegen in sozialen Netzen des Internets. Die Nutzer\*innen werden lediglich durch ihr virtuelles Erscheinungsbild repräsentiert, etwas anderes ist für die anderen Nutzer\*innen der virtuellen Welt nicht wahrnehmbar – dieses Erscheinungsbild bestimmt in diesem Moment die Identität der Nutzer\*innen (McKenna & Bargh, 2000, S. 60). Der Effekt, welcher die virtuellen Avatare von kosmetischen Erscheinungsbildern in einer virtuellen Welt zu ganzen *Identitäten* werden lässt, wird von YEE UND BAILENSON (2007) als *Proteus-Effekt* bezeichnet (S. 274).

Dem Proteus-Effekt zufolge entscheiden die visuellen Erscheinungsbilder der Avatare, in das die Nutzer\*innen schlüpfen, über das eigene Verhalten sowie die Wahrnehmung durch andere Nutzer\*innen der virtuellen Welt. Von Avataren mit einer übermäßig großen Statur wird beispielsweise ein dominantes und aggressives Verhalten durch Andere erwartet – was vermutlich durch die entsprechende Selbstwahrnehmung der Nutzer\*innen (als Identität mit großer Statur) zu einer hohen Wahrscheinlichkeit eintreffen wird – insofern schlüpfen die sie nicht nur in kosmetische Uniformen, sondern auch in die damit verknüpften Rollen (Slater & Sanchez-Vives, 2016, S. 9).

Das Verlassen des eigenen Körpers und das Hineinfühlen in einen virtuellen Körper (Avatar) birgt dabei ein Transformationspotenzial, denn das Verhalten ändert sich nicht nur während des Tauchgangs entsprechend der neuen (virtuellen) Identität, sondern auch darüber hinaus. Das heißt, dass Menschen sich nach einem Tauchgang in der virtuellen Welt gegebenfalls auch in der Realität noch gemäß der Rolle ihres virtuellen Avatars verhalten (Yee & Bailenson, 2007,

S. 274). Dies ist ein erstes Indiz für die nachhaltige Wirksamkeit eines Lernens innerhalb virtueller Welten und ist nur durch das Herstellen eines Gefühls der Presence erreichbar.

Um das Gefühl der Presence bei den Nutzer\*innen so spürbar wie möglich zu erzeugen, gilt es folgende Gestaltungshinweise virtueller Welten zu beachten:

- i. Nutzer\*innen können die persistente virtuelle Welt aktiv beeinflussen,
- ii. Nutzer\*innen können in soziale Interaktionen mit anderen Nutzer\*innen eintreten.
- iii. Die virtuelle Welt ist durch qualitativ hochwertige Darstellungen realistisch.
- iv. Nutzer\*innen sind weitgehend von ihrer eigentlichen Realität isoliert und spüren sich selbst als Teil der virtuellen Welt.

(Dede et al., 2017, S. 4 ff.; Eisenlauer, 2020, S. 271)

#### **4.2.2 Immersion in der Lehre**

Die Popularität von VR und insbesondere von VR-Systemen ist maßgeblich auf dessen Eignung im Entertainmentbereich zurückzuführen – so erfreuen sich viele Menschen an den neuen Möglichkeiten, ihre Lieblingsorte virtuell zu besuchen oder ihre Videospiele nunmehr immersiv zu erleben (Allcoat & von Mühlenen, 2018, S. 1; Buehler & Kohne, 2020, S. 78)

Der positive Zusammenhang lässt sich bis dato noch nicht in derselben Art und Weise auf Lernerfolge übertragen. Digitale Medien in der Hochschullehre sollen im Allgemeinen kein Selbstzweck sein: Ihr bloßer Einsatz macht die Lehre nicht a priori besser. Demnach ist der Einsatz von VR – zumindest aus heutiger Sicht – noch kein Garant für gelungene Hochschullehre. (Getto & Kerres, 2018, S. 17).

Aus mediendidaktischer Sicht lohnt sich vielmehr die Frage, inwiefern der Einsatz von VR in der Lage ist, die Lehr- und Lernprozesse zu *verändern*. Die von VR gestützten Lernarrangements unterstützen beispielsweise die Selbststeuerung beim Lernen, das Spüren von Selbstwirksamkeit sowie die Vielfalt von individuellen Lernerfahrungen und -angeboten. Das nunmehr *andere Lernen* geht auch mit anderen Lernergebnissen einher, sodass neue Bewertungskriterien für *Lernerfolg* angesetzt werden müssen (Getto & Kerres, 2018, S. 17).

Darüber hinaus gilt es wohl zu differenzieren, welche thematischen Lehrbereiche sich für die Darstellung mittels VR eignen – auch hier gilt: VR sollte nur dort eingesetzt werden, wo es sinnvoll ist. So birgt der Einsatz von VR in der Lehre weniger Potenzial im Bereich des formalen Lernens als im Bereich der Vermittlung spezieller Kompetenzen – bspw. dem Erlernen der Fähigkeit, systemisches Denken im Nachhaltigkeitskontext anzuwenden.

Hierbei macht die Wirkung von Immersion und Presence einen großen Teil des antizipierten Potenzials von VR in Lehr- und Lernsettings aus (Lattemann et al., 2009, S. 433; Dede et al., 2017, S. 13; Rogers, 2019, o. S.; Müser & Fehling, 2022, S. 125). Dies gilt vor allem dann, wenn es darum geht, anfassbare Artefakte zu präsentieren, welche bspw. in der Chemie oder in der Automontage von zentraler Relevanz sind (Allcoat & von Mühlenen, 2018, S. 2).

Ein Beispiel, in dem das Nutzen einer virtuellen Welt mittels HMD einen positiven Zusammenhang mit dem Lernerfolg erzeugte, ist die Studie von JOHNSTON ET AL. (2018). Studierende der Zellbiologie hatten hier neben den herkömmlichen Vorlesungen die Möglichkeit, mithilfe von HMDs die Zellstruktur innerhalb einer virtuellen Zelle zu erkunden. Es ließ sich anschließend festhalten, dass die Studierenden, die zusätzlich das VR-Vorbereitungsprogramm durchliefen, signifikant bessere Klausurergebnisse erzielen konnten (S. 108 f.).

Darüber hinaus wird gerade die Möglichkeit, an alle möglichen Orte zu reisen – ob der Realität nachempfunden oder nicht – als ein wesentlicher Vorteil der Erkundung innerhalb virtueller Welten eingeschätzt (Çaliskan, 2011, S. 3242; Buehler & Kohne, 2019, S. 219). Dabei können Gegenden erkundet werden, welche in der Realität nicht ohne Weiteres zugänglich sind oder dessen Erkundung im realen Leben gefährlich oder kostenintensiv ist (Zimmermann et al., im Druck, S. 149; Buchner & Aretz, 2020, S. 202; Buehler & Kohne, 2020, S. 84).

Trotz dieses Potenzials sind die bisherigen empirischen Befunde zum Thema immersiver Technologien in Verbindung mit Hochschullehre schwierig einzuordnen. Ein aktuelles systematisches Literaturreview zeigt auf, dass der überwiegende Teil der Studien zu der Erkenntnis gekommen ist, dass der Einsatz von VR (meistens mit HMDs) einen signifikanten Vorteil in der Lehre darstellt. Andere Studien, wenn auch der kleinere Anteil, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Nutzung von immersiven Technologien und herkömmlichen Medien feststellen (Hamilton et al., 2021).

RADIANTI ET AL. (2020) weisen in ihrem Literaturreview darauf hin, dass bei der bisherigen Entwicklung von VR-Anwendungen die didaktischen Komponenten sowie Lerntheorien weitgehend unbeachtet blieben (S. 21) - So haben bspw. nur ca. 30% (N=29) der analysierten VR-Konzepte Angaben zu den theoretischen Lernmodellen ihrer VR-Anwendungen expliziert. In dem Literaturreview von HAMILTON ET AL. (2021) haben ca. 20% (N=38) der untersuchten VR-Konzepte Ausführungen der verwendeten Lernmodelle festgehalten (S. 16). Daran lässt sich erkennen, dass der Großteil der bisherigen Versuche, VR in die Hochschullehre zu integrieren, die Nutzung der technologischen Komponente priorisiert haben – die Lehr- und Lernkonzepte wurden hierbei vernachlässigt. Es handelt sich aus diesem Grund immer noch um ein experimen-

---

telles Stadium, in dem nur wenige gesicherte Befunde zur erfolgreichen Implementierung von VR in Lehr- und Lernprozessen festgehalten worden sind.

Um den vorherrschenden experimentellen Charakter schrittweise abzulegen, empfiehlt es sich, die *Lessons Learned* und vorgeschlagenen theoretischen Grundlagen von Best-Practice-Beispielen näher in den Fokus zu fassen.

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Entwicklung eines Prototyps für eine (oder mehrere) Veranstaltungen in VR. Ziel ist nicht, ein prozedurales vorab aufbereitetes Wissen zu vermitteln, um Lernerfolge zu optimieren. Vielmehr geht es um die Entwicklung eines neuen Lernansatzes in VR, um die Vermittlung und Wahrnehmung von Dilemmata und nicht zuletzt dadurch die Befähigung zum systemischen Denken in der Praxis zu ermöglichen – im großen Rahmen der BNE eingebettet.

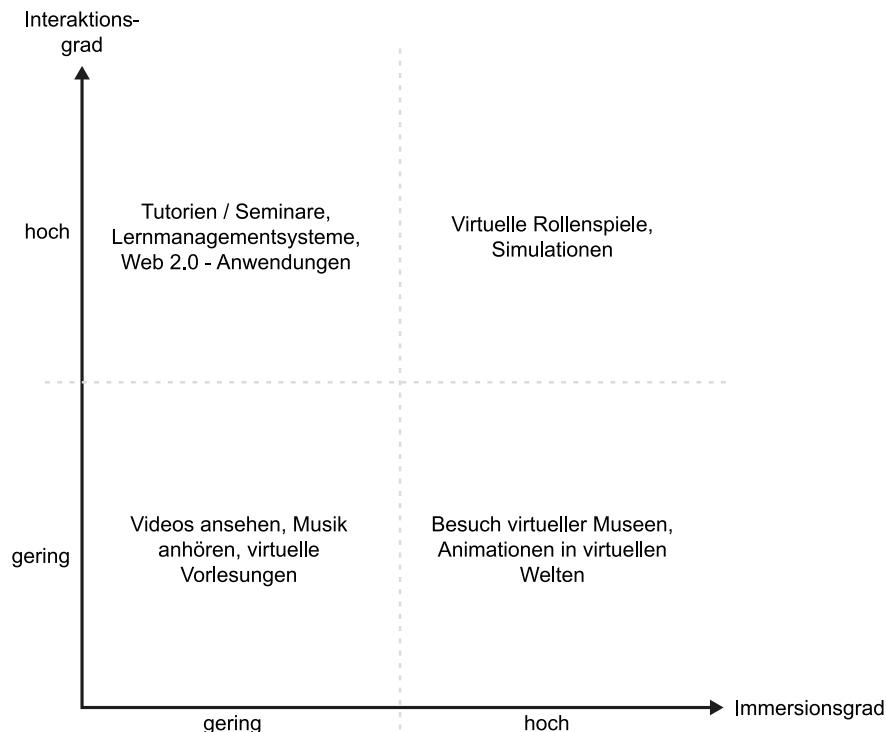
Zu diesem Thema konnten bisher wenig Referenzen identifiziert werden, weshalb ein naheliegender Vergleich zu einer vorgelagerten Veranstaltung der Universität Bremen sinnvoll erscheint.

Diese Veranstaltung fand im Sommersemester des Jahres 2021 statt und beinhaltete ein experimentelles Auseinandersetzen mit dem Medium VR im Nachhaltigkeitskontext (vermittelt durch die SDGs)<sup>36</sup>. Durch das Durchführen sämtlicher Vorlesungen in VR konnten sowohl Erfahrungswerte zum Thema der Wahrnehmung von Immersion und Presence gesammelt werden, aber auch zu der kollaborativen Arbeit in VR (Zimmermann et al., im Druck, S. 145), welche im Folgenden Berücksichtigung finden sollen. Die Studierenden waren darüber hinaus in der Lage, mit anderen Studierenden gemeinsam und kollaborativ in VR an Lösungen und Projektideen zu arbeiten. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zu den meisten Versuchen von Vorlesungen in VR dar – das Merkmal der *Ko-Kreation*. Ein ko-kreatives Arbeiten stellt nach GIESENBAUER & MÜLLER-CHRIST (2020) ein transdisziplinäres, kollaboratives und problemlösendes Arbeiten dar, welches innerhalb der systemischen Entwicklung von Hochschullehre benötigt wird (S. 20).

Zunächst wurde ein Strukturmodell für Lehr-/Lernarrangements nahegelegt, nach welchem unterschiedliche Ausgestaltungen für unterschiedliche Zwecke der VR-Lehre ableitbar sind. Dieses Strukturmodell ist in Abb. 4.3 dargestellt (Zimmermann et al., im Druck, S. 144).

---

<sup>36</sup> Die Lehrveranstaltung *Experimentallabor: Nachhaltigkeit und Virtual Reality* wurde mit 9 Studierenden und einem Lehrteam aus vier Dozent\*innen durchgeführt. Die 9 Studierenden arbeiteten in drei Projektteams und haben jeweils mit Praxispartner\*innen aus der lokalen Umgebung zusammengearbeitet. Alle Vorlesungen fanden ausschließlich in VR statt, mit anschließenden Reflektionsrunden über Remote-Lösungen (aufgrund von den äußeren Einflussfaktoren durch COVID-19). Für weitere Ausführungen siehe (Zimmermann et al., im Druck)



**Abb. 4.3** Strukturmodell für Lehr-/Lernarrangements in VR. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Lattemann et al. 2009, S. 434)

Gemäß dieses Strukturmodells lässt sich das, was RADIANTI ET AL. (2020, 17) als *Design Elements* bezeichnet, – die Ausgestaltung des Lernprozesses – in die Dimensionen *Interaktion* und *Immersion* unterteilen (Lattemann et al., 2009, S. 434). Trotz Weiterentwicklungen der technischen Möglichkeiten seit Veröffentlichung des Strukturmodells im Jahre 2009 (Lee et al., 2021, S. 13) bleibt die grundsätzliche Dimensionierung aus Sicht des Verfassers erhalten.

Frontalvorlesungen in virtueller Form (Quadrant unten links), beispielsweise über das populäre Tool *Zoom*, bieten sowohl einen nur geringen Grad an Immersion wie auch eine geringe Interaktionsmöglichkeit an. Infolgedessen können Studierende das Wissen nur passiv aufnehmen, was je nach Lehrzweck und Lehrgegenstand angemessen sein kann. Virtuelle Seminare (Quadrant oben links) bieten zwar die Interaktionsmöglichkeit an, können aber wenig bis keine Immersion darstellen.

Auf der rechten Seite der Abb. 4.3 sind die Lehrprozesse hohen Immersionsgrades abgebildet, was im Sinne der vorliegenden Auffassung von immersiver Lehre ein erstrebenswertes Ziel darstellt. Ein hoher Grad an Immersion und Interaktion wird bisher eher in der Videospiele-

und Entertainmentbranche angeboten (Quadrant oben rechts). Die Entwicklung solcher virtuellen Umgebungen erfordert Know-How, Zeit und Geld.

Virtuelle Museen und Ausstellungsräume (Quadrant unten rechts) bringen durch die realistische Gestaltung von Umgebungen einen hohen Grad an Immersion mit (Lee et al., 2021, S. 434 f.). ZIMMERMANN ET AL. (im Druck) entschieden sich für das Erstellen von Räumen mit hohen Immersionsgrad und der gleichzeitigen Möglichkeit der synchronen Kollaboration zwischen verschiedenen Nutzer\*innen in VR (S. 144).

Der Gegenstand des Lernens kann in diesen Räumen virtuell dargestellt werden – dies wird umso herausfordernder, sofern der Gegenstand des Lernens in der Realität nicht sichtbar ist und die räumliche Gestaltung der Kreativität der Ersteller\*innen obliegt – also auch subjektiv konstruiert ist. Neben der Gestaltung von Räumen, rückt auch das Gestalten von *Exponaten* in den Vordergrund, welche anschließend kollaborativ platziert, verschoben, angeordnet und arrangiert werden können, um die virtuellen Räume mit Leben zu füllen.

Diese virtuellen Bildungsräume verbinden die Komponenten, die BUEHLER & KOHNE (2019) als *Konstruktionswelten* und *Wahrnehmungswelten* beschreiben. Einerseits sind die Studierenden in der Lage, die Räume aktiv zu konstruieren – sie sind also nicht starr. Andererseits dienen die Räume auch der Wahrnehmung von Konstrukten oder systemischen Eigenschaften, welche in der Realität nicht sichtbar sind (S. 29). Diese systemischen Eigenschaften, Gefühle und Dilemmata lassen sich vermutlich sowohl über die räumliche Gestaltung wie auch über die Gestaltung virtueller Exponate transportieren. Die Lehre durch VR schafft somit *Erfahrungen*. (Zimmermann et al., im Druck, S. 151).

Die einleitende Frage des vorliegenden Abschnitts lautete: Wie kann der Einsatz von VR die Lehr- und Lernprozesse *verändern*. Immersive Lernkonzepte können aus Sicht des Verfassers einerseits analoge Lernprozesse *abbilden* bzw. *nachahmen*, in dem bspw. prozedurales Wissen durch eine Aufarbeitung zu dreidimensionalen Objekten stattfindet. Andererseits können immersive Lernkonzepte etwas darstellen, was es zuvor in der Lehre schlichtweg nicht gab. Die Vermittlung von Gefühlen und unsichtbaren Eigenschaften, die in der realen Welt zwar ihre Wirkung zeigen, aber als solche für das menschliche Auge nicht erkennbar sind.

Immersive Technologien bringen die Besonderheit mit, *Erfahrungen* zu vermitteln. Es handelt sich um ein neues und *tiefes Lernen*, welches sich durch desorientierende Dilemmata in die inneren Schemata durchzudringen vermag – sofern in Zukunft die passenden didaktischen Konzepte entwickelt werden können. Eine neue Erkenntnis entsteht:

### Erkenntnisleitende These Nr. 3

Die Verwendung von VR ist nicht nur eine Möglichkeit der Lehre, sondern möglicherweise das *Lernen von Morgen*. Der Prozess des Eintauchens in eine alternative Lernrealität wird zur Normalität eines neuen Lernens. Das bisherige Lernen in der Realität wird entweder obsolet sein oder nur noch unbewusst stattfinden.

Auch wenn die These, dass Lernen in Zukunft vorrangig in virtuellen Welten stattfindet, einer fiktiven Dystopie gleichkommt, gibt es aus Sicht des Verfassers Hinweise darauf, dass dieses Zukunftsszenario nicht unwahrscheinlich ist. Diese Hinweise lassen sich aus der Vergangenheit ableiten. In den 1980er Jahren wurde diskutiert, ob der Einsatz von Medien einen Einfluss auf den Lernerfolg haben könnte (R. E. Clark, 1994, S. 27; Kozma, 1994, S. 18). Auch wenn der Einfluss von Medien auf den Lernerfolg bis heute nicht klar einzuordnen ist, wurden zwischenzeitlich bereits Themen wie E-Learning und Web-Based-Trainings in den Fokus gerückt – was einen Paradigmenwechsel des Lernens eingeleitet hatte (Sun et al., 2008, S. 1183). Bevor Debatten überhaupt ausdiskutiert werden können, scheint es neue Entwicklungen zu geben, welche diese bisherigen Diskussionen überschatteten und bereits neue Fragen stellen. Die jüngsten Trends schlagen die Nutzung von virtuellen Realitäten als möglichen Paradigmenwechsel vor. In diesem Fall geht es um das Durchbrechen des zweidimensionalen Bildschirms, hinein in die dreidimensionale Welt der virtuellen Umgebungen und Lernszenarien. Der Blick in die Vergangenheit zeigt, dass es bisher immer wieder unvorhersehbare Paradigmenwechsel sowie disruptive Brüche gab. Was in 15 Jahren bereits Normalität sein wird, könnte heute noch vollends unbekannt sein. Interessanterweise lesen sich Zukunftsprognosen, wie beispielsweise das von OPASCHOWSKI (2008) verfasste Standardwerk, in welchem ein mögliches Szenario für Deutschland im Jahre 2030 aufgezeigt wird, bereits wie eine Beschreibung der Vergangenheit (Leicher, 2018, S. 66). Selbst die als *Wild-Card* angepriesenen Zukünfte – also unwahrscheinliche Zukünfte – sind teilweise bereits heute schon Wirklichkeit geworden (Opaschowski, 2008, S. 704). Die Zukunft des Lernens wird in virtuellen Welten stattfinden und vermutlich um die Technologie der künstlichen Intelligenz (KI) und eine leistungsstarke sowie intelligente Datensammlung und -auswertung angereichert (Steppuhn, 2019, S. 237 f.). Darüber hinaus ließ sich beobachten, dass eine mögliche Bewältigung des Verbrauchs von natürlichen und knappen Ressourcen darin besteht, auf künstliche oder synthetische Ressourcen auszuweichen. Dasselbe könnte für die Realität als solche gelten. Die künstliche (virtuelle) Realität weist wahrlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten auf als die reale Welt – bei niedrigerem Ressourceneinsatz unter Annahme einer öko-effizienten Entscheidungsprämissse. Natürlich bedeutet die Verlagerung von natürlichen zu virtuellen Welten nicht automatisch auch eine Vermeidung des Ressourcenverbrauchs – auch der Ressourcenverbrauch wird *nur* verlagert (Stromkosten, Internetzugang, Serverinstanzhaltung etc.). Dennoch ist diese Entwicklung antizipierbar, insbesondere angesichts der vielfältigen

Potenziale, welche der VR zugeschrieben werden (explizit der VR – im Vergleich zu anderen immersiven Technologien).

Nachdem im vorliegenden Abschnitt aufgezeigt wurde, wie der Einsatz von immersiven Technologien das Lernen verändern kann und welche Probleme, Potenziale und Gestaltungsmöglichkeiten die Implementierung von VR in der Lehre bereithält, soll es im folgenden Abschnitt darum gehen, zu erkunden, wie das Unsichtbare in VR sichtbar gemacht werden kann.

### 4.3 Das Unsichtbare in VR sichtbar machen

Auf der Suche nach dem *Neuen* können verschiedene Wege eingeschlagen werden. Generell beschäftigen sich große Teile der Wissenschaft mit dem *Sichtbarmachen* des *Unsichtbaren* – und innerhalb des *Unsichtbaren* verbirgt sich vermutlich das *Neue*.

RIPPEL (2018) beschäftigt sich ebenfalls mit der Frage: *Wie kommt das Neue in die Welt?* Dabei stößt er in seiner Erkundung auf die Metapher bzw. vielmehr die Paradoxie<sup>37</sup> aus *Licht* und *Schatten* (S. 14 ff.). Die Metapher entfaltet vor allem dann ihre Sinnhaftigkeit, wenn auf die Notwendigkeit von Beobachtungen und dessen Logiken verwiesen wird. Das *Neue* muss beobachtet werden bzw. *beobachtbar* gemacht werden – insofern also sichtbar gemacht werden. Während das Bekannte also im *Licht* zu beobachten ist, bleibt das Unbekannte derweil im *Schatten* verborgen (Rippel, 2018, S. 14). Wie sich etwas beobachten lässt, ist von der zugrunde liegenden Beobachtungslogik abhängig.

Beobachten sei demnach das gleichzeitige Stattfinden von einer *Unterscheidung* und dessen *Bezeichnung* (Kneer & Nassehi, 1993, S. 110). Dinge zu beobachten, mag im Alltag als etwas Triviales abgetan werden, obwohl die Beobachtung ohne die Unterscheidung zu *etwas Anderem* gar nicht möglich wäre. Während das Beobachtete bezeichnet wird, bleibt das davon Unterschiedene unbezeichnet. Jede Beobachtung ist eine Unterscheidung – also auch eine *Entscheidung*. Demnach wird bei jeder Beobachtung, egal ob bewusst oder unbewusst, ein Nebenprodukt erzeugt – der sog. *blinde Fleck* (Esposito, 1998, S. 146).

Der *blinde Fleck* von jeder Beobachtung ist das, was RIPPEL (2018) als *Schatten* bezeichnet – insofern sind die Beschreibungen von RIPPEL (2018) und ESPOSITO (1998) kohärent in ihrer Annahme, dass sich das *Neue* nur im *Schatten* (oder im *blinden Fleck*) finden lässt.

Problematisch gestaltet sich dann das Beobachten des *Neuen* – der *blinde Fleck* lässt sich nämlich nicht beobachten (Kneer & Nassehi, 1993, S. 110). LUHMANN (2004) schlägt dafür die *Beobachtung zweiter Ordnung* vor, welche die gemachte Beobachtung (erster Ordnung) zum Gegenstand hat (S. 146). Um als Beobachter zweiter Ordnung das *Neue* zu beobachten, muss man sich *unsichtbar* vor dem Beobachter und dem Beobachteten machen. Könnte dieser Aufstieg zur zweiten Ordnung durch das Eintauchen in virtuelle Welten erzeugt werden? Ist der Transfer des Körpers von der Realität in die virtuelle Realität das *Unsichtbar-Machen*, welches für das Beobachten neuer Dinge notwendig ist? Dies ist ein Vorschlag.

<sup>37</sup> Als **Paradoxie** oder auch **Polarität** versteht RIPPEL (2018) die Sätze, die einen Widerspruch in sich enthalten – also absurd oder unplausibel erscheinen. Nicht selten entlarven sich die vermeintlichen Paradoxien jedoch nicht als ein *Entweder-oder*, sondern als ein *Sowohl-als-auch* (S. 14).

Ankerpunkt für eine solche Annahme ist der Prozess des Eintauchens in die virtuellen Welten, welche scheinbar mit einer Veränderung der Wahrnehmung des Selbst einhergeht – ohne an dieser Stelle eine genauere Vermutung zu formulieren, wie dieser Veränderungsprozess ausgestaltet ist. Dies wurde zumindest von den Studierenden der von ZIMMERMANN ET AL. (im Druck) dokumentierten Veranstaltung in VR in Aussicht gestellt. Die Studierenden hatten Schwierigkeiten, die Veränderung ihrer Selbstwahrnehmung in VR zu versprachlichen, konnten allerdings eine Art der *stellvertretenden Wahrnehmung* innerhalb ihres Tauchgangs in VR spüren (S. 148 f.). Dies scheint insofern verblüffend, als dass die Studierenden in den virtuellen Welten eigentlich niemanden stellvertretend wahrgenommen haben außer sich selbst – womöglich aber eine *andere Ausgestaltung* des Selbst.

Unter Zunahme des in Abschnitt 4.2.2 beschriebenen *Proteus-Effekts* innerhalb der Immersion in VR stellt sich die Frage, was für eine Identität die Studierenden in VR repräsentieren, wenn von einer stellvertretenden Wahrnehmung die Rede ist. Dies wäre nur der Fall, wenn Studierende bei Eintritt in die virtuelle Welt in einen (virtuellen) Körper hineinschlüpfen, ohne zu wissen, wen sie gerade repräsentieren.

Andersherum kann auch nicht automatisch angenommen werden, dass die Studierenden zwingend bei Eintritt in die virtuellen Welten ihre eigene Person repräsentieren – sie können das Aussehen ihres Avatars bestimmen und verhalten sich gemäß des Proteus-Effekts so wie das Optische ihres Avatars es vermuten lassen würde. Insofern hätte das Eintauchen in VR einen Charakter des Rollenspiels – die Studierenden schlüpfen in neue Rollen, die sie aber selbst gestalten können.

Der Ansatz von stellvertretender (repräsentierender) Wahrnehmung lässt sich in der Anwendung von Aufstellungen als Erkenntnismethode wiedererkennen (Daimler, 2008; Müller-Christ & Pijetlovic, 2016; 2018; Gehlert, 2020; Disterheft et al., 2021; Rosner, 2021). Diese Erkenntnismethode hat ebenfalls zum Ziel, die unsichtbaren Strukturen der Systeme sichtbar zu machen, sodass sich ein Exkurs in die Thematik der Wahrnehmung innerhalb von Systemaufstellungen lohnen könnte<sup>38</sup>.

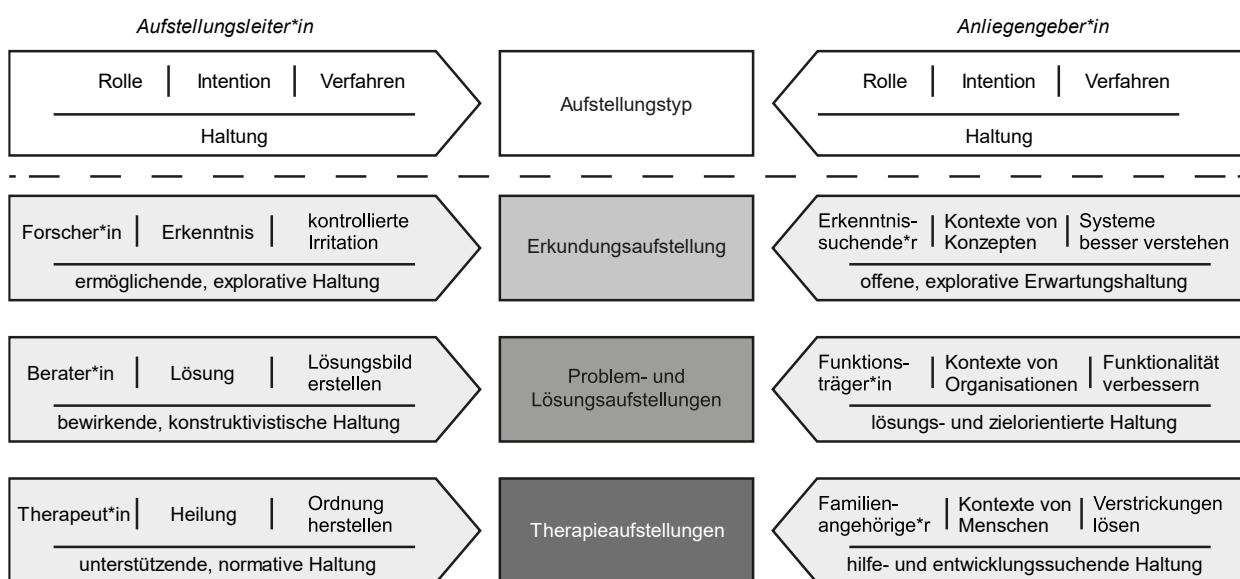
Die Aufstellungsmethode findet erste Anwendungen im soziometrischen Rahmen von sog. *Familienaufstellungen*, in denen unsichtbare Verflechtungen und generationsübergreifende Be-

<sup>38</sup> Die Welt der **Systemaufstellungen** ist ein methodisches Feld, welches ein großes Potenzial im Sinne der *Erkundungsforschung* gemäß der Definition dieser vorliegenden Arbeit innehält. Dennoch soll die Welt der Systemaufstellungen in der vorliegenden Arbeit nur oberflächlich behandelt werden. Für eine ausführliche Lektüre siehe die Schriftenreihe: *Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis*: herausgegeben durch MÜLLER-CHRIST (<https://www.springer.com/series/16194>, Abruf vom 29.09.2022)

ziehungen zwischen einzelnen Familienmitgliedern – innerhalb eines therapeutischen Ansatzes eingebettet – aufgedeckt werden sollten (Hellinger & Hövel, 2003, S. 13). Im weiteren Verlauf haben sich beispielweise im Bereich der Forschung, die *Erkundungs-, Struktur- und Systemaufstellungen* herausgebildet, während in der Praxis teilweise schon *Organisations- und Managementaufstellungen* durchgeführt werden (Rosner, 2021, S. 13 f.).

Systemaufstellungen können als eine Art der Gruppensimulation eines (Sozial-)Systems aufgefasst werden. Die Interaktionen, Befindlichkeiten und Strukturen des Systems werden über die körperliche Wahrnehmung der einzelnen Mitglieder\*innen – im Folgenden als *Stellvertreter\*innen* bezeichnet – versprachlicht. Die Systemaufstellung nutzt dabei die *Sprache des Raumes und des Körpers* (Pijetlovic, 2020, S. 122; Rosner, 2021, S. 13).

Die Stellvertreter\*innen erhalten während der Aufstellungsarbeit Eingaben, dessen Ursprung bisher unterschiedlich erklärt wird<sup>39</sup>, welche sie mithilfe von Sprache, Metaphern und bildlichen Beschreibungen auszudrücken versuchen (Müller-Christ & Pijetlovic, 2016, S. 133).



**Abb. 4.4** Schema der Aufstellungstypen. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pijetlovic, 2020, S. 131)

<sup>39</sup> Woher die Eingaben und Informationen für die Stellvertreter\*innen kommen, ist bisher weitgehend ungeklärt. Solange das erwünschte Resultat der kontrollierten Irritation oder die Darstellung von strukturellen Lösungsbildern erreicht wird, bleibt die Diskussion des Ursprungs der Informationen zweitrangig. Für einen ausführlichen Versuch der Aufklärung von repräsentativen Wahrnehmungen siehe (Gehlert, 2020). Dieser versucht, sich dem Phänomen über die Hinzunahme der *Quantenphysik* zu nähern.

Das Phänomen der repräsentativen Wahrnehmung wirkt insbesondere dann, wenn die Stellvertreter\*innen das System nicht kennen und zusätzlich keine Kenntnis darüber haben, welches Element sie selbst im System repräsentieren. Diese Art der Aufstellung wird als *doppelt verdeckte Arbeit* bezeichnet (Müller-Christ & Pijetlovic, 2016, S. 131).

PIJETLOVIC (2020) teilt die genannten Aufstellungskontexte in *drei wesentliche Aufstellungstypen* ein, welche in Abb. 4.4 dargestellt sind (S. 129). Während die Erkundungsaufstellung Anwendung in der Forschung findet und das Gewinnen neuer Erkenntnisse in den Fokus fasst, haben die Problem- und Lösungsaufstellungen sowie die Therapieaufstellungen die Intervention und Veränderung von Strukturen zum Gegenstand.

So wäre der Anwendungsfall der vorliegenden Arbeit ebenfalls in dem Aufstellungstyp der Problem- und Lösungsaufstellungen zu verorten, denn die Erkenntnisse (im Sinne reinen Wissens) hinsichtlich der Nachhaltigen Entwicklung sind reichlich gegeben (Zimmermann et al., im Druck, S. 151) – und können somit nicht Ziel der Aufstellungsarbeit sein. Die vielfach geforderte *Große Transformation* könnte möglicherweise mit jenen Aufstellungen bewirkt werden (Blüh-dorn, 2020b, S. 32).

ROSNER (2021) spricht in diesem Kontext gezielt von sog. *Transformationsaufstellungen*, welche dann herangezogen werden sollen, wenn es um die Änderungen von Strukturen im *großen Ausmaß* und *stärkerer Intensität* geht<sup>40</sup>. Diese Transformationsaufstellungen weisen wiederum laut eigener Aussage eine Ähnlichkeit zu *Entwicklungsaufstellungen* nach MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) auf (S. 233 ff.). Während im letztgenannten Ansatz ein Zielbild (Soll-Zustand) erarbeitet werden soll, geht es in der Transformationsaufstellung nach ROSNER (2021) um die Veränderung als solche – und zwar ohne normative Festschreibung eines *richtigen* Zielbilds (S. 119).

Die naheliegende Adaption von Aufstellungen zur Befähigung eines systemischen Denkens im Kontext der Nachhaltigkeit wäre bspw., dass Studierende innerhalb einer Aufstellung das Bild eines Systems zum jetzigen Zeitpunkt darstellen (der Planet Erde erreicht seine Grenzen). Daraufhin würden die Studierenden das Zielbild (der Planet Erde wird geschützt durch eine verantwortungsvolle Neuordnung der Elemente) aufstellen und zeigen, wie die verantwortungs-

<sup>40</sup> Mit den Anforderungen **großes Ausmaß** und **stärkere Intensität** möchte ROSNER (2021) sicherstellen, dass nur die Veränderungen mit ausreichender Tragweite und Relevanz Gegenstand von Transformationsaufstellungen werden. Beispielsweise Begleitungen von Transformationen ganzer Organisationen oder Etablierung von neuen Entscheidungsprämissen in bestimmten sozialen Systemen (S. 117 f.).

volle und vor allem nachhaltige Welt aussieht. Dieser Ansatz kann nicht verfolgt werden, wenn die zugrunde liegende Definition der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wird.

In Abschnitt 3.3 wurde argumentiert, dass die BNE möglichst nur einen emanzipativen Charakter beinhalten sollte, damit Studierende nicht systematisch dazu angehalten werden, fremdgesteuerte Ideologien zu vertreten – auch wenn sie *richtig* sein mögen (Michelsen & Fischer, 2016, S. 332; Bellina et al., 2019, S. 29). Der Ansatz einer BNE kann demnach nur sein, die Studierenden dazu zu befähigen, das *Richtige* vom *Nicht-Richtigen* zu unterscheiden und ihnen die Fähigkeit zu vermitteln, dies in der Praxis anzuwenden – bspw. durch das systemische Denken.

Nun könnte argumentiert werden, dass die Entwicklungsaufstellungen (Müller-Christ & Pijetloovic, 2018, S. 233 ff.) sowie die Problem- und Lösungsorientierten Aufstellungen (Pijetloovic, 2020, S. 129 f.) zu klare Vorstellungen von einem Zielbild haben, dass sie die Studierenden möglicherweise zu sehr leiten. Hiermit ist nicht gemeint, dass Stellvertreter\*innen eine Meinung zugewiesen wird – schließlich geben sie die Eingebungen im Rahmen einer repräsentativen Wahrnehmung wieder. Wenn jedoch das Zielbild in einer solcher Aufstellung gebildet wurde, dann hat dieses vorübergehend eine Gültigkeit, welche es nachgelagert zu erkunden, zu erklären und zu interpretieren gilt – das System lässt in dem Sinne verkünden: *So ist mein Ziel-Zustand*. Das führt zu folgender These:

#### **Erkenntnisleitende These Nr. 4**

Die Problem- und Lösungsaufstellungen eignen sich nicht für die Vermittlung der Fähigkeit des systemischen Denkens im Rahmen einer BNE. Der emanzipative Charakter ist insofern nicht mit dem zielgerichteten Ansatz der Problem- und Lösungsaufstellungen vereinbar. Das heißt, dass das Aufstellen eines klaren Zielbildes („*So muss es sein*“) – also eine kollektive Konstruktion – für das vorliegende Vorhaben nicht zielführend ist.

Das Problem ist von zweierlei Natur. Einerseits scheint die Aufstellungsaufarbeit als solche ungeeignet und andererseits liefern die unterschiedlichen Aufstellungstypen jeweils Eigenschaften, welche im Sinne des Verständnisses einer emanzipativen BNE schwierig umzusetzen sind. Zunächst lässt sich festhalten, dass die Aufstellungsaufarbeit sich sicherlich eignen mag, um ein Verständnis im Nachhaltigkeitskontext herzustellen, wie DISTERHEFT ET AL. (2021) bereits aufzeigten. Ebenso eignet sich die Aufstellungsaufarbeit für die Hochschullehre – zu nennen seien die Erkundungsaufstellungen sowie die System- und Strukturaufstellungen (Müller-Christ & Pijetloovic, 2016, S. 131). Aus Sicht des Verfassers ist ebenfalls vorstellbar und sicherlich sinnstiftend, eine Aufstellung in VR durchzuführen – denn auch dies sollte sich in ein virtuelles Szenario überführen las-

sen, in dem mehrere Stellvertreter\*innen im virtuellen Raum miteinander synchron interagieren und gemeinsam eine Aufstellung erfahren. Dennoch scheint die Synthese aus VR, dem Nachhaltigkeitskontext (eingebettet in der BNE), dem Lernformat als Einzelarbeit und der Aufstellungsarbeit als solche schwierig darstellbar zu sein. Die BNE plädiert für einen emanzipativen Charakter, welcher Studierende nicht instrumentalisiert. Die Aufstellungsarbeit bewirkt dabei nicht etwa eine Instrumentalisierung, jedoch ist das Ziel der meisten Aufstellungstypen die Erarbeitung eines Soll-Zustands. Nicht der Lernende an sich stellt diesen Soll-Zustand auf, sondern mehrere Stellvertreter\*innen tun dies im Rahmen ihrer Eingebungen, die wiederum einem diffusen, bisher nicht verortbaren Raum entspringen. Insofern ließe sich ein erweitertes, systemisches Verständnis von Nachhaltigkeit in sozialen Kontexten abbilden, die Fähigkeit zu Anwendung systemischen Denkens in der Praxis wird aus Sicht des Verfassers hiermit aber nicht gefördert. Dazu muss die gesamte VR-Erfahrung auf eine lernende Person zugeschnitten sein. Lediglich die Wahrnehmung (womöglich repräsentativ) des einzelnen, betroffenen Lernenden sollte hierbei ausgedrückt werden.

Dass die Aufstellungsarbeit nicht die vorrangige Methode eines VR-Lernformats sein kann, welches die Fähigkeit zur Anwendung systemischen Denkens im Nachhaltigkeitskontext fördert, wird umso offensichtlicher, wenn betrachtet wird, was dies für die Implementierung in VR bedeutet hätte. Die geleitete doppelt verdeckte Aufstellungsarbeit hätte sich demnach schwierig umsetzen lassen – zumindest im Sinne eines asynchronen Lernformats, in dem Studierende zeit- und ortsunabhängig lernen sollen.

Auf Basis dieser Erkenntnis gilt es nun im Folgenden, ein geeignetes Lernformat zu finden, um die unsichtbaren Strukturen und Dilemmata sichtbar zu machen.

#### 4.3.1 *Die systemische Visualisierung*

Neben der Aufstellungsarbeit existiert der methodische Ansatz der *systemischen Visualisierung*, welcher auf die doppelt verdeckte Aufstellungsarbeit verzichtet und somit auch das Phänomen der repräsentativen Wahrnehmung nicht beinhaltet – dennoch aber das Potenzial der *Raumsprache* ausschöpft (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 276).

MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) entwickelten die Methodik der systemischen Visualisierung als didaktische Methode in der Hochschullehre<sup>41</sup>, welche in der Lage sein soll, schwierige und komplexe Problem- und Entscheidungssituationen dazustellen. Durch die Verknüpfung

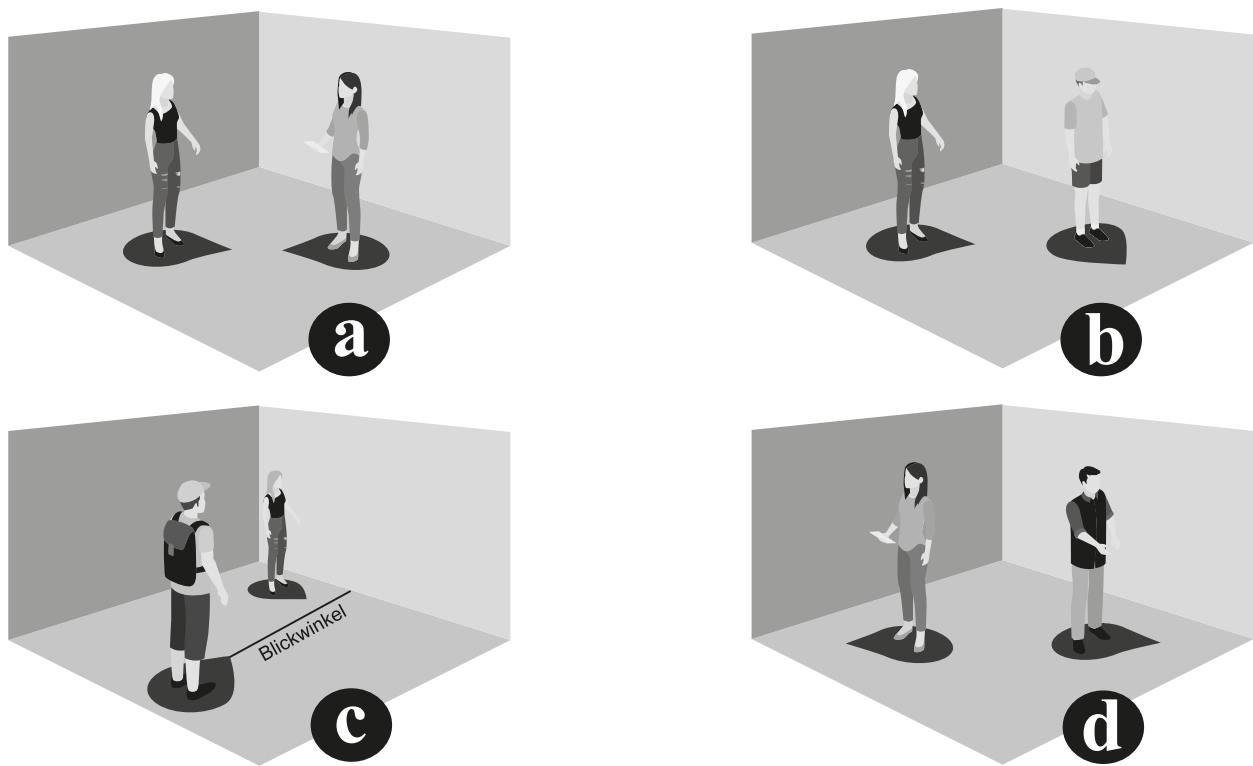
<sup>41</sup> GEORG MÜLLER-CHRIST und DENIS PIJETLOVIC (2018) erarbeiten die Methode der **systemischen Visualisierung** in Zusammenarbeit mit ANDREAS FISCHER, einem Professor für Wirtschaftsdidaktik an der Leuphana Universität zu Lüneburg (S. 276).

des *analytischen* und *interpretativen* Denkens wird sich die Synthese zu einem *systemischen Denken* versprochen, welches die Wechselwirkungen zwischen einer Vielzahl an Variablen zu erkennen vermag (S. 276).

Aus diesen Gründen wird die systemische Visualisierung als die bisher passendste Schnittmenge für die Vermittlung der Fähigkeit der Anwendung systemischen Denkens im Nachhaltigkeitskontext angesehen.

Der Ablauf einer systemischen Visualisierung ist in einem *gedanklichen Drehbuch* festgehalten, welches die Lernenden anleitet und in die Visualisierung einführt. Ein gedankliches Drehbuch könnte folgendermaßen aufgebaut sein:

- i. Der inhaltliche Kontext wird in die relevanten Elemente unterteilt (MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) empfehlen hierbei sechs bis sieben Elemente, um die Übersichtlichkeit der Visualisierung nicht allzu sehr zu trüben). Die Stellvertreter\*innen stellen jeweils ein Element dar – sowohl für die Stellvertreter\*innen wie auch für die Beobachter ist klar, wer welches Element repräsentiert (S. 278).
- ii. Das Bild baut sich iterativ auf, indem die Elemente der Reihe nach in die Visualisierung einsteigen. Das Raumbild – zum großen Teil bestehend aus Personen, deren Positionierung und dessen Blickrichtungen – ist anschließend gemäß der *transverbalen Raumsprache* zu deuten. Der Aufbau des Bildes kann ggf. durch Erläuterungen untermauert werden, sodass der Eindruck einer *Geschichte* entsteht.
- iii. Im Gegenteil zu einer zweidimensionalen Visualisierung hat die systemische Visualisierung den Vorteil der räumlichen Tiefe – ist also fähig, ein dreidimensionales Raumbild abzugeben. Elemente können also im Vorder- oder Hintergrund positioniert und unterschiedlich zueinander hin- und abgewandt sein. Die Interpretation ist beinahe universell – ein Großteil der Menschen deuten die transverbalen Gegebenheiten in ähnlicher Art und Weise. Beispiele für jene transverbalen Konstellationen sind in Abb. 4.5 dargestellt und sollen im Folgenden erläutert werden (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 278 f.).



**Abb. 4.5** Beispiele einer Transverbalen Raumsprache. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pijetlovic, 2020, S. 279)

a) Die beiden Elemente schauen sich direkt an und sind einander zugewandt. Darunter wird der starke Bezug aufeinander verstanden, welcher beispielweise die Klärung eines bestimmten Anliegens sein könnte. In b) schaut ein Element auf ein anderes, welches den Blick nicht erwidert, sondern sich stattdessen abwendet. Hiermit wird eine einseitige Beziehung zum Ausdruck gebracht. In c) gilt es zwischen Hauptblickrichtung und dem erfassten Blickwinkel zu differenzieren. Ein Element schaut ein anderes Element nicht direkt an, erfasst es dennoch innerhalb seines Radius. Das Element ist also einerseits auf ein anderes Element fokussiert, nimmt aber das dritte Element am Rande wahr. In d) sind beide Elemente voneinander abgewandt und blicken in jeweils unterschiedliche Richtungen. Es liegt keine Beziehung vor bzw. die Elemente lehnen eine Beziehung ab (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 279).

Im vorliegenden Fall wird die systemische Visualisierung nicht genau den Beschreibungen nach MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) entsprechen, da einmal mehr betont werden soll, dass das Lernformat asynchron in Einzelarbeit stattfinden wird – also die Interaktion aus 6-7 Lernenden nicht in jedem Fall realisierbar wäre.

Abgesehen davon lässt sich das Konzept der systemischen Visualisierung adäquat in virtuelle Welten übertragen – teilweise kommen weitere Möglichkeiten durch diese Überführung zu-

stande, sodass die systemische Visualisierung von den Möglichkeiten der virtuellen Welten profitieren kann.

Die Elemente werden in der virtuellen Welt nicht von realen Menschen repräsentiert und aufgestellt, sondern werden durch virtuelle Exponate ersetzt, welche die Lernenden in Einzelarbeit zu einem systemischen Bild aufstellen können. MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) zeigten den Vorteil zwischen der zweidimensionalen Darstellung und der räumlichen, dreidimensionalen Darstellung auf, welcher in der Tiefe des Raumes bestand (S. 279).

Nun lässt sich ein weiterer Vorteil durch die Hinzunahme der VR feststellen. Die Lernenden können nicht nur das volle räumliche Potenzial von den in virtuellen (theoretisch unendlich großen) Räumen nutzen – sie haben darüber hinaus die Möglichkeit, sämtliche physikalischen Gesetze der echten Realität auszuhebeln. Das heißt, dass Exponate (in welcher Ausgestaltung auch immer) aufeinander stehen können, in der Luft schweben können und in ihrer Größe veränderbar sind. Diese neuen Möglichkeiten durch die virtuellen Welten münden in schier unzähligen systemischen Bildern<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Wie MÜLLER-CHRIST & PIJETLOVIC (2018) feststellen, sagen Bilder mehr als tausend Worte. Die Bilder, die durch die Möglichkeiten in VR entstehen können, werden ganz anders aussehen als diejenigen Bilder, die durch echte Menschen in der Realität aufgestellt und visualisiert werden. So sind die systemischen Bilder vollständig von der Kreativität der Lernenden in VR und dessen Wahrnehmung abhängig. Die unterschiedlichen Assoziationen mit solchen systemischen Visualisierungen sollten dabei nicht als Nachteil gedeutet werden – sie stellen stattdessen einen Mehrwert für den Lernerfolg dar. Dieselben Bilder sorgen möglicherweise für unterschiedliche Interpretationen und transportieren jeweils unterschiedliche Informationen (S. 276 f.).

## 5 Erstellung eines Prototyps

### 5.1 Lerneinheit: Systemische Visualisierung des SDG 12

Im Folgenden wird ein Versuch der Synthese bisheriger Erkenntnisse aus den Feldern *Nachhaltigkeit (BNE)*, *systemisches Denken*, *immersives Lernen* und dem vorliegenden Kontext unternommen. Für die Einordnung einer solchen Lerneinheit ist es sinnvoll, das größere Ziel, zu welchem die vorliegende Arbeit beitragen möchte, vor Augen zu führen.

Es soll langfristig ein virtuelles Szenario im Rahmen der *Virtuellen Akademie Nachhaltigkeit* (VAN) entstehen. Diese Lehrveranstaltung findet zu großen Teilen (wenn nicht sogar komplett) in VR statt und kann durch Studierende in Einzelarbeit durchlaufen werden, ohne dass die Anwesenheit einer Lehrkraft benötigt wird. Die Ausgestaltung dieser Lerneinheit balanciert also zwischen dem *Leiten des Lernenden* und der *Offenheit gegenüber dem Lernenden*.

Dieses groß angelegte Lernszenario soll mithilfe der *SDGs* vermittelt werden – also perspektivisch alle 17 Ziele umfassen. Zunächst soll im Rahmen des Prototyps eine beispielhafte Lerneinheit anhand eines SDGs dargestellt werden – dem 12. SDG. Aus Sicht des Verfassers ist es sinnvoll, pro Lerneinheit nur ein SDG zu thematisieren, weil die Betrachtung des gesamten Systems (alle 17 SDGs) zu unübersichtlich ist.

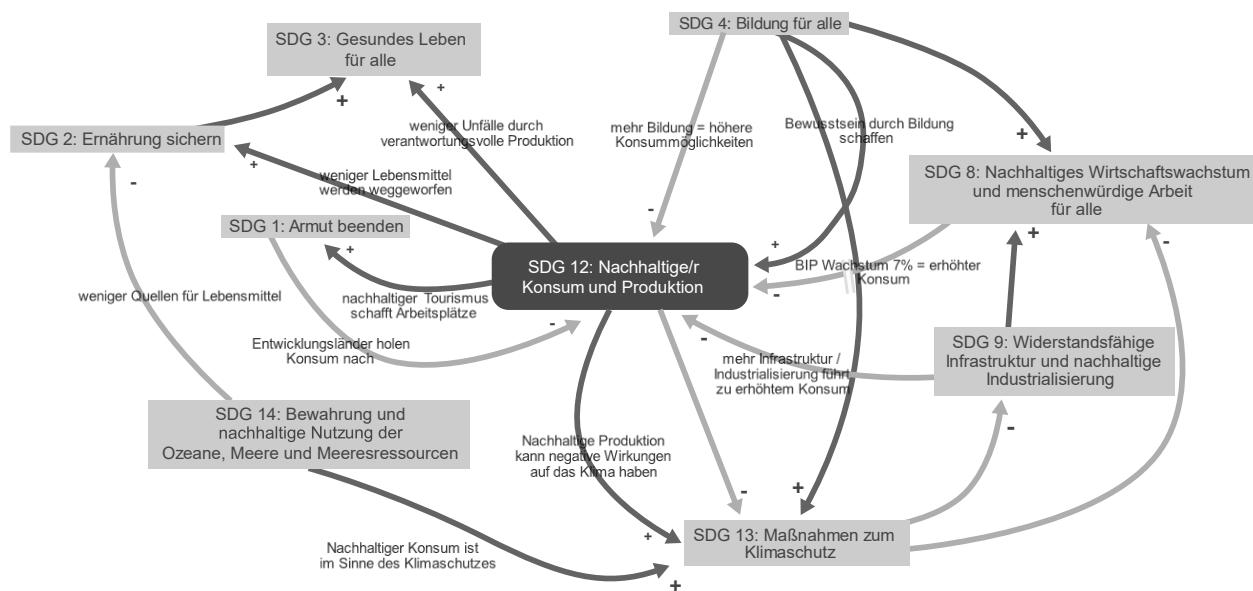
#### 5.1.1 Systemische Betrachtung des SDG 12

Die Studierenden sind dazu angehalten, sich innerhalb der Lerneinheit ein inhaltliches Verständnis der SDGs – sowohl als Gesamtkonstrukt wie aber auch im Einzelnen – anzueignen. Die Studierenden greifen in diesem Fall auf das bereits vorhandene Lehrangebot der VAN zurück, welches bereits eine ausführliche Videoreihe zu allen SDGs – mitsamt erweiterten Inhalten, wie beispielsweise Interviews mit Expert\*innen – produziert hat<sup>43</sup>. In diesem Fall würden die Studierenden sich das Lehrmaterial in Form der Videos zu dem 12. SDG anschauen. Dieses trägt den Titel: *Nachhaltige/r Konsum und Produktion*.

<sup>43</sup> Link zur Veranstaltung: <https://oncourse.uni-bremen.de/blocks/occoursemetaselect/detailpage.php?id=21>, Abruf vom 29.09.2022. Die Lehrveranstaltung wird von der *Virtuellen Akademie Nachhaltigkeit* angeboten. Die Absolvierung kann semesterunabhängig geschehen, da es sich um ein reines Videoformat handelt. Das Ziel der Lehrveranstaltung ist das Kennenlernen der wesentlichen Ziele (der *Sustainable Development Goals SDGs*) sowie deren Unterziele und Indikatoren. Die Videoreihe hat darüber hinaus den Anspruch, die SDGs im Rahmen einer systemischen Perspektive auf Wechselwirkungen zu untersuchen und somit den ganzheitlichen Blick der Studierenden zu fördern.

In der Betrachtungs- und Umsetzungsweise der SDGs wird den vorherrschenden Interdependenzen bisher wenig Raum gegeben. Die Unterteilung der globalen Nachhaltigen Entwicklung in 17 greifbare Ziele hat eine scheinbar Komplexitätsreduzierende Wirkung nach sich gezogen – diese Wirkung lässt sich aber nur auf der Ebene der Darstellung verorten. Die Umsetzung der SDGs, welche den Urkonflikt zwischen *Umweltschutz* und *weltweitem Wirtschaftswachstum* beinhaltet, hat keineswegs an Komplexität eingebüßt – im Gegenteil: Angesichts des rasanten Bevölkerungswachstums nehmen die Begehrlichkeiten auf die knapp begrenzten Ressourcen der Erde nunmehr zu (Herlyn, 2020, 44 f.).

Das SDG 12 ist eines der Kernthemen für die Nachhaltige Entwicklung (Lecina, 2020, S. 292). Während andere SDGs, wie beispielsweise das SDG 14: *Leben unter Wasser*, vergleichsweise spezifisch ausfallen, scheint das SDG 12 einen allumfassenderen Ansatz zu verfolgen. Aus Sicht des Verfassers sind die SDGs ohnehin nicht so autark, wie die Darstellung der 17 einzelnen Kacheln dies vermuten lässt – stattdessen sind sie ineinander und untereinander verwoben. Das SDG 12 beinhaltet dabei womöglich zwei der systemisch relevantesten Stellschrauben für die Nachhaltige Entwicklung – den *Konsum* und die *Produktion*. Der Versuch, das SDG 12 in einem System mit ausgewählten weiteren SDGs darzustellen, wurde in Abb. 5.1 unternommen.



**Abb. 5.1** SDG 12 in Wechselwirkung mit weiteren SDGs. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Le Blanc, 2015, S. 181 f.)

Die Abb. 5.1 gibt einen Aufschluss über mögliche Wechselwirkungen zwischen den SDGs – welche sowohl Synergien als auch Zielkonflikte beinhalten. Diese systemische Abbildung<sup>44</sup> könnte sicherlich, je nachdem, wo die Grenzen für ein System gezogen werden, in deutlich zunehmender Tiefenschärfe weiter ausgeführt werden. Jedoch sind nicht nur die Beziehungen der verschiedenen SDGs von Dilemmata durchzogen, auch die Erschließung klarer Strukturen und Zusammenhänge zwischen *Konsum* und *Produktion* (also das SDG 12 isoliert betrachtet) sind nicht linear-kausal zu erklären.

So befinden sich der Konsum und die Produktion in einem ständigen Kreislauf – die Konsument\*innen entscheiden durch ihre Produktauswahl, welche Produkte aus welchen Materialien in welcher Stückzahl produziert werden – nicht zuletzt entscheiden sie auch darüber, in welches Land das Produkt transportiert werden muss (Lecina, 2020, S. 297).

LECINA (2020) kommt im Zuge ihrer systemischen Betrachtung des SDG 12 zu dem Schluss, dass sich ein nachhaltiger Konsum nicht individualisieren lässt. Die Inanspruchnahme von *nachhaltigen* Trends wie *Bioprodukten*, *Fairtrade* sowie die *vegane Ernährungsweise*, unter der Inkaufnahme von höheren Preisen oder der erschwerten Zugänglichkeiten, sind *Trade-Offs*, die in der Realität nur von einer gewissen Nische eingegangen werden können. In Entwicklungsländern, welche per Formulierung einiger SDGs dazu angehalten sind, ein wirtschaftliches Wachstum zu erleben, sind diese Entscheidungsprämissen schlichtweg irrelevant. Diese als nachhaltig deklarierten Trends sind Phänomene von Industriegesellschaften und gelten deshalb nur für einen Teil des Systems, welches angesichts der Wachstumsrate der globalen Bevölkerung immer größer zu werden scheint (S. 297).

<sup>44</sup> An dieser Stelle wird absichtlich der Term *systemische Abbildung* verwendet – Die Abb. 5.1 verfolgt ein ähnliches Ziel wie die *systemische Visualisierung*, ist aber dennoch von ihr zu unterscheiden. Nach MÜLLER-CHRIST UND PIJETLOVIC (2018) schöpfen systemische Visualisierung von der transverbalen Raumsprache, welche die zweidimensionalen Darstellungen nicht darzustellen vermögen (S. 277). Jedoch sind diese Art Abbildungen sehr wohl in der Lage, Interdependenzen, Rückkopplungen und auch Wirkrichtungen und Kreisläufe innerhalb von Systemen darzustellen. Derartige rekonstruierende Visualisierungen werden unter den Ansätzen *System Mapping* und *System Dynamics* diskutiert (Senge, 2010, S. 13).

### Erkenntnisleitende These Nr. 5

Ein *desorientierendes Dilemma* im Kontext des SDG 12 könnte der scheinbar unüberwindbare Widerspruch zwischen dem SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) und dem SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) sein. Dieser Zielkonflikt könnte ein komplexes und sinnstiftendes Thema für eine Lerneinheit zur Befähigung des systemischen Denkens sein.

Wie in der Erkenntnisleitenden These Nr. 2 geschildert, benötigt der transformativen Lernprozess ein *desorientierendes Dilemma*, welches die Bedeutungsperspektiven der Lernenden insofern irritiert, als dass die Lernenden die Welt nicht mehr durch ihre bisherige Brille erklären können (Mezirow, 1997, S. 4). In diesem Moment sind die Lernenden imstande, die kultivierten und sozialisierten Prämissen abzulegen und durch neue Perspektiven anzureichern. Dies ist der Ausgangspunkt für die vorliegende Lerneinheit. Mit dem von LECINA (2020) beschriebenen Widerspruch zwischen SDG 8 und SDG 12 könnte ein Dilemma aufgezeigt werden, welches sich nur für diejenigen erschließt, die das globale System durchdringen (S. 297). Der Widerspruch beginnt mit der Annahme, dass die bisher größten Stellschrauben für einen nachhaltigen Konsum (nach dem Verständnis der Industrieländer) der *Verzicht* oder das Nutzen alternativer, vermeintlich *nachhaltigerer Produkte* darstellen. Dies ist nicht auf das ganze System anzuwenden, weil Entwicklungsländer sich nicht in Verzicht üben können/sollten, sofern sie gemäß dem SDG 8 das Wirtschaftswachstum vorantreiben – und dadurch konsumieren müssen. Darüber hinaus existieren die alternativen und nachhaltigen Produkte aus Industrieländern nicht in Entwicklungsländern – vermutlich werden lokale Produkte angeboten. Die Frage muss zunehmend auch in folgende Richtung gelenkt werden: *Wie sieht eigentlich ein nachhaltiger Konsum in Entwicklungsländern aus?* Es könnte sein, dass die Antwort weder im Verzicht noch in Trends wie Bio, Fairtrade oder Veganismus zu finden ist. Ein erster Ansatz für den nachhaltigen Konsum und der nachhaltigen Produktion (aus systemischer Perspektive) schlägt MÜLLER-CHRIST (2020) mit dem *Cradle-to-Cradle-Ansatz* vor, welcher den Konsum und die Produktion in einen Kreislauf transformieren soll (S. 272). Diesem Ansatz zufolge werden die Ressourcen der Natur entnommen, Produkte werden hergestellt, genutzt und anschließend in ihre verwertbaren Einzelteile zerlegt und wiederum zu neuen Produkten verarbeitet. Dieses systemische *Recycling* bezweckt vorrangig das Abkehren von einem linearen Ressourcenverbrauch und vermeidet somit das übermäßige Wegwerfen von verwendeten Ressourcen (Müller-Christ, 2020, S. 272 f.).

Mit der Formulierung der obenstehenden Erkenntnisleitenden These ist ein thematischer Rahmen sowie ein Anhaltspunkt für ein desorientierendes Dilemma identifiziert worden. Im Folgenden sollen die verwendeten zugrunde liegenden Lernmodelle für ein immersives Lernen umrissen werden.

### 5.1.2 Überlegungen zu einem Lernmodell

In bisherigen Literatur-Reviews zum Einsatz von VR in der Lehre wurde festgestellt, dass der Großteil der VR-Anwendungen unter Fokussierung technischer Gesichtspunkte entwickelt wurde – nur die wenigsten dieser Formate basierten dabei auf konkreten Lernmodellen (Radianti et al., 2020, 21; Hamilton et al., 2021, S. 16).

Die hieraus abgeleiteten Empfehlungen sowie die Erkenntnisse des Experiments von ZIMMERMANN ET AL. (im Druck) sollen hierbei ihre Berücksichtigung finden (S. 151).

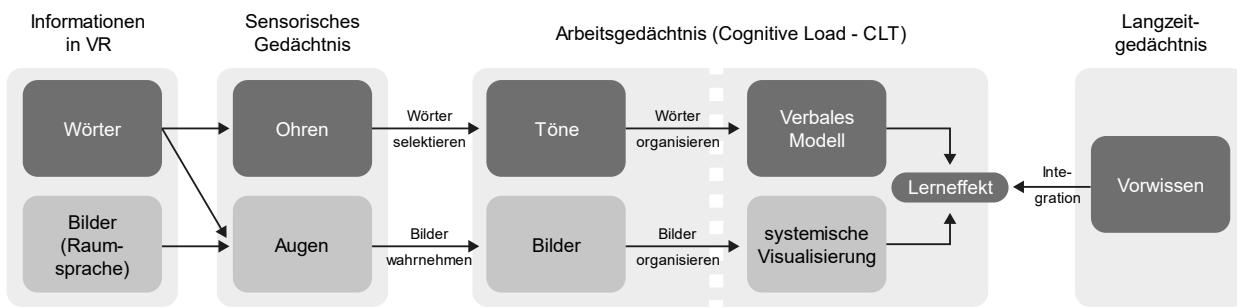
Zunächst soll ein Fundament des Lernens für ein Lernszenario in virtuellen Welten hergestellt werden. Ausgehend vom Konstruktivismus<sup>45</sup> erlangen Lernende ein Verständnis über Sachverhalte aufgrund eigener gedanklicher Abwägungen, die auf komplexen Erfahrungen und Interaktionen basieren. Aus dem Blickwinkel eines konstruktivistischen Lernansatzes steht das also *Erfahren* und *selbstständige Durchführen* von Handlungen im Vordergrund der Wissensvermittlung. Nur der Lernende selbst, kann Begriffsstrukturen aufbrechen und neu formulieren (Zimmermann et al., im Druck, S. 151; Lattemann et al., 2009, S. 433).

Dieses konstruktivistische Verständnis wird um die Annahme von *Bedeutungsperspektiven* ergänzt, welche im Abschnitt 4.1 genauer untersucht werden (Mezirow, 1997, S. 4). Die Bedeutungsperspektiven sind *Brillen* oder auch *Deutungsschablonen*, durch welche die Lernenden ihre Welt wahrnehmen und interpretieren. Eine Veränderung der Welt hätte demnach nicht die veränderte Wahrnehmung der Welt durch Lernende zur Folge (Singer-Brodowski, 2016, S. 15; Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 29).

Der Durchbruch solcher über viele Jahre hinweg kultivierter Bedeutungsperspektiven gestaltet sich schwierig - ist aber notwendig, um neue Entscheidungsprämissen in den inneren Schemata der Lernenden entstehen zu lassen (Singer-Brodowski, 2021, S. 13). In diesem Zuge wird die Erzeugung von *desorientierenden Dilemmata* innerhalb des Lernprozesses empfohlen (Grund & Singer-Brodowski, 2020, 29 f.) und im vorliegenden Ansatz berücksichtigt.

Im Folgenden sollen Theorien angeboten werden, welche sich mit den Eingebungen und der Verarbeitung von Informationen auseinandersetzen.

<sup>45</sup> Um das Lernen grundsätzlich differenzierter zu beschreiben, lässt sich bspw. die viel zitierte Taxonomie nach BLOOM ET AL. (1956) anführen. Nach dieser findet Lernen in unterschiedlichen Klassen statt: *Wissen, Verständnis, Anwendung, Analyse, Beurteilung* und *Synthese* (S. 18). In der vorliegenden Arbeit soll auf diese Differenzierung verzichtet werden, um das theoretische Gerüst nicht über Gebühr strapazieren.

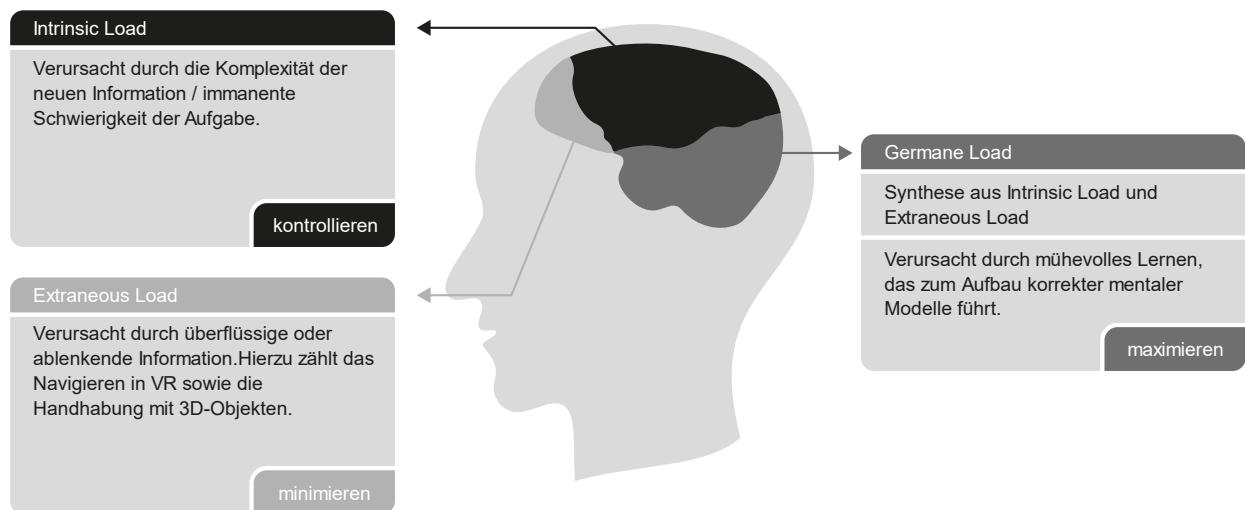


**Abb. 5.2** Cognitive Theory of Multimedia Learning. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mayer, 2014, S. 66)

Die Abb. 5.2 zeigt die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML), welche auf ein VR-Szenario angewandt ist. Das Modell basiert auf der Annahme, dass die Informationen in VR *auditive* und *visuelle* Eingaben anbieten, welche die Lernenden über zwei separate Kanäle wahrnehmen – dem verbalem und dem visuellen Kanal (Müser & Fehling, 2022, S. 126). Die zwei separaten Kanäle innerhalb des sensorischen Gedächtnisses sind in ihrer Kapazität begrenzt (J. M. Clark & Paivio, 1991, S. 149; Baddeley, 2012, S. 6).

Für die Implementierung in ein VR-Lernszenario bedeutet dies, dass nicht nur die naheliegenden visuellen Eingaben fokussiert werden sollten (etwa durch Videos in VR oder die gesamte räumliche Gestaltung der virtuellen Welt), sondern auch die verbalen Informationen eine Rolle spielen (Müser & Fehling, 2022, S. 126). Dies könnte entweder in Form von narrativen Audiospuren oder durch das Abspielen von Musik und weiteren Hintergrundgeräuschen erreicht werden.

Die zweite Annahme der CTML beschreibt die mögliche Überlastung des Arbeitsgedächtnisses aufgrund der begrenzten Kapazität. Um die Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses besser einschätzen zu können, soll an dieser Stelle die *Cognitive Load Theory* (CLT) herangezogen werden, welche in Abb. 5.3 dargestellt ist. Demnach ist das Arbeitsgedächtnis nicht nur hinsichtlich der Kapazität von zu verarbeitenden Informationen begrenzt, sondern auch in der Zeit (zur Informationsspeicherung). Der *Cognitive Load* (die kognitive Belastung im Arbeitsgedächtnis – siehe auch Verortung innerhalb des CTML in Abb. 5.2) geht von drei verschiedenen Arten der Belastung während des Lernprozesses aus: dem *Intrinsic Load*, dem *Extraneous Load* und dem *Germane Load* (Sweller, 2006, S. 13 f.; 2012, S. 40 f.; Paas & Sweller, 2014, S. 39).



**Abb. 5.3** Cognitive Load Theory. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Müser & Fehling, 2022, S. 126)

Der *Intrinsic Load* ist abhängig vom Schwierigkeits- und Komplexitätsgrad des zugrunde liegenden Themas. Darüber hinaus wirken das vorhandene Vorwissen der Lernenden sowie die Art der Vermittlung auf die Belastung des Intrinsic Loads ein (Paas & Sweller, 2014, S. 39 f.). Bezuglich des SDG 12 als Lernthema lässt sich feststellen, dass dieses an sich bereits eine Komplexität mitbringt, welche durch die systemische Visualisierung noch einmal intensiviert wird. Der Intrinsic Load sollte dem Studierendenniveau entsprechend kontrolliert werden – eine hohe Komplexität ist nicht automatisch hinderlich für den Lernerfolg (Müser & Fehling, 2022, S. 126).

Unter dem *Extraneous Load* lässt sich grundsätzlich die Belastung, welche durch eine ungeeignete didaktische Gestaltung resultiert, verstehen. Hierfür werden die Ressourcen der Lernenden für überflüssige Prozesse aufgebracht. Die Ressourcen, die für den Extraneous Load aufgebracht werden, können folglich nicht für den Intrinsic Load oder den Germane Load genutzt werden – womit jene Ressourcen *ineffektiv* für den Lernprozess werden (Paas et al., 2003, S. 2). Im vorliegenden Fall lässt sich ein hoher Extraneous Load weniger durch eine ungeeignete Didaktik, sondern vielmehr durch den Einsatz von VR erklären. Dabei führen nicht nur die visuellen Effekte der immersiven Welt zu einer hohen Belastung – auch die Umstände des Navigierens in VR wie bspw. das Importieren, Platzieren, Verschieben und Anordnen von 3D-Objekten strapazieren die Ressourcen der Lernenden im Bereich des Extraneous Loads.

Der *Germane Load* beinhaltet die Belastungen, welche in aktiven Lern- und Denkprozessen entstehen, bspw. durch das Erstellen innerer Schemata oder Bedeutungsperspektiven. Während jene Prozesse die Ressourcen der Lernenden beanspruchen, unterstützen sie gleichzeitig ein

tiefes Verständnis sowie die Transferleistung auf praktische Situationen (Paas et al., 2003, S. 2 f.).

### Erkenntnisleitende These Nr. 6

Der Lernerfolg in VR-basierten Lernumgebungen ist maßgeblich davon abhängig, wie sehr die technische Komponente der VR (visuelle Effekte, Navigationsschwierigkeiten, unintuitive Steuerung etc.) vom Lernprozess ablenkt. Der *Extraneous Load* reagiert sensibel auf sämtliche Eingebungen der VR, was die Wirksamkeit von VR einmal mehr in Frage stellt. Die Lösung könnte dementsprechend in der Balance der VR liegen.

Grundsätzlich wird der Nutzung immersiver Medien ein großes Potenzial in der Vermittlung von Lerninhalten zugesprochen (Krokos et al., 2019, S. 1 f.). Unter der Berücksichtigung der CLT hat sich ein neues Spannungsfeld gezeigt: Die Nutzung von VR bewegt sich zwischen den Polen *störend* und *unterstützend*. Der Verfasser ist der Ansicht, dass die störende und ablenkende Komponente der gesamten VR-Technologie mit ihren Vorteilen (Wirkung von Immersion sowie zahlreiche visuelle Eingaben) zu selten benannt wird. Die Lernenden bringen von Natur aus nur ein begrenztes Kontingent an Ressourcen in den Lernprozess mit. Die Belastung des Arbeitsgedächtnisses wird in den *Intrinsic Load*, den *Extraneous Load* und den *Germane Load* unterteilt. Durch den Einsatz von VR ist der Extraneous Load per se mehr beansprucht als in herkömmlichen Lernsettings, sodass Lernende beim Eintauchen in die virtuellen Welten automatisch einen Teil ihrer Ressourcen aufbringen müssen – nur um ihre Existenz in der virtuellen Welt zu begreifen. Mit anderen Worten: es sind weniger Ressourcen zum Lernen übrig. Aus Sicht des Verfassers sollte sich dieser negative Effekt mit zunehmender Erfahrung mit dem Umgang in VR abnutzen. Um der Problematik dennoch präventiv entgegenzuwirken, muss die Lernerfahrung in VR intuitiv in ihrer Handhabung sein. Die Navigation durch die virtuellen Welten darf nicht komplexer sein als notwendig, denn die Lernenden müssen bereits mit der Komplexität innerhalb des Intrinsic Loads umgehen (Komplexität des SDG 2 und dessen systemische Betrachtung). MÜSER UND FEHLING (2022) stellten die Wahl der passenden Didaktik als Stellschraube für den Extraneous Loads heraus (S. 126 f.). Demzufolge ist insbesondere in VR-Lernsettings die Minimierung des Extraneous Loads sowie die differenzierte Betrachtung der didaktischen Vorgehensweisen wesentlich.

#### 5.1.3 Überlegungen zu einer Gestaltung

Ähnlich wie die Überlegung hinsichtlich eines didaktischen Designs kommen aus Sicht des Verfassers auch die Ausführungen zu der räumlichen Gestaltung von virtuellen Lernumgebungen zu kurz – so gibt es kaum Erkenntnisse hinsichtlich der Wirkung von verschiedenen Lernumgebun-

gen in VR. LUDWIG (2012) hält fest, dass die Ko-Kreation aus Architektur und Pädagogik seit jeher eine untergeordnete Rolle spielt und die Ableitung von Kriterien für die Gestaltung von Bildungsräumen daher nicht möglich ist (S. 26). Um die zahlreichen Facetten einer architektonischen Auseinandersetzung mit virtuellen Lernräumen zu beleuchten, bedarf es womöglich weiterer und vor allem fokussierter Forschung. Für den vorliegenden Ansatz soll eine oberflächige Erkundung zur Gestaltung von Räumen genügen, um erste Erkenntnisse für einen Prototypen abzuleiten.

Bisher wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Begriffe *virtuelle Räume* oder *virtuelle Welten* intuitiv verwendet. SESINK (2007) unterscheidet zwischen *Räumen* und *Spaces*. Während Räume geschlossen und abgegrenzt sind, sind Spaces hingegen offene Umgebungen – in denen bspw. Räume ihren Platz finden (S. 16 f.). Aus Sicht des Verfassers sind Spaces also das, was man auch als einen *Ort* bezeichnen würde. Dieser Ort ist nicht beliebig, denn es ist ein *bestimmter Ort*, der für einen *bestimmten Zweck* zur Verfügung steht – der Ort ist in seiner Dimensionierung frei und nicht spezifiziert. Somit wäre die Rangordnung wie folgt: In den virtuellen Welten gibt es Spaces, in welchen es wiederum Räume gibt. Der vorliegende Prototyp könnte als Space (Lernszenario) bezeichnet werden, welcher aus einen oder mehreren Räumen besteht, welche es zu gestalten gilt.

In der raumdidaktischen Debatte wird darauf verwiesen, dass Bildungsumgebungen bereits didaktische Vorentwürfe implizieren. Demnach gibt der (virtuelle) Raum in seiner Gestaltung den Lernenden bereits erste Sinnangebote. In der Reggio-Pädagogik<sup>46</sup> wird der Raum bereits als fester Interaktionspartner mit eingeplant (Schäfer & Schäfer, 2009, S. 240 ff.). Der Raum hält insofern eine Doppeleigenschaft bereit - einerseits als gestaltetes Objekt und andererseits als gestaltender Einfluss (Ludwig, 2012, S. 26).

Dem *Behavior Setting Konzepts* zufolge bestünde eine Funktionalität (Lernen) etwa aus dem Umweltausschnitt (*Setting*), dem *Verhaltensprogramm* und den *Teilnehmer\*innen* (Flade, 2020, S. 12). Das Setting ist in diesem Fall die virtuelle Lernumgebung, das Verhaltensprogramm ist das effektive und fokussierte Erlernen des systemischen Denkens und die Teilnehmer\*innen sind die Studierenden.

<sup>46</sup> Die **Reggio-Pädagogik** ist die Pädagogik der frühen Kindheit und somit ein Teil der Erziehungswissenschaften (Schäfer & Schäfer, 2009, S. 235). Innerhalb dieser Pädagogik gilt die Annahme, dass die räumliche Gestaltung als sog. *Dritter Erzieher* auftritt. Als erster Erzieher wird das Kind selbst, als Konstrukteur seiner eigenen Entwicklung angesehen, während das soziale Umfeld, die Familie sowie die Erzieher\*innen als der zweite Erzieher gedeutet werden. Der *Dritte Erzieher* sind die sinnlichen und emotionalen Wahrnehmungen durch die Umgebung – erzeugt durch Räume. Die Annahme, dass der Raum als *Dritter Erzieher* auftritt, hat sich mittlerweile auch außerhalb der Reggio-Pädagogik durchgesetzt (Knauf, 2017, S. 18 f.).

Die räumliche Gestaltung des Settings vermag die Verhaltensprogramme zu implizieren. Um die Funktionalität dieses Lernraumes zu gewährleisten, muss das Setting mit dem Verhaltensprogramm übereinstimmen. Dies wäre nicht der Fall, wenn das Setting für ein fokussiertes Lernen aus einer virtuellen Großstadt inmitten eines belebten Straßenverkehrs bestehen würde.

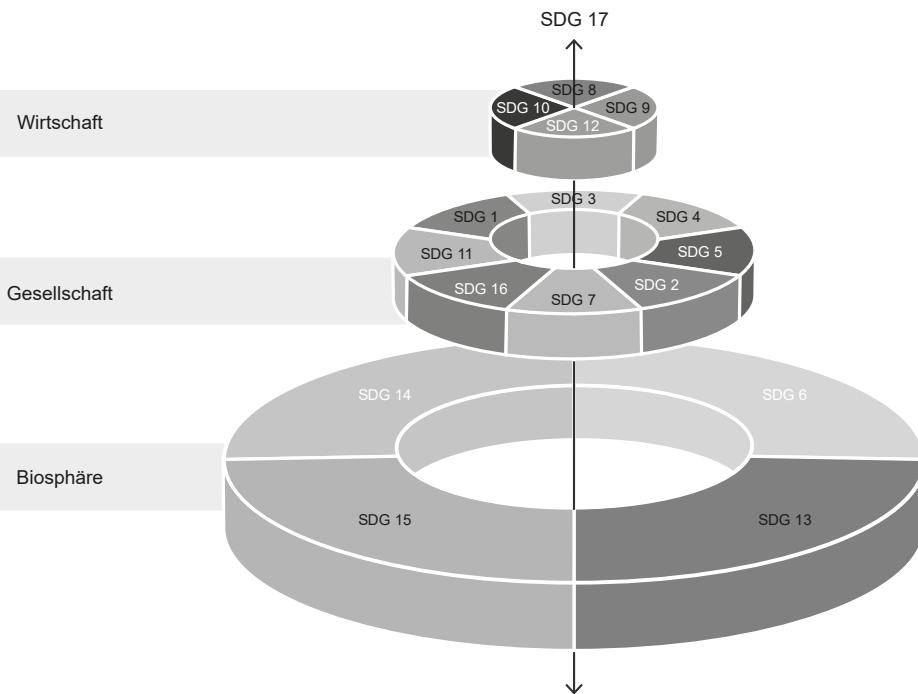
Ein Raum kann mehrere Verhaltensprogramme miteinander vereinen – bspw. kombiniert ein Home Office-Szenario die Verhaltensprogramme *Arbeiten* und *Wohnen* miteinander. Solche Kombinationen gilt es vorsichtig zu dosieren, da die Koordination mehrerer Verhaltensprogramme zu einer Dysfunktionalität führen kann (Flade, 2020, S. 13 f.).

Für die Gestaltung einer Raumdidaktik unterscheidet GIRMES (1999) zwischen drei Gestaltungsebenen (S.94 ff.).

- i. *Raumgestalt*: Welche architektonische Gestalt nimmt der Raum ein? Wie *offen* ist der Raum? Wie ist er von seiner Umwelt (Space) abgegrenzt?
- ii. *Raumausstattung*: Welche Baumaterialien lassen sich erkennen? Welches Interieur vermittelt Nähe, Distanz, Sicherheit oder auch Unsicherheit?
- iii. *Raumausgestaltung*: Welche Farben, Materialen und Details kennzeichnen den Raum?

Für den Prototypen sollen daraus folgende Gestaltungsmerkmale festgehalten werden. Die Lernenden treten über ihre HMDs in den virtuellen Space ein – sie sind ab diesem Zeitpunkt Teil des Lernsettings. Das Eintauchen erleben die Lernenden in isoliert voneinander – in Einzelarbeit. Im Gegensatz zu architektonischen Überlegungen von Gebäuden der realen Welt ist die Architektur der virtuellen Welt keinen physikalischen Gesetzen untergeordnet.

Um den Einstieg in die virtuelle Welt offen zu gestalten, soll ein abstraktes Design entwickelt werden, welches die Struktur des *SDG Wedding Cake* nachempfindet (siehe Abb. 5.4). Die drei übereinander schwebenden Plattformen beinhalten jeweils einzelne Räume, die zu den entsprechenden SDGs führen. Die Plattformen ordnen die SDGs in die folgenden thematischen Bereiche ein: *Biosphäre*, *Gesellschaft* und *Wirtschaft*. Das SDG 17 *Frieden für alle* schwiebt über den anderen SDGs und vermittelt durch seine Positionierung eine zentrale Relevanz – ist aber im selben Zuge durch die Distanz schwierig zu erreichen.



**Abb. 5.4** SDG Wedding Cake. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an das Stockholm Resilience Center, 2016, o. S.)

Die Studierenden müssen nach Eintritt in den Space in einen der SDG-Räume hineingehen. Für den Lernraum des SDG 12 müssten diese (möglicherweise per Aufzug) auf die dritte Plattform gelangen. Die Gestaltung der individuellen Lernräume sollte tendenziell weniger offen als der zugrunde liegende Space erfolgen. Der Lernraum kann oder sollte darüber hinaus in weitere Räume eingeteilt werden, um verschiedene Verhaltensprogramme ermöglichen zu können. Daher wird an dieser Stelle die Entwicklung eines *Dilemmaraums*, eines *Systemraums* sowie eines *Reflektionsraums* empfohlen – diese drei Räume könnte es perspektivisch für alle SDGs geben.

Der *Dilemmaraum* dient der Veranschaulichung eines desorientierenden Dilemmas, welches als Einleitung für die Lerneinheit genutzt werden soll. Dementsprechend gilt es bezüglich der Raumdidaktik, Eigenschaften wie *Unausgeglichenheit*, *Ungleichgewicht* und *Unsicherheit* zu vermitteln – unterstützt durch die Hinzunahme von auditiven Hintergrundeingebungen. Der Raum ist bereits ausgestattet mit Elementen, welche den Konsum und die Produktion (Hauptthemen des SDG 12) darstellen sollen und in ein Ungleichgewicht bringen. Diese Elemente werden ähnlich wie *Artefakte* oder *Exponate* in einem Museum präsentiert, da GÜNTHER UND SCHIEFNER-ROHS (2017) davon ausgehen, dass Menschen vor allem durch die Begegnung mit Artefakten lernen (S. 182). Empfehlungen für eine spezielle Raumdidaktik, welche das Gefühl

von Ungleichgewicht vermittelt, lassen sich in der Literatur nicht finden – die Verknüpfung aus Architektur und Pädagogik stellt bisher nur eine Nische dar (Sesink, 2007, S. 16; Ludwig, 2012, S. 26) – insbesondere, wenn es um die Anwendung in VR-Szenarien geht. HEINRICH (2022) weist zusätzlich darauf hin, dass (ganz im Gegenteil zu der transverbalen Raumsprache) die Atmosphäre<sup>47</sup> eines Raumes nicht einheitlich gedeutet wird – die Studierenden empfinden die Atmosphäre womöglich unterschiedlich (S. 350).

Der *Systemraum* sollte *weitläufig* und *offen* in seiner Gestaltung sein, damit die Studierenden ihre Selbstwirksamkeit spüren – das Verhaltensprogramm ruft die Studierenden dazu auf, selbst die Gestaltung zu vollbringen. Raumöffnungen zum Umfeld (bspw. durch Fenster) sind möglich und betonen das Merkmal der Flexibilität – der Raum öffnet sich insofern den Studierenden und bietet sich als *Erfahrungsraum* an.

Zuletzt betreten die Studierenden auch einen *Reflektionsraum*, welcher die Studierenden zur Selbstreflektion einladen soll. Insofern muss der Raum dahingehend ausgestattet sein, dass Ruhe und Sicherheit vermittelt wird, welche nach dem Erfahren eines desorientierenden Dilemmas empfohlen wird (Singer-Brodowski, 2016, S. 15; Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 29). Eine einladende Möblierung könnte hierbei hilfreich sein. Die Studierenden mussten bisher Unsicherheiten, Komplexität und Abstraktheit aushalten, aus diesem Grund soll der Reflektionsraum all diese Assoziationen nicht beinhalten und stattdessen eine sichere, klare Atmosphäre ausstrahlen. Hierbei könnte beispielsweise ein Kaminfeuer, Sessel und Sofas oder eine virtuelle Kaffeemaschine platziert werden – jene Elemente vermitteln aus Sicht des Verfasser Sicherheit und Interaktion - auch wenn sich keine Studierenden in dem Raum befinden mögen, strahlt die Raumdidaktik dieses Verhaltensprogramm aus.

#### **5.1.4 Eine geleitete systemische Visualisierung: *Drehbuch***

Der Prototyp der vorliegenden Lerneinheit in VR soll die Studierenden zur Anwendung systemischen Denkens in der Praxis befähigen – anhand des SDG 12 *Nachhaltige/r Konsum und Produktion*. Zur Realisierung dieses Lernziels soll die Methode der *systemischen Visualisierung* genutzt werden. Die Methodik wird insofern angepasst, als dass sie durch einzelne Studierende ohne Interaktion durchgeführt werden können. Hierfür erhalten sie die Aufgabe, ein systemisches Bild im dreidimensionalen Raum aufzustellen. MÜLLER-CHRIST UND PIJETLOVIC (2018) empfehlen für die Umsetzung einer systemischen Visualisierung die Formulierung eines *Drehbuchs*. Ein mögliches Drehbuch ist in Tabelle 5.1 dargestellt.

---

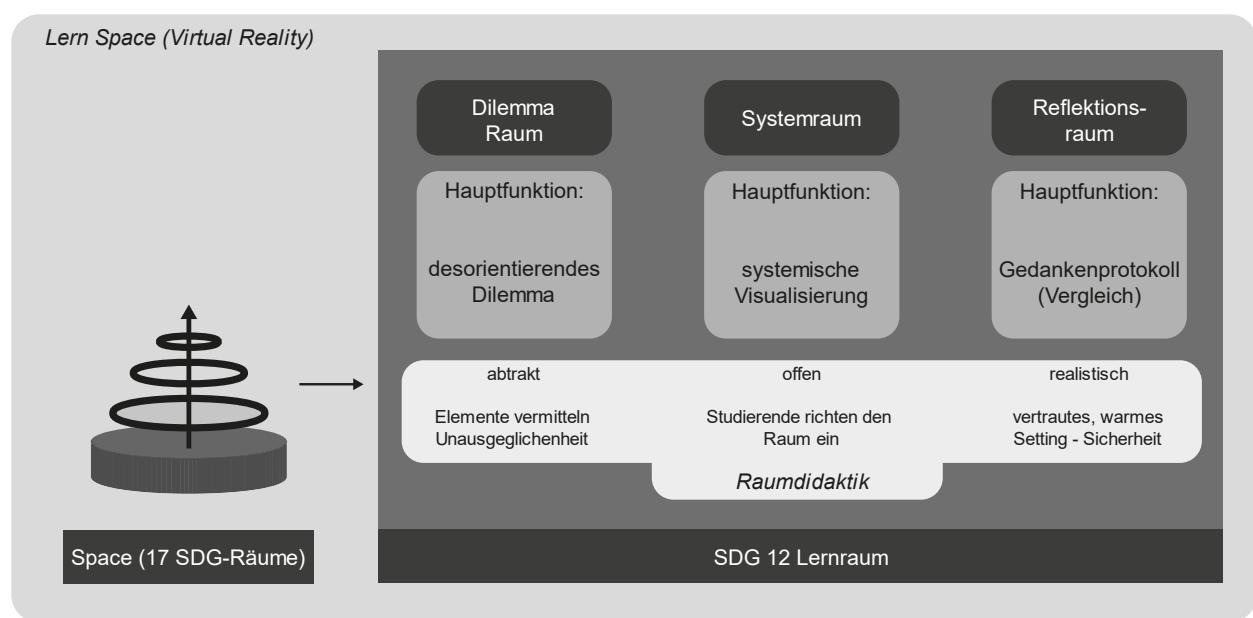
<sup>47</sup> Für eine ausführliche Behandlung des Begriffs **Atmosphäre** siehe (Heinrich, 2022, S. 347 ff.)

**Tabelle 5.1***Drehbuch der systemischen Visualisierung*

<b>Phase</b>	<b>Beschreibung der Phase</b>	
<b>1 Dilemmaraum</b>	Desorientierendes Dilemma	
a) Erkundung	Es wird Zeit gegeben, um den Raum zu betreten und dessen Exponate zu erkunden.	
b) Aufnahme von Informationen	Innerhalb des Raumes wird das Video (ggf. mehrere Videos) für die Vermittlung der notwendigen Informationen zu finden sein. Hierüber erfolgt das Lernen der grund-sätzlichen Inhalte der SDGs, welches für den weiteren Verlauf relevant ist.	
c) Erfahrung eines desorientierenden Dilemmas	Sowohl die Exponate als auch die raumdidaktische Gestaltung des Raumes deuten auf eine dilemmatische Situation hin. Die Studierenden erfahren das desorientierende Dilemma, welches die Bedeutungsperspektiven durchbrechen soll, um im nächsten Schritt wirksam gegen festgefaßte Denkmuster vorgehen zu können.	
Reflektionsraum	Nach der Erfahrung des desorientierenden Dilemmas und der möglicherweise ein-hergehenden Disäquilibrierung ist die Reflektion im Rahmen einer Pause sinnvoll. Im Reflektionsraum können Studierende ihre Gedanken zum Dilemma festhalten – dabei sind sowohl inhaltliche, aber auch emotionale Hinweise erwünscht. Andere Studierende haben im besten Fall bereits ihre Gedanken im Reflektionsraum des jeweiligen SDGs hinterlassen, sodass zumindest eine indirekte Interaktion in einer persistenten virtuellen Welt stattfinden kann.	
<b>2 Systemraum</b>	Systemische Visualisierung	
a) Erkundung	Es wird Zeit gegeben, den Raum zu betreten, welcher bisher weitgehend leer steht und zur Umgestaltung einlädt. Im Systemraum ist ein Video zu finden, welches zeigt, wie die Studierenden Objekte importieren, verschieben und skalieren können – das Video funktioniert wie ein Tutorial.	
b) Vorbereitung	Die relevanten Elemente für die Systemaufstellung sind nicht vorgegeben. Mithilfe des Inhalts aus dem Lernvideo zum SDG 12 sind die Studierenden in der Lage nach eigener Einschätzung 6-7 relevante Elemente für eine systemische Visuali-sierung zu identifizieren. Hierfür nutzen sie die im Raum vorhandenen 3D-Objekte oder importieren eigene 3D-Objekte über eine Schnittstelle.	

Phase	Beschreibung der Phase
c) Durchführung	<p>Das Raumbild wird durch die Studierenden aufgebaut. Ein naheliegender Ansatz wäre die Aufstellung eines Ist-Zustands und eines Soll-Zustands – so wäre es möglich, die Ungleichheiten einerseits und den Optimalzustand andererseits darzustellen. ROSNER (2021) weist darauf hin, dass die Aufstellung eines konkreten Zielbildes für <i>Transformationsaufstellungen</i> nicht sinnstiftend ist, da die <i>Veränderung</i> hierbei nicht im Fokus steht (S. 119 f.). Stattdessen können die Studierenden das System des SDG 12 anhand des Modells unterschiedlicher Ambitionsniveaus nach MÜLLER-CHRIST (2020) darstellen (S. 31). Es wird davon ausgegangen, dass der eigentliche Ist-Zustand bereits im Lernvideo und in der Gestaltung und Darstellung des Dilemmaraums bereits hinreichend thematisiert wurde. Demnach würde im Systemraum eine systemische Visualisierung dreier Kontexte entstehen, das SDG 12 nach <i>niedrigem, mittlerem</i> und <i>hohem Ambitionsniveau</i>. Es wird hierbei nicht darauf eingegangen, welches Ambitionsniveau nun zwingend erreicht werden muss. Die Studierenden <i>erfahren</i> für sich selbst, wie das System je nach Ambitionsniveau komplexer zu werden scheint und erwerben somit die Fähigkeit des abstufenden systemischen Denkens. Je weiter die Grenzen für das System gefasst werden und je mehr Entscheidungsprämissen eine Rolle spielen, desto komplexer sind die Verflechtungen innerhalb des Systems.</p> <p>Dabei nutzen die Studierenden nicht nur die Tiefe des Raumes (Müller-Christ &amp; Pjetlović, 2018, S. 278), sondern auch explizit die Höhe des Raumes. Die Aushebelung sämtlicher physischer Gesetze ermöglicht neue Arten der Raumsprache. Ebenso werden die Studierenden dazu eingeladen, die Größe einzelner Elemente zu verändern, sodass Rangordnungen, Beziehungen oder Machtverhältnisse dargestellt werden können.</p>
d) Vervollständigung durch verbale Elemente	Die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre systemischen Visualisierungen mithilfe dreidimensionaler Notizzettel zu erläutern, so entstehen verbale Konstrukte, welche das bisher visuelle Konstrukt vervollständigen und für die Bewertung nachvollziehbar machen. Nach der CTML (siehe 5.1.2) geschieht die Konstruktion der Wirklichkeit über verbale und visuelle Eingaben. Die systemische Visualisierung ist abgeschlossen. Der Reflektionsraum kann abschließend betreten werden.
<b>3 Reflektionsraum</b>	Selbstreflektion und Gedankenprotokoll
a) Erkundung	Nach dem Umgang mit Unsicherheiten und Komplexität bietet der Reflektionsraum mithilfe seiner raumdidaktischen Gestaltung das Gefühl von <i>Bekanntheit</i> und <i>Sicherheit</i> . Die Studierenden haben nun Zeit, <i>anzukommen</i> und den Wechsel der Situation nachzuvollziehen.
b) Gedanken-protokoll	Die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre Gedanken (nicht inhaltlich zum SDG, sondern emotional) zu dem Lernraum darzustellen. Hierbei darf auf den Zustand der Disäquilibrierung, das Aushalten von Unsicherheiten etc. eingegangen werden. Im Reflektionsraum sind ggf. Notizen von anderen Studierenden zu finden, welche mit den eigenen verglichen werden dürfen, um so Synergien aus gemachten Erfahrungen herzustellen. Die Lerneinheit ist abgeschlossen.

*Anmerkungen.* Eigene Darstellung



**Abb. 5.5** Lernräume in der Übersicht. (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Abb. 5.5 zeigt die Einordnung des SDG 12 Lernraums in den übergeordneten Space (in welchem die Lernräume aller 17 SDGs angeboten werden). Die Lernenden haben die Möglichkeiten, die Lernräume der SDGs einzeln zu besuchen. Die Reihenfolge ist hierbei nicht vorgegeben.

### 5.1.5 Limitationen und Weiterentwicklung des Prototyps

Aufgrund des prototypischen Charakters der Lerneinheit zum SDG 12 gibt es mehrere Anknüpfungspunkte für weitere Überlegungen sowie Limitationen. Zunächst einmal handelt es sich bisher um ein gedankliches (theoretisches) Konzept, welches für eine eventuelle Erprobung in ein VR-Szenario übertragen werden muss. Hierfür sind sowohl Kenntnisse im Bereich der 3D-Modellierung wie auch die Auswahl einer geeigneten Plattform notwendig, da anderenfalls nur die Alternative der Entwicklung einer eigenen Anwendung besteht – welche wiederum mit zeitlichem und monetärem Aufwand verbunden wäre. Die bisher erprobte und empfohlene Anwendung ist *Spatial.io*<sup>48</sup>, welche zur kostenfreien Nutzung zur Verfügung steht (Mirbabaie et al., 2022, S. 191) – Studierende müssten sich in diesem Fall ein Konto in *Spatial.io* anlegen. Das Unternehmen ist in den Vereinigten Staaten ansässig, weshalb die *Datenschutz-Grundverordnung* (DSGVO) keine Anwendung findet und daher eine Fragestellung bezüglich

<sup>48</sup> Die Anwendung **Spatial.io** eignet sich für die Kollaboration in Teams (Mirbabaie et al., 2022, S. 191). Für mehr Informationen siehe <https://www.spatial.io/>, Abruf vom 29.09.2022

der Datensicherheit zur Klärung aussteht. Weitere Alternativen stellen bspw. die Anwendungen *AltSpaceVR*<sup>49</sup>, *MozillaHubs*<sup>50</sup> und *Arthur*<sup>51</sup> dar.

Neben der technischen Umsetzung existieren Limitationen hinsichtlich der Wirksamkeit von systemischen Visualisierungen als didaktisches Mittel sowie dem Hervorrufen von desorientierenden Dilemmata. Darüber hinaus ist der Zustand der Disäquilibration bisher nur wenig erforscht, sodass die antizipierte Wirkung der Öffnung von Denkmustern ausbleiben könnte oder sogar gegensätzlich wirkt (Laströer & Rost, 2008, S. 99 f.). Trotz des immer noch experimentellen Charakters hat der Ansatz versucht, diverse Handlungsempfehlungen bisheriger Versuche zu berücksichtigen (Zimmermann et al., im Druck, S. 151; Lattemann et al., 2009, S. 438; Buchner & Aretz, 2020, S. 211 f.; Matuszkiewicz & Weidle, 2020, S. 174 f.; Mütterlein et al., 2022, S. 257).

Das Lehren von systemischem Denken folgt einem neuartigen Ansatz und muss deshalb nach neuen Maßstäben und Kriterien bewertet werden (Getto & Kerres, 2018, S. 17). Dementsprechend ist eine ausführliche Auseinandersetzung für die Bewertung der entstehenden Artefakte im virtuellen Raum notwendig (einerseits die systemischen Visualisierungen mitsamt Erläuterungen und andererseits das Gedankenprotokoll). Die Fragestellung weitet sich hinsichtlich des Umfangs von erbrachten Leistungen aus. Wie viele Leistungen sind für die Absolvierung einer vollwertigen Lehrveranstaltung angemessen? Ebenso fehlen bisher einheitliche Kriterien zur Bewertung systemischer Fähigkeiten. Eine Möglichkeit zur Messung oder Bewertung von systemischem Denken könnte das *Freiburger Kompetenzstrukturmodell zum systemischen Denken* nach RIEß ET AL. (2015) darstellen (S. 18). Dieses teilt das systemische Denken in vier Dimensionen ein und formuliert Operationalisierungen einzelner Teilsfähigkeiten (Rieß et al., 2015, S. 18; Streiling et al., 2019, S. 271). Eine Weiterentwicklung dieses Modells wird von BRÄUTIGAM (2014) unternommen (S. 84).

Zuletzt beinhaltet der Prototyp nur den Ablaufplan innerhalb der virtuellen Welt. Das Ein- und Abtauchen aus den virtuellen Welten gilt es mit in ein Konzept zu übernehmen. Dasselbe gilt für Präventivmaßnahmen gegen *Motion-Sickness* und weiteren Nebenerscheinungen, mit welchen die Studierenden innerhalb ihrer virtuellen Lerneinheiten konfrontiert werden könnten (Zimmermann et al., im Druck, S. 148 ff.).

---

<sup>49</sup> <https://altvr.com/>, Abruf vom 29.09.2022

<sup>50</sup> <https://hubs.mozilla.com/>, Abruf vom 29.09.2022

<sup>51</sup> <https://www.arthur.digital/>, Abruf vom 29.09.2022

## 6 Schlussbetrachtung und Ausblick

Die aktuelle Transformation der westlich geprägten Industriestaaten ist gekennzeichnet durch eine rasante technologische Entwicklung, eine globale Klimaerwärmung, eine zunehmende Verzehrung natürlicher Ressourcen sowie eine Verschärfung von sozialen Konflikten (de Haan et al., 2008, S. 1; Rieckmann, 2017, S. 6; Blühdorn, 2020b, S. 31; Giesenbauer, 2021a, S. 34).

Nachhaltigkeitsforscher\*innen benennen mit der BNE den Versuch, eine Initialzündung für eine Nachhaltige Entwicklung zu entfachen (de Haan, 2010, S. 317; Bellina et al., 2019, S. 28). Diese BNE steht – angesichts der zunehmenden Komplexität der Nachhaltigkeit durch die systemische Betrachtungsweise – vor dem Problem, ein Thema vermitteln zu wollen, welches durch Jahrzehnte lang kultivierte Bedeutungsperspektiven hindurch betrachtet wird (Grund & Singer-Brodowski, 2020, S. 29).

Um eine langfristige Veränderung herbeizuführen, wurde die Fähigkeit des Anwendens von *systemischem Denken* in der Praxis als *Schlüsselkompetenz* im Sinne der Nachhaltigen Entwicklung herausgestellt (Bräutigam, 2014, S. 9 f.; Wanner et al., 2021, S. 23).

Aufgrund der Forderung nach *neuen* Medien zur Vermittlung eines *neuen* Lernens wurden die *virtuellen Welten* (VR) als mögliches neuartiges Medium identifiziert. Während einige Forscher\*innen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg und dem Einsatz von VR feststellen können (Getto & Kerres, 2018, S. 17), schreiben andere Forscher\*innen der Anwendung von VR ein großes Potenzial zu (Dede et al., 2017, S. 13; Rogers, 2019, o. S.). Nach Ansicht des Verfassers stellt die Nutzung von VR in der Lehre *das Lernen von Morgen* dar. Trotz dieses disruptiven Potenzials muss festgestellt werden, dass die Wirkung und didaktische Gestaltung von VR noch längst nicht hinreichend erforscht wurde, um stichhaltige Implikationen ableiten zu können.

Im Zuge dessen wurde ein Konzept hergeleitet, welches durch das Hervorrufen eines *desorientierenden Dilemmas* die herkömmlichen Denkmuster von Studierenden bricht (Singer-Brodowski, 2016, S. 15). Im Fahrwasser dieses Wertewandels sollen Studierende die einzelnen SDGs innerhalb von *systemischen Visualisierungen* darstellen (Müller-Christ & Pijetlovic, 2018, S. 276 ff.). Zum Abschluss der individuellen Lernerfahrung haben Studierende die Möglichkeit, ihre Gedanken festzuhalten und mit denen anderer Studierenden zu vergleichen – trotz der asynchronen Durchführung in Einzelarbeit.

Das erarbeitete Konzept eignet sich aus Sicht des Verfassers für eine Umsetzung in VR und einen Probelauf mit Studierenden, welche das Konzept im Zuge des Projekts *ImmerNa* weiterentwickeln.

Aufschlussreiche Anhaltspunkte für die weitere Erforschung von VR ist die virtuelle Identität, welche die Studierenden beim Eintauchen in die virtuellen Welten annehmen. Darüber hinaus könnte es eine Synergie zwischen Methodiken der repräsentativen Wahrnehmung (Systemaufstellungen) und dem Einsatz von VR geben (Zimmermann et al., im Druck, S. 151).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte Erkenntnis in Form von sechs Erkenntnisleitenden Thesen generiert werden. Aufgrund des vorwissenschaftlichen Status dieser Erkundungsarbeit bedürfen die Thesen einer kritischen Würdigung – PIJETLOVIC (2020) empfiehlt hierfür die Durchführung eines Plausibilitäts-Checks durch Expert\*innen (S. 27). Durch die Aufstellung von den Gütekriterien für Erkenntnisleitende Thesen (siehe Abschnitt 2.3) haben Expert\*innen die Möglichkeit, die Erkenntnisleitenden Thesen hinsichtlich ihrer Gütekriterien in einem *Prüfmodell* einzuordnen (Pijetlovic, 2020, S. 24).

Wird das formulierte Ziel der vorliegenden Arbeit (siehe Abschnitt 1.2) zugrunde gelegt, lässt sich festhalten, dass sich durch das systematische Erkunden der einzelnen Forschungsfelder ein ungefähres Bild von einem immersiven Lernszenario gebildet hat. Dieses gilt es nun in den größeren Kontext *ImmerNa* einzupflegen und weiterzuentwickeln.

## Anlagenverzeichnis

### Literatur

**Allcoat, D. & von Mühlenen, A. (2018).** Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26, Artikel 2140. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>

**Alnagrat, A., Ismail, R. C., Syed Idrus, S. Z. & Abdulhafith Alfaqi, R. M. (2022).** A Review of Extended Reality (XR) Technologies in the Future of Human Education: Current Trend and Future Opportunity. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 1(2), S. 81–96. <https://doi.org/10.11113/humentech.v1n2.27>

**Arnold, R. (2009).** *Seit wann haben Sie das? Grundlinien eines emotionalen Konstruktivismus.* Carl-Auer-Verlag.

**Baddeley, A. (2012).** Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, S. 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>

**Bardmann, T. M. (2015).** *Die Kunst des Unterscheidens: Eine Einführung ins wissenschaftliche Denken und Arbeiten für soziale Berufe.* Lehrbuch. Springer Gabler.

**Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M. & Stoltenberg, U. (2007).** Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), S. 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>

**Beaudouin-Lafon, M. & Mackay, W. (2007).** Prototyping Tools and Techniques. In A. Sears & J. A. Jacko (Hrsg.), *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications* (2. Aufl., S. 1007–1029). CRC Press.

**Bellina, L., Tegeler, M. T., Müller-Christ, G. & Potthast, T. (2019).** *Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) in der Hochschullehre (Betaversion).* <https://www.hochn.uni-hamburg.de/-downloads/handlungsfelder/lehre/hoch-n-leitfaden-bne-in-der-hochschullehre.pdf>. Abruf vom 27.09.2022.

**Ben-Zvi Assaraf, O. & Orpaz, I. (2010).** The “Life at the Poles” Study Unit: Developing Junior High School Students’ Ability to Recognize the Relations Between Earth Systems. *Research in Science Education*, 40(4), S. 525–549. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9132-2>

**Billmann-Mahecha, E. (2022).** *Forschungsparadigmen: Handbuch Friedenspsychologie*. Philipps-Universität Marburg. <https://doi.org/10.17192/es2022.0020>

**Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956).** *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Longmans.

**Blühdorn, I. (2020a).** Die Gesellschaft der Nicht-Nachhaltigkeit Skizze einer umweltsoziologischen Gegenwartsdiagnose. In I. Blühdorn, F. Butzlaff, M. Deflorian, D. Hausknost & M. Mock (Hrsg.), *X-Texte zu Kultur und Gesellschaft. Nachhaltige Nicht-Nachhaltigkeit: Warum die ökologische Transformation der Gesellschaft nicht stattfindet* (2. Aufl., S. 83–160). transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839454428-006>

**Blühdorn, I. (2020b).** Haben wir es gewollt? Vorüberlegung. In I. Blühdorn, F. Butzlaff, M. Deflorian, D. Hausknost & M. Mock (Hrsg.), *X-Texte zu Kultur und Gesellschaft. Nachhaltige Nicht-Nachhaltigkeit: Warum die ökologische Transformation der Gesellschaft nicht stattfindet* (2. Aufl., S. 31–46). transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839454428-004>

**Böhnert, M. & Reszke, P. (2014).** Linguistisch-philosophische Untersuchungen zu Plausibilität: Über kommunikative Grundmuster bei der Entstehung von wissenschaftlichen Tatsachen. In J. Engelschalt & A. Maibaum (Hrsg.), *Auf der Suche nach den Tatsachen: Proceedings der 1. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST"*. 22.-23. Oktober 2014 (S. 40–67).

**Borrego, A., Latorre, J., Alcañiz, M. & Llorens, R. (2019).** Embodiment and Presence in Virtual Reality After Stroke. A Comparative Study With Healthy Subjects. *Frontiers in neurology*, 10, Artikel 1061. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01061>

**Bowman, D. A. & McMahan, R. P. (2007).** Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer*, 40(7), S. 36–43. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>

**Bräutigam, J. (2014).** *Systemisches Denken im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung: Konstruktion und Validierung eines Messinstruments zur Evaluation einer Unterrichtseinheit* [Dissertation]. Pädagogische Hochschule Freiburg. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:frei129-opus-4387>.

**Bricken, M. (1991).** Virtual reality learning environments: potentials and challenges. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 25(3), S. 178–184. <https://doi.org/10.1145/126640.126657>

**Brühl, R. (2006).** Abduktion und Induktion in wissenschaftlichen Untersuchungen. *WiSt - Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 35(4), S. 182–186. <https://doi.org/10.15358/0340-1650-2006-4-182>

**Buchner, J. & Aretz, D. (2020).** Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons Learned. *Medien Pädagogik (Medien Pädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung)*, S. 195–216. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X>

**Buchner, J. & Freisleben-Teutscher, C. (2020).** Die Erweiterung der Realität als Bildungschance: Fallbeispiele für immersives Lernen in Schule und Hochschule. In A. Beinsteiner, L. Blasch, T. Hug, P. Missomelius & M. Rizzolli (Hrsg.), *Medien - Wissen - Bildung. Augmentierte und virtuelle Wirklichkeiten* (1. Aufl., S. 175–188). Innsbruck University Press.

**Buchner, J. & Mulders, M. (2020).** Lernen in immersiven virtuellen Welten aus der Perspektive der Mediendidaktik. *Medienimpulse*, 58(2). <https://doi.org/10.21243/MI-02-20-22>

**Buehler, K. & Kohne, A. (2019).** Lernen mit Virtual Reality: Chancen und Möglichkeiten der digitalen Aus- und Fortbildung. In M. Groß, M. Müller-Wiegand & D. F. Pinnow (Hrsg.), *Zukunftsähige Unternehmensführung: Ideen, Konzepte und Praxisbeispiele* (S. 209–224). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-59527-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-59527-5_11)

**Buehler, K. & Kohne, A. (2020).** Besser Lernen mit VR/AR Anwendungen. In H. Orsolits & M. Lackner (Hrsg.), *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion* (S. 75–97). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-29009-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-29009-2_5)

**Çaliskan, O. (2011).** Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, S. 3239–3243. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.278>

**Carter Jr., R. A., Rice, M., Yang, S. & Jackson, H. A. (2020).** Self-regulated learning in online learning environments: strategies for remote learning. *Information and Learning Sciences*, 121(5/6), S. 321–329. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0114>

**Chmielewicz, K. (1984).** *Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft* (3. Aufl.). Sammlung Poeschel: Bd. 92. Schäffer-Pöschel.

**Christensen, C. M. (2008).** *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. The management of innovation and change series*. Harvard Business School Press.

**Clark, J. M. & Paivio, A. (1991).** Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review*, 3(3), S. 149–210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>

**Clark, R. E. (1983).** Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, 53(4), S. 445–459. <https://doi.org/10.3102/00346543053004445>

**Clark, R. E. (1994).** Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), S. 21–29. <https://doi.org/10.1007/BF02299088>

**Corbin, J. M. & Strauss, A. (1990).** Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1), S. 3–21. <https://doi.org/10.1007/BF00988593>

**Daimler, R. (2008).** *Basics der Systemischen Strukturaufstellungen: Eine Anleitung für Einsteiger und Fortgeschrittene*. Kösel.

**Dawe, G., Jucker, R. & Martin, S. (2005).** *Sustainable Development in Higher Education: Current Practice and Future Developments* [A report for The Higher Education Academy]. <http://www.heacademy.ac.uk/system/files/sustdevinHEfinalreport.pdf>. Abruf vom 28.09.2022.

**de Haan, G. (2008).** Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23–43). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_4)

**de Haan, G. (2010).** The development of ESD-related competencies in supportive institutional frameworks. *International Review of Education*, 56(2-3), S. 315–328. <https://doi.org/10.1007/s11159-010-9157-9>

**de Haan, G. & Harenberg, D. (1999).** *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Gutachten zum Programm: Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung*. BLK. <https://doi.org/10.25656/01:218>

**de Haan, G., Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G. & Nutzinger, H.-G. (2008).** *Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit: Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Ethics of Science and Technology Assessment: Bd. 33*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85492-0>

**Dede, C. J., Jacobson, J. & Richards, J. (2017).** Introduction: Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang & J. Richards (Hrsg.), *Smart Computing and Intelligence. Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (S. 1–16). Springer Gabler.

**Disterheft, A., Pijetlovic, D. & Müller-Christ, G. (2021).** On the Road of Discovery with Systemic Exploratory Constellations: Potentials of Online Constellation Exercises about Sustainability Transitions. *Sustainability*, 13, Artikel 5101. <https://doi.org/10.3390/su13095101>

- Dörner, O. & Schäffer, B. (2022).** Empiriebasierte Erkenntnis im Verhältnis von Theorie, Methodologie und Methode: Dargestellt am Beispiel qualitativer Erwachsenenbildungsfor- schung. In M. Kondratjuk, O. Dörner, S. Tiefel & H. Ohlbrecht (Hrsg.), *Qualitative For- schung auf dem Prüfstand: Beiträge zur Professionalisierung qualitativ-empirischer For- schung in den Sozial- und Bildungswissenschaften* (S. 17–45). Verlag Barbara Budrich.
- Dörner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P. & Göbel, M. (2019).** Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Aug-  
mented Reality (VR/AR)* (S. 1–42). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1_1)
- Eberle, T. S. (2011).** Abduktion in phänomenologischer Perspektive. In N. Schröer & O. Bidlo (Hrsg.), *Wissen, Kommunikation und Gesellschaft Schriften zur Wissenssoziologie. Die Ent-  
deckung des Neuen: Qualitative Sozialforschung als hermeneutische Wissenssoziologie* (1.  
Aufl., S. 21–44). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93249-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93249-1_2)
- Eisenlauer, V. (2020).** Digital Literacies in Virtual Reality Learning Contexts. In T. Jung, M. C.  
t. Dieck & P. A. Rauschnabel (Hrsg.), *Springer eBook Collection. Augmented reality and vir-  
tual reality: Changing realities in a dynamic world* (S. 269–281). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-37869-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37869-1_22)
- Elkington, J. (1998).** Accounting for the Tripple Bottom Line. *Measuring Business Excellence*,  
2(3), S. 18–22. <https://doi.org/10.1108/eb025539>
- Elkington, J. (2006).** Governance for Sustainability. *Corporate Governance An International  
Review*, 14(6), S. 522–529. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8683.2006.00527.x>
- Esposito, E. (1998).** „Die Paradoxie, Neues zu beobachten“. In T. M. Bardmann (Hrsg.), *Zirku-  
läre Positionen 2: Die Konstruktion der Medien* (S. 141–161). Westdeutscher Verlag.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-322-89055-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-322-89055-9_10)
- Fischer, A., Casper, M., Kiepe, K., Hantke, H., Pranger, J. & Schütt-Sayed, S. (2020).** Theo-  
retische Reflexionen zur Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)  
aus der Perspektive der Modellversuchsforschung. In E. Wittmann, D. Frommberger & U.  
Weyland (Hrsg.), *Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen  
Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE): Bd. 2020. Jahrbuch der berufs- und wirt-  
schaftspädagogischen Forschung 2020* (S. 65–80). Verlag Barbara Budrich.
- Flade, A. (2020).** *Kompendium der Architekturpsychologie: Zur Gestaltung gebauter Umwelten.  
Essentials*. Springer Gabler.

**Freikamp, U. (2008).** Bewertungskriterien für eine qualitative und kritisch emanzipatorische Sozialforschung. In U. Freikamp, M. Leanza, J. Mende, S. Müller, P. Ullrich & H.-J. Voß (Hrsg.), *Kritik mit Methode? Forschungsmethoden und Gesellschaftskritik* (S. 215–232). Karl Dietz Verlag.

**Freina, L. & Ott, M. (2015).** A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. *The 11th International Conference eLearning and Software for Education*, 11(1), S. 133–141.

**Frey, U. (2018).** *Nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen: Erfolgsfaktoren in komplexen sozial-ökologischen Systemen* (1. Aufl.). Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55446-3>

**Gehlert, T. (2020).** *System-Aufstellungen und ihre naturwissenschaftliche Begründung: Grundlage für eine innovative Methode zur Entscheidungsfindung in der Unternehmensführung. Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis*. Springer Gabler.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-29167-9>

**Getto, B. & Kerres, M. (2018).** Digitalisierung von Studium und Lehre: Wer, warum und wie? In I. van Ackeren, M. Kerres & S. Heinrich (Hrsg.), *Flexibles Lernen mit digitalen Medien ermöglichen: Strategische Verankerung und Erprobungsfelder guter Praxis an der Universität Duisburg-Essen* (S. 17–34). Waxmann.

**Giesenbauer, B. (2021a).** *Universität 4.0: Komplexität bewältigen und nachhaltige Entwicklung ermöglichen: Entwicklungskorridore systemischer Transformation* [Dissertation]. Universität Bremen. <https://doi.org/10.26092/elib/1092>

**Giesenbauer, B. (2021b).** Veränderung durch Veränderung: Nachhaltige Entwicklung von Hochschulen im Huckepack der Digitalisierung. In W. Leal Filho (Hrsg.), *Theorie und Praxis der Nachhaltigkeit. Digitalisierung und Nachhaltigkeit* (S. 45–63). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-61534-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-61534-8_3)

**Giesenbauer, B. & Müller-Christ, G. (2020).** University 4.0: Promoting the Transformation of Higher Education Institutions toward Sustainable Development. *Sustainability*, 12(8), Artikel 3371. <https://doi.org/10.3390/su12083371>

**Girmes, R. (1999).** Der pädagogische Raum, Ein Zwischenraum. In E. Liebau, G. Miller-Kipp & C. Wulf (Hrsg.), *Pädagogische Anthropologie: Bd. 9. Metamorphosen des Raums: Erziehungswissenschaftliche Forschungen zur Chronotopologie* (S. 90–104). Deutscher Studien-Verlag.

- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (1967).** *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Observations.* Aldine.
- Göpel, M. (2016).** *The Great Mindshift: How a New Economic Paradigm and Sustainability Transformations go Hand in Hand. The Anthropocene: Politik - Economics - Society - Science:* Bd. 2. Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43766-8>
- Groschupp, S. (2022).** *Die Trade-offs der Nachhaltigkeit: Eine Forschungsreise zur dreiwertigen Logik und zu Science Constellations. Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis:* Wiesbaden. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-38857-7>
- Grund, J. & Brock, A. (2020).** Education for Sustainable Development in Germany: Not Just Desired but Also Effective for Transformative Action. *Sustainability*, 12(7), Artikel 2838. <https://doi.org/10.3390/su12072838>
- Grund, J. & Singer-Brodowski, M. (2020).** Transformatives Lernen und Emotionen: Ihre Bedeutung für die außerschulische Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Außerschulische Bildung. Zeitschrift der politischen Jugend- und Erwachsenenbildung*(3), S. 28–36.
- Günther, D. & Schiefner-Rohs, M. (2017).** Mediale (Bildungs-)Räume in der Schule: Herausforderung mimetischer Konzeptionen. In M. Pietraß, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hrsg.), *Jahrbuch der Medienpädagogik. Jahrbuch Medienpädagogik 14: Der digitale Raum - Medienpädagogische Untersuchungen und Perspektiven* (S. 177–195). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-19839-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-658-19839-8_10)
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E. & Wilson, C. (2021).** Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), S. 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Hedtke, R. (2015).** Was ist und wozu Sozioökonomie? In R. Hedtke (Hrsg.), *Was ist und wozu Sozioökonomie?* (S. 19–69). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-19853-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-531-19853-8_1)
- Heinrich, M. (2022).** „Atmosphäre“ als Konzept einer metadisziplinären Ästhetik: Ihre Funktion und ihre Steuerung in der Gestaltung von Architektur und Raum. In M. Düchs, A. Grüner, C. Illies & S. Vogt (Hrsg.), *Architektur, Atmosphäre, Wahrnehmung* (S. 347–392). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-22321-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-658-22321-2_11)
- Hellinger, B. & Hövel, G. ten. (2003).** *Anerkennen, was ist: Gespräche über Verstrickung und Lösung* (13. Aufl.). Kösel.

**Herlyn, E. (2020).** Die Agenda 2030 als systemische Herausforderung – Zielkonflikte und weitere Umsetzungsherausforderungen. In E. Herlyn & M. Lévy-Tödter (Hrsg.), *FOM-Edition. Die Agenda 2030 als Magisches Vieleck der Nachhaltigkeit* (S. 43–58). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-25706-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25706-4_3)

**Hübner, R. (2013).** *Geplante Obsoleszenz: Workig Papers: Verbraucherpolitik, Verbraucheforschung.* [https://www.arbeiterkammer.at/infopool/akportal/Geplante\\_Obsoleszenz\\_neu.pdf](https://www.arbeiterkammer.at/infopool/akportal/Geplante_Obsoleszenz_neu.pdf). Abruf vom 03.10.2022.

**Husenbeth, N. (2021).** *Der Bremer Geist: Eine systemische Analyse des Narrativs für das Bremer Startup-Ökosystem. Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis.* Springer Gabler.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-37123-4>

**Ison, R. & Shelley, M. (2016).** Governing in the Anthropocene: Contributions from Systems Thinking in Practice? *Systems Research and Behavioral Science*, 33(5), S. 589–594.  
<https://doi.org/10.1002/sres.2436>

**Johnston, A. P. R., Rae, J., Ariotti, N., Bailey, B., Lilja, A., Webb, R., Ferguson, C., Maher, S., Davis, T. P., Webb, R. I., McGhee, J. & Parton, R. G. (2018).** Journey to the centre of the cell: Virtual reality immersion into scientific data. *Traffic (Copenhagen, Denmark)*, 19(2), S. 105–110. <https://doi.org/10.1111/tra.12538>

**Kerres, M., Mulders, M. & Buchner, J. (2022).** Virtuelle Realität: Immersion als Erlebnisdimension beim Lernen mit visuellen Informationen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, S. 312–330.  
<https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X>

**Knauf, T. (2017).** *Reggio-Pädagogik.* KiTa Fachtexte. [https://www.kita-fachtexte.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen/KiTaFT\\_Knauf\\_2017\\_Reggio-Paedagogik\\_01.pdf](https://www.kita-fachtexte.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen/KiTaFT_Knauf_2017_Reggio-Paedagogik_01.pdf). Abruf vom 29.09.2022.

**Kneer, G. & Nassehi, A. (1993).** *Niklas Luhmanns Theorie sozialer Systeme: Eine Einführung.* Wilhelm Fink Verlag.

**Knoll, M. & Stieglitz, S. (2022).** Augmented Reality und Virtual Reality – Einsatz im Kontext von Arbeit, Forschung und Lehre. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), S. 6–22.  
<https://doi.org/10.1365/s40702-022-00840-5>

**Koch, L. (2002).** Versuch über Plausibilität. In A. Dörpinghaus & K. Helmer (Hrsg.), *Beiträge zur Theorie der Argumentation in der Pädagogik: Bd. 2. Rhetorik - Argumentation - Geltung* (S. 193–204). Königshausen & Neumann.

**Kohler, F. & Siegmund, A. (2021).** Wie kann digitale Bildung dazu beitragen, Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Hochschullehre zu verankern? In Hochschulforum Digitalisierung (Hrsg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke* (S. 633–647). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_35)

**Kozma, R. B. (1991).** Learning with Media. *Review of Educational Research*, 61(2), S. 179–211. <https://doi.org/10.3102/00346543061002179>

**Kozma, R. B. (1994).** Will media influence learning? Reframing the debate. *ETR & D (Educational Technology Research and Development)*, 42(2), S. 7–19.  
<https://doi.org/10.1007/BF02299087>

**Krokos, E., Plaisant, C. & Varshney, A. (2019).** Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality*, 23(1), S. 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>

**Kuhlman, T. & Farrington, J. (2010).** What is Sustainability? *Sustainability*, 2(11), S. 3436–3448. <https://doi.org/10.3390/su2113436>

**Kuhn-Rahloff, C. (2012).** Einleitung: Grundlegende Begriffe und Messprozesse. In C. Kuhn-Rahloff (Hrsg.), *Realitätstreue, Natürlichkeit, Plausibilität: Perzeptive Beurteilungen in der Elektroakustik ; ein Beitrag zum Verständnis der "inneren Referenz" am Beispiel der Plausibilität ausgewählter Wiedergabesysteme*. Zugl. überarb. Fassung von: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2011 u.d.T.: Kuhn-Rahloff, Clemens: Prozesse der Plausibilitätsbeurteilung am Beispiel ausgewählter elektroakustischer Wiedergabesituationen (S. 1–29). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-22072-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-22072-2_1)

**Lamnek, S. & Krell, C. (2016).** *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Material* (6. Aufl.). Beltz.

**Lattemann, C., Stieglitz, S. & Korreck, S. (2009).** Lernen in Virtuellen Welten. In H. R. Hansen, D. Karagiannis & H.-G. Fill (Hrsg.), *Business services: Konzepte, Technologien, Anwendungen - 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (Band 2)* (S. 431–440). Österreichische Computer Gesellschaft.

**Lauströer, A. & Rost, J. (2008).** Operationalisierung und Messung von Bewertungskompetenz. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 89–102). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_8)

**Le Blanc, D. (2015).** Towards Integration at Last? The Sustainable Development Goals as a Network of Targets. *Sustainable Development*, 23(3), S. 176–187.  
<https://doi.org/10.1002/sd.1582>

**Lecina, K. (2020).** Synergien und Zielkonflikte in der Agenda 2030 im Kontext des nachhaltigen Konsums - eine systemische Perspektive. In E. Herlyn & M. Lévy-Tödter (Hrsg.), *FOM-Edition. Die Agenda 2030 als Magisches Vieleck der Nachhaltigkeit* (S. 283–300). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-25706-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25706-4_14)

**Lee, M. J. W., Georgieva, M., Craig, E., Alexander, B. & Richter, J. (2021).** *State of XR & Immersive Learning Outlook Report 2021*. Immersive Learning Research Network. [https://pure.bond.edu.au/ws/portalfiles/portal/83700909/State\\_of\\_XR\\_Outlook\\_Report\\_Final.pdf](https://pure.bond.edu.au/ws/portalfiles/portal/83700909/State_of_XR_Outlook_Report_Final.pdf). Abruf vom 26.09.2022.

**Leicher, M. (2018).** Reisen 2030: Virtual Reality oder Back to the Roots? – Trends und Prognosen für die nahe Zukunft. In P. Heise & M. Axt-Gadermann (Hrsg.), *Sport- und Gesundheitstourismus 2030* (S. 51–68). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-16076-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-16076-0_4)

**Lessenich, S. (2016).** *Neben uns die Sintflut: Die Externalisierungsgesellschaft und ihr Preis*. Carl Hanser Verlag.

**Lingenfelder, J. (2020).** Transformative Bildung: Was bedeutet Transformative Bildung im Kontext sozial-ökologischer Krisen? *Außerschulische Bildung. Zeitschrift der politischen Jugend- und Erwachsenenbildung*(1), S. 52–57.

**Lotz-Sisitka, H., Wals, A. E. J., Kronlid, D. & McGarry, D. (2015).** Transformative, transgressive social learning: rethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 16, S. 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.018>

**Ludwig, J. (2012).** Architektur aus Sicht der Bildungstheorie: Anforderungen an Bildungsräume. *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung*(3), S. 26–29. <https://doi.org/10.3278/DIE1203W026>

**Luhmann, N. (1991).** *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie* (4. Aufl.). Suhrkamp. Suhrkamp.

**Luhmann, N. (2004).** *Einführung in die Systemtheorie*. Hrsg: D. Baecker (2. Aufl.). Sozialwissenschaften. Carl-Auer-Verlag. <https://doi.org/1459>

**Martin, S. (2005).** Sustainability, Systems Thinking and Professional Practice: Systemic Practice and Action Research. *Journal of Geography in Higher Education*, 18(2), S. 163–171. <https://doi.org/10.1007/s11213-005-4156-7>

**Matuszkiewicz, K. & Weidle, F. (2020).** Neue Welten erkunden: Die (hochschul-)didaktischen Potenziale der Welthaftigkeit virtueller Medienumgebungen. In C. Müller Werder & J. Erlemann (Hrsg.), *Medien in der Wissenschaft: Bd. 77. Seamless learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen* (S. 171–176). Waxmann.

**Mayer, R. E. (2014).** Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 43–71). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>

**McKenna, K. Y. A. & Bargh, J. A. (2000).** Plan 9 From Cyberspace: The Implications of the Internet for Personality and Social Psychology. *Personality and Social Psychology Review*, 4(1), S. 57–75. [https://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0401\\_6](https://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0401_6)

**Merton, R. K. (1968).** *Social Theory and Social Structure* (3. Aufl.). The Free Press.

**Mezirow, J. (1991).** *Transformative Dimensions of Adult Learning* (1. Aufl.). *The Jossey-Bass higher and adult education series*. Jossey-Bass.

**Mezirow, J. (1997).** *Transformative Erwachsenenbildung. Grundlagen der Berufs- und Erwachsenenbildung: Bd. 10*. Schneider Verlag.

**Michelsen, G. & Fischer, D. (2016).** Bildung für nachhaltige Entwicklung. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 330–334). J.B. Metzler Verlag.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-476-05193-6\\_50](https://doi.org/10.1007/978-3-476-05193-6_50)

**Milgram, P. & Kishino, F. (1994).** A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), S. 1321–1329.

**Mirbabaie, M., Hofeditz, L. & Schmid, L. (2022).** Ausgestaltungs- und Anwendungspotenziale von Virtual und Augmented Reality Technologien im Kontext von Coworking Spaces. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), S. 189–206. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00818-9>

**Mohn, C. C. (2018).** Klimawandel: Warum ohne Fakten nichts geht. Warum nackte Fakten-Kommunikation ins Leere führt. *Hessische Blätter: Bildung zur Nachhaltigkeit*(2), S. 170–177. <https://doi.org/10.3278/HBV1802W170>

**Moreno, R. & Mayer, R. E. (2002).** Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), S. 598–610.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.598>

**Müller-Christ, G. (2007).** Umweltwirtschaft Innovativ: Organisatorische und soziale Innovativen und das Konzept der Industrial Ecology. In A. Martinuzzi & M. Tiroch (Hrsg.), *Umweltwirtschaft: Internation, Interdisziplinär und Innovativ* (S. 19–24). Research Institute for Managing Sustainability.

**Müller-Christ, G. (2012).** Dilemmata in Nachhaltigkeitskooperationen: Empfehlungen an die Moderation. In M. von Hauff, R. Isenmann & G. Müller-Christ (Hrsg.), *Industrial Ecology Management: Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbünde* (S. 153–173). Springer Gabler.

**Müller-Christ, G. (2020).** *Nachhaltiges Management: Über den Umgang mit Ressourcenorientierung und widersprüchlichen Managementrealitäten*. Handbuch für Studium und Praxis (3. Aufl.). Nomos Verlag. <https://doi.org/10.5771/9783845291680>

**Müller-Christ, G., Giesenbauer, B. & Tegeler, M. K. (2018).** Die Umsetzung der SDGs im deutschen Bildungssystem – Studie im Auftrag des Rats für Nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung. *ZEP – Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 2018(02), S. 19–26. <https://doi.org/10.31244/zep.2018.02.04>

**Müller-Christ, G., Liebscher, A. K. & Hußmann, G. (2015).** Nachhaltigkeit lernen durch Systemaufstellungen. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensexethik*, 16(1), S. 29–51. <https://doi.org/10.5771/1439-880X-2015-1-29>

**Müller-Christ, G. & Pijetlovic, D. (2016).** Repräsentierende Wahrnehmung: Erfahrungen von Studierenden in verdeckten Aufstellungen. *praxis der systemaufstellung*(2), S. 131–143.

**Müller-Christ, G. & Pijetlovic, D. (2018).** *Komplexe Systeme lesen: Das Potential von Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56796-8>

**Müser, S. & Fehling, C. D. (2022).** AR/VR.nrw – Augmented und Virtual Reality in der Hochschullehre. *HMD (Praxis der Wirtschaftsinformatik)*, 59(1), S. 122–141. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00815-y>

**Mütterlein, J., Berger, B., Matt, C., Stirner, A. & Hess, T. (2022).** Co-Creation in Virtual Reality: Immersion als Treiber des Kundenerlebnisses. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), S. 246–260. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00812-1>

**Neubert, S., Reich, K. & Voß, R. (2001).** Lernen als konstruktiver Prozess. In T. Hug (Hrsg.), *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? (Band 1)* (S. 253–265). Schneider Hohengehren Verlag. [https://www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/reich\\_works/aufsatze/reich\\_35.pdf](https://www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/reich_works/aufsatze/reich_35.pdf).

- Opaschowski, H. W. (2008).** *Deutschland 2030: Wie wir in Zukunft leben.* Gütersloher Verlagshaus. <http://www.socialnet.de/rezensionen/isbn.php?isbn=978-3-579-06991-3>.
- Overwien, B. (2021).** Bildung für nachhaltige Entwicklung und Globales Lernen. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.17885/heiup.heied.2021.7.24439> (57-72 Seiten / hei-Education Journal. Transdisziplinäre Studien zur Lehrerbildung, Nr. 7 (2021); Schule als Ort von Normativität. Zur Vermittlung von Kompetenzen gelingender Lebensführung).
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. (2003).** Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), S. 1–4.  
[https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_1](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1)
- Paas, F. & Sweller, J. (2014).** Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 27–42). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.004>
- Petersen, T. (2000).** Wirtschaft und Kreativität. In R. M. Holm-Hadulla (Hrsg.), *Heidelberger Jahrbücher: Bd. 44. Kreativität* (Bd. 44, S. 109–125). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-87237-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-87237-2_7)
- Pijetlovic, D. (2020).** *Das Potential der Pflege-Robotik: Eine systemische Erkundungsforschung. Systemaufstellungen in Wissenschaft und Praxis.* Springer Gabler. <http://www.springer.com/>.
- Pirker, J., Kopf, J., Kainz, A., Dengel, A. & Buchbauer, B. (2021).** The Potential of Virtual Reality for Computer Science Education -Engaging Students through Immersive Visualizations. In IEEE (Hrsg.), *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces abstracts and workshops* (S. 297–302). IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00060>
- Poincaré, H. (1914).** *Wissenschaft und Hypothese: Autorisierte Deutsche Ausgabe mit Erläuternden Anmerkungen von F. und L. Lindemann* (3. Aufl.). Springer Gabler.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-663-15746-5>
- Popper, K. (1935).** *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft.* Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-4177-9>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgemant, I. (2020).** A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Artikel 103778.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

**Reichertz, J. (1999).** Gültige Entdeckung des Neuen? Zur Bedeutung der Abduktion in der qualitativen Sozialforschung. *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, 24(4), S. 47–64.  
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-19536>.

**Reichertz, J. (2016).** Die Denkformen des Erkennens: Deduktion, Induktion, Abduktion. In J. Reichertz (Hrsg.), *Springer Lehrbuch. Qualitative und interpretative Sozialforschung: Eine Einladung* (S. 125–158). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-13462-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-13462-4_3)

**Reynolds, M., Blackmore, C., Ison, R., Shah, R. & Wedlock, E. (2018).** The Role of Systems Thinking in the Practice of Implementing Sustainable Development Goals. In W. Leal Filho (Hrsg.), *World Sustainability Series. Handbook of Sustainability Science and Research* (S. 677–698). Springer International. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63007-6\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63007-6_42)

**Rieckmann, M. (2017).** *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO. [https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco\\_education\\_for\\_sustainable\\_development\\_goals.pdf](https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco_education_for_sustainable_development_goals.pdf). Abruf vom 26.09.2022.

**Riess, W. (2013).** Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Förderung des systemischen Denkens: Education for sustainable development (ESD) and enhancing system thinking. *Anliegen Natur: Zeitschrift für Naturschutz und angewandte Landschaftsökologie*, 35(1), S. 55–64.

**Rieß, W., Schuler, S. & Hörsch, C. (2015).** Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. *Geographie aktuell & Schule*, 215(37), S. 16–29.

**Rippel, J. (2018).** *Systemische Kreativität - der inspirierende Zugang zur Innovation: Oder die Wiederentdeckung der Intuition in der Wirtschaft durch Systemaufstellungen*. Hrsg: G. Müller-Christ (1. Aufl.). *Organisationsberatung/Systemaufstellung*. Carl-Auer-Verlag.

**Robertson, G. G., Card, S. K. & Mackinlay, J. D. (1993).** Three views of virtual reality: no-nimmersive virtual reality. *Computer*, 26(2), S. 81. <https://doi.org/10.1109/2.192002>

**Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009).** Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), Artikel 32.  
<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>.

- Rogers, S. (2019).** *Virtual Reality: The Learning Aid Of The 21st Century.* <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/15/virtual-reality-the-learning-aid-of-the-21st-century/?sh=42a1a62e139b#7bf34e5f139b#.> Abruf vom 01.10.2022.
- Rosner, S. (2021).** *Systemaufstellung als Aktionsforschung.* Rainer Hampp Verlag. <https://doi.org/10.5771/9783957103901>
- Rost, J. (2002).** Umweltbildung - Bildung für nachhaltige Entwicklung. Was macht den Unterschied? *ZEP : Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 25(1), S. 7–12. <https://doi.org/10.25656/01:6176>
- Rost, J., Walter, O., Carstensen, C. H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004).** Naturwissenschaftliche Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 111–146). Waxmann.
- Schäfer, G. E. & Schäfer, L. (2009).** Der Raum als dritter Erzieher. In J. Böhme (Hrsg.), *Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs* (S. 235–248). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-91868-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-531-91868-6_15)
- Schaltegger, S. (2017).** Lohnt sich Nachhaltigkeitsmanagement? Mindsets, „business cases“ und Strategie. In T. Wunder (Hrsg.), *Management-Reihe Corporate Social Responsibility. CSR und Strategisches Management* (S. 81–92). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-49457-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-49457-8_4)
- Schneidewind, U. & Singer-Brodowski, M. (2014).** *Transformative Wissenschaft: Klimawandel im deutschen Wissenschafts- und Hochschulsystem* (2. Aufl.). Metropolis Verlag.
- Schoch, M. (2021).** SDGs, ESG and the like – alles nachhaltig? *Die Österreichische Volkshochschule - Magazin für Erwachsenenbildung - Schwerpunkt Nachhaltigkeit*, 72(275), S. 9–10.
- Schumpeter, J. A. (2003).** *Capitalism, socialism and democracy* (6. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203202050>
- Senge, P. M. (2010).** *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization* (1. Aufl.). Cornerstone Digital.
- Sesink, W. (2007).** Raum und Lernen. *Education Permanente. Schweizerische Zeitschrift für Weiterbildung*, S. 16–18.

- Singer-Brodowski, M. (2016).** Transformative Bildung durch transformatives Lernen.: Zur Notwendigkeit der erziehungswissenschaftlichen Fundierung einer neuen Idee. *ZEP – Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 39(1), S. 13–17. <https://doi.org/10.25656/01:15443>
- Singer-Brodowski, M. (2021).** Transformatives Lernen als neue Theorie-Perspektive in der "Bildung für nachhaltige Entwicklung" (BNE). *Die Österreichische Volkshochschule - Magazin für Erwachsenenbildung - Schwerpunkt Nachhaltigkeit*, 72(275), S. 11–15.
- Slater, M. & Sanchez-Vives, M. V. (2016).** Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, Artikel 74. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Slater, M. & Wilbur, S. (1997).** A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), S. 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. & Ludwig, C. (2015).** The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), S. 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., Vries, W. de, Wit, C. A. de, Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015).** Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science (New York, N.Y.)*, 347(6223), S. 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steinke, I. (2000).** Gütekriterien qualitativer Forschung. In U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 319–331). Rowohlt Taschenbuch. <https://doi.org/10.2307/j.ctvhhh9c.11>
- Steppuhn, D. (2019).** Treiber der Zukunft – Robotik, Künstliche Intelligenz, Big Data, Virtual Reality/Augmented Reality und 3D. In D. Steppuhn (Hrsg.), *SmartSchool - Die Schule von morgen* (S. 237–240). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-24873-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-24873-4_12)
- Stockholm Resilience Center. (2016).** *The SDGs wedding cake*. <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>. Abruf vom 29.09.2022.

- Streiling, S., Hörsch, C. & Rieß, W. (2019).** Entwicklung pädagogischer Professionalität zur Förderung systemischen Denkens durch Lehrerfortbildung. In T. Leuders, M. Nückles, S. Mikelksis-Seifert & K. Philipp (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität in Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 265–283). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-08644-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-658-08644-2_11)
- Sun, P.-C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y.-Y. & Yeh, D. (2008).** What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), S. 1183–1202.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>
- Sweller, J. (2006).** How the Human Cognitive System Deals with Complexity. In J. Elen & R. E. Clark (Hrsg.), *Advances in learning and instruction series. Handling complexity in learning environments: Theory and research* (1. Aufl., S. 13–26). Elsevier.
- Sweller, J. (2012).** Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In J. L. Plass, R. Moreno & R. Brünken (Hrsg.), *Cognitive Load Theory* (S. 29–47). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.004>
- Tunur, T., Hauze, S. W., Frazee, J. P. & Stuhr, P. T. (2021).** XR-Immersive Labs Improve Student Motivation to Learn Kinesiology. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, Artikel 625379.  
<https://doi.org/10.3389/frvir.2021.625379>
- UN - Vereinte Nationen. (1992).** *Agenda 21: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung*. [https://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](https://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf). Abruf vom 27.09.2022.
- UN - Vereinte Nationen. (1997).** *Agenda for Development: Resolution adopted by the General Assembly*. <https://digitallibrary.un.org/record/245092#record-files-collapse-header>. Abruf vom 29.09.2022.
- UN - Vereinte Nationen. (2015).** *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* [A/RES/70/1]. <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Abruf vom 26.09.2022.
- UN - Vereinte Nationen. (2022).** *Ziele für nachhaltige Entwicklung - Bericht 2022*.  
<https://www.un.org/Depts/german/millennium/SDG-2022-DEU.pdf>. Abruf vom 21.09.2022.

**Vergara, D., Rubio, M. P., Lorenzo, M. & Rodríguez, S. (2020).** On the Importance of the Design of Virtual Reality Learning Environments. In R. Gennari, P. Vittorini, F. De la Prieta, T. Di Mascio, M. Temperini, R. A. Silveira & D. A. O. Carranza (Hrsg.), *Advances in Intelligent Systems and Computing Ser: Bd. 1007. Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning: 9th International Conference* (S. 146–152). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-23990-9\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23990-9_18)

**Wals, A. E. (2010).** Between knowing what is right and knowing that is it wrong to tell others what is right: on relativism, uncertainty and democracy in environmental and sustainability education. *Environmental Education Research*, 16(1), S. 143–151.  
<https://doi.org/10.1080/13504620903504099>

**Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.-L. & Wang, X. (2018).** A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), Artikel 1204.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>

**Wanner, M., Schmitt, M., Fischer, N. & Bernert, P. (2021).** *Transformative Innovation Lab: Handbuch zur Ermöglichung studentischer Reallabor-Projekte zur Förderung transformativer und transdisziplinärer Kompetenzen*. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.  
<https://doi.org/76745>

**WBGU. (2011).** *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*.  
[https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2011/pdf/wbgu\\_jg2011.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2011/pdf/wbgu_jg2011.pdf). Abruf vom 29.09.2022.

**WCED. (1987).** *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. UN - Vereinte NationenAbruf vom.

**Weiser, A., van Deest, J. & Barth, M. (2022).** Transformation verstehen lernen: Nachhaltigkeitsbildung und Data Literacy Education in der Studieneingangsphase. In J. Weselek, F. Kohler & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung: Herausforderungen und Perspektiven für die Hochschulbildung* (S. 53–65). Springer Gabler.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-65122-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65122-3_5)

**Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C. L. (2011).** Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), S. 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>

**Winko, S. (2015).** Zur Plausibilität als Beurteilungskriterium literaturwissenschaftlicher Interpretationen. In A. Albrecht, L. Danneberg, O. Krämer & C. Spoerhase (Hrsg.), *Theorien, Methoden und Praktiken des Interpretierens*. De Gruyter.  
<https://doi.org/10.1515/9783110353983.483>

**Woithe, A. (2017).** *Transformationspotenziale der Textil- und Bekleidungsindustrie innerhalb einer Ressourcenbetrachtung: Eine Anwendung von Systemaufstellungen für die Forschung im Entdeckungszusammenhang*. Dissertation. *Nachhaltigkeit und Management: Band 15*. LIT Verlag.

**Yee, N. & Bailenson, J. (2007).** The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, 33(3), S. 271–290.  
<https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x>

**Zawacki-Richter, O. & Latchem, C. (2018).** Exploring four decades of research in Computers & Education. *Computers & Education*, 122, S. 136–152.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.001>

**Zimmermann, C. L., Müller-Christ, G., Seyfried, L.-M., Bursee, F. & Pijetlovic, D. (im Druck).** Bildung für nachhaltige Entwicklung und immersives Lernen: Erste Erkenntnisse aus einem Virtual-Reality-Experimentallabor. In J. Weselek, F. Kohler & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung: Anwendung und Praxis in der Hochschulbildung* (S. 141–152). Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-65120-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65120-9_12)

