

---

Themenheft Nr. 41: Inklusiv-mediale Bildung in schulischen Kontexten.

Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme

Herausgegeben von Christian Filk und Heike Schaumburg

## Körperbasierte Zugangsweisen als Form der inklusiv-medialen Welterschliessung

**Die Entwicklung einer Lernumgebung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Primarstufe mit Design-Based Research (DBR)**

Maximilian Seidler

### Zusammenfassung

Schülerinnen und Schüler der Primarstufe kommen täglich mit technischen Artefakten in Kontakt. Somit stellt Technik einen bedeutenden Lebensweltbezug für sie dar. Um technische Artefakte in ihrer Funktionsweise zu verstehen, bedarf es technischer Kenntnisse und naturwissenschaftlicher Grundlagen (Mammes und Tuncsoy 2013, 8ff.). Daher kommt der Didaktik des Sachunterrichts die Aufgabe zu, Kinder bei der Erschließung ihrer naturwissenschaftlich-technischen Lebenswelt zu unterstützen (GDSU 2013, 9). Hinsichtlich der Realisierung dieser Aufgabe im inklusiven Sachunterricht findet sich ein Forschungsdesiderat wieder. Dieser Ausgangslage nimmt sich der vorliegende Artikel an und beschreibt ein Forschungsvorhaben, welches die Entwicklung sowie die Evaluation einer inklusiven Lernumgebung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht umfasst. Zunächst richtet der Artikel einen Blick auf Gestaltungsprinzipien eines naturwissenschaftlich-technischen und inklusiven Sachunterrichts. Speziell für den inklusiven Sachunterricht werden in körperbasierten Zugangsweisen Potenziale zur Gestaltung einer solchen Lernumgebung gesehen. Neben einer definitorischen Klärung der Begrifflichkeit der körperbasierten Zugangsweisen und der Vernetzung mit sinnlichen Wahrnehmungsmedien wird die Bedeutung körperbasierter Zugangsweisen für die Implementierung in den Unterricht beschrieben. Die methodische Entwicklung und Evaluation einer Lernumgebung erfolgt mit dem Forschungsrahmen DBR. Dieser findet im letzten Kapitel eine Vorstellung, um daran anschliessend erste Empfehlungen für die Gestaltung einer inklusiv naturwissenschaftlich-technischen Lernumgebung darzulegen.

## **Body-based approaches as a form of inclusive-media exploration of the environment. Development of a primary science-engineering education learning environment using Design-Based Research (DBR)**

### **Abstract**

*Primary students get in touch with engineering artefacts on a daily basis. Therefore, engineering plays an important role in primary students' everyday lives. Understanding the functionality of engineering artefacts, requires both knowledge about engineering and basic knowledge about natural sciences. According to the German didactics of General Studies (Didaktik des Sachunterrichts), it's General Studies that have to support children in investigating their naturally and technologically structured environment (GDSU 2003, 3). As of today, there are no empirical studies in inclusive General Studies regarding the children's investigation of this naturally and technologically structured environment. The following article aims to describe a research project that contains a development as well as an evaluation of an inclusive primary science-engineering education learning environment. First, the article refers to design principles of inclusive General Studies focusing natural sciences and science-engineering. Especially in the inclusive General Studies, body-based learning approaches may hold great potentials for designing such a learning environment. Besides a classification of the term body-based approaches and the connection to sensory perception media, the article describes the implementation of these body-based approaches in school lessons. The empirical frame of a learning environment's development and evaluation is characterized by the approach of DBR. Finally, the article will provide first recommendations of an inclusive science-engineering education learning environment.*

### **Hinführung**

Die Gestaltung von Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Lernausgangslagen stellt jeher eine zentrale Anforderung an das pädagogisch-didaktische Handeln in Schule dar. So wurde im Rahmen des Integrationsdiskurses der 1990er Jahre die Forderung nach einem gemeinsamen Unterricht für Schülerinnen und Schüler mit und ohne Beeinträchtigung laut, wenngleich diese erst mit der UN-Behindertenrechtskonvention eine neue Dynamik und inhaltliche Wandlung erfuhr (Hackbarth und Martens 2018, 191). Inhaltlich meint: die Vielfalt von Schülerinnen und Schülern als Normalität verstehen (Hinz 2002, 357), auf Unterrichtsebene Lernbarrieren abbauen und somit die Teilhabe aller ermöglichen (Boban und Hinz 2009, 34). Diese normative Forderung spiegelt sich bezüglich empirischer Forschungsbefunde nur in geringer Anzahl wider (Ahrbeck 2017, 7f.; Werning 2014, 610), denn «[d]ie Erforschung der inklusiven Beschulung befindet sich in vielerlei Hinsicht

noch am Anfang» (Ahrbeck 2017, 7). So zeigt sich besonders der inklusive Sachunterricht als wenig beforscht (Hackbarth und Martens 2018, 192). In diesem Bereich werden daher Interventionsstudien zu Inklusion (Liebers und Seifert 2014, 42) und die Generierung von Unterrichtsgegenständen auf verschiedenen Abstraktionsebenen (Moser, V. und Kipf 2015, 33) gefordert.

Eine ähnlichen Situation zeigt sich auch in der Grundschuldidaktik des Sachunterrichts, in der die empirische Inklusionsforschung aufgrund seiner Komplexität eine Nebenrolle einnimmt (Pech, Schomaker und Simon 2018, 14, 2019, 12) und sich somit ein Forschungsdesiderat im inklusiven Sachunterricht vermerken lässt (Schroeder 2014, 291; Lange-Schubert und Tretter 2017, 287; Pech, Schomaker und Simon 2019, 12). Im Gegensatz dazu sieht Hinz (2011) den Sachunterricht in seiner Konzeption als prädestiniert für Inklusion (Hinz 2011, 35). Anknüpfend an dieses Potenzial des Faches und in Verbindung mit der Sichtweise von Filk (2019), dass inklusive Bildung medial prozessiert wird (Filk 2019, 63), stellt sich die Frage: welche Medien können in einer inklusiv-medialen Lernumgebung als Mittler zwischen Subjekt und Objekt (Mersch 2018, 20) fungieren, um Verstehensprozesse bei Schülerinnen und Schülern mit individuellen Lernausgangslagen zu ermöglichen? In der Sachunterrichtsdidaktik wurden solche Diskurse im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht und im inklusiven Sachunterricht, verbunden mit der jeweiligen Ableitung von unterrichtlichen Prinzipien, über einen längeren Zeitraum getrennt voneinander geführt. Daraus resultieren fragmentiert wirkende Wissensbestände in der Fachdidaktik. Eine Integration dieser Wissensbestände im Sinne einer kohärenten Theoriebildung steht noch aus.

Dieser Ausgangslage nimmt sich der Artikel an und richtet zunächst den Blick auf eine naturwissenschaftlich-technische und inklusive Sachunterrichtsdidaktik. Anschliessend wird aufgezeigt, welche Medien in inklusiven Lernumgebungen als Mittler fungieren können, um Bildung zu prozessieren. Bei der Zusammenführung von verschiedenen Wissensbeständen zeigt der Forschungsrahmen DBR besonderes Potenzial. Deshalb folgt in den methodischen Überlegungen eine Vorstellung dieses Forschungsrahmens sowie eine Skizzierung der Potenziale von DBR zur inklusiv-medialen Unterrichtsentwicklung. Den Abschluss bildet die Ableitung erster Gestaltungsprinzipien zu einer inklusiv-medialen Lernumgebung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht.

## **1. Gestaltungsprinzipien naturwissenschaftlich-technischer und inklusiver Lernumgebungen im Sachunterricht**

In der Gestaltung von naturwissenschaftlich-technischen und inklusiven Lernumgebungen im Sachunterricht zeigen sich Differenzen und Gemeinsamkeiten hinsichtlich unterrichtlicher Prinzipien. Da Diskurse zur Ableitung von inklusiv

naturwissenschaftlich-technischen Lernumgebungen bisher getrennt voneinander geführt wurden, findet eine Betrachtung der Fachdisziplinen im Folgenden einzeln statt.

### **1.1 Gestaltungsprinzipien eines naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts**

Die Lebenswelt von Schülerinnen und Schülern ist vermehrt durch den konsumistischen Gebrauch im Umgang mit technischen Artefakten (Beinbrech 2017, 123) und durch das Erleben und Beobachten von naturwissenschaftlichen Phänomenen gekennzeichnet (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, 38f.). Dem Sachunterricht kommt somit die Aufgabe zu, Kinder darin zu befähigen, die naturwissenschaftlich-technische Welt zu verstehen (GDSU 2013, 9). Lernen im Sachunterricht erfolgt dabei durch die Verbindung von Inhaltsbereichen mit Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, 40; GDSU 2013, 12; Beinbrech 2017, 123f.). Grosses Potenzial des Faches stellt das perspektivenvernetzende Vorgehen dar, wobei mit Blick auf den Kern der Sache, Fragen und Probleme nicht nur auf eine fachliche Perspektive zurückzuführen, sondern aus verschiedenen fachlichen Perspektiven zu betrachten sind (GDSU 2013, 15). Da sich technischer Sachunterricht in der Konzeptionierung am naturwissenschaftlichen orientiert, bietet sich eine Vernetzung beider Perspektiven an (Beinbrech 2017, 127; Möller 2016, 205).

Ausgangspunkt des naturwissenschaftlich-technischen Lernens sind die Konzepte, die Kinder durch die Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt bereits erworben haben (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, 41). Unter Konzepten verstehen wir laut Möller (2013) Erfahrungen und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern (Möller 2013, 61). Diese sind insofern wichtig für das unterrichtliche Handeln, da sie das schulische Lernen beeinflussen und «die Lernenden vorhandene Vorstellungen und Begriffe nutzen, um Phänomene zu deuten oder Fragen zu erklären» (Möller 2013, 68). Naturwissenschaftlich-technischer Sachunterricht passt sich aus diesem Grund an die Konzepte der Schülerinnen und Schüler an, um sie zu belastbaren Vorstellungen zu führen. Damit sie diese erwerben, bedarf es in vielen Fällen einer Veränderung von bestehenden Konzepten (Labudde und Möller 2012, 17). Lernen wird dabei

«als Prozess der kognitiven Entwicklung gesehen, der von vorunterrichtlichen und lebensweltbezogenen Vorstellungen ausgehend zu wissenschaftlichen Sichtweisen führt, wobei ein Wandel der Präkonzepte stattfindet und diese in neue Interpretationskonzepte transformiert werden, sofern sie sich als tragfähig und anwendbar erweisen» (Nießler 2015, 103).

Zur Initiierung und Unterstützung dieser Lernprozesse bedarf es verschiedener Prinzipien innerhalb des Unterrichts. Im Sinne eines adaptiven (Sach-)Unterrichts sollen ausgehend von den Vorerfahrungen, Fragen und Problemstellungen zum

Lerngegenstand generiert werden (Adamina und Möller 2013, 110; Lange-Schubert und Tretter 2017, 283). Ein weiteres Prinzip stellt dabei die Sequenzierung dar, die sich positiv auf den Erwerb konzeptuellen Wissens auswirkt (Möller et al. 2006, 175). Sequenzierung meint die Strukturierung der Unterrichtsinhalte in kleinere Teilbereiche, die in Orientierung an der Sachlogik des Themas erfolgt (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, 48). Ein drittes Prinzip zielt auf die Orientierung an guten Aufgaben (Lange-Schubert und Tretter 2017, 283). Diese sind «motivierend und herausfordernd, anspruchsvoll, individuell und selbstständig bearbeitbar oder problemorientiert» (Grygier und Hartinger 2012, 11). Die sachlich korrekte Erklärung von Experimenten stellt zudem ein weiteres Kriterium guter Aufgaben im Sachunterricht dar (Grygier und Hartinger 2012, 11f.). Diese Aufgaben ermöglichen ausserdem Möglichkeitsräume zum kooperativen und sozialen Lernen (Lange-Schubert und Tretter 2017, 283), da gerade der gemeinsame Austausch über Vorstellungen zum Aufbau bzw. zur Weiterentwicklung von Konzepten beiträgt (Hardy et al. 2017, 12). Während des Austauschs kommt der Lehrperson die Aufgabe zu, Unterstützungsmassnahmen für die Schülerinnen und Schüler zu leisten (Lange-Schubert und Tretter 2017, 283). Neben den genannten Prinzipien stellt das handlungsbezogene Lernen einen bedeutenden Zugang für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht dar (Adamina und Möller 2013, 106f.).

## **1.2 Gestaltungsprinzipien eines inklusiven Sachunterrichts**

Im inklusiven Sachunterricht bedarf es zunächst eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen Individualisierung und Gemeinsamkeit, um keine Vereinsamung der Schülerinnen und Schüler zu erzeugen (Kaiser und Seitz 2017, 11). In Orientierung an mathematikdidaktischen Ansätzen schlagen Lange-Schubert und Tretter (2017) die Übernahme des Konzepts der natürlichen Differenzierung für den inklusiven Sachunterricht vor (Lange-Schubert und Tretter 2017, 276f.), «bei der sich Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus in natürlicher Weise ergeben» (Krauthausen und Scherer 2014, 49). Lernende erhalten somit das gleiche Lernangebot und arbeiten an ähnlichen Fragestellungen im Unterricht (Krauthausen und Scherer 2014, 50). Diese Fragestellungen werden gemeinsam mit den Kindern in Vernetzung mit der fachlichen Perspektive entwickelt (Pech, Schomaker, und Simon 2017, 124; Kaiser und Seitz 2017, 11), wodurch der Kern der Sache entsteht (Seitz 2005, 172f.). Im weiteren Verlauf ermöglichen die obigen Aufgaben sodann individuelles Arbeiten sowie soziales Lernen (Kaiser und Seitz 2017, 11; Krauthausen und Scherer 2014, 51; Ziegler et al. 2017, 222f.). Innerhalb der natürlichen Differenzierung erhalten die Schülerinnen und Schüler ausserdem auf verschiedenen Repräsentations- und Abstraktionsebenen Zugänge zum Kern der Sache (Pech, Schomaker, und Simon 2017, 124; Gebauer und Simon 2012, 15). Gerade dem ästhetischen (Pech, Schomaker, und Simon 2017,

124) und körperbasierten Zugang (Seitz 2004, 1; 2005, 177; Schomaker 2007, 160f.; Kaiser und Seitz 2017, 21; Lange-Schubert und Tretter 2017, 287) kommt dabei eine hohe Bedeutung zu. Inklusiver Sachunterricht beachtet zudem das Prinzip des forschenden Lernens (Pech, Schomaker, und Simon 2017, 124), bei dem aus Fragen- oder Problemstellungen Vermutungen entwickelt werden. Diese gilt es, im individuellen oder sozialen Prozess durch Experimente, Beobachtungen oder Befragungen kritisch zu prüfen (Köhnlein 2015, 94).

## 2. Körperbasierte Zugangsweisen als sinnliche Wahrnehmungsmedien

Körperbasierten Zugangsweisen wird für die Gestaltung inklusiver Lernumgebungen im Sachunterricht ein besonderes Potenzial zugesprochen. Da die Begrifflichkeit keine definitorische Klarheit in der Literatur aufweist, findet ausgehend vom Autor folgende Arbeitsdefinition einen Vorschlag:

«Körperbasierte Zugangsweisen meinen Lerngelegenheiten, bei denen Schülerinnen und Schüler den Kern der Sache bzw. Lerngegenstand durch körpereigene Analysatoren bzw. Zugänge wahrnehmen können.»

### 2.1 Medienbegriffe und körpereigene Analysatoren

Ausgehend von der obigen Definition werden körperbasierten Zugangsweisen und somit auch sinnlichen Wahrnehmungsmedien zwei Bedeutungsfelder zugeschrieben: einerseits fungieren sie als Mittler, Mittelglied oder als vermittelndes Element zwischen zwei Dingen. In Ableitung aus dem ersten Bedeutungsfeld verwendet man Medien andererseits auch als Hilfsmittel oder Werkzeug, die zur Erreichung eines Zweckes dienen (Sandbothe 2001, 110). Somit stellen sie zwischen zwei sich unterscheidenden Gegenständen eine Verbindung her, um Inhalte zu transportieren (Schweppenhäuser 2018, 13). «Durch Medien erschließen Menschen eine Welt, die ihnen nicht von vornherein gegeben ist, sondern erst zur Gegebenheit gemacht werden muss» (Schweppenhäuser 2018, 13). Laut Margreiter (2016) ist es dabei unverzichtbar, den Medienbegriff auf Grund seiner umgangs- und fachsprachlichen Verwendung in einem breiten Verständnis zu definieren (Margreiter 2016, 63), wenngleich Uneinigkeit darüber besteht, ob mit einem weit oder eng gefassten Medienbegriff gearbeitet werden soll (Schweppenhäuser 2018, 12). Becker (2005) fasst unter einem engen Medienbegriff «Sprache, Schrift und alle technischen und kulturellen Wahrnehmungs- und Kommunikationsmedien» (Becker 2005, 66) zusammen, wobei sie sich davon distanziert, leiblich-sinnliche Erfahrungen unter den Medienbegriff fallen zu lassen (Becker 2005, 66). Ein weiter Medienbegriff fasst demgegenüber alles zusammen, was «mit dem Transport von irgendetwas zu tun hat» (Schweppenhäuser 2018, 12). Medien sind deshalb als

- Semiotische Kommunikationsmedien (Sprache, Bild, Schrift, Musik, Binärcode etc.)
- Technische Verbreitungsmedien (Buch, Radio, Film, Fernsehen, Computer, Smartphone)
- Sinnliche Wahrnehmungsmedien (Raum, Zeit, fünf Sinne)  
(Margreiter 2016, 63f.; Sandbothe 2001, 104; Filk 2019, 69)

zu verstehen. Bezogen auf einen weiten Medienbegriff stellen demnach die Sinne des Menschen ein Werkzeug bzw. Mittler zwischen Objekt und Subjekt dar (Mersch 2018, 20), um sich einen Teil von Welt zu erschliessen. Gleichzeitig postulieren Giesecke (2005) und Becker (2005), dass jedes Medium seine eigene Welt konstruiert und sich diese in keiner Weise gleichen (Giesecke 2005, 51; Becker 2005, 69). «Die äußere Umwelt kann weder monosensual oder zentral – von einem neuronalen oder psychischen Zentrum – erkannt noch monomedial gespeichert und dargestellt werden» (Giesecke 2005, 51). Inklusive Bildung und Welterschliessung werden somit (multi-)medial prozessiert (Filk 2019, 63).

Mit Blick auf die Gestaltung einer inklusiv-medialen Lernumgebung sollte der Lerngegenstand nicht nur über ein Medium und somit über einen körperbasierten Analysator ermöglicht werden. Vielmehr bedarf es vielfältiger sinnlicher Wahrnehmungsmedien bzw. körperbasierter Analysatoren zum Lerngegenstand, damit sich Schülerinnen und Schüler die Welt (multi-)medial (Filk 2019, 63) und multisensorisch (Heimlich 2019, 160f.) erschliessen können. Zur Erschliessung des Lerngegenstandes stehen Schülerinnen und Schülern folgende mediale bzw. körperbasierte Zugangsweisen zur Verfügung:

- Optischer Analysator (Sehsinn)
- Akustischer Analysator (Gehörsinn)
- Gustatorischer Analysator (Geschmackssinn)
- Olfaktorischer Analysator (Geruchssinn)
- Taktile Analysator (Tastsinn)
- Kinästhetischer Analysator (Bewegungssinn)
- Vestibulärer Analysator (Gleichgewichtssinn)
- Wärmeempfinden

(Hartmann, Minow und Senf 2011, 103; Frings und Müller, F. 2019, 12ff.)

## **2.2 Gestaltung und Planung inklusiv-medialer Lernumgebungen im Sachunterricht**

Bei der Gestaltung und Planung einer inklusiv-medialen Lernumgebung sollte der gezielte Einsatz von Medien durchdacht werden, da nicht alle Analysatoren bzw. sinnlichen Wahrnehmungsmedien bei jedem Lerngegenstand einen sinnvollen Einsatz darbieten. Eine ausschliessliche Fokussierung auf sinnliche Wahrnehmungsmedien



würde zu kurz greifen, da diese auch erst in Verbindung mit anderen Medien fruchtbar werden. Sinnliche Wahrnehmungsmedien sollten somit in Kopplung mit semiotischen Kommunikations- und technischen Verarbeitungsmedien Verwendung finden.

Bei der Auswahl sinnlicher Wahrnehmungsmedien zeigen sich die Struktur des Lerngegenstands und das Erkenntnisinteresse – hinsichtlich der Fragen- und Problemstellungen zum Unterrichtsthema (Köhnlein 2012, 161; Tänzler 2015, 453) – als bedeutsam. Zudem braucht es bei der Auswahl von körperbasierten Zugangsweisen die Beachtung und Analyse der individuellen Lernausgangslagen von Schülerinnen und Schülern. Somit bedarf es bei der Planung einer inklusiv-medialen Lernumgebung im Sachunterricht (vgl. Abbildung 1) zunächst einer Analyse des Lerngegenstands – hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Grundlegung der Bildung. Unter Bezugnahme der individuellen Lernausgangslagen sollte anschliessend der Vollzug der Aneignung für die Schülerinnen und Schüler durchdacht werden (Köhnlein 2012, 161f.).

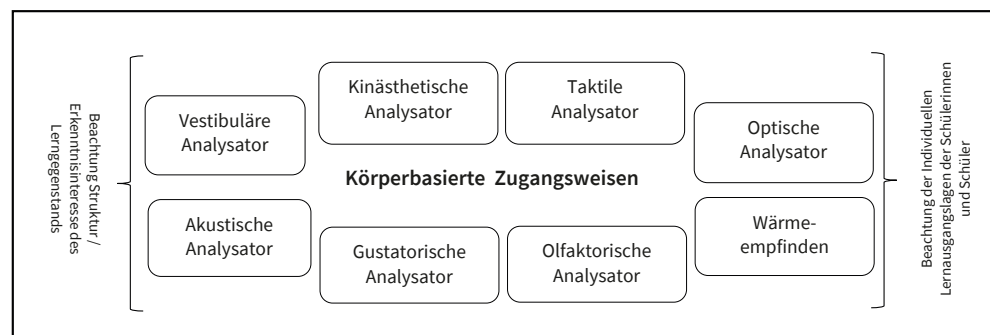


Abb. 1.: Schaubild körperbasierter Zugangsweisen.

### 2.3 Körpereigene Analysatoren und deren Bedeutung zur Welterschliessung

Speziell für die Implementierung von sinnlichen Wahrnehmungsmedien bzw. körperbasierten Zugangsweisen in inklusiv-medialen Lernumgebungen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht ergeben sich vielfältige Erklärungsansätze aus unterschiedlichen Fachwissenschaften. Im Folgenden werden – unter Berücksichtigung des obigen Klassifikationssystems (vgl. Abbildung 1) – ausgewählte Analysatoren vorgestellt. Da Schülerinnen und Schüler im inklusiven Sachunterricht primär visuelle Möglichkeitsräume zur Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand dargeboten bekommen (Schroeder 2020, 89ff.), sollen zusätzliche Erklärungen für die Implementierung des akustischen, kinästhetischen und taktilen Analysators skizziert werden. Gerade für letztere Analysatoren finden sich wissenschaftliche Erklärungen und somit Implementierungsempfehlungen für den Unterricht, weshalb sie nachfolgend skizziert werden.



*Optischer Analysator.* Der optische Analysator verwendet die Augen als Rezeptoren, um Informationen aus der (Um-)Welt aufzunehmen (Hartmann, Minow, und Senf 2011, 103). Dabei zeichnet sich der Sehsinn als wichtigstes Medium des Menschen aus, da dieser bis zu 70 Prozent an Informationen, die wir über die Welt erhalten, über den optischen Analysator liefert. Die Augen eröffnen somit eine Welt voller Formen, Farben und Texturen, wodurch sich ein Teil von Welt erschliessen lässt. (Frings und Müller, F. 2019, 127f.) In Anlehnung an Bruner (1971) soll Unterricht den Lerngegenstand auf der ikonischen Repräsentationsebene darbieten, damit Schülerinnen und Schüler Informationen über Schrift und Bilder visuell aufnehmen können (Bruner 1971, 21). Dieser Sichtweise folgt auch der naturwissenschaftliche Unterricht, da das bewusste Wahrnehmen durch Betrachten und Beobachten einen integralen Bestandteil von Unterricht darstellt (Adamina und Möller 2013, 105).

*Akustischer Analysator.* Die Ohren als Rezeptoren des akustischen Analysators liefern uns komplexe Informationen über Töne, Musik, Sprache oder Geräusche. Akustische Informationen verstehen sich dabei als Mix aus Schallwellen, mit denen das Ohr die umgebenden Luftbewegungen analysiert (Frings und Müller, F. 2019, 204f.; Hartmann, Minow und Senf 2011, 103). Mit der Verschriftlichung des Lebens in der europäischen Neuzeit geht auch eine Kopplung von akustischem und visuellem Analysator einher (Giesecke 2005, 57). Gerade in Schulen finden dadurch beide körperbasierten Zugangsweisen eine überwiegende Verwendung. Gemäss dem EIS-Prinzip nach Bruner (1971) werden Handlungen und Bilder in eine dritte Repräsentationsebene – die symbolische – überführt, auf der die Sprache als Mittler bzw. Medium fungiert (Bruner 1971, 21). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht stellt das bewusste Wahrnehmen, im Sinne von Zuhören, ebenso ein unterrichtliches Prinzip dar (Adamina und Möller 2013, 105). Zur Gestaltung einer inklusiv-medialen Lernumgebung im Sachunterricht bildet die Sprache und somit der akustische Analysator einen weiteren bedeutenden körperbasierten Zugang.

*Kinästhetischer Analysator.* Der kinästhetische Analysator lokalisiert seine Rezeptoren in Muskeln, Sehnen, Bändern und Gelenken. Informationen aus der Umwelt werden dabei über die Spannungs- und Lageänderungen der Rezeptoren aufgenommen, um diese anschliessend über die afferenten Nervenbahnen zur Grosshirnrinde weiterzuleiten (Hartmann, Minow und Senf 2011, 102f.). Der kinästhetische Analysator versteht sich dabei als Bewegungssinn und wirkt sich positiv auf Lern- und Verhaltensweisen von Schülerinnen und Schülern aus. Körperliche Handlungsmöglichkeiten in Bezug auf den Lerngegenstand fördern zudem die kognitive Entwicklung, da gerade Handlungen Voraussetzungen und Initiatoren für kognitive Prozesse darstellen (Bruner 1971, 21; Aebli 1993, 13ff.). Dieser Sichtweise folgt auch der Ansatz Embodiment bzw. der Embodied Cognition, der das sensorische und motorische System als relevant für kognitive Prozesse ansieht. Bewegungen und Wahrnehmungen sind demnach dem Denken vorgeschaltet (Weber 2017, 58). Dem menschlichen Körper

kommt innerhalb dessen die Rolle des Mediums zu, mit dem er erfahren, erleben, wahrnehmen, erkennen und handeln kann (Wendler 2017, 128). «Der Begriff Embodiment baut also auf einem Verständnis auf, nach dem jedes Lernen und Wissen grundlegend auf körperlichen und sinnlichen Erfahrungen basiert» (Moser, T. 2016, 19).

Weitere Erklärungsansätze für die Implementierung des kinästhetischen Analysators in den Unterricht liefern neurowissenschaftliche Forschungsergebnisse. So wird durch die Nutzung des kinästhetischen Analysators die Durchblutung im Gehirn gesteigert und somit eine bessere Nährstoffversorgung im Gehirn gewährleistet. Dies führt wiederum zu einer gesteigerten Konzentrationsleistung (Müller, C. 2010, 21; Kaiser und Zimmer 2015, 14f.), weshalb Müller (2010) «von einer Optimierung der Informationsverarbeitung» (Müller, C. 2010, 22) spricht. Zudem fördert die Einbeziehung des kinästhetischen Analysators die Dopaminproduktion und -ausschüttung (Andrä 2013, 32; Folta-Schoofs und Ostermann 2019, 205). Da das dopaminerge System Einfluss auf die Motivation zeigt, geht die Nutzung des kinästhetischen Analysators mit einer gesteigerten Motivation der Schülerinnen und Schüler einher (Folta-Schoofs und Ostermann 2019, 106; Raufelder 2018, 105).

*Taktiler Analysator.* Beim taktilen Analysator liegen die Rezeptoren in und unter der Haut, um damit Informationen über Druck und Zug sowie Oberfläche und Form zu generieren (Hartmann, Minow, und Senf 2011, 103). Beim Fühlen und Tasten sind eine Vielzahl von Sinneszellen involviert, die Berührungen über die Haut registrieren und Aufschluss über die Beschaffenheit des Gegenstandes liefern (Frings und Müller, F. 2019, 269). Anknüpfend an Erklärungsansätze zum kinästhetischen Analysator, können auch über die Haut Informationen zum Lerngegenstand aufgenommen und wahrgenommen werden, was wiederum den Ansatz des Embodiment bzw. Embodied Cognition aufgreift (Wendler 2017, 128). Originale und reale Begegnungen mit dem Lerngegenstand stellen zudem gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht einen bedeutenden Zugang dar (Aebli 1976, 98; Adamina und Möller 2013, 105).

Des Weiteren ermöglichen Temperatursensoren in und unter der Haut ein Wärmeempfinden und bilden damit einen zusätzlichen körperbasierten Zugang (Frings und Müller, F. 2019, 268). Daraus ableitend ist auch dem taktilen Analysator Potenzial zur Unterrichtsgestaltung zuzusprechen.

Aufbauend auf obige Erklärungsansätze lassen sich Gestaltungsempfehlungen zur Implementierung von körperbasierten Zugangsweisen – insbesondere für den taktilen und kinästhetischen Analysator – in inklusiven naturwissenschaftlich-technischen Lernumgebungen ableiten. Es liegen jedoch keine Evidenzen der Effektivität von körperbasierten Zugangsweisen für den Sachunterricht vor (Lange-Schubert und Tretter 2017, 287). Diesem Forschungsmangel nimmt sich das vorgestellte Forschungsvorhaben an.

### 3. Methodische Überlegungen – Design-Based Research als Beitrag zur inklusiv-medialen Unterrichtsentwicklung

Zur Generierung von gesicherten empirischen Erkenntnissen bedarf es zunächst der Entwicklung und Evaluierung einer ersten inklusiv-medialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (Prototyp). Bei der Entwicklung einer solchen Lernumgebung und der Ableitung erster Gestaltungsprinzipien wird der Forschungsrahmen DBR genutzt.

#### 3.1 Der Forschungsansatz Design-Based Research

Der noch relativ junge Forschungsrahmen DBR versteht sich als Antwort auf die Kritik an der mangelnden praktischen Anwendung von empirischen Ergebnissen aus der Lehr- und Lernforschung (Euler 2014b, 16), weshalb Forschung in Kooperation mit Wissenschaft und Praxis erfolgt (Euler 2014b, 18; Feulner, Ohl, und Hörmann 2015, 211; Reinmann 2018, 103). Anspruch von DBR ist es, innovative Lösungen für praktische Bildungsprobleme zu entwickeln, mit dem Ziel, durch empirische Forschung wissenschaftliche Erkenntnisse zu generieren (Euler 2014b, 16; Reinmann 2018, 93). Unter innovativen Lösungen versteht man dabei «den Erhalt und die Verbesserung des Bestehenden, sofern damit neue und nachhaltige Veränderungen in Gang gesetzt werden» (Reinmann 2018, 5). Aufbauend auf Problemen aus der Praxis werden Interventionen zur Lösung dieser entwickelt. Interventionen umfassen dabei Bildungs- oder Lehr-Lernkonzepte, Lehr-Lernmethoden, Lehr-Lern-Materialien oder Bildungsprogramme (Reinmann 2018, 101). Die Entwicklung einer Intervention erfolgt theoriegeleitet (Euler und Sloane 2014, 8; Reinmann 2018, 98), indem man sich einerseits an Wissensbeständen der Fachdisziplinen und andererseits an bestehenden Interventionen orientiert (Reinmann 2018, 102), um neue zu formen. Der Ablauf eines solchen DBR-Projekts gestaltet sich folgendermassen:

*Problempräzisierung und Theoriebasierung.* Den Beginn eines DBR-Projekts (vgl. Abbildung 3) bildet aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht die Spezifizierung der Problemstellung. Anschliessend befasst man sich einerseits mit theoretischen und wissenschaftlichen Problemlösungen, andererseits mit Erfahrungen bzw. Sichtweisen von Praktikerinnen und Praktikern (z.B. Lehrpersonen), um eine Intervention zu entwerfen (Euler 2014b, 24).

*Entwicklung der Intervention.* Bei der theoriebasierten Entwicklung einer Intervention und der anschliessenden Überarbeitung stellen Conjecture Maps (vgl. Abbildung 2) eine Variante der Dokumentation dar (Euler 2014b, 27; Reinmann 2018, 87). Conjecture Maps sind Vermutungskarten, die wichtige theoretische Merkmale und angenommene Wirkmechanismen einer Lernumgebung übersichtlich und spezifisch darstellen (Sandoval 2013, 19).

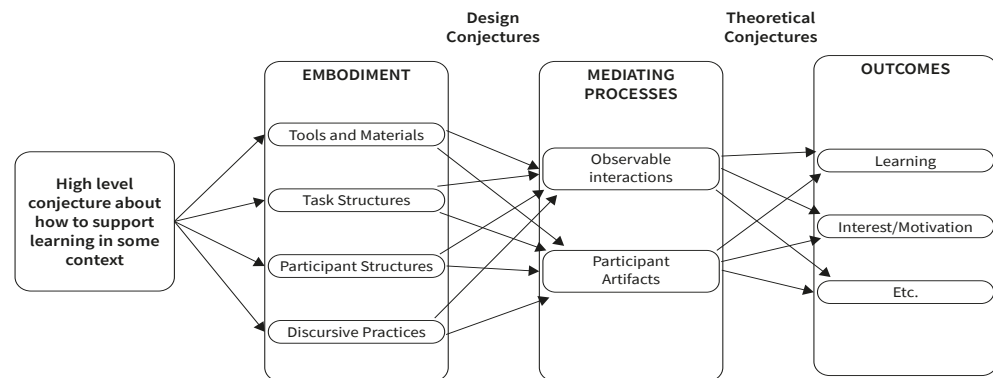


Abb. 2.: Elemente einer Conjecture Map (nach Sandoval 2013, 21).

*Formative Evaluation.* Um eine Verfeinerung der Interventionen herbeizuführen, schliesst sich die Phase der formativen Evaluation an, innerhalb dessen verschiedene Phasen und Methoden der Evaluation zur Verfügung stehen. So untergliedert sich die formative Evaluation in eine Alpha-, Beta- und Gamma-Phase, die jeweils unterschiedliche Schwerpunkte innerhalb der Evaluation legen. (McKenney und Reeves 2012, 137)

In der Alpha-Phase liegt der Fokus zum einen, in Bezug auf die Funktionalität der Intervention, auf der internen Struktur, zum anderen, im Sinne der zur Verfügung stehenden zeitlichen, finanziellen oder emotionalen Ressourcen, auf der Durchführbarkeit (McKenney und Reeves 2012, 137f.). Innerhalb dieser Phase schlagen McKenney und Reeves (2012) das Entwicklerinnen- und Entwicklerscreening sowie die Expertinnen- und Expertenbefragung vor. Beim Entwicklerinnen- und Entwicklerscreening analysiert ein Forschungsteam erste Entwürfe bezüglich festgelegter Schwerpunkte, Fragestellungen oder Checklisten (McKenney und Reeves 2012, 143f.).

In der sich anschliessenden Beta-Phase wird die Intervention hinsichtlich ihrer Funktionalität in einem teilweise funktionalen Kontext durchgeführt und evaluiert. Der Fokus liegt dabei auf der lokalen Durchführbarkeit und der Institutionalisierung. Die lokale Durchführbarkeit fragt nach der Überlebensfähigkeit der Intervention im Kontext, insbesondere nach den Faktoren, welche die Intervention hinsichtlich der Umsetzung beeinflussen. Mit Blick auf die Institutionalisierung stellt sich die Frage, wie die Intervention im Bildungskontext auf Zu- oder Abneigung bei Praktikerinnen und Praktikern stösst (McKenney und Reeves 2012, 138). Zudem sind erneute Expertinnen- und Experteneinschätzungen sowie Pilotierung(en) in dieser Phase als Methoden zu empfehlen (McKenney und Reeves 2012, 143).

*Ableitung von Gestaltungsprinzipien.* Sofern ableitend aus dieser Phase möglich, bildet die Generierung von Gestaltungsprinzipien aus der Pilotierung einen Zwischenschritt im Evaluationsprozess (Euler 2014b, 31ff.). Diese Prinzipien streben jedoch keine Verallgemeinerung für jeglichen (Schul-)Kontext an, sondern stellen

«präskriptive Aussagen für das Handeln in einem abgegrenzten Handlungsfeld» (Euler 2014a, 99) dar. Somit sind sie in ihrer Reichweite der Anwendungsbereiche begrenzt (Euler 2014a, 99).

*Summative Evaluation.* In der abschliessenden Gamma-Phase erfolgt die Erprobung der endgültigen und stabilen Version der Intervention unter realen Bedingungen (Tryout), um die Effektivität und Wirksamkeit zu evaluieren. Dabei kommen die vorher pilotierten Erhebungs- und Untersuchungsinstrumente zur Datensammlung zum Einsatz, die aufzeigen sollen, ob mit den Schwerpunktsetzungen bzw. Merkmalen innerhalb der Intervention die gewünschten Veränderungen erzielt wurden. (McKenney und Reeves 2012, 138ff.) Ziel dieser Phase – die auch als summative Evaluation bezeichnet wird – ist es, Wirkungszusammenhänge mit den empirischen Methoden der Datensammlung herauszuarbeiten (Euler 2014b, 33). Ein Rückgriff auf alle Methoden der Datengewinnung und -auswertung aus dem sozialwissenschaftlichen Bereich ist dafür essentiell (Euler 2014b, 29; Reinmann 2014, 66), wobei ein Methodenmix empfehlenswert ist (Feulner, Ohl, und Hörmann 2015, 211).

*Interpretation der Ergebnisse.* Abschliessend erfolgt eine Interpretation, mit Hilfe derer Gestaltungsprinzipien abzuleiten sind.

Phase	Inhalt
<b>Problem präzisieren</b>	- Spezifizierung des Problems aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht
<b>Theoriebasierung</b>	- Literaturrecherche zu thematischen Bausteinen der Intervention - Sammeln von Sichtweisen von Praktikerinnen und Praktikern für die Entwicklung einer Intervention
<b>Entwicklung der Intervention</b>	- Theoriebasierte Entwicklung - Dokumentation der Entwicklung mit Conjecture Maps (Sandoval 2013)
<b>Formative Evaluation</b> (Alpha-Phase / Beta-Phase)	- internes Entwicklerinnen- und Entwicklerscreening - externe Expertinnen- und Expertenbefragung zur entwickelten Intervention - Erprobung(en) unter annähernd realen Bedingungen (Pilotierung) - externe und interne Expertinnen- und Expertenbefragung zur durchgeführten Intervention - Pilotierung der Erhebungs- und Untersuchungsinstrumente
<b>Ableitung von Gestaltungsprinzipien</b>	- Merkmale der Lehr- und Lernumgebung ableiten
<b>Summative Evaluation</b> (Gamma-Phase)	- Erprobung unter realen Bedingungen (Tryout) - Wirkungszusammenhänge der Intervention generieren
<b>Interpretation der Ergebnisse</b>	- Gestaltungsprinzipien ableiten

**Abb. 3.:** Ablaufmodell von DBR (in Anlehnung an Euler 2014b, 20ff.; Reinmann 2018, 103; Feulner, Ohl und Hörmann 2015, 212; Doering und Bortz 2016, 990; McKenney und Reeves 2012, 133ff.)

### **3.2 Potenziale von Design-Based Research zur inklusiv-medialen Unterrichtsentwicklung**

Die primäre Zielperspektive von DBR stellt eine innovative Lösung zur Verbesserung und Veränderung von Bildungspraxis dar (Raatz 2016, 40). Die zu entwickelnde Lernumgebung fokussiert dabei einen Grundschulkontext, in dem Schülerinnen und Schüler mit vielfältigen individuellen Lernausgangslagen lernen.

Hinsichtlich der Entwicklung einer inklusiv-medialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht ergibt sich ein Anforderungsdesign, welches Lern- und Teilhabebarrrieren abbauen und mindern möchte, sodass alle Schülerinnen und Schüler am (Sach-)Unterricht in der Primarstufe partizipieren können (Boban und Hinz 2009, 34). Da sich gerade für die konkrete Gestaltung solcher inklusiven Lernumgebungen wenige praktische Umsetzungsvorschläge wiederfinden (Rott 2018, 97), stellt DBR ein besonderes Potenzial zur inklusiven Unterrichtsentwicklung dar. Laut Seitz (2008) bedarf es dafür einer Zusammenführung von inklusionspädagogischen und allgemeindidaktischen Konzepten (Seitz 2008, 231). Neben der theoretischen Zusammenführung von fragmentierten Wissensbeständen, verlangt DBR auch die Zusammenarbeit von Praktikerinnen und Praktikern mit Forscherinnen und Forschern, um eine Verschmelzung von schulpraktischer Expertise und Theorie zu erwirken. Jedoch liegt genau hier die Herausforderung: wenn «Forscher\*innen in der Recherche auf die schriftlich dokumentierten Erkenntnisse und Wissensbestände zu inklusivem Unterricht bzw. Sachunterricht zurück[greifen], so treffen sie dabei vielfach auf Beschreibungen, die sich nur schwer mit den im Feldkontakt gemachten Erfahrungen zusammenführen lassen» (Seitz 2018, 102). Mittels des iterativen Vorgehens und der Expertise von Praktikerinnen und Praktikern kann dieser Anforderung begegnet werden, da das Design nach und nach an die Bedingungen eines inklusiv naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts angepasst werden kann (Rott 2018, 97). Dieses Vorgehen ermöglicht es, abstrakte und globale Theorien in konkrete Unterrichtskonzepte zu überführen, um daran anschließend kontextualisierte Gestaltungsprinzipien abzuleiten. Dies stellt ein besonderes Potenzial für die (Unterrichts-)Praxis und die Unterrichtsentwicklung dar (Raatz 2016, 41).

### **3.3 Gestaltungsprinzipien einer inklusiv-medialen Lernumgebung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht**

In Zusammenschau der theoretischen und methodischen Überlegungen können erste Gestaltungsprinzipien bzw. -empfehlungen einer inklusiven naturwissenschaftlich-technischen Lernumgebung aus den Wissensbeständen und der schulpraktischen Expertise von Lehrpersonen (Sellin, Barth, und Abels 2020, 28ff.) abgeleitet werden. Eine zusammenfassende Darstellung dieser erfolgt mittels einer Conjecture Map (vgl. Abbildung 2 und 4):

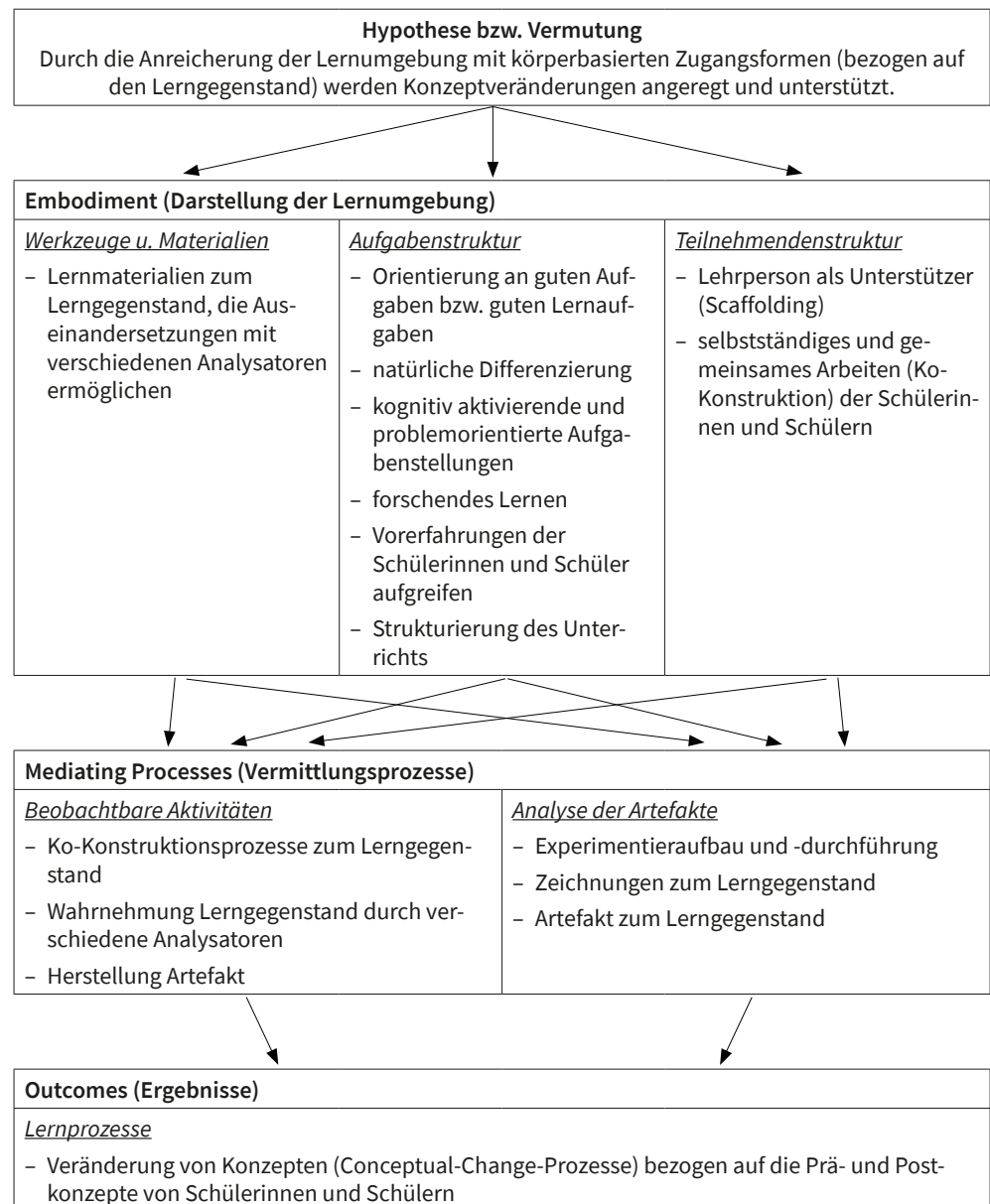
*Hypothese bzw. Vermutung.* Durch die Zusammenführung der Wissensbestände zum naturwissenschaftlich-technischen Unterricht, inklusiven Sachunterricht sowie zu körperbasierten Zugangsweisen, kann eine erste Hypothese bzw. Vermutung zur entwickelnden Lernumgebung formuliert werden: *durch die Anreicherung der Lernumgebung mit körperbasierten Zugangsweisen (bezogen auf den Lerngegenstand) werden Konzeptveränderungen bei Schülerinnen und Schülern angeregt und unterstützt.*

*Embodiment.* Die konkretisierte Entwurfsvermutung erfolgt mit verschiedenen Elementen. Mit dem Element «Werkzeuge und Materialien» wird dargelegt, welche Materialien und Medien Schülerinnen und Schülern im Unterricht zur Verfügung stehen (Sandoval 2013, 22). Bezogen auf die entwickelte Lernumgebung stehen ihnen verschiedene Lernmaterialien zum Lerngegenstand zur Verfügung, die ihnen den Einbezug vielfältiger körpereigener Analysatoren ermöglichen. Die «Aufgabenstruktur» vermittelt zudem die abgeleiteten Gestaltungsprinzipien, die Auskunft darüber geben, unter welchen Rahmenbedingungen Schülerinnen und Schüler ihre Ziele erreichen (Sandoval 2013, 22). Daraus ergeben sich erste Gestaltungsempfehlungen zur Planung und Gestaltung von Unterricht (vgl. Abbildung 4). Das Element «Teilnehmerstruktur» zielt auf die Rollen und Verantwortlichkeiten von Lehrerinnen und Lehrern sowie Schülerinnen und Schülern innerhalb der Lernumgebung (Sandoval 2013, 22). Einerseits fungieren Lehrpersonen als Unterstützende mittels Scaffolding-Massnahmen, andererseits erhalten Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten zum selbstständigen oder gemeinsamen Lernen mit Mitschülerinnen und Mitschülern.

*Mediating processes.* Auf der Ebene der Vermittlungsprozesse zeigt sich, zu welchen beobachtbaren Interaktionen die Designelemente führen bzw. welche Artefakte durch diese erzeugt werden (Sandoval 2013, 23). Hinsichtlich der «beobachtbaren Aktivitäten» lassen sich Ko-Konstruktionsprozesse, das Herstellen eines Artefakts oder Wahrnehmungsaktionen von Schülerinnen und Schülern vermuten. Die «Analyse der erstellten Artefakte» spiegelt sich beim Experimentieren, in Zeichnungen oder Artefakten zum Lerngegenstand wider.

*Outcomes.* Auf der letzten Ebene einer Conjecture Map steht die Formulierung des gewünschten Ergebnisses (Sandoval 2013, 23f.). Die entwickelte Lernumgebung erwartet eine Veränderung von Wissenskonzepten, bezogen auf die Prä- und Postkonzepte von Schülerinnen und Schülern im Unterricht. Methodisch gesehen wird vor und nach dem Unterricht eine Erhebung der Konzepte zum Lerngegenstand durchgeführt, um diese in Verbindung zueinander zu setzen und daraus ableitend konkrete Aussagen über die Wirkung von körperbasierten Zugangsweisen zu generieren.





**Abb. 4.:** Darstellung erster Gestaltungsprinzipien einer inklusiv-medialen Lernumgebung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht anhand einer Conjecture Map (in Anlehnung an Sandoval 2013, 21ff.).

#### 4. Ausblick

Der vorliegende Artikel versteht sich als programmatischer Beitrag zur Entwicklung inklusiv-medialer Lernumgebungen im Sachunterricht der Primarstufe. Ausgehend von den aufgezeigten Forschungsdesideraten möchte er mit Hilfe des DBR-Ansatzes einen Beitrag zur inklusiv-medialen Unterrichtsentwicklung leisten. Es wurde aufgezeigt, welche Bedeutung sinnlichen Wahrnehmungsmedien zur Gestaltung inklusiv-medialer Lernumgebungen innewohnt. Gerade diesen wird zugetraut, inklusive Bildung zu ermöglichen. Aus diesem Grund reichert das vorgezeigte Forschungsvorhaben eine inklusive naturwissenschaftlich-technische Lernumgebung mit körperbasierten Zugangsweisen an, um Konzeptveränderungen bei Schülerinnen und Schülern zu erzeugen. Im weiteren Vorgehen des Forschungsvorhabens bedarf es nun einer ersten formativen Evaluation zur entwickelten Lernumgebung. Diese wird mittels Fokusgruppen und Expertinnen- und Expertenbefragungen durchgeführt.

In der Entwicklung einer Lernumgebung, die Schülerinnen und Schülern mit individuellen Lernausgangslagen Lernen und Teilhabe im (Sach-)Unterricht ermöglicht, zeigt sich das grösste Potenzial des Forschungsvorhabens. Es könnte zudem von Interesse sein, den Ansatz der körperbasierten Zugangsweisen auch in andere Fachdisziplinen und Schulstufen zu transferieren. Laut Filk (2019) können «vor allem mittels digitaler Medien integrale, barrierefreie und individuell adaptierbare Lernmittel und -umgebungen» (Filk 2019, 69) entwickelt und implementiert werden. So zeigt möglicherweise eine Kopplung von sinnlichen Wahrnehmungsmedien und digitalen Medien – zu einer inklusiv-digitalen Lernumgebung – ein weiteres Forschungs- und Umsetzungspotenzial auf. Dies ist insofern von Interesse, da Wissen laut Giesecke (2005) nicht monomedial zu erwerben ist. Vielmehr bedarf es dafür der Einbindung multipler Sinne (Giesecke 2005, 52). «Es gibt zunächst keinen Grund, einen Sinn oder einen Prozessor oder ein Medium auf Grund besonderer informationsverarbeitender Qualitäten zu bevorzugen» (Giesecke 2005, 52).

#### Literaturverzeichnis

- Adamina, Marco, und Kornelia Möller. 2013. «Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen öffnen». In *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.- 9. Schuljahr*, herausgegeben von Peter Labudde, 2. korr. Aufl., 103–16. Bern/Stuttgart: UTB.
- Aebli, Hans. 1976. *Psychologische Didaktik: Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget*. 6. Auflage. Stuttgart: E. Klett.
- Aebli, Hans. 1993. *Denken: das Ordnen des Tuns: Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. 2. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Ahrbeck, Bernd. 2017. «Schulische Inklusion». *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 31 (1): 5–11.

- Andrä, Christian. 2013. *Kognitive Effekte regelmäßiger Bewegung im Schulalltag: Untersuchung bei Kindern im Projekt „Bewegte Schule“ unter spezieller Beachtung der Gewebeoxygenierung gemessen mit Nahinfrarotspektroskopie*. Sportwissenschaften 10. Berlin: Lehmanns Media.
- Becker, Barbara. 2005. «Medienphilosophie der Nahsinne». In *Systematische Medienphilosophie*, herausgegeben von Mike Sandbothe und Ludwig Nagl, 65–80. Berlin: De Gruyter.
- Beinbrech, Christina. 2017. «Technisches Lehren und Lernen». In *Sachunterricht: Didaktik für die Grundschule*, herausgegeben von Andreas Hartinger und Kim Lange-Schubert, 4. Aufl., 122–37. Berlin: Cornelsen.
- Boban, Ines, und Andreas Hinz. 2009. «Integration und Inklusion als Leitbegriffe der schulischen Sonderpädagogik». In *Handbuch schulische Sonderpädagogik*, herausgegeben von Günther Opp und Georg Theunissen, 29–35. Bad Heilbrunn: Klinkhardt UTB.
- Bruner, Jerome. 1971. «Über kognitive Entwicklung». In *Studien zur Kognitiven Entwicklung: Eine kooperative Untersuchung*, herausgegeben von Jerome Bruner, Rose R. Oliver und Patricia M. Greenfeld, 21–54. Stuttgart: Klett.
- Doering, Nicola, und Jürgen Bortz. 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5., vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Springer-Lehrbuch. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Euler, Dieter. 2014a. «Design Principles als Kristalisationspunkt für Praxisgestaltung und wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung». In *Design-Based-Research: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, herausgegeben von Dieter Euler und Peter F. E. Sloane, 97–112. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Euler, Dieter. 2014b. «Design Research - a paradigm under development». In *Design-Based-Research: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, herausgegeben von Dieter Euler und Peter F. E. Sloane, 15–44. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Euler, Dieter, und Peter F. E. Sloane. 2014. «Editorial». In *Design-Based-Research: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, herausgegeben von Dieter Euler und Peter F. E. Sloane, 7–14. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Feulner, Barbara, Ulrike Ohl, und Isabel Hörmann. 2015. «Design-Based Research - ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potenziale für die Geographiedidaktik». *Zeitschrift für Geographiedidaktik* 3: 205–31.
- Filk, Christian. 2019. «Onlife - Partizipation für alle. Plädoyer für eine inklusiv-digitale Bildung». In *Schule digital, wie geht das? Wie die digitale Revolution uns und die Schule verändert*, herausgegeben von Olaf-Axel Burow, 61–81. Pädagogik. Weinheim: Beltz.
- Folta-Schoofs, Kristian, und Britta Ostermann. 2019. *Neurodidaktik: Grundlagen für Studium und Praxis*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Frings, Stephan, und Frank Müller. 2019. *Biologie der Sinne: Vom Molekül zur Wahrnehmung*. 2., korrigierte und aktualisierte Auflage. Berlin/Heldelberg: Springer
- GDSU. 2003. «Perspectives Framework for General Studies in Primary Education: A framework for teaching general knowledge». [http://www.gdsu.de/wb/media/upload/perspektivrahmen\\_2003\\_engl.pdf](http://www.gdsu.de/wb/media/upload/perspektivrahmen_2003_engl.pdf).

- GDSU. 2013. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gebauer, Michael, und Toni Simon. 2012. «Inklusiver Sachunterricht konkret: Chancen, Grenzen, Perspektiven». [http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/inklusion/gebauer\\_simon.pdf](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/inklusion/gebauer_simon.pdf).
- Giesecke, Michael. 2005. «Medienphilosophie der Sinne». In *Systematische Medienphilosophie*, herausgegeben von Mike Sandbothe und Ludwig Nagl, 37–64. Berlin: De Gruyter.
- Grygier, Patricia, und Andreas Hartinger. 2012. *Gute Aufgaben Sachunterricht: Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen. 48 gute Aufgaben für die Klassen 1 bis 4*. 2. Auflage. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Hackbarth, Anja, und Matthias Martens. 2018. «Inklusiver (Fach-) Unterricht: Befunde - Konzeptionen - Herausforderungen». In *Handbuch schulische Inklusion*, herausgegeben von Tanja Sturm und Monika Wagner-Willi, 191–205. Opladen, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Hardy, Ilonca, Mirjam Steffensky, Miriam Leuchter, und Henrik Saalbach. 2017. *Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 1: Elementarbereich*. Telekom Stiftung. [https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/02\\_Primar\\_\\_05-12\\_\\_End.pdf](https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/02_Primar__05-12__End.pdf).
- Hartmann, Christian, Hans-Joachim Minow, und Gunar Senf. 2011. *Sport verstehen - Sport erleben: Bewegungs- und trainingswissenschaftliche Grundlagen mit 52 Tabellen*. 2., überarbeitete Auflage. Berlin: Lehmanns Media.
- Heimlich, Ulrich. 2019. *Inklusive Pädagogik: Eine Einführung*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Hinz, Andreas. 2002. «Von der Integration zur Inklusion - terminologisches Spiel oder konzeptionelle Weiterentwicklung?». *Zeitschrift für Heilpädagogik* 53: 354–61.
- Hinz, Andreas. 2011. «Inklusive Pädagogik - Vision und konkretes Handlungsprogramm für den Sachunterricht?». In *Sachunterricht - auf dem Weg zur Inklusion*, herausgegeben von Hartmut Giest, Astrid Kaiser und Claudia Schomaker, 23–38. Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. Bd. 21. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Kaiser, Astrid, und Simone Seitz. 2017. *Inklusiver Sachunterricht: Theorie und Praxis*. Basiswissen Grundschule Bd. 37. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kaiser, Astrid, und Renate Zimmer. 2015. *Bewegter Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Köhnlein, Walter. 2012. *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Köhnlein, Walter. 2015. «Aufgaben und Ziele des Sachunterrichts». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske, 2., aktual. u. erw. Aufl. 88–97. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Krauthausen, Günter, und Petra Scherer. 2014. *Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht: Konzepte und Praxisbeispiele aus der Grundschule*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Labudde, Peter, und Kornelia Möller. 2012. «Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht». *Erziehungswissenschaft* 1: 11–36.

- Lange-Schubert, Kim, und Anne Rothkopf. 2017. «Naturwissenschaftliches Lehren und Lernen». In *Sachunterricht: Didaktik für die Grundschule*, herausgegeben von Andreas Hartinger und Kim Lange-Schubert, 4. Aufl., 38–62. Berlin: Cornelsen.
- Lange-Schubert, Kim, und Tobias Tretter. 2017. «Inklusives Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Vom guten Unterricht in heterogenen Lerngruppen». In *Inklusiver Unterricht in der Grundschule*, herausgegeben von Frank Hellmich und Eva Blumberg, 268–93. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Liebers, Katrin, und Christin Seifert. 2014. «Quantitative empirische Befunde zur Inklusion in der Grundschule - Zu einem heterogenen Forschungsstand». In *Inklusion: Eine Herausforderung für die Grundschulpädagogik*, herausgegeben von Eva-Kristina Franz, Silke Trumpa und Ilona Hinz-Esslinger, 33–46. Entwicklungslinien der Grundschulpädagogik 11. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Mammes, Ingelore, und Murat Tuncsoy. 2013. «Technische Bildung in Der Grundschule». In *Technisches Lernen Im Sachunterricht: Nationale Und Internationale Perspektiven*, herausgegeben von Ingelore Mammes, 8–21. Dimensionen des Sachunterrichts 6. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Margreiter, Reinhard. 2016. *Medienphilosophie: Eine Einführung*. 2. erweiterte und verbesserte Auflage. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- McKenney, Susan E., und Thomas C. Reeves. 2012. *Conducting Educational Design Research*. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge. <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10542344>.
- Mersch, Dieter. 2018. «Philosophien des Medialen. Zwischen Materialität, Technik und Relation». In *Handbuch der Medienphilosophie*, herausgegeben von Gerhard Schweppenhäuser, 19–32. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Möller, Kornelia. 2013. «Lernen von Naturwissenschaften heisst: Konzepte verändern». In *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.- 9. Schuljahr*, herausgegeben von Peter Labudde, 2. korr. Aufl., 57–72. Bern/Stuttgart: UTB.
- Möller, Kornelia. 2016. «Lernen ermöglichen». In *Technik und Design: Grundlagen*, herausgegeben von Thomas Stuber, 1. Aufl., 202–11. Bern: hep Verlag.
- Möller, Kornelia, Ilonca Hardy, Angela Jonen, Thilo Kleickmann, und Eva Blumberg. 2006. «Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen». In *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule: Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms*, herausgegeben von Manfred Prenzel und Lars Allolio-Näcke, 161–93. Münster: Waxmann.
- Moser, Thomas. 2016. «Körper und Lernen». In *Effizientes Lernen durch Bewegung: 1. Wiener Kongress für Psychomotorik*, herausgegeben von Otmar Weiß, Josef Voglsinger und Nina Stuppacher, 1. Aufl., neue Ausg., 15–41. Münster: Waxmann.
- Moser, Vera, und Stefan Kipf. 2015. «Inklusion und Lehrerbildung - Forschungsdesiderate». In *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe*, herausgegeben von Oliver Musenberg und Judith Riegert, 29–38. Stuttgart: Kohlhammer.

- Müller, Christina. 2010. *Bewegte Grundschule: Aspekte einer Didaktik der Bewegungserziehung als umfassende Aufgabe der Grundschule*. 3. Auflage. Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Nießler, Andreas. 2015. «Reflektiertes Verstehen». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske, 2., aktual. u. erw. Aufl. 101–5. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Pech, Detlef, Claudia Schomaker, und Toni Simon. 2017. «Inklusive Fachdidaktik Sachunterricht». In *Lexikon Inklusion*, herausgegeben von Kerstin Ziemer, 124–25. Göttingen: Vandenhoeck et Ruprecht.
- Pech, Detlef, Claudia Schomaker, und Toni Simon. 2018. «Inklusion sachunterrichts-didaktisch gedacht». In *Sachunterrichtsdidaktik & Inklusion: Ein Beitrag zur Entwicklung*, herausgegeben von Detlef Pech, Claudia Schomaker und Toni Simon, 10–25. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Pech, Detlef, Claudia Schomaker, und Toni Simon. 2019. «Sachunterrichtsdidaktische Forschung zu Inklusion». In *Inklusion im Sachunterricht: Perspektiven der Forschung*, herausgegeben von Detlef Pech, Claudia Schomaker und Toni Simon, 9–20. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts 10. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Raatz, Saskia. 2016. *Entwicklung von Einstellungen gegenüber verantwortungsvoller Führung*. Wiesbaden: Springer.
- Raufelder, Diana. 2018. *Motivation in der Schule: Erkenntnisse aus Psychologie, Erziehungswissenschaft und Neurowissenschaften*. Stuttgart: UTB.
- Reinmann, Gabi. 2014. «Welchen Stellenwert hat die Entwicklung im Kontext von Design Research? Wie wird Entwicklung zu einem wissenschaftlichen Akt?». In *Design-Based-Research: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, herausgegeben von Dieter Euler und Peter F. E. Sloane, 63–78. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Reinmann, Gabi. 2018. «Reader zu Design-Based Research». [https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader\\_DBR\\_Juni2018.pdf](https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader_DBR_Juni2018.pdf).
- Rott, Lisa. 2018. *Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption „choice<sup>2</sup>explore“*. Lernen in Naturwissenschaften Bd. 4. Berlin: Logos Verlag.
- Sandbothe, Mike. 2001. *Pragmatische Medienphilosophie: Grundlegung einer neuen Disziplin im Zeitalter des Internet*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Sandoval, William. 2013. «Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research». *Journal of the Learning Sciences* 23 1: 18–36. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.778204>.
- Schomaker, Claudia. 2007. *Der Faszination begegnen: Ästhetische Zugangsweisen im Sachunterricht für alle Kinder*. 1. Auflage. Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion 18. Oldenburg: Didaktisches Zentrum, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg.

- Schroeder, René. 2014. «Inklusiver Sachunterricht in der Grundschule - Konzeption und Befunde zur Unterrichtspraxis». In *Forschung zu inklusiver Bildung: Gemeinsam anders lehren und lernen*, herausgegeben von Michael Lichtblau, Daniel Blömer, Ann-Kathrin Jüttner, Katja Koch, Michaela Krüger und Rolf Werning, 289–304. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Schroeder, René. 2020. «Inklusiver Sachunterricht zwischen Kind- und Materialorientierung – Mediennutzung und Motive der Medienauswahl im Fokus einer explorativen Lehrkräftebefragung». *Zeitschrift für Grundschulforschung* 13: 81–97.
- Schweppenhäuser, Gerhard. 2018. «Einleitung». In *Handbuch der Medienphilosophie*, herausgegeben von Gerhard Schweppenhäuser, 9–18. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Seitz, Simone. 2004. «Wie fühlt sich Zeit an? Ästhetische Zugangsweisen zum Phänomen Zeit». <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene/didaktiker/seitz/zeit.pdf>.
- Seitz, Simone. 2005. *Zeit für inklusiven Sachunterricht*. Basiswissen Grundschule Bd. 18. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Seitz, Simone. 2008. «Leitlinien didaktischen Handelns». *Zeitschrift für Heilpädagogik* 6: 226–33.
- Seitz, Simone. 2018. «Forschung zu inklusivem Sachunterricht - Bestandsaufnahme und Perspektiven». In *Sachunterrichtsdidaktik & Inklusion. Ein Beitrag zur Entwicklung*, herausgegeben von Detlef Pech, Claudia Schomaker und Toni Simon, 96–111. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Sellin, Katja, Matthias Barth, und Simone Abels. 2020. «Merkmale gelungenen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Primar- Sekundarstufe I: Eine Interviewstudie mit Lehrkräften». In *Brüche und Brücken - Übergänge im Kontext des Sachunterrichts*, herausgegeben von Susanne Offen, Matthias Barth, Ute Franz und Kerstin Michalik, 27–34. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Tänzer, Sandra. 2015. «Die Sachen erschließen». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske, 2., aktual. u. erw. Aufl. 127–36. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Weber, Arne M. 2017. *Die körperliche Konstitution von Kognition*. Wiesbaden: Springer.
- Wendler, Michael. 2017. «Embodied Action: Lernen mit dem ganzen Körper». *Motorik* (3): 127–36.
- Werning, Rolf. 2014. «Stichwort: Schulische Inklusion». *Erziehungswissenschaft* 17 (4): 601–23. <https://doi.org/10.1007/s11618-014-0581-7>.
- Ziegler, Florian, Andreas Hartinger, Patricia Grygier, und Kim Lange-Schubert. 2017. «Individuelle Förderung im Sachunterricht». In *Sachunterricht: Didaktik für die Grundschule*, herausgegeben von Andreas Hartinger und Kim Lange-Schubert, 4. Aufl., 213–225. Berlin: Cornelsen.