

# Zusammenfassung

Das vorgestellte Projekt ist eingebettet in den Forschungsansatz des Design-Based Research (DBR Collective, 2003). Ausgehend von einem praxisnahen Problem werden damit sowohl praktische als auch theoretische Ziele verfolgt.

*Fake News* und *Wissenschaftsleugner* nutzen gezielt immer wieder ähnliche Argumentationsmuster (Cook et al., 2018; Foulis, 2021; Rutjens & van der Lee, 2020). Dabei handelt es sich um logische Fehlschlüsse, also um ungültige Argumente (Black, 1952; Williamson, 2018; Zeidler et al., 1992). Auch in der Werbung werden bewusst Fehlschlüsse eingesetzt (Shimp & Preston, 1981). Damit besitzt dieses Thema eine hohe Aktualität und Relevanz für jeden. Mit Bezug auf die Ziele naturwissenschaftlichen Unterrichts müssen deshalb vor allem Schülerinnen und Schüler lernen, Aussagen und Argumente kritisch bewerten zu können (KMK, 2005; MSB, 2019a).

Doch in welcher Weise lassen sich logische Fehlschlüsse im naturwissenschaftlichen Unterricht erarbeiten und identifizieren? Zur Beantwortung dieser Frage besteht das übergeordnete Ziel der vorliegenden Arbeit daher in der Entwicklung, Erprobung und Evaluation einer Unterrichtskonzeption, mit der logische Fehlschlüsse im naturwissenschaftlichen Unterricht erarbeitet und identifiziert werden können.

Ausgangspunkt für die Entwicklung einer solchen Unterrichtskonzeption bilden die in der Naturwissenschaftsdidaktik vertretene Lehr-Lerntheorie des *moderaten Konstruktivismus* (Duit, 1995; Riemeier, 2007) sowie die *Conceptual Change Theorie* (Marohn, 2008; Posner et al., 1982). Es folgt eine ausführliche Betrachtung des Argumentbegriffs, wobei auch die Bedeutung von Argumentation für die Gesellschaft und den Unterricht erläutert werden. Dabei wird auch der Begriff der *Argumentationskompetenz* herausgestellt.

Dem Ansatz design-basierter Forschung folgend, wurde die Unterrichtskonzeption stetig im Verlauf mehrerer Mesozyklen entwickelt, erprobt und evaluiert (s. Kapitel 7). Ausgehend von einer Literaturrecherche konnten im *ersten Mesozyklus* 113 verschiedene Fehlschluss-Typen identifiziert und kategorisiert werden. Anhand erarbeiteter Kriterien konnte dann eine begründete Auswahl von zehn Fehlschluss-Typen vorgenommen werden.

Im *zweiten Mesozyklus* wurde eine Erhebung geplant und durchgeführt, um zu untersuchen, inwieweit Schülerinnen und Schüler die ausgewählten Fehlschluss-Typen erkennen und inwiefern diese selbst in Argumentationen begangen werden. Die Lernenden

hatten erwartungsgemäß Schwierigkeiten, Fehlschlüsse zu identifizieren und argumentierten selbst mit Fehlschlüssen. Die Ergebnisse betonen zusätzlich die Relevanz der Thematik der Fehlschlüsse für Lernende.

Die eigentliche Entwicklung und Gestaltung der Unterrichtskonzeption folgte im *dritten Mesozyklus*. Praktischer Output dieses Mesozyklus war die Unterrichtskonzeption *feil: Fehlschlüsse identifizieren lernen*, mit der Schülerinnen und Schüler an einen kritischen Umgang mit Argumenten herangeführt werden. In vier Phasen erarbeiten Lernende selbstständig ausgewählte Fehlschluss-Typen, üben Fehlschlüsse in unterschiedlichen Materialien und Kontexten zu identifizieren und prüfen abschließend ihre eigene Argumentation auf begangene Fehlschlüsse. Mit einem Umfang von maximal vier Schulstunden kann die Unterrichtskonzeption in allen naturwissenschaftlichen Fächern ab der achten Klasse eingesetzt werden. Der modulare Aufbau bietet Lehrkräften zudem die Möglichkeit, Umfang und Schwerpunkt selbst zu bestimmen.

Die gesamte Unterrichtskonzeption wurde in *zwei sich anschließenden Mesozyklen* einmal mit Lehramtsstudierenden und einmal mit Lernenden durchgeführt und erprobt. Die Auswertung der erhobenen Daten beider Erprobungen zeigt, dass Studierende und Lernende mit Hilfe der Unterrichtskonzeption für das Thema der logischen Fehlschlüsse sensibilisiert werden können. Nach der Erarbeitung ausgewählter Fehlschluss-Typen werden diese im Anschluss sowohl in unterschiedlichen Anwendungsmaterialien als auch in eigenen Argumentationen richtig identifiziert. So konnte bspw. auch der durchgeführte Prä-Posts-Test im Rahmen der zweiten Erprobung einen Anstieg der relativen Häufigkeiten richtig erkannter Fehlschlüsse für jeden Fehlschluss-Typ zeigen.

Die Zusammenfassung und Reflexion der Ergebnisse jedes einzelnen Mesozyklus erfolgte in der anschließenden Re-Framing-Phase (s. Kapitel 8). Hier konnten mehrere Gestaltungsmerkmale der Unterrichtskonzeption identifiziert, die zum Funktionieren der Konzeption beitragen könnten. Dazu zählten vor allem die Vielfalt und Authentizität der Lernmaterialien und der verwendeten Kontexte sowie die Aktualität und Relevanz des gesamten Themas.

# I Einleitung

*Ich finde Akupunktur ist eine gute Sache, es gibt sie seit über 2000 Jahren und daher denke ich, was es schon so lange gibt und erfolgreich ist, kann nur gut sein (A3S1).*

*Aber das ist nicht gut, weil viele Mediziner es [Akupunktur, Anmerkung des Autors] ablehnen und sagen, dass es nicht funktioniert (B3S1).*

*Ja, das stimmt, aber [in, Anmerkung des Autors] Studien wurde bewiesen, dass 3 von 4 Patienten angaben, dass es ihnen sehr geholfen hat und sie keine Schmerzen mehr haben (C5S1).*

Diese Aussagen stammen aus der Diskussion von Schülerinnen und Schülern einer zehnten Klasse über die Wirksamkeit von Akupunktur. Die beispielhaften Aussagen haben vor allem eins gemeinsam: Sie enthalten allesamt *logische Fehlschlüsse*.

Mit diesem Begriff werden Schlussfolgerungen beschrieben, die sich nicht aus den hervorgebrachten Prämissen ableiten lassen, weil sie auf der Ebene ihrer logischen Struktur oder auf inhaltlicher Ebene Fehler aufweisen (van den Boom & Marohn, 2022a, b). Der Begriff *logischer Fehlschluss* bezeichnet demnach Argumente, die fundiert und fehlerfrei scheinen, in Wirklichkeit jedoch ungültig sind (Black, 1952).

In der Werbung werden solche Fehlschlüsse schon lange bewusst eingesetzt (Shimp & Preston, 1981). Aber auch in Bezug auf *Fake News* oder *Science Skepticism* spielen logische Fehlschlüsse eine wesentliche Rolle (Foulis, 2021; Rutjens et al., 2021). In diesem Kontext stellen Fehlschlüsse ein aktuelles Problem für die Naturwissenschaften dar. Aufgrund der Allgegenwärtigkeit von Werbung besitzt diese Thematik jedoch eine Relevanz für jeden Menschen. Ohne eine entsprechende Sensibilisierung werden Fehlschlüsse selten als solche wahrgenommen, da sie teilweise korrekte Aussagen beinhalten können (van den Boom & Marohn, 2022a).

Schülerinnen und Schüler begegnen logischen Fehlschlüssen vor allem bei der Informationsbeschaffung im Internet und bei der Nutzung sozialer Medien. Im Einklang mit dem Anspruch der naturwissenschaftlichen Bildungsstandards, Aussagen kritisch zu bewerten sowie faktenbasiert zu argumentieren (MSB, 2019a), müssen Lernende deshalb dazu befähigt werden, Fehlschlüsse identifizieren zu können. Doch in welcher Weise lassen sich logische Fehlschlüsse im naturwissenschaftlichen Unterricht erarbeiten und

identifizieren? Ausgehend von dieser Forschungsfrage ist es das übergeordnete Ziel dieses Promotionsprojekts eine Unterrichtskonzeption zur Erarbeitung und Identifizierung logischer Fehlschlüsse im naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren.

Die vorliegende Arbeit beschreibt diesen Prozess und gliedert sich in insgesamt fünf Abschnitte. Nach der Einleitung folgt ein Abschnitt zum theoretischen Hintergrund des Promotionsprojekts. Hier werden im ersten Kapitel die lerntheoretischen Grundlagen erläutert (s. Kapitel 1). Dabei wird auf den verbreiteten Ansatz des *moderaten Konstruktivismus* als Lehr-Lerntheorie und die *Conceptual Change Theorie* eingegangen. Das zweite Kapitel beschäftigt sich dann mit den Grundlagen des Argumentierens (s. Kapitel 2). Nach einer Begriffsklärung wird die gesellschaftliche Bedeutung der Argumentation dargestellt. Weiter werden Anknüpfungspunkte für das Argumentieren im Unterricht aufgewiesen. Abschließend wird der Begriff der *Argumentationskompetenz* erörtert.

Der dritte Abschnitt behandelt die methodische Rahmung des Promotionsprojekts. Mit dem *Design-Based Research* (DBR) wird zunächst der zugrunde gelegte Forschungsansatz beschrieben (s. Kapitel 3). Dabei wird auf die Merkmale und Grenzen des Ansatzes sowie auf die spezielle Strukturierung des Forschungsprozesses eingegangen. Anschließend wird ein Überblick über die Forschungsfragen und den Forschungsverlauf gegeben (s. Kapitel 4). Ein weiteres Kapitel stellt die zur Datenerhebung bzw. Datenauswertung verwendeten Forschungsmethoden vor (s. Kapitel 5).

Im vierten Abschnitt wird die Unterrichtskonzeption gemäß DBR entwickelt, erprobt und evaluiert. Der Abschnitt gliedert sich dementsprechend in die Kapitel *Framing* (s. Kapitel 6), *Design-Experiment* und *Re-Framing* (s. Kapitel 8). Das Design-Experiment dieses Forschungsprojekts umfasst fünf Mesozyklen. Im *ersten Mesozyklus* werden verschiedene Fehlschluss-Typen identifiziert, kategorisiert und anschließend kriteriengeleitet für die Unterrichtskonzeption ausgewählt (s. Kapitel 7.1). Im *zweiten Mesozyklus* wird eine Vorstudie zu den ausgewählten Fehlschluss-Typen durchgeführt (s. Kapitel 7.2). Dabei wird untersucht, inwieweit Lernende diese Fehlschluss-Typen erkennen bzw. in eigenen Argumentationen begehen. Der *dritte Mesozyklus* befasst sich mit der Entwicklung der Unterrichtskonzeption und zugehörigem Lernmaterial (s. Kapitel 7.3). Die *letzten beiden Mesozyklen* fokussieren die Erprobung und Evaluation des Unterrichtskonzepts (s. Kapitel 7.4; Kapitel 7.5).

Im letzten Abschnitt werden zunächst die Erkenntnisse des Promotionsprojekts zusammengefasst (s. Kapitel 9). Danach folgt ein Ausblick mit Implikationen für zukünftige Studien (s. Kapitel 10). Abschließend wird der Beitrag des Promotionsprojekts zu Forschung und Praxis herausgestellt (s. Kapitel 11).

# II Theoretische Rahmung

Dieser Abschnitt der Arbeit stellt zum einen die lerntheoretischen Überlegungen (s. Kapitel 1) dar, die der Entwicklung des Unterrichtskonzepts zugrunde gelegt wurden. Zum anderen dient dieser Teil als Einführung der Begriffe *Argument* und *Argumentation* und klärt deren Bedeutung für die Gesellschaft und den Unterricht (s. Kapitel 2).

## 1 Lerntheoretische Grundlagen

*Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung (Kultusministerkonferenz (KMK), 2005, S. 6).*

Mit diesen Worten beschreibt die KMK den Stellenwert naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer und deren Beitrag zur allgemeinen Bildung. Lernende sollen durch die Vermittlung von Wissen und Kompetenzen zur gesellschaftlichen Teilhabe und Meinungsbildung befähigt werden. Doch wie lernen Schülerinnen und Schüler? Wie können Schülerinnen und Schüler bei dem Prozess des Lernens unterstützt werden? Es ist wissenschaftlicher Konsens, „dass eine direkte Weitergabe von Wissen von einer Person auf eine andere nicht möglich ist“ (Rohrbach-Lochner, 2019, S. 51). In diesem Kapitel werden die allgemein vorherrschenden Ansätze des Konstruktivismus (s. Kapitel 1.1) und des Conceptual Change (s. Kapitel 1.2) dargestellt.

### 1.1 Konstruktivismus

Der Konstruktivismus ist keine konsistente Theorie (Duit, 1995). Vielmehr existieren mehrere unterschiedlich ausdifferenzierte Konzepte. Den Ursprung bildet dabei der Ansatz des *radikalen Konstruktivismus*. Dieser geht auf von Glasersfeld (1992, 1995) zurück und fand vor allem als Ansatz der Wissenschafts- und Erkenntnistheorie Anklang. Diesem Standpunkt folgend ist die wahrgenommene Realität immer die subjektive Konstruktion und Interpretation eines Individuums (Reinmann & Mandl, 2006). Sie kann damit nicht objektiv wahrgenommen oder geteilt werden.

Mit der Zeit entwickelten sich daraus andere Positionen, die moderatere Ansätze verfolgen. Dazu zählt bspw. der *neue Konstruktivismus* oder *soziale Konstruktivismus* (Gerstenmaier & Mandl, 1995):

*Der Sozialkonstruktivismus hat eine explizit soziologische bzw. sozialpsychologische Orientierung und beschäftigt sich mit der Analyse der Produktion und Weitergabe gesellschaftlichen Wissens (Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 871).*

Die grundlegenden Aspekte der Betrachtungen des sozialen Konstruktivismus sind demnach die Konstruktion und Entwicklung gesellschaftlichen Wissens. Hierbei wird die Auffassung vertreten, dass alle Mitglieder einer Gesellschaft gemeinsam das gesellschaftliche Wissen konstruieren (Berger & Luckmann, 1970). Dieses gesellschaftliche Bild der Realität verankert sich nach und nach, bis es als objektiv wahrgenommen werden kann (Knorr-Cetina, 1989). Dies steht im Widerspruch zum radikalen Konstruktivismus, der die Auffassung vertritt, dass die individuelle Wahrnehmung nicht objektiv sein kann.

Mit dem *moderaten Konstruktivismus* wurde schließlich eine konstruktivistische Theorie des Lehrens und des Lernens entwickelt (Riemeier, 2007). Dieser Ansatz hat sich in der „naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung als fruchtbar und flexibel erwiesen“ (Duit, 1995, S. 905). Die Lehr-Lerntheorie des moderaten Konstruktivismus beruht auf den folgenden drei zentralen Erkenntnissen (Dellbrügge, 2020; Reich, 2008):

1. Annahme nach Dewey (1985, 1991): Lernen ist ein aktiver Prozess.
2. Annahme nach Piaget (1974): Lernen geschieht als subjektive Konstruktion.
3. Annahme nach Vygotsky (1978): Lernen muss selbstbestimmt ablaufen. Der Prozess muss sozial und kulturell gefestigt sein.

Den Annahmen folgend stehen die Schülerinnen und Schüler sowie deren Lernprozess im Fokus des moderaten Konstruktivismus. Lernen wird dabei als *aktiver, emotionaler, situativer* sowie *sozialer* Prozess verstanden, in dem Schülerinnen und Schüler ihr Wissen *individuell* und *selbstgesteuert* konstruieren (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Marohn, 2008; Reinmann & Mandl, 2006). Auf die genannten Charakteristika wird im weiteren Verlauf näher eingegangen.

*Lernen ist ein aktiver Prozess.*

Lernende müssen sich aktiv in den Lernprozess einbringen. Ohne eine aktive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler ist das Lernen ansonsten nicht effektiv (Reinmann & Mandl, 2006).

*Lernen ist emotional.*

Emotionen steuern den Lernprozess maßgeblich. Vor allem leistungsbezogene und soziale Emotionen haben einen großen Einfluss auf den Lernprozess. Hervorzuheben ist bspw. die Motivation für das Lernen, die besonders von Emotionen beeinflusst wird (Reinmann & Mandl, 2006).

*Der Lernprozess ist situativ.*

Bei der Betrachtung von Lernprozessen muss stets auch der jeweilige Kontext berücksichtigt werden (Reinmann & Mandl, 2006). Denn das Wissen ist „mit den inhaltlichen und sozialen Erfahrungen der Lernsituation verbunden“ (Riemeier, 2007, S. 71).

*Lernen ist ein sozialer Prozess.*

Ein Individuum konstruiert sein eigenes Wissen. Der Lernprozess wird aber durch soziale Interaktionen wie die Kommunikation mit anderen beeinflusst. In Hinblick auf den Lernprozess spielen soziale Kontakte deshalb eine wesentliche Rolle (Reinmann & Mandl, 2006; Riemeier, 2007; Rohrbach-Lochner, 2019).

*Lernen ist individuell.*

Die Wissenskonstruktion ist immer an die individuellen kognitiven Systeme der Schülerinnen und Schüler geknüpft. Lernende mit unterschiedlichen kognitiven Systemen konstruieren daher Wissen mit zum Teil erheblichen Unterschieden. Diese werden zusätzlich durch affektive Aspekte, z. B. die Motivation für das Lernen, gesteuert (Riemeier, 2007).

*Der Lernprozess ist selbstgesteuert.*

Das Lernen kann nicht durch äußere Einflüsse gesteuert oder kontrolliert werden. Schülerinnen und Schüler können durch eine geeignete Lernumgebung jedoch zum Lernen angeregt werden (Reinmann & Mandl, 2006; Riemeier, 2007). Lehrenden wird daher eher eine passive, unterstützende Rolle zugeschrieben.

*Lernen ist die Konstruktion von Wissen.*

Dem Ansatz des Konstruktivismus folgend gleicht der Lernprozess der individuellen Konstruktion von Wissen. Bei der Wissensaufnahme werden neue Informationen aktiv