

# Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes das Unterrichtskonzept *choice<sup>2</sup>reflect* weiterentwickelt und erprobt.

In aktuellen gesellschaftlichen Debatten ist immer häufiger zu beobachten, dass Argumente von Falschinformationen beeinflusst sind und wichtige Entscheidungen nicht auf der Basis wissenschaftlich gesicherter Fakten getroffen werden (Cook et al. 2018). Letztere werden jedoch zum Treffen rationaler Entscheidungen benötigt. Kapitel 1 dieser Arbeit zeigt die Grundlagen der Entscheidungstheorie auf und beschreibt, dass Individuen häufig nur begrenzt rational auf der Basis von Heuristiken und beeinflusst durch Emotionen entscheiden (Pfister et al. 2017; Kahneman et al. 1982; Kahneman 2011). Im Kapitel 2 werden wissenschaftstheoretische Kriterien festgelegt, nach denen die Wissenschaftlichkeit von Informationen bewertet werden kann. Die Bewertungskompetenz (Kapitel 3) lässt sich nicht nur als das „Erkennen und Bewerten naturwissenschaftlicher Sachverhalte in verschiedenen Kontexten“ (z. B. KMK 2005a, S. 7) definieren. Viele weitere Einflüsse, Dimensionen und Kompetenzstrukturmodelle formen die Bewertungskompetenz zu einem umfangreichen Kompetenzbereich (Bögeholz et al. 2004; Reitschert et al. 2007; Eggert & Bögeholz 2006). Dessen Vermittlung hat im naturwissenschaftlichen Unterricht eine große Bedeutung für die Ausbildung einer Scientific Literacy (Prenzel et al. 2007).

Das Unterrichtskonzept *choice<sup>2</sup>reflect* wurde entwickelt, um Schülerinnen und Schülern eine rationale Bewertung von gesellschaftlichen Kontroversen auf der Basis wissenschaftlicher Prüfkriterien zu ermöglichen (Jungkamp 2021). Es verläuft in fünf Phasen und ist sowohl fächer- als auch kontextübergreifend einsetzbar. In der Konzeption positionieren sich Schülerinnen und Schüler zu einem kontroversen Thema wie *Homöopathie* oder *Nahrungsergänzungsmittel*. Anschließend erarbeiten sie Wissenschaftskriterien, anhand derer sie Aussagen, Experimente und empirische Studien auf Wissenschaftlichkeit prüfen. Die Kriterien wenden sie auf die Kontroverse an,

um abschließend zu einer reflektierten Entscheidung zu gelangen.

Diese Arbeit verläuft nach dem Design-Based Research-Ansatz (Rohrbach-Lochner 2019; Collins et al. 2004; Collins 1992) und gliedert sich in die Elemente *Framing*, *Design-Experiment* und *Re-Framing*. Das Ziel der Arbeit wird im *Framing* (Teil IV) festgelegt. Es besteht in der Weiterentwicklung der Konzeption durch Ergänzen weiterer Lernmaterialien und Erproben dieser im realen Bildungskontext.

Das *Design-Experiment* (Teil V) verläuft iterativ und besteht aus drei Mesozyklen, in denen Lernmaterial zunächst entwickelt, dann erprobt und nach umfangreicher Analyse optimiert wird.

Der erste Mesozyklus (Kapitel 9) widmet sich der Materialentwicklung und -erprobung für die wissenschaftlichen Prüfkriterien *Falsifizierbarkeit*, *Randomisierung*, *Korrelation* und *Kausalität* sowie *Reproduzierbarkeit* im Rahmen der Phase III des Unterrichtskonzepts.

Es wird untersucht, inwiefern Lernende in der Lage sind, die Prüfkriterien zu erarbeiten und anzuwenden. Dabei werden Reaktionen auf *Lehrimpulse* untersucht, *Verständnisschwierigkeiten* der Schülerinnen und Schüler aufgedeckt und das *Off-Task-Verhalten* analysiert. Außerdem liegt ein Schwerpunkt auf der Untersuchung von *Aha-Erlebnissen*, die die Lernenden bei der Bearbeitung der Materialien erfahren.

Im zweiten Mesozyklus (Kapitel 10) wird das Unterrichtskonzept, das bei Jungkamp (2021) zur Bewertung der Kontroverse *Homöopathie* verwendet wurde, auf einen neuen Kontext übertragen: Anhand einer Fragebogenstudie wird die Thematik der *Nahrungsergänzungsmittel* als geeigneter Kontext identifiziert.

Aufbauend auf die Studie werden Lernmaterialien zu Nahrungsergänzungsmitteln konzipiert und für die Verwendung in den Phasen I, II, IV und V von choice<sup>2</sup>reflect aufbereitet. Mittels Erprobungen des Lernmaterials mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I wird die Eignung der entwickelten Lerneinheiten überprüft. Weiterhin wird erhoben, inwiefern Lernende nach Abschluss der fünf Phasen rationale Entscheidungen bezüglich der Kontroverse treffen.

Der dritte Mesozyklus (Kapitel 11) behandelt die Frage, wie Lernende dabei unterstützt werden können, das methodische Wissen aus Phase III auf gesellschaftliche Kontroversen anzuwenden. Dabei werden Beziehungen der Prüfkriterien zueinander geklärt und in einem Prüfschema als methodisches Instrument verortet.

Erste Erprobungen mit Studierenden liefern Erkenntnisse über die Herangehensweise, die Lernende bei der Bewertung einer Kontroverse verfolgen: Viele der teilnehmenden Studierenden können auch ohne Instruktion in die Funktionsweise des Prüfschemas eine rationale Entscheidung zum Thema *Veganismus* treffen und nutzen das Schema in einer zielführenden Weise.

Das *Re-Framing* (Teil VI) zeigt den praktischen Output der Arbeit auf und grenzt diesen vom theoretischen Output ab.

Auf der praktischen Seite (Kapitel 12-14) stehen neu entwickelte und optimierte Lernmaterialien für das Unterrichtskonzept *choice<sup>2</sup>reflect*. Vier Prüfkriterien wurden ausgearbeitet und im Unterrichtseinsatz erprobt. Dabei hat sich gezeigt, dass ein großer Teil der Lernziele in den Erprobungen adressiert wurde und oft auch erreicht werden konnte. An vielen Stellen erkennbare *Aha-Erlebnisse* legen das Erreichen der Lernziele nahe.

Aufgetretene Verständnisschwierigkeiten und Off-Task-Interaktionen der Lernenden wurden für ein Re-Design der Materialien verwendet.

Weiterhin wurde das Thema *Nahrungsergänzungsmittel* als kontroverser und für Lernende relevanter Kontext herausgestellt. Das heterogene Meinungsbild in Lerngruppen bei geringer Informationslage der Schülerinnen und Schüler kann als Ausgangspunkt für die Erarbeitung von Wissenschaftskriterien verwendet werden.

Das Prüfschema hat sich als intuitiv verständliches methodisches Instrument zur Anwendung der Kriterien erwiesen.

In der Theoriebildung (Kapitel 15) werden Gestaltungsmerkmale für alle entwickelten Materialien herausgearbeitet, die für den Lernerfolg verantwortlich sein könnten. Für die Erarbeitung von Wissenschaftskriterien hat es sich als zielführend erwiesen, Lernende auf intuitive Weise an die Prüfkriterien heranzuführen und sowohl Experimente als auch empirische Studien zu thematisieren.

Zentral für die intuitive Verständlichkeit des Prüfschemas könnten die verwendete Symbolsprache oder auch die kurzen Fragesätze sein.

Das Zusammenspiel aller Elemente der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* kann bei Lernenden ein Bewusstsein für Wissenschaftlichkeit schaffen und einen Beitrag dazu leisten, eine kritische Grundhaltung im Alltag zu etablieren und Bewertungskompetenz zu stärken.

# Einleitung

*Wissenschaftliche Allgemeinbildung ist ein Impfstoff gegen Desinformation.*

Nguyen-Kim (2021, S. 338)

Aktuelle gesellschaftliche Debatten werden nicht ausschließlich auf der Basis wissenschaftlich gesicherter Fakten geführt. *Fake-News*, *Verschwörungstheorien* und *Desinformation* nehmen immer mehr Raum ein (Cook et al. 2018). Teilweise dominieren sie öffentliche Diskussionen über Themen wie den Klimawandel, die Wirksamkeit von Homöopathika oder auch die Verbreitung des Corona-Virus SARS-CoV-2 (Naeem et al. 2021; Mäntele 2021).

Die von Nguyen-Kim (2021) angeführte Metapher des „Impfstoffes“ verdeutlicht die Versuche der Wissenschaft, die Verbreitung von Desinformation mit allen Mitteln einzudämmen. Gerade in sozialen Medien scheint eben diese jedoch besonders *ansteckend* zu sein: Mit Berufung auf die „Meinungsfreiheit“ werden alternative unwissenschaftliche Fakten gepostet, geteilt, weiterverbreitet.

Eine Schülerin äußerte im Laufe dieses Projekts während einer Unterrichtsstunde im Kontext *Nahrungsergänzungsmittel*: „Auf Instagram, da kann ja jeder schreiben, was er möchte. Er muss ja nicht irgendwie Wissenschaftler sein oder sich besonders gut damit auskennen“.

Und selbst *wenn* sich eine Person gut mit einem Thema auskennt, besondere Expertise besitzt oder eine Wissenschaftlerin ist, garantiert dies nicht für eine hohe wissenschaftliche Qualität der Äußerungen dieser Person.

Wie können wir aus der uns täglich begegnenden Informationsflut herausfiltern, ob eine Information *wahr* ist oder nicht? Die kurze Antwort lautet: Wir können es nicht. Die endgültige Wahrheit einer Hypothese lässt sich anhand von induktiven Methoden, also wissenschaftlichen Beobachtungen und Verallgemeinerungen, nicht feststellen (Popper 1989; Hume 2019, original: 1748, Section IV; Baumann 2015, S. 257).

---

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler „irren sich empor“ (Vollmer 1995; Nguyen-Kim 2021; Mittelstraß 1997), sie widerlegen bestehende Hypothesen und stellen neue auf, die weiteren Falsifizierungs-Versuchen standhalten sollen. Gelangen viele Forschergruppen zu den gleichen Erkenntnissen, bildet sich ein *wissenschaftlicher Konsens* heraus (Bortz & Döring 2006, S. 41).

So lautet die ausführliche - und weniger ernüchternde - Antwort auf die obenstehende Frage: Aus der großen Informationsflut lassen sich mithilfe von *wissenschaftlicher Methodik* Falschmeldungen („Fake-News“) aussortieren und gut belegte Informationen identifizieren.

Letztere können dann verwendet werden, um in einem kontrovers diskutierten Thema zu einer rationalen Entscheidung zu gelangen.

Das dazu notwendige Wissen über wissenschaftliche Methodik wird im Eingangszitat als *Wissenschaftliche Allgemeinbildung* bezeichnet und gefordert.

Eine naturwissenschaftliche Grundbildung wird auch in den schulischen Lehrplänen gefordert, zum Beispiel in den Bildungsstandards im Fach Chemie (KMK 2005a, S. 6):

*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.*

Mit welchen Mitteln diese Grundbildung, häufig auch *scientific literacy* genannt, im Unterricht erreicht werden soll, wird weder in den Bildungsstandards noch in fachspezifischen Kernlehrplänen konkreter ausgestaltet. Zwar schlüsseln die Kernlehrpläne vier verschiedene Kompetenzbereiche auf und spezifizieren übergeordnete Kompetenzerwartungen. Es gibt jedoch kaum Anweisungen für die konkrete unterrichtliche Umsetzung.

Benötigt werden Unterrichtskonzepte, die Schülerinnen und Schüler beim Treffen rationaler Entscheidungen in gesellschaftlichen Kontroversen unterstützen.

Dieser Forderung begegnen Jungkamp und Marohn mit der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* (Marohn & Jungkamp 2016; Jungkamp 2021). In fünf Phasen positionieren sich Lernende zu einer Kontroverse, erarbeiten wissenschaftliche Prüfkriterien und wenden diese auf Aussagen und Studien zur Bewertung der Kontroverse an.

---

Dabei nehmen sie die Methoden der untersuchten Studien genau in den Blick und überprüfen beispielsweise, ob die Stichproben wissenschaftlich korrekt ausgewählt wurden oder ob unter kontrollierten und verblindeten Bedingungen gearbeitet wurde.

Jungkamp (2021) entwickelte und erprobte im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes das Konzept im praktischen Unterrichtseinsatz, wobei die Lernenden das Thema *Homöopathie* bewerteten. Er gelangte u. a. zu der Erkenntnis, dass die Erarbeitung von Wissenschaftskriterien zu einem schrittweisen Aufbau des Wissenschaftsverständnisses von Lernenden im Sinne eines *Cluster Approaches* beiträgt und dass die Konzeption zur Bewertung von Kontroversen geeignet ist.

Das in dieser Arbeit beschriebene Projekt verläuft ebenso gemäß dem Design-Based Research-Ansatz und knüpft an Jungkamps Erkenntnisse an. Forschungsdesiderate werden aufgegriffen und zu einer übergreifenden Forschungsfrage zusammengeführt (Teil IV). Diese gliedert sich in unterschiedliche Teilbereiche, die im Rahmen von drei Mesozyklen erforscht werden:

Im ersten Mesozyklus (Kapitel 9) werden Unterrichtsmaterialien zu den Wissenschaftskriterien (weiter)entwickelt und erprobt.

Der zweite Mesozyklus (Kapitel 10) befasst sich mit der Einführung von einer neuen Kontroverse, die als Kontext in *choice<sup>2</sup>reflect* verwendet werden kann: Das Thema *Nahrungsergänzungsmittel* wird für den Einsatz in der Konzeption aufbereitet.

Im Rahmen des dritten Mesozyklus (Kapitel 11) wird ein Prüfschema entwickelt, das als methodisches Instrument zur Anwendung der Wissenschaftskriterien dient und direkt in der vierten und fünften Phase eingesetzt werden kann.

Alle Unterrichtsmaterialien werden für den direkten unterrichtlichen Einsatz konzipiert und auch in diesem erprobt: *Choice<sup>2</sup>reflect* wird in realen Bildungskontexten eingesetzt. Die Einsätze werden forschungsmethodisch begleitet und gewonnene Daten auf qualitativ-inhaltsanalytischer Basis ausgewertet.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in eine direkte (iterative) Weiterentwicklung des Lernmaterials ein. Sie bilden neben dem praktischen Output dieses Projekts auch Ansatzpunkte für eine übergreifende Theoriebildung (Teil VI).

Dieses Projekt bringt die Etablierung der Unterrichtskonzeption *choice<sup>2</sup>reflect* als praxistaugliche Intervention zur Schulung von Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht weiter voran.

# 1 Entscheidungstheorie

Im Rahmen dieses Projekts wird ein Unterrichtskonzept weiterentwickelt, das Lernende im Bezug auf gesellschaftlich kontrovers diskutierte Themen zu einer rationalen und sachlich begründeten Bewertung befähigen soll.

Das Ziel der Einheit besteht also darin, dass Schülerinnen und Schüler auf der Basis wissenschaftlich gesicherter Fakten einen eigenen Standpunkt gegenüber einer Kontroverse entwickeln. Um das zu ermöglichen, gilt es zunächst zwei Fragen zu klären: Welche Anforderungen müssen Informationen erfüllen, um als *wissenschaftlich gesicherte Fakten* angesehen werden zu können? Und auf welche Art und Weise treffen Individuen Entscheidungen zur Bildung eines eigenen Standpunktes?

Beide Fragen werden in den folgenden Kapiteln behandelt. Zunächst wird in diesem Kapitel ein umfangreicher Überblick über das Entscheidungsverhalten von Individuen gegeben: Die Entscheidungstheorie. Anschließend (Kapitel 2) werden wissenschaftstheoretische Überlegungen zur Güte von Aussagen und empirischen Untersuchungen angestellt.

## 1.1 Rationales Verhalten: Die normative Entscheidungstheorie

Die normative (bzw. präskriptive) Entscheidungstheorie verfolgt eine deduktive Herangehensweise an die Theorie über das Treffen von Entscheidungen. Sie nimmt an, dass Entscheidungen nach rationalen Mustern gefällt werden und geht von axiomatischer Gültigkeit bestimmter Annahmen aus. Abhängig von der Art des Informationsangebots werden unterschiedliche Prinzipien der Entscheidungsfindung beschrieben. Dabei wird unterschieden, wie zuverlässig und sicher die Konsequenzen der einzelnen Handlungsoptionen vorhergesagt werden können bzw. ob diese überhaupt bekannt sind (Pfister et al. 2017).

### 1.1.1 Entscheiden bei Sicherheit

Bei klarer und detailreicher Informationslage kann eine „Entscheidung unter Sicherheit“ vorgenommen werden. Sind alle Handlungsoptionen und alle damit verbundenen Ausprägungen der Attribute (also Konsequenzen) bekannt, kann das Entscheidungsverhalten durch kompensatorische und non-kompensatorische Entscheidungsregeln beschrieben werden. Bei kompensatorischen Regeln kann eine „gute“ Ausprägung eines Attributs die „schlechte“ Ausprägung eines anderen Attributs ausgleichen, während dies nach non-kompensatorischen Entscheidungsregeln nicht möglich ist (Betsch et al. 2011, S. 97).

Eine bekannte kompensatorische Entscheidungsregel ist das additive multiattributive Nutzenmodell (MAU-Theorie) (Pfister et al. 2017, S. 100). Alle Attribute werden gewichtet und aufaddiert, sodass der Gesamtnutzen einer Option berechnet werden kann. Dafür müssen alle Attribute gleichwertig und präferentiell voneinander unabhängig sein. Kompensatorische Entscheidungen sind häufig mit Kompromissen verbunden und erfordern Abwägungen anhand evaluativer Urteile (vgl. 1.5.1), daher tendieren Entscheider dazu, derartige Entscheidungen zu vermeiden oder aufzuschieben (Anderson 2003).

Non-kompensatorische Regeln sind z. B. die lexikografische Regel (LEX-Regel, Attribute werden nach ihrer Wichtigkeit geordnet) oder die „Elimination by Aspects“-Regel (EBA-Regel, Aspekte werden nach ihrer Wahrscheinlichkeit selektiert und unpassende Optionen eliminiert; Tversky 1972; Baron 2000). Diese Regeln lassen sich gut anhand von Kaufentscheidungen veranschaulichen. Soll beispielsweise eine neue Gitarre angeschafft werden, lassen sich verschiedene Attribute gegeneinander abwägen. Ein Modell ist in einer unerwünschten Farbe lackiert, hat jedoch aufgrund der Stahlsaiten einen als schöner empfundenen Klang als ein vergleichbares Modell mit Saiten aus Nylon. Das Attribut Klang überwiegt und kann die unpassende Farbe kompensieren, somit kommt es zu einer kompensatorisch getroffenen Kaufentscheidung. Non-kompensatorisch wird jedoch entschieden, wenn der Entscheider als zwingendes Attribut bspw. das Vorhandensein eines integrierten Stimmgerätes voraussetzt. Besitzt ein Modell kein Stimmgerät, dann kann kein anderes Attribut den Mangel ausgleichen, sodass kein Kauf zustande kommt.



### 1.1.2 Entscheiden bei Unsicherheit

Entscheidungsregeln wie die MAU-Theorie oder die LEX-Regel finden nur Anwendung, wenn alle Handlungskonsequenzen mit Sicherheit vorhergesagt werden können bzw. wenn diese feststehen. Fehlt diese Sicherheit, ist es nicht möglich, den Gesamtnutzen jeder Handlungsoption zu berechnen. Die normative Entscheidungsforschung spricht in diesem Fall von Entscheiden unter Unsicherheit (Pfister et al. 2017, S. 171).

Anstelle der Berechnung des Gesamtwerts unter Berücksichtigung multipler Attribute (MAU-Theorie) wird der subjektiv erwartete Nutzen bestimmt (SEU-Theorie).

Die SEU-Theorie (Edwards 1954) geht von bekannten Wahrscheinlichkeiten für unterschiedliche Handlungskonsequenzen aus, integriert diese zu einem SEU-Wert für jede Handlungsoption und bestimmt einen Gesamtwert, den „Subjektiv Erwarteten Nutzen“. Dieses Prinzip wird häufig am Beispiel von Lotterien verdeutlicht. Entweder man gewinnt oder verliert, jeweils mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit. Gewählt wird die Handlungsoption, die den höchsten erwarteten Gewinn verspricht, also deren SEU-Wert am größten ist.

## 1.2 Selektion von Entscheidungsregeln

Welche der beschriebenen Regeln letztendlich zur Entscheidungsfindung verwendet wird (bewusst oder unbewusst), ist neben der Sicherheit der Handlungskonsequenzen von weiteren Bedingungen abhängig. Dazu gehören die Komplexität des Problems (Pfister et al. 2017, 237ff) und die Art des Informationsangebots (Konkretheit, Übersichtlichkeit, Vollständigkeit, Darbietungsformat). Den gegebenen Bedingungen wird eine passende Entscheidungsregel zugeordnet. Welche Regel geeignet ist, entscheidet sich anhand der Merkmale, die die einzelnen Regeln unterscheiden:

- kompensatorisch oder non-kompensatorisch  
Entscheidungsregeln können kompensatorisch oder non-kompensatorisch sein, wie im Kapitel 1.1.1 beschrieben
- Verarbeitung von vorliegenden Informationen  
Die zu einem Thema vorhandenen Informationen können vollständig oder nur partiell zur Entscheidungsfindung verwendet werden