

## **Kritisches Denken als Schlüssel zur naturwissenschaftlichen Bildung**

### **Wissen und Handeln**

Das grundlegende Ziel des Chemieunterrichts liegt in der Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, um Lernende zu befähigen, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, Bezüge zu den Naturwissenschaften zu erkennen sowie auf deren Basis zu urteilen und Entscheidungen zu treffen (OECD, 1999). Damit ist die Wissensvermittlung nicht allein auf die faktenorientierte Inhaltsebene beschränkt, sondern hat den Anspruch, ein Orientierungswissen zu etablieren, welches aktiv auch außerhalb der Bildungseinrichtungen Verwendung finden kann (Mohr, 1989). Einen besonderen Stellenwert hat diese Art Anwendungswissen in gesellschaftlich relevanten Problemstellungen mit naturwissenschaftlichem Bezug, sogenannten Socioscientific Issues (SSI), welche sich durch ihre kontroverse Natur ohne eindeutige Lösung auszeichnen und für deren Bewertung in Konsequenz ein multiperspektivischer Betrachtungsansatz notwendig ist (Zeidler, 2014). Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass vorhandenes Wissen obligat zu adäquatem Wissen in Entscheidungsprozessen führt, was sich in der sogenannten Knowledge-Action-Gap widerspiegelt, der Differenz zwischen Wissen und Handeln (Knight et al., 2008). Populäre Beispiele hierfür sind der Klimawandel (Knutti, 2019) oder das Verhalten bei Krankheitsausbrüchen (Brainard & Hunter, 2020). Um die Anwendungsfähigkeit von Wissen zu steigern, ist daher die Etablierung einer multiperspektivischen Denkstruktur nötig, die den komplexen Anforderungen von SSIs Rechnung trägt.

### **Kritisches Denken**

Einen Ansatz hierfür bietet die Fähigkeit zum Kritischen Denken, welche von der Europäischen Union als Schlüsselkompetenz für lebenslanges Lernen hervorgehoben wird (Rat der Europäischen Union, 2018) und sich implizit wie auch explizit in den Bildungsstandards und Kernlehrplänen mehrerer Bundesländer findet (MSW NRW, 2022; Sächsisches Staatsm. für Kultus, 2022; Sekr. d. KMK, 2020). Das Konzept des Kritischen Denkens ist jedoch bisher diffus und ambig definiert, was eine zielgerichtete Vermittlung und Förderung erschwert. Rafolt et al. (2019) näherten sich dem Konstrukt mittels eines Synergiemodells, das den Prozess des Kritischen Denkens als einen Positionierungsprozess des Denkenden in Auseinandersetzung mit einem Subjekt oder Objekt beschreibt und von verschiedenen Faktoren, wie Wissen und Fähigkeiten, aber auch Haltung, Motivation, Normen, Werte und Emotionen, begleitet wird.

Während im Chemieunterricht hauptsächlich die kognitiven Anteile, wie das Wissen und die Fähigkeiten, adressiert werden, werden die „weicheren“ affektiven Faktoren selten mit einbezogen, nicht zuletzt, da diese nur mittelbar adressiert werden können. Dabei sind es gerade diese affektiven Faktoren, die in Bewertungsprozessen maßgeblich unsere Entscheidungen beeinflussen und unsere Denksysteme prägen (Kahneman, 2012).

Das menschliche Denken lässt sich im Rahmen der Dual-Process-Theory in zwei Systeme gliedern. System 1 bezeichnet das intuitive System, welches schnell und unbewusst auf Basis von Heuristiken agiert, um unsere kognitive Last zu reduzieren, dadurch aber fehleranfälliger für sogenannte Kognitive Verzerrungen ist. System 2 hingegen beschreibt das langsamere,

aber bewusste rationale Denken, welches unter Konzentration und Anstrengung komplexere Denkvorgänge ermöglicht, dadurch aber auch schneller ermüdet (Kahneman, 2012; Osman, 2004). Relevant ist hier, dass das intuitive System 1 dem rationalen System 2 vorgeschaltet ist. Dadurch werden die meisten Entscheidungen bereits unterbewusst getroffen und allenfalls nachfolgend nur noch rational begründet.

Um sowohl den Definitionsansatz des Synergiemodells als auch die Ansätze der Dual Process Theory zu berücksichtigen, wurde das Modell des Kritischen Denkens erweitert. Die darauf aufbauende Definition lässt sich wie folgt formulieren:

Kritisches Denken (KD) bezeichnet eine sorgfältige und systematische sowie vor allem begründete Entscheidungsfindung bei der Auseinandersetzung der Denkenden mit einem Objekt oder Subjekt. Diese Auseinandersetzung beinhaltet die Anwendung und Evaluation des eigenen Wissens und der eigenen Fähigkeiten auf kognitiver Ebene sowie die Berücksichtigung der eigenen Emotionen, Werte, Haltung und Motivation auf affektiver Ebene. Es ermöglicht zudem eine konstante Selbstregulation und Anpassung, die eine Schleife zu den Denkenden selbst zurückzieht und sie nicht nur in die Position der Bewertenden, sondern auch in die Position der zu Bewertenden versetzt (Paul & Elder, 2014; Rafolt et al., 2019).

Um sich den eigenen affektiven Faktoren, wie Emotionen, Werte und Normen, selbstständig nähern zu können, ist die Fähigkeit zur Selbstreflexion von Bedeutung, welche ebenfalls einer klaren Definition bedarf. Selbstreflexion bezeichnet dabei einen Prozess der introspektiven Überprüfung eigener interner Einflussfaktoren, wie Gedanken, Gefühle, Prägungen und Verhaltensweisen (Motivation, Interesse, eigene Erfahrungen uvm.) sowie darauf aufbauend ein Bewusstsein für externe Einflussfaktoren. Sie umfasst die Wahrnehmung, Gewichtung und Bewertung ebenjener, um diese in Entscheidungsprozessen berücksichtigen sowie abwägen zu können und so eine objektivere Position zu erhalten (Facione, 1990; Silvia, 2021).

Damit ist es als erstrebenswert anzusehen, dass Lehrende und Lernende nicht nur über ein Faktenwissen verfügen, sondern auch sich selbst und die individuellen Vorprägungen zum fachlichen Wissen in ein Verhältnis setzen können, um unbewusste Bewertungsfehler durch die affektive Ebene zu reduzieren und das Fachwissen stärker zu gewichten. Dabei sollte die Kompetenz zunächst bei den angehenden Lehrkräften gefördert werden, da diese in ihrer Rolle als Bildungsmultiplikatoren eine Schlüsselposition einnehmen.

### **Förderung Kritischen Denkens**

Um nun Kritisches Denken im Sinne eines multiperspektivischen Denkens explizit zu fördern und Kompetenzen anzubahnen, sind konkrete Anforderungssituationen notwendig, welche ebenso mehrdimensional sind, wie das Konstrukt selbst, welches es zu fördern gilt (Klieme et al., 2003). In diesem Zuge wurde die Methode der Systemisch-reflexiven-Stellungnahme entwickelt und in einem Bachelor-Seminar für Chemiedidaktik an der Universität zu Köln erprobt. Die Methode besteht dabei aus vier Teilen:

1. Eigenständige Sachanalyse eines Kontextes in Einzelarbeit und Bewertung der Quellen,
2. Dialogisches Selbstreflexionstraining mithilfe eines Impulsleitfadens im Tandem, abwechselndes gegenseitiges Stellen selbstreflexiver Fragen (bspw.: Gibt es bestimmte persönliche Interessen, die Deine Meinung beeinflussen?),
3. Systemisch-reflexive Stellungnahme in einer Kleingruppe (4 Personen), Zusammenführung der Ergebnisse aus Sachanalyse, Quellenbewertung und Selbstreflexion und begründete Positionierung,
4. Prozessreflexion in Einzelarbeit, retrospektive Betrachtung des durchlaufenen Prozesses.

Die hierbei verwendeten SSIs waren die Themen Nanotechnologie, Plastik, Chemie in der Landwirtschaft, Atomenergie oder Fracking. Dieser Methode gingen inhaltliche Sitzungen zu den Themen Nature of Science, Umgang mit Quellen, der Differenzierung von Wissenschaft und Pseudowissenschaft sowie Kritischem Denken voraus.

Um die Effektivität der Methode einschätzen zu können, wurde eine leitfadengestützte Interviewstudie ( $N=10$ , Studierende des Chemielehramts im Bachelor) mit jeweils Pre- und Post-Interviews durchgeführt, in denen begründet zu einem nicht im Seminar thematisierten Kontext Stellung bezogen werden sollte. Bei den verwendeten Kontexten handelte es sich um Windenergie vs. Solarenergie oder Elektromobilität vs. Brennstoffzellenantrieb. Die Kontexte wurden so gewählt, dass keine offensichtlich korrekte Lösung vorlag. Zudem wurde die Reihenfolge der Themen für Pre- und Post-Test variiert, um eine Kontextabhängigkeit der Ergebnisse zu reduzieren. Im Anschluss wurden die Interviews transkribiert (Dresing & Pehl, 2018) und mittels der qualitativen Inhaltsanalyse mit deduktiv-induktiver Kategorienbildung auf Multiperspektivität untersucht (Kuckartz, 2016). Die Fragestellung war zum einen, welche Aspekte fachlichen Wissens, der Quellenbewertung und der Selbstreflexion hinzugezogen wurden, zum anderen, wie viele verschiedene Aspekte die Befragten zur Bewertung des Kontextes berücksichtigten. Die gebildeten Kategorien wurden von einem weiteren chemiedidaktisch forschenden Koder interkodiert, um eine Interkoderreliabilität zu gewährleisten. Es konnten drei übergeordnete Kategorien gebildet werden: Aspekte der fachlichen Bewertung (NW-A, 8 Unterkategorien,  $\kappa_1 = 0,84$ ), Aspekte der Quellenbewertung (QU-A, 9 Unterkategorien,  $\kappa_1 = 0,87$ ) und Aspekte der Selbstreflexion (SR-A, 13 Unterkategorien,  $\kappa_1 = 0,85$ ). Relevant für die Auswertung war vorrangig, wie viele *verschiedene* Aspekte fachlicher, quellenprüfender sowie selbstreflexiver Art zur Bewertung der Kontexte von den Befragten hinzugezogen wurden.

Bei der Anzahl an hinzugezogenen Aspekten fachlicher Bewertung konnte im Mittel ein Anstieg von 41 % verzeichnet werden. Im Hinblick auf die Aspekte der Selbstreflexion lag die Steigerung bei 47 % und bei den Aspekten der Quellenbewertung bei 967 %, da in den Pre-Tests nahezu kein Bezug auf Quellen oder ihre Glaubwürdigkeit genommen wurde.

### **Fazit**

Die klare Definition von Kritischem Denken und Selbstreflexion stellt einen ersten Schritt zu einem adäquaten und anwendbaren Verständnis dar, um zukünftige Lehrende in dieser Hinsicht zu unterstützen und zur Vermittlung zu befähigen. Dabei handelt es sich um die Abstraktion eines komplexen mehrdimensionalen Konstruktes, um dieses didaktisch zugänglich und gangbar zu machen. Dies ist jedoch notwendig, da eine implizite und subjektiv geladene Vermittlung Kritischen Denkens als unzureichend angesehen werden kann und eine klare Rahmung des Konstruktes vorliegen muss, um es zielgerichtet im schulischen Kontext fördern zu können.

Die Förderung der Fähigkeit Kritischen Denkens innerhalb dieses Rahmens scheint grundsätzlich möglich und die Methode der Systemisch-reflexiven Stellungnahme vielversprechend. Kritisches Denken bildet damit ein übergeordnetes Konstrukt, in dem naturwissenschaftliches Wissen vermittelt, reflektiert und angewendet werden sollte, um zu einer Vergrößerung des Möglichkeitsraumes bei der Bewertung, insbesondere bei SSIs, beizutragen und das vermittelte Fachwissen stärker zu gewichten. Es stellt damit nicht einfach eine weitere Inhaltskomponente, sondern vielmehr ein didaktisches Prinzip dar, welches das Fachwissen intentional einbettet und einen stetigen Bezug zur Anwendbarkeit herstellt.

## Literaturverzeichnis

- Brainard, J., & Hunter, P. R. (2020). Misinformation making a disease outbreak worse: Outcomes compared for influenza, monkeypox, and norovirus. *Simulation*, 96(4), 365–374. <https://doi.org/10.1177/0037549719885021>
- Dresing, T., & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse: Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende* (8. Auflage). Eigenverlag.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report)*. <https://philarchive.org/archive/faccta>
- Kahneman, D. (2012). *Schnelles Denken, langsames Denken*. Random House GmbH.
- Klieme, E., Hermann, A., Werner, B., Peter, D., Hans, G., Manfred, P., Kristina, R., Kurt, R., Jürgen, R., Heinz-Elmar, T., & J., V., Helmut. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. <https://doi.org/10.25656/01:20901>
- Knight, A. T., Cowling, R. M., Rouget, M., Balmford, A., Lombard, A. T., & Campbell, B. M. (2008). Knowing but not doing: Selecting priority conservation areas and the research-implementation gap. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 22(3), 610–617. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00914.x>
- Knutti, R. (2019). Closing the Knowledge-Action Gap in Climate Change. *One Earth*, 1(1), 21–23. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.09.001>
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3., überarbeitete Aufl.). Beltz.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2022). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Bd. Nr. 4723* (1. Aufl.).
- Mohr, H. (1989). Verfügungswissen und Orientierungswissen: Die Verantwortung des Wissenschaftlers. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 42, 127–132.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (Hrsg.). (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Osman, M. (2004). An evaluation of dual-process theories of reasoning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(6), 988–1010. <https://doi.org/10.3758/BF03196730>
- Paul, R., & Elder, L. (2014). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life* (Third edition, Pearson new international edition). Pearson Education Limited.
- Rafolt, S., Kapelari, S., & Kremer, K. (2019). Kritisches Denken im naturwissenschaftlichen Unterricht – Synergiemodell, Problemlage und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 63–75. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00092-9>
- Rat der Europäischen Union. (2018). Empfehlungen des Rates vom 22. Mai 2018 zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen: (Text von Bedeutung für den EWR). *Amtsblatt der Europäischen Union, C 189*, 1–13.
- Sächsisches Staatsministerium für Kultus. (2022). *Lehrplan Gymnasium: Chemie*.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020* (1. Auflage). Carl Link Verlag.
- Silvia, P. J. (2021). The self-reflection and insight scale: Applying item response theory to craft an efficient short form. *Current Psychology*, 41(12), 8635–8645. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-01299-7>
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis. *Theory, research, and practice*. In NG Lederman & SK Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, 2, 697–726.