

**Unterrichtsqualität:
Perspektiven von Expertinnen und Experten**

Herausgegeben von:

Volker Reinhardt

Markus Rehm

Markus Wilhelm

Wirksamer Chemie- unterricht

Markus Rehm (Hrsg.)

Band

02





Markus Rehm

(Hrsg.)

Wirksamer Chemieunterricht

UNTERRICHTSQUALITÄT:
PERSPEKTIVEN VON EXPERTINNEN UND EXPERTEN

Volker Reinhardt
Markus Rehm
Markus Wilhelm (Hrsg.)

Band 2



Schneider Verlag
Hohengehren GmbH

Umschlaggestaltung: Beat Haas,
PH Luzern, Kommunikation und Marketing

Heidehof
Stiftung

Das Buchprojekt wurde von der
Heidehof Stiftung gefördert

Gedruckt auf umweltfreundlichem Papier (chlor- und säurefrei hergestellt).

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-8340-1901-1

Schneider Verlag Hohengehren, Wilhelmstr. 13, D-73666 Baltmannsweiler

Homepage: www.paedagogik.de

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne vorherige schriftliche Einwilligung des Verlages öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies gilt auch bei einer entsprechenden Nutzung für Unterrichtszwecke!

© Schneider Verlag Hohengehren, 73666 Baltmannsweiler 2018
Printed in Germany – Druck: Appel & Klinger, Schneckenlohe

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| MICHAEL SCHRATZ / HANS ANAND PANT | |
| VORWORT | 7 |
| MARKUS WILHELM / MARKUS REHM / VOLKER REINHARDT | |
| QUALITÄTSMÖGLICHSTER FACHUNTERRICHT | 9 |
| MARKUS REHM | |
| WIRKSAMER CHEMIEUNTERRICHT – EINE EINFÜHRUNG | 17 |
| MATTHIAS VON ARX / ANNE BEERENWINKEL | |
| DER ERFOLG HÄNGT NICHT VON DER METHODE AB, SONDERN VON DER UMSETZUNG | 25 |
| INGO EILKS / RALF MARKS | |
| CHEMIELERNEN FÜR GESELLSCHAFTLICHE TEILHABE UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNG | 37 |
| MARKUS IMHOFF / FRANK QUEISSER | |
| WIRKSAMER CHEMIEUNTERRICHT – DIE LEHRPERSON IST ENTSCHEIDEND | 48 |
| JENNA KOENEN / RÜDIGER TIEMANN | |
| DAS EXPERIMENT ALS METHODE DER ERKENNTNISGEWINNUNG – ALLEINSTELLUNGSMERKMAL DES CHEMIEUNTERRICHTS | 55 |
| ANJA LEMBENS / SIMONE ABELS | |
| LERNGELEGENHEITEN GESTALTEN, DIE DER DIVERSITÄT DER LERNENDEN RECHNUNG TRAGEN | 65 |
| ANNETTE MAROHN | |
| GUTER CHEMIEUNTERRICHT – ZWISCHEN ANSPRUCH UND MACHBARKEIT | 78 |

| | |
|--|-----|
| BERND RALLE / INSA MELLE | |
| LEHREN UND LERNEN IN VORAUSSETZUNGSGEBUNDENEN LERNPROZESSEN | 92 |
| SASCHA SCHANZE / ANDREAS NEHRING | |
| BAUSTEINE EINER REFLEKTIERTEN HANDLUNGSFÄHIGKEIT IM FACH CHEMIE | 101 |
| LUTZ STÄUDEL | |
| DAS LERNEN BEGLEITEN | 114 |
| MIRJAM STEFFENSKY / ILKA PARCHMANN / MATHIAS ROPHOHL | |
| WIRKSAMER CHEMIEUNTERRICHT / ORCHESTRIERUNG VON KOMPETENZEN, INHALTEN, AUFGABEN, EXPERIMENTEN UND METHODEN | 124 |
| CARSTEN TITTEL | |
| CHEMIE – EIN FACH ZWISCHEN PRAKTISCHER EXPERIMEN- TIERTÄTIGKEIT UND THEORETISCHER MODELLARBEIT | 137 |
| MAIK WALPUSKI / ELKE SUMFLETH / STEFAN RUMANN | |
| DIE CHEMIELEHRKRAFT ALS EXPERTE FÜR FACHWISSEN- SCHAFTLICHE UND FACHDIDAKTISCHE ASPEKTE | 148 |
| REGINA WIEBE / GREGOR SVOBODA | |
| DER UNTERSCHIED ZWISCHEN EUCH SCHÜLERN UND UNS LEHRKRÄFTEN? WIR SIND LEDIGLICH DIE LÄNGER LERNENDEN! | 159 |
| OLIVER WISSNER | |
| KORRESPONDIERENDER UNTERRICHT | 171 |
| MARKUS REHM | |
| WAS IST WIRKSAMER CHEMIEUNTERRICHT? | 185 |
| DIE REIHENHERAUSGEBER | 209 |

MICHAEL SCHRATZ / HANS ANAND PANT

VORWORT

Der Begriff „Wirksamkeit“ ist in den letzten Jahren zu einem Kampfbegriff geworden: Keine bildungspolitische Maßnahme darf mehr ohne Wirksamkeitsgarantie ins Bildungssystem entlassen werden. Jede Schule muss zeigen, wie gut sie ist, d. h. ihren Wirksamkeitsbeweis antreten. So reden alle von Wirksamkeit. Wenn man aber fragt, was denn eigentlich unter Wirksamkeit im Schulalltag verstanden wird, bekommt man sehr unterschiedliche Antworten. Sehr oft wird dabei auf die Ergebnisse von Leistungsvergleichsstudien zurückgegriffen. Dies verweist auf die grundsätzlich zu begrüßende Entwicklung, dass man in Fragen der Unterrichts- und Schulqualität heute nur noch schwerlich mit Hinweisen auf „gefühlte“ oder bloß „behauptete“ Wirkungen davon kommt.

Zwar geben solche Leistungsvergleiche wichtige Rückmeldungen zu den jeweiligen Lernständen in den getesteten Fächern, können aber nicht die fachliche und überfachliche Breite der Bildungs- und Erziehungsziele in den Lehrplänen abdecken. Um die Wirkungsfrage umfassender und vertiefter anzugehen, versuchen die Herausgeber der Reihe „Wirksamer Fachunterricht“ die Spezifik der unterschiedlichen Unterrichtsfächer in den Fokus zu nehmen. Dabei gehen sie nicht von einem metatheoretischen Verständnis fachlicher Instruktion aus, sondern die jeweiligen Fachverantwortlichen formulieren gemeinsam die – für alle Fächer identischen – Fragen, die sie jeweils von Vertreterinnen und Vertretern aus Ausbildung, Wissenschaft und Praxis beantworten lassen.

In der Vielfalt der Beiträge zu den einzelnen Bänden zeigt sich das Bemühen der Autorinnen und Autoren, nicht nur ihre fachliche Meinung zur Sprache zu bringen, sondern sowohl erfahrungsbezogen zu argumentieren als auch empirisch und theoretisch begründete Aussagen zu zentralen Aspekten des Fachunterrichts zu machen. Dabei legen die Beitragenden den Schwerpunkt mehr auf den Unterricht als auf das Fach, wenn es um die Passung zwischen den Lernangeboten und den Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern geht.

Hinter den einzelnen Antworten zeigt sich immer auch, welches Menschenbild den fachlich-didaktischen Ansatz prägt und damit auch, welcher

Umgang mit Menschen vorausgesetzt wird, welche pädagogische Haltung den Individuen und der Klasse gegenüber eingenommen wird und welches Verständnis von Erziehung und Bildung zugrunde liegt. Bildung ist mehrdimensional und daher mehr als die Wirksamkeit von Fachlichkeit. Aus diesem Grund haben die jeweiligen Herausgeberinnen und Herausgeber der Bände in der abschließenden Zusammenschau ein Fazit aus den Stellungnahmen der einzelnen Interviewten aus Wissenschaft, Ausbildung und Praxis in einer Verdichtung der Erkenntnisse erstellt.

Aus Sicht der Schulentwicklung stellt sich abschließend die Frage, welchen Beitrag die Fächer zu einer wirksamen Schule leisten können, da jede Schule ihren eigenen Erfolgsweg finden muss. Im Sinne mehrdimensionaler Bildung gehören dazu nicht nur überfachliche Kompetenzen, sondern über ein wirksames Methodencurriculum hinaus, auch das Zusammenspiel der Fachcurricula als Rückgrat der Schul- und Unterrichtsqualität. Fachgruppen oder Fachschaften tragen dazu die geteilte Verantwortung, um über die Fächer hinweg Anschlussmöglichkeiten und Verbindungen aufzuzeigen. Schuleigene Curricula sollten die einzelnen Facharbeitspläne auf der Grundlage durchgängiger gemeinsamer Planungskriterien in einen schuleigenen Sinnzusammenhang stellen, den die Schulen jeweils in eigenen Zielen und Schwerpunkten formulieren, festlegen und schließlich gemeinsam reflektieren und evaluieren. Dann besteht eine gute Chance auf nachhaltige Wirkungen und qualitätsbewusste Schulentwicklung. Die Buchbände zum „Wirksamen Fachunterricht“ leisten hierzu einen wichtigen Beitrag.

Dr. Michael Schratz lehrt als Professor am Institut für Lehrer/-innenbildung und Schulforschung der Universität Innsbruck. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Bildung, Gesellschaft und Lernen, Leadership und Schulentwicklung. Er ist Mitglied zahlreicher internationaler Kommissionen, unter anderem Sprecher der Jury des Deutschen Schulpreises.

Dr. Hans Anand Pant ist Geschäftsführer der Deutschen Schulakademie und Professor für Erziehungswissenschaftliche Methodenlehre an der Humboldt-Universität zu Berlin. Bis 2015 war er Direktor des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB). In seiner Forschung befasst er sich mit Fragen datengestützter Schul- und Unterrichtsentwicklung sowie des Transfers von Bildungsinnovationen.

MARKUS WILHELM / MARKUS REHM / VOLKER REINHARDT

QUALITÄTSMÖGLICHKEITEN FACHUNTERRICHT

Es gibt im angelsächsischen Sprachraum eine auf George Bernard Shaw zurückgehende Redewendung: „Those who can, do; those who can't, teach.“ Diesem Sprichwort können wir heute einiges entgegensetzen: Die jüngste empirische Forschung im Bereich der Lehrerbildung stellt sowohl für den deutschen Sprachraum als auch weltweit ein anderes, ein differenziertes Bild dar. Lehrkräfte gestalten aufgrund ihrer professionellen, fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Kompetenzen einen effektiven und wirksamen Unterricht für ihre Schülerinnen und Schüler und sind damit Experten für wirksamen Unterricht (Bromme, 2014).

Viele empirische Studien zeichnen ein eindeutiges Bild über die Merkmale, die einen wirksamen Unterricht ausmachen (z.B. Ihme & Möller, 2015; Klieme & Rakoczy, 2008), damit geben diese Studien auch Auskunft darüber, was Lehrkräfte *können* müssen, um einen solchen Unterricht zu gestalten: So kann beispielsweise gezeigt werden, dass eine klare inhaltliche Strukturierung des Unterrichts, verbunden mit einer gezielten kognitiven Aktivierung und einer entsprechend konstruktiven Unterstützung, aber auch der Enthusiasmus einer Lehrkraft, zum Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler führt und damit wirksam ist.

Eine Frage bleibt allerdings offen, die durch die Bildungswissenschaften wegen ihrer häufig fachunspezifischen Herangehensweise nicht beantwortet werden kann: Was führt zu einem guten und effektiven Unterricht in einem bestimmten Schulfach? Hier sind die Fachdidaktiken aufgerufen, die generische Unterrichtsforschung zu ergänzen und zu komplettieren. In dieser Buchreihe werden die Schulfächer auf die Frage hin analysiert, wie wirksamer Fachunterricht gelingen kann. Der Fokus liegt auf den bestmöglichen Gelegenheiten, fachliche Lernaktivitäten wirksam werden zu lassen (Seidel & Reiss, 2014). Kurzum, es wird gefragt: *Was wirkt in einem konkreten Schulfach?*

In der jüngsten Vergangenheit näherte man sich solch komplexen Fragen nach einem guten und wirksamen Unterricht zumeist im Rahmen von Metaanalysen (Hattie, 2012; Meyer, 2004; Helmke, 2012). Die Buchreihe geht einen

anderen Weg; sie bezieht möglichst viel Expertise aus den Fachdidaktiken und der Fachpraxis einzelner Fächer ein. Mit Hilfe von strukturierten Interviews werden Expertinnen und Experten der unterschiedlichen Schulfächer nach den Kriterien eines wirksamen Fachunterrichts befragt. Hierbei geht es um deren fachliche Expertise, die angelehnt ist an die wichtigsten Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen aus dem jeweiligen (Schul-)Fach. Die Zusammenschau aller Beiträge der Expertinnen und Experten des jeweiligen Faches wird zu einer verdichteten Beantwortung der Frage führen, was einen wirksamen Fachunterricht ausmacht.

Die Frage nach einem guten, effektiven und also wirksamen Unterricht steht seit einigen Jahren im Fokus der bildungswissenschaftlichen, pädagogisch-psychologischen und in jüngster Zeit auch fachdidaktischen Unterrichtsforschung. In einer ersten Phase der Unterrichtsforschung konzentrierte man sich auf das sogenannte Persönlichkeits-Paradigma, also der Suche nach dem „guten Lehrer“. Nachdem man in einem weiteren Schritt den Prozess des Lernens und den entsprechenden Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler in den Blick nahm, wurde das Persönlichkeits-Paradigma vom so genannten Prozess-Produkt-Paradigma abgelöst. Es wurde nach Kriterien gesucht, mit denen Effekte des Unterrichtsprozesses erfasst werden können. Das Experten-Paradigma, das ursprünglich – ausgehend vom Persönlichkeits-Paradigma – die professionelle Expertise der Lehrpersonen zu erfassen versuchte, geht heute über in den Experten- und Prozess-Produkt-Ansatz.

Es wurden systemische Rahmenmodelle von Unterrichtswirksamkeit, sogenannte Angebots-Nutzungs-Modelle aufgenommen (Fend, 2001; Helmke, 2012; Reusser & Pauli, 2010). Sie modellieren die Einflüsse auf die Wirksamkeit von Unterricht auf der Makroebene des Bildungssystems (vgl. Abbildung 1), wie auf der Mesoebene der Einzelschule und auf der Mikroebene des Unterrichts (Kohler & Wacker, 2013). Ein Angebots-Nutzungs-Modell, auf dessen Mikroebene wir uns hier beziehen, stellt – im Sinne einer Vereinfachung – einem Unterrichtsangebot dessen jeweilige Unterrichtsnutzung gegenüber. Die Wirksamkeit des Angebots auf der Seite der Nutzung kann empirisch – im Sinne der Erhebung des Ertrags – untersucht werden. Auf der Seite des Angebots wirken hauptsächlich die Persönlichkeit und die Kompetenz der Lehrkraft sowie die allgemeinen, fachspezifischen und kontextuellen Bedingungen. Auf der Seite der Nutzung wirken hauptsächlich die Lernenden selbst, das Unterrichtsangebot und wiederum die kontextuellen Bedingungen. Beide Seiten – Angebot und Nutzung – stellen in ihrer Wechselwirkung die Wirksamkeit des Unterrichts dar (vgl. Abbildung 1). In beiden Bereichen interessiert uns wiederum der fachspezifische Anteil in besonderem Maß, im Modell mit einem * versehen (vgl. Abbildung 1). Da die Entkopplung einzelner Komponenten aus dem Angebots-Nutzungsmodell zu

Fehlinterpretationen führen würde, sind wir darauf bedacht, immer die jeweiligen Bezüge zum Rahmenmodell aufzuzeigen.

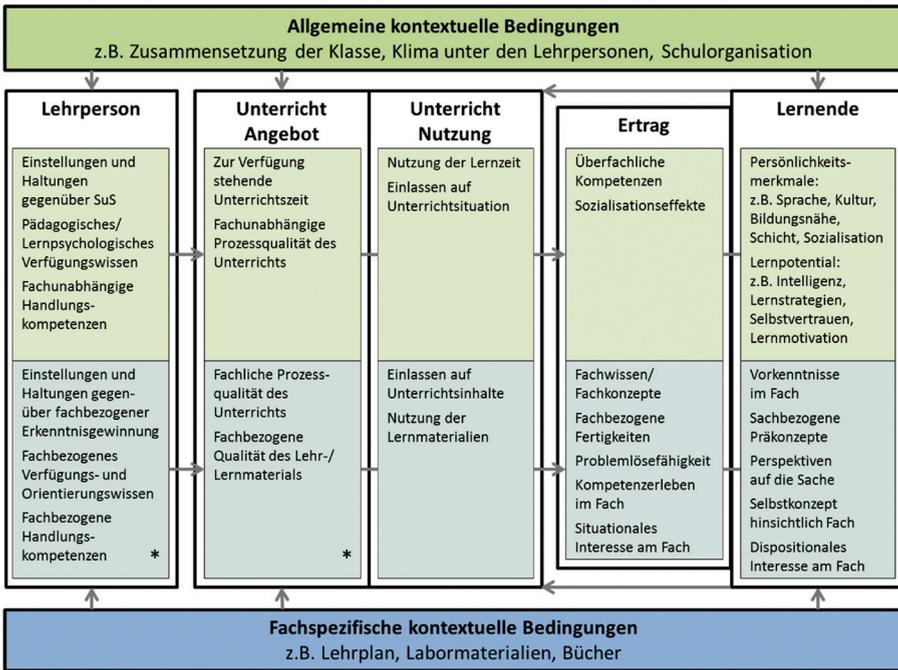


Abb. 1: Angebots-Nutzungsmodell in Anlehnung an Fend (2001), Helmke (2012) sowie Reusser und Pauli (2010).

Angebots-Nutzungs-Modelle integrieren zwei Paradigmen der pädagogisch-psychologisch orientierten Unterrichtsforschung, das Struktur- und das Prozessparadigma (Seidel, 2014). In beiden Fällen wird versucht, bestimmte Unterrichtsmerkmale zu identifizieren, die eine moderierende Funktion hin zur Erhöhung des Lernerfolgs von Schülerinnen und Schülern haben. Dabei geht das *Struktur-Paradigma* von theoretischen Annahmen zum *Lehren* aus, das *Prozess-Paradigma* untersucht auf einem ähnlichen Weg die Wirksamkeit von Unterricht, dies aber ausgehend von theoretischen Annahmen zum *Lernen* (Seidel, 2014, S. 851). Laut Seidel wirken in Angebots-Nutzungs-Modellen diese beiden Paradigmen integrierend zusammen: Das *Struktur-Paradigma* hat dazu beigetragen, die *Kompetenzstrukturen von Lehrkräften* zu identifizieren und wird auf der Seite des Angebots integriert. In einem gängigen Modell, das aus dem Forschungsprojekt COACTIV stammt, werden vier Kompetenzfacetten einer Lehrkraft unterschieden, das so genannte Professionswissen (fachliches, fachdidaktisches, pädagogisches

Wissen), die Motivation einer Lehrkraft, ihre Fähigkeit zur Selbstregulation sowie ihre Werthaltungen (Baumert & Kunter, 2006). Auf der Seite der Nutzung wurde das so genannte Prozessparadigma integriert, um vor allem kognitive Lernprozesse auf einer tiefenstrukturellen Ebene des Unterrichts und deren Ergebnisse zu beschreiben (Seidel, 2014, S. 860). Daher wird Unterricht – auf der Grundlage des Ansatzes „Choreographies of teaching. Bridging instruction to learning“ (Oser & Baeriswyl, 2001) – oft in zwei verschiedene Ebenen unterschieden: in die Ebene der Sichtstrukturen, dem sog. „planning and processing of teaching“ und in die Ebene der Tiefenstrukturen dem sog. „planning and processing of the learning process“. Unter den Sichtstrukturen des Unterrichts versteht man alle Merkmale, die direkt durch Beobachtung zugänglich sind, zum Beispiel wechselnder Methodeneinsatz oder andere Inszenierungsmuster. Die Tiefenstrukturen sind diejenigen Merkmale, die sich der direkten Beobachtung entziehen, aber in hohem Maße für die Qualität des Unterrichts verantwortlich sind, zum Beispiel in welchem Maße Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts tatsächlich kognitiv aktiv sind oder wie sich die Schülerinnen und Schüler individuell unterstützt fühlen. Beide Paradigmen fokussieren Qualitätsmerkmale eines wirksamen Unterrichts mit dem Ziel, über deren moderierende Funktion den Ertrag der Lernprozesse zu optimieren. Da Angebots-Nutzungs-Modelle aus einer generischen pädagogisch-psychologischen Perspektive entwickelt wurden, enthalten sie bislang weder von Seiten des Strukturparadigmas, noch von Seiten des Prozessparadigmas konkrete fachliche bzw. fachdidaktische Bezüge, obwohl auf beiden Seiten mittlerweile viele fachdidaktische Forschungsarbeiten vorliegen: Von Seiten des Strukturparadigmas existieren inzwischen fachdidaktische Arbeiten vor dem Hintergrund des oben beschriebenen COACTIV Modells und auf der Seite des Prozessparadigmas hat die fachdidaktische Lehr-Lernforschung eine ausgeprägte Tradition. Dennoch findet in Arbeiten zu einem guten und wirksamen Unterricht fachdidaktische Forschung kaum Berücksichtigung, was wir im Folgenden an vier Beispielen schulpädagogischer und pädagogisch-psychologischer Arbeiten verdeutlichen möchten. Wir vergleichen im folgenden Abschnitt die vier einschlägigen Arbeiten von Meyer (2004), Helmke (2012), Hattie (2012) sowie von Oser und Baeriswyl (2001).

Der gute und wirksame Unterricht ohne Fach und ohne Fachdidaktik?

In der folgenden Tabelle vergleichen wir Kriterien guten und effizienten Unterrichts anhand von vier Dimensionen: Gütekriterien (Meyer, 2004), Fächerübergreifende Qualitätsbereiche (Helmke, 2012), unterrichtsbezogene

Einflüsse auf die Lernleistung (Hattie, 2012), Sicht- und Tiefenstrukturen von Unterricht (Kunter & Trautwein, 2013; Oser & Baeriswyl, 2001). Diese vier Dimensionen gehen auf einschlägige Publikationen zur Unterrichtsqualität zurück und markieren den derzeitigen Stand der Diskussion:

| Gütekriterien | Fächerübergreifende Qualitätsbereiche | Unterrichtsbezogene Einflüsse auf Lernleistung hoher Effektstärke ($d > 0.6$) | Dimensionen der Sicht- und Tiefenstrukturen |
|---|---|--|--|
| Meyer (2004) Grundlage: vorwiegend theoretisch begründet | Helmke (2012) Grundlage: vorwiegend empirische Studien | Hattie (2012) Grundlage: Meta studie empirischer Metaanalysen | Oser & Baeriswyl (2001) Kunter & Trautwein (2013) Grundlage: vorwiegend empirische Studien |
| Methodenvielfalt | Angebotsvielfalt | Rhythmisierung Lernende unterrichten Lernende Lautes Denken Concept Mapping Lehren (Vormachen, Einüben) von Strategien | lernunterstützende Unterrichtsmethoden und Sozialformen |
| Hoher Anteil echter Lernzeit | Klassenführung | Beeinflussung von Verhalten in der Klasse | Klassenführung (Classroom Management) Frühe Einführung von Regeln und Routinen Konsequenter Umgang mit Störungen Gut geplante Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien |
| Vorbereitete Umgebung | | | |
| Klare Strukturierung des Unterrichts | Klarheit und Strukturierung | | |
| Inhaltliche Klarheit | | Klarheit der Lehrperson | |
| | Aktivierung | | Potential zur kognitiven Aktivierung, z. B. |
| | Schülerorientierung | Kognitive Entwicklungsstufe berücksichtigen Klassendiskussion | Aufgaben, die an Vorwissen anknüpfen Diskurs, der Meinungen der Schüler aufgreift Inhalte, die kognitive Konflikte auslösen |
| | Kompetenzorientierung | Problemlösendes Lernen Kreativitätsförderung | |
| Intelligentes Üben | Konsolidierung und Sicherheit | Nachdenken über das eigene Lernen Lerntechniken | |
| Transparente Leistungserwartungen | | Schülererwartungen/ Schüler-Selbstbeurteilung Formative Beurteilungen | |
| Lernförderndes Klima | Lernförderliches Klima | Positive Beziehung zwischen Lehrperson und Lernenden Regelmäßiges Feedback | Konstruktive Unterstützung z. B. Geduld und ein angemessenes Tempo Konstruktiver Umgang mit Fehlern Freundliche, respektvolle Beziehung |
| | Motivierung | Lernende nicht etikettieren | |
| Sinnstiftendes Kommunizieren | | Glaubwürdigkeit der Lehrperson | |
| Individuelles Fördern | Umgang mit Heterogenität | Lernlücken erkennen und schließen Intervention für Lernende mit besonderem Förderbedarf Intervention für Lernende mit hoher Begabung | |

Abb. 2: Vergleich der aktuell häufig diskutierten Kriterien für effektiven Unterricht

Was ist guter Unterricht, fragt (Meyer, 2004) im gleichnamigen Buch. Er nennt unter dem Begriff Kriterienmix zehn Merkmale, die einen guten Unterricht auszeichnen (vgl. Abbildung 2). Den Kriterienmix gewinnt Meyer in Absprache mit Kolleginnen und Praktikern als Mischung didaktischer und empirischer Merkmale auf Grundlage einer eigenen normativen Orien-

tierung (vgl. Meyer, 2004, S. 16–17). Der Kriterienmix konzentriert sich auf den überfachlichen Bereich des Unterrichts und zeigt keine Bezüge zu fachlichen bzw. fachdidaktischen Merkmalen des Unterrichts. Am Beispiel des Merkmals „Inhaltliche Klarheit“ wird dies deutlich: „Inhaltliche Klarheit liegt dann vor, wenn die Aufgabenstellung verständlich, der thematische Gang plausibel und die Ergebnissicherung klar und verbindlich gestaltet worden sind“ (Meyer, 2004, S. 55).

Helmke (2012) orientiert sich an 10 Merkmalen effektiven Unterrichts (vgl. Abbildung 2), die er aus entsprechenden empirischen Studien gewinnt. Zahlreiche seiner Kriterien sind vergleichbar mit Meyer (2004). Neu können aber drei Kriterien auch der Fachdidaktik zugeordnet werden: *Aktivierung*, *Schülerorientierung*, *Kompetenzorientierung*.

Hattie (2012) legt eine Metaanalyse vor und zeigt für Untersuchungen zur Sprache Einflüsse auf die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler mit relativ hoher Effektstärke ($d > 0.6$). Hierzu zählen *Vokabel- und Wortschatzförderung*, *wiederholendes Lesen*, *Lese-Verständnis-Förderung*. Aufgrund mangelnder Daten, also aufgrund des gewählten Designs der Hattie-Studie (Metastudie von Metaanalysen) konnten kaum weitere fachliche und fachdidaktische Einflussfaktoren aufgearbeitet werden.

Aktuelle empirische Studien lassen den vermeintlichen Schluss zu, die diskutierten Kriterien eines wirksamen Unterrichts seien unabhängig voneinander auf den oben beschriebenen sicht- und tiefenstrukturellen Ebenen zu analysieren (vgl. Abbildung 2). Da uns die Unterscheidung dieser beiden unterrichtlichen Ebenen aus fachdidaktischer Sicht sehr wichtig erscheint, kommen wir noch einmal darauf zurück: Die Sichtstrukturen liefern den von der Lehrkraft auch fachmethodisch inszenierten und von außen beobachtbaren Rahmen des Unterrichtens, während die Tiefenstrukturen auch die fachliche Qualität der Auseinandersetzung mit den Unterrichtsinhalten und die tatsächlich stattfindenden fachlichen Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler klären (Oser & Baeriswyl, 2001; für einen Überblick vgl. Kunter & Trautwein, 2013). Die Sichtstrukturen geben zwar das Unterrichtsgeschehen vor; insgesamt mehr Erklärungsmacht für die Wirkung des Fachunterrichts scheinen jedoch die Tiefenstrukturen zu haben. Diese sind in den Fachdidaktiken nur teilweise erforscht. Zu diesen Tiefenstrukturen zählen vor allem die Diagnose von domänenspezifischen Schülervorstellungen und die auf diesen diagnostischen Urteilen basierende kognitive Aktivierung und die konstruktive Unterstützung von Lernprozessen.

Gerade hinsichtlich der Fachabhängigkeit zeigen aber aktuelle Forschungsergebnisse, dass durch den Einbezug domänenspezifischer Merkmale noch bedeutsamere Effekte des Unterrichts zu erwarten wären (Baumert & Kunter, 2006; Schroeders, Hecht, Heitmann, Jansen & Kampa, 2013; Törner &

Törner, 2010). Seidel und Shavelson (2007) wünschen sich deshalb vermehrte domänenspezifische Forschung: „Researchers might consider investigating the effects of domain-specific teaching on learning processes and motivational-affective outcomes in more depth than is currently practiced.“ Die vorliegende Studienbuchreihe will gerade dieses Desiderat aufnehmen und das bestehende Wissen zu einem wirksamen Fachunterricht, also der Domänenspezifität der Unterrichtsqualität, zusammentragen. Hierfür wichtig sind vor allem auch erlernbare Lehrkompetenzen, die eine Lehrkraft in die Lage versetzen, ihre beruflichen Anforderungen professionell zu erfüllen.

Resümee

Aus den vorangehenden Abbildungen (1 und 2) entsteht nun ein Überblick über unterschiedliche Kriterien von Unterrichtsqualität aus verschiedenen Perspektiven: Das Angebots-Nutzungs-Modell stellt die Akteure des Unterrichts im Sinne einer angebotsgebenden und einer nutzenden Seite sich ergänzend gegenüber und macht die unterschiedlichen Einflussfaktoren auf die Wirksamkeit eines „guten“ Unterrichts deutlich. In Abbildung 2 werden unterschiedliche Kriterien von Unterrichtsqualität nebeneinander gestellt, um die Vielfalt der normativen und evidenzbasierten Dimensionen von Unterrichtsqualität aufzuzeigen. Mit dem vorliegenden Band wird nun der Blick auf das Unterrichtsfach Chemie gerichtet, und es werden domänenspezifisch Expertenmeinungen als Antworten auf zehn grundlegende Fragen zur Unterrichtsqualität verdichtet.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520.
- Bromme, R. (2014). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens. Reprint in der Reihe Standardwerke aus Psychologie und Pädagogik* (Reprints, Band 7). Münster: Waxmann.
- Fend, H. (2001). *Qualität im Bildungswesen: Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung* (2. bereinigte Aufl.). *Juventa-Paperback*. Weinheim, München: Juventa-Verl.
- Hattie, J. A. C. (2012). *Visible learning for teachers: maximising impact on learning*. Abingdon: Routledge.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (4. überarbeitete Aufl., Schule weiterentwickeln – Unterricht verbessern. Orientierungsband). Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Ilme, T. A. & Möller, J. (2015). „He who can, does; he who cannot, teaches?\": Stereotype threat and preservice teachers. *Journal of Educational Psychology*, 107, 300–308.

- Klieme, E. & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 222–237.
- Kohler, B. & Wacker, A. (2013). Das Angebot-Nutzungs-Modell. Überlegungen zu Chancen und Grenzen des derzeit prominentesten Wirkmodells der Schul- und Unterrichtsforschung. *Die Deutsche Schule*, 105 (3), 241–257.
- Kunter, M. & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Stuttgart: UTB.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. (2001). Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Learning. In: V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1031–1065). Washington, D.C.: American Educational Research Association.
- Reusser, K. & Pauli, C. (2010). Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht: Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht: Einleitung und Überblick. In: K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht* (S. 15–20). Münster: Waxmann.
- Schroeders, U., Hecht, M., Heitmann, P., Jansen, M. & Kampa, N. (2013). Der Ländervergleich in naturwissenschaftlichen Fächern. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 141–158). Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60 (6), 828–844.
- Seidel, T. & Reiss, K. (2014). Lerngelegenheiten im Unterricht. In: A. Krapp & T. Seidel (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 253–276). Weinheim [u. a.]: Beltz.
- Seidel, T. & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the last decade: Role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 454–499.
- Törner, G. & Törner, A. (2010). Fachfremd erteilter Mathematikunterricht – ein zu vernachlässigendes Handlungsfeld. *MDMV*, 18, 244–251.

MARKUS REHM

WIRKSAMER CHEMIEUNTERRICHT – EINE EINFÜHRUNG

Was ist wirksamer Chemieunterricht? Diese Frage stellen sich nicht nur Chemielehrerinnen und -lehrer, sondern ebenfalls Chemiedidaktiker /innen, Fachleiter /innen der Referendariatsphase und natürlich Lehramtsstudierende. Für die Beantwortung dieser vielleicht wichtigsten Frage für den Unterricht kommen in vorliegendem Buch Expertinnen und Experten zu Wort, die sich über viele Jahre wissenschaftlich sowie praktisch in der Schule mit den Fragen nach wirksamem Chemieunterricht beschäftigt haben.

Neu an diesem Ansatz ist die Herangehensweise: Für die spezifische Frage nach der Wirksamkeit des Chemieunterrichts werden in diesem Band schriftliche Experteninterviews eingesetzt, in denen die wichtigsten Erkenntnisse aus verschiedenen Perspektiven zusammengetragen und ausgewertet werden. Befragt wurden Expertinnen und Experten aus der Unterrichtspraxis, aus der Lehrerbildung sowie aus der chemiedidaktischen Forschung.

Die gesamte Expertise von Kolleginnen und Kollegen aus der Forschung, der Ausbildung der Zweiten Phase (Lehrerausbildung) und der Schulpraxis mit all ihren Forschungs- und Erfahrungshintergründen kann nun in verdichteter Form abgebildet werden und trägt damit zum besseren Verständnis der Qualität des Fachunterrichts bei. Im Gegensatz zu einer Verdichtung vor allem durch Metastudien (z. B. Hattie 2009), werden im vorliegenden Band dagegen die Expertinnen und Experten selbst nach der Interpretation ihrer Befunde, nach Transfermöglichkeiten empirischer Forschungsergebnisse sowie Ergebniseinschätzung anderer relevanter Studien, aber auch nach ihren Erfahrungen befragt. Ziel ist es, die Essenz dessen, was wirksamen Chemieunterricht ausmacht, herauszubekommen.

Dafür werden Fachdidaktiker /innen aus verschiedenen Hochschulen, Seminarleiter /innen und erfahrene Lehrkräfte befragt. Die Erkenntnisse dieser Expertinnen und Experten zu wirksamem Fachunterricht werden abschließend in einem Fazitkapitel kategorisiert und vergleichend analysiert. Leser /innen bekommen durch dieses Buch ein kompaktes, auf viel Expertenkompetenz basierendes Kompendium für einen effektiven Chemie-

unterricht und können sich einen Überblick verschaffen über die neueren Erkenntnisse zu einem Chemieunterricht, der wirksam und erfolgreich ist. Gerade die Beantwortung der schwierigen Frage, was im Chemieunterricht überhaupt *wirksam* sein kann und soll, wird in den Antworten durch die Autorinnen und Autoren aufgenommen:

Wirksam wird Chemieunterricht durch eine gute Verzahnung von Lern-Angeboten durch die Lehrkraft und entsprechender Nutzung dieser Lernangebote durch die Schülerinnen und Schüler. Die Interviews der Expertinnen und Experten zeigen deutlich, dass sich Lernangebote für einen wirksamen Chemieunterricht auf mindestens vier wichtige Bereiche stützen können:

- 1) die Diagnose von chemiespezifischen **Schülervorstellungen** und der daran anschlussfähige Umgang damit,
- 2) der fachdidaktisch abgestimmte und fachlich korrekte Einsatz der **Fachsprache**,
- 3) die für die Erkenntnisgewinnung effektive Platzierung von **Experimenten** sowie
- 4) der Einsatz von **Modellen** bzw. das Modellieren im Chemieunterricht.

Neben vielen anderen wichtigen Einflussfaktoren auf die Wirksamkeit heutigen Chemieunterrichts, welche die oben genannten vier Bereiche immer wieder tangieren, wie zum Beispiel der Umgang mit Vielfalt und Heterogenität, der Einsatz von Medien etc., ist der fachdidaktisch versierte Wechsel von Repräsentationsebenen chemiespezifischer Inhalte essenziell. Diese Repräsentationsebenen werden meist im sogenannten „Johnston-Dreieck“ dargestellt: die *Ebene der Phänomene* (das Beobachtbare), die *sub-mikroskopische Ebene* (die atomare Denkebene) und die *symbolische Ebene* (die Formensprache, Modelle etc.)

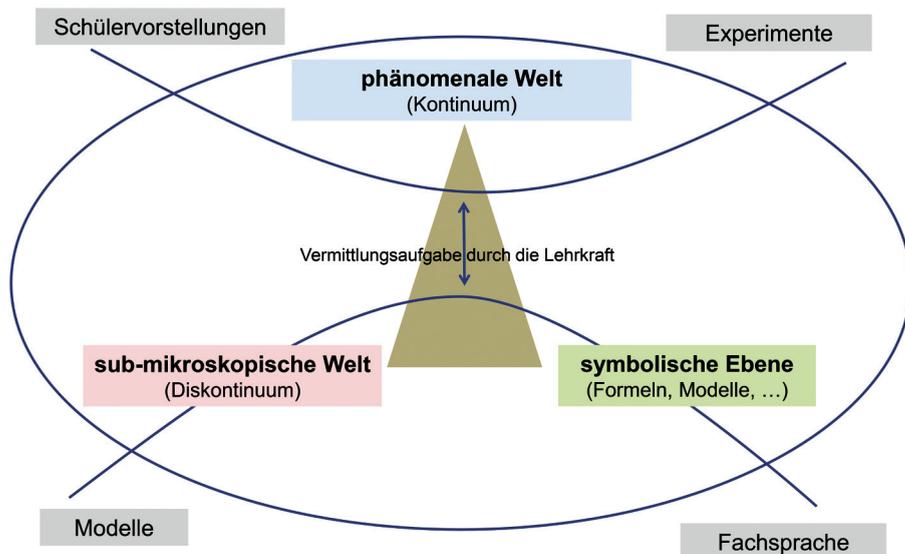


Abb. 2: Wichtige Bereiche wirksamen Chemieunterrichts und entsprechende Repräsentationsebenen des Johnstone-Dreiecks (Johnstone 1991)¹.

Die vier grau unterlegten Bereiche stellen hier keine abschließende Kategorisierung dar. Es sind Schwerpunkte, die von den Expertinnen und Experten in diesem Band herausgearbeitet werden. Die Bereiche tangieren die im Johnstone-Dreieck dargestellten Repräsentationsebenen unterschiedlich stark. So wird man Schülerinnen und Schüler im Anfangsunterricht der Chemie bei ihren Vorstellungen in der phänomenalen Welt „abholen“, um sie im weiterführenden Unterricht behutsam ins diskontinuierliche Denken sowie in die Formeln und Modelle der Chemie einzuführen. Experimente als ein Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung beginnen meistens im Bereich der phänomenalen Welt und verlangen in der zugehörigen Schlussfolgerung und Interpretation der Beobachtung einen Repräsentationswechsel unter Zuhilfenahme der submikroskopischen Welt sowie der Repräsentation durch Formeln und Modelle. Vor allem dieser Wechsel der Ebenen verlangt – unter Berücksichtigung der schrittweisen Einführung in die korrekte Fachsprache – eine fachdidaktisch versierte Führung im Chemieunterricht. Für die Lehrkraft ergibt sich eine „Vermittlungsaufgabe“ zwischen der phänomenalen Welt und der abstrakten Ebenen (submikroskopische Welt und symbolische Ebene).

¹ Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7 (2), 75–83.

Ein weiterer wichtiger Bereich, der zur Wirksamkeit des Chemieunterrichts beiträgt, ist die bereits bestehende, gute inhaltliche Strukturierung durch die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Über die Expertinnen und Experten hinweg besteht eine große Einigkeit darin, dass in einem wirksamen Chemieunterricht die vier Kompetenzbereiche *Umgang mit Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* gleichberechtigt angesteuert und gefördert werden müssen.

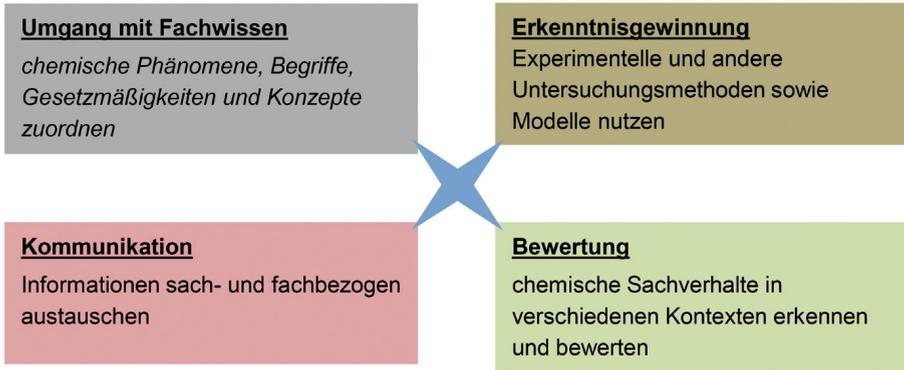


Abb. 3: Kompetenzbereiche der Bildungsstandards, Kultusministerkonferenz (KMK, 2005).

Neben den oben genannten Schwerpunkten eines guten und wirksamen Chemieunterrichts existieren weitere wichtige Bereiche, die durch die Expertinnen und Experten in den Interviews hervorgehoben werden. Ein weiteres Beispiel ist das „curriculare Fingerspitzengefühl“ der Lehrkraft, die es versteht interessante Kontexte in ihrer Komplexität so aufzubereiten, dass sie die Interessen der Schülerinnen und Schüler stärken und gleichsam fachliche Grundlagen im Unterricht festigen. Aber auch die Bedeutsamkeit des Bereichs der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) wird hervorgehoben und auf seine Wirksamkeit hinterfragt.

In dem sich alle Expertinnen und Experten mit den gleichen unten angeführten Fragestellungen auseinandersetzen, ergibt sich in diesem Band ein breites Spektrum an Expertise und Meinungen zur Wirksamkeit des Chemieunterrichts. Die Expertinnen und Experten haben zu diesen Fragen erwartungsgemäß unterschiedliche Antworten parat, die sie aus ihrer wissenschaftlichen und praktischen Expertise, aus ihren vertieften Erfahrungen und aus ihren Überzeugungen ableiten.

Der Auswahlprozess für die hier versammelten Fragen zum wirksamen Chemieunterricht war nicht leicht. Die Herausgeberinnen und Herausgeber aller Bände der Buchreihe „Wirksamer Fachunterricht“ für die verschiede-

nen Unterrichtsfächer einigten sich in einem intensiven Austausch auf grundlegende Fragen, die für alle Fachbände der Buchreihe nahezu gleichgestellt wurden. Weitere Fragen wurden für jedes Unterrichtsfach zusätzlich fachspezifisch gestellt. Es ist aufgrund der jeweiligen Fächertraditionen recht schwierig Fragen zu finden, die für wirksamen Unterricht in den unterschiedlichen Fächern ähnlich relevant sind. Dafür wurden vor allem Erkenntnisse aus bildungswissenschaftlichen Studien zum wirksamen Unterricht herangezogen, um ihre zentralen Ergebnisse fachspezifisch in eine Frageform zu transformieren. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, diese Erkenntnisse als Fragen für alle befragten Gruppen beantwortbar zu formulieren, sodass die Leserinnen und Leser einen persönlichen Nutzen aus den Antworten ziehen können. Daher haben wir in allen Bänden der einzelnen Unterrichtsfächer weitgehend auf bildungswissenschaftliches Fachvokabular verzichtet und zusätzlich zu jeder Frage einen kurzen erläuternden Vorspann vorangestellt. Die Interviewpartnerinnen und Interviewpartner hatten eine Höchstzahl an Seiten für das gesamte Interview zur Verfügung, die sie aber für die zehn Fragen selbst einteilen und gewichten konnten. Im Folgenden werden die Interviewfragen mit den erläuternden Texten, die allen Expertinnen und Experten schriftlich gestellt wurden, vorgestellt.

Das Buch kann auf verschiedene Art und Weise genutzt werden. Sie können die Beiträge nacheinander auf sich wirken lassen und unterschiedliche Perspektiven zum wirksamen Fachunterricht identifizieren. Sie können aber auch gezielt die Perspektiven einzelner Autorinnen und Autoren nebeneinanderstellen oder eine einzelne Frage herausgreifen, um die verschiedenen Sichtweisen der Autorinnen und Autoren zu kontrastieren.

Interviewfragen

Lehrpersonen müssen sich eine große Zahl von Kompetenzen aneignen. Inzwischen herrscht Konsens darüber, dass diese Kompetenzen, neben den Werthaltungen, den Fähigkeiten zur Selbstregulation und den motivationalen Fähigkeiten, vor allem in den Bereichen der jeweiligen Fachwissenschaft, der Fachdidaktik und der Pädagogik/Psychologie angesiedelt sein müssen.

Welches fachwissenschaftliche und fachdidaktische Wissen und Können der Lehrperson ist aus Ihrer Sicht für die Qualität des Politikunterrichts besonders wichtig?

Im Kontext verschiedener Bildungsstudien wurden Qualitätsmerkmale von wirksamem Unterricht empirisch herausgearbeitet. Oft werden diese Qualitätsmerkmale in Sicht- und Tiefenstrukturen unterschieden. Unter der Sichtstruktur des Unterrichts versteht man alle Merkmale, die direkt durch Beobachtung zugänglich sind, zum Beispiel wechselnder Methodeneinsatz. Die Tiefenstrukturen sind diejenigen Merkmale, die sich der direkten Beobachtung entziehen, aber in hohem Maße für die Qualität des Unterrichts verantwortlich sind, zum Beispiel in welchem Maße Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts kognitiv aktiv sind oder wie sich die Schülerinnen und Schüler individuell unterstützt fühlen.

Welche Qualitätsmerkmale halten Sie für den Chemieunterricht für essenziell?

Die Fülle an Lernumgebungen sowie Lehr-/Lernformen, die in Methodenbüchern dargestellt werden, sollten eigentlich das Unterrichten erleichtern. Doch die Vielfalt der Möglichkeiten kann auch verunsichern oder zur Willkür verführen. Lehramtsstudierende und Lehrpersonen in der Praxis stehen deshalb oft vor der Frage, welche Methode oder Lernumgebung sie nun einsetzen sollen, um den Chemieunterricht besonders wirksam werden zu lassen.

Welche Lernumgebungen und Lehr- / Lernformen halten Sie für einen wirksamen Chemieunterricht für besonders bedeutsam?

Grundlage für einen wirksamen Fachunterricht ist die optimale Passung zwischen den Lernangeboten und den Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern. Damit die Passung gelingt, müssen diese Lernvoraussetzungen in die Planung für einen differenzierenden/individualisierenden Unterricht einbezogen werden.

Wie sieht eine gute Differenzierung / Individualisierung Ihrer Meinung nach im Chemieunterricht aus?

Standardsituationen sind im Unterricht wiederkehrende Situationen, welche die Unterrichtsqualität absichern sollen, z.B. Lesegelegenheiten, Arrangieren von Übergängen usw.

Welche immer wiederkehrenden fachspezifischen Herausforderungen im Unterrichtshandeln müssen Ihrer Meinung nach die Lehrpersonen bewältigen, um im Chemieunterricht eine angemessene Unterrichtsqualität garantieren zu können?

Mit dem Übergang von der Input- zur Output-Orientierung gewinnen Lern- und Leistungsaufgaben an Bedeutung. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine bestimmte Aufgabe, also ein Problem, durch die Schülerinnen und Schüler gelöst werden kann, wenn sie die entsprechende Kompetenz besitzen.

Worauf gilt es bei der Entwicklung und dem Einsatz von Aufgaben bzw. Aufgabensets im kompetenzorientierten Chemieunterricht besonders zu achten?

Die Fülle an Konzepten, Untersuchungen und praktischen Umsetzungsvorstellungen von erfahrenen Fachdidaktiker/innen und Lehrer/innen überfordern manchmal die Studierenden, Referendar/innen oder Junglehrer/innen. Daher können wenige gezielte Impulse für einen wirksamen Chemieunterricht hilfreich sein.

Welche Schritte empfehlen Sie aufgrund Ihrer wissenschaftlichen bzw. erfahrungsbasierten Expertise als „first steps“ für angehende Chemielehrer/-innen, die sie für guten Chemieunterricht umsetzen können?

Jede Fachdidaktik, jedes Unterrichtsfach hat Besonderheiten, die es gegenüber anderen Fächern und gegenüber allgemeindidaktischen Herangehensweisen auszeichnet.

Was ist Ihrer Ansicht nach das Besondere am Chemieunterricht?

Forschendes Lernen hat eine zentrale Bedeutung für den Chemieunterricht. Unter diesem Begriff existieren unterschiedliche Ansätze, wie zum Beispiel verschiedene Formen des Inquiry Based Learnings, des Problem Based Learnings etc., die ihrerseits wieder unterschiedliche Lern- bzw. Arbeitsschritte favorisieren, zum Beispiel zirkuläre Arbeitsschritte (Forschungszyklus, Scientific Inquiry Cycle etc.) oder offene, eher prozessbezogene Arbeitsschritte (Problem Based Learning).

Welche zentralen Merkmale des forschenden Lernens halten Sie für notwendig, um Chemieunterricht wirksam zu gestalten?

Das Lernen über die Naturwissenschaften im Allgemeinen wird in den letzten Jahren verstärkt eingefordert. Dies zeigt zum Beispiel die wachsende Bedeutung des Themas Nature of Science. Schülerinnen und Schüler sollen aus dieser Perspektive im Chemieunterricht nicht nur Inhalte der Chemie, sondern auch etwas über das Wesen der Naturwissenschaften bzw. das Wesen der Chemie erfahren.

Welche fachlichen und fachdidaktischen Aspekte erachten Sie als bedeutsam, damit das Lernen zum Wesen der Naturwissenschaften wirksam wird?

Neue Medien wie Smartphones und Tablets treten gerade im Chemieunterricht verstärkt in Konkurrenz mit herkömmlichen Unterrichtsmaterialien wie Schulbücher, Mikroskope usw.

Welchen Umgang mit herkömmlichen bzw. neuen Medien empfehlen Sie im Chemieunterricht?