

Chemiedidaktik 2006

Die schulchemische Bildungslandschaft wird vom Pisa-Geist gestaltet. Output-Kontrollen, Schul- und Unterrichtsinspektionen, Kompetenzexpertisen, Standarddiskussionen liegen als Kräfte einer geforderten Qualitätsoffensive im Trend. Chemiedidaktik ist herausgefordert, die Effektivität ihrer Lehre zu überprüfen. Dieser Anspruch ist hoch.

Das Ungewisse ist gewiss ...

◆ ...und in der Forschergemeinschaft die Ahnung, dass chemiedidaktische Ausbildungsprozesse Chemieunterricht noch nicht so beeinflusst haben wie angestrebt.¹⁾ Zwar werden Anforderungen diskutiert, formuliert und standardisiert,²⁾ aber darauf bezogene studentische Lerneffekte interessierten nicht wirklich.³⁻⁵⁾ Studentische Schwierigkeiten, Ein- und Vorstellungen werden erforscht⁶⁾ und in der Lehre berücksichtigt. Der hohe Anspruch besteht, Studierende professionell auszubilden.⁷⁾ Chemiedidaktik als wissenschaftliche Disziplin bereitet sich auf jene Kärner-Arbeit vor, die der schulischen Praxis bereits zugemutet wird. Berufliches Handeln reflektierende Ausbildungsentwürfe und -probleme in Vergangenheit⁸⁾ und Gegenwart⁹⁾ fordern auf, studentische Lernprozesse und angestrebte Veränderungen messbar zu machen. Wissens-, Könnens- und Leistungsdiagnosen nehmen die Verantwortung der Chemiedidaktik für die

Ausbildung angehender Chemielehrkräfte besonders ernst. Solche Aktivitäten sind notwendig und helfen, strukturelle Verbesserungen der Lehre durchzusetzen. Wenn die Zweite Phase, das Referendariat, an „verlässliche“ Fakten zum Ausbildungsstand und -niveau anknüpfen kann, wird chemiedidaktisches Wissen mit Wissens-elementen der Zweiten Phase verzahnt sowie idealer und notwendigerweise erweitert. Wie dies zu bewerkstelligen wäre, ist immer noch ein ungelöstes Problem.¹⁰⁾

Allmählich formen sich entsprechende Forschungsinteressen. Sie setzen auf studentische Rückmeldungen durch breit gefächerte Meinungs- und Bewertungserhebungen^{11,12)} oder reflektierende Selbstevaluationen durch forschendes, handlungsorientiertes Lernen.¹³⁻¹⁵⁾ Sie sind hochschuldidaktisch essentiell. Noch wenig bekannt ist, inwieweit Lehramtsstudierende

- chemiedidaktische Begrifflichkeiten insgesamt und in ihren differenzierten Bedeutungsvorstellungen lernen und verstehen,
- Begriffe im Sinne einer kognitiven Struktur verknüpfen,
- Vorstellungen mit solchen Begriffen verbinden, die als „Oberbegriffe“ differenzierte Bedeutungen assoziieren,
- Begriffsinhalte durch Handlungs- und Praxisbezüge im Unterrichtspraktikum verstehen können,
- ihr Begriffswissen im Verlaufe des Studiums erweitern.

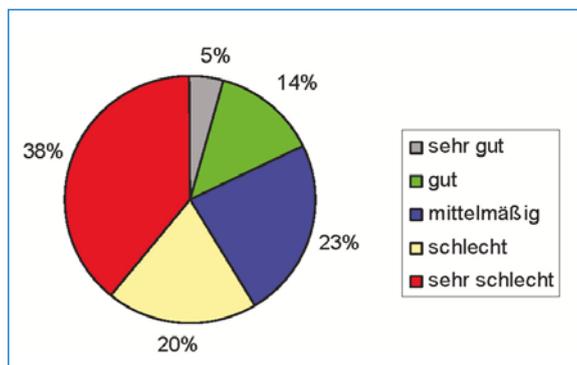
Studierende bewerten allerdings das Lehramtsstudium Chemie.¹¹⁾ Einschätzungen des chemiedidaktischen Studiums lassen keine Rückschlüsse auf studentische Leistungsprofile und Wissensstände zu, aber Interpretationen, wenn sie mit weiteren Daten vernetzt werden. Sie spiegeln also Randbedingungen von Lehre.¹⁶⁾

Erste Gewissheiten – Studienanfänger und -absolventen

◆ Zum einen gelingt es selten, Grundlagenwissen bei Studierenden so einzuwurzeln, dass Verstehenszuwachs – im Sinne eines conceptual growth¹⁷⁻²²⁾ stattfindet. Zum anderen kritisieren Studierende hochschuldidaktische Orientierungen und strukturelle Bedingungen der chemiedidaktischen (und chemischen) Lehre.^{10,11,23,24)} Weiterhin beklagen Referendarausbilder ein wenig entwickeltes chemiedidaktisches Begriffssystem – und einseitige oder eingeschränkte Handlungsmöglichkeiten.²⁵⁻²⁷⁾ So war es zunächst naheliegend, über Fortbildungsangebote auf Lehrerverhalten einzuwirken,²⁸⁻³⁵⁾ etwa an den Hochschulstandorten Dortmund, Essen, Frankfurt a. M., Jena, Oldenburg, Rostock.

Lehrevaluationen bieten die Chance, im Sinne von Konsistenzanalysen Lehrabsichten an Lehrwirkungen zu messen.³⁶⁾ In Unterrichtspraktika nutzen Studierende u. a. chemiedidaktisches Grund-

Abb. 1. Rück Erinnerungen von Referendaren zu Beginn ihrer Tätigkeit. Die Prozentangaben beziehen sich auf die relativen Anteile der Antworten auf die Frage „Wie schätzen Lehramtskandidaten die Qualität der chemiedidaktischen Ausbildung in der ersten Phase ein?“



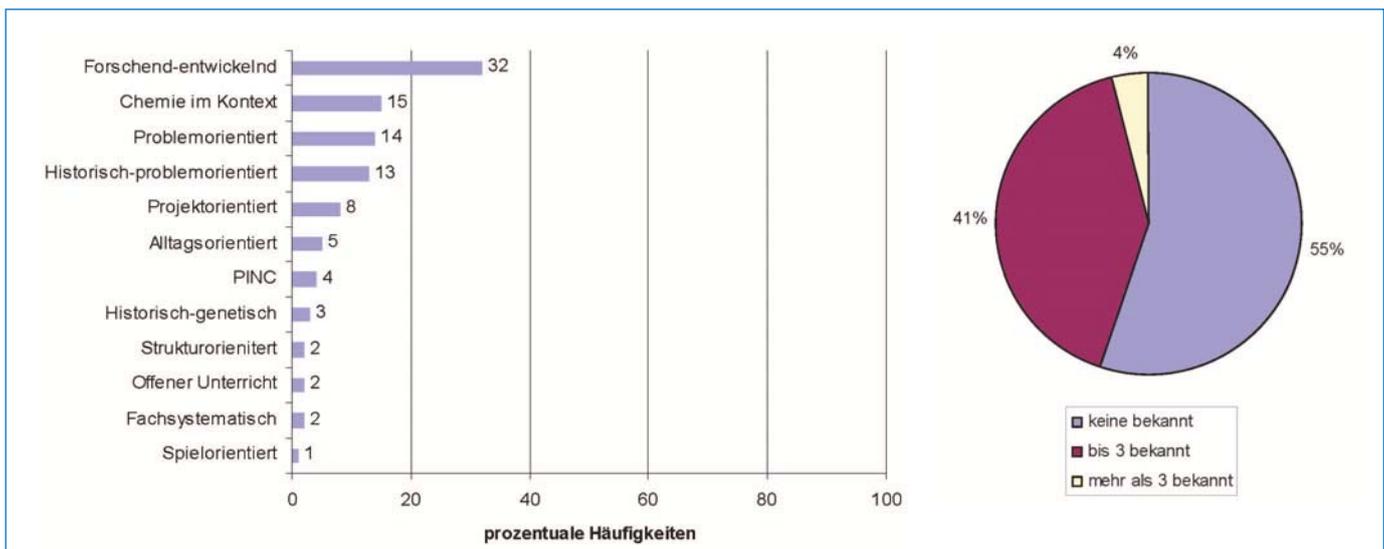


Abb. 2. Links: Nennungen chemiedidaktischer Konzeptionen insgesamt. Rechts: Nennungen chemiedidaktischer Konzeptionen je Referendar.

lagenwissen für Handlungsabläufe. „Planung“, „Analyse“ und „Durchführung“ von Unterricht sind sensible Gradmesser professionellen Lehrerverhaltens.³⁷⁾ Bekannt ist,

- dass Studierende Schwierigkeiten haben, gedankliche Überlegungen als Planungsentwürfe zu fixieren,²³⁾
- dass in Planungen entgegen studentischer Absichten Schülerorientierungen vernachlässigt werden,^{38–43)}
- dass Fachstrukturen unmittelbar in Unterrichtsmethode überführt werden,^{44–47)}
- dass Unterricht prozedural (im Sinne von „Wenn“-„Dann“-Festlegungen) aufgebaut wird.^{46,48,49)}

Lehramtsstudierende in anderen Ländern haben ähnliche Probleme.^{50–52)} Aktuelle Forderungen, diese Schwierigkeiten durch qualitativ verbesserte Praxisanteile zu verringern,⁵³⁾ nehmen Vorschläge der Vergangenheit auf.^{54,55)} (Lehrer)Experimente werden medial (als Illustration chemischer Fachbegriffe) und methodisch (als Verhaltensanreiz) eingeplant, jedoch noch unsicher durchgeführt.^{17,23,38)} Im Unterricht selbst werden Verstehensprobleme von Schülern selten wahrgenommen, auch wenn dies durch Schülerverhalten erkennbar ist, etwa bei Bedeutungsvorstellungen, Schülerfragen, -bemerkungen und -antworten, Anwendungen von Modellvorstellungen. Begriffliche Erklärungen werden als effektive Lernhilfe bevor-

zugt.^{23,46)} U. a. verfügen Studierende noch nicht mit jener Sicherheit über chemiedidaktische Fachbegriffe, die entsprechende Wahrnehmungen in der komplexen Unterrichtssituation leiten und Mut zu situativen Entscheidungen begünstigen.^{42,43)} Studierende⁵⁶⁾ haben deshalb ähnliche Schwierigkeiten wie Schüler/Schülerinnen,^{57–59)} chemische Experimentalapparaturen und experimentelle Effekte realitätsgerecht wahrzunehmen und zu entwerfen.

In Analysegesprächen wird die studentische Einstellung deutlich, unterrichtliche Abläufe an der Realisation des Planungsentwurfs zu messen und zu beurteilen, auch wenn empfohlen wird, unterrichtliche Gestaltungsspielräume aus der Situation zu schöpfen und/oder bei Planungs-

entscheidungen zu bedenken.⁸⁾ Studierende werden deshalb angeleitet, an „eigenem“ Unterrichtsverhalten chemiedidaktische Phänomene zu reflektieren^{16,18,20,21,60–64)} und Fakten zu beurteilen. Schon lange ist zu beobachten, dass Studierende chemiedidaktische Erkenntnisse z. B. planerisch nutzen, ohne nachzuprüfen, ob deren Ansprüche faktisch belegbar sind. Dieses bewährte Prinzip⁶⁵⁾ ist – neben der Normenanalyse von Unterricht – immer gefragt. Es hilft, autonomes Handeln anzubahnen. Studentische Forschungsarbeiten, zumal als Examensarbeiten,^{66,67)} sind geeignet, entsprechende Reflexionskompetenzen zu festigen und Studienabsichten zu exponieren (vgl. <http://chemie.uni-paderborn.de/fachgebiete/dc/>).

Abb. 3. Entwurfssequenz eines Referendars (zu Beginn der Zweiten Phase): Orientierung an chemischen Strukturen, gekoppelt mit Begriffserklärungen.

Thema: Atommodelle von Dalton und Rutherford (Klasse 9)

Stundenverlauf (Kurzform)

Phase 1:

L. nimmt Thema: „Welche Vorstellungen über den Aufbau der Atome hatte man früher?“

L. gibt Aufgabe: „Lest im Lehrbuch, macht Notizen zu den Atommodellen von Dalton und Rutherford (Erfinder, Versuche, Modellbeschreibung).“

Phase 2:

S. lesen im Lehrbuch, machen sich Notizen.

Phase 3:

S. tragen Ergebnisse zusammen.

L. ergänzt ggf.

Didaktischer Kommentar (Auszüge)

- Kenntnis des Atombaus ist essentiell für die Erklärung chemischer und physikalischer Phänomene

- Schüler erkennen in der historischen Entwicklung, wie durch Experimente bestehendes Wissen hinterfragt wurde

- Ziel, bei den Schülern ein Grundverständnis zu entwickeln

- Schüler lernen, wie sich Modellvorstellungen verändert haben

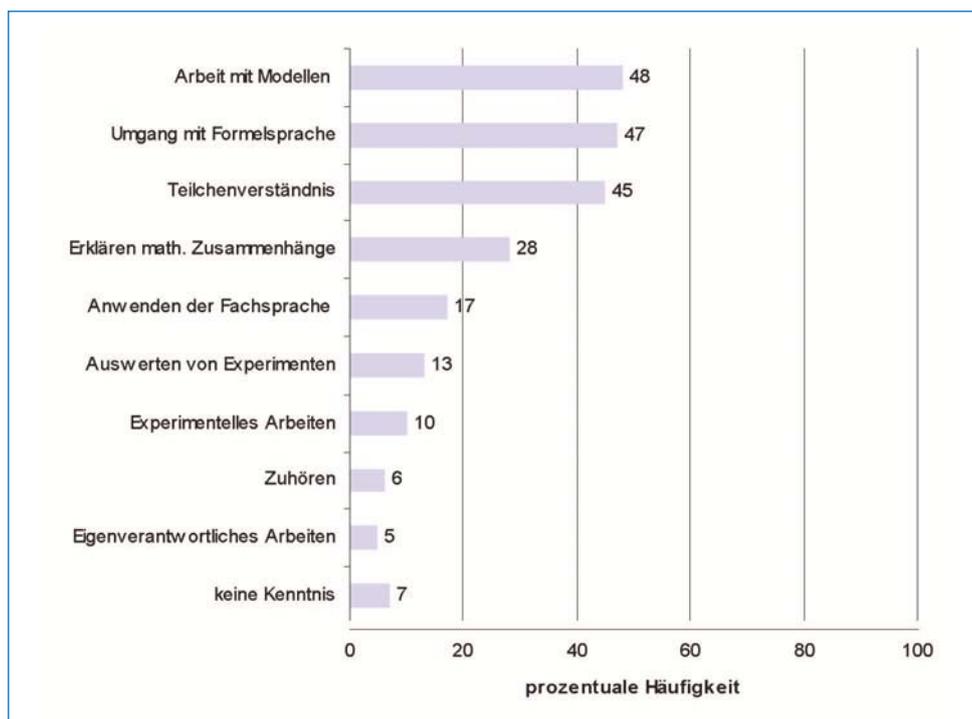


Abb. 4.
Von Referendaren
benannte Schüler-
schwierigkeiten.

Gelegentlich ist versucht worden, „Wissenszuwächse“ von Studierenden im Studienverlauf zu quantifizieren,⁶⁸⁾ u. a. auf den Aspekt „Wissen über Schülerverhalten“ bezogen. Das Ausbildungsziel, wie Schülerorientierungen im Denken von Studierenden verankert (Wissen) und unterrichtlich beachtet werden können (Handlung), wird dazu operationalisiert, durch Kriterien messbar gemacht und über einen Punktescore statistisch erfasst. Anfänger wissen mit durchschnittlich 18% weniger als Absolventen, die etwa 40% des maximalen Punktescores errei-

chen. Dieser Zuwachs – individuell werden mit 60 bis 70% höhere Werte erreicht – ist nicht allzu hoch, obwohl Studierende das Lehrziel „Schülerorientierung“ bestätigen.¹⁴⁾ Überraschend ist, dass Anfänger bereits über „objektive“ Wissensbestände verfügen, an die hochschuldidaktisch anzuknüpfen ist. Absolventen verwenden deutlich mehr Begriffe als Anfänger, und sie begründen etwa methodische Entscheidungen oftmals mit Blick auf den chemiedidaktischen Gesamtzusammenhang, zeigen also ansatzweise Expertenwissen. Insgesamt

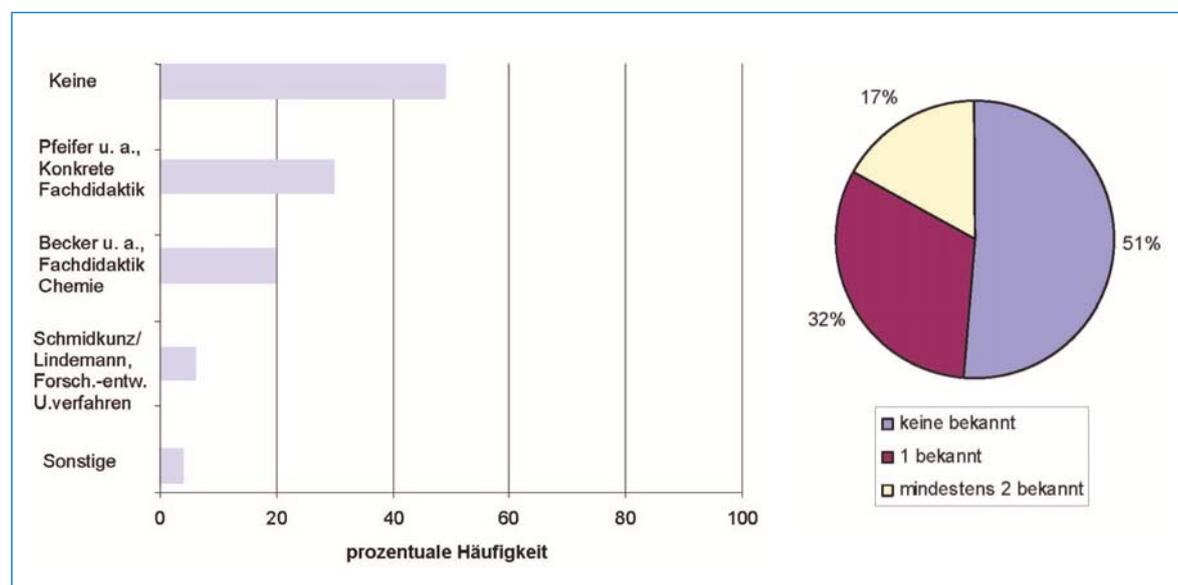
dominiert isoliertes Faktenwissen; die Wissens Elemente stehen nicht im Zusammenhang mit sich selbst.^{17,27)}

Allgemein positiv auf Lehramtsstudierende wirkt sich aus, wenn Fortbildungsaktivitäten mit studentischen Ausbildungszusammenhängen verklammert,^{12,70,71)} wenn individualisierte Lernumgebungen gestaltet¹²⁾ und wenn offene oder projekt- sowie forschungsorientierte Lehrstrategien verfolgt werden.^{72–78)}

Mehr als Gewissheiten – Referendare zu Beginn des Vorbereitungsdienstes

◆ Referendarausbilder betonen immer wieder die Hilfestellungen, die Referendare gerade in den ersten Monaten ihrer Unterrichtstätigkeit benötigen. Chemiedidaktische Erkenntnisleistungen werden möglicherweise wenig effektiv vermittelt. Reflexionen über Unterricht und die eigene Lehrerrolle werden als hochschuldidaktische Lernchancen erst ansatzweise ermöglicht. So verwundert es nicht, dass ca. ein Viertel der Referendare vom „Praxischock“ betroffen ist.⁷⁹⁾ Diese Bewertungen korrelieren mit Anfangsschwierigkeiten von Referendaren zu Beginn der Zweiten Phase. Sie fordern insgesamt zu Forschungsarbeiten auf, die als bundesweit angelegte Untersuchungen die Erkenntnislage präzisieren. Die Auswertung einer entsprechenden Studie ist zwar noch

Abb. 5
Links: Nennungen
von chemiedidaktischen
Lehrwerken
insgesamt.
Rechts:
Nennungen von
chemiedidaktischen
Lehrwerken je Refe-
rendar.



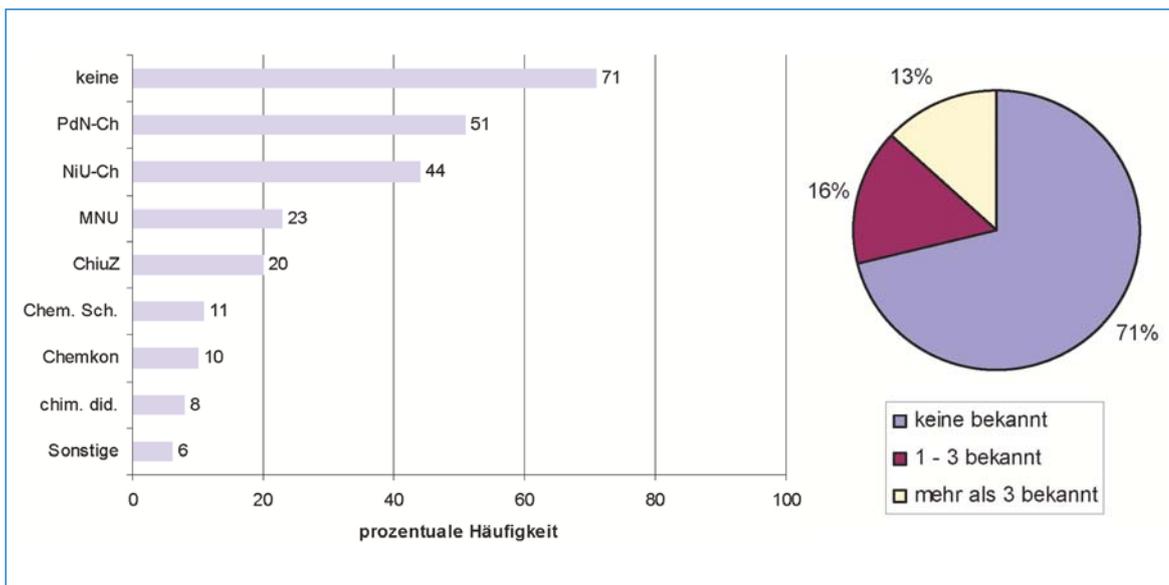


Abb. 6. Links: Nennungen chemiedidaktischer Zeitschriftenliteratur insgesamt. Rechts: Nennungen chemiedidaktischer Zeitschriftenliteratur je Referendar.

nicht abgeschlossen, aber erste Statistiken liegen vor⁸⁰⁾ – und im Trend.

Gut 50% der befragten Referendare fühlt sich unzureichend auf das Referendariat vorbereitet (Abbildung 1, S. 320). Sie nehmen zu Beginn ihres Vorbereitungsdienstes Defizite bei Planung, Durchführung und Reflexion von Chemieunterricht wahr. Sie wünschen (nachträglich) eine verstärkte Gewichtung fachdidaktischer Lehrveranstaltungen, die u. a. beispielhaft konkretisieren, wie Inhalte „schülergemäß“ geplant und unterrichtet werden – immer mit Bezug auf konkrete Lerngruppen.⁸¹⁾ Für das Unterrichtspraktikum während des Studiums, von zwei Dritteln der Studienreferendare absolviert, wird eine umfassende Vor- und Nachbereitung ange-mahnt.

Jeder Lehramtskandidat unterliegt im Verlauf seiner Ausbildung Bedingungen, welche die Bildung beruflicher Kompetenzen steuern. Sie differieren je nach Hochschule.^{11,16)} Insgesamt sind chemiedidaktische Kenntnisse indifferent und „lückenhaft“, bezogen auf die chemiedidaktische Erkenntnislage bzw. Systematik.⁸²⁾

Chemiedidaktische Lehrveranstaltungen thematisieren überwiegend Experimente sowie Planung und Lehrverhalten allgemein; Schülerverhalten bleibt nach wie vor vernachlässigt. 45% der Referendare berichten von Lehrveranstaltungen,

in denen primär fachwissenschaftliche Inhalte thematisiert wurden.⁸³⁾

Differenziertes Wissen über chemiedidaktische Konzeptionen – ein Schwerpunkt chemiedidaktischer Forschungen der letzten Zeit – existiert nicht (Abbildung 2). Am bekanntesten ist das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren,^{84,85)} das vor allem mit Experimenten assoziiert wird. Das entsprechende Lehrwerk ist kaum bekannt (Abbildung 5). Die von vielen Chemiedidaktikern propagierte Konzeption „Chemie im Kontext“ nennen 15% der Referendare. Unpräzise Begriffskennzeichnungen der Einzelverfahren spiegeln unzureichende Bedeutungsvorstellungen des Begriffs „Konzeption“, dem offensichtlich als (abstrakter) Oberbegriff keine klassifizierende Bedeutung zugemessen wird. Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren wird z. B. dargestellt als

- eine experimentelle Methode,
- ein Unterrichtsverfahren in fünf Stufen,
- didaktisches Prinzip der Induktion oder der Deduktion.

Auswahl und Legitimation von Unterrichtsthemen werden von fachwissenschaftlichen Zusammenhängen und Strukturen determiniert (Abbildung 3).

Auffällig zu Beginn des Referendariats sind

- an der Sachstruktur orientierte Verlaufsplanungen,

- kompakte Vermittlung und unreflektierte Verwendung der Formelsprache,
- „selbstverständlicher“ Umgang mit chemischen Fachbegriffen,
- experimentelle Unsicherheiten,
- die Erarbeitung abstrakter Inhalte über Begriffserklärungen,
- motivationale Begründungen für unterrichtliche Experimente,
- Vernachlässigung variabler Planungsansätze,
- keine Kenntnisse interthesentheoretischer Konstrukte oder sozialpsychologischer Zusammenhänge. Schülervorstellungen und -schwierigkeiten werden selten bedacht, obwohl immerhin die Hälfte der Referendare Teilchenvorstellungen, Modelle und Formelsprache als Problemfelder für Schüler benennt (Abbildung 4).

Fachdidaktische Literatur wird eingegrenzt wahrgenommen (Abbildungen 5, 6). Selbst die erlebten Schwierigkeiten der berufspraktischen Arbeit fördern die Auseinandersetzung mit chemiedidaktischer Zeitschriftenliteratur anscheinend nicht, zumal aus dem Studium chemiedidaktische Lehrbücher und Fachzeitschriften wenig bekannt sind. 50% der Befragten kennen kein chemiedidaktisches Lehrwerk, aber fast alle Referendare können zu allen Teilgebieten der Chemie ein Lehrbuch benennen. Auf Nachfrage werden mitunter einige allgemeindidaktische Buchpublikationen genannt. Entsprechend nutzen Referendare

für ihre ersten Planungen – wenn überhaupt – die Lehrbücher ihrer Schüler.^{86,87)} Allerdings zeigt sich das Bemühen, Studierende an einschlägige Literatur heranzuführen.^{76,88,89)} Nach wie vor lassen sich Referendare in ihrem Handeln von eigenen Erfahrungen als „chemiebegeisterter Schüler“ und von persönlichen Vorstellungen^{5,50,90–92)} leiten.

Referendare verfügen für ihre beruflichen Tätigkeiten „Planung“, „Durchführung“, und „Reflexion“ eingangs der Zweiten Phase über wenig professionelles Wissen. Nach Auffassung vieler Seminarleiter reicht dies für die unterrichtspraktische Arbeit nicht aus. Der Befund stützt Ansätze, die eine innere Reform der Chemielehrerausbildung fordern.^{93,94)}

Da letztlich Chemielehrkräfte Innovationen in Schule umsetzen müssen, ist das inhaltliche Profil der Ausbildung mit Blick auf die Gesamtsituation „Chemieunterricht“ zu schärfen. Die Aufgabe der Chemiedidaktik, das „Lehren und Lernen von Chemie unter Randbedingungen“, ist als hochschulübergreifendes Curriculum zu fokussieren.³⁾ Daran wird seit langem gearbeitet. Studierenden (wie auch Referendaren) ist differenziertes chemiedidaktisches Wissen zu vermitteln. Es gewinnt an Bedeutung, wenn es aktiv durch (auch unterrichtliche) Erfahrungen konstruiert wird.

Ziel sind immer auf Schulpraxis bezogene Handlungskompetenzen. Chemielehrer sind mehr als nur „Experten für Chemie“. Somit vervollständigen erst auf Unterrichtsprozesse ausgerichtete fachdidaktische (und erziehungswissenschaftliche) Studienanteile eine professionelle Berufsvorbereitung.⁹⁵⁾ Möglicherweise muss das Re-



Hans-Jürgen Becker

ist seit 1995 Professor für Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Davor war er an der TU und der FU Berlin, von 1967 bis 1975 haupt-, bis 1986 nebenberuflich in unterschiedlichen Funktionen im Berliner Schuldienst tätig. 1978 hat er bei Wolfgang Glöckner promoviert, 1992 sich an der FU Berlin habilitiert. Forschungsschwerpunkte sind konzeptionelle und hochschuldidaktische Themen sowie die Grundlegung einer systematischen Chemiedidaktik.



Bettina Labahn

hat ein Lehramtsstudium Chemie und Latein an der FU Berlin absolviert und 2000 in Chemiedidaktik bei Hans-Jürgen Becker promoviert. Nach dem Referendariat in Berlin ist sie seit 1997 als Studienrätin am Ev. Gymnasium Neuruppin (Brandenburg), seit 1999 als Fachseminarleiterin für Chemie am Studienseminar Neuruppin tätig. Sie habilitiert sich derzeit im AK Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Forschungsschwerpunkt ist u. a. die Konzeption, Gestaltung und Evaluation der Chemielehrerausbildung.

ferendariat neue Wege gehen,^{96–98)} dabei aber Sackgassen vermeiden.^{99–101)}

Reflexionen „trainieren“ – Lehr- und Lernchancen

◆ Damit Chemieunterricht von differenzierten Erkenntnisleistungen profitiert, sind fachdidaktische Begriffe und ihre Bedeutungen systematisch, aktiv-konstruierend und vernetzt zu vermitteln. Durch differenziertes Handeln oder Tätigsein während der Ausbildung werden abstrakte Begriffsinhalte und -strukturen anschaulich und praktisch erfahren, (vielleicht) verstanden und behalten. Wenn zusätzlich an der Hochschule „geübt“ wird, dieses Wissen zur (Selbst)Kritik von Handlungen, Tätigkeiten und Absichten einzusetzen, dann bestehen Hoffnungen, die für berufliches Handeln so hilfreichen Reflexionskompetenzen anzubahnen – als alter Trend von morgen.^{91,102–112)}

Die Umstellung auf Bachelor und Master darf Lehrvoraussetzungen nicht so verschlechtern,¹¹³⁾ dass auf studentische Reflexionen, z. B. „vor“

und „nach“ selbständigem Unterricht, verzichtet werden muss. Im AK Chemiedidaktik der Universität Paderborn beispielsweise werden chemiedidaktische Grundqualifikationen von Referendaren (N = 198) zu Beginn des Vorbereitungsdienstes dokumentiert und analysiert. Die bundesweit angelegte Erhebung (Fragebögen, Interviews) präzisiert die Erkenntnislage. Das Forschungsprojekt wird als Habilitationsverfahren vom Fonds der Chemischen Industrie gefördert.

Der Trendbericht basiert auf der im AK Chemiedidaktik der Universität Paderborn verfügbaren Datenbank FADOK (Zeitschriftenliteratur, N = 43 000 Einträge). Gleichzeitig konnte auf die Datenbank BUEODK (Bücher, N = 300 Einträge), die derzeit angelegt wird, zurückgegriffen werden.

Hans-Jürgen Becker, Paderborn

Bettina Labahn, Paderborn

Die Literaturliste zu diesem Trendbericht steht im Internet zum Download bereit:
www.gdch.de/taetigkeiten/nch/download/litlist.htm



KARRIERESERVICE

GDCh

STELLENMARKT

GDCh-Karriereservice und Stellenmarkt
Varrentrappstraße 40-42
60486 Frankfurt am Main

Tel. 0 69/7917-665
Fax 0 69/7917-322

E-Mail karriere@gdch.de
stellenmarkt@gdch.de