

Chemiedidaktik 2012

Empirische Forschungen erweitern seit je her den chemiedidaktischen Erkenntnisstand. Ziel sind Theorien und Modelle zum Chemielernen und -lehren. Bildungs- und Planungsentscheidungen sollen objektiviert werden und vor allem auf Modellen beruhen. Der Anspruch „Voraussage“ ist hoch.

Empirie – im Aufwärtstrend

◆ Eine chemiedidaktische Diskussion über Forschungsfragen ist erst etwa in den frühen 1980er Jahren in Gang gekommen, in der Literatur mit dem Schlagwort „Empirische Wende“ belegt. Dafür ist die Zunahme des Anteils an Publikationen mit empirischem Schwerpunkt seit Anfang der 1990er Jahre symptomatisch, vor allem von Beiträgen, die Empirie als Forschungsqualität reflektieren (Abbildung 1, grüne Kurve). Der überwiegende Teil der Veröffentlichungen beschreibt Resultate empirischer Arbeiten (Abbildung 1, blaue Kurve).

Empirische Forschungsansätze gelten als Garant für objektive Untersuchungsverfahren, als wertfreie Kontrollinstrumente und als wissenschaftslogische Prüfinstanzen. Sie generieren fast unbegrenzt Informationen über den Forschungsgegenstand. Empirisch orientierte Forschungsvorhaben sind heute Maßstab für Förderung durch Drittmittel, etwa von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, und Anforderungskriterium für die Besetzung chemiedidaktischer Professuren.

Methodologische Forschungsprobleme werden intensiv diskutiert, darunter

- das Verhältnis unterschiedlicher, den Themen der Chemiedidaktik angepasster Arbeitsmethoden,
- Metapositionen in der Forschergemeinschaft und subjektive Werthaltungen des einzelnen Forschers,

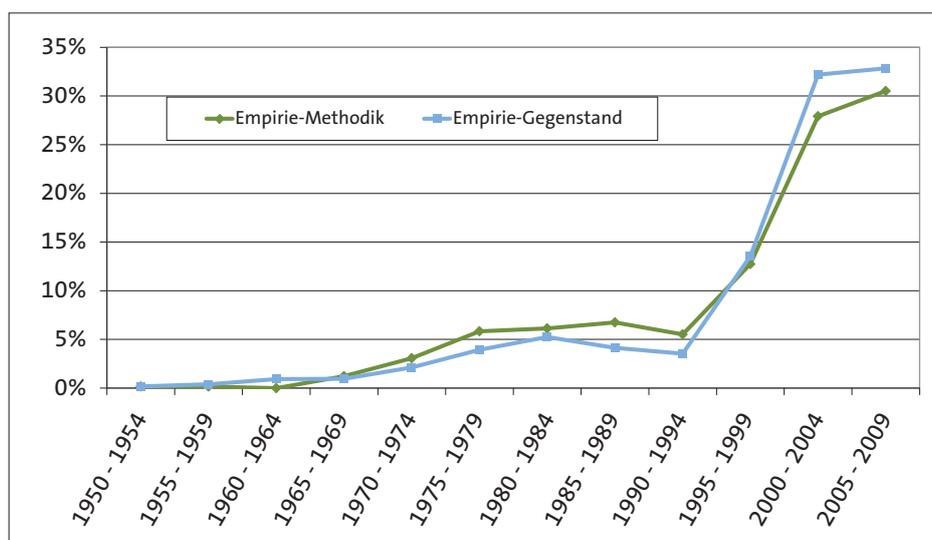


Abb. 1. Publikationen mit empirischem Schwerpunkt im Zeitraum 1950 bis 2009; grüne Kurve: Empirie-Methode, N=652; blaue Kurve: Empirie-Gegenstände, N=4093. (Fadok, Stand 1.11.2012)

- Komplexität chemiedidaktischer Gegenstände und ihre Reduktion in empirischen Forschungsszenarien,
- die Selbstverständlichkeit empirisch abgeleiteter Tatsachen vor dem Hintergrund von schulischem Alltagswissen,
- die durch die Untersuchungssituation begrenzte Aussagekraft von Erkenntnissen, Lehrsätzen und Handlungsempfehlungen,
- die Reichweite empirischer Forschungsleistungen und ihre Bedeutung für Vorhersagen,
- das Verhältnis quantitativer und qualitativer Arbeitsweisen als empirische Forschungsansätze und damit
- der Gegensatz von analytischer (quantitativer) und handlungsorientierter (qualitativer) Forschungsperspektive.

Der chemiedidaktische Diskurs ist von der elementaren Frage geleitet, wodurch sich schlechter von gutem Chemieunterricht unterscheidet und ob fachliche Bildungs-, Verstehens-, Lehr- und Lernprozesse in ihrer Komplexität empirisch zu erfassen sind.

Empirische Arbeitsrichtungen dominieren über hermeneutische, heuristische, fachspezifische und ideologiekritische Verfahren. Diese Tendenz bleibt in der Forschergemeinschaft nicht unwidersprochen. Immer wieder wird angemerkt, dass sich die Verfahren gegenseitig ergänzen und somit die differenzierten chemiedidaktischen Gegenstände angemessen abbilden. Die Interpretation empirischer Datensätze und die Modellierung komplexer Vorhaben wie Unterrichtsplanung, Kompetenzniveaus

oder Verhaltensmuster sind auf hermeneutisches, also aus der Erfahrung gewachsenes Theoriewissen oder heuristisches Einzelwissen angewiesen: Empirische Datenebenen tragen ironischerweise im Sinne eines hermeneutischen Zirkelschlusses zur Weiterentwicklung des Theoriegebäudes bei.

Ideologiekritische Verfahren spielen in der Forschungspraxis keine Rolle, wie vereinzelt angemerkt wird. Sie deckten auch Normen hinter empirischen Vorhaben auf, schufen kritische Distanz zu bildungspolitischen Fixierungen und Forschungsaufträgen und machten Einschränkungen der Forschungsfreiheit bewusst.

Die chemiedidaktische Forschergemeinschaft nutzt Empirie auch, um bildungspolitische Vorstellungen und Entscheidungen zu überprüfen. Diese Forschungspraxis ist dann affirmativ, also an Bildungsnormen angepasst, wenn dabei Grundüberzeugungen der Disziplin, zum Beispiel Schülerorientierung, Methodenvielfalt, Legitimationsaspekte oder Widerspruchsfreiheit, aus dem Blickfeld geraten. Eine empirische Ausrichtung gilt darüber hinaus selbst als ideologieverdächtig und unkritisch. Sie muss nicht hinterfragen, inwieweit Bildungssysteme, Bildungsinhalte, Bildungsstandards und Bildungskompetenzen selbst zur Bildung von Normen beitragen. Belohnt wird eine empirische Forschungspraxis mit nicht unbedeutenden Forschungsressourcen.

Kontroversen

◆ Die Ergebnisse der empirischen Unterrichtsforschung insgesamt haben die Praktiker enttäuscht. Dies hat in der letzten Zeit Auseinandersetzungen um Methoden aufleben lassen. Verallgemeinerungen von Erkenntnissen, die auf quantifizierenden Forschungsleistungen basieren, funktionieren nur eingeschränkt, wenn sie auf neue Lehr- und Lernsituationen übertragen werden. Empirisch bewiesene Effekte grundlegender chemiedidaktischer Lehrsätze, etwa über die För-

derung von Erkenntnissen bei Lernenden, Differenzierungsmodelle, Entwicklung von Lehrerverhalten, Emotionen, Interessen, Schülerkompetenzen oder Lernumgebungen ließen sich nicht hinreichend in die Praxis umsetzen. Aufgrund dieser kritischen Einwände hat sich die Überzeugung durchgesetzt, in definierten unterrichtlichen Zusammenhängen oder in unterrichtsähnlichen Arrangements konstruierte Konzepte, Theorien, Erkenntnisse usw. als konkrete Umsetzungshilfen zu gestalten und didaktisch aufzuarbeiten.

Eine verstärkt qualitativ ausgerichtete Empirie hat Probleme quantitativer Empirie, etwa zahlenmäßige Verallgemeinerung und Kennzeichnung, korrigiert. Große Hoffnungen werden mit einer qualitativ ausgerichteten Handlungsforschung verbunden, die Chemielehrkräfte an der Forschungspraxis beteiligen könnte und sich der Praxis annähert. Dies wird an einigen Forschungsstandorten, etwa in Bremen, Dortmund, Berlin, realisiert, eingebunden in spezifische Forschungsprofile.

Chancen und Probleme vom Empirie

◆ Zum Auftrag der Chemiedidaktik, chemische Bildungs-, Lehr- und Lernprozesse zu beobachten, zu optimieren und zu verändern, gehört die Orientierung an der Realität. Insofern besteht der empirische Forschungsauftrag von Anfang an. Empirie ist für Grundlagenforschung unverzichtbar. Gleichwohl hatten Chemiedidaktiker Probleme, in realen Situationen zu forschen. Empirie war immer gekoppelt mit beschreibenden und Erfahrung berücksichtigenden Arbeitstechniken – und in der Zeit von 1970 bis 1980 schon um Ideologiekritik bemüht. Sie zu vernachlässigen, gilt als Gefahr: Betonung der Empirie gefährdet die Identität der Fachdidaktik als Bildungswissenschaft.

Empirie um 1980 war beschreibend ausgerichtet, orientiert an standardisierten wie offenen Instru-

menten. Sie orientierte sich an allgemein didaktischen Strukturmodellen, um chemische Bildungs-, Verstehens- und Lernzusammenhänge zu erschließen und zu theoretisieren. Chemieunterricht wurde gewissermaßen rekonstruiert. Im Rahmen des damaligen Projekts Fauch (Fachdidaktische Unterrichtsanalyse Chemie) wurden aus den Erhebungsdaten Hypothesen abgeleitet, die sich mit dem Einfluss verschiedener Variablen wie Unterrichtsmethoden, Lehrerverhalten, Experimenten auf die Effektivität, seltener auf die Beliebtheit von Chemieunterricht befassten. Dieser Ansatz ist heute nach wie vor aktuell und notwendig.

Heutige Forschungsstrategien modellieren zunächst Unterrichtshandlungen und -abläufe, konstruieren oder erzeugen Unterrichtsprägnomene. Sie nutzen hoch differenziertes, bevorzugt empirisch fundiertes Wissen aus Soziologie, Psychologie, Philosophie, auch über Modellbildungsprozesse. So soll Realität abgebildet werden. Modellierungen reduzieren zwangsläufig die Komplexität des Unterrichts. Dabei besteht die Gefahr, dass nicht objektiv vereinfacht wird. Mitunter prägen die Interessen der Forscher den Modellierungsprozess. In hohem Maße werden empirische Erkenntnisse und Informationen aus anderen Kulturkreisen, darunter den USA, Kanada, Australien oder Japan, eingebunden, wie die Zitate in der Forschungsliteratur illustrieren. Es ist die Frage, ob dies der weitgehend eigenen kulturellen Realität in Deutschland entspricht. Internationalisierung ist in der didaktischen Forschung sicherlich notwendig, aber eben auch problematisch.

Wegen der Komplexität des Feldes und der Datenfülle haben deskriptive Ansätze beim Erstellen unterrichtstheoretischer Modelle nicht wirklich weiter geführt. Sie waren allerdings der Realität näher und als empirische Feldforschung unmittelbar dem Unterrichtsgeschehen verbunden. Modellbasier-

te Forschungen sind auf Laborsituationen angewiesen, um die wechselseitigen Abhängigkeiten der Variablen zu testen.

Waren deskriptive Verfahren in ihrem empirischen Anspruch zu einfach, blendeten Laborforschungen die Situation in der Unterrichtsrealität zunächst aus. Entsprechende Forschungsprozesse hatten unterrichtliche Tiefenstrukturen, also hinter den beobachtbaren Phänomenen verborgene Begriffskonstrukte, etwa kognitive Strukturen, Metakognitionen von Lernenden, Kommunikationsstrukturen oder Motivlagen, schon im Blickfeld.

Der Transfer von der Laborsituation auf die Unterrichtspraxis ist immer risikobehaftet. Zukünftig werden sich empirische Deskription und Modellierung ergänzen: Beschreibende Erkenntnisse (Datensätze) wären empirisch permanent darauf hin zu untersuchen, ob sie zu einem Modell beitragen. Denn Modellierungen wenden jene Erkenntnisse über Bildungszusammenhänge an – und koppeln zurück auf authentische Daten.

Sämtliche empirische Forschungen sind immer vom Anspruch geleitet, sich unmittelbar an der Realität zu orientieren, objektive Aussagen zu erzeugen, Lehrsätze zu validieren und zu relativieren. Es ist stets zu berücksichtigen, dass sie nur unter den Rahmenbedingungen gelten, unter denen sie entstehen. Erst dann erzeugt Chemiedidaktik handlungsrelevantes Wissen.

Empirische Forschung soll aufklären, beweisen und kontrollieren. Sie vermag aber keinesfalls normative Bildungsentscheidungen zu rechtfertigen. Entscheidungen über Bildungsinhalte kommen aus der Gesellschaft.

Empirische Forschungsleistungen sind grundsätzlich keine Handlungsempfehlungen, der Forscher muss solche daraus entfalten. Nicht immer wird dies bedacht. Gleichwohl zielt Empirie als Unterrichtsforschung auf Handlungsempfehlungen, die den Chemieunterricht verändern. Das Bild von

Chemieunterricht ist aber seit Jahrzehnten konstant problematisch (siehe Trendberichte der Vorjahre). Insofern sind empirische Forschungen mit entsprechenden Erwartungen verbunden, etwa hinsichtlich effektiver Bildungsperspektiven, Interessenweckung und -förderung, Leistungssteigerung, Inhalts- und Systemanalysen, Aufklärung von Lernprozessen, Orientierung an Schülerbedürfnissen, fachlichen Ansprüchen und mehr.

Methodologische Facetten

◆ Empirische Forschung für Unterricht und Bildung ermittelt Merkmale der Realität – auch in Zusammenhängen und Abhängigkeiten. Regeln, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten soll sie aufdecken und theoretisch verdichten.

Der Begriff „empirische Unterrichtsforschung“ ist für die meisten Chemiedidaktiker gleichsam ein Synonym für Forschungsqualität. Er assoziiert nicht nur die erkenntnistheoretische Nähe zur Bezugswissenschaft Chemie, sondern er bürgt für die Anwendung rationaler Standards, um chemische Bildungsvorgänge zu theoretisieren und anhand der Modelle Vorhersagen zu treffen. Davon ist jedoch die Realität noch ein gutes Stück entfernt. Die Erwartungen sind größer als die selbstkritische Reflexionen.

Empirische Forschungen basieren auf repräsentativen Stichproben. Der inhaltliche Schluss auf die Grundgesamtheit ist dann belastbar. In der Forschungspraxis ist die Bereitschaft groß, sich anzustrengen. Differenzierte statistische Signifikanzprüfungen sind die Regel. Allerdings sind Referenzverteilungen (von Variablen, Merkmalen) in der Population weitgehend unbekannt. Deshalb werden häufig verteilungsfreie Prüfverfahren angewendet.

Viele fachdidaktisch bedeutsame Variable sind Konstrukte und so nicht direkt beobachtbar. Sie werden auf der Basis theoretischen Wissens operationalisiert. Valide und verlässliche (Test)Aufgaben zu entwickeln, stellt große Anforderungen

an die Forschergemeinschaft. So hat sie zum Beispiel die Multiple-Choice-Aufgaben, etwa im Zusammenhang mit der Third International Mathematics and Science Study, TIMSS, als nicht immer sorgfältig und verlässlich kritisiert. Überhaupt werden mathematische Bedingungen von statistischen Verfahren gelegentlich umgangen und statistische Grenzwerte normativ gesetzt. Dies ist ein grundsätzliches Problem der Sozialwissenschaften.

Der Varianzaufklärung als Interpretationshilfe für Verteilungen wird Beachtung geschenkt, bezogen auf Korrelationsindizes mitunter vernachlässigt. Die Varianz ist hier, wie sich die Streuung der einen Variablen aus der Streuung der anderen ergibt. Selbst bei hohen Werten der Koeffizienten beeinflussen andere Variablen, Störvariablen, die Korrelation. Faktorenanalytische Versuchspläne, die eine Korrelationsmatrix zugrunde legen, nähern sich einer statistischen Aufklärung an. Fachdidaktische Schlussfolgerungen werden entsprechend vorsichtig formuliert, oft bestätigen sie das akzeptierte Theoriewissen der Forschergemeinschaft und der Lehrerschaft.

Korrelationsanalysen, etwa zu den Konstrukten Wissensstruktur, Einstellungen, Interessen, Motiven, werden qualitativ gedeutet oder modellbasiert bearbeitet. Funktionale und kausale Beziehungen der Variablen werden bestimmt, die getestete Modellvorstellung oder Hypothese wird statistisch präzisiert. Diese Vorgehensweise findet sich in vielen Untersuchungen der letzten Jahre, etwa im Zusammenhang

- mit der Einschätzung und der Prognose von Unterrichtseffekten durch didaktisch-methodische Veränderungen oder durch das motivierende oder wenig motivierende Lernklima,
- mit dem Einfluss von subjektiven Lehrertheorien auf Lernvorgänge,
- mit Kompetenzmodellierungen, -diagnostik und -förderung.

Für kompetenzorientierte Untersuchungen werden zunehmend Test-

verfahren genutzt, die Wahrscheinlichkeiten berücksichtigen: Aus Messergebnissen werden latente Variable – statistisch – gedeutet. Gelegentlich werden Korrelationsanalysen aufgrund von Plausibilitätserwägungen funktional oder kausal interpretiert.

Gegenwärtig setzen die Forscher zunehmend qualitative Verfahren ein. Diese liefern informationsreiche Datensätze. Ihre erkenntnistheoretische Bedeutung bleibt oft unhinterfragt und ohne kritische Perspektive. Sie gelten in der Forschergemeinschaft als geeignet, weil sie dem Wesen chemiedidaktischer Phänomene und Konstrukte mehr entsprechen als quantifizierende Methoden. Sie sind flexibel zu handhaben, offen und auf unterschiedliche Situationen anwendbar. Qualitativ orientierte Unterrichtsforschung gilt als ertragreich, ein Schwerpunkt sind Fallstudien.

Den Ergebnissen qualitativer Studien wird Validität eher zuerkannt als Resultaten quantitativer Verfahren, allerdings keine Repräsentativität. Diese gilt nur für quantitative Verfahren. Sie haben den Vorteil, Sachverhalte mit Zahlen zu beschreiben. Messwerte reduzieren die Datenfülle und sind standardisiert.

Der Konflikt zwischen beiden Forschungsrichtungen ist in der deutschen Chemiedidaktik nie so scharf ausgetragen worden wie in der Erziehungswissenschaft oder in der Soziologie. In der Literatur finden sich Hinweise, dass sich beide Richtungen annähern: Quantitative Ausprägungen sind eine besondere Qualität eines Sachverhalts, eines Phänomens oder einer Abstraktion; quantitative Analysen bedürfen qualitativer Interpretationshilfen und der Erklärung durch den Forscher.

Triangulation vernetzt qualitative mit quantitativen Daten. Diese Technik, noch nicht allzu häufig praktiziert, fördert zweifellos eine vertiefte Interpretation, sie leistet aber auch einen Beitrag zur Methodeninvarianz, also dazu, ob unterschiedliche Methoden zu gleichen Ergebnissen führen. Diese Perspek-

tive tritt in der Diskussion immer mehr hervor, wenn zum Beispiel in Metaanalysen empirische Einzelergebnisse statistisch zu einem Gegenstandsbereich zusammengeführt werden. Die Größe von Effekten kann dann abgeschätzt werden.

Die empirische Erkenntnisarbeit deckt die Breite sozialwissenschaftlicher Kompetenz ab, das statistische Instrumentarium betreffend, also Datengewinnung, Datenauswertung, Versuchsplanung und Auswahlverfahren. Die Literatur spiegelt das Problem „Methodeninvarianz“. So sind Erkenntnislagen zum Beispiel über Schülerversuche je nach gewählten Untersuchungsdesigns nicht einheitlich oder gleich.

Reine Längsschnittstudien sind selten. Sie messen Veränderungen über die Zeit an (gleichen) Elementen einer Stichprobe. Als Ausweg werden Querschnittsstudien so geplant, dass Daten mit einer Messung erhoben werden, aber an jeweils anderen, im Sinne einer Längsschnittstudie qualitativ abgestuften Elementen einer Stichprobe.

Häufig angewendet werden Versuchspläne, die Zustände, Phänomene, Ereignisse vor und nach einer Beeinflussung oftmals hypothesengeleitet messen. Testverfahren bestimmen zuallererst Lerneffekte und Lernzuwächse. Die zu beeinflussende Variable (zum Beispiel die Lernwirksamkeit) wird bei festen Randbedingungen durch Steuervariablen als Einflussgrößen (etwa Medien, Methoden, Modelle, Experimente) getestet. Varianzanalysen kommen zum Einsatz, um Gruppenunterschiede zu testen. Experimentelle Versuchspläne zielen darauf ab, unmittelbar im Chemieunterricht das Bedingungsgefüge von Variablen und Effekte unabhängiger Variablen auf den Unterricht zu bestimmen. Solche Untersuchungen (Intervention, Evaluation) sind quasi-experimentell angelegt, die Elemente der Stichprobe (zum Beispiel eine Schulklasse) sind nicht randomisiert. Die Generalisierung von Ergebnissen ist problematisch, die externe Validität ist oft nicht groß. Störvariablen, also

nicht kalkulierte Einflussgrößen, mindern die interne Validität.

Als Large-Scale-Assessment bezeichnete Studien wie TIMSS, Pisa oder Iglu sind Instrumente für Politikberatung und Qualitätssicherung. Sie evaluieren zum Beispiel schulische Leistungen in Abhängigkeit von sozialen Unterschieden. Über – noch selten angewendete – Delphistudien sind in einem mehrstufigen, rückkoppelnden Verfahren Ereignisse und Entwicklungen einschätzbar.

Das statische Instrumentarium und Techniken und Verfahren der Datensammlung, -verarbeitung und -auswertung haben sich in den letzten Jahren weiterentwickelt. Mapping-Verfahren, Eye-tracking, Vignetten, Videovignetten, Bildanalysen sind Techniken, die der Qualität der Forschungsgegenstände immer besser entsprechen. Multi-Media-Systeme unterstützen klassische Beobachtungsverfahren. Sie fixieren und reproduzieren Abläufe und Prozesse, sie erleichtern und objektivieren die Auswertung, vor allem hinsichtlich einzuschätzender Kriterien.

Die Forschungsgegenstände

◆ Die Literatur dokumentiert das ausgeprägte empirische Interesse der Forschergemeinschaft (Abbildung 2). Die Forschungsarbeiten wenden sich altbekannten Problemen von Chemieunterricht zu, etwa dem Lehrer- und Schülerverhalten, den Bedingungen, Entscheidungen und methodisch-medialen Effekten von Chemieunterricht, sie knüpfen an chemiedidaktisches Theoriewissen an. Konzeptionelle Forschungen und kompetenzorientierte Bemühungen, um Modelle zu entwickeln, haben sprunghaft zugenommen, ebenso die intensive Hinwendung zur differenzierten Leistungsdiagnostik und zu Fragen der Lehr- und Lernforschung.

Konzepte für Unterrichtsplanungen und Lernumgebungen werden mit Blick auf den Gesamtzusammenhang von Bildungsstandards, Kompetenzfixierungen, Cur-

ricula, Lehrerbildung, Konzeptionen und Bildungsorganisation entwickelt. Handlungsempfehlungen sind bewusst und auftragsgemäß auch an Bildungsverantwortliche gerichtet; das ist neu.

Ambitioniert sind Studien zu Handlungsmustern im Chemieunterricht. Konzeptionelle Programme sowie methodisch-mediale Neuerungen stellen sich empirischer Begleitforschung. Vergleichende Studien mit Kontrollgruppen sind Standard.

Grundlegend werden Handlungsmuster und Kompetenzen der Lehrer modelliert. Neben Standardmethoden (Fragebögen, Beobachtungsverfahren, Interviews, Skalen) werden Testverfahren entwickelt und adaptiert, etwa der Pedagogical Content Knowledge Test aus den USA. Die Frage, wie sich Professionswissen auf Schülerverhalten auswirkt, interessiert schon lange. Für den Deutschen Lehrpreis, mit dem der Deutsche Philologenverband und die Vodafone-Stiftung jährlich Pädagogen weiterführender Schulen auszeichnen, waren im Jahr 2012 fachliche Kompetenz, Methodenrepertoire und -flexibilität sowie soziale Kompetenz für erfolgreiches Lehren maßgebend. Es wird also darauf ankommen, wie Kompetenzmodellierungen von Chemielehrerverhalten eben die Persönlichkeit und darüber hinaus reflektiertes und der Situation angemessenes Alltagshandeln berücksichtigen.

Kompetenzqualifikationen von Lernenden werden modellbasiert als Konstrukte empirisch erfasst, auch Förderprozesse für begabte Lernende. Die Aufgaben werden als Messinstrumente (oft) mit diagnostischem Anspruch konstruiert – in Forschung und Praxis. Damit ist immer wieder der Anspruch verbunden, Lernende rational verstehend über (sinnliche) Phänomene zur Abstraktion zu führen – eine grundsätzliche Lernschwierigkeit und fast unlösbare Aufgabe.

Überhaupt werden lernpsychologische Aspekte einer vertikalen Vernetzung von konzeptuellem

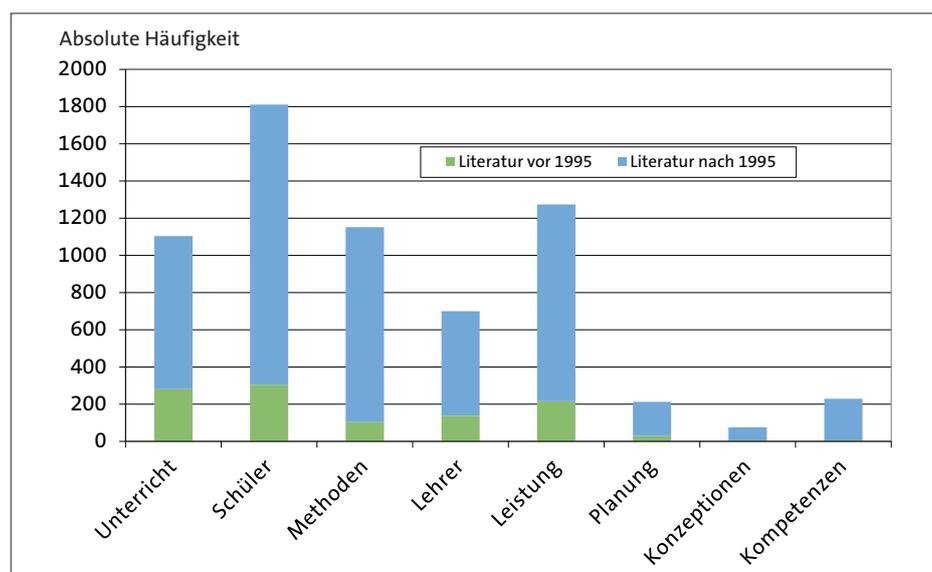


Abb. 2. Thematische Schwerpunkte empirischer Arbeiten vor 1995 und nach 1995. (Basierend auf Fadok, Stand 1.11.2012; $N_{\text{Gesamt}}=6559$; $N_{1950-1994}=1081$; $N_{1995-2012}=5478$; Mehrfachzuordnungen)

chemischem Wissen fokussiert. Die horizontale Vernetzung beschäftigt sich – vereinfacht – mit einer effektiven Verknüpfung von Themen unterschiedlicher Fachgebiete.

Über bildungspolitisch entschiedene Kompetenzbereiche „Wissen“, „Bewertung“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ wird (zeit)intensiv geforscht. Modellierungsprozesse sind immer vom Anspruch der Effektsteigerung her geleitet. Es wird viel an Definitionen gearbeitet, und es wird (noch) viel empirische Überprüfungsarbeit zu leisten sein. Die Absicht, Kompetenz bei Lernenden zu entwickeln, ist nicht weniger ambitioniert. Dabei ist der Forschungsgemeinschaft bewusst, dass die Kompetenzstruktur von der Bildungspolitik gesetzt ist.

Empirische Forschungen über Planungsfragen sind immer verzahnt mit Auswirkungen von Lehrerverhalten und konzeptionellen Entscheidungen auf Schülerverhalten. Planung wird dabei zur Grundlage für Effekte interessierender Variablen, ist also ein Moment des empirischen Designs. Alltägliche Planung ist aber selbst ein Forschungsakt von Praktikern, getragen von ihren handlungsleitenden Vorstellungen und verbunden mit einer Prognosehaltung.

Die chemiedidaktische Forschung legt seit einiger Zeit Desi-

derate zum Lehrerhandeln fest und eruiert empirisch Einflussfaktoren, Stereotype, Selbstbilder, Scripts und Veränderungsstrategien. Sie wendet sich auch Detailanalysen von Unterrichtsprozessen zu.

Aufgrund der komplexen Zusammenhänge sind empirische Forschungsvorhaben in einem bildungstheoretischen Sinne allzu positivistisch; reduktionistisch müssen sie angelegt sein. Empirische Bildungs- und Interessenstudien dokumentieren ein gestörtes Verhältnis der Lernenden zu Inhalten und Anforderungen im Chemieunterricht. Inhalte sind zukünftig deutlicher als solche Variable des Chemieunterrichts zu beachten, die für Schüler wichtig ist. Gerade chemische Basiskonzepte, grundlegend für die Kompetenzdiskussion, gelten bei der Mehrheit der Lernenden als nicht sonderlich attraktiv und verständlich, selbst wenn sie interessant vermittelt werden. Diese Befunde werden auch empirisch belegt.

Stellenwert in der Forschungsgemeinschaft

◆ Die Webseiten chemiedidaktischer Institute beschreiben zu allererst Forschungsgebiete und -gegenstände. Forschungsmethodische Aspekte werden am Rande

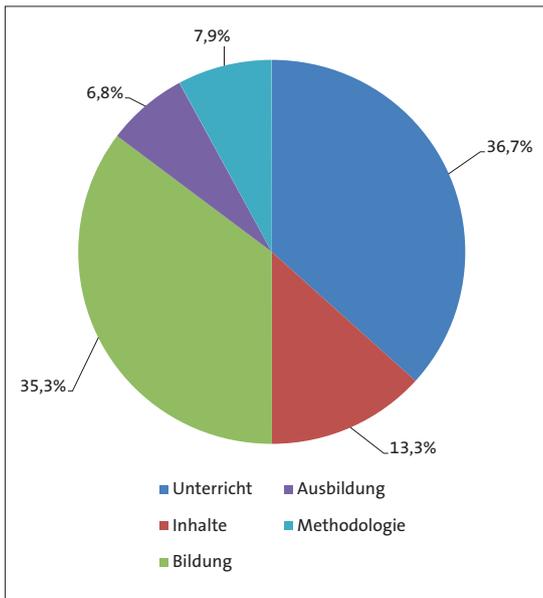


Abb. 3. Grobe Klassifikation von Forschungsgebieten deutscher chemiedidaktischer Institute. (Internetrecherche November 2012)

problematisiert. (Abbildung 3). Beschreibungen, Schaubilder, Ablaufschemata, Modellstrukturen, Tabellen und Wortwahlen lassen aber den Schluss zu, dass überall empirische Methoden gepflegt werden. Möglicherweise sind Impulse dadurch zu erwarten, dass Chemiedidaktiker an empirischen Bildungsstudien und Evaluation der nationalen Bildungsstandards beteiligt waren und sind. Solche Projekte haben Hochkonjunktur.

In nationalen (wie internationalen) Primärjournalen werden vor allem Modellierungsaspekte und Erkenntnisfragen reflektiert. Kompetenzforschung ist ein Schwerpunkt des Forschungsinteresses einiger fachdidaktischer Institute (Abbildung 2). Die Gewichtung von Bildungskompetenzen spiegelt den politischen Trend. Der Schwerpunkt Unterricht – mehr als ein Drittel der Forschungsbereiche (Abbildung 2) – akzentuiert zunächst inhaltliche Fragen, kaum modellierende und prognostische Facetten (Abbildung 2).

Für die Chemiedidaktik der Universität Duisburg-Essen war das Programm „Empirie“ Voraussetzung für die interdisziplinär angelegte Forschergruppe und ein Graduiertenkolleg, bezogen auf naturwissenschaftlichen Unter-

richt. Schwerpunkte sind interne und externe Evaluationsarbeiten und grundsätzliche Interventionsstudien. Dabei geht es um die Analyse von systemischen, unterrichtlichen und individuellen Lernbedingungen. Chemieunterricht soll insgesamt optimiert werden, ein so allgemeines wie anspruchsvolles Ziel. Der Sechs-Jahresbericht dokumentiert Arbeiten zu: Hausaufgaben, integrierten wie kontextorientierten Konzepten, Kompetenzmodellen, Aufgabenentwicklung, Anfangsunterricht, Kleingruppenarbeit, Wiederholungen, Lernmotivationen wie Problemlöseprozesse.

Am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel (IPN) werden programmatisch hergeleitete Lehr- und Ausbildungsprogramme, zum Beispiel die Kontext-Konzeption, empirisch evaluiert, interdisziplinär weiterentwickelt, in Kooperation mit Schulen erprobt und dadurch symbiotisch implementiert.

Der Anspruch „Optimierung“ ist und bleibt zentrales Problem. Realistischerweise wären neue Erkenntnisse im Lehrkanon der Chemiedidaktik zu verorten und in kontinuierlichen Forschungsprozessen zu überdenken, vor allem in Kooperation mit Praktikern. Nicht immer werden jedoch deren Erfahrungen geschätzt. Einerseits fühlen sich alle Forschergruppen verpflichtet, Veränderungen zu bewirken, einzuleiten, mitzugestalten. Andererseits wird in der aktuellen Situation zur chemischen Bildung in Deutschland nicht deutlich, ob

- fachdidaktische Erkenntnisse im Bildungssystem hinreichend implementiert werden,
- Implementierungen immer auf jene Praxissituationen treffen, die den Evaluationsprozess bestimmen haben,
- Bereitschaft und Unterstützung durch erfahrene Unterrichtspraktiker vorausgesetzt werden darf, wenn sie an den Forschungsprozessen nicht beteiligt sind,

- die empirische Beschreibung von Chemieunterricht jemals abgeschlossen sein kann und
- Empirie als Forschungskonzept lediglich Entscheidungshilfen bereitstellt, anstatt unmittelbar Veränderungen des Unterrichts zu initiieren.

Die Forschergemeinschaft hält viel von Interventionsstudien, unterrichtlichen Problemlagen begegnen sie zeitnah. Empirisch wird kontrolliert, wie effektiv Handlungshilfen, meist auf Leistungen bezogen, wirken. Das empirische Design solcher Interventionsstudien ist insgesamt anspruchsvoll. Dabei will Forschung die Variationsweite des Bildungs- und Lerngeschehens zugrunde legen, etwa methodische, inhaltliche, personale, interaktive Variablen berücksichtigen. Wertentscheidungen können die Forscher aber nicht generieren und soziale Faktoren der spezifischen Lernumgebung (zunächst) nicht grundlegend verändern: Sie muss möglichst umfassend vorhergesehen oder modelliert werden.

Lehre und Weiterbildung

- ◆ Tradition und Normen, auf Erfahrungen und Annahmen basierende Forschungsleistungen sowie kulturelle Rahmenbedingungen von Chemieunterricht haben (bislang) den Lehrkanon in der Didaktik geprägt. Grundsätze haben sich über lange Zeiträume verdichtet. Empirische Erkenntnisse differenzieren bekannte Sachverhalte weiter aus, koppeln aber gelegentlich durch ihre Schlussfolgerungen auf bereits vorhandenes Wissen zurück. Empirie präzisiert und strukturiert den chemiedidaktischen Erkenntnisstand. Lehre wird dazu allerdings Erkenntnisse verdichten müssen, und Hochschullehrer müssen Entscheidungen darüber treffen, also auswählen.

Das chemiedidaktische Studium in Deutschland ist inhaltlich und hochschuldidaktisch differenziert. Zu vermuten ist, dass Metatheorien der Lehrenden die Inhaltsauswahl sowie die Lehrszenarien steuern.

Berufsbiografische Studien, etwa im Sinne von Fallstudien, fehlen weitgehend. Empirische Studien über fachdidaktisches Wissen und fachdidaktische Kompetenz von Studierenden sind selbstkritisch angelegt und unterschiedlich designed. Ergebnisse variieren je nach Hochschulstandort. Schlussfolgerungen, etwa die Praxisorientierung zu stärken, werden seit langem angemahnt. Studierende müssen chemiedidaktische Orientierungen verstehen – und kognitiv in eigenen Vorstellungen verankern. Entsprechende Modelle werden empirisch entwickelt und erprobt.

Als Chemielehrer hätten Studierende später die Chance, gelernte Orientierungen empirisch zu kontrollieren und weiterzuentwickeln – etwa im Sinne von Aktionsforschung. Hochschuldidaktische Konzepte, die problem-, projekt- oder forschungsorientiert angelegt sind, etwa in Bremen und Paderborn, unterstützen Verstehenszusammenhänge und helfen, chemiedidaktische Vorstellungen zu akzeptieren. Dies wirkt sich positiv auf das Image von chemiedidaktischer Lehre aus.

Mitunter klagen Unterrichtspraktiker über den geringen Ertrag empirischer Forschungen,

- sie kritisieren ihre Ergebnisse als trivial,
- die behaupteten Effekte auf den Unterricht stellen sich nicht ein,
- sie stimulieren Unterrichtshandeln somit nicht und
- gehen als Empfehlungen gelegentlich über bekannte, aus der Erfahrung gewonnene Erkenntnisse nicht wesentlich hinaus.

Bei dieser Kritik ist sicherlich zu bedenken, inwieweit Handlungsempfehlungen umgesetzt werden. Insofern ist eine Bewährung in der Praxis kein hinreichender Beweis für die Eignung, vielmehr sind Metatheorien der Handelnden zu hinterfragen.

Empirische Untersuchungen zur Qualität von fachdidaktischen Fortbildungen dokumentieren das Interesse an der Evaluation solcher Veranstaltungen. Es gibt aber kaum Untersuchungen, die ihre Auswirkungen auf die Unterrichtspraxis

mittelfristig abschätzen. Die Ergebnisse sind nicht überraschend: Qualität von Fortbildung hängt von den Moderatoren, der Gestaltung und der Zielgruppenorientierung ab.

Empirie – Perspektive

◆ Empirie ist die naturwissenschaftliche Standardmethode. Chemiedidaktik ist aber keine Naturwissenschaft. Ihr Gegenstandsbe- reich sind keine stofflichen, sondern soziale Systeme. Quantifizierende Empirie eignet sich also nur be- dingt. Chemiedidaktik ist insofern keine reine, also beschreibende und ausdeutende Sozialwissenschaft, als sie Handlungskompetenzen vermit- teln muss. Empirie schafft mittel- fristig auch keine bessere Realität des Bildungsgeschehens. Sie kenn- zeichnet Zustände und hilft mit, modellierte Unterrichts- und Bil- dungsabläufe zu kontrollieren. Un- terrichtsverläufe, das wissen vor al- lem Unterrichtspraktiker, entwik- keln sich dynamisch – selbst bei ri- gider Modellsteuerung durch schriftliche Unterrichtsplanung.

Empirie kann dabei das Gesche- hen nie in seiner Komplexität erf-assen, sie ist – aus Forscherper- spektive – selektiv. Aus diesem Grund überrascht, dass Praktiker noch zu wenig und zu zögerlich in Forschungen eingebunden werden. Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Praxis sind nicht zu unter- schätzen, zumal Praktiker auch über eigene wissenschaftstheoreti- sche Strategien verfügen. Lehrer- verhalten hat vom Berufsprofil her eine empirische Grundhaltung. Lehrkräfte schreiben Tests, diag- nostizieren, analysieren Lernvor- gänge, bewerten Lernzuwächse, be- urteilen Schüleraktivitäten, schät- zen experimentelle Fähigkeiten ein und vieles mehr. Diese profession- ellen Berufstätigkeiten nutzen der Selbst-Reflexion. Die Erkenntnisse aus ihren Beobachtungen setzen die Lehrkräfte direkt in der Umge- bung ein, in der sie agieren. Diesen Vorteil hat der Forscher nicht.

Chemieunterricht findet unter unterschiedlichen sozialen Rand-

bedingungen statt. Empirische For- schungsszenarien berücksichtigen diese Realität zwar, Modellierun- gen können Änderungen des Sys- tems „Chemieunterricht“, das sich ja immer wieder an neue Situatio- nen anpasst, aber nicht (jemals?) kalkulieren. Es ist aber vielleicht zu erwarten, dass durch Arbeit am Modell Ablaufprognosen weniger zufällig sein oder von vornherein offener modelliert werden. Die For- schergemeinschaft arbeitet daran.

Literatur und Anmerkungen

Die Literaturangaben sind online verfüg- bar unter www.gdch.de/publikationen/nachrichten-aus-der-chemie/downloads/literaturlisten/trendberichte.html und dort nach Kapiteln des Trendberichts sor- tiert. Corinna Budde, Mitarbeiterin im Ar- beitskreis, hat die Internetrecherchen durchgeführt und dokumentiert.

Hans-Jürgen Becker ist seit 1995 Professor für Chemie- didaktik an der Universität Paderborn. Davor war er an der TU und der FU Berlin sowie im Berliner Schul- dienst tätig. Im Jahr 1978 hat er promoviert und sich 1992 an der FU Berlin habilitiert. Sei- ne Forschungsschwerpunkte sind konzeption- elle und hochschuldidaktische Themen so- wie die Grundlegung einer systematischen Chemiedidaktik.



Henry Hildebrandt war wissenschaftlicher Mitar- beiter bei Hans-Jürgen Be- cker, Chemiedidaktik, und Gregor Fels, organische Chemie, an der Universität Paderborn und hat bei Hans-Jürgen Becker promoviert. Er ist Oberstudienrat in Herford und Lehrbeauftragter an der Universität Pa- derborn. Seine Forschungsschwerpunkte sind hochschul- und mediendidaktische Themen sowie die Übergangproblematik Mittel/Ober- stufe. In seiner Habilitation beschäftigt er sich mit Meta-Kognitionen von Lehrenden der Chemiedidaktik.



Jennifer Christin Kühlmann absolvierte ihr Lehramts- studium in Chemie, Physik und Deutsch an der Uni- versität Paderborn und ist dort seit Juni 2010 wissens- schaftliche Mitarbeiterin im Arbeitskreis Che- miedidaktik. Sie promoviert bei Hans-Jürgen Becker über das Thema Interesse und Che- mielernen. Dabei liegt ihr Forschungsschwer- punkt bei der Dokumentation und der Meta- analyse chemiedidaktischer Erkenntnisar- beit.

