

White-Paper zur Situation des chemischen Experimentalunterrichts an deutschen Schulen

Einleitung

Die Autoren dieses Whitepapers sind besorgt darüber, dass die Bedeutung des experimentellen Unterrichts in der Schule abnimmt, was Auswirkungen auf das allgemeine Interesse an Naturwissenschaften und MINT-Fächern hat. Aus diesem Grund haben die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und die Konferenz der Fachbereiche Chemie (KFC) dieses Whitepaper zum experimentellen Chemieunterricht in der Schule verfasst, um die Missstände in den Schulen in Deutschland zu analysieren und Lösungen für eine bessere Unterstützung des experimentellen Chemieunterrichts in den Schulen vorzuschlagen.

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) ist mit rund 30.000 Mitgliedern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Behörden eine der größten Fachorganisationen der Chemie in Europa. Mit ihrem starken Engagement für einen experimentellen Chemieunterricht an deutschen Schulen will sie das Interesse an der Chemie und anderen MINT-Fächern stärken. Die Konferenz der Fachbereiche Chemie (KFC) ist die politische Vertretung der Fachbereiche und Fakultäten der deutschen Universitäten mit Chemiestudiengängen. Als Ansprechpartner für die Belange der Chemie an deutschen Hochschulen verschafft sie den Interessen der Fachbereiche gegenüber Dritten Gewicht. Da die zukünftigen Interessentinnen und Interessenten an Chemiestudiengängen gerade durch den Experimentalunterricht an Schulen für diese Fächer an den Universitäten gewonnen werden, unterstützt die KFC den Bestand und die Weiterentwicklung des chemischen Experimentalunterrichts an Schulen. Eine exzellente Lehramtsausbildung für das Fach Chemie an den Hochschulen legt zudem den Grundstein für einen hervorragenden Experimentalunterricht.

Dieses von den beiden genannten Organisationen entwickelte Whitepaper wird unterstützt durch den Verband der Chemischen Industrie (VCI), die DECHEMA - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie, den Verband angestellter Akademiker und leitender Angestellter der chemischen Industrie (VAA – Führungskräfte Chemie), den Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU), den Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Fakultätentag (MNFT), den Fachbereichstag Angewandte Chemie und Chemieingenieurwesen (FACH) sowie der Deutsche Lehrerverband incl. dem Deutschen Philologenverband (separate Statements im Anhang).

Den chemischen Experimentalunterricht an deutschen Schulen stärken und Lernende faszinieren!

Präambel

Die Chemie ist in Wissenschaft und Industrie eine tragende Säule der deutschen Gesellschaft und sicherte im Jahr 2022 Arbeitsplätze für 477.000 Bürgerinnen und Bürgern in Deutschland (davon 60.000 Chemikerinnen und Chemiker). Mit einem Umsatz von 261,2 Mrd. Euro im Jahr 2022 trägt die deutsche chemische Industrie wesentlich zum Wohlstand der Bundesrepublik Deutschland bei. Der Transformationsprozess hin zu einer nachhaltigen und möglichst emissionsfreien Wirtschaft und Gesellschaft kann nur mit einem tiefgreifenden Verständnis für chemische Prozesse gelingen. Eine der Grundlagen für die herausragende Bedeutung der chemischen Industrie mit all ihren Auswirkungen auf das tägliche Leben ist eine exzellente Ausbildung junger Menschen in den naturwissenschaftlichen Fächern, vor allem in der Chemie, an unseren weiterführenden Schulen und Universitäten. Es gilt vor, allem das Interesse am Fach Chemie frühzeitig zu wecken und die jungen Menschen für dieses Fach zu begeistern. Dies gelingt am besten durch einen interessanten und anschaulichen Experimentalunterricht, der Neugierde und Begeisterung an dieser Naturwissenschaft nachhaltig weckt.

Um dies zu erreichen, ist es unerlässlich, Schülerinnen und Schüler das selbstständige chemische Experimentieren zu lehren und ihre experimentellen Fähigkeiten sicher und nachhaltig zu fördern. Der Experimentalunterricht in Chemie ist für die Vermittlung von sowohl theoretischem naturwissenschaftlichem Wissen als auch von praktischen Fertigkeiten unverzichtbar. Die deutschen Schulen stehen jedoch vor einer Reihe von Herausforderungen, die sich kontraproduktiv auf die Qualität des Experimentalunterrichts auswirken können.

Dieses Whitepaper beleuchtet die zahlreichen Aspekte, die den Experimentalunterricht in Chemie an deutschen Schulen beeinträchtigen, und diskutiert die Auswirkungen auf Schülerinnen und Schüler. Daraus werden konstruktive Forderungen abgeleitet, um den Experimentalunterricht in Chemie nachhaltig zu verbessern und zu stärken und dadurch den dringend benötigten Nachwuchs in den MINT-Fächern zu generieren.

Aktuelle Herausforderungen für den Experimentalunterricht im Studienfach Chemie:

1. Experimentelle Kompetenz der Lehrkräfte:

Chemie-Lehrkräfte verfügen zu Beginn ihrer Berufslaufbahn nicht immer über ausreichende experimentelle Interessen und Fähigkeiten. In der späteren pädagogischen Praxis des Chemie-Unterrichts leidet darunter die Qualität des Schulunterrichts. Folglich sinkt das natürliche Interesse der Schülerinnen und Schüler am Fach Chemie.

Die **Ursachen** hierfür sind:

- Es ist zu beobachten, dass das schulische Experimentieren durch immer neue inhaltliche Anforderungen und Schwerpunkte bereits im Lehramtsstudium

Chemie in den Hintergrund gedrängt wird. Auch misst die chemiedidaktische Ausbildung an Hochschulen dem schulorientierten Experimentieren nicht immer die nötige Bedeutung bei.

- Gravierende Ursachen für eine unzureichende Qualifizierung der Lehrkräfte im Fach Chemie sind die uneinheitlichen Erfahrungen und Voraussetzungen der Hochschulabsolventen sowie mancherorts die mangelhafte Verfügbarkeit von unterrichtsnahen Experimentierräumen in Studienseminaren.
- In vielen Bundesländern wird darüber hinaus der Ausbildungsanteil des schulischen Experimentierens im Referendariat bzw. Vorbereitungsdienst gekürzt und muss häufig ganz ohne Experimentierräume auskommen.
- Zu oft nimmt das Hochschulpersonal die Studierenden des Lehramts zudem nicht als eigene Klientel wahr, sondern lässt sie in den fachwissenschaftlichen Veranstaltungen nur „mitlaufen“.
- Quereinsteiger
Aufgrund des aktuellen und auf lange Sicht andauernden Lehrkräftemangels wird Chemie oft von fachfremden Quereinsteigern unterrichtet. Ihnen fehlt überwiegend die in der Gefahrstoffverordnung klar umrissene Fachkunde im Umgang mit Gefahrstoffen. Deshalb dürfen sie nur in sehr begrenztem Umfang experimentellen Chemieunterricht erteilen. Dies geht zu Lasten ihrer Schülerinnen und Schüler, die deshalb einen eingeschränkt informativen Chemie-Unterricht in Form von „Kreide-Chemie“ erhalten und daher nur selten das Fach Chemie in seiner vollen Methodenbreite erfahren können.
- Es fehlt eine obligatorische Lehrkräftefortbildung im Fach Chemie, wie sie für die Erhaltung der Fachkunde im Umgang mit Gefahrstoffen von der Gefahrstoffverordnung gefordert wird.

2. Sicherheit:

Chemische Experimente erfordern eine sorgfältige Vorbereitung und die Einhaltung von Regeln für die sichere Handhabung und Verwendung von Chemikalien. Wo sind die **Defizite**?

- In zu vielen Schulen fehlen die vorgeschriebenen sicherheitsrelevanten Einrichtungen und dem Standard entsprechende Fachräume. Dies verhindert die sicherheitsgerechte und rechtssichere Durchführung chemischer Schulexperimente durch die Lernenden.
- Die Zuständigkeiten in diesem Bereich sind nicht immer klar definiert, so dass Chemie-Lehrkräfte mit einem potenziellen Risiko allein gelassen werden.
- Darüber hinaus behindert das neue EU-Chemikalienrecht (z.B. EU-Verordnung zu Ausgangsstoffen für Explosivstoffe) durch überzogene Anforderungen an Ausbildungsstätten, die ohnehin mit einer Vielzahl von Formalitäten belastete, praktische Ausbildung. In der deutschen Gesetzgebung galten bis zum Inkrafttreten dieser EU-Verordnung von 2019 Sonderregelungen für öffentliche Ausbildungsstätten, die den Experimentalunterricht an Schulen zumindest administrativ erleichterten. Eine solche Ausnahmeregelung wurde in der EU-Gesetzgebung und deren Umsetzung nicht berücksichtigt, obwohl aufgrund der verwendeten Mengen häufig Einstufungen mit nur geringer Gefährdung resultieren.
- Bürokratische Hürden, die nicht an den Ausbildungsbetrieb in den Schulen angepasst sind (z.B. die schriftliche Dokumentation der Gefährdungsbeurteilungen vor der Durchführung jedes Experiments) behindern den Experimentalunterricht zusätzlich und führen dazu, dass Chemie-Lehrkräfte die Anzahl der Experimente reduzieren oder in den digitalen Raum verlagern und diesen damit nicht nur als didaktisch sinnvolle Ergänzung nutzen.
- Auch zu große Klassenstärken stellen ein Hindernis für das gemeinschaftliche Experimentieren in der Schule dar. Aufmerksamkeit und Sicherheit der Schülerinnen und Schüler leiden darunter.

3. Zeit:

Ein umfassender pädagogisch qualitativer Chemie-Unterricht benötigt Zeit, und zwar für Chemie-Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler! Durch verschiedene Einflüsse wird die Zeit für Experimente im Schulunterricht jedoch immer knapper.

- Chemie-Experimente werden daher im Schulunterricht zunehmend in Videoclips präsentiert oder entfallen ganz. Dadurch haben die Schülerinnen und Schüler weniger Möglichkeiten, notwendige Primärerfahrungen zu sammeln, indem sie ihr eigenes experimentelles Wissen durch praktische Anwendung des theoretischen Wissens vertiefen können.
- Zur nachhaltigen Freude am Schulfach Chemie und zur Entwicklung experimenteller Neugierde müssen Chemie-Experimente für den Unterricht praktisch und theoretisch vorbereitet werden. Daher wird genügend Zeit

benötigt, um in geeigneten Räumen Experimente vorzubereiten und nachzubereiten sowie die sichere Entsorgung der Chemikalien zu gewährleisten.

- Aber auch die Schülerinnen und Schüler brauchen Zeit, um die Inhalte vorzubereiten und die diesbezüglichen Experimente mit Hilfe des Lehrpersonals durchzuführen. Deshalb ist eine Verkürzung des Chemie-Unterrichts kontraproduktiv, da dies zu einem Verzicht auf Chemie-Experimente führen kann.
- Lehrerfortbildungen, die insbesondere das experimentelle Handeln im Unterricht in den Blick nehmen, brauchen Zeit und Raum. Dafür erhalten Lehrkräfte oft keine Freistellungen.

4. Ausstattung und Ressourcen:

In vielen Schulen herrscht ein gravierender Mangel an ausreichenden zuverlässig funktionierenden und modernen Laborausstattungen und Ressourcen. Dies gilt für Räumlichkeiten, Geräte und Chemikalien, aber auch für persönliche Schutzausrüstungen für Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler.

Aufgrund dieses Mangels haben Chemie-Lehrkräfte nur begrenzte Möglichkeiten, Chemie-Experimente sicherheitsgerecht durchzuführen und ihre Schülerinnen und Schüler zu wenig Gelegenheit, praktische Erfahrungen zu sammeln.

Auswirkungen auf Lernende und Studierende:

Die negativen Einflüsse auf den Experimentalunterricht in Chemie haben unmittelbare Auswirkungen auf Schülerinnen und Schüler sowie Studierende. Diese können sein:

- Geringeres Interesse und Motivation für das Fach Chemie.
- Begrenztes Verständnis der chemischen Konzepte aufgrund fehlender praktischer Erfahrungen.
- Schwierigkeiten bei der Anwendung des theoretischen Wissens in realen Situationen.
- Geringes Interesse von Schülerinnen und Schülern an einer Ausbildung in einem Chemie-affinen Beruf und/oder an einem Chemie-Studium.
- Hohe Abbrecherquoten in der Berufsausbildung und/oder im Chemie-Studium durch mangelndes Verständnis für die experimentelle Wissenschaft.

Fazit:

Der Experimentalunterricht in Chemie ist an deutschen Schulen von verschiedenen negativen Einflüssen und massiven Beeinträchtigungen betroffen, die sich auf die Qualität des Unterrichts und folglich auch auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Chemie und ihre spätere Berufswahl auswirken.

Um diese Probleme anzugehen, sind **Optimierungen** in folgenden Punkten unerlässlich:

- Verbesserte Qualifizierung der Lehrkräfte im schulbezogenen fachpraktischen Experimentieren zum Erhalt der Qualität der fachsystematischen Ausbildung.
- Verbesserung der Sicherheitsmaßnahmen zur Erhöhung der Rechtssicherheit bezüglich des Chemikalienrechts.
- Anpassung der Bildungseinrichtungen an die Bedürfnisse des chemischen Experimentalunterrichts.
- Erhöhung der Investitionen in die Infrastruktur an den Schulen für Experimentierräume und -geräte.
- Abbau bürokratischer Hemmnisse.
- Freistellung der Lehrkräfte für fachliche und fachpraktische Fortbildung.
- Verringerung administrativer Anforderungen an die Lehrkräfte.

Wir fordern von den Kultusministerien der Länder:

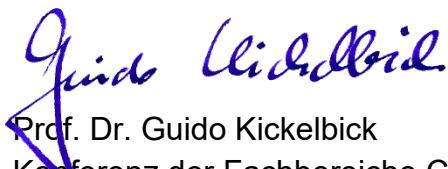
- Verbesserung der Fachkompetenz des Lehrpersonals durch eine verpflichtende und umfängliche Ausbildung in schulorientierten Chemie-Experimenten an den Hochschulen, in den Studienseminaren und eine berufsbegleitende Aktualisierung der experimentellen Kompetenz.
- Angemessene Ausstattung der Studienseminare zur Durchführung chemischer Experimente in der zweiten Phase der Lehrerbildung.
- Einführung der Definition und Beschreibung experimenteller und didaktischer Kompetenzen, die in den Lehramts-Abschlussprüfungen nachzuweisen sind.
- Zulassung von Chemiestudierenden als Vertretungslehrkräfte nur mit nachgewiesener fachdidaktischer Qualifikation im Bereich schulorientiertem Experimentieren.
- Angemessene Ausbildung mit Erfolgsnachweis der Quer- und Seiteneinsteiger sowie Nachschulung von fachfremd Unterrichtenden mit Blick auf chemische Experimente vor Aufnahme einer Unterrichtstätigkeit in Chemie.
- Einhaltung verbindlicher Sicherheitsvorschriften auch in den Schulen durch nachgewiesene und nachgeschulte Chemikalien-Fachkunde bei allen Lehrkräften.
- Verbesserte Berücksichtigung der Belange von öffentlichen Ausbildungsstätten in der Chemikaliengesetzgebung
- Schaffung von Rechtssicherheit für Lehrkräfte durch klare Verantwortlichkeiten für die Einhaltung der geforderten Sicherheitsvorkehrungen und -richtlinien.
- Verbesserte materielle Ausstattung des Chemie-Experimentalunterrichtes an Schulen und Universitäten, insbesondere durch Unterrichtsräume nach dem Stand der Technik und einer angemessenen apparativen und materialtechnischen Ausstattung.
- Abbau bürokratischer Hindernisse z.B. bei der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten durch vereinfachte Gefährdungsbeurteilungen sowie durch

eine an die Belange öffentlicher Bildungsträger angepasste Chemikalienverordnung.

- Lehrkräfte-Fortbildungen im Fach Chemie müssen offiziell vorgeschrieben und finanziert werden. Wünschenswert wäre zu Weiterbildungszwecken die Einführung eines jährlichen Betriebspraktikums/einer experimentalpraktischen Fortbildungsveranstaltung für Chemie-Lehrkräfte.

„Der Lehrplan muss es zulassen, dass die Kinder ihre Nasen nicht nur in Bücher stecken, sondern auch mal – mit Vorsicht - in die Nähe eines Reagenzglases halten dürfen.“

Benjamin List, Nobelpreisträger Chemie, 2021 (Chemkon 2023, 30, Nr. 7, 271)



Prof. Dr. Guido Kickelbick
Konferenz der Fachbereiche Chemie (KFC)



Prof. Dr. Klaus-Peter Jäckel
Vorstandsmitglied der Gesellschaft
Deutscher Chemiker (GDCh)

Die Autoren:

Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde, Didaktik der Chemie, Bergische Universität Wuppertal

Prof. Dr. David-Samuel Di Fuccia, Didaktik der Chemie, Uni Kassel

Prof. Dr. Jens Friedrich, Chemie und Chemiedidaktik, Uni Freiburg

Prof. Dr. Klaus-Peter Jäckel, Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Waltraud Habelitz-Tkotz, StD, Emil-von-Behring-Gymnasium, Spardorf, Fachgruppe Chemieunterricht GDCh

Prof. Dr. Guido Kickelbick Konferenz der Fachbereiche Chemie (KFC)

Dr. Marco Rossow, OStR, Reppenstedt

Dr. Petra Schultheiß-Reimann, Arbeitskreis Schule Bildung Beruf der GDCh-
Fachgruppe SEC

Dr. Sabrina Syskowski, Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Fachbereich Chemie,
Uni Konstanz