

## 8. Arbeitsbericht der AG Experimentalunterricht – August 2019

Die Arbeitsgruppe Experimentalunterricht hat sich zur Aufgabe gemacht, die Bedeutung und Wertstellung von Experimenten im Chemieunterricht deutlich zu machen und zu stärken. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass in der Tendenz ein Rückgang eines experimentell ausgerichteten Chemieunterrichts zu verzeichnen ist, stattdessen der Einsatz von textlastigen Materialien in verschiedensten methodischen Varianten vermehrt Einzug in den Chemieunterricht gehalten hat. Mit Hilfe eines online-Fragebogens ist erhoben worden, wie Fachleiter und Fachberater den Ausbildungsstand der Referendare zu Beginn des Referendariats beurteilen und welche Wünsche sie im Experimentalbereich an die Hochschulausbildung stellen. Der Fragebogen umfasste geschlossene Fragen und offene Fragestellungen zu den Bereichen Status Quo der Experimentierkompetenz bei Referendaren sowie Wünsche/Anforderungen an die Referendare im Bereich Wissen und Fähigkeiten und Fertigkeiten im Bereich Experimentalunterricht.

Die Auswertung der Befragung zeigt, dass in weiten Bereichen den Referendaren deutliche Defizite sowohl für die reale Durchführung von Experimenten im Unterricht als auch im Bereich der didaktischen Verortung innerhalb einer Unterrichtsstunde/Unterrichtseinheit attestiert werden.

Bei den offenen Fragestellungen ist aus der Vielzahl der Antworten eine Kategorisierung vorgenommen worden; es lassen sich für den Bereich Wissen und Fähigkeiten/Fertigkeiten im Wesentlichen vier große Kategorien herausstellen:

- I. Grundkanon von Experimenten
- II. Didaktische Funktionen von Experimenten
- III. Methodik des Experimentierens
- IV. Sicherheit im beim Experimentieren

Insbesondere der letzte Punkt „Sicherheit und Sicheres Arbeiten“ wurde überdurchschnittlich häufig angesprochen, hier liegen offensichtlich erhebliche Defizite in der Ausbildung vor.

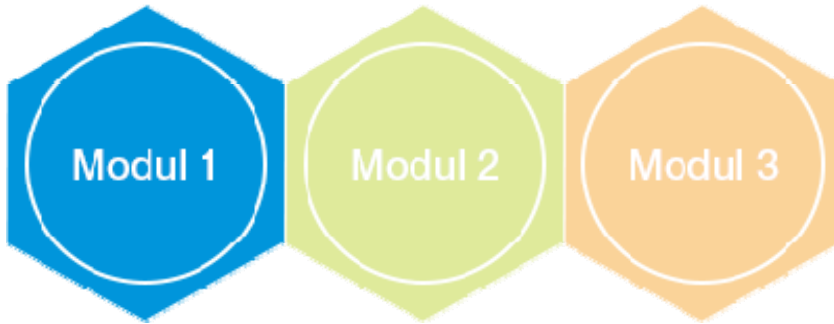
Die Arbeitsgruppe Experimentalunterricht hat bei ihrem letzten Treffen im September 2018 den Katalog zu den Experimentell-praktische Kompetenzen, über die Absolventinnen und

Absolventen des Lehramts Chemie nach Abschluss ihrer universitären Ausbildung verfügen müssen, überarbeitet, dieser soll alsbald in Chemkon publiziert werden (s. Anhang).

Weiteres Ziel ist es, verschiedene Anforderungsprofile an das Experiment im Chemieunterricht an beispielhaften (Schlüssel)Experimenten zu konkretisieren. Es wurde ein Strukturmodell entwickelt, in dem ausgewählte Experimente zu bestimmten Unterrichtsinhalten unter Berücksichtigung der im Kompetenzraster benannten Kompetenzen zum experimentellen Arbeiten und Verortung bestimmter didaktischer Prinzipien (Basiskonzepte, Lernvoraussetzungen, Schülervorstellungen etc.) prägnant beschrieben werden. Auch dies soll publiziert werden.

Der zweite Arbeitsschwerpunkt der Gruppe liegt in der Organisation und Erstellung von Experimentiervorlagen und Gefährdungsbeurteilungen in digitaler Form. Dieser Schwerpunkt ist ebenfalls im letzten Jahr favorisierend verfolgt worden. Aus diesem Grund wurden Kontakte hergestellt zu den Unfallkassen Bayern (Dr. Abke), Rheinland-Pfalz (Dr. Radke), NRW (Herr Hohenberger) und dem Leiter des Sachgebietes Gefahrstoffe der BGRCI, Herrn Dr. Brock (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie), Herr Tschiedel (BF Chemie Mainz) und Dr. Lange (BASF). Weitere Teilnehmer an dieser Projektgruppe aus der Fachgruppe sind Frau Habelitz-Tkocz, Herr Proske, Herr Schwab und Prof. Dr. Friedrich.

Das Ziel der Arbeit dieser Projektgruppe ist die Entwicklung eines internetbasierten Instruments „Gefahrstoffmanagementsystem – Schule. Das Konzept „Mehr Rechtssicherheit beim Experimentieren im Chemieunterricht durch Bündelung von Kräften“ sieht eine Online Verwaltung von Schulchemikalien, eine mitwachsende Datenbank für Schulchemikalien und eine mitwachsende Datenbank für Gefährdungsbeurteilungen vor. Es wurde ein Algorithmus-Schema als Prototyp einer interaktiven Datenbank erstellt, welches die Grundlage zur Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen bildet. Die Entwicklung dieser internetbasierten Datenbank („Internet basiertes Instrument für ein „**DGUV Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich technischen Unterricht**“ – **DeGINTU**) ist von der Firma Medien Service GmbH professionell entwickelt worden, die hierzu notwendigen Kosten werden von der BGRCI getragen und das gesamte System steht als online-Anwendung allen allgemeinbildenden Schulen sowie Schülerlabors von Museen, Instituten oder der Industrie und Einrichtungen der Lehramtsausbildung **kostenfrei** zur Verfügung ([www.degintu.dguv.de](http://www.degintu.dguv.de)). Die Entwicklung der aus drei Modulen bestehenden Datenbank ist mittlerweile angeschlossen, wird aber stetig aktualisiert und weiterentwickelt.



### **Modul 1: Gefahrstoffdatenbank – fertig, steht online zur Verfügung**

In dem Modul 1 wird die Stoffliste zur DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ (DGUV-Information 213-098 bisher DGUV-Regel 113-019 beziehungsweise GUV-SR 2004) abgebildet. Es basiert auf der GESTIS-Stoffdatenbank. Die Einstufung sowie Kennzeichnung schulrelevanter Gefahrstoffe und die sich daraus ergebenden Tätigkeitsbeschränkungen und -verbote nach der KMK-RISU, werden transparent abgebildet. In entsprechenden Stoff-Karteikarten werden alle Informationen auf einen Blick übersichtlich dargestellt. Diese können von der Lehrkraft für die Unterrichtsvorbereitung und -durchführung (zum Beispiel Unterweisung der Schülerinnen und Schüler) genutzt und ausgedruckt werden.

### **Modul 2: Chemikalienverwaltung – fertig, steht online zur Verfügung**

Mit dem Modul 2 können die Schulen ihre Chemikalienbestände leicht erfassen und verwalten. „DeGINTU“ bietet außerdem eine Importfunktion für verschiedene Datenbanken. Aus den erfassten Daten der Bestandverwaltung können die Schulen entsprechend der KMK-RISU eine „Umetikettierung“ der Gefahrstoffgebinde gemäß CLP-VO/GHS, die bis zum 1.6.2017 abgeschlossen sein soll, durchführen. Etiketten können, wie unter Ziffer I – 3.12.1 KMK-RISU gefordert, ausgedruckt werden. Darüber hinaus können Schulen ohne zusätzlichen Aufwand mit „DeGINTU“ ein rechtskonformes und aktuelles Gefahrstoffverzeichnis führen.

### **Modul 3: Versuchsdatenbank mit interaktiver Gefährdungsbeurteilung**

Modul 3, welches in der beta-Version bereits zugänglich ist, beinhaltet Versuchsbeschreibungen bewährter Experimente inklusive der vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilungen. Da sich Gefährdungen im Chemieunterricht nicht nur aus den Eigenschaften der Stoffe ergeben, müssen bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung weitere Aspekte (zum Beispiel bauliche Gegebenheiten, Raumausstattung) berücksichtigt werden. Um den Aufwand für die Schulen, bei der Erstellung und rechtssicheren Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung möglichst gering zu halten, wird das Modul 3 mit dem seit vielen Jahren bewährten DGUV Internet-Portal „Sichere Schule“ (

[www.sichere-schule.de](http://www.sichere-schule.de)) verknüpft. Eigene Versuche können ebenfalls interaktiv beurteilt werden.

Gleichwohl ist festzustellen, dass in gewissen Bereichen wie z. B. den Angaben zum Freisetzungverhalten von Stoffen oder konkreten Entsorgungshinweisen noch Defizite vorhanden sind. Die Arbeitsgruppe ist trotz sehr knapper finanzieller und personaler Ressourcen bemüht, diese Defizite zu minimieren.

Die Arbeitsgruppe strebt weiterhin als finales Ziel an, eine Grundposition im Sinne einer politischen Empfehlung über Umfang und Bedeutung der experimentellen Ausbildung für Chemielehrkräfte aus Sicht der Fachgruppe zu formulieren. Hierzu wird eine entsprechende Diskussion bei einem Arbeitstreffen am Rande der Fachgruppentagung in Karlsruhe geführt.

Für die AG Experimentalunterricht - Prof. Dr. Jens Friedrich

Anhang

**Ziel der experimentellen Lehramtsausbildung Chemie ist es, die Experimentierkompetenz der Studierenden weiter zu entwickeln, ihre Freude am Experimentieren zu erhalten und sie zu befähigen, für und mit Lernenden zu experimentieren.**

**1. Experimentell-praktische Kompetenzen, über die Absolventinnen und Absolventen des Lehramts Chemie nach Abschluss ihrer universitären Ausbildung verfügen müssen  
Die Absolventinnen und Absolventen...**

Kompetenzen	Indikatoren
<p style="text-align: center; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fachdidaktik</p> <p>(1) wenden den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung an und kategorisieren vorgegebene Schulexperimente im Hinblick auf ihre Stellung im Unterricht.</p> <p>(2) integrieren zentrale Schulexperimente zu relevanten Themenfeldern der Chemie bei der Behandlung von Stoffen, chemischen Reaktionen, Gesetzen und Theorien, chemiehistorischen Sachverhalten, technologischen Verfahren und fachspezifischen Methoden sachgerecht in den Unterricht.</p> <p>(3) nutzen geeignete Informationsquellen, um Schulexperimente themenbezogen zu recherchieren und gegebenenfalls zu modifizieren, um diese in ihrer Unterrichtsplanung didaktisch begründet umzusetzen.</p> <p>(4) erkennen Fachzusammenhänge der relevanten Schulexperimente, verankern sie curricular und führen eine adressatengerechte didaktische Reduktion durch.</p> <p>(5) zeigen zu relevanten Schulexperimenten alltagsbezogene und historische Anknüpfungspunkte auf.</p> <p>(6) protokollieren und bewerten selbstständig durchgeführte Schulexperimente fachlich, fachdidaktisch und methodisch.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen vorgegebene Schulexperimente an geeigneter Stelle in den naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung ein.</li> <li>• planen den Einsatz von Schulexperimenten im Unterricht erkenntnisprozessgerecht.</li> <li>• wählen Experimente didaktisch begründet aus und führen sie nach Vorschrift durch.</li> <li>• entwickeln Anleitungen zu Schulexperimenten.</li> <li>• erstellen Protokolle unter Berücksichtigung der experimentellen Erkenntnismethode.</li> <li>• fertigen beschriftete Schnittskizzen der Versuchsaufbauten an.</li> <li>• analysieren und bewerten eigene und fremde Protokolle aus fachlicher und fachdidaktischer Sicht.</li> <li>• demonstrieren Schulexperimente sach- und sicherheitsgerecht.</li> <li>• variieren den Offenheitsgrad experimenteller Aufgabenstellungen.</li> <li>• variieren Experimentieranleitungen sowohl für den Einsatz als Lehrerdemonstrations-, als auch als Schülerexperimente.</li> <li>• zeigen an konkreten Experimenten Möglichkeiten der curricularen Einordnung und didaktischen Reduktion auf.</li> <li>• nutzen geeignete Experimente zur Erzeugung kognitiver Konflikte.</li> </ul>

Arbeitssicherheit	(7) verfügen über grundlegendes Wissen zu schulrelevanten Gefahrstoffen. (8) nutzen rechtsverbindliche Informationsquellen zu Vorschriften im Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht und setzen diese beim experimentellen Arbeiten inhaltsbezogen und situationsgerecht um.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entnehmen gezielt Informationen aus den Vorschriften der DGUV bzw. der RISU zum Umgang mit gefährlichen Stoffen in Schulen.</li> <li>• setzen die beim Experimentieren erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen vorschriftsmäßig um.</li> <li>• erstellen für relevante Schulexperimente Gefährdungsbeurteilungen.</li> <li>• entsorgen die nach einem Experiment vorhandenen Reaktionsprodukte und Reststoffe sach- und sicherheitsgerecht.</li> </ul>
	(9) reflektieren bereits bestehende Gefährdungsbeurteilungen kritisch und erstellen eigene Gefährdungsbeurteilungen.	

**2. Obligatorische Inhalte der experimentell-praktischen Schulchemie, die von jedem Studierenden des Lehramts Chemie nach Abschluss seiner universitären Ausbildung beherrscht werden müssen**

obligatorische Inhalte	Beispiele zu den Inhalten
Gerätekunde, Gerätetechniken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborgeräte und deren Funktion kennen, funktional auswählen und sachgerecht einsetzen</li> <li>• Gerätetechniken (u.a. Halbmikro-, Küvetten-, Medizin- und Projektionstechniken) kennen, funktional auswählen und sachgerecht einsetzen</li> <li>• ...</li> </ul>
grundlegende handwerkliche Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit verschiedenen Brennern</li> <li>• Bearbeitung von Glasrohren (Glasrohr schneiden, Kanten rund schmelzen, Winkel biegen, Pipette ziehen)</li> <li>• Herstellen von Lösungen und Reagenzien</li> <li>• Verwenden digitaler Messwerterfassungssysteme</li> <li>• ...</li> </ul>
Montage/Demontage von Versuchsaapparaturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigen der Gestaltgesetze</li> <li>• standsicherer und spannungsfreier Aufbau</li> <li>• einheitliche Arbeitshöhe, Nutzung von Magnettafeln</li> <li>• Prüfen auf Gasdichtheit</li> <li>• ...</li> </ul>
Optimierung der Präsentationstechnik beim Experimentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• u.a. Arbeiten mit Referenzproben, Kontrasthintergrund, Beleuchtungsmaßnahmen,</li> <li>• Einsatz digitaler Präsentationstechniken</li> </ul>
Sicherer Umgang mit Geräten, Apparaten und Apparaturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Druckgasflaschen,</li> <li>• Umgang mit Gasentwicklern,</li> <li>• Auffangen von Gasen,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentieren u.a. in geschlossenen Apparaturen, Arbeiten im Abzug, mit überliefenden und/oder giftigen Gasen.</li> <li>• Einsatz von Aktivkohle-Adsorptionsröhrchen, Schutzscheibe.</li> <li>• ...</li> </ul>
Synthetisieren und sicheres Handhaben von ausgewählten Gasen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• u.a. Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Ammoniak, Chlor, Hydrogenchlorid, Ethin,</li> </ul>
Lagerung und sachgerechtes Handhaben von Stoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorschriftsmäßige Etikettierung und Lagerung</li> <li>• Demonstrieren der Brennbarkeit von Stoffen, insbesondere von Gasen</li> <li>• Umgang mit Gefahrstoffen z. B. Knallgas, Metallpulver, Alkalimetalle, Halogene, leichtentzündliche und selbstentzündliche Stoffe.</li> <li>• ...</li> </ul>
Umgang mit Strom- und Spannungsquellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparaturen zur Elektrolyse, zu Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen betreiben</li> <li>• einfache Schaltkreise lesen und zeichnen,</li> <li>• eine Apparatur anhand eines einfachen Schaltplans aufbauen,</li> <li>• Strom- und Spannungsmessungen durchführen,</li> <li>• ...</li> </ul>
Sachgerechte Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• saure, alkalische und schwermetallsalzhaltige Flüssigkeiten,</li> <li>• organische Flüssigkeiten,</li> <li>• Feststoffe,</li> <li>• einfache Aufarbeitungsmaßnahmen</li> </ul>

Die Studierenden des Lehramts Chemie verfügen am Ende ihrer ersten Ausbildungsphase über ein umfassendes Portfolio mit Experimentieranleitungen (Protokollen) zu den von ihnen erprobten relevanten Schulexperimenten aus den Bereichen der Anorganische, Physikalische und Organische Chemie und deren alltagsorientierter Verortung. Sie sind in der Lage, die Experimente in verschiedenen Organisationsformen durchzuführen und sie fachdidaktisch zu analysieren sowie zu reflektieren. Darüber hinaus entnehmen die Studierenden aus den Vorschriften der DGUV bzw. der RISU gezielt Informationen zum Umgang mit Gefahrstoffen in Schulen, setzen diese sachgerecht um und erstellen für relevante Schulexperimente Gefährdungsbeurteilungen.

