

## Stellungnahme

**zum Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg CHEMIE (Stellungnahme mit Bezug auf die Anhörfassung 11.2021)**

### 1. Vorbemerkungen

Die veröffentlichten Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.6.2020) erzwingt eine Umsetzung in ländereigene Curricula und Bildungspläne. Nachdem Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss bereits am 16.12.2004 vorlegt worden waren, folgt mehr als 15 Jahre später nun die Veröffentlichung der Bildungsstandards im Fach Chemie für Allgemeine Hochschulreife und damit eine bundeseinheitliche Vereinheitlichung. Dies gilt im Übrigen für die Fächer Biologie und Physik im gleichen Maße und in gleicher Form.

Die Umsetzung der Bildungsstandards in ein Kerncurriculum Chemie für die Sekundarstufe II war somit zwangsläufig. Die Anhörfassung liegt nun vor und soll ab 2022 die Grundlage für schuleigene Curricula in der Einführungsphase (2022/2023) und der Qualifikationsphase (ab 2023/2024) bilden. Die in der Anhörfassung zum Kerncurriculum formulierten Kompetenzen werden erstmalig im Abitur 2025 prüfungsrelevant sein. Die Umsetzung der Vorgaben aus dem Kerncurriculum in schuleigene Bildungspläne ist zeitlich ambitioniert.

Allerdings sei hier ausdrücklich angemerkt, dass das noch gültige Kerncurriculum Chemie für die gymnasiale Oberstufe handwerklich gelungen war, so dass eine Umsetzung in Unterricht und eine Erstellung von Abituraufgaben damit gut möglich gewesen ist und schließlich gehörte das Fach Chemie aufgrund der hohen Qualität des Kerncurriculums zu den ersten Unterrichtsfächern, die ohne Schwerpunktthemen und zusätzlich formulierte Anforderungen für das Abitur auskam. Dies spricht für die hohe fachliche und didaktische Akzeptanz in der fachdidaktischen Community. Auch aus Sicht der Ausbildung von Lehrkräften im Vorbereitungsdienst ist das noch gültige Kerncurriculum gut geeignet, um kompetenzorientierte Unterrichtsziele zu definieren.

Mit der Einführung eines neuen Kerncurriculums im Fach Chemie müssen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Was ist neu? Welche Kompetenzanforderungen sind dazu gekommen? Welche Kompetenzanforderungen sind weggefallen? Ist die Umsetzung der formulierten Bildungsstandards für die Sekundarstufe II gelungen?
- Den Prüflingen wird in der schriftlichen Abiturprüfung ein Vorschlag mit Experiment vorgelegt. Inwieweit wird das experimentelle Arbeiten im Fach Chemie durch das neue Kerncurriculum gestärkt?
- Inwieweit ist der Kompetenzerwerb spiralcurricular im Sinne einer vertikalen Vernetzung im Kerncurriculum angelegt? Inwieweit finden Fächerübergriffe im Sinne einer horizontalen Vernetzung Eingang in das Kerncurriculum?
- Werden die anstehende Digitalisierung und der damit verbundene verpflichtende Einsatz von CAS-Systemen in der gymnasialen Oberstufe ab 2026 und in den Abiturprüfungen ab 2029 angemessen berücksichtigt?
- Wird durch das Kerncurriculum ein an den aktuellen fachdidaktischen und -methodischen Anforderungen anspruchsvoller Chemieunterricht legitimiert?

## 2. Anhörfassung Kerncurriculum Chemie: Das Neue und dessen Umsetzung

Vorab sei angemerkt, dass auch im neuen Kerncurriculum Chemie (KC) das bewährte Format der Kompetenztabellen erhalten bleibt. Hier ein ausdrückliches Lob an die dafür verantwortlichen Lehrkräfte, vereinfacht es durch die bekannte Lesart die Arbeit in den Fachgruppen der Schulen und die Umsetzung des vorliegenden KCs in schuleigene Curricula. Einerseits ist vieles bereits bekannt und an den Schulen etabliert andererseits kann fachlich Neues direkt in bereits vorliegenden Curricula übernommen werden kann.

Die vier Kompetenzbereiche wurden beibehalten, lediglich der Name *Sachkompetenz* ist neu und ersetzt die Begriffe *Fachwissen/Fachkenntnisse*. Die Prozesskompetenzen *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* bleiben unverändert.

Aus bisher fünf Basiskonzepten wurden drei. Das Basiskonzept des Chemischen Gleichgewichts geht nun mit im *Konzept der chemischen Reaktion* auf. Die beiden Basiskonzepte Stoff-Teilchen und Struktur-Eigenschaft werden im *Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen* vereint. Diese Zusammenfassung ist den neuen Bildungsstandards geschuldet und das Vorgehen ist legitim.

Allerdings erscheint es aus Sicht der Lernenden einfacher, chemische Fragestellungen direkt Basiskonzepten zuzuordnen und da haben sich die fünf Basiskonzepte aus dem zurzeit gültigen Kerncurriculum im Unterricht bewährt. Es bleibt den Lehrkräften vor Ort aber vorbehalten, hier auch weiterhin fünf in sich geschlossenen, stimmige Basiskonzepte zu nutzen, zumal diese im Teil Zusammenführung der Kompetenzen (3.2) wieder aufgetrennt werden. Die Auftrennung ist fachdidaktisch sinnvoll und hat sich im Unterricht der letzten Dekade bewährt.

Neu und augenfällig ist, dass nun in den Kompetenztabellen nicht mehr die Basiskonzepte selbst als Leitlinien für die Tabellen bestimmend sind, sondern Themenbereiche, die an Unterrichtseinheiten bzw. Semesterthemen orientiert sind. In der Einführungsphase sind dies: *Strukturen von Molekülen organischer Stoffe*, *Eigenschaften organischer Stoffe*, *Reaktionen von Alkanolen*, *Reaktionen von Alkanen* und *Technische Verfahren*.

Bisher waren die Zuordnungen in den Tabellen an den fünf Basiskonzepten orientiert.

Die neu gewählte Darstellung hat Vorzüge und Nachteile.

Ein Vorteil ist sicherlich die Strukturierung der Kompetenzen an Stoffgruppen, weil dies vielerorts im Unterricht genauso geschieht und sich die Fachkollegien in den Unterrichtsgängen wiedererkennen können. Eine Problematik besteht jedoch darin, dass das Bewusstsein für die Anwendung der immergleicher Basiskonzepte verloren gehen könnte.

In den letzten Jahren ist es zunehmend gelungen, das Denken in Basiskonzepten und nicht die Abfrage singulären Fachwissens zu befördern. Es besteht zumindest die Gefahr, dass diese im Unterricht erzielten Fortschritte in Frage gestellt werden und ein Unterricht rein an Stoffklassen und Reaktionen erfolgt und die Basiskonzepte in den Hintergrund treten könnten. Dieses damals auch für die Kollegien komplett neue Denken, weg von der bloßen Vermittlung von Sachinhalten zugunsten des Erwerbs von chemischen Überblickswissen im Sinne der auch im KC genannten *Scientific Literacy*, hat sich in der unterrichtlichen Praxis wie in der Lehrerausbildung bewährt.

Es ist festzuhalten, dass einige Kompetenzen weggefallen sind, andere für Lernende in Kursen mit grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau dazugekommen sind.

Für das grundlegende Niveau wurden die bisher definierten Kompetenzen im Wesentlichen beibehalten. Allerdings war es auch in Vergangenheit in Kursen auf grundlegendem Niveau in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht einfach alle Kompetenzen angemessen zu vermitteln. Da die Lernenden zwei Unterrichtsstunden pro Woche weniger als Lernende in einem Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau haben und bereits jetzt in Kursen mit grundlegendem Niveau ein äußerst straffes Lehr- und Lernkompendium vorliegt, sollte man überdenken, wo Streichungen möglich und sinnvoll sind. Hier hätte das Autorenteam noch mehr Mut zu Kürzungen auf gA-Niveau haben können. Es bleibt aber auch im neuen KC im Rahmen der bisher vermittelten Kompetenzen, ein Mehr wäre nicht vertretbar gewesen.

In Kursen auf erhöhtem Anforderungsniveau hat durch die KMK-Bildungsstandards im Fach Chemie eine deutliche Erhöhung bzw. Verschiebung von Lerninhalten stattgefunden. Dies ist nicht den für das neue Kerncurriculum Verantwortlichen anzulasten, da diese Vorgaben ja bundesweit gelten. Leider konnten sich bei den bundesweiten Verhandlungen Niedersachsen hier nicht genügend durchsetzen, so dass Bildungsinhalte eher südlich verorteter Bundesländer wiederzufinden sind. Einige der Themen, wie die koordinative Bindung, die Wechselwirkung von Proteinmolekülen oder Reaktionen an aromatischen Verbindungen waren ganz bewusst gestrichen worden und kommen nun durch das neue Kerncurriculum zurück in den Unterricht. Diese Themen erscheinen zumindest aus fachdidaktischer Sicht nach wie vor verzichtbar, sind nun aber Bestandteil der Bildungsstandards und müssen somit umgesetzt werden.

Die neuen Sachinhalte sind im Einzelnen:

- Die Faradayschen Gesetze (Elektrochemie)
- Die metallische Bindung und das Elektronengas (Stoff-Teilchen, Struktureigenschaft)
- Die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Teilchen
- Mechanismus Estersynthese und elektrophile Erstsabstitution am Aromaten
- Trivialnamen Ester (Welche genau? Essigsäureethylester oder Ethylacetat?)
- Chiralität
- Wechselwirkung in Proteinmolekülen
- Die Biuret-Reaktion
- Nanostrukturen und Nanoteilchen

Diese zusätzlichen Bildungsinhalte der KMK-Bildungsstandards stellen ein Mehr an Anforderungen dar. Es ist unglücklich, dass die Themen Koordinative Bindung, Chiralität und Nanostrukturen/Nanoteilchen nun zusätzlich behandelt werden müssen.

Aus fachdidaktischer Sicht sind sie verzichtbar, haben sie doch keinen Mehrwert für die chemische Grundbildung, da die Auseinandersetzungen mit den angesprochenen Lerninhalten - wie die Kompetenzen im KC zeigen - sehr oberflächlich angelegt sind.

Zum Beispiel sind die Vorgaben zu den Nanostrukturen und -teilchen in der letzten Kompetenztafel *Makromoleküle und Nanostrukturen* ganz unten platziert. Ganz nach dem Motto, irgendwo müssen die ja auch noch untergebracht werden. Entsprechendes gilt für die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Teilchen, die bei der Korrosion und dem Korrosionsschutz verortet werden (wahrscheinlich in Bezug auf die Nachweis-Reaktion von

Eisen(II)- und Eisen(III)-Ionen durch die Berliner Blau-Reaktion). An einer anderen Stelle taucht die koordinative Bindung nicht auf, obwohl dies bei der Fehling- oder der Biuret-Reaktion durchaus möglich wäre und dort sogar passender erschiene.

Die bei den Nanostrukturen/Nanoteilchen definierten Kompetenzen verbleiben in den Anforderungsbereichen I und II (vgl. auch Operatoren). Ein Transfer wird nicht gefordert möglich, denn die Betrachtungen von zwischenmolekularen Wechselwirkungen tauchen im KC an zahlreichen anderen Stellen auf und bedienen das *Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen*.

*Ist die Umsetzung der formulierten Bildungsstandards in ein Kerncurriculum für die Sekundarstufe II gelungen?*

Die Frage ist zu bejahen. Für die aus fachdidaktischer Sicht überflüssigen Inhalte können die Verantwortlichen der Kommission nichts und dafür eine adäquate Lösung und Einbettung anzubieten, ist wirklich schwierig. Der Erhalt der Kompetenztabellen ist zu begrüßen, hat er sich doch in den letzten Jahren bewährt und wurde erfolgreich in schuleigene Curricula implementiert.

### **3. Stärkung des Experiments als zentrales Element des Chemieunterrichts**

*Inwieweit wird das experimentelle Arbeiten im Fach Chemie durch das neue Kerncurriculum gestärkt?*

Den Prüflingen wird in der schriftlichen Abiturprüfung ein Aufgaben-Paket, bei dem einer der beiden Aufgabenvorschläge ein von den Lernenden durchzuführendes Experiment beinhaltet, vorgelegt. Ein alternatives Aufgaben-Paket ohne einen experimentellen Teil sollte der Schule vom MK nur noch auf Nachfrage mit Begründung, warum in der Prüfung nicht experimentiert werden kann, zur Verfügung gestellt werden. Im Kerncurriculum sind zahlreiche experimentelle Kompetenzen in den Kompetenztabellen angelegt.

Es wäre wünschenswert, wenn die verpflichtenden experimentellen Kompetenzen noch einmal explizit in einer tabellarischen Übersicht aufgeführt würden, da in der schriftlichen Abiturprüfung der experimentelle Anteil bis 20% der Prüfungsleistung einnimmt. Das Experiment zur Überprüfung von Hypothesen sowie das selbstständige Experimentieren im Unterricht durch die Lernenden hat in der Einführungs- und der Qualifikationsphase für den an der Wissenschaftspropädeutik orientierten Chemieunterricht einen besonderen Stellenwert. Es sollte noch einmal sehr deutlich hervorgehoben werden, dass sich keine Lehrkraft und kein Prüfling dem entziehen kann und darf, stellt das Experiment doch ein besonderes Merkmal des naturwissenschaftlichen Unterrichts dar.

Experimentelle Fertigkeiten und Fähigkeiten müssen **im** Unterricht geschult werden und es ist daher für alle Lehrkräfte interessant, welche Kompetenzen im Rahmen der Abiturprüfungen ganz konkret abverlangt werden. Dies schafft Transparenz im Unterricht und Sicherheit bei den Prüflingen, so dass damit auch eine höhere Anwahl der Aufgabe mit experimentellem Teil resultieren könnte. Diese Chance sollte sich ein neues Kerncurriculum nicht nehmen lassen.

Wenn im neuen Kerncurriculum explizit ausgeführt würde, dass ab dem Abitur 2025 im Regelfall nur noch das Paket mit experimenteller Aufgabe angeboten wird und ein anderes Paket nur unter expliziter Begründung an das MK bereitgestellt wird, könnte dies den an

Experimenten orientierten Chemieunterricht weiter voranbringen. Beispiele für experimentelle Prüfungsaufgaben könnten dann entweder im Anhang beigefügt oder mit Verweis auf einen Link im Netz abgerufen werden.

Schöne experimentelle Aufgaben aus den vergangenen Abiturjahrgängen in Niedersachsen sind zahlreich und gerade die junge Generation an Lehrkräften würde sich hier Handreichungen wünschen.

#### **4. Kerncurriculum Chemie - Fachkompetenz in einer digitalen Welt (2.3)**

*Werden die an den Schulen anstehende Digitalisierung und der damit verbundene und verpflichtende Einsatz von CAS-Systemen in der gymnasialen Oberstufe ab 2026 und in den Abiturprüfungen ab 2029 angemessen berücksichtigt?*

Neu ist der Abschnitt 2.3 Fachkompetenz in der digitalen Welt (S. 9). Dieser Abschnitt fällt insgesamt äußerst knapp aus. Die Digitalisierung in Schulen wird in der kommenden Dekade sehr bedeutsam sein. Mit Blick auf digitale Hilfsmittel, wie Computer-Algebra-Systeme (CAS) mit oder ohne Tablets, der zunehmende Einsatz von Laptops und digitalen Endgeräten wird hier unzureichend behandelt.

Dass „*die Nutzung digitaler Endgeräte im Unterricht sinnvoll ist*“, steht außer Frage. Dennoch sind die dann genannten Möglichkeiten medien- und fachdidaktisch nichts Neues. Gerade der ab dem Schuljahr 2022/2023 verpflichtende Einsatz von CAS erfordert eine intensive Vertiefung im KC, wo dies auch bei den genannten Kompetenzen geschehen kann und sollte. Ohne eine sorgfältige Auseinandersetzung, bestünde die Gefahr, dass die Fachlehrkräfte im Unterricht gar nicht darauf eingehen oder nicht darauf eingestellt sind, falls die Lernenden in den Fächern Mathematik bzw. Physik erworbene Kompetenzen zur Lösung von Aufgaben nutzen. Hier sollte ein expliziter Verweis in den Kompetenzen erfolgen, wo die Verwendung von CAS/GTR möglich und gewünscht ist.

Dazu zählen insbesondere die Berechnungen von Gleichgewichtskonzentrationen oder der Ionenkonzentrationen in galvanischen Elementen mit den Möglichkeiten des GTR/CAS-Systems. Hier sind in Zukunft unbedingt Fortbildungen für Lehrkräfte ohne CAS-Ausbildung erforderlich, da Lernende bei Unterricht von Lehrkräften mit Zweitfach in Mathematik oder Physik Vorteile hätten. Die Ausführungen im Kapitel 2.3 müssten zwar nicht explizit im KC veröffentlicht werden, aber es muss zumindest Literatur angegeben und/oder Handreichungen dazu erstellt werden, weil dies noch ganz andere Vertiefungsmöglichkeiten für chemische Sachverhalte eröffnet.

Die Anhörfassung *zum Einsatz von Taschenrechnern oder digitalen Endgeräten mit vergleichbarer Software im Abitur, in der gymnasialen Oberstufe sowie im Sekundarbereich I*

des Gymnasiums und der Gymnasialzweige der Kooperativen Gesamtschule und der Oberstufe (Bezug auf Erlassentwurf x.x.2021 – 33-82106) wurde gerade eben veröffentlicht. Hier hätte unbedingt ein Bezug hergestellt werden müssen, da ansonsten zukünftige Möglichkeiten der Digitalisierung zu kurz greifen. Man bedenke, dass das neue KC die nächste Dekade des Chemieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe ganz erheblich prägen wird und diese

Prägung sollte die dann geltenden Rahmenbedingungen abbilden. Ein zusätzliches Kapitel im Anhang, das diese Problematik aufnimmt, wäre hilfreich und wünschenswert.

Durch den CAS-Einsatz kann Chemieunterricht noch anwendungsorientierter gestaltet werden. Mehr Sachkompetenz, sowie eine Verknüpfung von Realität und mathematischem Modell wäre auch im Chemieunterricht die Folge. Durch Modellierungen mit CAS können realistische Aufgaben ohne großen Zeitaufwand gelöst und einsichtig gemacht werden.

Es bleibt mehr Zeit für die Reflexion chemischer Probleme oder die Metakognition von Lernprozessen. Lernende mit handwerklichen Defiziten können ihr fehlendes Wissen überbrücken und trotzdem zu angemessenen Lösungsangeboten kommen.

## 5. Kerncurriculum Chemie – Vertikale und horizontale Vernetzungen?

*Inwieweit ist der Kompetenzerwerb vertikal vernetzt?*

*Wie erfolgen die Strukturierungen in der Einführungs- und der Qualifikationsphase?*

*Finden Fächerübergriffe im Sinne einer horizontalen Vernetzung Anwendungen?*

Die spiralcurriculare Anlage des Kompetenzerwerbs im Sinne einer vertikalen Vernetzung findet im neuen Kerncurriculum statt. Der neue Aufbau der Kompetenzspalten trägt zur Übersicht der vertikalen Vernetzung bei. Wurden die Kompetenzen bisher nach den fünf Basiskonzepten für die Einführungs- und die Qualifikationsphase definiert, werden die von den Lernenden zu erlangenden Kompetenzen nun vorstrukturiert. Das kann zur vertikalen Vernetzung beitragen.

In der **Einführungsphase** sieht die Struktur folgendermaßen aus (nicht chronologisch):

- |   |                   |
|---|-------------------|
| • Strukturen von Molekülen organischer Stoffe | (16) <sup>1</sup> |
| • Eigenschaften organischer Stoffe            | (15)              |
| • Reaktionen von Alkanolen                    | (13)              |
| • Reaktionen von Alkanen                      | (19)              |
| • Technische Verfahren                        | (18)              |
| <b>Summe der vermittelten Kompetenzen</b>     | <b>(81)</b>       |

Damit ist die Einführungsphase anschlussfähig an den Chemieunterricht der Mittelstufe und die behandelten Inhalte und Kompetenzen entsprechen im Wesentlichen den bisher vermittelten Kompetenzen und greift zahlreiche Kompetenzen aus der Mittelstufe noch einmal auf.

<sup>1</sup> In Klammern steht die Anzahl der in der jeweiligen Tabelle genannten und zu vermittelnden Kompetenzen.

Eine Umsetzung im Schuljahr 2022/2023 wird als unproblematisch eingeschätzt. Allerdings ist die Anzahl der Kompetenzen (81) für einen zweistündigen Chemieunterricht in der Einführungsphase als insgesamt hoch einzuschätzen. Ohne Ausfall von Unterricht muss jede Stunde mindestens eine der vorgegebenen Kompetenzen angestrebt und erreicht werden und das ist nur der Kern, für schuleigene Erweiterungen ist dann nur wenig Zeit und Raum. Daher sollte hier noch einmal über Kürzungsmöglichkeiten nachgedacht werden.

In der **Qualifikationsphase** liegt die folgende Struktur vor (nicht chronologisch):

• Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen		(24 + 8) <sup>2</sup>
• Chemisches Gleichgewicht		(21 + 5)
• Protonenübertragungsreaktionen		(25 + 17)
• Elektronenübertragungsreaktionen		(43 + 16)
• Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege		(49 + 11)
• Makromoleküle und Nanostrukturen		(14 + 14)
<b>Summe der vermittelten Kompetenzen</b>	<b>NEU</b>	<b>(176 + 71)</b>
Summe der vermittelten Kompetenzen	BISHER	(172 + 67)

Der Faktor der zu vermittelnden Kompetenzen beim Kurs auf grundlegendem Niveau mit 3 Wochenstunden beträgt bei 210 Unterrichtsstunden 0,84 Kompetenzen pro Unterrichtsstunde und beim Kurs auf erhöhtem Niveau (5 Std.) beträgt bei 350 Unterrichtsstunden 0,70 Kompetenzen pro Unterrichtsstunde.

Hier sollte der Kompetenzfaktor bei den Kursen auf grundlegendem Niveau durch die Streichung von Kompetenzen (wie z. B. Streichen der Gaschromatografie, Auswerten von Chromatogrammen, zwei Reaktionsmechanismen) an den Wert des Kurses auf erhöhtem Niveau angeglichen werden. Es ist bereits bei dem zurzeit gültigen Kerncurriculum äußerst schwierig, alle Kompetenzen in einem Kurs auf grundlegendem Niveau angemessen zu vermitteln. In einem 2 stündigen Kurs ohne Prüflinge ist das sowieso nicht möglich und sicher auch nicht angedacht. Dennoch ist das zu absolvierende Programm vielfältig und umfangreich. In Ausnahmesituationen, wie einer pandemischen Lage muss es zwangsläufig zu Kürzungen von Kompetenzen und Inhalten kommen.

Daher sollten hier **keine** zusätzliche Kompetenzanforderungen definiert werden, sondern eher gestrichen werden. Es ist zu bedenken, dass bei im grundlegenden Niveau bei G8 immerhin vier Unterrichtsstunden zur Verfügung standen. Dies ist nun nicht mehr der Fall und die Streichungen waren nicht so vollständig wie dies beim Streichen einer Unterrichtsstunde hätte sein sollen. Also vertreten wir die Auffassung, dass im grundlegenden Anforderungsniveau noch Kürzungen im neuen Kerncurriculum vorgenommen werden können.

<sup>2</sup> In Klammern steht die Anzahl der zu vermittelnden Kompetenzen. Der erste Wert steht für das **Fundamentum** im gA-Kurs, der zweite Wert für das **Additum** zusätzlicher Kompetenzen im eA-Kurs.

Eine horizontale Vernetzung findet so gut wie gar nicht statt (zumindest nicht mehr als in dem bisherigen KC). Hier wird offenkundig, dass die zuständigen Gruppen getrennt voneinander getagt haben. Der Fächerübergreif muss dann im Unterricht individuell umgesetzt werden. Das ging bisher und wird auch weiterhin gehen, allerdings wäre es hier schön gewesen, den Lehrkräften zusätzliche Anregungen für einen fächerübergreifenden Unterricht zu geben. Es ist aber nachvollziehbar, wenn man das KC hier bewusst schlank halten wollte.

Anknüpfungspunkte hätte das Kerncurriculum im Bereich der organischen Chemie sowohl bei den neu hinzugekommenen Inhalten der Chiralität, den Wechselwirkungen in Proteinkomplexen oder der Biuret-Reaktion als auch bei den Nanostrukturen und -teilchen mit dem Fach Biologie gegeben.

Überschneidungen mit dem Fach Physik hätte es bei den Faradayschen Gesetzen, in der Elektrochemie (Überspannung, Zersetzungsspannung, Potenzialberechnungen), bei der metallischen Bindung und dem Elektronengas (insbesondere der Helmholtz-Doppelschicht als Modell des submikroskopischen Kondensators) sowie bei der Energetik chemischer Reaktionen gegeben.

Vielleicht besteht ja noch die Möglichkeiten die genannten Aspekte in das neue Kerncurriculum Chemie zu integrieren.

## 6. Kompetenzen in den Kompetenztabellen

In diesem Abschnitt wird dezidiert Bezug zu den in den Kompetenztabellen aufgeführten Kompetenzen genommen.

Dazu gehören insbesondere fachsprachliche Verbesserungen, sprachliche Präzisierungen oder die zu hinterfragende Zuordnung von Kompetenzen zu eA/gA-Kursen.

### 6.1 Einführungsphase

EP (1/5) Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung

- Die Lernenden beschreiben, dass **Moleküle** ausgewählter Verbindungen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten.
- Die Lernenden führen qualitative Experimente zum Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoffatome **in Molekülen** organischer Verbindungen durch.

EP (4/5) Sachkompetenz/Bewertung

- Die Lernenden beschreiben, dass bei Verbrennungsreaktionen **Energie vom Reaktionssystem in die Umgebung fließt** und neue Stoffe mit einem niedrigeren Energiegehalt entstehen.
- Die Lernenden berechnen für **ausgewählte Verbrennungsreaktionen die Kohlenstoffdioxidmasse und/oder Kohlenstoffdioxidstoffmenge**.
- Die Lernenden beurteilen den Kohlenstoffdioxidausstoß von Kraftfahrzeugen **mit unterschiedlichen Treibstoffen (Erdgas, Benzin)**.
-



EP (5/5)

- Gaschromatographie und Auswertung von Gaschromatogrammen (**letzte Zeile streichen**). Das sind dann in der EP fünf Kompetenzen weniger und GC taucht dann sowieso in der QP Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (2/4) auf. Da gehört es auch hin.

## 6.2 Qualifikationsphase

### 6.2.1 Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen

Sachkompetenz

- Die Lernenden beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen (**nur eA** und auch mit expliziter Angabe, welcher Modifikationen, z. B. Diamant und Graphit oder Phosphor)
- Die Lernenden erklären den Einfluss von Temperatur, Druck und Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe der Stoßtheorie. (**ohne Katalysator**).
- Die Lernenden erklären den Einfluss von Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit. (**ohne Stoßtheorie**)

### 6.2.2 Chemisches Gleichgewicht

Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung/Kommunikation

- Die Lernenden berechnen Gleichgewichtskonzentrationen **c<sub>glg.</sub> mit GTR/CAS**. (Das **K<sub>c</sub>** in Klammern ist falsch!)  
*Hinweis: Die Kompetenz des Lösen von quadratischen Gleichungen ist mit Einführung des CAS obsolet. Daher ist der Hinweis GTR/CAS sinnvoll.*
- Der Carbonat-Nachweis ist nicht spezifisch, da auch (Hydrogen)Sulfite und Hydrogencarbonate eine Trübung von Kalkwasser erzeugen. Besser den Nachweis streichen und die Kalkwasserprobe explizit benennen und einfordern.
- Die Lernenden recherchieren zu homogener und heterogener Katalyse in technischen Prozessen (**nur im eA**).
- Die Lernenden **beschreiben** das Löslichkeitsprodukt.  
*Was wird da von den Lernenden erwartet? Entweder Operator verändern: nennen/angeben(?) oder ggf. diese Kompetenz streichen.*

### 6.2.3 Protonenübertragungsreaktionen

Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung/Kommunikation

- Die Lernenden berechnen **ausgehend von** Neutralisationsreaktionen Stoffmengenkonzentrationen saurer und alkalischer Lösungen.
- Die Lernenden **beschreiben** den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung (*erkennen* ist kein Operator!)
- Die Lernenden beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. (**Singular statt Plural**)
- Die Lernenden erklären das Diagramm zur konduktometrischen Titration einer starken Säure gegen eine starke Base (eA).  
*Da dies eine singuläre Kompetenz darstellt, sollte man diese streichen. Sie sollte kein Bestandteil eines Kerncurriculum sein, sondern eine Erweiterung*

*im individuellen Unterricht darstellen. Der Erwerb der Kompetenz nimmt unnötig Raum und Zeit ein. Im Abitur mit zusätzlichem Material möglich.*

- Die Lernenden **beschreiben** den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (*erkennen* ist kein Operator!)
- Die Lernenden **beschreiben** die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA), (*erkennen* ist kein Operator!)

#### 6.2.4 Elektronenübertragungsreaktionen

Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung/Kommunikation

- Die Lernenden berechnen **aus dem Verbrauch an Maßlösung** bei einer Redoxtitration die Stoffmengenkonzentration in einer Probelösung.
- Die Lernenden **beschreiben** die Potenzialdifferenz/Spannung als Ursache für die Vorgänge in einer galvanischen Zelle (*erkennen* ist kein Operator!)
- Die Lernenden berechnen mit dem 2. Faradayschen Gesetz aus der abgeschiedenen Masse an den Elektroden die Elektrolysezeit bzw. aus der Elektrolysezeit die abgeschiedenen Massen.

*Hinweis:*

*Die Berechnung der Stromstärke I macht wenig Sinn, entscheidend für die Prozesse aus chemischer Sicht sind die an den Elektroden abgeschiedenen Massen an Elektrolyseprodukten und die dafür benötigte Elektrolysezeit. Daher Berechnung der Stromstärke I aus Kompetenz streichen.*

- Die Lernenden **berechnen** die Zersetzungsspannung (eA). (Operator *berechnen* statt *beschreiben*, oder ist *erklären* gemeint?).

#### 6.2.5 Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege

Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung/Kommunikation

- Die Lernenden beschreiben die Entfärbung von Bromwasser mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen als Nachweis von Doppelbindungen in Molekülen.  
*Hinweis: „... die Reaktion mit Brom...“ ist viel zu unspezifisch, selbst, wenn jedem klar sein sollte, was gemeint ist.*
- Die Lernenden beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (**S<sub>N</sub>1**). (Hinweis: nicht S<sub>N</sub>1)
- Die Lernenden beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen **aus den gleichen Edukten** unterschiedliche Produkte entstehen können.
- Gaschromatographie, die Auswertung von Gaschromatogrammen und Zusammenhang zwischen Reaktionsprodukt und R<sub>f</sub>-Wert **nur für eA-Kurse verpflichtend machen, also gA streichen**. GC war einmal im Abitur im gA-Kurs. Den Vorschlag haben die Lernenden überwiegend nicht genommen!
- Die Lernenden **beschreiben** die Bedeutung der Gaschromatographie in der Analytik (*erkennen* ist kein Operator!)
- Die Lernenden **erklären** den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur (*erkennen* ist kein Operator!).
- Die Lernenden **benennen** Ester mit ihrem Trivialnamen.

*Hinweis: Es gibt zwei Arten von Trivialnamen. Für IUPAC Ethylethanoat die Namen Essigsäureethylester (oder Ethansäureethylester) bzw. Ethylacetat. Welcher ist denn gemeint?*

- Die Lernenden **erklären** die Mesomerie des Benzolmoleküls mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise. (Satz umgebaut)

### 6.2.6 Makromoleküle und Nanostrukturen

Sachkompetenz/Erkenntnisgewinnung/Kommunikation

- Die Lernenden beschreiben Berufe im Umfeld der Kunststoffchemie (Bewertungskompetenz?). *Mit der hier formulierten Kompetenz ist wenig anzufangen. Entweder umformulieren und präzisieren, was dies in der prozessbezogenen Kompetenz Bewertung soll oder am besten streichen. Das ist eine Erweiterung von Unterricht und gehört nicht in den Kern.*
- Die Lernenden **beschreiben** die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag (*erkennen* ist kein Operator!)
- Die Lernenden **beschreiben** die Molekülstruktur von  $\alpha$ -Aminosäuren und Kohlenhydraten.
- Die Lernenden beschreiben am Beispiel **der Molekülstruktur von  $\alpha$ -Aminosäuren** das Phänomen der Chiralität. (anstatt Glucose)  
*Hinweis: Die Moleküle der D- und L-Glucose enthalten vier Chiralitätszentren, von denen sich die Asymmetrie am 5. Kohlenstoff-Atom unterscheidet. Aus Gründen der didaktischen Reduktion ist es einfacher die Chiralität an  $\alpha$ -Aminosäuren, z. B. D-/L-Alanin zu entdecken. Achtung fachsprachlich fehlerhafte Formulierung: Chiralität bezieht sich auf Moleküle nicht auf Stoffe.*
- Die Lernenden **erklären** Chiralität.  
*Hinweis: Die Kompetenz ist aus meiner Sicht von den Lernenden nicht leistbar oder in Prüfungen abrufbar. Entweder ist der Operator hier nicht korrekt gewählt oder die Kompetenz muss präzisiert werden. Hier wird nicht deutlich, was die Lernenden leisten sollen, zumal der Begriff Chiralität<sup>3</sup> eine Definition eines Phänomens der Abbildungsgeometrie ist. Sollen die Lernenden Beispiele nennen oder das Phänomen der Chiralität an Beispielen erläutern?  $\Rightarrow$  Kompetenz entweder streichen oder präzisieren.*
- Die Lernenden führen die Biuret-Reaktion durch.  
*Hinweis: Und dann? Soll eine Erklärung mit der Koordinationschemie erfolgen oder nicht? Hier wird nicht klar, wozu die Biuret-Reaktion überhaupt durchgeführt werden soll, ein Bezug zur Komplexchemie (vgl. Elektronenübertragungsreaktionen am Beispiel der Korrosion) wäre möglich und sinnvoll.  
 $\Rightarrow$  Das bloße Durchführen ist zu wenig, dann ist die Kompetenz verzichtbar!*
- Nanoteilchen und Nanostrukturen sind in der letzten Zeile für den Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau nur angehängt, weil die Bildungsstandards diese Kompetenzen einfordern. Dies ist leider eine völlig überflüssige Aktion, die den Chemieunterricht nicht verbessert und nur wertvolle Unterrichtszeit kostet. Zudem werden keine neuen Kompetenzen durch den Aspekt Nanoteilchen/Nanostrukturen gezielt gefördert oder erworben, da man alle

<sup>3</sup> **Chiralität** beschreibt eine räumliche Anordnung von Atomen in einem Molekül, bei der die Ebenenspiegelung nie zu einer Selbstabbildung führt, also nicht durch Drehung in das ursprüngliche Molekül überführt werden kann.

der genannten Kompetenzen ebenso gut an der Chemie der Makromoleküle und der Chemie an und mit Katalysatoren erwerben kann.

⇒ Bleibt was die Operatoren angeht im AFB I/II. Wenn das Absicht ist, wäre das klug, zeigt es dann den Stellenwert im Unterricht an!

## 7. Kerncurriculum Chemie – Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Da in der schriftlichen Abiturprüfung den Prüflingen auf erhöhtem Anforderungsniveau eine Aufgabe mit experimentellem Teil angeboten wird, sollte dies auch bei der Leistungsfeststellung und -bewertung im Rahmen von Klausuren in der Qualifikationsphase geschehen. Dazu bietet es sich an die Art- und Umfangklausuren des Vorabiturs zu nutzen, um die experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten vor dem Abitur noch einmal zu überprüfen. Noch nicht hinreichend ausgebildete Kompetenzen können dadurch erkannt und bis zur schriftlichen Abiturprüfung abgestellt werden. Dies nimmt den Lernenden Ängste vor zentral gestellten Aufgaben und fördert andere als rein kognitive Kompetenzen im besonderen Maße.

Solange in Niedersachsen im Rahmen des Abiturs die Möglichkeit einer Präsentationsprüfung im Fach Chemie besteht, sollten hier Verweise auf die offiziellen Rahmenbedingungen noch eingebunden werden, da das Kerncurriculum auch für die Vorbereitung von Präsentationsprüfung genutzt werden wird. Wenn in näherer Zukunft die Präsentationsprüfung entfiel, sollte man hier auch darauf verzichten.

Im Laufe des Schuljahres/Semesters sind die Lernenden mehrfach über ihren Leistungsstand zu informieren, sollte durch den Passus mindestens zweimal pro Schulhalbjahr/Semester ersetzt werden.

## 8. Kerncurriculum Chemie – Anhang (S. 41ff.)

Im Anhang befinden sich die

- **A1** Liste der Operatoren für die Naturwissenschaften  
*Hinweis: hinter dem Operator „beurteilen“ ist ein Komma zu viel*
- **A2** Anforderungsbereiche
- **A3** Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Einführungsphase
- **A4** Dokumentationsbogen
- **A5** Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Qualifikationsphase
- **A6** Mögliche Semesterthemen und Unterrichtseinheiten in der Qualifikationsphase
- **A7** und **A8** weitere Dokumentationsbögen

Die Vorschläge für einen möglichen Unterrichtsgang in der Einführungsphase (**A3**) bzw. für einen möglichen Unterrichtsgang in der Qualifikationsphase (**A5**) mit den zugehörigen Dokumentationsbögen in **A4** bzw. **A7/A8** sind eine mögliche Darstellung, wie man das Kerncurriculum in schuleigene Curricula umsetzen kann. Diese sind zur Veranschaulichung vorgesehen und für die Schulen und ihre Fachgruppen nicht verbindlich. Dies sollte vorab noch einmal explizit Erwähnung finden (auch wenn das Adjektiv „möglich“ dies beinhaltet).

Letztlich entscheiden die Fachgruppen vor Ort, wie die Umsetzung des Kerncurriculums und die Dokumentation von vermittelten Kompetenzen erfolgen soll. Möglichkeiten, die eine Passung an Regionalität, Schülerklientel und Schulausstattung gewährleisten, sind so vielfältig wie das Land Niedersachsen und können durch die Vorgaben im KC ganz individuell gestaltet werden.

Mit Blick auf den Einsatz digitaler Hilfsmittel ab dem Abitur 2029 (CAS) wird der Operator „*berechnen*“ zukünftig durch den Operator „*dokumentieren*“ ergänzt bzw. ersetzt werden müssen, da algebraische Fähigkeiten, wie Term- oder Gleichungsumformungen durch CAS-Systeme vollständig ersetzt werden. Möchte man nach wie vor die händische Kompetenz der Termumformung, z.B. bei der Puffergleichung nach Henderson-Hasselbalch oder der Nernst-Gleichung dann müsste der Operator „*Berechnen Sie algebraisch ...*“ verwendet werden.

Vor allem bei Berechnungen in Kursen auf erhöhtem Anforderungsniveau ist zu erwarten, dass sich die Aufgabenkultur noch einmal verändern wird. Hier erscheint in den nächsten Jahren ein Blick über den chemischen Tellerrand zu den Fächern Physik und Mathematik notwendig und sinnvoll.

## **9. Kerncurriculum Chemie – Legitimation für anspruchsvollen Chemieunterricht**

*Wird durch das Kerncurriculum ein an den aktuellen fachdidaktischen und -methodischen Anforderungen anspruchsvoller Chemieunterricht legitimiert?*

Das vorliegende Kerncurriculum ist handwerklich gut gemacht und wird den Erfordernissen an einen aktuellen, an den fachdidaktisch und -methodischen Anforderungen anspruchsvollen Chemieunterricht in der Sekundarstufe II gerecht.

Allerdings sollten noch deutliche Kürzungen an Kompetenzen bei Kursen auf grundlegendem Niveau erfolgen. Dies ist möglich, ohne Abstriche an einem gymnasial anspruchsvollen Chemieunterricht machen zu müssen. Kürzungsmöglichkeiten wurden in dieser Stellungnahme aufgezeigt. Das zu absolvierende Pensum in Kursen auf grundlegendem Niveau erscheint hier zu hoch. Es ist zu berücksichtigen, dass viel Lernende gar keine Abiturprüfung im Fach Chemie ablegen und das Fach nur für die Abdeckverpflichtung der gymnasialen Oberstufe belegen (müssen) und dann wäre ein unnötiger Zeitdruck für die Lernprogression der Lernende kontraproduktiv.

Ansonsten lässt sich gut mit dem vorliegenden Kerncurriculum arbeiten und die Qualität einer breiten Bildung im Sinne von *scientific literacy* in der Sekundarstufe II sicherstellen.

Hannover, Dezember 2021

Philologenverband Niedersachsen (PHVN)

Sophienstraße 6

30159 Hannover

Tel.: +49 (0) 511-3 64 75-0

Fax: +49 (0) 511-3 64 75-75

E-Mail: [phvn@phvn.de](mailto:phvn@phvn.de)