

Stellungnahme des Philologenverbandes Niedersachsen

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

1. Vorbemerkungen

Die veröffentlichten Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.6.2020) erzwingen eine Umsetzung in ländereigene Curricula und Bildungspläne. Nachdem Bildungsstandards im Fach Physik 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 Physik für die Allgemeine Hochschulreife und damit eine bundesweite Vereinheitlichung. Dies gilt im Übrigen für die Fächer Biologie und Chemie im gleichen Maße.

Die Umsetzung der Bildungsstandards in ein Kerncurriculum Physik für die Sekundarstufe II ist 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 dann erstmalig im Abitur 2025 prüfungsrelevant sein. Die Umsetzung der Vorgaben aus dem Kerncurriculum in schuleigene Bildungspläne ist zeitlich ambitioniert.

Es sei hier ausdrücklich angemerkt, dass das noch gültige Kerncurriculum Physik für die gymnasiale Oberstufe gelungen war, so dass eine Umsetzung in Unterricht und eine Erstellung von Abituraufgaben damit gut möglich gewesen ist. Das zurzeit gültige Kerncurriculum Physik ist in der fachdidaktischen Community akzeptiert. Auch aus Sicht der Ausbildung von Lehrkräften im Vorbereitungsdienst ist das noch gültige Kerncurriculum geeignet, um kompetenz-orientierte Unterrichtsziele zu definieren.

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

- Was ist neu? Welche Kompetenzanforderungen sind dazu gekommen? Welche Kompetenzanforderungen sind weggefallen?
- Den Prüflingen wird in der schriftlichen Abiturprüfung ggf. ein Vorschlag mit Experiment vorgelegt. Inwieweit wird das experimentelle Arbeiten im Fach Physik 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?
- Werden mit dem neuen Kerncurriculum wesentliche Leitlinien für einen zukunftsfähigen Physikunterricht in der Sekundarstufe entwickelt?

2. Anhörfassung Kerncurriculum Physik: Das Neue und dessen Umsetzung

Die Hauptpunkte des bisher gültigen Kerncurriculums haben sich bewährt und wurden daher beibehalten. Das ist sinnvoll, da diese Punkte eine klare Leitlinie bilden, durch die ein zukunftsfähiger Physikunterricht verbindlich vorgezeichnet werden kann. Dabei bleiben im Detail genug Freiräume zur Ausgestaltung, passend zur Schulform, zur Art des Kurses, zu regionalen Besonderheiten sowie zu wissenschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen.

Im Kapitel *Kompetenzorientierung* ist der Abschnitt Basiskonzepte neu aufgenommen worden. Das entspricht auch den Vorgaben in den Bildungsstandards. Die Basiskonzepte zeigen sinnvolle Möglichkeiten einer fachspezifischen Vernetzung einzelner Inhalte auf.

Die vier für das Fach Physik definierten Basiskonzepte (S.15/16) sind

- *Erhaltung und Gleichgewicht*
- *Superposition und Komponenten*
- *Mathematisieren und Vorhersagen*
- *Zufall und Determiniertheit*

Hier hat eine Angleichung an die Fächer Biologie und Chemie stattgefunden. Ob und wie die Basiskonzepte Vorzüge und/oder Nachteile für das Fach Physik mit sich bringen, kann noch nicht abschließend beurteilt werden. Die Aufzählungen verdeutlichen zumindest, wo es gemeinsame Anknüpfungspunkte in den Basiskonzepten gibt. Diesen müssen dann im Realunterricht mit Leben gefüllt werden, damit es nicht eine bloße Hülle bleibt. Dabei ist entscheidend, dass die Lernenden die Vorzüge vom Denken in Basiskonzepten erkennen und gerade im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung einsehen, dass dieselben in den Basiskonzepten zugrunde gelegten Prinzipien den Physikunterricht tragen. Die universitäre Ausbildung des Fachs Physik ist (noch) nicht an den Basiskonzepten orientiert. Um die Tragfähigkeit der Basiskonzepte auch in der Lehrkräfteausbildung an der Universität zu etablieren, ist neben der rein fachlichen Ausrichtung auch eine Bewusstseinsänderung in der fachdidaktischen Ausrichtung notwendig. Auf jeden Fall bieten Basiskonzepte im Fach Physik, wie dies bereits in den Fächern Biologie und Chemie geschehen ist, eine Chance für nachhaltiges und lernwirksames Lernen.

Es ist allerdings schade, dass dies dann in den Kompetenztabellen nicht aufgegriffen wird. Wenn sich die Basiskonzepte als tragende Säule im Physikunterricht etablieren sollen und dies für die Kolleginnen und Kollegen noch neu ist, hat das Kerncurriculum eine Vorbildfunktion und sollte auch im KC (vor)gelebt werden.

Die zu erwarteten und zu vermittelnden Kompetenzen werden nach *Prozessbezogenen Kompetenzen (3.1)* und *Inhaltsbezogenen Kompetenzen der Einführungsphase (3.2)* bzw. *der Qualifikationsphase (3.3)* getrennt aufgeführt.

Auffällig ist, dass die inhaltlichen Vorgaben der Fachsystematik folgen. Die Fachdisziplin bestimmt die zu vermittelnden Inhalte, denen prozessbezogene Kompetenzen zugeordnet werden. Die Fachsystematik dominiert die Kompetenzen und dies wird damit begründet, dass sich die Gliederung des Fachgebietes bewährt hat. Dann besteht zumindest die Gefahr, dass sich das Denken in Basiskonzepten in der Realität nicht durchsetzen könnte. Es wäre äußerst schade, wenn dies nicht gelänge, da es für die Lernenden eine erhebliche Erleichterung bei der Lösung physikalischer Probleme bedeuten könnte und eine gewisse „physikalische Routine“ einschleifen würde.

Bei den prozessbezogenen Kompetenzen hat es keine wesentlichen Änderungen gegeben, auch die Kompetenzbereiche bleiben zum zurzeit gültigen Kerncurriculum unverändert. Die prozessbezogenen Kompetenzen werden den Kategorien der *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* zugeordnet. Der prozessbezogenen Kompetenz *Erkenntnisgewinnung* kommt dabei das höchste Gewicht zu. In der Anhörfassung des neuen Kerncurriculums ist aber nur noch die Feingliederung der prozessbezogenen Kompetenzen vorhanden. Da diese Feingliederung auch im bisherigen Kerncurriculum ausgeführt ist, wurde die Zwischengliederung weggelassen. Die Änderung ist somit geringfügig, wobei das Wesentliche, Bewährte und Positive bewahrt, vollständig ausgeführt und akzentuiert wurde.

Im Kompetenzbereich „*Bewerten*“ sind deutliche Veränderungen oder Verschiebungen erkennbar. So wird erwartet, dass die Lernenden historische oder gesellschaftliche Sichtweisen kennen sowie den *Aspektcharakter* der Wissenschaft Physik erläutern und sich ein in außerfachlichen Kontexten eigenes Urteil bilden können. Gerade der letztgenannte Gesichtspunkt sollte nicht dazu führen, dass die Lösungen von Aufgaben im Material stehen und nur mehr oder weniger sinnstiftend entnommen werden. Dies würde dem wissenschaftspropädeutischen Vorgehen nicht gerecht. Erst die sich daraus noch zu entwickelnde Aufgabenkultur wird darüber entscheiden, ob es dem Bildungsanspruch der gymnasialen Oberstufe gerecht würde.

3. Inhaltsbezogene Kompetenzen im neuen Kerncurriculum

Die meisten inhaltsbezogenen Kompetenzen haben sich bewährt und tragen wirksam zu einer fundierten physikalischen Bildung bei. Besonders hervorzuheben sind die Themen im Bereich Mikrokosmos. Hier wurden in den Bildungsstandards die Bereiche Atom- und Kernphysik deutlich verkleinert. Die Physik der Atome ist für das Verständnis der Materie und für das Erfassen der lebensweltlich allgegenwärtigen Wechselwirkung von Materie und Energie grundlegend. Dies ist nicht nur für eine physikalische Grundbildung wesentlich, sondern auch für das fächerübergreifende Denken zwischen Chemie und Physik sowie für viele entsprechende zukunftsweisende Berufsperspektiven. Zudem stellt das Basiskonzept *Stoff-Teilchen/Struktur-Eigenschaften* ein grundlegendes Konzept im Chemieunterricht in der Sekundarstufe I dar und ermöglicht darüber die Anschlussfähigkeit von Physik- und Chemieunterricht sowie eine Chance der horizontalen Vernetzung beider Fächer.

3.1 Änderungen in der Einführungsphase

In der Einführungsphase wird die Dynamik behandelt. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen der Einführungsphase als auch die vorgegebenen Wahlmodule sind unverändert. Allerdings gibt es einen Punkt, der irreführend erscheint. Dort heißt es:

„Die Lernenden unterscheiden dabei zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung, insbesondere hinsichtlich der Vokabel Fliehkraft.“ Das Wort Fliehkraft wird also als Alltagssprachliche Beschreibung eingeordnet.

Die „Fliehkraft“ entsteht aus der Zentripetalkraft also durch einen Wechsel des Bezugssystems und nicht wie angenommen werden könnte aus dem Wechsel von der Fachsprache zur Alltagssprache.

3.2 Änderungen in der Qualifikationsphase

Für die Qualifikationsphase gibt es vielfältige Änderungen. Damit wurde der Änderung der wöchentlichen Stundenzahl von vier auf fünf beim Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau (eA) Rechnung getragen. Zugleich wurde mit Wechsel von G8 auf G9 die wöchentliche Stundenzahl von vier auf drei beim Kurs auf grundlegendem Anforderungsniveau (gA) geändert. Im neuen Kerncurriculum gibt es jedoch keine entsprechenden Entlastungen.

Im gA-Kurs werden im Wesentlichen die gleichen inhaltsbezogenen Kompetenzen wie im eA-Kurs behandelt. Selbstverständlich sind die Tiefe und die Breite der Bearbeitung etwas verringert, einige inhaltsbezogene Kompetenzen des eA-Kurses werden im gA-Kurs auch gar nicht bearbeitet. Die Änderungen im neuen Kerncurriculum stellen eine Aktualisierung der Auswahl an Kompetenzen dar. Das neue Kerncurriculum verringert aber nicht die Anzahl oder den Umfang der inhaltsbezogenen Kompetenzen des gA-Kurses, im Vergleich zum bisherigen Kerncurriculum. Somit wird keine Antwort auf die Frage gegeben, wie damit umzugehen ist, dass auf grundlegendem Niveau eine Stundenkürzung um 25% stattgefunden hat. Dies gilt auch in Bezug zur Stellungnahme des PHVN zur Anhörfassung Kerncurriculum Chemie. Dort wurde dezidiert nachgewiesen, dass Lernende in Kursen auf grundlegendem Niveau pro Unterrichtsstunde deutlich mehr Kompetenzen erlangen müssen als dies für Lernende in Kursen auf erhöhtem Niveau der Fall ist.

Zu den inhaltlichen Aspekten der Qualifikationsphase sei anzumerken, dass die bisherige Fachsystematik (Themen und Reihenfolge) beibehalten wird und keine neuen Themen hinzukommen. Dies ist zu begrüßen, können doch weiterhin die an den Schulen eingeführten Lehrwerke verwendet werden. Bei den einzelnen Themen sind die folgenden Veränderungen gegenüber dem bisher gültigen Kerncurriculum (eA-Niveau) festzustellen:

Elektrizität:

- Das Coulombsche Gesetz wird aufgrund der Vorgaben in den Bildungsstandards aufgenommen. Das Coulombsche Gesetz stellt ein grundlegendes Kraftgesetz dar, die Behandlung im eA-Kurs ist zu begrüßen.
- Die Potenzialdifferenz wurde nach Vorgabe der Bildungsstandards hinzugefügt. Das Konzept der Potenzialdifferenz vernetzt das Konzept der elektrischen Spannung mit dem Konzept des Raumes und damit zu verallgemeinerten elektrischen Spannungen, die außerhalb von elektrischen Anlagen in der Natur auftreten, beispielsweise bei Gewittern oder in Molekülen.
- Das Aufladen von Kondensatoren wurde hinzugefügt. Auch das sehen die Bildungsstandards so vor. Allerdings ist in der mathematischen Auswertung des Aufladevorgangs anspruchsvoller als der bisher behandelte Entladevorgang.

- Die Feldenergie im Plattenkondensator wurden aufgrund der Vorgaben in den Bildungsstandards aufgenommen. Das Konzept der Feldenergie vernetzt das Konzept der elektrischen Energie in einem Bauteil mit dem Konzept des Raumes und damit zu verallgemeinerten elektrischen Energien, die außerhalb von elektrischen Anlagen in der Natur auftreten, beispielsweise bei Gewittern oder in Molekülen.
- Der Einfluss des Dielektrikums auf die Kapazität wurde hinzugefügt. Das sehen die Bildungsstandards vor. Damit wird eine experimentell leicht zugängliche Wechselwirkung von Energie und Materie behandelt. Die ist besonders für die Entwicklung der experimentellen Kompetenz und der Modellierungskompetenz günstig.
- Spulen werden nun auch als Energiespeicher behandelt, analog zu Kondensatoren. Hinzu kommen in diesem Zusammenhang ebenfalls die Selbstinduktion sowie die Induktivität. Damit werden experimentell leicht zugängliche Speicherungen von Energie im Raum behandelt und es entstehen Vernetzungen zum obigen Konzept der Feldenergie. Auch wird die Entwicklung der experimentellen Kompetenz gefördert. Die Bearbeitung im eA-Kurs ist zu begrüßen.
- Es sind von den Lernenden viele zusätzliche Kompetenzen zu erwerben, die in der Abiturprüfung relevant sind. Dies ist gerade bei einem 3-std. Kurs auf grundlegendem Niveau misslich, aber auch im erhöhten Niveau wurde noch zugelegt.

Schwingungen und Wellen:

- Die Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene bei Wellenausbreitung sind thematisch neu hinzugekommen. Dadurch wird die Behandlung der Interferenzphänomene insgesamt umfangreicher.
- Die Bedeutung der linearen Rückstellkraft für mechanische Schwingungen wird behandelt. Das erzeugt ein tieferes Verständnis von Schwingungen, Wellen und zahlreichen lebensweltlichen sowie technischen Anwendungen. Auch dieses Thema ist experimentell leicht zugänglich.
- Gedämpfte Schwingungen mit exponentiell abnehmender Amplitude wurden gemäß der Formulierung in den Bildungsstandards hinzugefügt. Das Thema rundet die Behandlung von Schwingungen ab.
- RFID-Chips werden als Anwendungen von Schwingkreisen behandelt. Dieser Kontext ist vorteilhaft, da er lebensweltlich sowie aktuell ist und die Medienkompetenz fundiert steigert. In diesem Zusammenhang wird nun die Periodendauer von Schwingkreisen in Bezug auf die Induktivität genauer analysiert. Das rundet die Behandlung von Schwingkreisen ab.
- Das Thema Beugung am Einzelspalt wurde gemäß der Bildungsstandards hinzugefügt. Dieses Thema ist wesentlich zum Deuten tatsächlicher Beugungsversuche mit einem Doppelspalt, da sich die Beugung am Einzel- und Doppelspalt stets überlagern. Auch für die erreichbare Sehschärfe spielt dies eine Rolle. Ferner ist diese Beugung grundlegend für das Auflösungsvermögen vieler optischer Instrumente. Eine Vernetzung mit der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation ist ebenfalls denkbar. Daher ist die Behandlung im eA-Kurs vorteilhaft.

Quantenobjekte:

- Doppelspaltexperimente von kalten Neutronen/Fullerenen sind hinzugekommen.
- Die Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen wurde hinzugefügt. Die Bildungsstandards sehen die Koinzidenzmethode vor. Das Thema ist wesentlich für die Grundlagen der Quantenphysik und für Quantentechnologien. Daher ist die Bearbeitung im eA-Kurs zukunftsweisend.
- Versuche mit dem Mach-Zehnder-Interferometer werden auch in Analogie zu Delayed Choice Experimenten behandelt. Das geschieht deutlich umfangreicher als bisher.
- Die Begriffe *Zustand*, *Präparation*, *Superposition* werden am Beispiel eines Versuchs mit polarisiertem Licht behandelt. Das vertieft das Thema *Nichtlokalität*.

⇒ Im Kapitel „Quantenobjekte“ hat es deutliche Änderungen und Verschiebungen gegeben. Ob eine veränderte Didaktik die Ursache ist oder welcher Grund für die veränderte Reihenfolge vorliegt, bleibt im Unklaren. In Kursen auf grundlegendem Niveau sind jetzt deutlich weniger Inhalte zu behandeln. Das gilt für Kurse auf erhöhtem Niveau nicht.

Atomhülle:

- Beim Franck-Hertz-Versuch werden nun auch die Leuchterscheinungen behandelt. Auch werden Unterschiede der Anregung mit Elektronen und Photonen herausgearbeitet. Da es hier selbstverständlich viele Unterschiede gibt, wäre eine Klärung notwendig, besonders in Bezug auf die nötige Zieltransparenz bei möglichen Aufgaben beim Zentralabitur entsprechend den Standards von Leistungsbewertungen.
- Nun werden die Orbitale des Wasserstoffs bis zur Hauptquantenzahl $n = 2$ behandelt. Hierbei entdecken die Lernenden, dass es bei $n = 2$ neben dem s-Orbital auch drei p-Orbitale gibt. Passend dazu wird das Pauli-Prinzip bearbeitet (neu!). Somit entdecken die Lernenden, dass bei $n = 2$ die vier Orbitale durch acht Elektronen besetzt werden können. Die horizontale Vernetzung mit dem Fach Chemie ist möglich.

Atomkern:

- Keine Änderungen erkennbar.

4. Stärkung des Experiments als zentrales Element des Physikunterrichts

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

Den Prüflingen wird in der schriftlichen Abiturprüfung ggf. ein Aufgaben-Paket, bei dem einer der beiden Aufgabenvorschläge ein von den Lernenden durchzuführendes Experiment beinhaltet, vorgelegt. 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. 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 Physikunterricht einen besonderen Stellenwert. Es sollte noch einmal explizit hervorgehoben werden, dass sich keine Lehrkraft und kein Prüfling dem entziehen sollte, stellt das Experiment doch ein besonderes Merkmal des naturwissenschaftlichen hypothesengeleiteten 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 daraus auch eine höhere Anwahl der Aufgabe mit experimentellem Teil resultieren könnte. Diese Chance sollte sich ein neues Kerncurriculum nicht nehmen lassen.

Schöne experimentelle Aufgaben aus den vergangenen Abiturjahrgängen in Niedersachsen sind zahlreich und gerade die junge Generation an Lehrkräften würde sich hier Handreichungen wünschen. Beispiele für experimentelle Prüfungsaufgaben aus den bisher durchgeführten Abiturprüfungen könnten im Anhang dokumentiert oder noch besser mit Verweis auf einen Link im Netz abgerufen werden. Dort könnte dann auch die regelmäßige Aktualisierung experimentell durchgeführter Aufgaben erfolgen.

5. Beitrag des Faches Physik zur Medienbildung (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 *Beitrag des Faches Physik zur Medienbildung* (S. 14). Dieser Abschnitt fällt insgesamt viel zu knapp aus und enthält viele Allgemeinplätze. 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 nicht hinreichend behandelt.

Dass „die Auseinandersetzung mit Medien den Lernenden erweiterte Möglichkeiten eröffnet“, steht außer Frage. Dennoch sind die genannten Möglichkeiten medien- und fachdidaktisch nichts wirklich Neues. Der ab dem Schuljahr 2022/2023 verpflichtende Einsatz von CAS erfordert eine viel 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 im Fach Mathematik 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.

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 denke, dass das neue KC die nächste Dekade des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe ganz erheblich prägen wird und diese Prägung sollte die dann geltenden Rahmenbedingungen auch abbilden. Ein zusätzliches Kapitel im Anhang, das diese Problematik aufnimmt, wäre hilfreich und wünschenswert.

⇒ Durch den CAS-Einsatz kann Physikunterricht noch anwendungsorientierter gestaltet werden. Mehr Sachkompetenz, sowie eine Verknüpfung von Realität und mathematischem Modell wäre auch im Physikunterricht die Folge. Durch Modellierungen mit CAS können realistische Aufgaben ohne großen Zeitaufwand gelöst und einsichtig gemacht werden. Die im Anhang A2 dargebotene Dokumentation eines Lösungsweges bei Verwendung eines elektronischen Rechenwerkzeugs ist dazu nicht hinreichend, um dem didaktisch-methodisch begründeten Einsatz von CAS zu legitimieren. Hier wäre ein Überblick der Möglichkeiten zum Einsatz von CAS-Systemen auch bei der Nutzung der Messwerterfassung zielführend. Es bleibt mehr Zeit für die Reflexion physikalischer Probleme oder die Metakognition von Lernprozessen. Lernende mit mathematischen Defiziten können ihr fehlendes Wissen überbrücken und trotzdem zu angemessenen Lösungsangeboten kommen.

6. Kerncurriculum Physik – 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 sich der experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten vor dem Abitur noch einmal zu versichern. Noch nicht genügend ausgebildete Kompetenzen können erkannt und bis zur schriftlichen Abiturprüfung abgestellt werden. Dies nimmt auch 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 Physik 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.

7. Kerncurriculum Physik – Anhang (S. 50 ff.)

Im Anhang befinden sich die

- **A1** Liste der Operatoren für die Naturwissenschaften
- **A2** Dokumentation eines Lösungsweges bei Verwendung eines elektronischen Rechenwerkzeugs
- **A3** Abschätzung von Messungenauigkeiten im Physikunterricht

8. Kerncurriculum Physik – Legitimation für anspruchsvollen Physikunterricht

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

Die Erstellung der Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife stellt eine klare länderübergreifende Vereinbarung zur Struktur des Physikunterrichts dar. Die Umsetzung im Land Niedersachsen bietet Chancen für das neue Kerncurriculum. Weitere Optionen ergeben sich aus der Steigerung der Wochenstundenzahl im eA-Kurs von vier auf fünf (Änderung G8 auf G9 für eA-Kurse). Wie wurden diese Möglichkeiten genutzt?

1. Zu den Bildungsstandards wurden vier Basiskompetenzen definiert. Dadurch können die Lernenden wirksam zum vernetzenden Denken motiviert und befähigt werden. Ob die Basiskonzepte Vorzüge und/oder Nachteile für das Fach Physik mit sich bringen, kann noch nicht abschließend beurteilt werden. Diese müssen zunächst Einzug in den Unterricht halten und dort immer wieder kultiviert werden. Dabei ist entscheidend, dass die Lernenden die Vorzüge des Denkens in Basiskonzepten erkennen und im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung einsehen, dass immer wieder dieselben Prinzipien die Physik tragen.
2. Es wurde ein neuer Schwerpunkt Medienausbildung geschaffen. Hierbei wurden die großen Potenziale des Einsatzes digitaler Werkzeuge beim Experiment, bei der Mathematisierung und bei der Modellbildung genannt. Dennoch sind die genannten Möglichkeiten medien- und fachdidaktisch nichts wirklich Neues. Gerade der ab dem Schuljahr 2022/2023 verpflichtende Einsatz von CAS erforderte eine intensivere Vertiefung im vorliegenden Kerncurriculum (*Wo soll dies bei den genannten Kompetenzen geschehen?*). Hier wäre eine Konkretisierung wünschenswert.
3. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen wurden an vielen Stellen passend zu den Bildungsstandards erweitert. Diese Erweiterungen sind meist besonders kompetenzfördernd und sinnvoll. Dabei wurden überwiegend Inhalte aufgenommen, die auch ein robustes Experimentieren ermöglichen.
4. Die zusätzliche Lernzeit im eA-Kurs wurde genutzt, um eine Erweiterung im Bereich Atomphysik zu schaffen. Diese führt zu einem vertieften Verständnis im Mikrokosmos sowie zu vertieften Querverbindungen zum Fach Chemie. Unbeantwortet bleibt jedoch der Umgang mit der Verringerung der Wochenstundenzahl beim gA-Kurs.

Und noch eine letzte Anmerkung ...

Das zurzeit gültige Kerncurriculum galt erstmals für das Abitur 2021 und letztmalig für das Abitur 2024. Es fällt selbst engagierten und gut organisierten Kollegen schwer, hier noch den Überblick zu behalten. Die Implementierung des neuen Kerncurriculums und das Verfassen des neuen Schulcurriculums sind äußerst arbeitsintensiv. Diese Arbeit kann nur schlecht an anderen Stellen eingespart werden. Ob die neuen inhaltlichen Vorgaben zu einer didaktisch-methodischen Verbesserung von Unterricht führen, sei noch nachzuweisen. Erkennbar und abschätzbar ist dies heute noch nicht. Auf jeden Fall muss das aus der Anhörfassung resultierende Kerncurriculum bis in die 2030er hineinreichen. Den Fachkollegien ist das immer wiederkehrende Hin- und Her, Vor- und Zurück an curricularen Vorgaben nicht zuzumuten.