

# Fachbrief Nr. 2

## Naturwissenschaften

### Biologie, Chemie, Physik

Februar 2022

**Inhalte:**

1. ***Allgemeine Kennzeichen des neuen Rahmenlehrplans für Biologie, Chemie und Physik in der gymnasialen Oberstufe***
  - 1.1 *Struktur des Rahmenlehrplans*
  - 1.2 *Anschlussfähigkeit*
  - 1.3 *Implementierung und Unterrichtswirksamkeit*
2. ***Einführungsphase an Gesamtschulen, beruflichen Gymnasien, Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges***
3. ***Kompetenzmodell und Bildungsstandards in den Naturwissenschaften***
4. ***Überblick über die Basiskonzepte in den Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe***
5. ***Themenfelder in der Qualifikationsphase***
6. ***Chemie: Experimente und Untersuchungen***
7. ***Biologie: Experimente und Untersuchungen***
8. ***Physik: Experimente und Untersuchungen***

Herausgeber:	Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg
Redaktion:	MBJS, Ref. 33

Sehr geehrte Lehrerinnen und Lehrer, liebe Kolleginnen und Kollegen,

im Jahr 2021 hat die KMK neue Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den naturwissenschaftlichen Fächern beschlossen, um damit eine höhere Vergleichbarkeit zwischen den Ländern bei gleichbleibend hoher Qualität zu sichern.<sup>1</sup>

Diese neuen Bildungsstandards stellen eine Weiterentwicklung der einheitlichen Prüfungsanforderungen der Abiturprüfung (EPA) dar und lösen diese vollständig ab. Die Bildungsstandards der KMK geben an, welche Kompetenzen die Lernenden in einem Fach erwerben sollen, und sichern die Anschlussfähigkeit an die Bildungsstandards des Mittleren Schulabschlusses.<sup>2</sup> Die zu erwerbenden Kompetenzen sind an spezifische Inhalte gekoppelt und dienen damit als Grundlage für die Erstellung von landesspezifischen Curricula und von gemeinsamen Abituraufgaben (Poolaufgaben).<sup>3</sup>

Auf dieser Grundlage wurde der Rahmenlehrplan für die naturwissenschaftlichen Fächer der gymnasialen Oberstufe erarbeitet, der zum Schuljahr 2022/2023 für die Einführungsphase in Kraft tritt. Der Teil A - Grundsätze der Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe und der Teil B - Fachübergreifende Kompetenzentwicklung werden auf alle Fächer der gymnasialen Oberstufe übertragen. Die Teile C für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik enthalten die fachspezifischen Umsetzungen der Bildungsstandards dieser Fächer.

Dieser Fachbrief soll den Prozess der Implementierung unterstützen und Anregungen für die schulinterne Umsetzung bieten.

Rückmeldungen und Anregungen können gerne an das LISUM (Frau Dr. Siehr) oder an das Ref. 33 im MBS (Frau Nix) auf dem Dienstweg übermittelt werden.

Mit den besten Wünschen für eine erfolgreiche Unterrichtsarbeit

Birgit Nix

MBS, Ref. 33

---

<sup>1</sup> Vgl.: <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/bildungswege-und-abschluesse/sekundarstufe-ii-gymnasiale-oberstufe-und-abitur.html>, Abruf: 03.09.21

<sup>2</sup> Vgl.: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Biologie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf), S.4 ff, Abruf: 003.09.21

<sup>3</sup> Vgl.: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Biologie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf), S. 20 ff, Abruf: 003.09.21

# **1 Allgemeine Kennzeichen des neuen Rahmenlehrplans für Biologie, Chemie und Physik in der gymnasialen Oberstufe**

## **1.1 Struktur des Rahmenlehrplans**

Der neue Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe greift die bewährte Struktur des Rahmenlehrplanes (RLP) für die Jahrgangsstufen 1 - 10 Berlin-Brandenburg auf und setzt diese in der gymnasialen Oberstufe fort. Damit ist die Anschlussfähigkeit in den Teilen A, B und C hergestellt. Der Teil A beschreibt die bildungspolitischen Vorgaben für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe. Im Teil B wird die fachübergreifende Kompetenzentwicklung dargestellt. In Fortsetzung der Gliederung des RLP 1 - 10 werden die Erweiterung und Vertiefung der bildungssprachlichen Handlungskompetenz, die Vertiefung und Erweiterung der Handlungskompetenzen in der digitalen Welt sowie alle übergreifenden Themen für die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe konkretisiert.

In den fachspezifischen Teilen C des Rahmenlehrplans wird einleitend der Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften, welcher das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften und den Bildungsbeitrag des jeweiligen Faches einschließt, dargestellt. Daran schließt sich die fachspezifische Darstellung der Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche an, die auch Ausführungen zu den Basiskonzepten umfasst. Schließlich werden Themenfelder und Inhalte strukturiert nach Grund- und Leistungskurs beschrieben.

## **1.2 Anschlussfähigkeit**

Durch die beschriebene Struktur setzt der Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe nahtlos am Rahmenlehrplan der Jahrgangsstufen 1 - 10 Berlin-Brandenburg an. Eine Fortschreibung der schulinternen Curricula ist also nicht nur auf der Ebene der Fächer, sondern auch bezüglich des Teils B möglich. Für die fachliche Sicht auf eine Einbindung der übergreifenden Themen (ÜT) sind in den Themenfeldern der Fachteile C Anregungen zu finden.

Auch bezüglich der Fortführung der Sprach- und Medienbildung werden fachspezifische Ausschärfungen mit Blick auf das wissenschaftspropädeutische Arbeiten in der Sekundarstufe II vorgenommen. In der Einführungsphase bedeutet dies, dass die Lernenden bezüglich der Sprach- und Medienbildung auf dem G/H-Niveau arbeiten. In der Qualifikationsphase werden dann die im Teil B des RLP der gymnasialen Oberstufe beschriebenen Kompetenzen zugrunde gelegt.

## **1.3 Implementierung und Unterrichtswirksamkeit**

Die stufenweise Implementierung des neuen RLP für die gymnasiale Oberstufe hat mit Beginn des Schuljahres 2021/2022 begonnen. Über die Schulberaterinnen und Schulberater haben alle naturwissenschaftlichen Fachbereiche die Möglichkeit, Unterstützung im Prozess der Implementierung zu erhalten. In den Fortbildungsveranstaltungen gibt es Gelegenheit, Fragen zu diskutieren und Rat zu erhalten. Die Schulberaterinnen und Schulberater werden in einem mehrstufigen Verfahren vom LISUM begleitet. Bitte sprechen Sie gern die zuständigen Schulberaterinnen und Schulberater Ihrer Region an.

Beispielaufgaben sind zu finden unter:

<https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/>

Eine Orientierung zur Unterrichtswirksamkeit des neuen Rahmenlehrplans bestehend aus den Fachteilen A, B und C gibt folgende Tabelle.

Schuljahr	2021/2022	2022/2023	2023/2024	2024/2025	2025/2026
Einführungsphase GS/berufliche Gymnasien, ZBW	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam	neuer RLP unterrichtswirksam	neuer RLP unterrichtswirksam	---
Q1/Q2	Implementierung	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam	neuer RLP unterrichtswirksam	---
Q3/Q4	Implementierung	Implementierung	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam	---
Abitur	nach altem Plan	nach altem Plan	nach altem Plan	nach neuem Plan	nach neuem Plan
				50 % länderübergreifende Poolaufgaben	

## 2 Einführungsphase an Gesamtschulen, beruflichen Gymnasien, Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges

Die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe hat eine Brückenfunktion zwischen der Sekundarstufe I und der Qualifikationsphase. Sie bietet den Lernenden Gelegenheit, sich fachlich vertieft mit den Inhalten des RLP auseinanderzusetzen, zu üben, zu wiederholen und naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu verinnerlichen.

Für einen erfolgreichen Übergang in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe werden in der Jahrgangsstufe 11 an Gesamtschulen, beruflichen Gymnasien, Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges die Kompetenzen entsprechend dem Kompetenzstufenmodell der Sekundarstufe I (RLP 1 - 10) weiterentwickelt.

Dabei stellen die formulierten Standards des H-Niveaus der Sek. I die Eingangsvoraussetzung für die Qualifikationsphase dar.



Abb. 1

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die H-Standards im Kompetenzbereich „Mit Fachwissen umgehen“ inhaltsbezogen formuliert sind.

Für die Planung des Unterrichts in der Einführungsphase sind die H-Standards in allen Kompetenzbereichen auf die Inhalte der in der Einführungsphase zu behandelnden Themenfelder anzuwenden.

Die im RLP angeführten Themenfelder gelten für beide Kursformen (Grund- und Leistungskurs) und verstehen sich als Wahlpflichtthemenfelder. Das bedeutet, dass unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Kompetenzentwicklung der Lernenden eine schulspezifische Auswahl an Themenfeldern vorgenommen wird. Zudem ist eine Kombination von Themenfeldern möglich. Das gilt insbesondere für eine kontextorientierte Unterrichtsgestaltung. Möglichkeiten für inhaltliche Vertiefungen in Leistungskursen werden durch kursiv gedruckte Stichpunkte aufgezeigt. Die angegebenen Untersuchungen und Experimente tragen empfehlenden Charakter und können entsprechend der schulischen Ausstattung variiert werden. Zusätzlich ist es in beiden Kursformen möglich, dass ein weiteres Themenfeld von der Lehrkraft entwickelt und unterrichtet werden kann. Es wird somit ausgeschlossen, dass nur ein Themenfeld behandelt wird. Für die Fächer Biologie und Chemie wurde bewusst darauf verzichtet, eine konkrete Anzahl der zu unterrichtenden Themenfelder verbindlich vorzugeben. In der Einführungsphase Physik sind mindestens drei der fünf Themenfelder auszuwählen. Damit wird den Schulen der notwendige Handlungsspielraum eröffnet, je nach Lernausgangslage passende Unterrichtsangebote für ihre Lernenden zu entwickeln. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Grundsätze schulinterner Festlegungen für die Unterrichtsgestaltung in der Einführungsphase.

Die Fachkonferenz der Schule erarbeitet die inhaltlichen Präzisierungen innerhalb der Themenfelder. Dabei stützt sie sich auf geeignete Formen einer Lernstandsdiagnose und berücksichtigt bei der Planung der Unterrichtsreihen die Kompetenzentwicklung der Lernenden zur Erreichung der fachbezogenen Standards in der Niveaustufe H.

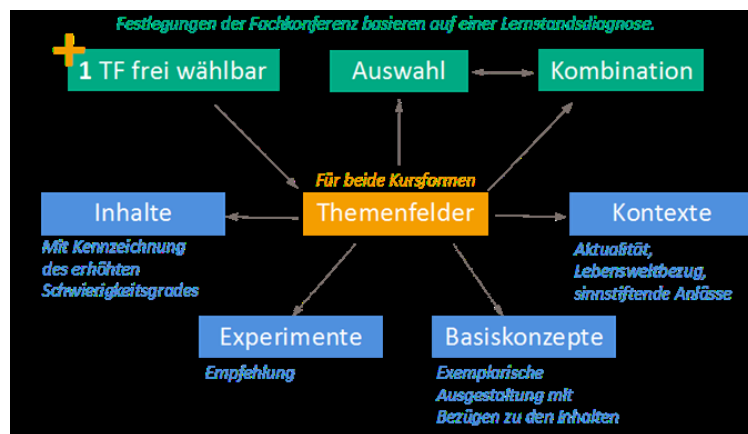


Abb. 2

Vermieden werden sollte dabei, dass lediglich Inhalte aus der Sekundarstufe I wiederholt oder solche aus der Qualifikationsphase vorweggenommen werden.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Gestaltung der fachbezogenen Festlegungen für das schulinterne Curriculum der Einführungsphase. Eine editierbare Worddatei wird im Anhang des Fachbriefes zur Verfügung gestellt und kann unter folgendem Link heruntergeladen werden: [Neuer Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe | Bildungsserver \(berlin-brandenburg.de\)](https://www.bildungsserver.de/Neuer-Rahmenlehrplan-fuer-die-gymnasiale-Oberstufe)

Themenfeld		Ggf. Unterthema	11. Jgst.
Inhalte		Untersuchungen/Experimente	Fachbegriffe
-		-	-
Basiskonzepte aus RLP Sek II			zeitlicher Rahmen:
<input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 1 <input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 3 <input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 2 <input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 4			
Beiträge zur Kompetenzentwicklung			mögliche Lehr- und Lernmittel:
Die Lernenden – Verwendung der Standards der Kompetenzstufe H aus dem RLP der Jahrgangsstufen 1 bis 10			
mögliche Kontexte			
Bezüge zum Teil B des RLP		Bezüge zum RLP 1-10	Formate der Leistungsbewertung:

ausgewählte bzw. kombinierte Inhalte der Themenfelder

an der schulischen Ausstattung und am gewählten Kontext orientierte Untersuchungen und Experimente

Wiederholung und Festigung der Fachbegriffe des RLP der Jgst. 1 bis 10 und themenfeldspezifische Fachbegriffe

Bezüge zum Teil B des RLP der Sekundarstufe II und fächerübergreifende Bezüge

angestrebte Kompetenzentwicklung der Lernenden zur Erreichung der fachbezogenen Standards in der Niveaustufe H Standards der Niveaustufe H des RLP für die Jgst. 1 bis 10

schwerpunktmäßig berücksichtigte Basiskonzepte entsprechend des RLP der Sekundarstufe II

Abb. 3

### 3 Kompetenzmodell und Standards in den Naturwissenschaften

Die Grundlage der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife sind die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Das Kompetenzmodell der Sekundarstufe I setzt sich aus den Kompetenzbereichen „Umgang mit Fachwissen“, „Erkenntnisse gewinnen“, „Kommunizieren“ und „Bewerten“ zusammen (RLP 1 - 10).

#### Was ist neu und anders und warum ist das sinnvoll?

Für die allgemeine Hochschulreife werden nun die Kompetenzbereiche *Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz* beschrieben. Diese durchdringen einander und bilden insgesamt die **Fachkompetenz** im jeweiligen Fach. Fachkompetenz zeigt sich in der Verbindung von Wissen und Können und wird durch den Umgang mit Inhalten aufgebaut.

Die in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife für alle naturwissenschaftlichen Fächer beschriebene **Sachkompetenz** ersetzt den in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss beschriebenen Kompetenzbereich „**Fachwissen**“ (KMK, 2004) bzw. „**Umgang mit Fachwissen**“ (RLP 1 - 10) begrifflich und schließt inhaltlich an ihn an.

Die Bezeichnung „Fachwissen“ als Bezeichnung für einen Kompetenzbereich ist irreführend, da Kompetenz mehr ist als Wissen und Fachkompetenz Kompetenzen aus allen Kompetenzbereichen umfasst. Um Missverständnisse zu vermeiden, wurde der Name dieses Kompetenzbereichs auf „Sachkompetenz“ geändert, verstanden als inhaltliches Wissen und Können in einem bestimmten Sachgebiet.

Die **Sachkompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Die **Kommunikationskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

Die **Bewertungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren

Die beschriebenen Kompetenzbereiche werden in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern durch Standards konkretisiert. Die in jedem Fach formulierten Teilkompetenzen sind einander angenähert. Die folgende Darstellung stellt die Standards im jeweiligen Kompetenzbereich vergleichend dar. Damit kann gezeigt werden, dass die Kompetenzentwicklung in den Naturwissenschaften in sehr weiten Teilen fächerübergreifend erfolgen kann. Insbesondere Lehrkräfte, die in mehr als einem naturwissenschaftlichen Fach unterrichten, können so die fachspezifischen Unterschiede leicht erkennen.

## 4 Überblick über die Basiskonzepte in den Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe

Der Beschreibung von naturwissenschaftlichen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte beziehen sich übergreifend auf alle Kompetenzbereiche. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Die Basiskonzepte aller drei Fächer wurden im Rahmen der Entwicklung der neuen Bildungsstandards überarbeitet bzw. im Fach Physik neu erarbeitet. Somit stehen für die gymnasiale Oberstufe in allen drei Fächern trennscharfe Basiskonzepte für die unterrichtliche Praxis zur Verfügung. Fachspezifische Konkretisierungen zu den Änderungen sind im jeweiligen Fachteil C des RLP zu finden. Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Basiskonzepte. Dabei sind die Änderungen und die Neuentwicklungen durch schwarze Schrift gekennzeichnet.

BASISKONZEPTE	Chemie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</li> <li>• <b>Konzept der chemischen Reaktion</b></li> <li>• <b>Energiekonzept</b></li> </ul>
	Physik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltung und Gleichgewicht</li> <li>• Superposition und Komponenten</li> <li>• Mathematisieren und Vorhersagen</li> <li>• Zufall und Determiniertheit</li> </ul>
	Biologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Struktur und Funktion</b></li> <li>• <b>Stoff- und Energieumwandlung</b></li> <li>• <b>Information und Kommunikation</b></li> <li>• <b>Steuerung und Regelung</b></li> <li>• <b>individuelle und evolutive Entwicklung</b></li> </ul>

Abb. 4: Überblick über die Basiskonzepte der naturwissenschaftlichen Fächer in der gymnasialen Oberstufe

## 5 Themenfelder in der Qualifikationsphase

Die inhaltlichen Vorgaben der Bildungsstandards wurden für die Qualifikationsphase in untergliederte Themenfelder übersetzt. Die Themenfelder sind den Kurshalbjahren zugeordnet. Die Reihenfolge der Themenfelder ist in Grund- und Leistungskurs identisch.

In den drei Fächern unterscheidet sich die Anzahl der Themenfelder. Während in Biologie vier Themenfelder vier Kurshalbjahren zugeordnet sind, sind in Physik acht Themenfelder und in Chemie neun Themenfelder auf vier Kurshalbjahre verteilt. Eines der Themenfelder im Fach Chemie ist ausschließlich für den Leistungskurs vorgesehen. Dies ergab sich aus einer in den Bildungsstandards vorgesehenen Auswahlmöglichkeit für dieses Kursniveau.

In den Fächern Chemie und Physik ergibt sich somit die Möglichkeit, nur innerhalb des Kurshalbjahres die Reihenfolge der Themenfelder zu ändern.



Ein Themenfeld beinhaltet die Vorgaben und Anregungen für beide Kursniveaus. Dies ist in der zweispaltigen Anordnung erkennbar. Die für das Grundkursniveau gemachten Angaben gelten für beide Kursniveaus, die unter dem Leistungskurs gemachten Angaben sind in diesem Kursniveau zusätzlich zu vermitteln. Inhalte, Untersuchungen und Experimente sowie Fachbegriffe sind verbindlich.

Themenfeld 1: Titel		
Einführungstext mit grundsätzlichen Hinweisen zur Struktur, zu Niveauunterschieden, Bezügen zu übergeordneten Themen		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Teilüberschrift	
Fachbegriffe	<b>verbindlich</b>	
Untersuchungen, Experimente		
Basiskonzepte		
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung		
mögliche Kontexte		

Abb. 5

Bei den verbindlichen Fachbegriffen sind nur die über die bereits bei den Inhalten aufgeführten Fachbegriffe ausgewiesen und die über die verbindlichen Fachbegriffe des Rahmenlehrplanes der Jahrgangsstufen 1 - 10 Berlin-Brandenburg hinausgehen. Bei der unterrichtlichen Umsetzung ist demzufolge die spiralcurriculare Verknüpfung und Erweiterung des Fachwortschatzes in den Blick zu nehmen.

Die Angaben verbindlicher Experimente und Untersuchungen sind so gestaltet, dass entsprechend der schulischen Ausstattung und der konkreten unterrichtlichen Einbindung variiert werden kann, sofern die Intentionen gewahrt bleiben. Im Ermessen der unterrichtenden Lehrkraft ist auch die Entscheidung zwischen Lehrer- und Schülerexperiment. Die Abwägung erfolgt jeweils auch mit Blick auf die Gefährdungsbeurteilung. Eine Abstimmung innerhalb des Fachbereiches ist zu empfehlen.

Neu und hilfreich für die unterrichtende Lehrkraft sind die Beispiele für themenfeldspezifischen Bezüge zu den Basiskonzepten, die in jedem Themenfeld exemplarisch herausgearbeitet wurden. Die Nutzung der Basiskonzepte kann so systematisch und inhaltsbezogen erfolgen. Durch die nach Grund- und Leistungskurs getrennte Darstellung ist eine deutliche Differenzierung zwischen diesen Kursniveaus ablesbar.

Im Laufe des Entwicklungsprozesses war es ein besonders Anliegen der Fachexperten und Fachexpertinnen, Beiträge zur Kompetenzentwicklung exemplarisch zu formulieren, um zu veranschaulichen, wie die Bildungsstandards mit den Inhalten für den Grund- und Leistungskurs des Themenfeldes verknüpft werden können (Standardbezug in Klammern).

Es wurde bei der Entwicklung im Besonderen darauf geachtet, dass dies für alle Kompetenzbereiche über die Themenfelder hinweg erfolgt. Damit kann gezeigt werden, wie verschiedene Kompetenzbereiche spiralcurricular innerhalb der vier Kurshalbjahre entwickelt werden können. Die inhaltsbezogene Formulierung von Standards ist eine spezifische Aufgabe der Unterrichtsplanung. Mit den in jedem Themenfeld gemachten Vorschlägen wird nun aufgezeigt, wie dies differiert und bezogen auf den Unterrichtsgegenstand erfolgen kann. Die Fachkonferenzen der Schulen sind aufgerufen, in den schulspezifischen Curricula gemeinsam über die inhalts- und kontextbezogene Auswahl von zu erreichenden Standards zu entscheiden.

## 6 Chemie: Experimente und Untersuchungen

Experimente sind das zentrale Medium des Chemieunterrichts. Sie tragen wesentlich zum Erkenntnisgewinn bei oder ermöglichen ihn erst. Die folgende Tabelle liefert Anregungen für einen experimentellen Zugang für jedes Themenfeld. Es sind sowohl Links zu Anleitungen aber auch Links zu Videosequenzen aufgelistet. Es liegt in der Entscheidung der unterrichtenden Lehrkraft, wie die experimentellen Fertigkeiten der Lernenden entwickelt werden sollen. Dazu gehört auch die geeignete Einbindung der verbindlichen Experimente und Untersuchungen. Vorrang hat selbstverständlich das im Rahmen des Unterrichts durchgeführte Realexperiment. Ein Video ist in einigen Fällen eine sinnvolle Erweiterung und ggf. eine Backuplösung. Insbesondere sind Videos geeignet zur Wiederholung von selbst erprobten oder beobachteten Experimenten sowie für Experimente mit in der Schule nicht erlaubten Chemikalien. Die folgenden Anregungen müssen ggf. entsprechend den aktuellen Vorgaben der Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) angepasst werden. Das Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen ist immer notwendig. Zu ausgewählten Experimenten gibt es auch Angebote in Schülerlaboren des Netzwerks Genau.

Themenfeld	Experiment	Hinweise
3.2.1 Proteine	Proteine	Unterrichtsreihe zum Thema Eiweiße <a href="https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/eiweiss.pdf">https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/eiweiss.pdf</a>  Proteinnachweis in Lebensmitteln <a href="https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/72/IA_C13_LB2_Proteinnachweis%20in%20LM.pdf">https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/72/IA_C13_LB2_Proteinnachweis%20in%20LM.pdf</a>
	Ninhydrin-Reaktion	Anleitung <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-366.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-366.pdf</a>  Video (stumm, Fingerabdruck) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ljQJIn6nLSA">https://www.youtube.com/watch?v=ljQJIn6nLSA</a>
	Biuret-Reaktion	Anleitung <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-363.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-363.pdf</a>  Video (mit Angaben zur Herstellung der Lösungen) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IUrGrOFWv4k">https://www.youtube.com/watch?v=IUrGrOFWv4k</a>
	Denaturierung	Anleitung <a href="https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0084Denaturierung_Eiweisse.pdf">https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0084Denaturierung_Eiweisse.pdf</a>  Anleitung <a href="https://www.u-helmich.de/el/04-Proteine/proteine07.html">https://www.u-helmich.de/el/04-Proteine/proteine07.html</a>  Video (stumm) <a href="https://www.chemie-experimente.com/experimenteliste/denaturieren-von-proteinen">https://www.chemie-experimente.com/experimenteliste/denaturieren-von-proteinen</a>

3.2.2 Kunststoffe – problematische Alleskönner	Reaktionsmechanismen	Video: Verschiedene Reaktionsmechanismen - Stopp-Motion Video <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3GHm9JNIOGY">https://www.youtube.com/watch?v=3GHm9JNIOGY</a>
	Herstellung von PS	Anleitung mit Cumolhydroperoxid als Starter <a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v121.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v121.htm</a> Video (stumm) mit Benzoylperoxid als Starter <a href="https://www.youtube.com/watch?v=r3dvWV1dHfY">https://www.youtube.com/watch?v=r3dvWV1dHfY</a>
	Herstellung von Nylon	Anleitung <a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1107_nylon_herstellung.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1107_nylon_herstellung.htm</a> Video (stumm), Übersichten gut erkennbar <a href="https://www.bcp.fu-berlin.de/en/chemie/chemie/forschung/OrgChem/schalley/Teaching/OCI_Videos/Versuch11_09/index.html">https://www.bcp.fu-berlin.de/en/chemie/chemie/forschung/OrgChem/schalley/Teaching/OCI_Videos/Versuch11_09/index.html</a> mit Indikator <a href="https://www.youtube.com/watch?v=amMV_qYCKh4">https://www.youtube.com/watch?v=amMV_qYCKh4</a>
	Herstellung von PMMA	Anleitung für dieses und viele weitere Experimente zur Herstellung von Kunststoffen auf Erdölbasis <a href="https://www.chemieexperimente.de/exp-19_21.html">https://www.chemieexperimente.de/exp-19_21.html</a> Video (kommentiert), tempern wird gezeigt <a href="https://www.youtube.com/watch?v=uqvw8ACXO6Y">https://www.youtube.com/watch?v=uqvw8ACXO6Y</a> Video, flache, gefärbte Scheibe herstellen mit UV-Licht <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5253&amp;L=1">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5253&amp;L=1</a>
3.2.3 Chemische Thermodynamik	Einfluss der Entropie	Anleitung <a href="http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/7-8/V7-317.pdf">http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/7-8/V7-317.pdf</a> Video (stumm) mit Wärmebildkamera und Temperaturfühler als Feststoffreaktion <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5486&amp;L=1">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5486&amp;L=1</a> allgemein Anleitung zu Versuchen zur Energetik: <a href="https://fdchemie.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/fd_zentrum_chemie/Arbeitsanleitungen_Schulversuche_AC/Woche4.pdf">https://fdchemie.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/fd_zentrum_chemie/Arbeitsanleitungen_Schulversuche_AC/Woche4.pdf</a>
	Bildungsenthalpie	Anleitung LDV <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-192.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-192.pdf</a>
3.2.4 Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse	Autokatalyse	Anleitung <a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/katalyse/autokat.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/katalyse/autokat.htm</a>
	Abhängigkeit der $v_R$	Video (stumm) Mangan/Oxalensäure Temperaturabhängigkeit <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xeQ7yRC3weI">https://www.youtube.com/watch?v=xeQ7yRC3weI</a> Video (stumm) Mangan/Oxalensäure Konzentrationsabhängigkeit <a href="https://www.youtube.com/watch?v=vrzSdzW0IXQ">https://www.youtube.com/watch?v=vrzSdzW0IXQ</a> Video (stumm) Zerfall von Natriumthiosulfat mit Salzsäure Konzentrationsabhängigkeit <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xo56K0NPVOI">https://www.youtube.com/watch?v=xo56K0NPVOI</a>

3.2.5 Chemisches Gleichgewicht	Modell- versuch	<p>Anleitung  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-273.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-273.pdf</a></p> <p>Video (stumm, aber musikalisch unterlegt)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zdfz_Lj1vOw">https://www.youtube.com/watch?v=zdfz_Lj1vOw</a></p>
	Verschie- bung des chem. GG	<p>Anleitung (Druck, Temperatur und Konzentration)  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-106.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-106.pdf</a></p> <p>Video (Druck - Mineralwasser, Temperatur – NO<sub>2</sub>, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WvR50mkpk-A">https://www.youtube.com/watch?v=WvR50mkpk-A</a></p> <p>Video (Druck – Carbonat-CO<sub>2</sub>, stumm)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=W-t3WbERI5A">https://www.youtube.com/watch?v=W-t3WbERI5A</a></p> <p>Video (Konzentration – Kaliumthiocyanat, stumm)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OCbIsajEoh0">https://www.youtube.com/watch?v=OCbIsajEoh0</a></p>

3.2.6 Säure-Base-Reaktionen	Nachweis von Ionen	<p>Anleitung (Cl<sup>-</sup>-Nachweis -Nachweis und Lebensmitteluntersuchung)  <a href="https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=42148&amp;token=5adaba5855d9457bf2750f3b285a94a11c298ccc">https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=42148&amp;token=5adaba5855d9457bf2750f3b285a94a11c298ccc</a></p> <p>Anleitung (Cl<sup>-</sup>-Nachweis -Nachweis)  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=1453">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=1453</a></p> <p>Anleitung (Halogenid-Nachweis mit Silbernitratlösung)  <a href="https://www.chemische-experimente.com/analytische_chemie2.htm">https://www.chemische-experimente.com/analytische_chemie2.htm</a></p> <p>Video (Cl<sup>-</sup>-Nachweis, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=S29zVkuHE2o">https://www.youtube.com/watch?v=S29zVkuHE2o</a></p> <p>Video (Bromid- und Iodid-Nachweis, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=oj-hWWGv8sc">https://www.youtube.com/watch?v=oj-hWWGv8sc</a></p> <p>Anleitung (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-Nachweis)  <a href="https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=41694&amp;token=df2099f8bafb66e2a4c1cf2677ebc2ab0e32cc8">https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=41694&amp;token=df2099f8bafb66e2a4c1cf2677ebc2ab0e32cc8</a></p> <p>Video (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-Nachweis, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZPrIvDU8Up4">https://www.youtube.com/watch?v=ZPrIvDU8Up4</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2bw2vXIZFjs">https://www.youtube.com/watch?v=2bw2vXIZFjs</a></p> <p>Anleitung (OH<sup>-</sup>-Ionen)  <a href="http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-276.pdf">http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-276.pdf</a></p> <p>Anleitung (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-Ionen mit Rotkohlsaft – U-Reihe „Die Zunge der Chemiker“)  <a href="https://www.mint-ec.de/fileadmin/content/schriftenreihe_pdfs/neu_Chemie_B_22_ONLINE_c.pdf">https://www.mint-ec.de/fileadmin/content/schriftenreihe_pdfs/neu_Chemie_B_22_ONLINE_c.pdf</a></p> <p>Anleitung (Nachweis von OH<sup>-</sup> und H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-Ionen mit verschiedenen Indikatoren – Hibiskus, Rotkohl, Brombeermarmelade)  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=1725">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=1725</a></p> <p>Anleitung (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nachweis)  <a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1301a_deo_nh3nachweis.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1301a_deo_nh3nachweis.htm</a></p> <p>Anleitung NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nachweis im Deo)  <a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1301b_deostift.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/alt_html/1301b_deostift.htm</a></p> <p>Video (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nachweis in Mikrogaskammer, unkommentiert)  <a href="https://laborecke.de/praktika/qualitative-analysen/kationennachweise/ammonium-in-der-mikrogaskammer/">https://laborecke.de/praktika/qualitative-analysen/kationennachweise/ammonium-in-der-mikrogaskammer/</a></p>
	Titration	<p>Anleitung (Säure-Base-Titration)</p> <p>Video (Säure-Base-Titration, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2IBldLCiM30">https://www.youtube.com/watch?v=2IBldLCiM30</a></p> <p>Anleitung (pH-Wert von Salzlösungen)  <a href="http://www.phywe-es.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchs-anleitungen/p7510400/p7510400d.pdf">http://www.phywe-es.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchs-anleitungen/p7510400/p7510400d.pdf</a></p>
	Puffer	<p>Anleitung (Pufferwirkung Trinkwasser vs. dest. Wasser)  <a href="http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-196.pdf">http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-196.pdf</a></p>

	<p>konduktometrische Fällungstiration</p>	<p>Anleitung zur konduktometrischen Titration (Einführung, keine Fällung)  <a href="https://www.tu-chemnitz.de/chemie/elchem/anleitungen/pcae4.pdf">https://www.tu-chemnitz.de/chemie/elchem/anleitungen/pcae4.pdf</a></p> <p>Anleitung zur Fällungstiration von Chlorid (ohne Konduktometrie)  <a href="https://www.chem.uni-potsdam.de/groups/anorganik2018/Argentometrie.pdf#">https://www.chem.uni-potsdam.de/groups/anorganik2018/Argentometrie.pdf#</a></p>
<p>3.2.7 Indikatorfarbstoffe (nur LK)</p>	<p>Indikatorfarbstoffe</p>	<p>Anleitung (Rotkohlfarbstoff Anthocyan)  <a href="https://www.simplyscience.ch/teens/experimente/rotkohl-als-indikator">https://www.simplyscience.ch/teens/experimente/rotkohl-als-indikator</a></p> <p>Anleitung (verschiedene Indikatorfarbstoffe – Phenolphthalein, Bromthymolblau...)  <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_7_saeuren_laugen_neutralisation/703_versuch.html">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_7_saeuren_laugen_neutralisation/703_versuch.html</a></p> <p>Anleitung (verschiedene Chromatografieversuche)  <a href="https://www.chemie-biologie.uni-siegen.de/chemiedidaktik/service/fundgrube/chrom5.html?lang=de">https://www.chemie-biologie.uni-siegen.de/chemiedidaktik/service/fundgrube/chrom5.html?lang=de</a></p>
	<p>Chromatografie</p>	<p>Anleitung + Unterrichtsmaterial (Chromatografie Filzstiftfarbstoffe und Smarties)  <a href="https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0506/chromatographie_fulde_schmitz_david_sendas.pdf">https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0506/chromatographie_fulde_schmitz_david_sendas.pdf</a></p> <p>Video (Blattchromatografie, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VLXIR2-Tnyw">https://www.youtube.com/watch?v=VLXIR2-Tnyw</a></p>
<p>3.2.8 Redoxreaktionen</p>	<p>Metalle aus Metallsalzlösungen abscheiden</p>	<p>Anleitung (Metallabscheidung)  <a href="http://www.phywe.fr/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/p1033000/p1033000d.pdf">http://www.phywe.fr/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/p1033000/p1033000d.pdf</a></p> <p>Video (Metalle in verschiedenen Metallsalzlösungen, unkommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=W5b2bu_6HG4">https://www.youtube.com/watch?v=W5b2bu_6HG4</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=mSmfC3ulPM4">https://www.youtube.com/watch?v=mSmfC3ulPM4</a></p>
	<p>Nachweis reduzierender Wirkung</p>	<p>Anleitung (Fehling-Probe)  <a href="https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Kohlenhydrate_Gerner/versuche/protokolle/fehling_glucose.pdf">https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Kohlenhydrate_Gerner/versuche/protokolle/fehling_glucose.pdf</a>  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=50">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/exp_neu.php?id=50</a></p> <p>Video (Fehling, unkommentiert)  <a href="https://www.bcp.fu-berlin.de/en/chemie/chemie/forschung/OrgChem/schalley/Teaching/OCI_Videos/Versuch10_02/index.html">https://www.bcp.fu-berlin.de/en/chemie/chemie/forschung/OrgChem/schalley/Teaching/OCI_Videos/Versuch10_02/index.html</a></p> <p>Video (Erklärung der Fehling-Probe, kommentiert)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=luCnye9iUzs">https://www.youtube.com/watch?v=luCnye9iUzs</a></p> <p>Anleitung (Tollensprobe)  <a href="http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v1.pdf">http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v1.pdf</a></p>
	<p>Oxidation von Alkanolen</p>	<p>Anleitung (Oxidation von Alkanolen, S.209 ff)  <a href="https://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_disshab_0000001371/rosdok_derivate_0000027866/Dissertation_Anscheit_2015.pdf">https://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_disshab_0000001371/rosdok_derivate_0000027866/Dissertation_Anscheit_2015.pdf</a></p> <p>Video (Oxidation von Alkanolen mit Kaliumpermanganatlg., kommentiert und erklärt)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8X4DmBbjHok">https://www.youtube.com/watch?v=8X4DmBbjHok</a></p>

	Redox- titration	Anleitung (Redoxtitration – Sufitgehalt in Weißwein) <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-568.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-568.pdf</a> Anleitung (Redoxtitration – Masse an Ascorbinsäure in Fruchtsäften, S.47) <a href="https://ti-unterrichtsmaterialien.net/fileadmin/documents/T3_Titratio-nen_INH.pdf">https://ti-unterrichtsmaterialien.net/fileadmin/documents/T3_Titratio-nen_INH.pdf</a>
3.2.9 Elektrochemie	Galvani- sches Ele- ment bauen und Zell-span- nung mes- sen	Anleitung (einfache Batterie bauen) <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-500.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/11-12/V11-500.pdf</a> Anleitung (Bau eines Danielements + Material) <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb3/mo-dul1/2_mat_2/e2_030/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2004/fb3/mo-dul1/2_mat_2/e2_030/</a> Anleitung (Spannung galvanischer Zellen) <a href="https://www.ipc.uni-jena.de/ipcmedia/lehre/bbc/pr_zellspan-nung_2019neut+(1).pdf">https://www.ipc.uni-jena.de/ipcmedia/lehre/bbc/pr_zellspan-nung_2019neut+(1).pdf</a>
	Vorgänge bei der Korrosion	Anleitung (Korrosion + Material Sek I) <a href="https://www.conatex.com/media/experiments/VADE/VADE_Chemie_Korro-sion.pdf">https://www.conatex.com/media/experiments/VADE/VADE_Chemie_Korro-sion.pdf</a> Anleitung (Korrosion mit Indikator Kaliumhexacyanoferrat) <a href="https://www2.chemie.uni-erlangen.de/projects/vsc/chemie-mediziner-neu/redox/korrosion.html">https://www2.chemie.uni-erlangen.de/projects/vsc/chemie-mediziner-neu/redox/korrosion.html</a>
	Konzent- rations- zelle (LK)	Anleitung (Konzentrationszelle) <a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/2339">https://www.experimentas.de/experiments/view/2339</a> Video (Simulation Konzentrationszelle – Ag) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=CpVukCmGiUo">https://www.youtube.com/watch?v=CpVukCmGiUo</a>
	Elektro- lyse (LK)	Anleitung (Kochsalz-Elektrolyse) <a href="https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/die-kochsalz-elektrolyse-salz-wasser-strom-ergibt">https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/die-kochsalz-elektrolyse-salz-wasser-strom-ergibt</a> Anleitung (Zinkjodid-Elektrolyse) <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-471.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-471.pdf</a> Video (Zinkjodid-Elektrolyse, unkommentiert) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ISs5QZ-MdRU">https://www.youtube.com/watch?v=ISs5QZ-MdRU</a>
	Superhy- drophobe Beschich- tung	Anleitung (Lotuseffekt bei Glas, Stoff, Holz, S.10.ff) <a href="http://www.swissnanocube.ch/uploads/tx_rfnanoteachbox/Lehreranlei-tung_Lotus_V2_01.pdf">http://www.swissnanocube.ch/uploads/tx_rfnanoteachbox/Lehreranlei-tung_Lotus_V2_01.pdf</a> Kupfer mit Laurinsäure <a href="https://www.plus.ac.at/wp-content/uploads/2021/02/Projektbe-richt_Hiwa_Aydin.pdf">https://www.plus.ac.at/wp-content/uploads/2021/02/Projektbe-richt_Hiwa_Aydin.pdf</a>

(Abruf aller Links Dezember 2021)



## 7 Biologie: Experimente und Untersuchungen

Für die in den Themenfeldern verbindlich vorgegebenen Experimente und Untersuchungen soll die folgende Tabelle Anregungen für den Unterricht bieten. Vorrang hat selbstverständlich das im Rahmen des Unterrichts durchgeführte Realexperiment. Ein Video oder eine Simulation sind in vielen Fällen eine sinnvolle Alternative oder eine Backuplösung. Insbesondere sind Videos geeignet zur Wiederholung von selbst erprobten oder beobachteten Experimenten sowie für Experimente, deren zeitlicher Aufwand nicht mit der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit kompatibel ist. Die folgenden Anregungen müssen ggf. entsprechend den aktuellen Vorgaben der Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) angepasst werden. Zu ausgewählten Experimenten gibt es zahlreiche Angebote in Schülerlaboren des Netzwerks GenaU.<sup>4</sup>

Themenfeld	Experiment	Hinweise
<p>3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene</p>	<p>Osmose mikroskopisch und makroskopisch beobachten</p>	<p>Osmose Experiment mit Gummibärchen (Hausaufgabenversuch)  <a href="https://science19.com/osmosis-experiments-with-gummy-bears-13768">https://science19.com/osmosis-experiments-with-gummy-bears-13768</a></p> <p>Video (Länge: 0:32 min) Paaßen, U. (2012): Beispiel für Osmose. Gurkenscheiben mit und ohne Salz  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WRz5Z2EPmRA">https://www.youtube.com/watch?v=WRz5Z2EPmRA</a></p> <p>Protokoll Christian Gebhardt, Chr. (2014): „Kartoffelzylinder in Salzwasser“ (Experiment zum Thema Osmose/Plasmolyse/Deplasmolyse)  <a href="https://u-helmich.de/bio/gast/Gebhardt/Kartoffelzylinder.pdf">https://u-helmich.de/bio/gast/Gebhardt/Kartoffelzylinder.pdf</a></p> <p>Schülerversuche mit Präsentation rund um die Osmose, Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (o. J.): Pflanzenstängel in demineralisiertem Wasser bzw. in Salzlösung, Pflanzengewebe in Salzlösungen unterschiedlicher Konzentration, Pflanzengewebe mit verschiedenen Feststoffen, Gasaustausch, Eier ohne Schale  <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/1_mem/1_osmose/6_praes/118_exp_praes.pdf">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/1_mem/1_osmose/6_praes/118_exp_praes.pdf</a></p> <p>Experiment zum Thema Osmose, Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (o. J.): Plasmolyse und Deplasmolyse bei Pflanzenzellen (mit Hilfen und Lösungshinweisen)  <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/1_mem/1_osmose/3_plas/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/1_mem/1_osmose/3_plas/</a></p> <p>Video (Länge: 7:31 min) Biologie am Babelsberger Filmgymnasium (2017): Experiment – Pflanzenphysiologie: Plasmolyse und Deplasmolyse (rote Zwiebel)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=bdew2Dew6XQ">https://www.youtube.com/watch?v=bdew2Dew6XQ</a></p> <p>Experiment Science19.com (o. J.): Ei-Osmose-Experimente mit destilliertem Wasser und Salzwasser  <a href="https://science19.com/egg-osmosis-experiments-with-distilled-water-salt-water-9876">https://science19.com/egg-osmosis-experiments-with-distilled-water-salt-water-9876</a></p> <p>Experiment Wuttke, A. (o. J.): Das schrumpfende und das wachsende Ei  <a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/7-8/V7-129.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/7-8/V7-129.pdf</a></p> <p>Experimente Kalt, A. (2007): Versuch: Diffusion und Osmose anschaulich machen. Osmose  <a href="https://rete-mirabile.net/biologie/versuch-diffusion-osmose/">https://rete-mirabile.net/biologie/versuch-diffusion-osmose/</a></p>

<sup>4</sup> <http://genau-bb.de/>



	<p>die Abhängigkeit enzymatischer Reaktionen von verschiedenen Faktoren untersuchen, z. B. Temperatur, pH-Wert und Enzymgiften</p>	<p>Experimente zur Enzymatik gelingen mit Katalase oder Urease, Katalase aus Kartoffeln ist jedoch leichter zugänglich.</p> <p>Video: Experiment Temperaturabhängigkeit der Urease  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WvtxYfDdpA">https://www.youtube.com/watch?v=WvtxYfDdpA</a></p> <p>Video: Experiment Katalase (aus Kartoffeln)/Denaturierung  <a href="https://www.youtube.com/channel/UCf1Gel3v-Y-EYjS5aD0HQYA">https://www.youtube.com/channel/UCf1Gel3v-Y-EYjS5aD0HQYA</a></p> <p>Katalase: Abhängigkeit der Enzymaktivität vom pH-Wert  <a href="https://wiki.zum.de/wiki/Biokatalyse/Abh%C3%A4ngigkeit_der_Enzymaktiv%C3%A4t_vom_pH-Wert">https://wiki.zum.de/wiki/Biokatalyse/Abh%C3%A4ngigkeit_der_Enzymaktiv%C3%A4t_vom_pH-Wert</a></p> <p>Unterrichtsentwurf Enzyme - Hemmung durch Schwermetalle  <a href="http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/enzyme_schwermetall.html">http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/enzyme_schwermetall.html</a></p> <p>Versuchsanleitung Graf, H.-U. (o. J.): Exkurs B. Enzyme – ohne sie geht gar nichts!          Katalase – Kälte und Hitze nicht erwünscht!  <a href="https://grafs-bio-seiten.de/v-eb_5-enzymaktivitaet-und-temperatur/">https://grafs-bio-seiten.de/v-eb_5-enzymaktivitaet-und-temperatur/</a></p> <p>Versuchsanleitung Graf, H.-U. (o. J.): Exkurs B. Enzyme – ohne sie geht gar nichts!          Katalase – Zitrone oder Waschmittel bevorzugt?  <a href="https://grafs-bio-seiten.de/v-eb_6-enzyme-saeure-und-base/">https://grafs-bio-seiten.de/v-eb_6-enzyme-saeure-und-base/</a></p> <p>Experiment des Monats Schunk, A. (2014): pH-Abhängigkeit der Katalase-Aktivität  <a href="http://www.experimente.axel-schunk.de/edm1408.html">http://www.experimente.axel-schunk.de/edm1408.html</a></p> <p>Video (Länge: 2:28 min) Biologie am Babelsberger Filmgymnasium (2012): Experiment: Enzyme - Vergiftung Katalase  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=vsbJyyCJNEo">https://www.youtube.com/watch?v=vsbJyyCJNEo</a></p>
<p>3.2.2 Lebewesen in ihrer Umwelt</p>	<p>mikroskopische Untersuchung eines Blattquerschnitts</p>	<p>Podcast: Der Aufbau des Laubblattes   Der Blattquerschnitt  <a href="https://www.christian-schweda.de/folge-006-der-aufbau-des-laubblattes-der-blattquerschnitt/">https://www.christian-schweda.de/folge-006-der-aufbau-des-laubblattes-der-blattquerschnitt/</a></p> <p>Unterrichtsmaterial  <a href="https://bridge.klett.de/DUA-UWBMCDQH4E/content/media/01_lehrerband/049242_k01_s034_lb.pdf">https://bridge.klett.de/DUA-UWBMCDQH4E/content/media/01_lehrerband/049242_k01_s034_lb.pdf</a></p> <p>Domino Blattquerschnitt (Link zu interaktiver Umsetzung vorhanden)  <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2016/fb9/2_oekologie/05_pflanzen/3_quer/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2016/fb9/2_oekologie/05_pflanzen/3_quer/</a></p> <p>Material zur Bearbeitung und Hilfen zur Selbstüberprüfung, Redeker, J. (o. J.): Blattquerschnitte  <a href="http://www.hbg-biologie.de/Seite10.html">http://www.hbg-biologie.de/Seite10.html</a></p> <p>folgende Mikropräparat könnten in den kommenden Jahren für die Sammlung angeschafft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikropräparat Syringa, Flieder, typisches dikotyles Blatt quer. [...]</li> <li>- Übersichtspräparat für Demonstrationzwecke</li> <li>- Mikropräparat Fagus, Buche. Sonnen- und Schattenblatt quer, zwei Schnitte zum Vergleich</li> <li>- Mikropräparat Blätter einer Wasserpflanze, einer Feuchtpflanze und einer Trockenpflanze, drei Querschnitte zum Vergleich</li> <li>- Mikropräparat Nerium, Oleander Blatt mit versenkten Spaltöffnungen, quer Mikropräparat Ruellia, tropische Schattenpflanze, Blatt mit aufgesetzten Spaltöffnungen, quer</li> <li>- Mikropräparat Nymphaea, Seerose, Schwimmblatt quer</li> </ul>

<p>in einem Areal qualitative Daten von Arten erheben, die ggf. digital aufgenommen und ausgewertet werden</p>	<p>Aus der Sek I: Eine Pflanzensammlung mit digitaler Unterstützung anlegen  <a href="https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/fae-cher/naturwissenschaften/mint/iMINT-Akademie/Fachsets/Fachset_Biologie/Digitale_Pflanzensammlung/B_M03_DPS.pdf">https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/fae-cher/naturwissenschaften/mint/iMINT-Akademie/Fachsets/Fachset_Biologie/Digitale_Pflanzensammlung/B_M03_DPS.pdf</a></p> <p>APP Flora Incognita: Digitale Pflanzenbestimmung für alle (gefördert vom BMBF); Nutzung ohne Anmeldung als Gast möglich  <a href="https://floraincognita.com/flora-incognita-app/">https://floraincognita.com/flora-incognita-app/</a></p> <p>APP Naturblick: <a href="https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de/presse/pressemittelungen/naturblick-bietet-digitalen-zugang-zu-natur-jetzt-allen-deutschen-staedten">https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de/presse/pressemittelungen/naturblick-bietet-digitalen-zugang-zu-natur-jetzt-allen-deutschen-staedten</a></p> <p>APP NABU Insektensommer          URL: <a href="https://naturgucker.de/app/natur_nm.dll/">https://naturgucker.de/app/natur_nm.dll/</a></p> <p>Exkursion Naturschutzzentrum Ökowerk Berlin e.V          Teufelsseeprojekt - Gewässeranalyse und Artenbestimmung  <a href="https://www.oekowerk.de/angebote/schulen/angebote-sortiert-nach-themen/22-teufelsseeprojekt-gewaesseranalyse-und-artenbestimmung/">https://www.oekowerk.de/angebote/schulen/angebote-sortiert-nach-themen/22-teufelsseeprojekt-gewaesseranalyse-und-artenbestimmung/</a></p> <p>Exkursion Freilandlabor Britz e.V. Unterricht auf dem Tempelhofer Feld          Ökologie der Wiese  <a href="http://www.freilandlabor-britz.de/index.php/de/umweltbildungsangebote/schule/tempelhofer-feld">http://www.freilandlabor-britz.de/index.php/de/umweltbildungsangebote/schule/tempelhofer-feld</a></p> <p>Exkursion Freilandlabor Britz e.V. Unterricht im Britzer Garten          Gewässeruntersuchung (Oberschule)  <a href="http://www.freilandlabor-britz.de/index.php/de/schule/britzer-garten">http://www.freilandlabor-britz.de/index.php/de/schule/britzer-garten</a></p>
<p>Fotosyntheseprodukte qualitativ untersuchen</p>	<p>Achtung! Der klassische Nachweis Wasserpest/Glimmspanprobe funktioniert nur, bei ausreichender Belichtung, weitgehend konst. Temperatur und langer Belichtungszeit.          Einfacher ist der Nachweis von Sauerstoff mit Indigokarmin/Wasserpest</p> <p>Materialdatenbank Fotosynthese  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002</a></p> <p>Versuchsprotokoll Gnoyke-Sitterz, A.; Bickel, H.; Hell, L. (2016): Sauerstoffnachweis bei Wasserpest mit Indigokarmin und Natriumdithionit  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/7593">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/7593</a></p> <p>Lehr- Lernvideo zu Versuch (Länge: 1:08 min) Bergische Universität Wuppertal (2019):          Sauerstoffnachweis bei der Fotosynthese mit Hilfe des Redoxindikators Indigokarmin  <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5360&amp;L=0">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5360&amp;L=0</a></p> <p>Lehr- Lernvideo zu Versuch (Länge: 1:50 min) Bergische Universität Wuppertal (2019):          Erzeugung von Sauerstoff bei der Fotosynthese und Glimmspanprobe  <a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5359&amp;L=0">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5359&amp;L=0</a></p> <p>Experimente TU Braunschweig, Agnes-Pockels-Labor (2018):          Stoffkreislauf: – Fotosynthese –  <a href="https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=75681&amp;token=d099467478e18fb0ec3f6d9c47d131648d7c03c4">https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dump-File&amp;t=f&amp;f=75681&amp;token=d099467478e18fb0ec3f6d9c47d131648d7c03c4</a></p>

<p>3.2.3 Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p>	<p>Mikroskopie von Chromosomen</p>	<p>Video: Methoden zur Sichtbarmachung der Mitose  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Fkbu0nejXRA">https://www.youtube.com/watch?v=Fkbu0nejXRA</a></p> <p>folgende Mikropräparat könnten in den kommenden Jahren für die Sammlung angeschafft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikropräparat Chromosomen des Menschen</li> <li>- Mikropräparat Riesenchromosomen (Taufliege/Larven der Zuckmücke)</li> <li>- Mikropräparat Lampenbürstenchromosomen</li> </ul>
	<p>DNA-Extraktion</p>	<p>Video: DNA-Isolierung - einfacher Versuch zum Nachmachen für zu Hause oder in der Schule  <a href="https://www.biologie.uni-muenchen.de/studium/lehrerbildung_lmu/videos-download/dna-aus-banane/index.html">https://www.biologie.uni-muenchen.de/studium/lehrerbildung_lmu/videos-download/dna-aus-banane/index.html</a></p> <p>Experiment Edlinger, G.; Schwap, S. (2020): DNA-EXTRAKTION AUS BANANEN  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ypkdp87XjVk">https://www.youtube.com/watch?v=Ypkdp87XjVk</a></p> <p>Film Wissen vor acht (2013): Wie wird DNA sichtbar? (Länge: 2:19 min)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=P5o6YRrJFJxg">https://www.youtube.com/watch?v=P5o6YRrJFJxg</a></p> <p>Experiment Kronberg, I. (2007): Küchenrezept zur Isolierung der eigenen DNA; Unterricht Biologie. Heft 326, S. 41</p>
<p>3.2.4 Vielfalt und Entwicklung des Lebens</p>	<p>Modellexperiment: Simulation der Wirkung von Evolutionsfaktoren in Populationen</p>	<p>Selektionsspiel  <a href="https://digitallearninglab.de/unterrichtsbausteine/selektionsspiel-mit-digitaler-auswertung">https://digitallearninglab.de/unterrichtsbausteine/selektionsspiel-mit-digitaler-auswertung</a></p> <p>Videos zu Evolutionsfaktoren            Evolutionsfaktoren - Grundwissen - Übersicht - Training Wortschatz (Keywords) BioAbi  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FZr9TnpuY7o">https://www.youtube.com/watch?v=FZr9TnpuY7o</a></p> <p>Evolutionsfaktoren - Training Wortschatz Teil 2 spielerisches Anwenden (Keywords) BioAbi  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wLxKcvexRR0">https://www.youtube.com/watch?v=wLxKcvexRR0</a></p> <p>Anwendungsaufgaben Evolutionsfaktoren, Allelfrequenz, Gendrift, Gründereffekt, Mendelsche Regeln  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=JjM4tUkv7qw">https://www.youtube.com/watch?v=JjM4tUkv7qw</a></p> <p>Unterrichtsmaterialien Kullmann, H. (2012): Vom Menschen verursachte Evolution – Warum wird der Kabeljau immer kleiner?  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentarfilm: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ypkdp87XjVk">https://www.youtube.com/watch?v=Ypkdp87XjVk</a></li> <li>- Information: <a href="http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/WISSEN_Warum_wird_der_Kabeljau_immer_kleiner.pdf">http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/WISSEN Warum wird der Kabeljau immer kleiner.pdf</a></li> <li>- Methodisch-didaktische Hinweise: <a href="http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/DIDAKTIK_Warum_wird_der_Kabeljau_immer_kleiner.pdf">http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/DIDAKTIK Warum wird der Kabeljau immer kleiner.pdf</a></li> <li>- Spielplan: <a href="http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/MATERIAL_Spielplan.pdf">http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/MATERIAL Spielplan.pdf</a></li> <li>- Aufgabe: <a href="http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/MATERIAL_Warum_wird_der_Kabeljau_immer_kleiner.pdf">http://www.evolution-of-life.com/fileadmin/enseigner/05_human_made_evolution/de/MATERIAL Warum wird der Kabeljau immer kleiner.pdf</a></li> </ul> </p> <p>interaktive Simulation PhET (2021): Natürliche Selektion (Version 1.4.2)  <a href="https://phet.colorado.edu/de/simulations/natural-selection">https://phet.colorado.edu/de/simulations/natural-selection</a></p> <p>Unterrichtsmodell Sekundarstufe I/II, Kullmann, H. (2012): Das Schrumpfen der Stoßzähne. Unterricht Biologie, Heft 379, S. 26-32.</p> <p>Unterrichtseinheit Eckbrecht, D. (2021): II.1.2.5 Evolution Umwelteinflüsse als Selektionsfaktoren – Simulationen im Biologieunterricht            110 RAAbits Biologie August 2021</p>

(Abruf aller Links im Januar 2022)

## 8 Physik: Experimente und Untersuchungen

Die Verbindung von Theorie und Experiment ist für die Physik unverzichtbar. Durch die in jedem Themenfeld des neuen Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe ausgewiesenen verbindlichen Experimente und Untersuchungen erfolgt eine Standardsicherung. Diese Experimente bieten besondere Möglichkeiten der Kompetenzentwicklung. Die Bedeutung des Experimentierens für die Entwicklung von Sach- und Erkenntnisgewinnungskompetenz wird auch dadurch deutlich, dass das selbstständige Experimentieren seit 2015 fest in den Abiturprüfungen verankert ist. Dies wird auch in Zukunft so sein.

Für einzelne Versuche in der Quanten- und Atomphysik besteht die Notwendigkeit, diese durch interaktive Bildschirmexperimente, Simulationen oder Videos zu ersetzen. Entsprechende Hinweise sind im RLP enthalten. Dem Realexperiment ist jedoch so oft wie möglich der Vorrang einzuräumen. In Zeiten des immer stärker auf virtuelle Welten orientierten Medienkonsums kommt der haptischen Auseinandersetzung mit realen Experimentiergeräten bei der Weltaneignung eine besondere Bedeutung zu. Ohne Beobachtungen und ohne reale Experimente ist eine Verifizierung physikalischer Vorhersagen nicht möglich.

### Sensoren und digitale Messwerterfassungssysteme

Der Einsatz digitaler Werkzeuge bietet das Potenzial, Lernprozesse effektiver zu gestalten. An vielen Schulen wird bereits mit Sensoren und digitalen Messwerterfassungssystemen gearbeitet. Dies ist eine zeitgemäße und notwendige Entwicklung.

In den Bildungsstandards im Fach Physik und im Rahmenlehrplan Physik wird formuliert:

- „Die Lernenden bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen.“ (Physik Sachkompetenz S 4)

Als Konsequenz dieses Standards ergibt sich die Notwendigkeit, eine entsprechende Ausstattung an den Schulen sicherzustellen. In Prüfungsaufgaben ab dem Jahr 2025 werden für die fachpraktischen Aufgaben auch digitale Messwerterfassungssysteme eingesetzt.

### Hinweis für die Abiturprüfungen im Grund- und Leistungskurs ab Schuljahr 2024/2025

Pro Prüfling werden benötigt:

1 System zur digitalen Messwerterfassung (mind. 12 bit Auflösung) mit ...

- 1 Spannungssensor (Messbereich: ca. +/- 10 V, mind. 10000 Messungen pro Sekunde)
- 1 Magnetfeldsensor zum Messen des Magnetfeldes im Inneren von Schülerspulen (einschichtig genügt, Messbereich entsprechend der Anwendungsanforderung)

Es darf nicht möglich sein, während der Prüfung mit dem Messwerterfassungssystem auf das Internet bzw. auf eigene Dateien zuzugreifen.

Empfehlenswert sind bei Neubeschaffungen Sensoren für die magnetische Flussdichte, die auch das Erdmagnetfeld erfassen können.

Die Beschaffung kann, wenn Sensoren noch nicht Bestandteil der Sammlung sind, in den nächsten Jahren schrittweise erfolgen. Es gibt vielfältige Systeme verschiedener Hersteller, die den Anforderungen entsprechen, so z. B. Sensoren, die an Tablets gekoppelt werden können oder Sensoren, die mit eigenen Interfaces arbeiten.

Das volle Potenzial für den Unterricht entfalten digitale Messwerterfassungssysteme, wenn sie durch weitere Sensoren erweitert werden.

Auf den Seiten des IQB gibt es Aufgabenbeispiele für die Q-Phase, in denen Sensoren und Messwerterfassungssysteme genutzt werden, z. B.:

- Zeitsteuerung in einem Rauchmelder.  
<https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p12^Rauchmelder^f21037>
- Sensorgestützte Messwerterfassung an einem Tonabnehmer.  
<https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p12^Tonabnehmer^f21047>

**Anlage:**

**Beispiel für die Struktur des schulinternen Curriculums einer Schule**

Name der Schule

schulinternes Curriculum Teil C Biologie

erstellt im SJ .....

Themenfeld		Ggf. Unterthema		11. Jgst.
<b>Inhalte</b>		<b>Untersuchungen/Experimente</b>	<b>Fachbegriffe</b>	
-		-	-	
<b>Basiskonzepte aus RLP Sek II</b>			<b>zeitlicher Rahmen:</b>	
<input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 1		<input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 3		
<input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 2		<input type="checkbox"/> fachspez. Basiskonzept 4		
<b>Beiträge zur Kompetenzentwicklung</b>			<b>mögliche Lehr- und Lernmittel:</b>	
Die Lernenden – Verwendung der Standards der Kompetenzstufe H aus dem RLP der Jahrgangsstufen 1 - 10				
<b>mögliche Kontexte</b>				
<b>Bezüge zum Teil B des RLP</b>		<b>Bezüge zum RLP 1 - 10</b>		<b>Formate der Leistungsbewertung:</b>