



FACHBRIEF NR. 20

CHEMIE

THEMENSCHWERPUNKT:

IMPLEMENTIERUNG DES RAHMENLEHRPLANS FÜR DIE GYMNASIALE OBERSTUFE



1

Die Fachverantwortlichen werden gebeten, den Fachbrief den unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen.
Zeitgleich wird er ins Netz gestellt unter:

http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fachbriefe_bln.html

Autor_innen und Autoren des Fachbuchs: Sarah Bechtel, Kathrin Görr, Oliver Pechstein, Cornelia Seidel, Dr. Irene Schröder, Dr. Ilona Siehr

Ihr Ansprechpartner/in/Ihr Ansprechpartnerin in der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie:
Dr. Ines Schröder (Fachaufsicht Naturwissenschaften und WAT) ines.schroeder@senat.berlin.de
Oliver Pechstein (Fachaufsicht Physik) oliver.pechstein@senat.berlin.de

¹ Bildquelle: <https://pixabay.com/de/photos/anfang-treffen-brainstorming-594090/>

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen,

im Jahr 2020 hat die KMK neue Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife für die naturwissenschaftlichen Fächer beschlossen. „Die Ausweitung der Bildungsstandards ist ein Bekennnis zur Stärkung eines gemeinsamen Leistungsniveaus in der Ländereinheit. Die neuen Bildungsstandards ergänzen die Bemühungen zu einer länderübergreifenden Qualitätssicherung und treten neben die für die Allgemeine Hochschulreife bereits bestehenden Standards in Mathematik, Deutsch, Englisch und Französisch. Damit gehen wir innerhalb der föderalen Strukturen weiter den Weg zu mehr Verbindlichkeit und mehr Vergleichbarkeit unter den Ländern.“²

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife stellen eine Weiterentwicklung der einheitlichen Prüfungsanforderungen der Abiturprüfung (EPA) dar und lösen diese vollständig ab. Sie geben an, welche Kompetenzen die Lernenden in einem Fach erreichen sollen und sichern die Anschlussfähigkeit an die Bildungsstandards des Mittleren Schulabschlusses.

Auf dieser Grundlage erfolgte die Neuentwicklung des Rahmenlehrplans für die gesamte gymnasiale Oberstufe. Als länderübergreifendes Projekt mit dem Land Brandenburg wird für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe aller öffentlichen Schuler und Schulen in freier Trägerschaft im Land Berlin ein neuer Rahmenlehrplan zum Schuljahr 2022/23 erstmals unterrichtswirksam und gestaffelt eingeführt.

Dabei gelten Teil A (Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe) und Teil B (Fachübergreifende Kompetenzentwicklung) des Rahmenlehrplans für alle Unterrichtsfächer. Für die Fächer Biologie, Chemie und Physik sind auf der Grundlage der neuen, bundesweit geltenden Bildungsstandards neue fachliche Vorgaben für den Unterricht in diesen Fächern entwickelt worden, so dass die neu gefassten Teile C (fachliche Vorgaben) des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe für diese Fächer ebenfalls in Kraft gesetzt wurden. Allen Kolleginnen und Kollegen, Fachbereichen Naturwissenschaften und auch den Vertretungen von (Fach-)Verbänden sei für die Kenntnisnahme und die umfangreichen Rückmeldungen in der Anhörungsphase herzlich gedankt.

Mein besonderer Dank gilt allen Entwicklerinnen und Entwicklern des neuen Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe für ihr besonderes Engagement.

Dieser Fachbrief soll den umfangreichen Prozess der Implementierung unterstützen und Ihnen Anregungen für eine schulinterne Umsetzung bieten.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Jana Schlösser

² Vgl.: <https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/kultusministerkonferenz-beschliesst-bildungsstandards-fuer-die-allgemeine-hochschulreife-in-den-naturw.html>, Abruf: 25.01.22

³ Vgl.: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf, S.4 ff, Abruf: 003.09.21

Inhalt:

1 Allgemeine Aussagen zum neuen Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe.	4
1.1 Struktur des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe.....	4
1.2 Anschlussfähigkeit.....	4
1.3 Unterrichtswirksamkeit und Implementierung für die Naturwissenschaften	4
1.4 Zeit-Maßnahmen-Plan für schulinterne Steuerung im Fachbereich Naturwissenschaften	5
2 Einführungsphase in Jahrgangsstufe 11 an Integrierten Sekundarschulen, Gemeinschaftsschulen, beruflichen Gymnasien, Kollegs und Abendgymnasien.....	7
2.1 Kompetenzentwicklung am Übergang in die gymnasiale Oberstufe	7
2.2 Gestaltungsmöglichkeiten für schulinterne Festlegungen mit den Themenfeldern der Einführungsphase	8
3 Kompetenzmodell und Standards in den Naturwissenschaften	9
4 Überblick über die Basiskonzepte in den Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe	11
5 Themenfelder in der Qualifikationsphase	12
6 fachspezifische Befragungen im Fach Chemie.....	14
6.1 Integrierte Wiederholung und Anschlussfähigkeit.....	14
6.2 Verbindliche Experimente und Untersuchungen	16
6.3 Nanomaterialien	20
6.4 Jahrgangsübergreifende Kurse	23
7 Anhörungsbericht und Implementierungsangebote	24
8 Hinweise zum Abitur 2022.....	26
9 MINT-Wettbewerbe – digitale Tagung	26
Anlage 1 Übersicht der Kompetenzen und Standards Biologie, Chemie, Physik	
Anlage 2 Vorschlag für die fachbezogenen Vereinbarungen im SchiC (editierbar)	

1 Allgemeine Aussagen zum neuen Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe

1.1 Struktur des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe

Der neue Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe greift die bewährte Struktur des Rahmenlehrplanes für die Jahrgangsstufen 1 bis 10 Berlin Brandenburg (RLP 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 bildungspolitische Vorgaben für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe. Im Teil B wird die lach-übergreifende Kompetenzenentwicklung dargestellt. In Fortsetzung der Gliederung des RLP 1 – 10 Berlin Brandenburg werden die Erweiterung und Verfeinerung der bildungssprachlichen Handlungskompetenz, die Verfestigung 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 einführend der Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften, welche das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften und den Bildungsbeitrag des jeweiligen Faches einschließt, dargestellt. Darauf 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 RLP 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 Anmerkungen zu finden.

Auch bezüglich der Fortführung der Sprach- und Medienbildung werden fachspezifische Ausschreibungen mit Blick auf das wissenschaftspropädeutische Arbeiten in der Sekundarstufe II vorgenommen. In der Einführungsphase bedeutet dies, dass die Lernenden bezüglich der Sprach- und Medienbildung an die Basiscurricula anknüpfend die Progression und Anschlussfähigkeit an die gymnasiale Oberstufe erreichen. Gleichermaßen trifft auf den Unterricht in der Jahrgangsstufe 10 an Gymnasien zu. In der Qualifikationsphase werden dann die im Teil B des RLP für die gymnasiale Oberstufe beschriebenen Kompetenzen zu grunde gelegt.

1.3 Unterrichtswirksamkeit und Implementierung für die Naturwissenschaften

Für die Einführungsphase an Integrierten Sekundarschulen, Gemeinschaftsschulen, beruflichen Gymnasien, Kellegs und Abendgymnasien wird der Rahmenlehrplan zum Schuljahr 2022/2023 unterrichtswirksam. Für die Qualifikationsphase an Gymnasien/Integrierten

Sekundarschulen/Gemeinschaftsschulen/beruflichen Gymnasien/Kollegs/Abendgymnasien wird der Rahmenlehrplan zum Schuljahr 2023/2024 unterrichtswirksam.

Eine Orientierung zur Unterrichtswirksumkehr der Fachteile A, B und C gibt folgende Tabelle.

SI	21/22	22/23	23/24	24/25
Klasse 11 ISS/GemS	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam	→	→
Q1/Q2	Implementierung	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam	→
Q3/Q4	Implementierung	Implementierung	Implementierung	neuer RLP unterrichtswirksam
Abitur	nach altem RLP	nach altem RLP	nach altem RLP	nach neuem RLP

Abweichend davon werden die naturwissenschaftlichen Fachteile des Rahmenlehrplan für Schulen mit dreijähriger Qualifikationsphase ab dem Schuljahr 2022/23 in der Qualifikationsphase unterrichtswirksam.

Die stufenweise Implementierung des neuen RLP für die gymnasiale Oberstufe hat mit Beginn des Schuljahres 2021/22 begonnen. Über die Schulberaterinnen und Schulberater der Regionalen Fortbildung haben alle naturwissenschaftlichen Fachbereiche die Möglichkeit, Unterstützung im Prozess der Implementierung zu erhalten. In den Regionalkonferenzen gibt es Gelegenheit, Fragen zu diskutieren und Rat zu erhalten. Die Schulberaterinnen und Schulberater werden durch das LISUM mit vielfältigen Materialien begleitet. Bitte sprechen Sie gern die zuständigen Schulberaterinnen und Schulberater Ihrer Region an.

1.4 Zeit-Maßnahmen-Plan für schulinterne Steuerung im Fachbereich Naturwissenschaften

Die Umsetzung neuer Rahmenlehrpläne erfordert eine systematische Abstimmung in den Fachbereichen. Ein Zeit-Maßnahme-Plan kann Fach(bereichs-)leitungen und Lehrkräfte sinnvoll bei der Prozesssteuerung unterstützen. Einen Vorschlag bietet die folgende Tabelle, die als editierbare Word-Datei im Anhang zur Verfügung gestellt wird.

Zeit-Maßnahme-Plan zur Implementierung des neuen RLP für die gymnasiale Oberstufe in den naturwissenschaftlichen Fächern			
aktueller Stand:			
Ziel	Maßnahme	Material und Quellen	voraussichtlich
SS 2021/22	Kennzeichnung des neuen RLP	https://www.senatsverw.de/bildung/unterricht/lehrpläne/lehrpläne/nahmen/lehrplanerstellung/	
	Verabsiedigung eines schulischen Vorschlags zur Implementierung		
	Erstellung von fachbezogenen Festlegungen für U1-Jahrgangsstufen am IGS/GemS/OSZ/Kollegs und Abendgymnasien für das Schulfach	Nutzung der Vorlage SchU1_Nawi Sek II	
	Sichtung Lernaufgaben des IGR (Konkretisiert werden die Standards durch illustrierende Lernaufgaben)	https://www.gbh-h-beur.de/de/unterricht/lehrpläne/lehrplanerstellung/nawi.html	
	ggf Anpassung neuer Lehr- und Lernziele / Verbrauchsmaterialien für die U1-Jahrgangsstufe hinzu (in Hinblick auf Untersuchungen, Experimente)		
	Besuch von Regionalkonferenzen und Fortbildungen	Termine im Fortbildungskalender https://www.fortbildung-berlin.de/suchen/index.php	
SU 2022/23	Unterschichtliche Umsetzung des neuen RLP/Sch C in U1-Jahrgangsstufen am IGS/GemS/OSZ, Kollegs und Abendgymnasien	Sch C	
	Erstellung von fachbezogenen Festlegungen U1 des Schulfachs (U1-Q4)	Nutzung der Vorlage Sch C_Nawi Sek II	
	Kennzeichnung der Beispieldaten des IGR breites Spektrum möglicher Prüfungsformate ab 2025	https://www.gbh-h-beur.de/abitur/vorstellung/naturwissenschaften/index.html	
	Kennzeichnung von begleitenden Dokumenten zu den Bildungsstandards der Naturwissenschaften: - Kriterien für Aufgaben, Erwartungshinweise und Bewertungshinweise - Entwicklungs-Orientierliste - Beschreibung der Struktur der Aufgaben - Hinweise zur Verwendung von IT im Unterricht	https://www.gbh-h-beur.de/abitur/documents/naturwissenschaften/index.html	
	ggf Anpassung neuer Lehr- und Lernziele / Verbrauchsmaterialien hinzu (in Hinblick auf Untersuchungen, Experimente)		
	Besuch von Regionalkonferenzen und Fortbildungen	Termine im Fortbildungskalender	
SU 2023	Unterschichtliche Umsetzung des neuen RLP/Sch C in Q1/Q2	Sch C	

	Evaluation der lernzulässigen Festlegungen des Schulförderungsgesetzes zu RLP/Gem-S/CS7/Kollegs und Abendgymnasien		
	Vermittlung und Verwendung der Operatoren im Unterricht entsprechende der zweiten Förlautierung in der erheblichen Operatorenliste		
	Kenntnahme der Änderungen zum Abitur 2025		
	Besuch von Regionalkonferenzen und Fachbildungsmessen	Termine im Fortbildungskalender	
	letztes Abitur nach altem RLP		
SJ 2024/25	unterrichtliche Umsetzung des neuen RLP in Q1/24	Sek II	
	Evaluation der lernzulässigen Festlegungen des Schulförderungsgesetzes zu RLP/Gem-S/CS7/Kollegs und Abendgymnasien		
	Besuch von Regionalkonferenzen und Fachbildungsmessen	Termine im Fortbildungskalender	
	erstes Abitur nach neuem RLP u.a. mit bundesweit zentralen Hochschulgebern		
SJ 2025/	Evaluation der lernzulässigen Festlegungen des Schulförderungsgesetzes zu RLP/Gem-S/CS7/Kollegs und Abendgymnasien		
	...		

2 Einführungsphase in Jahrgangsstufe 11 an Integrierten Sekundarschulen, Gemeinschaftsschulen, beruflichen Gymnasien, Kollegs und Abendgymnasien

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

2.1 Kompetenzentwicklung am Übergang in die gymnasiale Oberstufe

Für einen erfolgreichen Übergang in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe werden in der Jahrgangsstufe 11 die Kompetenzen entsprechend dem Kompetenzmodell der Sekundarstufe (RLP 1 – 10 Berlin Brandenburg) weiterentwickelt.



Abb. 1 Brückefunktion der E-Phase

Debei stellen die formulierten Standards des H-Niveaus der Sek. I die Eingangsvoraussetzung für die Qualifikationsphase dar. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die H-Standards im Kompetenzbereich „M 1 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.

2.2 Gestaltungsmöglichkeiten für schulinterne Festlegungen mit den Themenfeldern der Einführungsphase

Die im RLP für die gymnasiale Oberstufe angeführten Themenfelder gelten für beide Kursformen (Fundamentalkurs und Profilkurs) 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 Verteilungen in Profilkursen werden durch kursiv gedruckte Stichpunkte aufgezeigt. Die angegebenen Untersuchungen und Experimente tragen erziehlerischen 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 wird. 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 die notwendige Handlungsspielraum eröffnet, passende Unterrichtsangebote für ihre Lernenden zu entwickeln. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Grundsätze schulinterner Festlegungen für die Unterrichtsgestaltung in der Einführungsphase.

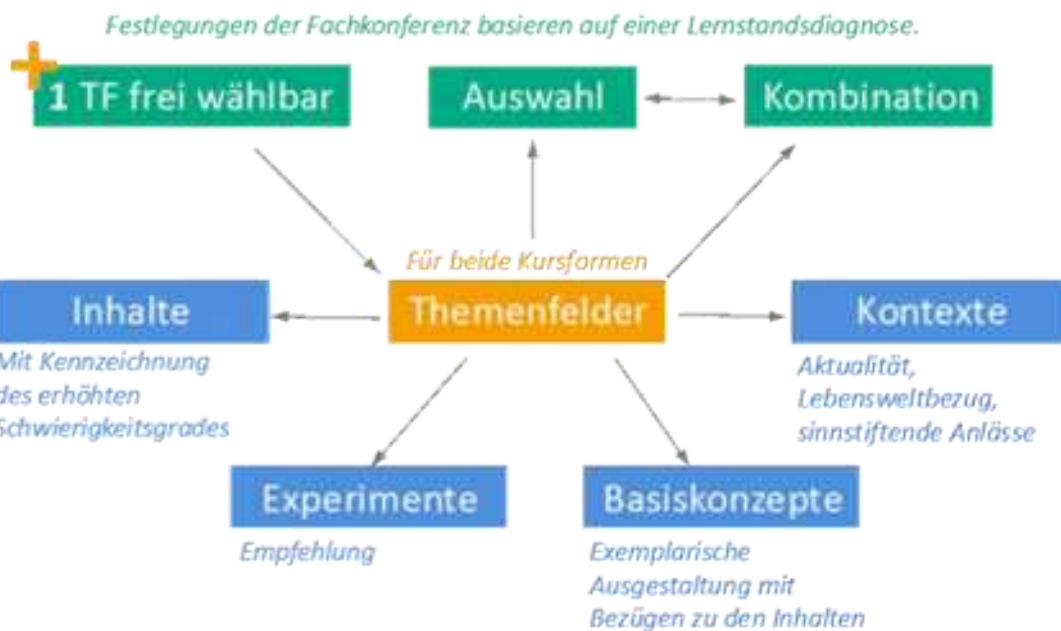


Abb. 2 Vom RLP zu Festlegungen der Fachkonferenz für die Einführungsphase

Die Fachkonferenz der Schule erarbeitet inhaltliche Präzisierungen innerhalb der Themenfelder. Dabei stützt sie sich auf geeignete Formen einer Leistungsdiagnose und berücksichtigt bei der Planung der Unterrichtsreihen die Kompetenzerentwicklung der Lernenden zur Erreichung der fachbezogenen Standards auf der Niveaustufe H. Zu vermeiden ist, dass lediglich Inhalte aus der Sekundarstufe 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.

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

Abb. 3 Vorschlag für fachbezogene Festlegungen für das schulinterne Curriculum der Einführungsphase

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 Berlin Brandenburg).

Was ist neu und anders und warum ist das sinnvoll?

Für die allgemeine Hochschulreife werden nun die Kompetenzbereiche Soch-, 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 Berlin Brandenburg) begrifflich und schließlich inhaltlich an ihr an.

Die Bezeichnung „**Fachwissen**“ als Bezeichnung für einen Kompetenzbereich ist irreführend, da Kompetenz mehr ist als Wissen und Fachkompetenz aus allen Kompetenzbereichen umfasst. Um Missverständnisse zu vermeiden, wurde der Name dieses Kompetenzbereichs auf „**Sachkompetenz**“ geändert, verstanden als inhaltliches Wissen und Können in einem beschränkten Sachgebiet. Die Beschreibung der Kompetenzbereiche im RLP für die gymnasiale Oberstufe ist den Bildungsstandards der Allgemeinen Hochschulreife entnommen.

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 nachzuvollziehen 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.

Im Anhang ist eine Gegenüberstellung von Kompetenzen und Standards aller drei Naturwissenschaften zu finden. Darin ist zu erkennen, dass die jeweiligen Teilkompetenzen einander angelehnt sind. Fachspezifische Unterschiede ergeben sich jedoch in den Standards. 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

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

Im Rahmen der Entwicklung der neuen Bildungsstandards wurden bereits vorhandene Basiskonzepte überarbeitet und im Fach Physik neu erarbeitet. Damit stehen für alle drei Fächer in der gymnasialen Oberstufe trennscharfe Basiskonzepte für die Unterrichtspraxis zur Verfügung. Fachspezifische Konkretisierungen zu den Änderungen sind im jeweiligen Fachteil C des RLP für die gymnasiale Oberstufe zu finden. Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Basiskonzepte. Dabei sind die Änderungen und die Neuerungen durch rote Schrift gekennzeichnet.

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

Abb. 4 Überblick über die Basiskonzepte der naturwissenschaftlichen Fächer in der Sekundarstufe II

5 Themenfelder in der Qualifikationsphase

Die inhaltlichen Vorgaben der Bildungsstandards wurden im RLP der gymnasialen Oberstufe für die Qualifikationsphase in sinnvoll untergliederte Themenfelder überführt. Die Themenfelder sind den Kurshalbjahren zugeordnet. Ihre Reihenfolge ist in Grund- und Leistungskurs identisch. Dies ist im Fach Chemie eine wesentliche Änderung zum RLP der gymnasialen Oberstufe aus dem Jahr 2006.

In allen drei Fächern unterschiedet sich die Anzahl der Themenfelder. Während in Biologie vier Themenfelder vier Kurshalbjahren zugeordnet sind, sind es in Physik acht und in Chemie neun Themenfelder. In den Fächern Chemie und Physik besteht daher die Möglichkeit, innerhalb eines Kurshalbjahrs die Reihenfolge der Themenfelder zu ändern. Eine der Themenfelder im Fach Chemie gilt ausschließlich für den Leistungskurs. Dies resultiert aus einer Wahlmöglichkeit für dieses Kursniveau in den Bildungsstandards.

Themenfeld; Titel		
Einführungstext mit Hinweisen zu Struktur, zu den Niveaunterschieden und Bezügen zu übergreifenden Themen		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Teilüberschrift	
Fachbegriffe		Verbindlich
Untersuchungen, Experimente		
Basiskonzepte		
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung		
mögliche Kontexte		

Abb. 5 Struktur der Themenfelder im RLP

Ein Themenfeld beinhaltet jeweils die Vorgaben und Anregungen für beide Kursniveaus. Die für das Grundkursniveau gemachten Angaben gelten für beide Kursniveaus, die unter dem Leistungskurs gemachten Angaben sind in diesem Kursniveau zusätzlich zu vermitteln.

Angegebene Inhalte, Untersuchungen und Experimente sowie Fachbegriffe stellen verbindliche Vorgaben dar. Als Fachbegriffe sind nur die angegebenen, die nicht bereits unter den Inhalten aufgeführt sind bzw. die über verbindlichen Fachbegriffe des RLP 1 - 10 Berlin Brandenburg hinausgehen.

Bei der Umsetzung im Unterricht sind demzufolge die spiralförmige Verknüpfung und Erweiterung des Fachwortschatzes in den Blick zu nehmen. Die Angaben zu verbindlichen Experimenten und Untersuchungen sind so gestaltet, dass entsprechend der schulischen Ausstattung und der konkreten unterrichtlichen Einbindung variiert werden kann, sofern

die voneinander gewahrt bleiben. Im Einressen der unterrichtenden Lehrkraft liegt auch die Entscheidung zwischen Lehrer- und Schülerexperiment.

Die Abwägung erfolgt jeweils auch mit Blick auf die Gefährdungsbeurteilung. Hierzu empfiehlt sich eine Abstimmung innerhalb des Fachbereiches.

Neu und hilfreich für die unterrichtende Lehrkraft sind Formulierungen für themenfeldspezifische Bezüge zu den Basiskonzepten, die jeweils exemplarisch herausgearbeitet wurden. Die Nutzung der Basiskonzepte kann so systematisch und inhaltsbezogen erfolgen. Die nach Grund- und Leistungskurs getrennte Darstellung ermöglicht eine deutlich ablesbare Differenzierung zwischen dem grundlegenden Niveau und dem erweiterten Niveau. Im Laufe des Entwicklungsprozesses des RLP für die gymnasiale Oberstufe war es ein besonders Anliegen der Fachexperten und Fachexpertenfirmen, 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 (Standardsbezug in Klammern).

Dies stellt gegenüber dem RLP I - 10 Berlin Brandenburg eine deutliche Innovation dar. Es wurde bei der Entwicklung im Besonderen darauf geachtet, dass dies für alle Kompetenzbereiche über die Themenfelder hinweg erfolgt. Damit wird gezeigt, wie verschiedene Kompetenzbereiche spiralecurricular innerhalb der vier Kurshälbjahre 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 differenziert und bezogen auf den Unterrichtsgegenstand erfolgen kann. Die Fachkonferenzen der Schulen sind aufgerufen, in den schulspezifischen Curricula gemeinsam über die inhalts- und kontextbezogene Auswahl vor zu stehenden Standards zu entscheiden.

6 fachspezifische Betrachtungen im Fach Chemie

6.1 Integrierte Wiederholung und Anschlussfähigkeit

Für die Anschlussfähigkeit der Kompetenzentwicklung in der gymnasialen Oberstufe ist es von größter Bedeutung, dass die spiralecurriculare Arbeit in den Blick genommen wird. Besonders wichtig ist dies zu Beginn der Qualifikationsphase. Die nachfolgende Übersicht veranschaulicht, wie die im Themenfeld 3.2.1 Proteine angegebenen integrierten Wiederholungen sinnvoll in den Unterricht eingebunden werden können. Die roten Pfeile verweisen jeweils auf fachliche Inhalte des Themenfeldes, bei denen die Wiederholung fachlich sinnvoll angebunden werden kann. Die integrierte Wiederholung ist nicht als eigenständiger Baustein vor der Vermittlung zu verstehen.

TF: Proteine

Integrierte Wiederholung

- funktionelle Gruppen
- Elektronenpaarbindung
- EPA-Modell
- Intermolekulare Wechselwirkungen

Aminosäuren

- Struktur der α -Aminosäuren
- Eigenschaften (Aggregatzustand, Löslichkeit, S-B-Verhalten)
- Einteilung nach Eigenschaften der AS-Reste

- • chirale Verbindungen
- Fischer-Projektion

Proteine

- Bedeutung /Funktion /Einteilung
- Peptidbildung, Peptidspaltung
- Strukturebenen
- Eigenschaften

Proteine

- Bedeutung /Funktion /Einteilung
- Peptidbindung

Abb. 6 Möglichkeiten der integrierten Wiederholung im Themenfeld Proteine

Grundsätzlich ist in allen Themenfeldern der Abgleich der Lernvoraussetzungen erforderlich. Der RLP für die gymnasiale Oberstufe setzt erfolgreiches Lernen in der Sekundarstufe I voraus. Anschlussmöglichkeiten an die Vorgaben des RLP 1 – 10 Berlin Brandenburg soll die folgende Galik exemplarisch verdeutlichen. Die Pfeile zeigen, wie sich die Begriffsbildung aus der Sekundarstufe I in der Qualifikationsphase fortsetzt.

Auszug aus dem RLP Sek II Teil C Chemie

3.2.6 Säure-Base-Reaktionen		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Säure-Base-Theorie von Brønsted	<p>Donator-Akzeptor-Prinzip von Protobasenreaktionen</p> <p>Definition und typische Strukturmerkmale von Säure- und Base-Teilchen nach Brønsted</p> <p>Umkehrbarkeit von Protobasenreaktionen</p> <p>Nachwirkungsreaktionen</p>	mehrstufige Protobasenreaktionen induktiver Effekt: Einfluss auf die Acidität organischer Säuren
Säure-Base-Reaktionen im wässrigen Milieu	<p>das MWG auf Protobasenreaktionen anwenden</p> <p>Interpretation von Säure-Base-Konstanten und pK_{a}- und pK_{b}-Werten</p> <p>Autoprolyse des Wassers</p> <p>das Ionenprodukt des Wassers herleiten</p> <p>pH-Wert</p> <p>pH-Wert bei vollständiger Protolyse berechnen: $\text{pH} = -\log(\text{H}_2\text{O}^+)$</p>	<p>Säure-Base-Konstanten herleiten</p> <p>pOH-Wert, $\text{pH}_0 = \text{pH} + \text{pOH}$</p> <p>pH-Wert bei unvollständiger Protolyse für starke bzw. mittelstarke bis schwache Säuren berechnen mithilfe:</p> $\text{pH}_0 = -\frac{1}{2} \log \left(\frac{\text{K}_a}{\text{K}_b} \right) + \text{pK}_a - \log(\text{HA})$ <p>noch: $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a - \log(\text{HA}))$</p> <p>pH-Werte von Salzlösungen</p> <p>Koordinative Bindung am Beispiel von hydrierten Metall-Ionen</p>
Quantitative Analyse auf Grundlage von Säure-Base-Reaktionen	<p>Säure-Base-Titration zur Konzentrationsbestimmung unter Verwendung von Indikatoren mit Äquivalenzpunkt im neutralen Milieu</p>	<p>Vorlauf und Interpretation verschiedener Titrationskurven (unprotonierter und mehrprotoniger Säuren bzw. starker Säuren mit schwachen Basen oder umgekehrt); charakteristische Punkte einer Titrationskurve ermitteln</p>
Fachbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> Indikatoren Säuren, saure Lösungen Wasserstoff-Hydronium- bzw. Oxonium-Ionen Basen, basisch/kalische Lösungen (Lauge) Hydrid-Ion Neutralisation 	<p>Puffersysteme</p> <p>Definition, Zusammensetzung, Beispiele, Bedeutung in Natur und Technik; Pufferswirkung</p> <p>Neutralpunkt</p> <p>Hälfteäquivalenzpunkt</p> <p>Ligand, Zentralteilchen, koordinative Bindung</p>

Abb. 7 Anschlussfähigkeit im Themenfeld Säuren und Laugen

6.2 Verbindliche 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 unterrichtlenden 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 ekluellen Vorgaben der RiSU angepasst werden. Das Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen ist immer notwendig.

Zu ausgewählten Experimenten gibt es auch Angebote in Schülerlaboren des Netzwerks GeniaU.

Themenfeld	Experiment	Hinweise
3.2.1 Proteine	Proteine	<ul style="list-style-type: none"> Mitarbeiterübung "Protein" zu 200 https://www.aus-und-aufgaben.de/rechner/chemie/basis/chemie/strukturen/organische/peptid/peptid.html Festvortrag über Protein im Lehrerseminar https://www.lehrerseminar.de/vorlesungen/medizin/2015-16/18-proteine-und-peptide.html
	Niedrigmolekulare Proteine	<ul style="list-style-type: none"> Aufarbeitung https://www.aus-und-aufgaben.de/rechner/chemie/basis/chemie/strukturen/organische/proteine/peptid.html Video (Volumen, Eigenschaften) https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000
	Biozid-Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> Aufarbeitung https://www.aus-und-aufgaben.de/rechner/chemie/basis/chemie/strukturen/organische/proteine/peptid.html Video (mit Bezugspunkten zur Herstellung der Lösungen) https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000
	Urechitinsäure	<ul style="list-style-type: none"> Aufarbeitung https://www.youdao.com/doc/api/dict/#key=urechitinsaure&type=web Aufarbeitung https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000 Video (Volumen) https://www.youtubes.com/experimenten/2017/experimente/ohne-chemie-mit-volumen-von-proteinen
3.2.2 Kunststoffe – problematische Alleskönnner	Kunststoffe mechanisch zerstören	<ul style="list-style-type: none"> Vierer- Verschleißende Kunststofftechnik mit dem Stamp-Motor Video https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000
	Herstellung von PS	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung von Polystyrolpropenoat als Mutter https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000 Video (Volumen) mit Benzoylperoxid als Elektro https://www.youku.com/watch/v_m00000000000000000000000000000000
	Herstellung von Tylenol	Aufarbeitung

		<p>Einführung in die Katalyse und katalytische Reaktionen bei der Herstellung von CO_2-reinem Butanol:</p> <p>Video (klammert, Überprüfung der Reaktion)</p> <p>https://www.vivatlas.de/chemie/reaktionen/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Herstellung von PMMA:</p> <p>Zur Vorbereitung dieses und weiterer Experimente zur Herstellung von Kunststoffen wird folgendes vorgeschlagen:</p> <p>https://www.vivatlas.de/chemie/verarbeitungsmethoden/10-1-101.html</p> <p>Video (Kunststoff, thermisch und speziell)</p> <p>https://www.vivatlas.de/chemie/verarbeitungsmethoden/10-1-102.html</p> <p>Von der Herstellung einzelner Katalysatoren mit UV-Licht:</p> <p>https://chemie.vivatlas.de/katalyse/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
	3.2.3 : thermische Thermodynamik	<p>Endlosserie: Entropie:</p> <p>Video (klammert, Entropie)</p> <p>https://www.vivatlas.de/chemie/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert) entropische Aktivierung und Temperaturabhängigkeit einer Reaktion:</p> <p>https://chemie.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert) Entropie zu Verdampfen zu Lösungen:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
		<p>Bedingung: Entropie:</p> <p>Video (klammert)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
	3.2.4 Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse	<p>Katalytische Reaktion:</p> <p>Video (klammert)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Abhängigkeit Konzentration:</p> <p>Video (klammert) Steigungskoeffizienten für konzentrationabhängige Reaktionen:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert) Konzentrationsabhängigkeit der Reaktion:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert) Zelle kann Metaboliten aufnehmen, Konzentration erhöht angesetzt:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
		<p>Modell der Katalyse:</p> <p>Video (klammert)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert), aber nur die ersten unter 900:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Vorwissen: Einfluss des Drucks, Temperatur und Konz. auf den Katalysator:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (Druck = Menge an Stoff, Temperatur = Menge an reaktionsaktivem Raum)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (Konzentrations = Menge an reaktiver Stoff, Element)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
	3.2.5 Chemisches Gleichgewicht	<p>Konkurrenzreaktionen:</p> <p>Video (klammert)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p> <p>Video (klammert) zur Konkurrenzreaktionen:</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>
		<p>Kondensationsreaktionen:</p> <p>Video (klammert)</p> <p>https://www.vivatlas.de/thermodynamik/koenzym-cytosolische-fette.html</p>

3.2.6 Säure-Basen-Reaktionen

	Natriumchlorid-Natriumchlorid:	<p>Aenderung (Iodid-Natriumwasserstoff, ätherische Polarenterachampf)</p> <p>https://www.ti-lehrmittel.mengel.de/node/103466/aktuell/1-1-471583.html</p> <p>Aenderung (Iodid-Natriumchlorid)</p> <p>https://www.kathrein.de/de-experimente/chemie/ausdrucke/1.htm</p> <p>Videos (Iodid-Natriumwasserstoff)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p> <p>Videos (Brenn- und Jodid-Natriumwasserstoff)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p> <p>Aenderung (Würfelzeichen-Natriumchlorid)</p> <p>https://www.ti-lehrmittel.mengel.de/node/103466/aktuell/1-1-471583.html</p> <p>Konzept (Säure-Basenreaktionen mit Wasserstoff – U-Polymerat-Zurecken „Augenkontrakt“)</p> <p>https://www.montessori-freie-blechleme.de/lehrzettel/basische-polymerat-zurecken-3-27-3-38-unter-spiel.html</p> <p>Aenderung (Mechanismus von H_3O^+- und H_3O^--Ionen im Wasserdipolaren Iodidkation – Bildschuss, Polyklient, dynamikvergrößerte)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p> <p>Aenderung (Kontaktionsreaktion)</p> <p>https://daten.dynamik-kontaktionsreaktionen.de/experimente/koagulation/1.html?1337.html</p> <p>Videos (Kontaktionsreaktionen im Beob)</p> <p>https://daten.dynamik-kontaktionsreaktionen.de/experimente/koagulation/1.html?1337.html</p> <p>Videos (Kontaktionsreaktionen im Mikroskopieren, experimentell)</p> <p>https://daten.dynamik-kontaktionsreaktionen.de/experimente/koagulation/1.html?1337.html</p>
	Filtrate:	<p>Aenderung (Säure-Basen-Filtrat und)</p> <p>Videos (Säure-Basen-Filtrat, experimentell)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p> <p>Aenderung (pH-Wert von Salz wässern)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p>
	Fällen:	<p>Aenderung (Pufferwirkung, Fällen von Eisen(II)-Komplex)</p> <p>https://www.ti-lehrmittel.mengel.de/node/103466/aktuell/1-1-471583.html</p>
	Indirekter Iodidektro:	<p>Aenderung (Reaktionen mit Iodid-Ionen)</p> <p>https://www.videolektionen.com/chemie/organische-chemie/iodid-reaktione/iodid-reaktione.html</p> <p>Aenderung (Iodid-Ionen sind unterhalb des Phenolphthaleins, darüber befindet sich ein blauer Farbstoff)</p> <p>https://chemiedatenbank.de/chemikalien/phenolphthalein/chemikalien/1300/61847/phenolphthalein-1-phenol-2-naphthalene-carboxylic-acid-0-3-verstaendigt</p> <p>Aenderung (Iodid-Ionen sind oberhalb des Phenolphthaleins)</p> <p>https://www.wissenschaftsline.de/chemie/versuche/chemische-versuche/versuch-eine-qualitative-iodidbestimmung.html</p>
	Umweltchemie:	<p>Aenderung + Umweltchemie (Umweltchemie: Flüssigkeitsanalyse und Beurteilung)</p> <p>https://www.umweltchemie.de/umweltchemie/umweltchemie-flussigkeitsanalyse/beurteilung.html</p> <p>Videos (Blauflame unter Wasserstoff, Experiment)</p> <p>https://www.videolektionen.com/wasserstoff-3d-1000x500.html</p>

3.2.7 Indikatorfarbstoffe (nur UK)

3.2.8 Redoxreaktionen	Methode zur Bestimmung der Oxidationszahlen	<p>Zurückführen (Metallatlasscheidung)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/oxidationszahlen.html</p> <p>Vidéo (Methode zur Bestimmung der Oxidationszahlen, unklar nachvollziehbar)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=WBfJm_6M0jA</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=UOeIjLJqDPA</p>
	Redoxreaktionen oder von der Wirkung	<p>Zurückführen (Fehlkap-Fehler)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html</p> <p>Vidéo (Fehlkap-Fehler, unklar nachvollziehbar)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=VdCzvzvso1M</p> <p>Vidéo (Fehlerarten der Fehlkap-Fehler, kein Inhalt)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=JLjyQHJLzJw</p> <p>Zurückführen (Fehlkap-Fehler)</p> <p>https://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html</p> <p>Vidéo (Fehlerarten, unklar nachvollziehbar)</p>
	Reduktion von Alkylketonen	<p>Zurückführen (Reduktion von Alkylketonen, § 69 B1)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html</p> <p>Vidéo (Reduktion von Alkylketonen mit Magnesiumazetat, unklar nachvollziehbar)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=83GJmRgHgEk</p>
	Feststoff- Reaktionen	<p>Zurückführen (Kreuzstrichmethode – Schätzgefüllte Wertzuweisung)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#6-10-29-1-29.pdf</p> <p>Zurückführen (Kreuzstrichmethode – Messwerte für Anfangsdaten in Tabelle weiter, § 62)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#6-10-29-1-29.pdf</p>
3.2.9 Elektrochemie	Kation- syntheseket- ten und Zell- reaktionen inneren	<p>Zurückführen (reduzierbare Butadiene) (nur)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Zurückführen (Butadien aus einem Element + Malonat)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Zurückführen (Oxidation von zwei weiteren Zentralen)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p>
	Vergrößer- lung der Kon- zentration	<p>Zurückführen (Kationen + Metallatlassel)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Zurückführen (Kationen mit Hilfe kleiner Kationenlosungen zu bestimmen)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p>
	Kontrolliert Zelle (K)	<p>Zurückführen (Kontrolliertes Zersetzen)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Vidéo (Kontrolliertes Zersetzen = 50)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=OjWYhJmP0dg</p>
	Elektrone- trolyse (E)	<p>Zurückführen (Elektrolyse-Elektrolyse)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Zurückführen (Zersetzung-Elektrolyse)</p> <p>http://www.rinsewelt.de/chemie/physik/chemie/dezentrale_und_kernenergie/naturwissenschaften/chemie/redoxreaktionen.html#1-1-29-1-50.pdf</p> <p>Vidéo (Zersetzung-Elektrolyse, unklar nachvollziehbar)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=1Eanq27-Mg50</p>

	superhydrophobe Beschichtung	Zur Schreibweise des Begriffs siehe S. 22 ff. http://www.swiss-geuzen.de/en/glossary/dictionnaire.html#C Bild von Fluorinsulfat http://www.gutenberg.org/cache/epub/1921/pg1729.html#Page_1729 Ein Anwendung ist auch in den Materialien unter „Makromol“
--	------------------------------	---

Erstellt am 1.12.2020

6.3 Nanomaterialien

Im Themenfeld 3.2.9 Elektrochemie sind bei den verbindlichen Vorgaben für den Leistungskurs Beispiele für Strukturen und Oberflächeneigenschaften eines Nanomaterials angegeben. Aus den Vorgaben der Bildungsstandards ergibt sich diese inhaltliche Schwerpunktsetzung, die jedoch im Rahmen des Themenfeldes nur einen kurzen Exkurs darstellen soll. Dazu wurde in den Vorgaben beispielhaft auf ein Experiment hingewiesen, dass für die Umsetzung in Unterricht geeignet erscheint. Zur Unterstützung der Implementierung soll dieses Experiment nachfolgend beschrieben werden.

Superhydrophobe Beschichtung – der Lotus-Effekt

Der Lotuseffekt stellt einen klassischen der Bionik dar, wenn es darum geht, naturwissenschaftliche Phänomene auf die Technik zu übertragen. Das Abperlen von Wasser und Schmutz von den Blättern und die damit einhergehende Selbstreinigung der Lotusblume soll als Vorbild für die Herstellung selbstreinigender Oberflächen wie z.B. Häuserfassaden, Dachziegel und Sensoren für Mautsysteme.

Beim Lotuseffekt spielen zwei Aspekte eine wesentliche Rolle: die chemische Zusammensetzung des Feststoffes und die Rauheit seiner Oberfläche.

Glatte Oberflächen sind hydrophil, wenn der Kontaktwinkel von kleiner als 90° einnimmt. Bei 0° würde die Flüssigkeit zerfließen und die gesamte Oberfläche benetzen.

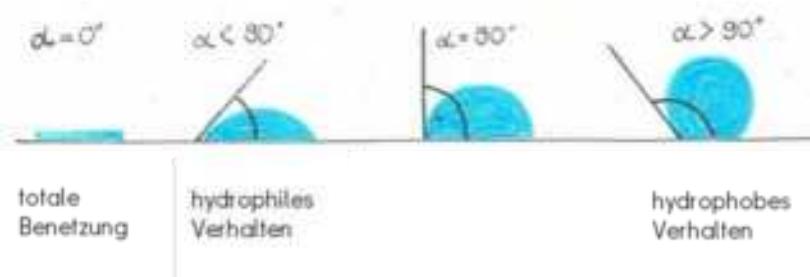


Abb. 8 verschiedene Kontaktwinkel

Ist der Kontaktwinkel jedoch größer als 90° , spricht man von hydrophoben Oberflächen. Die Flüssigkeit nimmt hierbei die Form einer Halbkugel an (siehe Abb.1). Die größten Kontaktwinkel bei glatten Oberflächen mit 120° weisen Fluorpolymeren und Silikonmaterialien auf. Durch Modifikation der Oberfläche (Veränderung der Rauheit), können jedoch deutlich höhere Kontaktwinkel (über 160°) erzielt werden. Hierbei spricht man dann von superhydrophoben Oberflächen, wie es auch bei der Lotusblume der Fall ist.

⁴ Vgl.: <https://www.br.de/wissen/bionik-lotuseffekt-vorbild-natur-technik-100.html>, letzter Aufruf 27.12.2021

⁵ eigene Abbildung

⁶ Vgl.: Sören Kaps: Paktikumsanleitung zu Versuch M301 : Nanostructuring of Copper Surfaces, Universität Kiel; 27.10.2017

Die Oberflächen der Blätter sind hierbei durch zahllose Wachskristalle bedeckt, wodurch der Kontakt zwischen Wasser bzw. Schmutzpartikel mit der Blattoberfläche deutlich verringert wird. Die Adhäsionskräfte zwischen Wasser und Blatt sind dadurch kleiner als bei glatten Oberflächen. Die hydrophoben Wachskristalle und die umgebende hydrophobe Luft führen schließlich dazu, dass das Wasser aufgrund seiner Oberflächenspannung eine kugelige Form annimmt (Kontaktwinkel $\geq 160^\circ$) und vom Blatt herunterrollt.

Dabei können hydrophobe Schmutzpartikel mitgerissen werden, wodurch sich die Selbstreinigung der Pflanze ergibt.⁷ Dies liegt daran, dass sich das Schmutzteilchen lediglich auf der äußersten Spitze der Wachskristalle befindet und die Adhäsionskräfte gegenüber den Wassertropfen größer sind als zum Wachskristall. Entsprechend dieses Phänomens werden in der Technik die Oberflächen nun so behandelt, dass sie im Nanobereich kleinste Erhebungen zeigen, ähnlich wie die Wachskristalle auf dem Blatt. Im Beispiel bildet sich durch das Eintauchen des Kupfers in die basische Kaliumperoxyd sullatlösung Kupferhydroxid in orthorhomischer Struktur aus. Diese Oberfläche wird durch die Lourinsäure noch modifiziert und es bildet sich eine Monoschicht aus Kupfercarboxylat, die nun einen gemessenen Kontaktwinkel von ca. 160° aufweist. Die Oberfläche ist folglich superhydrophob.⁸

Diese Effekte lassen sich am Kupfer gut beobachten. Betrachtet man das reine, glänzende Metall und lässt einen Wassertröpfchen darauf herunterfließen, so erkennt man, dass das Wasser nur wenig an der hydrophilen Oberfläche haftet und relativ langsam herunterrollt. Der Kontaktwinkel wurde auf 88° gemessen.⁹ Nach der Nanobeschichtung zeigt sich jedoch, dass der Wassertröpfchen deutlich schneller herunterrollt und weniger z�fließt - die Oberfläche ist nun superhydrophob. Der nachfolgende Link führt zu einem Video, das das Experiment sowie das Ergebnis zeigt und im Unterricht eingesetzt werden kann.

Link zum Video: <https://youtu.be/uS9wHQUDQ64>

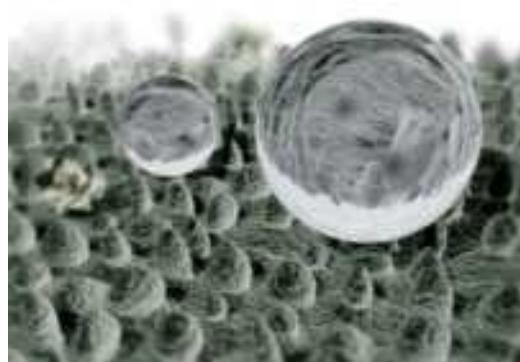


Abb.9: Lotusoberfläche

⁷ Lotus2mq, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lotus2mq.jpg> (CC BY-SA 3.0), William Thielicke, 07.01.22

⁸ Vgl.: <https://www.leiphysik.de/uebergreifend/bionik/grundwissen/der-lotuseffekt-selbstreinigende-oberflaeche>; letzter Aufruf 27.12.2021

⁹ Vgl.: FCI „Informationsserie - Wunderwelt der Nanomaterialien“, FCI Frankfurt, September 2005, S.15

¹⁰ Vgl.: Quinmin Pan, Haizu Jin und Hongbo Wang: Fabrication of superhydrophobic surfaces on interconnected Cu(OH)₂ nanowires via solution-immersion, IOP Publishing - Nanotechnology 18; 07.08.2007

¹¹ Vgl.: Quinmin Pan, Haizu Jin und Hongbo Wang: Fabrication of superhydrophobic surfaces on interconnected Cu(OH)₂ nanowires via solution-immersion, IOP Publishing - Nanotechnology 18; 07.08.2007

Für den Versuch zur superhydrophoben Beschichtung werden Chemikalien benötigt, die entsprechend der DGUV einer Tätigkeitsbeschränkung für Schülerinnen und Schüler bis zur 4. Jahrgangsstufe unterliegen, in höheren Jahrgangsstufen aber eingesetzt werden dürfen. Für die Nutzung von Kaliumperoxodisulfat wird eine Ersatzstoffprüfung verlangt.¹²

Hinweis: Laurinsäure (Dodecansäure) ist im Chemikalienhandel erhältlich, jedoch findet sich diese nicht in den Katalogen und muss per E-Mail bzw. telefonisch geordert werden (100g/ ca. 43 Euro). Die in Kokostell enthaltene natürliche Laurinsäure hat sich für den Versuch nicht bewährt.

Versuchsbeschreibung:

Materialien: zwei Bechergläser, drei Spatellöffel, Waage, Messzylinder, Magnetrührrei mit Rührfisch, Pinzette, Pipette, Papiertücher

Chemikalien: Kupferblech (2x2,5cm)

Kaliumperoxodisulfat



Natriumhydroxid



Ethanol (Brennspiritus funktionsreinigend)



Vorbereitung:

Eventuell muss das Kupferblech gereinigt werden, wenn dieses nicht glänzend rot erscheint. Dazu das Kupfer mit Schleifpapier abschmirgeln und anschließend den Staub mit 2-Propanol entfernen. (Im gezeigten Video wurde darauf verzichtet.)

Versuchsdurchführung:

1. Wiege 4g Natriumhydroxid und 1,35g Kaliumperoxodisulfat ab.
2. Löse beide Feststoffe in 50 mL destilliertem Wasser (2M NaOH; 0,1M K₂S₂O₈). Stelle dazu das Becherglas auf den Magnetrührrei und gib den Rührfisch dazu. Stelle den Magnetrührer an, so dass sich der Rührfisch gleichmäßig bewegt und sich die Feststoffe lösen.
3. Sobald die Feststoffe gelöst sind, stelle das Becherglas auf den Tisch und nimm den Rührfisch heraus.
4. Stelle ein Stück Kupferblech hinein und warte 20-30 Minuten (das Kupferblech sollte sich langsam schwarz färben).
5. Nimm das Kupferblech heraus und leg es zum Trocknen auf ein Papiertuch.

¹² Vgl.: <https://degintu.dguv.de/>

¹³ Vgl.: Sören Kaps: Paketumsanleitung zu Versuch M301: Nanostructuring of Copper Surfaces, Universität Kiel; 27.10.2017

6. Bereite eine 5M Laurinsäurelösung in Ethanol vor. Gib dazu 40g Laurinsäure und 40 mL Ethanol in ein Becherglas. Rühre mit dem Spatellöffle, so lange um, bis sich der Feststoff gelöst hat.
(Im Video ist eine 0,12 M Laurinsäurelösung verwendet worden – 1g Laurinsäure in 40 ml Ethanol)
7. Lege das Kupferblech für 15 Minuten mit seiner schwarzen Seite in die Lösung.
8. Hole das Kupferblech aus der Lösung und lege es abermals zum Trocknen auf ein Papiertuch.
9. Fülle die Pipette mit Wasser und lass Wasser tropfen jeweils auf der schwarzen als auch auf der Kupferseite hinunterlaufen.

Beobachtung:	Das Kupferblech färbt sich nach dem Eintauchen in die basische Kaliumpersulfatlösung langsam schwarz. Nachdem Laurinsäurebad sind leichte turblose Erhebungen auf der schwarzen Oberfläche zu erkennen.
Ausweitung:	Kaliumperoxodisulfat ist ein starkes Oxidationsmittel und wird in der Reaktion mit Kupfer zu Sulfationen reduziert. Kupfer wird oxidiert und bildet Kupfer-(II)-hydroxid-Nanodrähte, welche in orthorhombischer Struktur auskristallisieren. Durch die dadurch entstehende Rauheit der Oberfläche wird das gesamte Licht absorbiert und die Fläche erscheint schwarz. Die Kupferionen können schließlich in einer Ion-Ion-Wechselwirkung Carboxylat-Ionen binden, wodurch sich eine Kupfercarboxylatschicht aus $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_2$ bildet, dessen Alkylschwänze der Luft ausgesetzt sind, und so zu einer superhydrophoben Beschichtung bei tragen.

6.4 Jahrgangsübergreifende Kurse

Auch mit den neuen RLP für die gymnasiale Oberstufe besteht weiterhin die Möglichkeit, jahrgangsübergreifende Kurse einzubieten. Mit diesem anspruchsvollen Konzept gelingt es einigen Schulen Kursangebote speziell in den Fächern Chemie und Physik aufrecht zu erhalten. Damit wird bei geringeren Anzahlzahlen dieser Kurse den Schülerinnen und Schülern einer Schule ermöglicht, ihre Kompetenzentwicklung in diesen Fächern auszubauen und das Fach im 3. Aufgabenfeld im Abitur anzuwählen. An dieser Stelle sei den besonders engagierten Kolleginnen und Kollegen, die diese Kurse anbieten, herzlich gedankt. Die Umsetzung von jahrgangsübergreifenden Kursen erfordert eine sehr gute Strukturierung und einen konsequent differenzierten Unterricht. Die Einführung des neuen RLP für die gymnasiale Oberstufe schafft für diese Kurse zusätzliche Herausforderungen, die sich insbesondere im Schuljahr 2023/24 ergeben werden. Deshalb wurde für jahrgangsübergreifende Kurse in den naturwissenschaftlichen Fächern als Übergangsregelung für das

Schuljahr 2023/24 die Bildung der Themenfelder an die Kurshalbjahre aufgehoben. Hinweise zur Unterrichtsplanung in jahrgangsübergreifenden Kursen im Hinblick auf die schriftlichen Abiturprüfungen werden auf Nachfrage von der Fachaufsicht für naturwissenschaftliche Fächer angeboten.

7 Anhörungsbericht und Implementierungsangebote

Ein umfangreicher Anhörungsprozess zum RLP der gymnasialen Oberstufe fand im Schuljahr 2020/21 statt. Ein besonderer Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen, Fachbereichen Naturwissenschaften und auch den Vertriebungen von (Fach-)Verbänden für die Kenntnisnahme und die umfangreichen Rückmeldungen. Besonders zum Fachteil C Chemie wurde aufgrund von zumeist sachlichen und fachkompetenten Hinweisen eine deutliche Überarbeitung des Fachteils C vorgenommen.

Berücksichtigte Anregungen:

1. Die Reihenfolge der Themenfelder wurde geändert.
2. Die Themenfelder der organischen Chemie wurden in Q1 angeordnet.
3. Das Themenfeld 10 wurde gestrichen und die Reaktionsmechanismen in die anderen Themenfelder integriert.

Einige Rückmeldungen haben sich auch auf die durch die Bildungsstandards vorgegebenen Bereiche bezogen. Hier konnte keine Anpassung vorgenommen werden, da die von der KMK verabschiedeten Bildungsstandards die Grundlage für die ab 2025 geplante Verwendung von bundesweiten Poolaufgaben bilden.

Der vollständige Anhörungsbericht ist veröffentlicht unter: https://bildungssever.berlin-braden-bug.de/fleadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/gymnos.a.e._oberstufe/Materialien_RLP_GOST_Nawi/2021_12_13_Anhoerungsbericht_RLP_GOST_2021.pdf

Die Implementierung des neuen Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe ist eine zentrale Aufgabe der Fachbereiche Naturwissenschaften in den kommenden Jahren. Da in der Rahmenlehrplanentwicklung zunächst mit der Entwicklung der Fachteile C in diesen Fächern begonnen wurde, sind die Naturwissenschaften Voraussetzung in einem kontinuierlichen Überarbeitungsprozess der fachbezogenen Festlegungen für das schulinterne Curriculum. Dieser Prozess wird begleitet von einer Reihe flankierender Maßnahmen, die die Kolleginnen und Kollegen dabei unterstützen sollen.

Im Schuljahr 2021/22 hat dieser Prozess mit einer Fortbildungsreihe für Schulberaterinnen und Schulberater begonnen. Hier werden fachliche und überfachliche Sachverhalte zum neuen RLP der gymnasialen Oberstufe unter Leitung der Referentin für Naturwissenschaften Frau Dr. Ilona Siehr, ihrem NAWI-Team und Mitgliedern aus den RLP-Entwicklungsgruppen beider Länder am LISUM für die Implementation aufbereitet, die dann jeweils in der Regionalkonferenzen mit den fachverantwortlichen Lehrkräften multipliziert werden. Es ist essenziell, dass aus allen Schulen Vertreter und Vertreterinnen der Fächer an den Regionalkonferenzen teilnehmen, um den schulinternen Prozess der Umsetzung des RLP für die gymnasiale Oberstufe steuern zu können.

Einen Überblick über die für die jeweiligen Regionen angebotenen Regionalkonferenzen, regionale und überregionale Fortbildungen finden Sie in der Fortbildungsdatenbank der Regionalen Fortbildung. <https://www.fortbildung-regional.de/suchen/index.php>

Im Auftrag der Regionalen Fortbildung stehen in Berlin überregional fachspezifische Ansprechpersonen für Fragen der Implementierung zur Verfügung. Sie sind Mitautoren dieses Fachbriefes und stehen neben den regionalen Schulberatern zu Verfügung.

Biologie: Frau Cornelia Seidel seidel@sspsportschule-olympiapark-poclebau.de

Chemie: Frau Kathrin Güttel guettel@wellen-key-schule.de

Physik: Oliver Pechstein oliver.pechstein@senbjf.berlin.de

Die folgende Übersicht zeigt, in welchen Formaten der Implementierungsprozess umgesetzt wird.



8 Hinweise zum Abitur 2022

Für das Abitur 2022 sollen hier noch einmal die wichtigsten Regelungen zusammengefasst werden.

- Die Kursleiterin/der Kursleiter prüft, ob das Experiment im Hinblick auf die erreichte Kompetenzentwicklung der Prüflinge angemessen erscheint. Könnten die entsprechenden Kompetenzen nicht entwickelt werden, ist in Ausnahmefällen die Verwendung der regelhaft angebotenen Ersatzaufgabe zum Experiment für diese Prüfungsgruppe sinnvoll.
- Jeder Aufgabenvorschlag umfasst vier Aufgabenstellungen. Jede der vier Aufgabenstellungen bezieht sich in ihrem Schwerpunkt auf ein anderes Kurshalbjahr (Q1-Q4). Die Kursleiterin/der Kursleiter legt vier Aufgabenstellungen den Prüflingen vor. Die Schülerinnen und Schüler wählen zwei Aufgabenstellungen aus und bearbeiten diese.
- Die Bearbeitungszeit beträgt im Grundkurs 210 Minuten inkl. Auswahlzeit
Zusätzlich stehen weitere 30 Minuten als Bearbeitungszeit zur Verfügung
(Gesamtbearbeitungszeit: 240 Minuten inkl. Lese- und Auswahlzeit).
- Die Bearbeitungszeit beträgt im Leistungskurs 270 Minuten inkl. Auswahlzeit
Zusätzlich stehen weitere 30 Minuten als Bearbeitungszeit zur Verfügung
(Gesamtbearbeitungszeit: 300 Minuten inkl. Lese- und Auswahlzeit).
- Bei Lieferung der Druckexemplare liegen separat 3 Erwartungshorizonte bei.
- Für Kurse mit fünf und weniger Schülerinnen und Schülern im schriftlichen Zentralabitur erfolgt keine Lieferung von Druckexemplaren. Die Schulen werden gebeten die Unterlagen in eigener Verantwortung bereitzustellen. Die Schulleitungen erhalten diesen Hinweis in einem gesonderten Schreiben.

9 MINT-Wettbewerbe – digitale Tagung

Mit der Teilnahme an MINT-Wettbewerben können Lehrkräfte viele unterschiedliche Ziele erreichen, beispielsweise die Entwicklung von hochwertigeren Kompetenzen fordern, Berufs- und Studienorientierung aufzeigen oder unterschiedliche Begabungen identifizieren.

Auf der digitalen Tagung „Zukunftsrichtungen 22: MINT-Wettbewerbe, das können doch alle!“ erhalten Lehrkräfte am 17.03.2022 die Möglichkeit eine Vielzahl unterschiedlicher MINT-Wettbewerbe durch direkten Kontakt mit den Wettbewerbsleitungen kennen zu lernen. Zusätzlich stellen sich mehrere Schülerforschungszentren und Schülerlabore vor, die Lehrkräfte bei der Betreuung, und Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung von MINT-Wettbewerben unterstützen. Die Tagungsreihe „Zukunftsrichtungen“ wird organisiert und durchgeführt von junior1steir, einer Initiative der Berliner Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie für MINT-Bildung in Kitas und Schule.

Weitere Informationen und Anmeldung unter: <https://www.junior1steir.de/PROJEKTE/>

Anlage 1 Übersicht der Kompetenzen und Standards Biologie, Chemie, Physik

Anlage 2 Vorschlag für die fachbezogenen Vereinbarungen im SchiC (edilierbar)