

**Schulinterner Lehrplan**  
**Sekundarstufe 1**  
(Sekundarstufe 2 ab Seite 22)

## Die 11 Inhaltsfelder unserer gymnasialen Unter- und Mittelstufe / Sek.I:

Kompetenzen sind immer an fachliche Inhalte gebunden. Eine vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung soll deshalb mit Blick auf die nachfolgenden Inhaltsfelder bis zum Ende der Sekundarstufe I entwickelt werden. Inhaltsfelder 1 - 4 sind obligatorisch bis zur Klasse 6/7, Themen 5-11 bis Klasse 10.

### Inhaltsfeld 1: Temperatur und Wärme

Erfahrungen mit Wärme gehören zu den elementaren Begegnungen mit der natürlichen Welt und machen eine besondere Energieform, die thermische Energie, auch körperlich spürbar. Temperaturen verändern sich durch verschiedene Mechanismen des Wärmetransports. Stoffe verändern Eigenschaften wie Volumen und Aggregatzustand durch die Wirkung von Wärme. Derartige Phänomene können mit einfachen Teilchenmodellen beschrieben und erklärt werden.

**Bedeutsam sind Kenntnisse dieses Inhaltsfeldes für ein Verständnis von Vorgängen beim Heizen, Kühlen und Kochen sowie von natürlichen Phänomenen im Bereich Wetter, Klima und Jahreszeiten.**

### Inhaltsfeld 2: Elektrischer Strom und Magnetismus

Die Funktion elektrischer Geräte und Schaltungen beruht auf den unterschiedlichen Wirkungen des elektrischen Stroms. Diese können jedoch auch Gefahrenquellen oder eine Ursache für Energieentwertung darstellen. Beides macht einen informierten und sachgerechten Umgang mit Elektrizität zwingend notwendig. Dazu gehören u. a. Kenntnisse über das Zusammenwirken verschiedener Bauelemente in unterschiedlichen Arten von elektrischen Stromkreisen. Modelle zum Ladungstransport machen physikalische Zusammenhänge anschaulich.

Magnetische Kräfte sind wegen ihrer Fernwirkung über den (auch leeren) Raum besonders eindrucksvoll. Richtung und Stärke dieser Felder lassen sich bei Elektro- und Permanentmagneten über das Modell der Feldlinien darstellen. Weitere Eigenschaften von Permanentmagneten können mithilfe des Modells der Elementarmagnete erklärt werden.

Besonders bedeutungsvoll sind Kenntnisse zur Elektrizität bezüglich des Verständnisses ausgewählter Stromkreise sowie der Funktionsweise einfacher Elektrogeräte in alltäglichen Zusammenhängen. Kenntnisse über Magnetismus helfen, Alltagsanwendungen wie z.B. Schließmechanismen und Magnettafeln zu verstehen.

### Inhaltsfeld 3: Schall

Schall ermöglicht es den Menschen, das Geschehen in ihrer Umgebung wahrzunehmen und miteinander zu kommunizieren. Das Wissen um die Entstehung und Ausbreitung von Schall hilft auch zu verstehen, unter welchen Bedingungen Hören funktioniert und wie mehr oder weniger angenehme Klangeindrücke, aber auch Gefährdungen für die menschlichen Hörorgane entstehen. Während Menschen Schall nur in einem bestimmten Frequenzbereich wahrnehmen, reichen Sinnesleistungen mancher Tiere weit über diesen Bereich hinaus.

**Besondere Relevanz besitzt dieses Inhaltsfeld zur Erklärung von Hör- und Orientierungsvorgängen, beim Erleben von Musik sowie zum Verständnis ausgewählter technischer und medizinischer Anwendungen.**

### Inhaltsfeld 4: Licht

Licht vermittelt wesentliche Informationen aus unserer Umwelt und ist damit eine der Grundlagen, um sich sicher in der Welt zu orientieren. In diesem Inhaltsfeld geht es um Phänomene, die charakteristisch für besondere Eigenschaften und Wirkungen des Lichts sind. Das Aussehen von Gegenständen hängt davon ab, welchen Einfluss sie auf auftreffendes Licht nehmen. Sie können z.B.

durchsichtig oder farbig, matt oder glänzend erscheinen. Die Ausbreitung von Licht und die Entstehung von einfachen Abbildungen bzw. von Schatten kann mit dem Strahlenmodell erklärt und vorhergesagt werden.

Bedeutsam ist dieses Inhaltsfeld für ein grundlegendes Verständnis des Sehens und zur Erklärung des Zustandekommens von Abbildungen, die etwa im Auge oder in der Lochkamera entstehen. Besondere Relevanz besitzen die Inhalte für sicheres Verhalten im Straßenverkehr.

*Diese ersten vier Inhaltsfelder sind obligatorisch bis Kl. 7 (bei aktueller Stundentafel). Themen 5-11 sollen bis zum Ende der 10. Klasse unterrichtet werden.*

### **Inhaltsfeld 5: Optische Instrumente**

Optische Instrumente wie Teleskop oder Mikroskop ermöglichen einen tieferen Einblick in Dinge, die mit unserem ureigenen Instrument, dem Auge, nicht sichtbar sind, z.B. einen Einblick in den Aufbau des Universums oder in die Struktur pflanzlicher und tierischer Zellen. Für das Verständnis der Funktion dieser optischen Instrumente sind Kenntnisse der Lichtbrechung und ein elementares Verständnis der Strahlengänge bei Abbildungen erforderlich. Weitere Schwerpunkte des Inhaltsfeldes sind die Spektral-Zerlegung des Lichts, dessen Wechselwirkung mit Materie und die damit zusammenhängende Farbwahrnehmung.

Besondere Bedeutung hat dieses Inhaltsfeld für das Verständnis diverser Geräte des täglichen Gebrauchs, insbesondere von Kameras sowie Displays bei modernen Kommunikationsgeräten.

### **Inhaltsfeld 6: Sterne und Weltall**

Himmelserscheinungen wie Planeten, Sterne, Sternschnuppen oder Finsternisse haben zu allen Zeiten eine große Faszination auf Menschen ausgeübt und zum Nachdenken über den Aufbau und die Entwicklung des Sonnensystems und des Universums angeregt. Himmelsobjekte lassen sich nach ihren Eigenschaften klassifizieren.

Aus Beobachtungen können Schlussfolgerungen über die Entstehung der Mondphasen, der Jahreszeiten, der Sterne oder des Universums gezogen werden. Beim Vergleich von helio- und geozentrischem Weltbild werden Rahmenbedingungen, Grenzen und Veränderungen naturwissenschaftlicher Vorstellungen und die Rolle der Physik besonders deutlich.

Von besonderer Relevanz sind hier unterschiedliche Phänomene, die am Himmel beobachtet werden können, aber auch Möglichkeiten zur Informationsgewinnung über Objekte, die einer unmittelbaren Untersuchung nicht zugänglich sind.

### **Inhaltsfeld 7: Bewegung, Kraft und Energie**

In diesem Inhaltsfeld geht es um die Beschreibung von Bewegungen mit den Begriffen Geschwindigkeit und Beschleunigung. Für Änderungen des Bewegungszustandes wie auch für Verformungen sind Kräfte verantwortlich. Durch einfache Maschinen können Kräfte mit Blick auf besondere Anforderungen gewandelt werden. Die Goldene Regel der Mechanik als Grundlage für die Funktion einfacher Maschinen lässt sich physikalisch auf das Prinzip der Energieerhaltung zurückführen. Mechanische Prozesse lassen sich über das Energiekonzept analysieren und bilanzieren. An diesen Prozessen ist die Eigenschaft von Energie als Fähigkeit eines Systems, Wirkungen zu entfalten, besonders gut sichtbar. Mit dem Begriff der Leistung werden zeitabhängige energetische Vorgänge fassbar und berechenbar gemacht.

Besondere Bedeutung besitzen diese Inhalte in allen Lebensbereichen, insbesondere bei der Ernährung, beim Verkehr, beim Sport, der Architektur und dem Einsatz von Maschinen.

### **Inhaltsfeld 8: Druck und Auftrieb**

Erfahrungen mit Druck und Auftrieb sind ständig in unserem Alltag präsent, wie beispielsweise beim Schwimmen, Tauchen oder bei Veränderungen des Luftdrucks. Diese Phänomene, aber auch weitergehende technische Anwendungen lassen sich auf der

Grundlage eines Verständnisses der Entstehung und der Wirkung von Druck erklären.

Besonders bedeutsam sind die Zusammenhänge dieses Inhaltsfeldes für ein Verständnis von körperlichen Erfahrungen mit Druck und Auftrieb sowie zur Erklärung von technischen Anwendungen des Drucks und für das Verhalten von Körpern in Flüssigkeiten und Gasen.

### Inhaltsfeld 9: Elektrizität

Elektrische Geräte spielen eine wichtige Rolle in unserem Alltag. Auch wenn sich die Funktionsweise der meisten Geräte für ihre Benutzerinnen und Benutzer nicht mehr im Detail nachvollziehen lässt, ist ein grundlegendes Verständnis elektrischer Vorgänge wichtig, um die Geräte sinnvoll und sicher einsetzen zu können. Dazu sind Kenntnisse über Grundlagen der Leitungsvorgänge sowie über elektrische Grundgrößen ebenso notwendig wie über ihr Zusammenwirken in unterschiedlichen Schaltun- gen, einschließlich dabei auftretender energetischer Veränderungen. Modellvorstellungen von Ladungen, Feldern und Strömen vermitteln dafür notwendige Einsichten in elektrische Vorgänge.

Besonders bedeutsam sind Kenntnisse dieses Inhaltsfeldes für ein Verständnis elektrostatischer Vorgänge und der Elektroinstallation im Haushalt. Sie ermöglichen einen sicheren und ökonomischen Umgang mit Elektrizität und erleichtern das Verständnis der Stromrechnung oder Kaufentscheidungen bei Elektrogeräten.

Idee zur **Aufteilung** der Inhaltsfelder (IFs) **für G9** im aktuellen Schuljahr:

- 6. Klasse (1 Stunde) IF3+4
- 7. Klasse (1 Stunde) IF1+2
- 8. Klasse (1 Stunde) IF5+6
- 9. Klasse (2 Stunden) IF7+8
- 10. Klasse (2 Stunden) IF9+10+11

Nun folgen **Themenseiten** zu den einzelnen Inhaltsfeldern mit Hinweisen [z.B. „SuS ME-1“ oder „Demo RT“] zu Experimenten aus unserer Sammlung. Mit „SuS“ sind Experimente für Schülerinnen und Schüler (zumeist TESS-Kästen) gemeint, „Demo“ bezieht sich auf Koffer oder Vorführ-Experimente.

### Inhaltsfeld 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie

In unserer Gesellschaft gibt es kontroverse Ansichten zur Anwendung von Röntgenstrahlung, Radioaktivität und Kernenergie. Einerseits gibt es zahlreiche Situationen, in denen ionisierende Strahlungsarten als nützlich und positiv bewertet werden, etwa bei diagnostischen und therapeutischen Verfahren in der Medizin. Andererseits werden die Nutzung der Kernenergie und die fehlende Entsorgungsmöglichkeit von radioaktiven Abfällen aufgrund der damit verbundenen Gefahren kritisch gesehen.

Kenntnisse über den Atom- und Kernaufbau, die Auswirkungen der radioaktiven Strahlungen auf Mensch und Umwelt und über die Kernspaltung mit allen Konsequenzen ermöglichen, Nutzen und Risiken der Kernenergie einzuschätzen und bewerten zu können. So wird es möglich, eine fundierte sachliche Position zur Kernenergie zu vertreten.

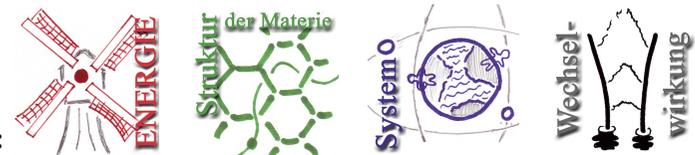
### Inhaltsfeld 11: Energieversorgung - schulinterner Schwerpunkt

Die gesicherte Versorgung der Welt mit Energie ist in den letzten Jahren zu einem zentralen Thema geworden. Die weltweit gestiegene Nachfrage vor allem nach elektrischer Energie zwingt dazu, gerade mit Blick auf den Klimawandel, nach regenerativen Energiequellen zu suchen. Durch eine Betrachtung der elektromagnetischen Induktion, der Erzeugung von Wechselspannungen im Generator und der Funktion von Transformatoren beim Transportieren von elektrischer Energie werden Schritte der Bereitstellung elektrischer Energie deutlich, auch bei Geräten des alltäglichen Gebrauchs.

Wärmepumpe  
Brennstoffzelle

Die Notwendigkeit des nachhaltigen Umgangs mit Energie, ebenso wie eine Abwägung von Vor- und Nachteilen erneuerbarer Energiequellen im Vergleich zu Ressourcen verbrauchenden Anlagen unterstreichen die Bedeutung dieses Inhaltsfeldes.

Basiskonzepte:



Die Themenaufstellung wird angeführt von der fachlichen Eingruppierung und den „Erkundungsfragen/-thesen“. Es dürfen aber auch gerne andere Fragen und Praxisbezüge ergründet werden, die sich aus dem Alltag der Kinder oder den Unterrichtsgesprächen ergeben. Die Ausführungen in den **Inhaltsfeldern** (kurz IF) 1-4 fallen zur besseren Unterstützung der Kolleginnen/Kollegen etwas detaillierter aus als die der IF 5-11.

**Inhaltsfeld 1: Temperatur und Wärme** (Klasse 7, ca. 6-7 UW)  
thermische Energie, Wärmetransport, Wärmestrahlung, Temperaturausgleich, Wirkungen von Wärme

Bedeutsam sind Kenntnisse dieses Inhaltsfeldes für ein Verständnis von Vorgängen beim Heizen, Kühlen und Kochen sowie von natürlichen Phänomenen im Bereich Wetter, Klima und Jahreszeiten.

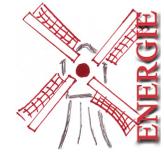
Welche Unterschiede müssen wir machen zwischen Wärme und Temperatur? (ca. 2 UStd.)  
➔ Temperatur- bzw. Wärmemessung

Wie kommt die Wärme dort hin, wo sie gebraucht wird?(ca. 6 UStd.)  
➔ Wärmemitführung, Wärmeleitung  
➔ Wärmestrahlung  
➔ Temperatureausgleich  
➔ Wärmedämmung

Was ist Wärme eigentlich (mikroskopisch)? (ca. 4 UStd.)  
➔ Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung

Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Einfache energetische Vorgänge können mithilfe der thermischen Energie als einer ersten Energieform beschrieben werden.



**Struktur der Materie:** Der Aufbau von Stoffen und die Änderung von Aggregatzuständen lassen sich mit einem einfachen Teilchenmodell erklären.

**Wechselwirkung:** Körper wechselwirken über Wärmetransportarten miteinander.

**System:** Temperaturunterschiede stellen ein systemisches Ungleichgewicht dar, welches durch Wärmetransport in ein Gleichgewicht gebracht wird.

Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Veränderung der thermischen Energie unterschiedlicher Körper sowie den Temperatureausgleich zw. Körpern durch Zuführung oder Abgabe von Wärme an alltäglichen Beispielen beschreiben (UF1)
- die Begriffe Temperatur und Wärme unterscheiden und sachgerecht verwenden (UF1, UF2)
- an Beispielen aus Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben (UF1, UF4)
- die Auswirkungen der Anomalie des Wassers und deren Bedeutung für natürliche Vorgänge beschreiben (UF4, UF1)
- die Definition der Celsiusskala zur Temperaturemessung erläutern (UF1)
- Verfahren der Wärmedämmung anhand der jeweils relevanten Formen des Wärmetransports (Mitführung, Leitung, Strahlung) erklären (UF3, UF2, UF1, UF4, E6).

## Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Temperaturen mit analogen u. digitalen Instrumenten messen (E2, E1)
- erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen sowie Daten aus Diagrammen entnehmen (E4, E5, K1)
- aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3)
- Aggregatzustände, Übergänge zwischen ihnen sowie die Wärmeausdehnung von Stoffen mit einem einfachen Teilchenmodell erklären (E6, UF1, UF3).

## Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- reflektiert und verantwortungsvoll Schutzmaßnahmen gegen Gefahren durch Verbrennung und Unterkühlung begründen (B1, B2, B3, B4).

*Platz für eigene Notizen*

Ben:  
Strahlenschutz  
→ Curriculum Sek. II

## Inhaltsfeld 2: Elektrischer Strom und Magnetismus (Klasse 7, ca. 8-9UW)

Stromkreise und Schaltungen, Wirkungen des elektrischen Stroms, magnetische Kräfte und Felder

Wie erzeugt der Zitteraal seinen Strom? (ca. 2-3 UStd.)

- ➔ Spannungsquellen, Leiter und Nichtleiter, verzweigte Stromkreise\*, Elektronen in Leitern

Ist Strom magnetisch, oder Holz? Erkundungen (ca. 2-3 UStd.)

- ➔ Wärmewirkung, magnetische Wirkung°, Gefahren durch Elektrizität

\* und ° ...siehe „didaktische Anmerkungen“ auf der 2. Seite...

...? (ca. 2-3 UStd.)

- ➔ anziehende und abstoßende Kräfte, Magnetpole, magnetische Felder, Feldlinienmodell, Magnetfeld der Erde

Magnetisierung: magnetisierbare Stoffe, Modell der Elementarmagnete

### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** In Stromkreisen wird elektrische Energie transportiert, umgewandelt und entwertet; Batterien und Akkumulatoren speichern Energie.

**Struktur der Materie:** Elektrischer Strom kann mithilfe eines Modells frei beweglicher Elektronen in einem Leiter beschrieben werden. Magnetisierbarkeit ist eine charakteristische Stoffeigenschaft und kann mithilfe eines Modells ausgerichteter magnetischer Bereiche erklärt werden.

**Wechselwirkung:** Erwärmung ist eine Folge der Wechselwirkung zwischen Teilchen beim Stromfluss. Magnete wechselwirken mit anderen Magneten und Körpern aus ferromagnetischen Stoffen; diese Fernwirkungskräfte lassen sich durch Felder beschreiben.

**System:** Ein elektrischer Stromkreis stellt ein geschlossenes System dar. Das Zusammenwirken seiner Komponenten bestimmt die Funktion einfacher elektrischer Geräte.

### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau einfacher elektrischer Stromkreise und die Funktion ihrer Bestandteile erläutern und die Verwendung von Reihen- und Parallelschaltungen begründen (UF2, UF3, K4),
- Stromwirkungen (Wärme, Licht, Magnetismus) fachsprachlich angemessen beschreiben und Beispiele für ihre Nutzung in elektrischen Geräten angeben (K3, UF1, UF4),
- die Funktion von elektrischen Sicherungseinrichtungen (Schmelzsicherung, Sicherungsautomat) in Grundzügen erklären (UF1, UF4),
- an Beispielen von elektrischen Stromkreisen den Energiefluss sowie die Umwandlung und Entwertung von Energie darstellen (UF1, UF3, UF4),
- ausgewählte Stoffe anhand ihrer elektrischen und magnetischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, Ferromagnetismus) klassifizieren (UF1),
- Kräfte zwischen Magneten sowie zwischen Magneten und magnetisierbaren Stoffen über magnetische Felder erklären (UF1, E6),
- in Grundzügen Eigenschaften des Magnetfeldes der Erde beschreiben und die Funktionsweise eines Kompasses erklären (UF3, UF4).

## Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können

- zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen, auch als Parallel- und Reihenschaltung sowie UND- bzw. ODER-Schaltung (E1, E4, K1),
- Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne darstellen und einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen (E4, K3),
- in eigenständig geplanten Versuchen die Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe ermitteln und daraus Schlüsse zu ihrer Verwendbarkeit auch unter Sicherheitsaspekten ziehen (E4, E5, K1),
- den Stromfluss in einem geschlossenen Stromkreis mittels eines Modells frei beweglicher Elektronen in einem Leiter erläutern (E6), durch systematisches Probieren einfache magnetische Phänomene erkunden (E3, E4, K1),
- die Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung von Stoffen sowie die Untrennbarkeit der Pole mithilfe eines einfachen Modells veranschaulichen (E6, K3, UF1),
- die Struktur von Magnetfeldern mit geeigneten Hilfsmitteln sichtbar machen und untersuchen (E5, K3).

## Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- auf einem grundlegenden Niveau (Sichtung mit Blick auf Nennspannung, offensichtliche Beschädigungen, Isolierung) über die gefahrlose Nutzbarkeit von elektrischen Geräten entscheiden (B1, B2, B3),
- Risiken und Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren mit elektrischen Geräten benennen und bewerten (B1, B3),

- Möglichkeiten zur sparsamen Nutzung elektrischer Energie im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten (B1, B2, B3).

## Didaktische Anmerkungen (Ben)

° Es ist wichtig, zu zeigen, dass ausnahmslos alle Stoffe magnetische Eigenschaften haben. Das verbreitete *Fehlkonzept* „es gäbe magnetische und nichtmagnetische Stoffe“ soll von Anfang an ausgeräumt werden.

\* Als Strom-Analogie wird die Fahrradkette empfohlen (und nicht mehr, wie früher, der Gartenschlauch), denn hier wird die Energieübertragung und die Notwendigkeit von zwei Leitungen deutlich.

Eine Analogie zur Spannung muss in der Sek.I noch nicht etabliert werden. Die beste Analogie ist die des Potential-Unterschieds, vergleichbar mit Höhen-Niveaus der Schiefen Ebene oder den Höhenlinien in Erdkunde vergleichbar mit den Äquipotentiallinien der Elektrik in der Sek.II.

*Platz für eigene Notizen*

### Inhaltsfeld 3: Schall

(Klasse 6, ca. 6-7 UW)

parallel zum Thema **Hören** in Bio

Schwingungen und Wellen, Schallquellen und Empfänger

Besondere Relevanz besitzt dieses Inhaltsfeld zur Erklärung von Hör- und Orientierungsvorgängen, beim Erleben von Musik sowie zum Verständnis ausgewählter technischer und medizinischer Anwendungen.

Wie lässt sich Musik physikalisch beschreiben? (ca. 6 UStd.)

- ➔ Tonhöhe und Lautstärke, Schallverstärkung/Resonanzkörper
- ➔ Sender-Empfängermodell

Wie schützt man sich vor Lärm? (ca. 4 UStd.)

- ➔ Schallausbreitung, Absorption, Reflexion
- ➔ Lärm und Lärmschutz

Schall ist nur zum Hören gut! (ca. 2 UStd.)

- ➔ Tonhöhe und Lautstärke außerhalb der Hörgrenzen
- ➔ Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik
- ➔ Mikrofone und andere Methoden, Schall zu messen

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Schallwellen transportieren Energie.

**Struktur der Materie:** Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung.

**Wechselwirkung:** Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden.

**System:** Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.



#### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4) (*genauere Erklärung zu allen Abkürzungen siehe Anhang*),
- Eigenschaften von hörbarem Schall, Ultraschall und Infraschall unterscheiden und dazu Beispiele aus Natur, Medizin und Technik nennen (UF1, UF3, UF4),
- Reflexion und Absorption von Schall anhand von Beispielen erläutern (UF1),
- Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern (UF1, UF4).

#### Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären (E6, UF1),
- an ausgewählten Musikinstrumenten (Saiteninstrumente, Blasinstrumente) Möglichkeiten der Veränderung von Tonhöhe und Lautstärke zeigen und erläutern (E3, E4, E5),
- mittels in digitalen Alltagsgeräten\* verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4, E5)
- Schallschwingungen und deren Darstellungen auf digitalen Geräten\* in Grundzügen analysieren (E5, UF3).

\* Smartphone/iPad-App: **Phyphox** siehe Linkliste Nr. 5 / Anhang

(<https://phyphox.org> - entwickelt von der RWTH Aachen University)

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Maßnahmen benennen und beurteilen, die in verschiedenen Alltagssituationen zur Vermeidung von und zum Schutz vor Lärm ergriffen werden können (B1, B3),
- Lärmbelastungen bewerten und daraus begründete Konsequenzen ziehen (B1, B2, B3, B4).

### Hinweis zur Physik-Sammlung des GaG

Zahlreiche Demo-Experimente und SuS-Versuche zum Inhaltsfeld sind in den Schrankreihen G (Schwingungen und Wellen) und N (TESS-Kästen) zu finden. Inhaltsfelder 3+4 können in enger Anlehnung an den Biologie-Unterricht (Hören und Sehen) unterrichtet werden.

*Platz für eigene Notizen*

## Inhaltsfeld 4: Licht

(Klasse 6, ca. 6-7 UW)  
parallel zum Thema **Sehen** in Bio

Ausbreitung von Licht, Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen

Bedeutsam ist dieses Inhaltsfeld für ein grundlegendes Verständnis des Sehens und zur Erklärung des Zustandekommens von Abbildungen, die etwa im Auge oder in der Lochkamera entstehen. Besondere Relevanz besitzen die Inhalte für sicheres Verhalten im Straßenverkehr.

Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr! (ca. 6 UStd.)

- ➔ Lichtquellen und Lichtempfänger (Auge, Sensor)
- ➔ Modell des Lichtstrahls
- ➔ Streuung, Reflexion
- ➔ Transmission, Absorption

Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-)Kamera? (ca. 6 UStd.)

Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!

- ➔ einfache Abbildungen
- ➔ Schattenbildung (auch Sonnen- und Mondfinsternis mit Teil- und Kernschatten oder Röntgenbilder im Krankenhaus)

### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Lichtquellen sind Energiewandler. Licht transportiert Energie.

**Struktur der Materie:** Das Verhalten von Licht an Körperoberflächen hängt vom Material des Körpers und der Beschaffenheit der Oberfläche ab.

**System:** Mit einem System aus Lochblende und Schirm lassen sich bereits einfache Abbildungen erzeugen und verändern.



### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen mit der Streuung, der gerichteten Reflexion und der Absorption von Licht an ihren Oberflächen erklären (UF1, K1, K3),
- die Entstehung von Abbildungen bei einer Lochkamera und Möglichkeiten zu deren Veränderung erläutern (UF1, UF3),
- Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und an Beispielen ihre Wirkungen beschreiben (UF3),
- an Beispielen aus Technik und Alltag die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen beschreiben (UF1).

### Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Ausbreitung des Lichts untersuchen und mit dem Strahlenmodell erklären (E4, E5, E6),
- Vorstellungen zum Sehen kritisch vergleichen und das Sehen mit dem Strahlenmodell des Lichts und dem Sender-Empfänger-Modell erklären (E6, K2),
- Abbildungen an einer Lochkamera sowie Schattenphänomene zeichnerisch konstruieren (E6, K1, K3).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch helles Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung auswählen (B1, B2, B3),
- mithilfe optischer Phänomene die Schutz- bzw. Signalwirkung von Alltagsgegenständen begründen (B1, B4).

### Hinweis zur Physik-Sammlung des GaG

Zahlreiche Demo-Experimente und SuS-Versuche zum Inhaltsfeld sind in den Schrankreihen F (Augenfunktions-Modell), G (Tisch mit Hafttafel zur Optik, Demo-Koffer Optik) und Q7-Q10 (Optik-Schränke im Klassenraum 206, TESS-Kästen) zu finden. Inhaltsfelder 3+4 können in enger Anlehnung an den Biologie-Unterricht (Hören und Sehen) unterrichtet werden.

*Platz für eigene Notizen*

## Inhaltsfeld 5: Optische Instrumente

(Klasse 8, 18-20 UW)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Spiegelungen: Reflexionsgesetz, Bildentstehung am Planspiegel
- ✓ Lichtbrechung: Brechung an Grenzflächen, Totalreflexion, Lichtleiter, Bildentstehung bei Sammellinsen, Auge und optischen Instrumenten
- ✓ Licht und Farben: Spektral-Zerlegung, Absorption, Farbmischung

Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Durch Licht wird Energie transportiert.

**Struktur der Materie:** Die Reflexion, Absorption und Brechung von Licht ist materialspezifisch.

**Wechselwirkung:** Licht wird an Grenzflächen reflektiert, absorbiert und/oder bei Transmission gebrochen.

**System:** Systeme aus Linsen erzeugen je nach Anordnung unterschiedliche Abbildungen.

Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Eigenschaften und die Entstehung des Spiegelbildes mithilfe des Reflexionsgesetzes und der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären [1] (UF1, E6),
- die Abhängigkeit der Brechung bzw. Totalreflexion des Lichts von den Parametern Einfallswinkel und optische Dichte qualitativ erläutern [1] (UF1, UF2, E5, E6),
- die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung im Auge und für den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben [2] (UF2, UF4, K3),
- die Funktionsweise von Endoskop und Glasfaserkabel mithilfe der Totalreflexion erklären [1] (UF1, UF2, UF4, K3),
- die Entstehung eines Spektrums durch die Farbzerlegung von Licht am Prisma darstellen und infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht einem Spektralbereich zuordnen [1] (UF1, UF3, UF4, K3),

Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- anhand einfacher Handexperimente die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Linsentypen bestimmen (E2, E5),
- für Versuche zu optischen Abbildungen geeignete Linsen auswählen und diese sachgerecht anordnen und kombinieren (E4, E1),
- unter Verwendung eines Lichtstrahlmodells die Bildentstehung bei Sammellinsen sowie den Einfluss der Veränderung von Parametern mittels digitaler Werkzeuge erläutern (Geometrie-Software, Simulationen) (E4, E5, UF3, UF1),
- digitale Farbmodelle (RGB, CMYK) mithilfe der Farbmischung von Licht erläutern und diese zur Erzeugung von digitalen Produkten verwenden (E6, E4, E5, UF1).

Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen (B1, B2),
- optische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für sich selbst, für die Forschung und für die Gesellschaft beurteilen (B1, B4, K2, E7).

[1] Demo Koffer OT, SuS OE-1, OE-2, OE-3

[2] Augenfunktionsmodell (Pos1.1.33)

## Inhaltsfeld 6: Sterne und Weltall

(Klasse 8, 10-12 UW)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Sonnensystem: Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternisse, Jahreszeiten, Planeten
- ✓ Universum: Himmelsobjekte, Sternentwicklung

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

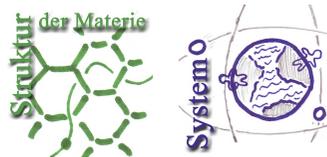
**Energie:** Sterne setzen im Laufe ihrer Entwicklung Energie frei.

**Struktur der Materie:** Mithilfe von Spektren lassen sich Informationen über die Zusammensetzung von Sternen gewinnen.

**Wechselwirkung:** Die Gravitation ist die wesentliche Wechselwirkung zwischen Himmelskörpern.

**System:** Unser Sonnensystem besteht aus verschiedenen Körpern, die sich gegenseitig beeinflussen.

*Faszination Weltall - wir legen die Schwerpunkte auf zwei Aspekte:*



### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau des Sonnensystems sowie wesentliche Eigenschaften der Himmelsobjekte Sterne, Planeten, Monde und Kometen, erläutern (UF1, UF3),
- den Wechsel der Jahreszeiten als Folge der Neigung der Erdachse erklären (UF1),
- mit dem Maß Lichtjahr Entfernungen im Weltall angeben und vergleichen (UF2),
- typische Stadien der Sternentwicklung in Grundzügen darstellen (UF1, UF3, UF4, K3),
- mithilfe von Beispielen Auswirkungen der Gravitation sowie das Phänomen der Schwerelosigkeit erläutern (UF1, UF4).

### Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Ablauf und die Entstehung von Mondphasen sowie von Sonnen- und Mondfinsternissen modellhaft erklären (E2, E6, UF1, UF3, K3),
- die Bedeutung der Erfindung des Fernrohrs für die Entwicklung des Weltbildes und der Astronomie erläutern (E7, UF1),
- an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen, Spektren) (E5, E1, UF1, K3).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- wissenschaftliche und andere Vorstellungen über die Welt und ihre Entstehung kritisch vergleichen und begründet bewerten (B1, B2, B4, K2, K4),
- auf der Grundlage von Informationen zu aktuellen Projekten der Raumfahrt die wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung dieser Projekte nach ausgewählten Kriterien beurteilen (B1, B3, K2).

*Natürlich dürfen hier Film-Dokus (Mediatheken) zur ISS & Altalexander Gerst oder zur Mondlandung und zu ausgewählten NASA-, ROSKOSMOS-, ESA-Programmen nicht fehlen!*



### Hinweis zur Physik-Sammlung des GaG

Zahlreiche Demo-Experimente zum Inhaltsfeld stehen in den Schrankreihen I (Raketen-Modell) und G (Spektral-Aufspaltung). Mit Schnur (Schrank I1) und Nadeln lassen sich Ellipsen zeichnen, die die Umlaufbahnen von Planeten darstellen können.

*Das **Inhaltsfeld 6** eignet sich auch hervorragend als Thema für AGs, Referate oder Interessensmodule.*

## Inhaltsfeld 7: Bewegung, Kraft und Energie

(Klasse 9, 18-20 UW)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Bewegungen: Geschwindigkeit, Beschleunigung
- ✓ Kraft: Bewegungsänderung, Verformung, Wechselwirkungsprinzip, Gewichtskraft und Masse, Kräfteaddition, Reibung
- ✓ Goldene Regel der Mechanik: einfache Maschinen
- ✓ Energieformen: Lageenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie
- ✓ Energieumwandlung: Energieerhaltung, Leistung

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Die Goldene Regel der Mechanik beschreibt einen Aspekt der Energieerhaltung; Energie kann zwischen diversen Formen umgewandelt werden.

**Wechselwirkung:** Durch die Einwirkung von Kräften ändern Körper ihre Bewegungszustände oder verformen sich.

**System:** Bei einem Kräftegleichgewicht ändert sich der Bewegungszustand eines Körpers nicht; in geschlossenen Systemen bleibt die Energie erhalten.



### Umgang mit Fachwissen

(Fokus Physik Überblick S.42 und S.61)

Die Schülerinnen und Schüler können

- verschiedene Arten von Bewegungen mithilfe der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung analysieren und beschreiben [1] (UF1, UF3),
- mittlere und momentane Geschwindigkeiten unterscheiden und Geschwindigkeiten bei gleichförmigen Bewegungen berechnen [1] (UF1, UF2),
- Kräfte als vektorielle Größen beschreiben und einfache Kräfteadditionen grafisch durchführen [2] (UF1, UF2),
- die Konzepte Kraft und Gegenkraft sowie Kräfte im Gleichgewicht unterscheiden und an Beispielen erläutern [2] (UF3, UF1),
- die Goldene Regel anhand der Kraftwandlung an einfachen Maschinen erläutern [1]+[2] (UF1, UF3, UF4),
- Spannenergie, Bewegungsenergie und Lageenergie & andere Energieformen bei physikalischen Vorgängen identifizieren [2] (UF2, UF3),
- Energieumwandlungsketten aufstellen und daran das Prinzip der Energieerhaltung erläutern [3] (UF1, UF3),

- mithilfe der Definitionsgleichung für Lageenergie einfache Energieumwandlungsvorgänge berechnen (UF1, UF3),
- den Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erläutern und formal beschreiben (UF1, UF3),
- an Beispielen Leistungen berechnen und Leistungswerte mit Werten der eigenen Körperleistung vergleichen (UF2, UF4).

### Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- Kurvenverläufe in Orts-Zeit-Diagrammen interpretieren (E5, K3),
- Messdaten zu Bewegungen oder Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen [4] (E4, E5, E6, K1),
- Kräfte identifizieren, die zu einer Änderung des Bewegungszustands oder einer Verformung von Körpern führen (E2),
- Massen und Kräfte messen sowie Gewichtskräfte berechnen (E4, E5, UF1, UF2),
- die Goldene Regel der Mechanik mit dem Energieerhaltungssatz begründen (E1, E2, E7, K4).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von einfachen Maschinen und Werkzeugen zur Bewältigung von praktischen Problemen aus einer physikalischen Sichtweise bewerten (B1, B2, B3),
- Zugänge zu Gebäuden unter dem Gesichtspunkt Barrierefreiheit beurteilen (B1, B4),
- Nahrungsmittel auf Grundlage ihres Energiegehalts bedarfsangemessen bewerten (B1, K2, K4).

[1] Demo: Luftkissenbahn, Koffer MT-DYN, SuS: DigiCart-Systeme

[2] SuS: ME-1, ME-2 mit Kraftmesser/Force (Pos. 1.1.5/1.2.1)

[3] Demo wie auch SuS: EN-BS, EN-2, EN-FC (Pos. 1.1.23/1.3.4)

[4] Computergestütztes Experimentieren (Pos. 1.1.36)

## Inhaltsfeld 8: Druck und Auftrieb

(Klasse 9, 8-10 UW)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Druck in Flüssigkeiten und Gasen: Dichte, Schweredruck, Auftrieb, Archimedisches Prinzip, Luftdruck
- ✓ Druckmessung: Druck und Kraftwirkungen

### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Struktur der Materie:** Der Druck in Flüssigkeiten und Gasen bestimmt den Abstand ihrer Teilchen.



**Wechselwirkung:** In Flüssigkeiten und Gasen lassen sich Kraftwirkungen auf Flächen auf Stöße von Teilchen zurückführen; Auftrieb entsteht durch Kraftdifferenzen an Flächen eines Körpers.

**System:** Druck- bzw. Dichteunterschiede können Bewegungen verursachen.

### Umgang mit Fachwissen (Fokus Physik Überblick S.42 und S.61)

Die Schülerinnen und Schüler können

- bei Flüssigkeiten und Gasen die Größen Druck und Dichte mithilfe des Teilchenmodells erläutern (UF1, E6),
- die Formelgleichungen für Druck und Dichte physikalisch erläutern und daraus Verfahren zur Messung dieser Größen ableiten (UF1, E4, E5),
- den Druck bei unterschiedlichen Flächeneinheiten in der Einheit Pascal angeben (UF1),
- Auftriebskräfte unter Verwendung des Archimedischen Prinzips berechnen (UF1, UF2, UF4).

### Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Schweredruck in einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmen (E5, E6, UF2),
- die Entstehung der Auftriebskraft auf Körper in Flüssigkeiten mithilfe des Schweredrucks erklären und in einem mathematischen Modell beschreiben (E5, E6, UF2),
- die Nichtlinearität des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Höhe mithilfe des Teilchenmodells qualitativ erklären (E6, K4),
- anhand physikalischer Faktoren begründen, ob ein Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas steigt, sinkt oder schwebt (E3, K4).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Angaben und Messdaten von Druckwerten in verschiedenen Alltagssituationen auch unter dem Aspekt der Sicherheit sachgerecht interpretieren und bewerten (B1, B2, B3, K2).

[1] Demo: ...to be continued soon...

Platz für eigene Notizen

## Inhaltsfeld 9: Elektrizität

(Klasse 9/10, 12-14 UW)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ **Elektrostatik:** elektrische Ladungen und Felder, Spannung
- ✓ **elektrische Stromkreise:** Elektronen-Atomrumpf-Modell, Ladungstransport und elektrischer Strom, elektrischer Widerstand, Reihen- und Parallelschaltung, Sicherheitsvorrichtungen
- ✓ **elektrische Energie und Leistung**

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Elektrische Energie entsteht durch Trennung von Ladungen. Energie wird im Stromkreis übertragen, umgewandelt und entwertet.

**Struktur der Materie:** Das Elektronen-Atomrumpf-Modell erklärt Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe.

(**Neu:**) Das Elektronengasmodell von Jan-Philipp Burde (jp-bur.de) erklärt die Funktion und das Verhalten der Spannungen.

**Wechselwirkung:** Elektrische Felder vermitteln Kräfte zwischen elektrischen Ladungen.

**System:** Der elektrische Stromkreis ist in Bezug auf Ladungen ein geschlossenes System, energetisch jedoch ein offenes System. Die elektrische Spannung beschreibt ein Ungleichgewicht, das zu einem Fluss von Ladungsträgern führen kann.



#### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Funktionsweise eines Elektroskops erläutern [1] (UF1, E5, UF4,..)
- die Entstehung einer elektrischen Spannung durch den erforderlichen Energieaufwand bei der Ladungstrennung qualitativ erläutern [3] (UF1, UF2),
- zwischen der Definition des elektrischen Widerstands und dem Ohm'schen Gesetz unterscheiden [1] (UF1),
- die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in Reihen- und Parallelschaltungen mathematisch beschreiben und an konkreten Beispielen plausibel machen [2] (UF1, UF4, E6),
- Wirkungen von Elektrizität auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der Stromstärke und Spannung erläutern (UF1),

- den prinzipiellen Aufbau einer elektrischen Hausinstallation einschließlich der Sicherheitsvorrichtungen darstellen [2] (UF1, UF4),
- die Definitionsgleichungen für elektrische Energie und elektrische Leistung erläutern und auf ihrer Grundlage Berechnungen durchführen (UF1),
- Energiebedarf und Leistung von elektrischen Haushaltsgeräten ermitteln und die entsprechenden Energiekosten berechnen (UF2, UF4).

#### Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- Wechselwirkungen zwischen geladenen Körpern durch elektrische Felder beschreiben [2]+[3] (E6, UF1, K4),
- elektrische Aufladung und Leitungseigenschaften von Stoffen mithilfe eines einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modells erklären (E6, UF1),
- elektrische Schaltungen sachgerecht entwerfen, in Schaltplänen darstellen und anhand von Schaltplänen aufbauen [2] (E4, K1),
- Spannungen und Stromstärken messen und elektrische Widerstände ermitteln [2] (E2, E5),
- die mathematische Modellierung von Messdaten in Form einer Gleichung unter Angabe von abhängigen und unabhängigen Variablen erläutern und dabei auftretende Konstanten interpretieren [2] (E5, E6, E7),
- Versuche zu Einflussgrößen auf den elektrischen Widerstand unter Berücksichtigung des Prinzips der Variablenkontrolle planen und durchführen (E2, E4, E5, K1).

#### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom und elektrischen Geräten beurteilen (B1, B2, B3, B4),
- Kaufentscheidungen für elektrische Geräte unter Abwägung physikalischer und außerphysikalischer Kriterien treffen (B1, B3, B4, K2)

[1] Demo: Elektrostatik/ Ohm'sches Gesetz und SuS: Elektroskop, EST

[2] Demo ET-BS, ET-2, ET-TRO & SuS: EEP-1, EEP-2 mit SmartSense

[3] optional, eigentlich Sek.II - SuS: ÄQU

## Inhaltsfeld 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie (Kl. 10, 8 UW)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Atomaufbau und ionisierende Strahlung: Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung, radioaktiver Zerfall, Halbwertszeit, Röntgenstrahlung
- ✓ Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: Nachweismethoden, Absorption, biologische Wirkungen, medizinische Anwendung, Schutzmaßnahmen
- ✓ Kernenergie: Kernspaltung, Kernfusion, Kernkraftwerke, Endlagerung

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Durch Kernspaltung und Kernfusion kann nutzbare Energie gewonnen werden.

**Struktur der Materie:** Mit einem erweiterten Modell des Atoms und des Atomkerns können Arten und Eigenschaften von ionisierender Strahlung sowie von Isotopen erklärt werden.

**Wechselwirkung:** Radioaktive Strahlung und Röntgenstrahlung können Atome und Moleküle ionisieren.

**System:** Die Rückkopplung zwischen technischen Komponenten in einem Kernkraftwerk erfolgt mit dem Ziel eines stabilen Gleichgewichts bei Kettenreaktionen. Bei Systemen, die durch Zufallsprozesse bestimmt sind, sind Vorhersagen auf der Grundlage einer stochastischen Beschreibung möglich.



### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben (UF1, E4),
- mit Wirkungen der Lorentzkraft Bewegungen geladener Teilchen in einem Magnetfeld qualitativ beschreiben (UF1),
- verschiedene Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung beschreiben und erläutern (UF1, UF4, K2, K3),
- Quellen und die Entstehung von Alpha-, Beta- und Gammastrahlung beschreiben (UF1),
- die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären (UF1, UF2, E1),

- die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern sowie den Aufbau und die Sicherheitseinrichtungen von Reaktoren erklären (UF1, UF4, E1, K4),
- medizinische und technische Anwendungen ionisierender Strahlung sowie zugehörige Berufsfelder darstellen (UF4, E1, K2, K3).

### Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Aktivität radioaktiver Stoffe messen (Einheit Bq) und dabei den Einfluss der natürlichen Radioaktivität berücksichtigen (E4),
- den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen sowie die Kernspaltung und Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1),
- mit dem zufälligen Prozess des radioaktiven Zerfalls von Atomkernen das Zerfallsgesetz und die Bedeutung von Halbwertszeiten erklären (E5, E4, E6),
- die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3),
- Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Erkenntnisse begründet abwägen (K4, B1, B2, B3)
- Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen (B1, B4),
- Informationen verschiedener Interessengruppen zur Kernenergienutzung aus digitalen und gedruckten Quellen beurteilen und eine eigene Position dazu vertreten (B1, B2, B3, B4, K2, K4).

[1] Exp.-Highlight: große **Nebelkammer**, in der an Strahlungsspuren sieht

[2] Demo ...R...,

[3] SuS: Radioaktivität und Messerfassungs-Systeme

## Inhaltsfeld 11: Energieversorgung

(Ende der Sek.I, 8-10UW)

Zentrales, fächerübergreifendes Thema am GaG! In diesem Themenfeld sollen vielfältige Verknüpfungen geschaffen werden => Hauptinhaltsfeld!

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- ✓ Induktion und Elektromagnetismus: Elektromotor, Generator, Wechselspannung, Transformator
- ✓ Bereitstellung und Nutzung von Energie: Kraftwerke, regenerative Energieanlagen, Energieübertragung, Energieentwertung, Wirkungsgrad, Nachhaltigkeit



Beiträge zu den Basiskonzepten

**Energie:** Energie wird auf dem Weg zum Verbraucher in verschiedenen Umwandlungsschritten nutzbar gemacht.

**Wechselwirkung:** Kräfte auf bewegte Ladungsträger im Magnetfeld haben Bewegungsänderungen bzw. Induktionsspannungen zur Folge.

**System:** Elektrische Energie wird im Versorgungsnetz vom Kraftwerk zum Verbraucher transportiert.



### Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Einflussfaktoren für die Entstehung und Größe einer Induktionsspannung erläutern [1] (UF1, UF3),
- den Aufbau und die Funktion von Generator und Transformator beschreiben und die Erzeugung und Wandlung von Wechselspannung mithilfe der elektromagnetischen Induktion erklären [2] (UF1),
- Energieumwandlungen vom Kraftwerk bis zum Haushalt unter Berücksichtigung von Energieentwertungen beschreiben und dabei die Verwendung von Hochspannung zur Übertragung elektrischer Energie in Grundzügen begründen [4] (UF1),
- an Beispielen aus dem Alltag die technische Anwendung der elektromagnetischen Induktion beschreiben (UF1, UF4),
- den Aufbau und die Funktionsweise einfacher Elektromotoren anhand von Skizzen beschreiben [2] (UF1),

- Beispiele für konventionelle und regenerative Energiequellen angeben und diese unter verschiedenen Kriterien vergleichen [3] (UF4, UF1, K2, K3, B1, B2),
- Probleme der schwankenden Verfügbarkeit von Energie und aktuelle Möglichkeiten zur Energiespeicherung erläutern [3]+[4] (UF2, UF3, UF4, E1, K4).

### Erkenntnisgewinnung (Testmöglichkeiten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- magnetische Felder stromdurchflossener Leiter mithilfe von Feldlinien darstellen und die Felder von Spulen mit deren Überlagerung erklären (E6),
- den Wirkungsgrad eines Energiewandlers berechnen und damit die Qualität des Energiewandlers beurteilen (E4, E5, B1, B2, B4, UF1),
- Daten zur eigenen Nutzung von Elektrogeräten (u.a. Stromrechnungen, Produktinformationen, Angaben zur Energieeffizienz) auswerten (E1, E4, E5, K2).

### Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Notwendigkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit (elektrischer) Energie argumentativ beurteilen (K4, B3, B4),
- Vor- und Nachteile erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen mit Bezug zum Klimawandel begründet gegeneinander abwägen und bewerten (B3, B4, K2, K3),
- Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei Entscheidungen für die Nutzung von Energieträgern aufzeigen (B1, B2),
- im Internet verfügbare Informationen und Daten zur Energieversorgung sowie ihre Quellen und dahinterliegende mögliche Strategien kritisch bewerten (B1, B2, B3, B4, K2).

[1] Demo ET-BS, ET-2 (Pos.1.1.24), SuS: EEP-1, EEP-2

[2] Demo Motor/Gen.(Pos.1.1.29), SuS: Motor/Gen

[3] Demo wie auch SuS: EN-BS, EN-2, EN-FC (Pos. 1.1.23/1.3.4)

[4] Demo Fernleitungsmodell (Pos. 1.1.30)

## Anhang zu den Abkürzungen hinter den inhaltlichen Zielen

Was Schülerinnen und Schüler an „Softskills“ gelernt haben sollen, wird im Landescurriculum NRW in den sog. Kompetenzerwartungen aufgeführt. Während der Kompetenzbereich „Kommunikation“ eher inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, wurden in den vorangegangenen Seiten die Bereiche „Umgang mit Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“ und „Bewertung“ den jeweiligen Inhaltsfeldern zugeordnet. Hier stehen die ausformulierten Ziele:

Umgang mit Fachwissen (UF1 - UF4)	
Die Schülerinnen und Schüler können...	
UF1 Wiedergabe und Erläuterung	...erworbenes Wissen über physikalische Phänomene unter Verwendung einfacher Konzepte nachvollziehbar darstellen und Zusammenhänge erläutern.
UF2 Auswahl und Anwendung	das zur Lösung einfacher vorgegebener Aufgaben und Problemstellungen erforderliche physikalische Fachwissen auswählen und anwenden.
UF3 Ordnung und Systematisierung	physikalische Sachverhalte bzw. Objekte nach vorgegebenen Kriterien ordnen.
UF4 Übertragung und Vernetzung	neu erworbene physikalische Konzepte in vorhandenes Wissen eingliedern und Alltagsvorstellungen hinterfragen.
Erkenntnisgewinnung (E1 - E7)	
Die Schülerinnen und Schüler können...	
E1 Problem und Fragestellung	...in einfachen Zusammenhängen Probleme erkennen und Fragen formulieren, die sich mit physikalischen Methoden klären lassen.

E2 Beobachtung und Wahrnehmung	Phänomene aus physikalischer Perspektive bewusst wahrnehmen und beschreiben.
E3 Vermutung und Hypothese	Vermutungen zu physikalischen Fragestellungen auf der Grundlage von Alltagswissen und einfachen fachlichen Konzepten formulieren.
E4 Untersuchung und Experiment	bei angeleiteten oder einfachen selbst entwickelten Untersuchungen und Experimenten Handlungsschritte unter Beachtung von Sicherheitsaspekten planen und durchführen sowie Daten gemäß der Planung erheben und aufzeichnen.
E5 Auswertung und Schlussfolgerung	Beobachtungen und Messdaten ordnen sowie mit Bezug auf die zugrundeliegende Fragestellung oder Vermutung auswerten und daraus Schlüsse ziehen.
E6 Modell und Realität	mit vorgegebenen Modellen ausgewählte physikalische Vorgänge und Phänomene veranschaulichen, erklären und vorhersagen sowie Modelle von der Realität unterscheiden.
E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten	in einfachen physikalischen Zusammenhängen Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nachvollziehen und Aussagen konstruktiv kritisch hinterfragen.
Kommunikation (K1 - K4)	
Die Schülerinnen und Schüler können...	
K1 Dokumentation	...das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (Protokolle, Tabellen, Skizzen, Diagramme) dokumentieren.

K2 Informationsverarbeitung	nach Anleitung physikalisch-technische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.
K3 Präsentation	eingegrenzte physikalische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse - auch mithilfe digitaler Medien - bildungs- sprachlich angemessen und unter Verwendung einfacher Elemente der Fachsprache in geeigneten Darstellungsformen (Redebeitrag, kurze kontinuierliche und diskontinuierliche Texte) sachgerecht vorstellen.
K4 Argumentation	eigene Aussagen fachlich sinnvoll begründen, faktenbasierte Gründe von intuitiven Meinungen unterscheiden sowie bei Unklarheiten sachlich nachfragen.
<b>Bewertung (B1 - B4)</b>	
Die Schülerinnen und Schüler können...	
B1 Fakten- und Situationsanalyse	...in einer einfachen Bewertungssituation physikalisch-technische Fakten nennen sowie die Interessen der Handelnden und Betroffenen beschreiben.
B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen	Bewertungskriterien und Handlungsoptionen benennen.
B3 Abwägung und Entscheidung	kriteriengeleitet eine Entscheidung für eine Handlungsoption treffen.
B4 Stellungnahme und Reflexion	Bewertungen und Entscheidungen begründen.

**Interessante Links** Quellen: SILP-Vorschlag des Landes NRW vom 12.06.2019 und eigene Ergänzungen (ab Nr. 9)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.mabo-physik.de/index.html">http://www.mabo-physik.de/index.html</a>	Simulationen zu allen Themenbereichen der Physik
2	<a href="http://www.leifiphysik.de">http://www.leifiphysik.de</a>	Aufgaben, Versuch, Simulationen etc. zu allen Themenbereichen
3	<a href="http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/">http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/</a>	Fachbereich Physik des Landesbildungsservers Baden-Württemberg
4	<a href="https://www.howtosmile.org/topics">https://www.howtosmile.org/topics</a>	Digitale Bibliothek mit Freihandexperimenten, Simulationen etc. diverser Museen der USA
5	<a href="http://phyphox.org/de/home-de">http://phyphox.org/de/home-de</a>	phyphox ist eine sehr umfangreiche App mit vielen Messmöglichkeiten und guten Messergebnissen. Sie bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Physikunterricht. Sie läuft auf Smartphones unter IOS und Android und wurde an der RWTH Aachen University entwickelt.
6	<a href="http://www.viananet.de/">http://www.viananet.de/</a>	Videoanalyse von Bewegungen
7	<a href="https://www.planet-schule.de">https://www.planet-schule.de</a>	Simulationen, Erklärvideos,...
8	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics">https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics</a>	Simulationen
9	<a href="https://www.phywe.de">https://www.phywe.de</a>	Homepage unseres Kooperationspartners bei der Physik-Sammlung des GaG

Schulinterner Lehrplan  
Sekundarstufe 2

### Die Inhaltsfelder der Sek.II...

...sind zukünftig aufgeteilt in die drei Bereiche EF (nur Grundkurs) sowie Grund- und Leistungskurse der Q-Phase (Q1+Q2 bzw. Klassen 12+13). Kompetenzen sind immer an fachliche Inhalte gebunden. Die Inhaltsfelder (Kurz: IF) 1+2 sind für alle Oberstufenschüler:innen bindend und werden vornehmlich in der EF/Klasse 11 unterrichtet. IF 3-6 gelten nur für den Grundkurs der Qualifikationsphase (Klassen 12+13), IF 7-10 nur für den Q1/Q2-Leistungskurs (Klassen 12+13)

[Motivation:] Die beiden Naturgesetze „Erhaltung der Energie“ und „Gleichgewicht der Kräfte“ ermöglichen es uns, die Natur quantitativ zu beschreiben und ihr Verhalten voraus zu sagen/berechnen. Es geht in der Physik vornehmlich um die folgende Frage: Wie wird sich ein natürliches, technisches oder biomechanisches System verhalten? Welche Parameter (=physikalische Größen) beeinflussen seine Bewegung? Es sind tatsächlich nur diese beiden Gesetze von der **Energieerhaltung** und dem **Kräftegleichgewicht**, mit denen man durch einfache mathematische Ansätze sogar solche Größen erfassen kann, die man nicht messen könnte wie zum Beispiel die Masse des Mondes - ihn auf eine Waage legen zu wollen ist undenkbar, mit dem Newton'schen Gravitationsgesetz kann man  $m_{\text{Mond}}$  aber dennoch ermitteln.

[Methodik:] Während wir später im Leistungskurs lernen, neue Theorien und Formeln aufzustellen, die den Experimenten stand halten müssen, wird im Grundkurs das Experimentieren und „belegen“ der Naturgesetze erlernt. Die Stärke der physikalischen Theorien und Gesetze ist gerade, dass sie **im Versuch belegt** werden müssen oder auch am Experiment scheitern können müssen. Gerade das „im Versuch scheitern können“ ist durch nichts zu ersetzen, auch nicht durch noch so gute Simulationen. Den verschiedenen Methoden zur Messung physikalischer Parameter gebührt besondere Beachtung. Sogar durch das Messen relativistischer Größen können wir uns die Zusammenhänge und die Natur der SRT in Größen und Maßen verdeutlichen - optionaler Praxisbezug: Satelliten-Navigation.

**Aufteilung der Inhaltsfelder (IFs) für G9 ab dem Schuljahr 2024/25:**

- EF (3 Stunden) IF1+2
- GK Q1+2 (je 3 Stunden) IF3-6
- LK Q1+2 (je 5 Stunde) IF7-10

Inhaltsfeld	Quantenobjekte	Elektrodynamik	Strahlung und Materie	Relativität von Raum und Zeit
<b>Inhaltliche Schwerpunkte mit experimenteller Realisierungsmöglichkeit</b>	<b>Teilchenaspekt beim Quantenobjekt Elektron</b>	<b>Spannung und elektrische Energie</b>	<b>Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</b>	<b>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Millikanversuch ✓</li> <li>• Experiment Fadenstrahlrohr ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oszilloskop oder Messwert-erfassungssystem ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linienspektren ✓</li> <li>• Sonnenspektrum ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment von Michelson und Morley ✓</li> </ul>
	<b>Wellenaspekt beim Quantenobjekt Elektron</b>	<b>Induktion</b>	<b>Energiequantelung in der Atomhülle</b>	<b>Zeitdilatation</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronen-beugungs-experiment ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment Leiterschaukel ✓</li> <li>• Experiment Leiterschleife ✓</li> <li>• Thomson'scher Ringversuch ✓</li> <li>• Generator ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammenfärbung ✓</li> <li>• Franck-Hertz-Versuch ✓</li> <li>• charakteristische Röntgenspektren X Röntgenlabor HHU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Lichtuhr“ ;-)</li> <li>• Myonenerfall Nebelkammer ✓</li> </ul>
	<b>Teilchenaspekt beim Quantenobjekt Photon</b>	<b>Spannungswandlung</b>	<b>Ionisierende Strahlung</b>	<b>Veränderlichkeit der Masse</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment zum Photoeffekt ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformator ✓</li> <li>• Modell-experiment zu Freileitungen ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geiger-Müller-Zählrohr ✓</li> <li>• Absorptions-experimente ✓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zyklotron X COLUMBUS (Chr. Wolf)</li> </ul>	
<b>Wellenaspekt beim Quantenobjekt Photon</b>		<b>Kernumwandlung</b>	<b>Energie-Masse-Äquivalenz</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Wellenwanne) ✓</li> <li>• Experiment Doppelspalt ✓</li> <li>• Experiment Gitterbeugung ✓</li> </ul>				
		<b>Standardmodell der Elementarteilchen</b>		

## Fachliche Bezüge zu Leitbild und Programm unseres Gymnasiums

„Zukunft gestalten. Chancen wahrnehmen“ - in Physik ist dies in besonderem Maße möglich. Wir wollen die Zusammenhänge in unserer Welt verstehen. Die physikalischen Fachbereiche beleuchten verschiedene Aspekte unserer Umwelt, des Menschseins und der Technik genau und zeigen, wie man Abhängigkeiten erkennt und Mechanismen entwickelt, um die Zukunft mitgestalten zu können.

Dem Messen und Erheben von Daten kommt – nach der Pandemieerfahrung Mitte 2020 – eine neue und besondere Bedeutung zu. Insbesondere im Physikunterricht kann die Fähigkeit zur Analyse von Daten und Messwerten, Abweichungen, Unsicherheiten und Vorhersagetauglichkeit entwickelt und geschärft werden.

„Miteinander füreinander. Soziales Lernen verwirklichen“ wir in Schülerinnen- /Schüler- Experimentier-Gruppen, im Entdecken über Fachgrenzen hinaus, im Fragenstellen und Lösungen ergründen.

„Individuell lernen. Eigene Wege finden.“ Die neue Ausstattung unserer Physiksammlung (siehe Abschnitt „Unterrichtliche Bedingungen“) gibt uns die Möglichkeit, jedem einzelnen Kind das Experimentieren so zu ermöglichen, dass es optimal lernen kann – in seinem eigenen Tempo und nach dem Erlernen der Grundlagen auch nach seinen eigenen Interessen. Die neu gestalteten Fachräume wurden von der Schülerschaft begeistert angenommen und bieten eine ideal vorbereitete Umgebung zum Lernen, Entdecken und zur fachlichen Kommunikation – im besten Sinne nach den Ideen Maria Montessoris.

### [Möglichkeiten:] **Unterrichtliche Bedingungen, Stand 02.2024**

Physik wird durchgehend ab Klasse 6 unterrichtet, in der Oberstufe blicken wir auf eine lange Grund- und Leistungskurs-Tradition zurück – die Leistungskurse werden auch von Schülerinnen und Schülern unserer Kooperationsschule, dem Humanistischen Gymnasium, besucht.

Wir besitzen seit 2020 eine ungewöhnlich große, komplett neue Physiksammlung – Hintergrund: Im Sommer 2019 hat uns ein

Schwelbrand in den Physikräumen sehr geschockt. Klebriger, elektrisch leitender und leicht toxischem Ruß hatte fast alle Geräte unbrauchbar werden lassen und nur wenige mechanische Experimente wie ein altes Uhrwerk oder die historische Lichtmühle konnten gerettet und restauriert werden. Nach vielen Gesprächen mit der Stadt und der Versicherung konnten alle zerstörten Exponate vor dem Ausräumen zusammen mit der Entsorgungsfirma fotografiert und deren Wert in Absprache mit Gutachtern eingeschätzt werden. Die ZURICH-Versicherung hat uns ermöglicht, im Wert der alten Sammlung neue Versuche und Experimentierkästen anzuschaffen - großen Dank für diese Unterstützung! Mit Gutachter, Stadt, Schulleitung, Kollegium und vielen Firmen ging es an die aufwändige Modernisierung der Räume und an die Zusammenstellung unserer Physiksammlung. Danke auch an alle Schülerinnen und Schüler, die uns immer wieder beim Räumen und Einrichten geholfen haben.

Seit Januar 2020 können wir nun auf eine Sammlung zurückgreifen, die seinesgleichen sucht: Die neue Sammlung umfasst mehr als 850 Exponate, die in 17 Schrankreihen in vier Räumen gelagert werden. Highlight ist die Diffusions-Nebelkammer, daneben befinden sich die 22 abiturrelevanten Experimente und etwa 200 Experimentier-Kästen für Schülerinnen und Schüler im neuen Bestand.

Die renovierten Klassenräume verfügen über Stromanschlüssen, schnelles LAN, WLAN, Tafel, Beamer, Fernseher, Audio-Systeme und zahlreiche Einrichtungen zum Experimentieren. Arbeit mit modernen Medien erfolgt mit den Schüler- und/oder Fachschafts-iPads. Digitale Messerfassungssysteme auch in Klassensätzen wie das SmartSense- und Cobra-System sind ebenso vorhanden wie modernste Mess- und Analyse-Systeme (Spektrometer, E-Feld-Messgerät etc).

<b>Klausurzeiten:</b>	EF	60 - 90 Min. + ggf. 30 Min. Experimentierzeit
Stand:	Q1 GK	90 - 135 Min. + ggf. 30 Min. Experimentierzeit
08.2023	Q1 LK	135 - 180 Min. + ggf. 30 Min. Experimentierzeit
	Q2 GK	180 Min. + ggf. 30 Min. Experimentierzeit
	Q2 LK	225 Min. + ggf. 30 Min. Experimentierzeit

[Landesvorgaben:] **Schwerpunkte in den kommenden Abituren**

Quelle: <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabiturgost/faecher/getfile.php?file=5776>

abitur.nrw Vorgaben 2025

Physik

**Grundkurs**

Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern	Quantenobjekte	Elektrodynamik und Energieübertragung	Strahlung und Materie
Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen – <i>Untersuchungen zu Schwingungen, Wellen und Teilchen in Feldern</i>	Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>	Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator – <i>Spannungserzeugung, Bereitstellung und Transport von elektrischer Energie</i>	Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>
Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern – <i>Untersuchungen zu Schwingungen, Wellen und Teilchen in Feldern</i>	Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>	Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung – <i>Spannungserzeugung, Bereitstellung und Transport von elektrischer Energie</i>	Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>
Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>			Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>

abitur.nrw Vorgaben 2025

Physik

**Leistungskurs**

Ladungen, Felder und Induktion	Schwingende Systeme und Wellen	Quantenphysik	Atom- und Kernphysik
Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>	Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer – <i>Beschreibung, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele von harmonischen Schwingungen und Wellen</i>	Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung – <i>Erkenntnisse zu Eigenschaften von Quantenobjekten</i>	Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>	Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol – <i>Beschreibung, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele von harmonischen Schwingungen und Wellen</i>	Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung – <i>Erkenntnisse zu Eigenschaften von Quantenobjekten</i>	Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>			Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
			Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>

Im Schuljahr 2023/2024 gibt es am GaG keine EF (weißer Jahrgang), in 2026 gibt es folglich am GaG kein Abitur - die Vorgaben sind hier also nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

abitur.nrw Vorgaben 2026

Physik

**Grundkurs**

Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern	Quantenobjekte	Elektrodynamik und Energieübertragung	Strahlung und Materie
Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen – <i>Untersuchungen zu Schwingungen, Wellen und Teilchen in Feldern</i>	Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>	Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator – <i>Spannungserzeugung, Bereitstellung und Transport von elektrischer Energie</i>	Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>
Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern – <i>Untersuchungen zu Schwingungen, Wellen und Teilchen in Feldern</i>	Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>	Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung – <i>Spannungserzeugung, Bereitstellung und Transport von elektrischer Energie</i>	Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>
	Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung – <i>grundlegende Erkenntnisse zu Teilchen- und Welleneigenschaften</i>		Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion – <i>Untersuchung der Entstehung und Eigenschaften von Strahlung</i>

abitur.nrw Vorgaben 2026

Physik

**Leistungskurs**

Ladungen, Felder und Induktion	Schwingende Systeme und Wellen	Quantenphysik	Atom- und Kernphysik
Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>	Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer – <i>Beschreibung, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele von harmonischen Schwingungen und Wellen</i>	Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung – <i>Erkenntnisse zu Eigenschaften von Quantenobjekten</i>	Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>	Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol – <i>Beschreibung, Eigenschaften und Anwendungsbeispiele von harmonischen Schwingungen und Wellen</i>	Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung – <i>Erkenntnisse zu Eigenschaften von Quantenobjekten</i>	Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität – <i>Experimentelle und theoretische Untersuchung der Ursachen und Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder</i>			Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>
			Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion – <i>Untersuchungen zur Struktur, Stabilität und zum Zerfall von Materie</i>

**Ab dem Schuljahr 2024/2025 bildet die 11. Klasse die neue EF (G9).** Die Schwerpunkte für das Abitur 2027 sind bis dato vom Land noch nicht veröffentlicht, werden diesem Curriculum aber beigelegt, sobald sie online sind.

## Einführungsphase (EF, Grundkurse) am GaG ab 08.2024

Buch: Universum Physik, Einführungsphase (Cornelsen), 1.Auflage '23

### IF 1 - Grundlagen der Mechanik [mit Schwerpunkt Energieerhaltung]

Mögliche Experimente: Sportmessungen (mit Messunsicherheiten), DigiCart, Luftkissenbahn (Laserschranken oder Videoanalyse).

Möglicher Themeneinstieg: Schulwegdiagramm  $v(t)$  und Diskussion (Schätzen, Messen) von Abständen, Zeiten, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. Darin taucht der Abstand als Fläche unter der  $v(t)$ -Kurve als neues mathematisches Konzept auf. Zahlreiche Messmethoden können an Alltagssituationen erlernt werden (Tachometer, PhyPhox-App, Stoppuhr, Lichtschranken-Messungen,...).

#### Überblick aller verpflichtenden (Stand 2022) Unterrichts-Gegenstände - Checkliste:

- Kinematik
  - gleichförmige und beschleunigte Bewegung, Bewegungsgleichungen und -diagramme
  - freier Fall
  - waagerechter Wurf
- Dynamik
  - Newtonsche Gesetze
  - Kraft als Vektor
  - Kräftegleichgewicht
  - Reibungskräfte (Gleiten, Rollen und Luftwiderstand)
- Erhaltungssätze
  - Energie (-bilanzen), Leistung
  - Impuls als Erhaltungsgröße
  - Stoßvorgänge

## IF 2 - Kreisbewegung, Gravitation, physikalische Weltbilder [mit Schwerpunkt Kräftegleichgewicht]

Mögliche Experimente: Gravitationswaage, DigiCart u.a. im Karussell.

#### Überblick aller verpflichtenden (Stand 2022) Unterrichts-Gegenstände - Checkliste:

- Kreisbewegung
  - Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung
  - Zentripetalkraft
  - Drehimpuls
- Gravitation
  - Schwerkraft
  - Massenanziehung (Cavendish-Experiment)
  - Newtons Gravitationsgesetz
  - Keplersche Gesetze und astronomische Größen (z.B. Bahndaten)
  - Gravitationsfeld
- Wandel der physikalischen Weltbilder
  - Geo- und Heliozentrische Weltbilder auf Basis astronomischer Beobachtungen
  - Grundlagen spezielle Relativitätstheorie (Bezugssysteme, Invarianz der Lichtgeschwindigkeit, Lichtuhren), Zeitdilatation.

Die Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife geben folgende Basiskonzepte für die Sek.II vor:

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

*Hinweis: die curricularen Vorgaben des Landes NRW haben sich auch für die Q1 & Q2 gegenüber dem Curriculum 2014 deutlich reduziert.*

*So bleibt viel Zeit für Interessantes :-)*

## Qualifikationsphase (Q1+Q2) Grundkurs

Buch: Metzler

°optional, also sinnvoll, es kurz zu zeigen

\*als Simulation oder Gedankenexperiment

### IF 3 - Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern

Experimente: Wellenwanne, Doppelspalt-/Gitterversuche, akustische Versuche, Braunsche Röhre, E-Feld-Messung im Plattenkondensator, Ladungspendel (Kugel im Plattenkond.), Braun'sche Röhre°, Leiterschaukel, Fadenstrahlrohr, Wien'scher Geschwindigkeitsfilter°, vereinfachter Millikan-Versuch, Zyklotron\*

#### ○ Wellen

- mechanische harmonische Schwingungen und Wellen (Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit)
- Huygens'sches Prinzip
- Reflexion, Brechung, Beugung
- Superposition
- Polarisation

#### ○ Teilchen in Feldern

- Ladungsdichte, elektrisches Potential (qualitativ), elektrisches Feld (Feldlinienbilder, elektrische Feldstärke, elektrische Spannung als Potentialdifferenz, Plattenkondensator) [homogenen, Radial- und Dipolfelder]
- Magnetisches Feld (Feldlinien, magnetische Flussdichte) [homogenen und Dipolfelder]
- Beschleunigung und Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen E- und B-Feldern
- Elektronenladung und -masse

### IF 4 – Quantenobjekte

Experimente: Fotoeffekt, Interferenz am Doppelspalt mit extrem wenigen Photonen\*, Elektronen am Doppelspalt\*, Elektronenbeugung am Gitter.

- Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt
- Wellenaspekt von Elektronen
  - Interferenz von Elektronen am Doppelspalt
  - De-Broglie-Wellenlänge (Zusammenhang Energie, Impuls und Frequenz)
- Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Kopenhagener Deutung

### IF 5 - Elektrodynamik und Energieübertragung (Grundkurs)

Experimente: Leiterschaukel, Modell Hochspannungsleitung, LC-Schwingkreis (qualitativ), Thomson'scher Ringversuch, Generator

#### ○ Elektrodynamik:

- magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz, Wechselspannung, Kapazität, Auf- und Entladevorgang am Kondensator,

#### ○ Energieübertragung

- Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung

### IF 6 – Strahlung und Materie

Experimente: Franck-Hertz, Spektralanalyse, Sonnenspektrum, Abschirmungsexperimente, Nebelkammer

- Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung, ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen, Dosimetrie, Strahlenschutz
- Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, historische Atommodelle, Kern-Hülle-Modell, quantenphysikalisches Atommodell, Röntgenstrahlung
- Kernphysik: Nukleonen, Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen (starke Wechselwirkung, Quarks, Neutrinos), Halbwertszeit, Zerfallsgesetz, Kernspaltung und -fusion.

# Qualifikationsphase (Q1+Q2) Leistungskurs

Buch: Metzler

## IF 7 - Ladungen, Felder und Induktion (Q1.1)

**Experimente:** Millikanversuch, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlrohr, Kondensator (Ent-)Ladung, Zyklotron, Leiterschaukel, Generator

Die Experimente im Einzelnen - mit Kompetenzen:

### Millikan-Versuch (Öltröpfchen) (Nr.5)°

[im LK auch als SuS-Exp. durchführbar, 2 Versuchsaufbauten]

- {Fachwissen im GK:} Die SuS... erläutern anhand {einer vereinfachten Version} des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur **Bestimmung der Elementarladung**,
- bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung.

### Braun'sche Röhre, Fadenstrahlrohr (Nr.6)°

- Die SuS... \*beschreiben qualitativ die Erzeugung eines **Elektronenstrahls** in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),
- \*schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der **e/m-Bestimmung** und beim **Massenspektrometer** auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern

### Fadenstrahlrohr, e/m-Bestimmung (Nr.6)° [alter und neuer Exp.-Aufbau]

- {Fachwissen im GK:} beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren **Definitionsgleichungen** (UF2, UF1),
- **modellieren** Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv\* Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die **Elektronenmasse** (E6, E3, E5).

(\* siehe Seite 5 oben rechts)

^deduktive vs. induktive Herleitung:

**Deduktiv** vorzugehen bedeutet,

> zunächst einfach nach einer besonders elegant anmutenden **Theorie** zu suchen,

> sie mathematisch zu formulieren

> und dann zu fragen, wie ihre Vorhersagen sich mit den Ergebnissen der Experimentalphysik vertragen (z.B. mit durch Kosmologen gesammelten Daten).

**Induktiv** vorzugehen bedeutet, dass man

> durch die **Experimentalphysik** produziertes Wissen zum Ausgangspunkt der Modellentwicklung macht,

> dort nach Wissenslücken, ungeklärten Aspekten und Widersprüchen sucht

> und jene durch theoretisch mathematische Überlegungen zu klären sucht.

\*schulspezifische (=optionale), aber aus didaktischer Sicht notwendige Erweiterung des Kompetenzrahmens

### Feldkraft auf Ladungsträger im homogenen Feld (Kondensator)

### Ladungen und Felder, **Elekrofeldmeter**, **Kraftfeld radialsymmetrischer Felder**, **Messung z.B. mit der Drehwaage**

Die Schülerinnen und Schüler...

- \*...erläutern den [Potential- und den]\* **Feldbegriff** und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationspotential/-feld und elektrischem Potential/Feld auf,
- \*leiten physikalische Gesetze (u. a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen **Spannung/Potentialdifferenz** und Feldstärke) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv^ her
- \*wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u. a. Coulomb'sches Gesetz, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus
- \*ermitteln die in elektrischen Feldern gespeicherte **Energie**,
- erklären den Verlauf des **elektrischen Potentials** als Folge von **Ladungsverteilungen** [Potentialflächenmodell, Bechstein]\*,

- \*begreifen das **elektrische Feld** als Änderung des Potentials [Gradientenfeld, Analogie: Berge und Täler im Gravitationspotential]\*,
- \*erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Potential- und Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Potential- und Feldlinienbilder,

### Teilchenbeschleuniger (LINAC, Zyklotron, Synchrotron)

- *Die SuS...* \*ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch),
- \*beschreiben qualitativ die Beschleunigung eines Elektronenstrahls,
- erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron,

### Stromwaage / Leiterschaukel (Nr.9)°

- *Die SuS...* \*bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel,
- leiten physikalische Gesetze (u. a. den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Def'n und bekannten Gesetzen deduktiv her,
- \*identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße  $B$  in Anwendungs- und Alltagssituationen,
- wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u. a. Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft) problembezogen aus.

### Drehung einer Leiterschleife im homogenen Magnetfeld und Generator (Nr.12)°

- *Die SuS...* \*führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u. a. bei der Erzeugung einer Wechselfeldspannung).

### Überblick aller verpflichtenden (Stand 2022) Unterrichtsgegenstände - Checkliste:

## Elektrische Ladungen und Felder

Ladungen, Elektrostatik, elektrische Felder, Feldlinien, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität (Ladevorgänge auch mit Differentialgleichungen), Elementarladung und Elektronenmasse, magnetische Felder, magnetische Flussdichte, Spule, Feldenergien

### Bewegungen in Feldern

geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern, Lorentzkraft, geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern, relativistischen Massenzunahme

### Elektromagnetische Induktion

magnetischer Fluss, Induktionsgesetz (auch differentielle Form), Lenz'sche Regel, Selbstinduktion (z. B. Ein- und Ausschaltvorgänge), Induktivität, Generator

...weiter nächstes Blatt.

## IF 8 - Schwingende Systeme und Wellen (Q1.2)

**Experimente:** Wellenwanne, Federpendel, LC-Schwingkreis, Hertz'scher Dipol, Einzel-, Doppelspalt und Gitter, Michelson-Interferometer

### Schwingungen und Wellen:

#### Mikrowelleninterferenz, Wellenwanne

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen **Wirbelfelds** bei **B- bzw. E-Feldänderung** und die Ausbreitung einer **elektromagnetischen Welle**,
- beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung **harmonischer Wellen** als räumlich und zeitlich **periodischen** Vorgang.

#### Verzögerter Einschaltvorgang bei Parallelschaltung von L und R, Ein- und Ausschaltvorgänge bei Spulen (Hysterese), Schwingkreise mit und ohne Dämpfung

- Die SuS... erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften **elektromagnetischen Schwingung** in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse,
- erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus,
- beschreiben den Schwingvorgang im **RLC-Kreis** qualitativ als **Energieumwandlungsprozess** und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung,
- beschreiben den **Hertz'schen Dipol** als einen (offenen) Schwingkreis,
- erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer **Trägerwellen** zur Übertragung von Informationen.

### Lichtbeugung am Spalt, Doppelspalt und Gitter

(vgl. erste Versuche im IF9: Quantenphysik - viele Parallelen)

- Die SuS... beschreiben die Phänomene **Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz** im **Wellenmodell** und begründen sie qualitativ mithilfe des **Huygens'schen Prinzips**.
- beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her,
- erläutern **konstruktive und destruktive Interferenz** sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen,

### Wellenlängenmessung

- ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die **Wellenlängen** und die Lichtgeschwindigkeit.

### Das Michelson-Interferometer (Nr.22)<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Nummer aus dem "Handbuch zu 25 Schlüsselexperimenten", QUA-LiS NRW

Die Schülerinnen und Schüler...

- begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die **Konstanz der Lichtgeschwindigkeit**,
- erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für Einstein's Entwicklung der SRT,
- begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten.

...weiter nächste Seite

**Überblick aller verpflichtenden** (Stand 2022) **Unterrichts-**  
**Gegenstände** - Checkliste:

## Schwingungen und Wellen

harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen, Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen (stehende Welle, Interferenz), Michelson-Interferometer (Relativitätstheorie)

### Schwingende Systeme

Federpendel (Kraftgesetz und Differentialgleichung), Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol (Sender-Empfänger-Prinzip),

### Energiewandlung

ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen, Thomson'sche Gleichung

*...weiter nächstes Blatt.*

## IF 9 – Quantenphysik (Q2.1)

**Experimente:** Photoeffekt, Röntgenröhre (Simulation), Bragg-Reflexion (Mikrowellen-Modell), Doppelspalt, Elektronenbeugung

Basisexperiment der Quantenphysik:

**(äußerer) Photoeffekt, h-Bestimmung** (Nr.4)°

...und der Nobelpreis von Albert Einstein

*Die Schülerinnen und Schüler...*

- erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur **Energie von Photoelektronen** (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts),
- erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die **Einstein'sche Lichtquantenhypothese**,
- ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das **Planck'sche Wirkungsquantum**,
- legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können.

**Röntgen-Effekt** (Nr.20)

*Tipp (optional): Besuch des Röntgenlabors an der HHU Düsseldorf*

- Die SuS... beschreiben den Aufbau einer **Röntgenröhre**,
- deuten die Entstehung der **kurzwelligigen Röntgenstrahlung** als Umkehrung des Photoeffekts.

**Modell zur Bragg-Reflexion mit Mikrowellen**

- Die SuS... erläutern die **Bragg-Reflexion an einem Einkristall** und leiten die Bragg'sche **Reflexionsbedingung** her (E6),

Wh. **Lichtbeugung am Spalt, Doppelspalt und Gitter**

*(vgl. erste Versuche im IF8: Schwingungen & Wellen - viele Parallelen)*

**Elektronenbeugung am Gitter** (Nr.7)°

- Die SuS... interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),
- beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u. a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),

**Überblick aller verpflichtenden** (Stand 2022) **Unterrichts-Gegenstände** - Checkliste:

Quantenphysik

Teilchenaspekte von Photonen

Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung

Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Doppelspaltexperiment, De Broglie, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung, Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment, Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation, Kopenhagener Deutung

*...weiter nächste Seite.*

## IF 10 - Atom- und Kernphysik (Q2.2)

**Experimente:** Franck-Hertz, Linienspektren, Absorption und Emission, Geiger-Müller-Zählrohr

### Franck-Hertz-Versuch (Nr.15)<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Nummer aus dem "Handbuch zu 25 Schlüsselexperimenten", QUA-LiS NRW

### Linienspektren (Nr.16) - Lichtquellen und ihr Licht

### Sonnenspektrum (Nr.17)

### Flammenfärbung (Nr.18)

- erklären **Linienspektren** in **Emission** und **Absorption** sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der **Energiequantelung** in der Atomhülle,
- stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die **historische Bedeutung** des Bohr'schen Atommodells dar.

### Geiger-Müller-Zählrohr (Nr.19) - (Erdgeschichtliche)

#### Altersbestimmungen

- benennen Geiger-Müller-Zählrohr und **Halbleiterdetektor** als experimentelle Nachweismöglichkeiten für **ionisierende Strahlung** und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von **Energien** (E6),
- entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),
- bestimmen mithilfe des **Zerfallsgesetzes** das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2).

Schulspezifisch/optional empfohlen: **Nebelkammer** - Forschung an Teilchenbeschleunigern/-detektoren (Nr.23)

*Die Schülerinnen und Schüler...*

- systematisieren mithilfe des heutigen **Standardmodells** den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik, [**alpha- & beta-Strahlung, Materie, Antimaterie**]
- erklären an Beispielen **Teilchenumwandlungen** im Standardmodell mithilfe der **Heisenberg'schen Unschärferelation** und der **Energie-Masse-Äquivalenz**. [Darstellung über **Feynman-Graphen**]
- Beobachtung kosmischer Myonen - **Teilchenzoo**.

### Überblick aller verpflichtenden (Stand 2022) **Unterrichts-Gegenstände** - Checkliste:

#### Atom- und Kernphysik

#### Atomaufbau

Atommodelle (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr/Quanten), eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema, Pauli-Prinzip

#### Ionisierende Strahlung

Strahlungsarten, elektromagnetisches Spektrum, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung, Röntgen- / Bremsstrahlung, Dosimetrie und Strahlenschutz

#### Radioaktiver Zerfall

Kernaufbau (Nukleonen, Quarks, starke Kernkraft), Zerfallsreihen, Aktivität, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit, Altersbestimmung, Beta-Zerfall (Neutrinos, schwache Kernkraft)

#### Kernspaltung und -fusion

Bindungsenergien, Massendefekt, Kettenreaktion, Neutroneneinfang.