

Fachdidaktik Physik: 1.1.1. Ziele und Kompetenzen

Hans-Otto Carmesin

Gymnasium Athenaeum Stade, Studienseminar Stade

Hans-Otto.Carmesin@t-online.de

16. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Kompetenzen	3
2.1	Kompetenzbegriff	3
2.1.1	Fähigkeiten	3
2.1.2	Bereitschaften	3
2.2	Ausformung des Kompetenzbegriffs im Schulwesen	3
2.3	Kompetenzmodelle	4
2.4	Prinzipien des kompetenzfördernden Unterrichts	5
3	Prozessbezogene Kompetenzen	6
4	Ziele der Fachdisziplin Physik	8
4.1	Entwicklung und Aufbau der Physik	8
4.2	Allgemeinbildung durch Physik	9
5	Auswahl gesellschaftlich relevanter Themen	10
5.1	Natur	10
5.2	Technik	11
5.3	Berufswelt	12
6	Auswahl pädagogisch relevanter Themen	13
6.1	Schülervorstellungen einbinden	13
6.2	Sinne einbinden	14
6.3	Handhabung einbinden	15
7	Aufgaben	15

Diese Untersuchung findet im Rahmen einer Jugend forscht Gruppe am Gymnasium Athenaeum in Stade statt. Dort untersuchen wir die Struktur und die Zeitentwicklung des frühen Universums durch die Kombination von Relativitätstheorie mit der Gravitation und der Quantenphysik (Carmesin (2017), Carmesin (2018a), Carmesin (2019a), Carmesin (2020), Helmcke u. a. (2018), Sprenger u. Carmesin (2018)). Die Zustände im frühen Universum haben so hohe Dichte, dass diese Zustände durch die hier numerisch erzeugten Lösungen genau charakterisiert werden (Carmesin (2018b), Carmesin (2019b)). Daher stützt diese numerische Untersuchung schon heute unsere Analysen und wird in Zukunft wohl weitere Einsichten ermöglichen. Parallel zu dieser numerischen Untersuchung berichten wir in diesem Jahr in dieser Zeitschrift über drei weitere Ergebnisse: zu einer Dichtegrenze, zu einer kosmischen Entfaltung und zum Ursprung von Energie und Masse im Kosmos.

1 Einleitung

Die Gesellschaft und die SuS investieren viel Zeit und Geld in den Physikunterricht. Sie haben daher ein Recht darauf zu erfahren, welche Ziele in diesem Unterricht verfolgt werden. Entsprechend werden in Büchern zur Physikdidaktik ausführlich und kritisch die *Ziele des Physikunterrichts*¹ analysiert (s. Bleichroth u. a. (1999); Kircher u. a. (2001); Mikelskis (2006)).

Zudem macht die Gesellschaft über das Parlament verbindliche Zielvorgaben in Form der Curricula (s. Brüning u. a. (2010); Beime u. a. (2012); Gehmann (2015); Frenzel (2017)). Hierbei wird seit einigen Jahren das *Kompetenzmodell* verwendet (s. Lehmann u. Nieke (2011)). Dieses hebt besonders die *Selbstbefähigung und Eigenverantwortung* des Menschen hervor (s. Lehmann u. Nieke (2011); Mikelskis (2006); Weinert (2002)). Allgemein sind die Selbstkompetenz, d. h. die Fähigkeit mit sich selbst umzugehen, die Sozial-, die Methoden- und die Fachkompetenz wesentliche Grundlagen für die Handlungskompetenz, d. h. die Kompetenz sich situationsgerecht, planvoll und verantwortlich zu verhalten. Von diesen allgemeinen Kompetenzen sind im Curriculum für Physik vor allem die Fachkompetenz, die Methoden- sowie die Sozialkompetenz verbindlich vorgeschrieben (s. Brüning u. a. (2010); Beime u. a. (2012); Gehmann (2015); Frenzel (2017)).

Dieses *Kompetenzziel* kann an vielfältigen Themenbeispielen erreicht werden. Durch die Auswahl dieser Themen können simultan *weitere Ziele* verfolgt werden. Zwei besonders wichtige weitere Ziele sind die Auswahl gesellschaftlich relevanter Themen und die Auswahl pädagogisch relevanter Themen (s. Kircher u. a. (2001)). Insgesamt werden im Physikunterricht vor allem die folgenden Ziele verfolgt.

1. Entwicklung individueller Kompetenzen

- Ziele der Fachdisziplin Physik: Inhaltsbezogene Kompetenzen
- Physikalische Methoden der Erkenntnisgewinnung: Prozessbezogene Kompetenz. Dieses Ziel wird in der Fachsitzung zu Methoden der Erkenntnisgewinnung behandelt.

¹Diese Zielanalysen sind sehr umfassend und dürfen keineswegs mit Lernzielanalysen verwechselt werden.

-
- Kommunikation: Prozessbezogene Kompetenz
 - Bewertung: Prozessbezogene Kompetenz

2. Auswahl gesellschaftlich relevanter Themen
3. Auswahl pädagogisch relevanter Themen

In der Regel werden in jeder Unterrichtsstunde inhaltsbezogene Kompetenzen entwickelt. Die übrigen Ziele werden im Rahmen des Lernprozesses zusätzlich verfolgt. In jeder Unterrichtsstunde werden ausgewählte Ziele verfolgt.

2 Kompetenzen

2.1 Kompetenzbegriff

Während im allgemeinen Sprachgebrauch eine Kompetenz entweder eine juristische Befugnis, ein Expertenwissen oder eine Wettbewerbsfähigkeit beschreibt, meint man im Bereich der Pädagogik eine individuelle Fähigkeit und Einsicht zum Handeln. Beispielsweise charakterisiert Weinert Kompetenzen als *individuell verfügbare Bereitschaften und Fähigkeiten, Problemlösungen in variablen Situationen nutzen zu können* (s. Weinert (2002); Mikelskis (2006)).

2.1.1 Fähigkeiten

Das Individuum wird zur Problemlösung befähigt, indem es über alle nötigen Voraussetzungen verfügt. Hierfür ist hier vor allem wesentlich Wissen abrufen, verarbeiten und bewerten zu können.

2.1.2 Bereitschaften

Das Individuum ist in einer freiheitlichen Gesellschaft nur dann bereit etwas zu tun, wenn es den Sinn einsieht. Daher muss im Unterricht auch Einsicht erzeugt werden.

2.2 Ausformung des Kompetenzbegriffs im Schulwesen

Seit den 1990-er Jahren wurden umfangreiche Schülerleistungsstudien wie TIMMS und PISA durchgeführt. Mit den Ergebnissen konnte man nicht zufrieden sein. Als Reaktion wurden auf Bundesebene Bildungsstandards definiert, die Ziele in Form von Kompetenzen festlegten (s. Kultusministerkonferenz (2004)). In Niedersachsen und den anderen Ländern wurden anschließend entsprechende Kerncurricula entwickelt und verbindlich verabschiedet. Hierzu erstellten die Schulen ihre schuleigenen Curricula. Zentrale Qualitätstests überprüfen die Einhaltung der Standards.

2.3 Kompetenzmodelle

Zum Kompetenzbegriff wurden Kompetenzmodelle entwickelt. Allgemeine Kompetenzmodelle beschreiben das Zustandekommen von Handlungskompetenz im Sinne von situationsgerechter und planvoller Handlungsfähigkeit. Für die Physik entstand daraus ein spezielles Kompetenzmodell mit vier fachlichen Basiskonzepten, vier Kompetenzbereichen und drei Anforderungsbereichen, s. Abb. 1. In Niedersachsen wird von den vier Basiskonzepten nur das der Energie verwendet.

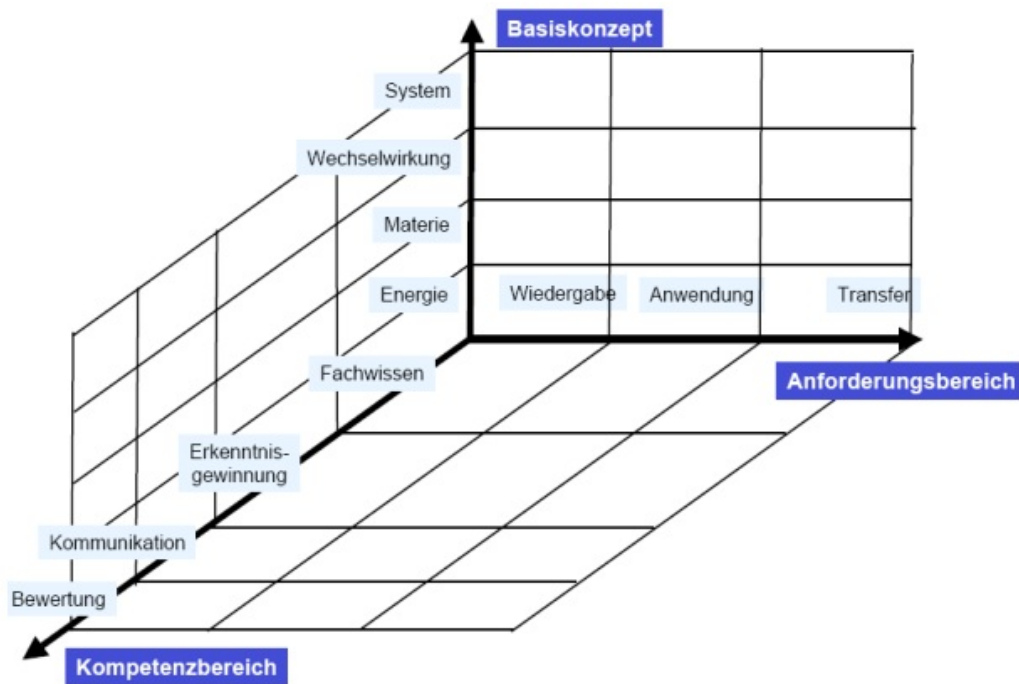


Abbildung 1: Kompetenzmodell für das Fach Physik.

Da in Niedersachsen lediglich das Basiskonzept Energie verwendet wird, kann man das Kompetenzmodell bei uns als Kompetenzmatrix darstellen, s. Tabelle 1.

AFB	(F) Kenntnisse und Konzepte ...	(E) Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden ...	(K) Informationen ...	(B) Argumente ...
1	wiedergeben	beschreiben und durchführen	erfassen und wiedergeben	erkennen und wiedergeben
2	auswählen und anwenden	auswählen und anwenden	situations- und adressatengerecht veranschaulichen	auswählen und nutzen
3	planmäßig und konstruktiv nutzen	begründet auswählen und anpassen	auswerten, reflektieren und für eigene Argumentation nutzen	aus verschiedenen Perspektiven abwägen und für Entscheidungsprozesse nutzen

Tabelle 1: Kompetenzmatrix: Optimal aktivieren Sie die SuS in allen vier Kompetenzbereichen Fachwissen (F), Erkenntnisgewinnung (E), Kommunikation (K) und Bewertung (B) auf allen drei Anforderungsbereichen Reproduktion (1), Reorganisation (2) und Transfer (3)!

Das Kerncurriculum weist auf S. 6 ausdrücklich darauf hin, dass auch die Sozialkompetenz und personale Kompetenz (Selbstkompetenz) im Physikunterricht gefördert werden sollen. Zudem sind Lernstrategien als die in der Schule zentralen Handlungskompetenzen zu entwickeln. Damit fordert das Kerncurriculum für Physik die wesentlichen allgemeinen Kompetenzen ein.

Der Kompetenzerwerb soll progressiv erfolgen. Das soll systematisch und kumulativ geschehen (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)). Das kumulative Vorgehen zeichnet sich durch drei Merkmale aus, das Entwickeln einer progressiv strukturierten Wissensbasis, die Anschlussfähigkeit des Wissens und das Erleben des Kompetenzzuwachses.

2.4 Prinzipien des kompetenzfördernden Unterrichts

Kompetenzfördernder Unterricht zeichnet sich durch besondere Merkmale aus (s. [Lersch \(2007\)](#); [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)):

1. **Vertikaler Transfer:** Wissen ist anschlussfähig und fortschreitend vernetzt.
2. **Horizontaler Transfer:** Wissen und Können werden vernetzt.
3. **Lateraler Transfer:** Reflexion der Methode der Erkenntnisgewinnung, Metakognition
4. Die SuS erreichen die Ziele möglichst **selbstständig**, beispielsweise durch Problemlösen.
5. Die SuS lernen möglichst **situativ**, beispielsweise an sinnvollen Kontexten, Aufgaben und Problemen
6. **Handelndes Lernen**, beispielsweise können SuS am Versuch lernen.

-
7. **Selbstgesteuertes** Lernen, beispielsweise durch Problemlösen oder teils durch Erarbeiten
 8. **Lernstrategien** werden bewusst entwickelt
 9. **Langfristige Unterrichtsplanung** auf die Kompetenzen hin.
 10. **Reflexionsspirale** zur Kompetenzsteigerung der Lehrkraft
 11. **Kumulativer und systematischer** Kompetenzerwerb

3 Prozessbezogene Kompetenzen

Zur Erkenntnisgewinnung gehören gemäß dem Kerncurriculum folgende Kompetenzen.

1. Physikalisch Argumentieren
2. Probleme Lösen
3. Planen, Experimentieren, Auswerten
4. Mathematisieren
5. Arbeiten mit Modellen

Zur Kommunikation gehören die folgenden wesentlichen Punkte (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

1. Textverständnis
2. Überprüfen von Texten
3. Strukturieren aufgenommener Informationen
4. Dokumentation, ohne in eine ritualisierte Art des Protokollierens zu verfallen
5. Adressatengerechte Darstellung



Abbildung 2: Die SuS können ihre Kommunikationskompetenz beispielsweise entwickeln, wenn sie ihre Ergebnisse vor der Klasse präsentieren.

Bei der Bewertung sind folgende Aspekte wichtig (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

1. Kritisches Einordnen von Wissen, Grenzen der Physik
2. Unterscheidung von physikalischen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten der Bewertung
3. Entwicklung von Wertmaßstäben beispielsweise bei Fragen der Nachhaltigkeit und Gesundheit
4. Entwicklung der Bewertungskompetenz bei passenden Gelegenheiten

Zu allen prozessbezogenen Kompetenzen bietet das Kerncurriculum eine Darstellung der Fortschritte der Kompetenzentwicklung.

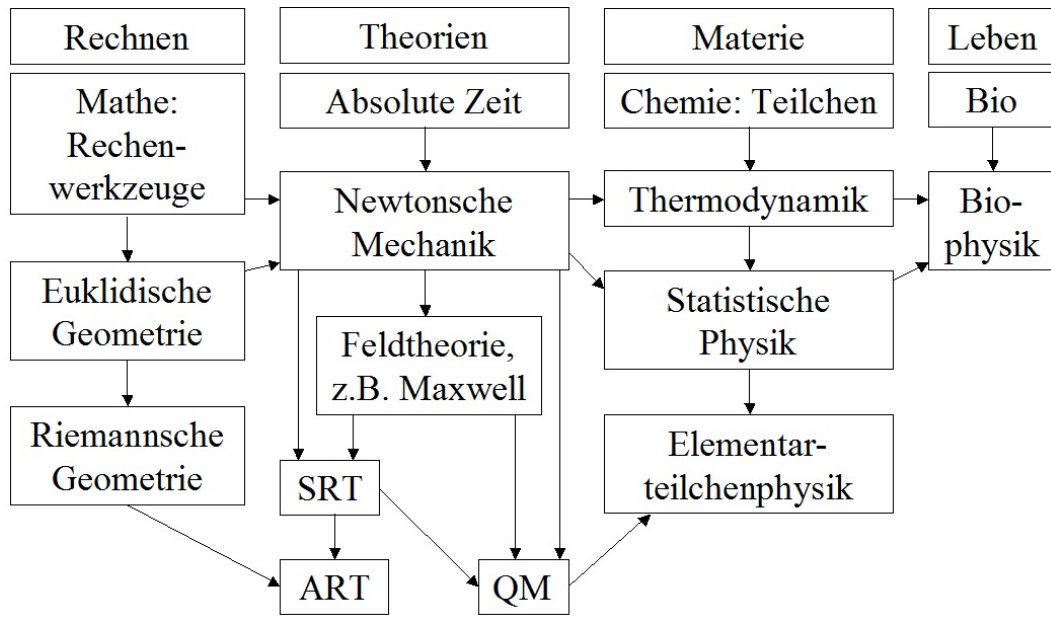


Abbildung 3: Übersicht zur Entwicklung und Gliederung der Fachdisziplin Physik: QM: Quantenmechanik. SRT: spezielle Relativitätstheorie. ART: allgemeine Relativitätstheorie. Bio: Biologie.

4 Ziele der Fachdisziplin Physik

4.1 Entwicklung und Aufbau der Physik

Die Fachdisziplin Physik erklärt viele Fragen zur Natur unserer Welt: Die Entstehung wird durch den Urknall beschrieben. Die Kräfte werden auf vier fundamentale Kräfte zurückgeführt. Die Struktur von Raum und Zeit wird durch die Relativitätstheorie beschrieben. Die Welt im Großen wird durch die Astrophysik beschrieben. Der Mikrokosmos wird durch die Quantentheorie charakterisiert. Die Materie wird durch die Elementarteilchenphysik gegliedert und durch die statistische Physik sowie die physikalische Chemie erfasst. Viele biologische Vorgänge werden durch die Bio- und Neurophysik dargestellt.

Bei allen diesen Erfolgen gibt es aber auch viele wichtige offene Fragen. Die Quantentheorie und die allgemeine Relativitätstheorie ließen sich bisher nicht überzeugend miteinander verbinden. Die dunkle Materie und dunkle Energie machen zusammen über 90 Prozent des Energie oder Materie des Universums aus, sind jedoch noch weitgehend unverstanden. Jede physikalische Erklärung wirft prinzipiell Fragen nach zugrunde liegenden Ursachen auf.



Abbildung 4: Historische Aufnahme von Röntgen 1896: Physik trägt zum Verständnis des eigenen Körpers bei.

4.2 Allgemeinbildung durch Physik

Die SuS können bis zum Abitur die wesentlichen Arbeitsweisen, Erklärungsmuster und Ergebnisse der Fachdisziplin Physik erlernen. Sie lernen so das moderne Weltbild kennen. Ferner werden sie befähigt physikalische Aspekte gesellschaftlicher Entscheidungen kompetent zu bewerten. Zudem können sie physikalische Gesichtspunkte ihrer Lebenswelt aus Bereichen wie Sport, Medizin, Musik und dergleichen mehr sachgerecht einschätzen. Auch sind die erworbenen Kenntnisse anschlussfähig, d. h. die SuS können in der Berufsausbildung oder im Studium darauf aufbauen. So liefert die Fachdisziplin Physik Grundlagen für die Technik, die Medizin sowie die Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Die Physik liefert für die Naturwissenschaften besonders vorhersagekräftige Theorien und hat somit Vorbildcharakter. So wird das Prinzip der Einfachheit erfolgreich eingesetzt, Beispiele sind die Newtonschen Axiome oder die Maxwellschen Gleichungen. Ferner wird das Prinzip der Einheitlichkeit mit großem Erfolg angewendet. Beispiele sind die Reflexion (bei der Strahlenoptik, beim Schall, bei Wasserwellen und beim Billiard) oder der Schweredruck (bei Wasser und Luft). Zudem wird das Prinzip der Symmetrie vielfach genutzt. Beispiele sind die Gegenkraft, die Umkehrung von Flugbahnen und Lichtwegen oder der Wechselstrom. Auch werden Gleichgewichte entdeckt und gebildet. Beispiele sind Drucke, Kräfte, Strahlungsgleichgewichte oder Klimamodelle. Weiterhin werden Invarianten verwendet. Beispiele sind Energie, Impuls, Masse oder Drehimpuls.

Die Physik trägt durch folgende Aspekte besonders zur Allgemeinbildung bei.

1. Naturwissenschaftliches Weltbild

-
2. Verständnis unserer technisierten Welt
 3. Wahrheitssuche: Die Physik sucht prinzipiell nach Wahrheiten über den Aufbau, die Entstehung und die Funktionsweise der natürlichen Welt.
 4. Verständnis des eigenen Körpers: Beispiele sind: Sehen, Hören, EKG, EEG, Blutdruck, Muskelkraft, Bewegungen
 5. Leitideen zur Theoriebildung



Abbildung 5: Vulkanausbrüche oder Gewitter sind gewaltige und gefährliche Naturerscheinungen, die unsere Welt prägen und bedrohen und insofern intrinsisch interessant sind (s. [n24 \(2011\)](#)).

5 Auswahl gesellschaftlich relevanter Themen

5.1 Natur

Die SuS können durch den Physikunterricht konkrete und lebensweltliche Vorgänge in der Natur erklären und einschätzen. Im Physikunterricht bewährte Beispiele sind:

1. Gefährdung der Natur

- Klimawandel: Klimamodelle, Ozonloch und UV-Transmission, Treibhausgase und IR-Absorption, Treibhauseffekt, Einfluss der Sonnenaktivität
- Waldbrand, z.B. durch Scherben verursacht

2. Gefährdung durch die Natur

- Blitz: Elektrische Felder in der Luft, Elektrizität durch Reibung

-
- Gezeiten: Schwerkraft und Zentripetalkraft als Ursachen, Mondbewegung
 - Erdbeben, Monsterwellen, Tsunamis, Vulkane
 - Einsturz von Brücken durch Resonanz bei Wind

3. Schutz der Natur

- Erneuerbare Energien, z.B. Sonne, Wind, Wasserkraft, Geothermie
- Löschen mit Saugpumpe und Parabelbahn des Wasserstrahls

4. Schutz vor der Natur

- Absorption von UV durch Sonnenschutzcreme
- Monsterwellen
- Strahlenschutz, z.B. bei Katastrophenschützern, Radiomedizinern und Piloten
- Pendel zum Schutz von Häusern bei Erdbeben

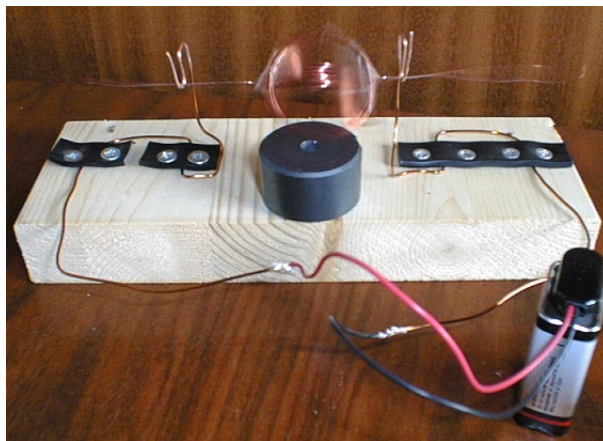


Abbildung 6: Beim Bau eines Elektromotors können die SuS ihre Kompetenzen im Bereich Technik selbstständig entwickeln.

5.2 Technik

Die SuS können durch den Physikunterricht konkrete und lebensweltliche technische Systeme erklären und einschätzen. Im Physikunterricht bewährte Beispiele sind:

1. Nutzen durch Technik

- Motor: Elektromotor, Stirlingmotor, Verbrennungsmotor
- Energieversorgung: Generator, Hochspannungsleitung, alternative Energien
- Sensorik und Messen: Kamera, Mikrophon, Thermometer, Kernspintomograph, PET, Röntgenbilder, Oszilloskop, Beschleuniger

- Elektrik: Stromkreise, Elektromagnet, Relais, Türgong, Widerstand, Schwingkreis, elektrische Zahnbürste, Fahrradrücklicht, Batterie, Wechselschaltung, LED
- IT: Transistor, Elektronik, Glasfaser, Laser, Radiowellen, CD, DVD, BD, Festplatte, Memorystick
- Musikinstrumente: Flöte, Kontrabass, Trompete, Orgelpfeife, Synthesizer

2. Gefährdung durch Technik und Schutzmöglichkeiten

- Kernkraft, Atombombe: Prinzip, Geschichte, Vor- und Nachteile, Strahlenschutz
- Emission von Treibhausgasen: Prinzip, Wirkungsgrade bei der Energietechnik, erneuerbare Energien
- Straßenverkehr: Impuls, Zentripetalkraft, Reaktionszeit, Bremsweg, Geschwindigkeitsbegrenzung



Abbildung 7: Am Beispiel der Messung des Blutdruckes von Mitschülern können die SuS ihre Fachkompetenzen aktiv entwickeln und Vorstellungen zum Berufsfeld Medizin gewinnen.

5.3 Berufswelt

Die SuS können durch den Physikunterricht konkrete und berufsweltliche Tätigkeiten im Kleinen kennenlernen. Im Physikunterricht bewährte Beispiele für solche Tätigkeiten sind:

1. Experimentieren

- Zeigen von Gesetzmäßigkeiten, beispielsweise Proportionalitäten
- Bestimmen von Naturkonstanten, beispielsweise g , c , h
- Bestimmen von Materialkonstanten, beispielsweise ρ , μ_r , ϵ_r
- Bestimmen von Gerätekonstanten, beispielsweise C , L , R , D

2. Erfinden in Form des Nacherfindens

- Steigern der Leistungsfähigkeit eines Systems, z.B. Generator, Elektromagnet

-
- Nutzung eines Effekts, z.B. Entladung zum Nachweis radioaktiver Strahlen oder Lichtbündelung zur Korrektur von Sehfehlern bei der Brille

3. Diagnostizieren

- EKG-Sensor beim GTR
- Blutdruckmessung
- Messung der Sehschärfe oder der Muskelkraft

4. Deuten, Erklären

- Totalreflexion
- Finsternisse
- Röntgenstrahlen
- Elektronenbeugung

6 Auswahl pädagogisch relevanter Themen

6.1 Schülervorstellungen einbinden

Der Unterricht sollte stets von den Schülervorstellungen ausgehen. Sind diese nicht weiter verwendbar, so muss der Unterricht das einsichtig machen. Können diese effektiv weiterentwickelt werden, so sollte der Unterricht diese Gelegenheit nutzen. Sind diese bereits fachgerecht, so müssen sie nur noch angemessen vernetzt werden. Insofern sollte man möglichst Beispiele wählen, die zum Thema passen und zu denen die SuS bereits gehaltvolle Vorstellungen haben. Das Thema Schülervorstellungen ist so wichtig, dass es hierzu eine eigene Fachsitzung gibt.



Abbildung 8: Die SuS können hören, dass alle Pendelschläge der Kugeln unterschiedlicher Massen gerade hörbar sind, wenn das Produkt aus der Höhe und der Masse der Kugel gleich ist. Demnach ist die $m \cdot g \cdot h$ eine hörbare Invariante, die Lageenergie.

6.2 Sinne einbinden

Seit Roger Bacon ist die Beobachtung eine wesentliche Säule der Naturwissenschaft (s. Störig (1985)). Der Körper hat bereits vielfältige Sinne, die teilweise sehr umfassende und genaue Beobachtungen ermöglichen. Diese Sinne sollten im Physikunterricht möglichst genutzt und geschult werden, denn sie stehen den SuS permanent zur Verfügung, machen die SuS selbstständig sowie kompetent und haben dadurch den allerhöchsten Wert (s. Carmesin (2014a,b,c); Carmesin u. a. (2015); Carmesin (2011, 2008, 2006, 2004b, 2003, 2001)).

Vorgefertigte oder gar wenig transparent Messgeräte sollten daher nur verwendet werden, wenn eine unmittelbar sinnliche Wahrnehmung nicht zielführend ist. Beispiele sind:

- Erkennung von Energiebeträgen mithilfe von Hören, Sehen und Tasten (s. Carmesin (2001)).
- Hörbarmachen der akustischen Unschärferelation (s. Plomer (2011))
- Sichtbarmachen der Unschärferelation im Teleskop
- Kräfte bei Hebeln und Federkraftmessern
- Zentripetalkräfte im Karussell (s. Carmesin (2004b))
- Gegenkräfte beim Skateboard
- Kräftegleichgewichte bei der Wippe
- Auftriebskräfte beim Schwimmen und Tauchen
- Druck beim Tauchen und bei spitzen Gegenständen
- Trägheit beim Anfahren oder Bremsen
- Interferenz und Schwebung beim Schall



Abbildung 9: Beim eigenhändigen Wickeln einer Schraubenfeder entwickeln die SuS Handlungskompetenzen und entdecken die eigenartigen Eigenschaften von Federstahldraht.

6.3 Handhabung einbinden

Seit Roger Bacon ist auch das Experiment eine wesentliche Säule der Naturwissenschaft (s. [Störig \(1985\)](#)). Der Körper hat bereits vielfältige Handlungsmöglichkeiten, die teilweise sehr umfassende und zielgerichtete Versuche ermöglichen. Diese Handlungsmöglichkeiten sollten im Physikunterricht möglichst genutzt und geschult werden, denn sie stehen den SuS permanent zur Verfügung, machen die SuS selbstständig sowie kompetent und haben dadurch den allerhöchsten Wert.

Vorgefertigte oder gar wenig transparent Versuchsgeräte sollten daher nur verwendet werden, wenn eine unmittelbare Handlung keinen zielführenden Versuch ermöglicht. Beispiele sind:

- Bau eines Elektrikkastens
- Bau eines Federkraftmessers
- Bau eines Elektromotors
- Bau eines Teleskops (s. [Carmesin \(2004a\)](#))
- Bau eines Elektroskops
- Bau und Anwendung einer Bogenwasserwaage (s. [Carmesin \(2004b\)](#))
- Aufnahme und Analyse von Flöten-, Orgelpfeifen-, Trompeten-, und Kontrabassklängen (s. [Carmesin \(2003\)](#))

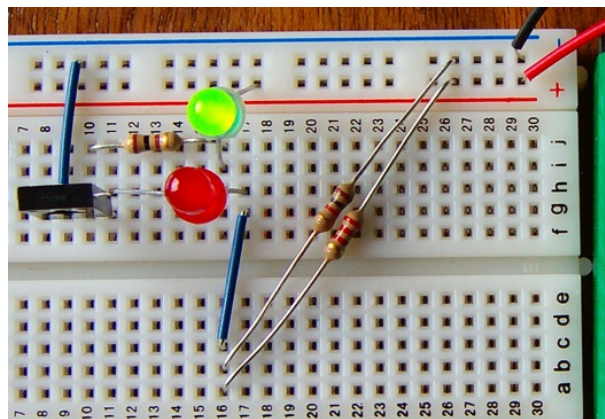


Abbildung 10: Die SuS können einen Transistor als Schalter einsetzen und so selbstständig das zentrale Element der digitalen Revolution und der Informationstechnologie bauen.

7 Aufgaben

1. Geben Sie zu den Prinzipien des kompetenzfördernden Unterrichts je ein Beispiel aus Ihrem Physikunterricht an.

-
2. Nennen Sie Gelegenheiten zur Entwicklung kommunikativer Kompetenzen während einer Physikstunde.
 3. Nennen Sie Gelegenheiten zur Entwicklung von Bewertungskompetenzen während einer Physikstunde.
 4. Vergleichen Sie die allgemeinen Kompetenzen mit den Kompetenzen, die das Kerncurriculum Physik vorsieht.

8 Zusammenfassung

Bei den Rahmenrichtlinien (s. [Reineke \(1997\)](#)) stehen die physikalischen Inhalte im Vordergrund. Dagegen stehen bei den Kerncurricula die SuS und deren Fähigkeiten und Einsichten im Fokus. Dieser neue Schwerpunkt stellt den Menschen bewusst in den Mittelpunkt, das können Sie begrüßen und in Ihrem Unterricht umsetzen. Zudem können Sie in Ihrem Unterricht die Kompetenzen der SuS anhand von gesellschaftlich und pädagogisch relevanten Themenbeispielen entwickeln. Auch diese Gelegenheit können Sie aufgreifen.

Ich wünsche Ihren SuS und Ihnen viele systematische oder kumulative fortschreitend strukturierte, anschlussfähige und progressive Kompetenzerlebnisse.

Literatur

- [Beime u. a. 2012] BEIME, Christa ; HOPPE, Petra ; HUMMES, Klaus-Peter ; VÖPEL, Karl-Heinz ; VOSS, Christine ; ZEMANN, Winfried: *Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule, Schuljahrgänge 5 - 10, Naturwissenschaften, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2012
- [Bleichroth u. a. 1999] BLEICHROTH, Wolfgang ; DAHNKE, Helmut ; JUNG, Walter ; KUHN, Wilfried ; MERZYN, Gottfried ; WELTNER, Klaus: *Fachdidaktik Physik*. 2. Köln : Aulis Verlag Deubner, 1999
- [Brüning u. a. 2010] BRÜNING, Thomas ; DÖTZER, Susanne ; ELSASSER, Wolfgang ; HEIKE, Christina ; JÜTTNER, Horst ; MICHALSKI, Regina ; MOORKAMP, Michael ; SUTTMAYER, Beate: *Rahmenrichtlinien für das Fach Naturwissenschaft in der Klasse 12 der Fachoberschule, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2010
- [Carmesin 2001] CARMESIN, Hans-Otto: Einführung des Energiebegriffs mit Hilfe menschlicher Sinnesorgane. In: NORDMEIER, Volker (Hrsg.) ; Deutsche Physikalische Gesellschaft (Veranst.): *Tagungs-CD Fachdidaktik Physik*. Berlin : DPG, 2001
- [Carmesin 2003] CARMESIN, Hans-Otto: Einführung der Wellenlehre mit Hilfe eines Kontrabasses. In: NORDMEIER, Volker (Hrsg.) ; Deutsche Physikalische Gesellschaft (Veranst.): *Tagungs-CD Fachdidaktik Physik*. Berlin : DPG, 2003

-
- [Carmesin 2004a] CARMESIN, Hans-Otto: Abbildungen mit Fresnel - Linsen im Physikunterricht einer achten Klasse. In: NORDMEIER, Volker (Hrsg.) ; OBERLÄNDER, Arne (Hrsg.) ; Deutsche Physikalische Gesellschaft (Veranst.): *Tagungs-CD Fachdidaktik Physik*, ISBN 3-86541-066-9. Berlin : Deutsche Physikalische Gesellschaft, 2004
- [Carmesin 2004b] CARMESIN, Hans-Otto: Messung von Beschleunigungen mit einer Bogenwasserwaage im Physikunterricht einer 11. Klasse. In: NORDMEIER, Volker (Hrsg.) ; OBERLÄNDER, Arne (Hrsg.) ; Deutsche Physikalische Gesellschaft (Veranst.): *Tagungs-CD Fachdidaktik Physik*, ISBN 3-86541-066-9. Berlin : DPG, 2004
- [Carmesin 2006] CARMESIN, Hans-Otto: Entdeckungen im Physikunterricht durch Beobachtungen des Himmels. In: NORDMEIER, Volker (Hrsg.) ; OBERLÄNDER, Arne (Hrsg.) ; Deutsche Physikalische Gesellschaft (Veranst.): *Tagungs-CD Fachdidaktik Physik*, ISBN 978-386541-190-7. Berlin : Deutsche Physikalische Gesellschaft, 2006
- [Carmesin 2008] CARMESIN, Hans-Otto: *Flamme brennt unter Wasser*. technopedia. <http://www.tecnopedia.de/index.php?id=119894079436354&experimentId=130781146387891&sid=0f2fd5304e4d7095c2022adc07ce509f>. Version: 2008
- [Carmesin 2011] CARMESIN, Hans-Otto: Entdeckungen mit dem Beschleunigungssensor. In: GLAS, Gerhard (Hrsg.) ; EUROPE, CASIO (Hrsg.) ; CASIO (Veranst.): *Casio forum 2011*. Norderstedt : CASIO, 2011
- [Carmesin 2014a] CARMESIN, Hans-Otto: Trägheitskraft - eine spannende Brücke zwischen lebensweltlichen Sinneseindrücken und der Newton'schen Mechanik. In: *MNU* 67/3 (2014), S. 176–181
- [Carmesin 2014b] CARMESIN, Hans-Otto: Trägheitskraft - eine spannende Brücke zwischen lebensweltlichen Sinneseindrücken und der Newton'schen Mechanik - ein Unterrichtsversuch I. In: *MNU* 67/5 (2014), S. 282–288
- [Carmesin 2014c] CARMESIN, Hans-Otto: Trägheitskraft - eine spannende Brücke zwischen lebensweltlichen Sinneseindrücken und der Newton'schen Mechanik - ein Unterrichtsversuch II. In: *MNU* 67/8 (2014), S. 478–485
- [Carmesin 2017] CARMESIN, Hans-Otto: *Vom Big Bang bis heute mit Gravitation: Model for the Dynamics of Space*. Berlin : Verlag Dr. Köster, 2017
- [Carmesin 2018a] CARMESIN, Hans-Otto: A Model for the Dynamics of Space - Expedition to the Early Universe. In: *PhyDid B, FU Berlin, hal-02077596* (2018), S. 1–9
- [Carmesin 2018b] CARMESIN, Hans-Otto: *Entstehung der Raumzeit durch Quantengravitation - Theory for the Emergence of Space, Dark Matter, Dark Energy and Space-Time*. Berlin : Verlag Dr. Köster, 2018
- [Carmesin 2019a] CARMESIN, Hans-Otto: A Novel Equivalence Principle for Quantum Gravity. In: *PhyDid B Internet Journal* (2019), S. 1–9

-
- [Carmesin 2019b] CARMESIN, Hans-Otto: *Die Grundsicherungen des Universums - The Cosmic Unification - With 8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions*. Berlin : Verlag Dr. Köster, 2019
- [Carmesin 2020] CARMESIN, Hans-Otto: *Wir entdecken die Geschichte des Universums mit eigenen Fotos und Experimenten*. Berlin : Verlag Dr. Köster, 2020
- [Carmesin u. a. 2015] CARMESIN, Hans-Otto ; KAHLE, Jens ; KONRAD, Ulf ; TRUMME, Torsten ; WITTE, Lutz ; HAGEDORN, Andreas: *Universum Physik 7 und 8*. Berlin : Cornelsen, 2015
- [Frenzel 2017] FRENZEL, Michael u. a.: *Kerncurriculum für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule - gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg, Physik, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2017
- [Gehmann 2015] GEHMANN, Kurt u. a.: *Kerncurriculum für das Gymnasium, Schuljahrgänge 5 - 10, Naturwissenschaften, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2015
- [Helmcke u. a. 2018] HELMCKE, Ben J. ; CARMESIN, Hans-Otto ; SPRENGER, Lennert ; BRÜNING, Paul: Three methods for the observation of the Big Bang with our school telescope. In: *PhyDid B* (2018), S. 55–60
- [Kircher u. a. 2001] KIRCHER, Ernst ; GIRWIDZ, Raimund ; HÄUSSLER, Peter: *Physikdidaktik*. 2. Berlin : Springer, 2001
- [Kultusministerkonferenz 2004] KULTUSMINISTERKONFERENZ: *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss der Kultusministerkonferenz, Dezember 2004
- [Lehmann u. Nieke 2011] LEHMANN, Gabriele ; NIEKE, Wolfgang: *Zum Kompetenz-Modell*. Download2011. www.iasp.uni-rostock.de/fileadmin/IAS/Prof._Nieke/Kompetenz_Modell.pdf. Version: 2011
- [Lersch 2007] LERSCH, Rainer: Kompetenzfördernd unterrichten. In: *Pädagogik* 12 (2007)
- [Mikelskis 2006] MIKELSKIS, Helmut: *Physik Didaktik*. Berlin : Cornelsen Skriptor, 2006
- [n24 2011] N24: *Blitz beim Vulkanausbruch*. Download2011. http://www.n24.de/media/_fotos/bildergalerien/vulkanausbrueche/vulkan_nicaragua_blitz_vulk.jpg. Version: 2011
- [Plomer 2011] PLOMER, Michael: *Heisenbergs Unbestimmtheitsrelation hörbar machen*. Verhandlungen DPG (VI) 46-2-2011, 2011
- [Reineke 1997] REINEKE, Vera: *Rahmenrichtlinien für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule - gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg, Physik, Niedersachsen*. Niedersächsisches Kultusministerium, 1997

[Sprenger u. Carmesin 2018] SPRENGER, Lennert ; CARMESIN, Hans-Otto: A Computer Simulation of Cosmic Inflation. In: *PhyDid B* (2018), S. 61–64

[Störig 1985] STÖRIG, Hans J.: *Weltgeschichte der Philosophie*. 4. Stuttgart : Kohlhammer, 1985

[Weinert 2002] WEINERT, Franz: *Leistungsmessung in Schulen*. Weinheim : Beltz Verlag, 2002