



## ANREGUNGEN ZUR SCHUL- UND UNTERRICHTSENTWICKLUNG 24/2016

DER KOMPETENZORIENTIERTE LEHRPLAN  
AM GYMNASIUM/FACHGYMNASIUM

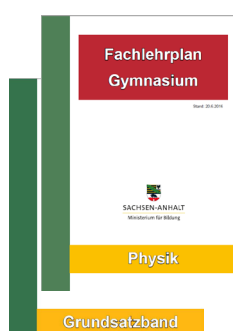
## Fachlehrplan Physik

Grundschule  
Sekundarschule  
Gemeinschaftsschule  
Gesamtschule  
Gymnasium  
Fachgymnasium  
Förderschule  
Berufsbildende SchuleFACHLEHRPLAN PHYSIK UND GRUNDSATZBAND – DIE FESTEN GRÖSSEN FÜR  
DEN PHYSIKUNTERRICHT

Seit 2003 waren die Rahmenrichtlinien Gymnasium Physik die curriculare Grundlage für die Planung und Gestaltung des Unterrichts. Diese werden nun ab dem Schuljahr 2016/2017 aufwachsend bis zum Schuljahr 2018/2019 (vgl. Zeitplan der Erprobung) durch den Fachlehrplan Physik und den für alle Fächer gültigen Grundsatzband ersetzt.

Das vorliegende Doppelblatt soll die Auseinandersetzung mit Grundsatzband und Fachlehrplan unterstützen und gleichzeitig anregen, die Dokumente im Kollegium zu diskutieren oder in den genannten Quellen nachzulesen.

## Mit den curricularen Vorgaben auseinandersetzen



Wer die curricularen Vorgaben im Fachlehrplan richtig verstehen und umsetzen will, der muss sich auch mit dem Grundsatzband auseinandersetzen. Dieses fächerverbindende Element des Gesamtlehrplans entfaltet die für alle Fächer in gleicher Weise gültige Begriffswelt zu „Kompetenzen“. Begriffe wie Kompetenz, Kompetenzmodell, -schwerpunkt oder

-bereiche wirken zunächst wie ein Theoriegebäude. Dieses zu erkunden, ist jedoch unerlässlich. Hierzu die Diskussion mit Kolleginnen und Kollegen anderer Fächer zu führen, ist ein wichtiger Schritt hin zu einem Verständnis der vorliegenden Dokumente. Die Tatsache, dass in den Kernfächern schon seit 2014/2015 danach unterrichtet wird, ist dafür sicher hilfreich.

Ständiges Arbeitsmaterial wird der Fachlehrplan sein. Dabei ist es erforderlich, sich nicht nur auf die Kompetenzschwerpunkte im Kapitel 3 oder sogar nur auf die jeweiligen grundlegenden Wissensbestände zu beschränken. Die im Kapitel 1 formulierten Ansprüche an den Physikunterricht sind genauso von Bedeutung wie ein Verständnis des Kompetenzmodells im Kapitel 2. Erst durch dieses wird deutlich, warum die

Anforderungen im Kapitel 3 in dieser Form gegliedert und formuliert sind. Diese Linienführung durch die Kapitel oder auch deren Verknüpfung sei an einem Beispiel (Abbildung 1) veranschaulicht.

Im Kapitel 1 (S. 4) heißt es unter *Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten* u. a., dass ...  
... die Schülerinnen und Schüler durch eigene Tätigkeit erfahren, dass naturwissenschaftliches Arbeiten Ausdauer und Kooperation erfordert und ebenso Kreativität, Intuition sowie Offenheit für neue Wege im Erkenntnisprozess gefragt sind.

Im Kapitel 2 (S. 8/9) wird als Endniveau im Bereich *Erkenntnisse gewinnen* beschrieben, dass Schülerinnen und Schüler u. a. ...  
... ausgewählte Experimente selbstständig planen, durchführen und auswerten

Im Kapitel 3 (S. 40) wird im Kompetenzschwerpunkt *Dynamik der Punktmasse* u. a. folgende Kompetenz formuliert: Schülerinnen und Schüler können ...  
... hypothesengeleitete Experimente zur Reibung und zu Stoßvorgängen planen, durchführen und auswerten

## Abbildung 1: Beispiel für Linienführung im Fachlehrplan

Hierbei wird die Logik deutlich – vom Anspruch bzw. den Zielen insbesondere im Hinblick auf ein Hochschulstudium und lebenslanges Lernen (Kap. 1) über das fachliche Konzept (Kap. 2) zu an einen konkreten Inhalt gebundenen fachspezifischen Kompetenzen (Kap. 3). Schulinterne und persönliche Planungen für den Unterricht sollten das berücksichtigen.

## Impressum

Herausgeber: Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt (LISA)

Autor: Gunnar Junge

© ⓘ ⓘ Sie dürfen das Material weiterverbreiten, bearbeiten, verändern und erweitern. Sie müssen den Urheber nennen und kennzeichnen, welche Änderungen sie vorgenommen haben. Sie müssen das Material und Veränderungen unter den gleichen Lizenzbedingungen weitergeben.

Alle bisher erschienenen Informationsblätter finden Sie auch auf dem Bildungsserver Sachsen-Anhalt unter: [www.bildung-lsa.de/lisa-kurz-texte](http://www.bildung-lsa.de/lisa-kurz-texte)

## Das Gemeinsame der Fächer verinnerlichen

Alle Fächer arbeiten gemeinsam an Schlüsselkompetenzen. Der Grundsatzband formuliert als fächerübergreifenden Anspruch: „Schlüsselkompetenzen sind immanente Bestandteile gymnasialer Bildung ..., basieren auf Beschlüssen und Empfehlungen der KMK sowie der EU und des Europaparlamentes“<sup>1</sup>. Es ist richtig, dass einzelne Fächer an der Entwicklung einzelner Schlüsselkompetenzen verstärkt wirken. Im Falle von Physik sind das besonders die *Naturwissenschaftlich-technische Kompetenz* und die *Mathematische Kompetenz*. Doch auch für die Entwicklung der anderen Schlüsselkompetenzen ist das Fach Physik entsprechend den sich bietenden Möglichkeiten gefordert. Ein Ansatz sind die Schnittmengen zwischen den fachspezifischen Kompetenzen und den Schlüsselkompetenzen. Wer als Lehrkraft Kompetenzentwicklung z. B. im Bereich Kommunizieren ernst nimmt, der sorgt auch im Physikunterricht für die Entwicklung von Sprach- und Medienkompetenz. So braucht es für die Entwicklung von Schlüsselkompetenzen nur bedingt separate Unterrichtszeit. Der Prozess vollzieht sich jedoch nicht automatisch, will immer wieder neu berücksichtigt werden, auch als Teil der Kompetenzfeststellung.

Der Fachlehrplan beschreibt den Physikunterricht als Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts (vgl. FLP S. 5). Astronomie, Biologie, Chemie und Physik haben grundsätzlich die uns umgebende und von uns gestaltete Natur zum

Gegenstand und setzen sich in vergleichbarer Weise mit ihr auseinander. Damit begründen sich das gemeinsame Kompetenzmodell und die gleiche Gliederung der Kompetenzerwartungen.



Die Voraussetzungen, um Schülerinnen und Schülern aus verschiedenen Perspektiven ein zeitgemäßes Bild von der Natur (dem Wesen) der Naturwissenschaften (Natur of science – NOS) zu vermitteln, sind gegeben. Dabei sollten u. a. folgende Positionen (vgl. Dominik Ertl, Kernaspekte<sup>2</sup>) Beachtung finden:

- Naturwissenschaftliches Wissen ist vorläufig.
  - Naturwissenschaftliches Wissen basiert auf Datenerfassung und -auswertung.
  - Naturwissenschaftliches Wissen hat subjektive Züge.
  - Naturwissenschaften sind kreativ.
  - Naturwissenschaftlicher Unterricht soll Lernende auch befähigen, zwischen Beobachtungen und Schlussverhalten sowie zwischen Theorie und Gesetz zu unterscheiden.
- Es ist wichtig, die Physik, deren Erkenntnisse und Erkenntnisprozesse im Unterricht auch so darzustellen und damit den Schülerinnen und Schülern ein zeitgemäßes Bild von der Naturwissenschaft Physik zu vermitteln. Auf diese Weise wird es gelingen, den Blick zu weiten und dies auch zum gemeinsamen Anspruch naturwissenschaftlichen Unterrichts zu machen.

## FACHSPEZIFISCHES – HINWEISE UND ANREGUNGEN

### Experimentieren – immer wieder eine Herausforderung

Experimentieren gehört zum Kernbestand des Physikunterrichts und ist organisatorisch immer wieder eine Herausforderung. Obwohl das Experimentieren nicht per se guten Physikunterricht garantiert, unterstützt es den Kompetenzerwerb. In diesem Sinne sind neue Elemente in den Fachlehrplan aufgenommen worden.

Es gibt verbindliche Schülerexperimente, ...  
... die im Kapitel 3 des Fachlehrplans je Kompetenzschwerpunkt ausgewiesen sind. Verbindlich meint, dass diese Experimente von jeder Schülerin und jedem Schüler durchzuführen sind (vgl. auch FLP S. 16). Dieser Anspruch wurde von vielen Lehrkräften, die sich in der Anhörung zum Fachlehrplan geäußert haben, begrüßt. Die Verbindlichkeit ergibt sich weniger aus „das sollte jeder Schüler mal gemacht haben“. Sie sind vielmehr deshalb verbindlich, weil sie besonders geeignet erscheinen, den Prozess der Kompetenzentwicklung zu unterstützen. Ein Beispiel dafür zeigt Tabelle 1.

Es gibt verschiedene Bezüge zwischen den verbindlichen Experimenten und den zu entwickelnden Kompetenzen. Während im Bereich *Erkenntnisse gewinnen* der Anspruch

an Planung, Durchführung und Auswertung vorgegeben ist, besteht zu den Kompetenzen der anderen Bereiche die inhaltliche Verbindung. Dabei bleibt der Lehrkraft über die Variation von Aufgabenstellungen, Versuchsaufbauten oder individuellem Weiterarbeiten mit Ergebnissen ausreichend Spielraum für die konkrete unterrichtliche Umsetzung der Experimente. Am Grundsatz ändert sich nichts – Ziel sind die Kompetenzen – im Prozess diese zu entwickeln, sind die genannten Experimente verbindlich.

Bereich <i>Erkenntnisse gewinnen</i>
• Experimente zum gegenseitigen Einwirken von Körpern planen sowie nach Vorgaben durchführen und auswerten
Bereich <i>Fachwissen erwerben und anwenden</i>
• die Erfahrbarkeit einer Kraft durch Wirkungen beschreiben
• die mechanische Arbeit für einfache Fälle berechnen
Bereich <i>Kommunizieren</i>
• das Prinzip der Kraftmessung erläutern
• Kräfte mit Kraftpfeilen darstellen und deren Länge und Richtung als Kraftbetrag und Krafrichtung interpretieren
<i>Verbindliche Schülerexperimente</i>
• Kraftbetrag und Krafrichtung
• Hooke`sches Gesetz
• Einfache kraftumformende Einrichtungen

Tabelle 1: Schuljahrgänge 7/8, Kräfte und ihre Wirkungen

<sup>1</sup> Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen – ein europäischer Referenzrahmen; <http://www.kompetenzrahmen.de/files/europaischekommission2007de.pdf>

<sup>2</sup> Dominik Ertl, Uni Wien; <https://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/131/s16.pdf>

Durchaus bekannte Fakten<sup>3</sup> zum Einsatz und zur Wirksamkeit von Experimenten betreffen auch die verbindlichen Schülerexperimente. Lehrkräfte sind aufgefordert, diese und weitere Experimente in ihrer didaktisch-methodischen oder auch pädagogisch-psychologischen Funktion zu überdenken. Auch bei verbindlichen Schülerexperimenten kann es darum gehen, Erfahrungen bereitzustellen, Phänomene zu veranschaulichen oder auch einfach zu motivieren und Interesse zu wecken.

Im Rahmen einer Untersuchung wurde festgestellt, dass etwa die Hälfte der Unterrichtszeit im Kontext experimentellen Handelns stattfindet<sup>4</sup>. Umso mehr kommt es auf die richtige Einbindung des Experiments an. Genau das sollte die Zielstellung sein, wenn auch die verbindlichen Schülerexperimente geplant werden.

### Verbindliche Praktika ...

... wurden neu in den Fachlehrplan aufgenommen. Diese sind als Experimentalpraktika für den Schuljahrgang 10 sowie für den Schuljahrgang 12 vorgesehen. Die Zielstellungen weist der Fachlehrplan auf S. 13 aus. Für die Praktika gibt es keine Vorgaben im Sinne von konkreten durchzuführenden Experimenten. Vorgabe sind auch hier zu entwickelnde Kompetenzen.

Es ist unentbehrlich, die Umsetzung der Praktika in die schulinterne Planung bzw. langfristige Planung der einzelnen Lehrkraft einzubeziehen. In der Regel werden die Praktika einen separaten Zeitraum im Schuljahr einnehmen, vorzugsweise auch gegen Ende des Schuljahres. Da das Konzept des Lehrplans nicht vorschreibt, in welcher Reihenfolge und Abgeschlossenheit die Kompetenzschwerpunkte den Unterricht strukturieren, gibt es auch für die Praktika keine Vorgabe. Insofern bestehen Freiräume, schulinterne Gegebenheiten (Bestand an Experimentiergeräten, Abstimmung zwischen Parallelklassen, Interessen der Lernenden, territoriale Bezüge, Unterstützungsangebote aus Betrieben) zu berücksichtigen.

Wichtig ist, dass Schülerinnen und Schüler die Praktika nicht als das Abarbeiten vorgegebener Anleitungen und Algorithmen oder als „Sammelbecken“ übers Jahr nicht durchgeführter Experimente erleben.

Studien zeigen, dass Experimente noch zu oft dazu dienen, neue Inhalte vorzustellen. Sie werden kaum in problemlösender Funktion beobachtet. Doch gerade das ist es, worauf der Fachlehrplan zielt. Und deshalb sollte das Praktikum vor allem von solchen Experimenten getragen werden, bei denen das Problemlösen im Vordergrund steht, Kreativität gefordert ist und Freiräume für individuelle Wege beim Experimentieren gegeben sind.

### Die Inhalte – warum gerade diese?

Bei einer Neugestaltung der curricularen Vorgaben gehören auch die Inhalte eines Faches auf den Prüfstand. Im Ergebnis

<sup>3</sup> [http://www.uni-regensburg.de/physik/didaktik-physik/medien/VeranstMat/PrfgVorbUFP/exp\\_im\\_phunt\\_-\\_info\\_-\\_neu\\_-\\_jr.pdf](http://www.uni-regensburg.de/physik/didaktik-physik/medien/VeranstMat/PrfgVorbUFP/exp_im_phunt_-_info_-_neu_-_jr.pdf)

<sup>4</sup> Fadime Karaböcek, Roger Erb, Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

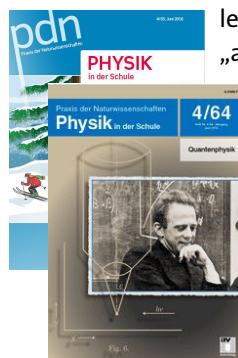
gibt es zwei umfangreichere Veränderungen, die die Thermodynamik sowie die Quantenphysik betreffen und als solche im Rahmen der Anhörung zum FLP vielfach hinterfragt wurden. Diesen Veränderungen geht ein intensiver Diskussionsprozess voraus. Einige Aussagen dazu sollen hier wiedergegeben werden.

Natürlich wurde im Prozess der Erarbeitung des Fachlehrplans Physik auch geprüft, welche Inhalte in anderen Bundesländern die Qualifikationsphase bestimmen. Dabei wurde festgestellt, dass (bis auf zwei Ausnahmen) die Thermodynamik in anderen Bundesländern nicht mehr Gegenstand der Qualifikationsphase ist. Argumente pro Thermodynamik (Wert der Schülerexperimente, Vorleistung für Ingenieurstudium usw.) sind gut nachvollziehbar. Dennoch macht eine Ausrichtung der Inhalte auf die Physik des 20. Jahrhunderts auch Streichungen erforderlich. Wie sich die bis 2020 zu erarbeitenden Bildungsstandards dazu positionieren, ist offen. Eine auf die dann gültigen Bildungsstandards bezogene Anpassung des Fachlehrplans wird bei Bedarf stattfinden.

Zum Anspruch und zu Inhalten der Kompetenzschwerpunkte zur Quantenphysik wurden im Rahmen der Anhörung Anregungen gegeben, aber auch Kritik und Bedenken geäußert. Die hier zu entwickelnden Kompetenzen sind natürlich anspruchsvoll und stellen viele Lehrkräfte vor neue Herausforderungen. Vielfach wurde darauf hingewiesen, dass dazu Fortbildungen erforderlich sind. Im Schuljahr 2017/2018 werden unterrichtsfachbezogenen Lehrerfortbildungsveranstaltungen stattfinden, die die Umsetzung dieser beiden Kompetenzschwerpunkte (erstmalig im Schuljahr 2018/2019) zum Schwerpunkt haben. Die fachlichen Voraussetzungen zu schaffen, ist das eine. Genauso wichtig ist es, den Wert der Quantenphysik für den gesamten Physiklehrgang zu erkennen. Interessante Ansätze und Standpunkte dazu liefern u. a. zwei Themenhefte der Zeitschrift „Physik in der Schule“ 4/64 und 4/65.

Die Quantenphysik wird darin als eine „mutige Reise ins Unbekannte“ beschrieben, bei welcher Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler durchaus Interesse „an den ungewöhnlichen Sichtweisen und Verrücktheiten im Bereich der Quanten“ finden. Es wird hervorgehoben, dass durch diesen Charakter „die Quantenphysik und ihre Interpretation für die bildende Wirkung der Physik geeignet sind“ und dass „in der Diskussion über sie erhebliches didaktisches Potenzial liegt“.

Sollte dennoch Unsicherheit bei der Auseinandersetzung mit der Quantenphysik und den damit verbundenen Lehrplananforderungen herrschen, dann hilft vielleicht die Aussage von Niels Bohr: „Denn wenn man nicht zunächst über die Quantentheorie entsetzt ist, kann man sie doch unmöglich verstehen haben.“<sup>5</sup>



<sup>5</sup> Mitgeteilt von Werner Heisenberg in: „Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik“. R. Piper & Co., München, 1969, S. 280

## Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge – auch im Physikunterricht

Die Diskussion, in welchem Maße und mit welchen Zielstellungen der Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge für den (Physik-)Unterricht erforderlich und möglich ist, soll zunächst durch einige Argumente angereichert werden.

In einer Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft<sup>6</sup> heißt es auf S. 108: „Die Schule darf nicht ignorieren, dass Schülern die digitale Welt eine selbstverständliche Realität ist“ und „dass die Annahme, heutige Jugendliche würden durch das Aufwachsen in einer von Technologien geprägten Welt automatisch zu kompetenten Nutzern digitaler Medien, nicht zutrifft“.

Eine weitere Studie im Auftrag der Bertelsmann Stiftung zur Frage „Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht“<sup>7</sup> kommt u. a. zu folgenden Ergebnissen:

- Lernfördernde Wirkungen digitaler Medien in Lernprozessen sind belegt, allerdings nicht im Hinblick auf einzelne Medienangebote noch auf spezifische Schülergruppen noch auf spezifische Fächer.
- Der Blick ist nicht auf das technische Medium selbst zu richten, sondern darauf, in welchem Lehr-Lernszenario es zum Einsatz kommt. Es geht darum, derartige Szenarien zu entwickeln, und nicht darum, ob nun das Tablet oder das analoge Messgerät gewinnbringender ist.
- Es bedarf einer offenen und gegenüber technischen wie didaktischen Entwicklungen aufgeschlossenen Grundhaltung sowie medienpädagogischer Kompetenzen der Lehrkräfte und der sonstigen Verantwortlichen im Bereich Bildung.

Beim Blick in das Kapitel 3 des Fachlehrplans wird man feststellen, dass die konkreten Vorgaben für den Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge überschaubar sind. Unter den Voraussetzungen, dass man als Lehrkraft von der Notwendigkeit überzeugt ist, es den persönlichen Gewohnheiten entspricht und die entsprechenden Fähigkeiten gegeben sind, bestehen alle Freiheiten, derartige Lehr-Lernszenarien zu kreieren und im Unterricht umzusetzen. Unabhängig davon bleibt der Gebrauch digitaler Medien und Werkzeuge für die Schülerinnen und Schüler Lebenswirklichkeit, der es sich gemeinsam zu stellen gilt.

## Physikunterricht zwischen Fachsystematik und Kontextorientierung

Der Fachlehrplan verzichtet bis auf wenige Ausnahmen im Kapitel 3 auf Vorgaben, in welchem sinnstiftenden Kontext die jeweilige Kompetenz vorzugsweise zu entwickeln ist. Gleichzeitig fordert er auf S. 16 unter „Hinweise zur Darstellung der Kompetenzschwerpunkte“ zur Einbettung fachlicher Zusammenhänge in geeignete Kontexte auf. Das ist kein Widerspruch, sondern verweist auf das Zusammenspiel von Fachsystematik und Alltagsbezug sowie darauf, Physik nicht jenseits der realen Welt zu betreiben.

<sup>6</sup> <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien/schulstudie-2016/schulstudie-hauptteil.pdf>

<sup>7</sup> [https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie\\_IB\\_Wirksamkeit\\_digitale\\_Medien\\_im\\_Unterricht\\_2014.pdf](https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf)

Eine interessante Argumentation rund um die Kontextorientierung des Physikunterrichts liefern Müller<sup>8</sup> und darauf aufbauend Duit im PIKO-Brief 5<sup>9</sup>. Sie setzen sich mit der Frage auseinander, wo sich erfolgreicher Physikunterricht zwischen Fachsystematik und Kontextorientierung positionieren sollte. Im Ergebnis kommen sie dazu, dass neben den bekannten Argumenten für das eine oder das andere auch Probleme deutlich werden.

Und wie sieht der Königsweg aus? Dieser besteht auch hier in der Verknüpfung von Fachsystematik und Kontextorientierung. Das ist gemeint, wenn von der „Einbettung fachlicher Inhalte in sinnstiftende Kontexte“ gesprochen wird. Wichtig ist, diese Verknüpfung konsequent zu betreiben. Es reicht nicht aus, anhand einer Alltagssituation in den Unterricht einzusteigen und diese dann für den weiteren Verlauf „zu den Akten zu legen“. Wer Kompetenzorientierung ernst nimmt, weiß, dass es um das erfolgreiche Handeln in genau diesen Alltagssituationen geht. Kompetenzorientierter Unterricht ohne authentischen Kontext ist nicht echt. Hertel<sup>10</sup> spricht in einem Vortrag von den drei Dimensionen im Physikunterricht (vgl. Abbildung 2), wobei eine Dimension den Kontext meint.

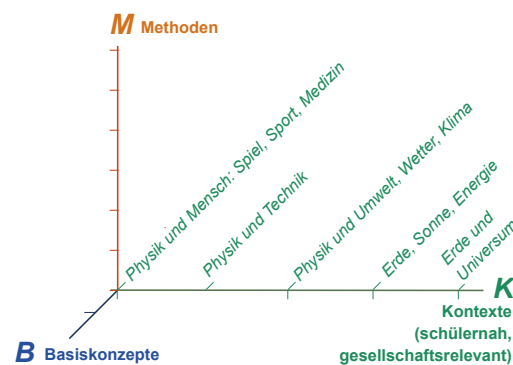


Abbildung 2: Drei Dimensionen im Physikunterricht<sup>10</sup>

Während die Fachlehrpläne anderer Länder mögliche Kontexte ausweisen, war das u. a. mit dem Ziel, schulspezifische Gestaltungsmöglichkeiten zu eröffnen, durch das Konzept zur Erstellung der Fachlehrpläne nicht vorgesehen. Nutzen Sie Ihre didaktische Erfahrung, aktuelle und schulspezifische Gegebenheiten, Interessen und Begabungen bei Schülerinnen und Schülern, um die geeigneten Kontexte zu finden. Über Fortbildung und Begleitmaterial sollte es gelingen, gute Beispiele zusammenzutragen.

Damit ist der Blick gerichtet auf das, was vor uns liegt. Bei der Umsetzung des Lehrplans wünschen wir Elan und Erfolg.

<sup>8</sup> Rainer Müller, Physik in interessanten Kontexten, Handreichung für die Unterrichtsentwicklung, 2006; <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>

<sup>9</sup> PIKO-Briefe; <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>

<sup>10</sup> Prof. Dr. Ingolf Hertel (Berlin): Physik in der Schule neu denken!, Zur Schulstudie der DPG 2016, Vorstellung bei der Heisenberg-Gesellschaft, Schloss Waldhausen, 9. Juli 2016; [http://www.heisenberg-gesellschaft.de/uploads/1/3/5/3/13536182/workshop2016\\_hertel\\_praesentation.pdf](http://www.heisenberg-gesellschaft.de/uploads/1/3/5/3/13536182/workshop2016_hertel_praesentation.pdf)