

Mindestanforderungskatalog Physik

Hanno Käß¹, Tilmann Berger², Manuela Boin³, Kim Fujan⁴, Marc Güßmann⁵, Edme H. Hardy⁶,
Florian Karsten⁷, Gerrit Nandi⁸, Ronny Nawrodt⁹, Carsten Raudzis¹⁰, Ina Rieck¹¹,
Florian Schifferer¹², Stefan Schwarzwälder¹³, Stefanie Walz¹⁴

¹Hochschule Esslingen, ²Gymnasium Renningen, ³TH Ulm, ⁴Gewerbliche Schule Ehingen, ⁵Lessing-Gymnasium Winnenden, ⁶MINT-Kolleg KIT Karlsruhe, ⁷Seminar Stuttgart, ⁸DHBW Heidenheim, ⁹Universität Stuttgart, ¹⁰Hochschule Reutlingen, ¹¹Grafenbergschule Schorndorf, ¹²Gewerbliche Schule Göppingen, ¹³Carl-Engler-Schule Karlsruhe, ¹⁴Gertrud-Luckner-Gewerbeschule Freiburg
hanno.kaess@hs-esslingen.de

Kurzfassung

Erstsemester im Bereich der WiMINT-Studiengänge (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Baden-Württemberg haben zu Studienbeginn sehr heterogene Kenntnisse in Mathematik und Physik. Dies erschwert den Übergang Schule–Hochschule. Die Arbeitsgruppe „cosh Mathematik“ hat hier 2012 mit ihrem Mindestanforderungskatalog Pionierarbeit geleistet. Er beschreibt mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten, die Erstsemester zur erfolgreichen Aufnahme eines WiMINT-Studiums besitzen sollten. In Analogie dazu wurde nun 2019 eine paritätisch aus den Bereichen Schule und Hochschulen zusammengesetzte Arbeitsgruppe „cosh Physik“ gegründet. Die Vorarbeiten der HAWen an einem Mindestanforderungskatalog Physik wurden von ihr weitergeführt und im Oktober 2021 zu einem Abschluss gebracht. Der Beitrag stellt den damit erreichten Stand vor.

1. Ausgangssituation

Lehrende in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Baden-Württemberg haben schon seit längerer Zeit den subjektiven Eindruck, dass die zu Studienbeginn vorhandenen Vorkenntnisse der Studierenden im ersten Semester eher abnehmen. Ihrem Eindruck nach betrifft dies insbesondere die Fächer Mathematik und Physik [1].

Der objektive Nachweis dieser vielen persönlichen Einschätzungen ist schwierig. Während in der Mathematik eine Reihe von HAWen selbst entwickelte Tests zur Erhebung der Kenntnisse bei Studienbeginn einsetzen, erfolgt dies für Physik in der Regel nicht.

Nur im Bereich der Universitäten wurde 2013 in einer vergleichenden Untersuchung eine umfassende Bestandsaufnahme der Eingangskenntnisse von Erstsemestern im Studiengang Physik an 24 Standorten durchgeführt und mit dem Kenntnisstand von 1978 verglichen. Das Ergebnis war, dass die Kenntnisse in Mathematik – bei Verschiebungen zwischen den Teilgebieten – etwa gleichgeblieben sind, während sie in Physik über alle Teilgebiete hinweg abgenommen haben [2]. Leider existiert bis heute keine vergleichbar breite Untersuchung für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge an HAWen, weder auf Bundesebene noch in Baden-Württemberg.

Eigene Erhebungen der Eingangskenntnisse in Physik von Erstsemestern im Studiengang Maschinenbau wurden an der Hochschule Esslingen ab dem WS

2016/17 durchgeführt (teilweise publiziert in [3], [4]). Wegen der Corona-Situation konnten die Tests zwar nicht über das WS 2019/20 hinaus in gleicher Weise weitergeführt werden. Aber schon im Verlauf dieser sieben Semester ergab sich tendenziell eine leichte Abnahme des Kenntnisstands. Neben diesem Trend zeigte sich, dass das Testresultat für Studierende mit der Hochschulzugangsberechtigung „Allgemeine Hochschulreife“ durchweg besser ausfiel als für solche mit einer „Fachhochschulreife“.

Diese Testergebnisse der Hochschule Esslingen illustrieren eine weitere fundamentale Herausforderung im Studieneingangsbereich: Es ist ein erklärtes Ziel der Bildungspolitik, allen daran Interessierten den Zugang zu einem Studium zu ermöglichen und dafür auch neue Wege an die Hochschulen zu öffnen. So kann heute in Baden-Württemberg die Hochschulreife neben dem klassischen Weg über ein allgemeinbildendes Gymnasium zum Beispiel auch über ein berufliches Gymnasium, eine Gemeinschaftsschule, ein Berufskolleg mit nachfolgender Berufsoberschule, eine Fachschule und die Berufsoberschule sowie über Berufsaufbauschule und Berufsoberschule erworben werden. Hinzu kommt die stetig wachsende Zahl der Studierenden ohne klassische Hochschulzugangsberechtigung [5]. Es ist natürlich sehr zu begrüßen, dass es alle diese Wege an die Hochschulen gibt, wobei dies dann in den allermeisten Fällen die HAWen sind. Allerdings führt dies auch zu einer erheblichen Heterogenität der Kenntnisse bei Aufnahme des Studiums. Daraus folgt für viele Erstsemester, dass die Passung

zwischen ihrer schulischen Vorbildung und den Anforderungen im nachfolgenden Studium nicht optimal ist. Die Spanne reicht dabei von Problemen beim Studieneintritt bis hin zum Studienabbruch [6].

Auch ohne weitere Erhärtung durch flächendeckende, quantitative Erhebungen an HAWen bleiben also zwei generelle Trends für den mittleren Kenntnisstand im Bereich Physik bei den Erstsemestern der WiMINT-Studiengänge zum Zeitpunkt der Studienaufnahme festzuhalten: Der Kenntnisstand nimmt ab und wird aufgrund der vielen Wege an die Hochschulen zunehmend heterogener.

2. Mindestanforderungskatalog – HAW-Version

Vor diesem Hintergrund hatten Lehrende für Physik verschiedener HAWen in Baden-Württemberg schon 2012 begonnen, im Rahmen von semesterweisen Arbeitstreffen die schulspezifischen Bildungspläne für Physik und die sich daraus ergebenden Folgerungen für den Übergang Schule–Hochschule zu diskutieren. Im Lauf der Zeit stellte sich heraus, dass es für die Aufnahme eines Ingenieurstudiums an einer HAW sinnvoll ist, analog zu dem Vorgehen in der Mathematik die folgende Leitfrage zu formulieren: *Welche Vorkenntnisse in Physik sind für den erfolgreichen Start in ein (WiMINT) Studium an einer HAW notwendig?* Wie in [7] beschrieben, entstand davon ausgehend in der folgenden Zeit bis Ende 2018 ein aus fünf Kapiteln bestehender Mindestanforderungskatalog. Im Unterschied zur Mathematik beruhte er in dieser Form im Wesentlichen auf der Perspektive der beteiligten HAW-Kolleginnen und -Kollegen.

3. Mindestanforderungskatalog – cosh-Version

Eine Verbesserung der Situation am Studieneingang mit dem Ziel, dass weniger Erstsemester an den Anforderungen der Hochschulen scheitern, erfordert die Kooperation beider Seiten, Schule und Hochschule. Diese Erkenntnis führte zu dem cosh-Ansatz (cosh = COoperation Schule Hochschule): Lehrende aus Schulen und Hochschulen mit dem gemeinsamen Ziel, Studieninteressierte bei dem Übergang Schule–Hochschule zu unterstützen, arbeiten gemeinsam und gleichberechtigt zusammen.

Dies, um zuerst einmal eine gemeinsame Sicht herzustellen und um dann davon ausgehend Maßnahmen und Angebote zu entwickeln. Hier hat die Arbeitsgruppe „cosh–Mathematik“ in ihrem Fachgebiet Pionierarbeit geleistet. Bekanntestes Resultat ihrer Aktivitäten ist der 2012 erstmals publizierte Mindestanforderungskatalog Mathematik. Er definiert, welche Eingangskenntnisse bei Studienbeginn vorhanden sein sollten, damit der Einstieg in ein WiMINT-Studium voraussichtlich einigermaßen problemlos gelingt [8].

In Kenntnis dieser Aktivitäten war schon bei Erstellung der HAW-Version des Mindestanforderungskatalogs Physik allen daran Beteiligten bewusst, dass der nächste logische Schritt eine Weiterentwicklung im Sinne des cosh-Ansatzes sein musste.

Mit diesem Ziel wurde – in Anlehnung an das seinerzeitige Vorgehen in der Mathematik – eine Arbeitsgruppe zusammengestellt, in der alle Seiten vertreten sind. Eine Zwischenstufe konnte dabei sogar übersprungen werden: Die Arbeitsgruppe „cosh–Mathematik“ wurde 2002 von Mathematikerinnen und Mathematikern aus HAW und beruflichem Schulbereich gegründet. 2010 erfolgte dann eine Erweiterung um Mitglieder aus allgemeinbildendem Gymnasium, Universität, Dualer Hochschule und Pädagogischer Hochschule. In der am 12. Juli 2019 gegründeten Arbeitsgruppe „cosh–Physik“ – den Autorinnen und Autoren dieses Artikels – waren dagegen von Beginn an beruflicher Schulbereich, allgemeinbildendes Gymnasium, HAW, Duale Hochschule und Universität vertreten (die aktuelle Zusammensetzung beider Arbeitsgruppen, Physik und Mathematik, ist auf der Website von cosh zu sehen [9]).

Nach der Gründung der Arbeitsgruppe galt es zuerst, sich über das mit dem Mindestanforderungskatalog verfolgte Ziel klar zu werden: Er sollte den von beiden Seiten – Schulen und Hochschulen – in gleicher Weise und aus Überzeugung getragenen Konsens dokumentieren, welche Vorbildung im Bereich Physik die Studierenden zu Beginn eines WiMINT-Studiengangs haben sollten, um ihr Studium ohne große Schwierigkeiten erfolgreich aufnehmen zu können.

Dieser Mindestanforderungskatalog bietet dann über daran ausgerichtete (Selbst-)Tests die Möglichkeit, fehlende Vorkenntnisse Studieninteressierter festzustellen, idealerweise noch geraume Zeit vor ihrem Schulabschluss. In einem weiteren Schritt können davon ausgehend auch Hilfs- und Unterstützungsmaßnahmen wie etwa (Selbst-)Lernmaterialien angeboten werden. Die Auswahl und Erarbeitung solcher Werkzeuge und Materialien erfolgt im Rahmen der laufenden cosh-Aktivitäten und dies wird auch weiterhin ein Ziel der Arbeitsgruppe „cosh–Physik“ sein.

Grundlage für alles ist der Mindestanforderungskatalog. Die Arbeitsgruppe stellte bald fest, dass die Konzeption der HAW-Version beibehalten werden sollte. So umfasst er auch in der cosh-Version fünf Kapitel:

- Grundlagen
- Mechanik
- Elektrizität und Magnetismus
- Wärmelehre
- Optik

Diese wurden gegenüber der HAW-Version in einigen Teilgebieten etwas erweitert. So werden im Kapitel „Grundlagen“ (das vorher die Überschrift „Allgemeine physikalische Kompetenzen“ trug) nun auch explizit skalare und vektorielle Größen angesprochen. Das Kapitel „Mechanik“ enthält jetzt zusätzlich Impulserhaltung und Rückstoß sowie Wellen. Und im Kapitel „Wärmelehre“ wurde der 1. Hauptsatz in seiner Deutung als erweiterter Energieerhaltungssatz unter Berücksichtigung der Wärme mit aufgenommen. Dabei wird die Wärme nicht strikt von der Ar-

beit abgegrenzt, sondern als übertragene Energie angesehen. Da es hier um Mindestanforderungen geht, wird davon ausgegangen, dass der Unterschied zwischen Zustands- und Prozessgrößen erst später an der Hochschule eingeführt wird, wo dann auch der Wärmebegriff zu präzisieren wäre. Alle Erweiterungen wurden nach intensivem Austausch beider Seiten – Schule und Hochschule – vorgenommen. Dies ist ein gutes Beispiel dafür, wie die Perspektiverweiterung durch die Bildung der gemeinsamen Arbeitsgruppe „cosh-Physik“ zu einem Ergebnis im Konsens geführt hat.

Aus dem gleichen Grund – es geht um Mindestanforderungen – war sich die Arbeitsgruppe auch darüber einig, dass die in der HAW-Version vorgenommene Auswahl der Themengebiete beibehalten werden soll. Somit waren keine weiteren Bereiche zu ergänzen, wie beispielsweise Atomphysik.

Die immer gleiche Struktur der einzelnen Kapitel wurde ebenfalls beibehalten:

- Zuerst werden die zugehörigen Kompetenzen und Anforderungen stichwortartig aufgeführt.
- Dann werden diese Anforderungen anhand beispielhafter Fragestellungen erklärt, deren Beantwortung die jeweils angesprochenen Kenntnisse erfordern. Der Aufbau des Mindestanforderungskatalogs Physik ist damit weiterhin völlig analog zu der bewährten Grundstruktur des Mindestanforderungskatalogs Mathematik.

Es sei nochmals unterstrichen, dass diese exemplarischen Fragen nicht als Prüfungsaufgaben zu verstehen sind. Dennoch führten die intensiven Diskussionen in der Arbeitsgruppe bezüglich der beispielhaften Aufgaben zu einer ganz wesentlichen Erweiterung des Mindestanforderungskatalogs. Auf Wunsch der Schulseite wurden nun für alle Aufgaben Erwartungshorizonte erstellt, also jeweils passende Lösungsvorschläge formuliert. Wo es angebracht schien, sind zudem weitere Hinweise zur Bearbeitung gegeben.

4. Einige beispielhafte Abschnitte:

Im zweiten Kapitel „Mechanik“ werden folgende Themenbereiche angesprochen:

- Kinematik
- Statik und Dynamik
- Erhaltungssätze
- Schwingungen und Wellen

In den jeweiligen Abschnitten werden sie in Unterpunkten anhand von Schlüsselbegriffen erläutert. Das erfolgt durch eine an den Kompetenzen orientierte Beschreibung von Inhalten, die die Erstsemester kennen sollten und von Problemstellungen, die damit zu bearbeiten sind. In Abbildung 1 ist dies für den Abschnitt Kinematik zu sehen. Dazu ist die Aufgabe „M4 Fall“ gezeigt. Jede Aufgabe trägt einen kurzen, möglichst prägnanten Titel.

2.1.1 Kinematik

Die Studienanfängerinnen und Studienanfänger sind vertraut mit den Begriffen der Translationsbewegung in einer Dimension, das heißt, sie können ...

- eine dem Problem angepasste Koordinatenachse wählen, Positionen anhand dieser Koordinatenachse angeben und daraus Verschiebungen (Δx) und zurückgelegte Strecken berechnen. Das Vorzeichen der Verschiebung gibt ihre Richtung an (M1),
- die Geschwindigkeit als Quotient aus Verschiebung und Zeitdauer nach $v = \Delta x / \Delta t$ berechnen (M2),
- Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit unterscheiden und eine Relativgeschwindigkeit als Geschwindigkeitsdifferenz berechnen (M2),
- die Beschleunigung als Quotient aus Geschwindigkeitsdifferenz und Zeitdauer nach $a = \Delta v / \Delta t$ berechnen (M3), (G21a),
- Bewegungsdiagramme (Ort-Zeit, Geschwindigkeit-Zeit, Beschleunigung-Zeit) interpretieren, auswerten und für einfache Bewegungen mit konstanter Beschleunigung zeichnen (G16, G21, G22, G23, G24, G29) (M4),

M4 Fall

Ein Stein wird in der Höhe h über dem Boden in Ruhe gehalten und von dort fallen gelassen. Zeichnen Sie qualitativ das Orts-Zeit-, das Geschwindigkeits-Zeit- und das Beschleunigungs-Zeit-Diagramm für diesen freien Fall.

Abb. 1: Ausschnitte aus dem Kapitel „Mechanik“ mit markierten Verweisen auf Aufgaben in „Grundlagen“ [10]

Die Aufgaben sind entsprechend der Kapitel alphanumerisch durchnummeriert. In diesem zweiten Kapitel „Mechanik“ beginnt die Nummerierung immer mit „M“, in den anderen Kapiteln mit entsprechenden anderen Buchstaben G, E, W und O. So kann auch auf ebenfalls passende, beispielhafte Aufgaben aus anderen Bereichen verwiesen werden, und es ist dabei sofort klar, zu welchem Kapitel die Aufgaben gehören.

Abbildung 2 zeigt zwei weitere beispielhafte Aufgaben aus dem Kapitel „Mechanik“ zum Thema Wurf. Sie illustrieren ein weiteres Ergebnis der Diskussionen in der Arbeitsgruppe „cosh-Physik“: Die Aufgaben wurden zur Klassifikation in Standardaufgaben – die lediglich Grundkenntnisse erfordern – und ergänzende Aufgaben mit etwas höherem Anspruch an den Kenntnisstand eingeteilt. Die Aufgabe „M7 Wurf“ ist mit einem „K“ gekennzeichnet, das bedeutet, sie ist eine solche ergänzende „Kann“-Aufgabe.

In manchen Fällen folgt auf den eigentlichen Erwartungshorizont noch ein weiterer Abschnitt „Ergänzungen“. Dies sind zusätzliche, vertiefende Informationen, die über die eigentliche Lösung hinausgehen und im Blick auf besonders Interessierte angefügt wurden. In der Aufgabe „M7 Wurf“ wird darin nochmals auf die Bedeutung der Orientierung der Koordinatenachse für die Höhenangabe verwiesen. Das Vorzeichen hat hier eine Bedeutung (allerdings wird sich die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler wohl in der Regel mit der Berechnung des Betrags begnügen und das Vorzeichen nicht weiter beachten).

Die Kapitel „Grundlagen“, „Elektrizität und Magnetismus“, „Wärmelehre“ und „Optik“ sind analog aufgebaut.

M6 Wurfweite

Ein Junge steht auf einem horizontalen Boden und schleudert einen Ball waagrecht in einer Höhe von 1,50 m mit der Geschwindigkeit 13,0 m/s von sich weg. In welcher Entfernung zu dem Jungen trifft der Ball auf dem Boden auf? Die Luftreibung ist zu vernachlässigen.

M7 Wurf

(K)

Ein Junge wirft einen Ball mit 10 m/s waagrecht gegen eine 4,0 m entfernte Wand. In welcher Höhe relativ zur Abwurfhöhe trifft der Ball auf die Wand? Die Luftreibung ist zu vernachlässigen.

Erwartungshorizont M6 Wurfweite

Die Dauer der vertikalen Fallbewegung aus der Höhe h folgt aus

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Leftrightarrow_{t>0} t = \sqrt{2 \cdot h/g}.$$

Zwischenergebnis: $t = \sqrt{2 \cdot \frac{1,50 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 0,553 \text{ s}.$

Daraus folgt die Wurfweite

$$s = v \cdot t = 13,0 \text{ m/s} \cdot 0,553 \text{ s} = 7,19 \text{ m}.$$

Erwartungshorizont M7 Wurf

(K)

Mit dem Überlagerungsprinzip wird die Flugzeit t aus der Horizontalgeschwindigkeit v und dem Abstand s zur Wand berechnet: $t = s/v$. Diese kann als Zwischenergebnis zu $t = \frac{4,0 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 0,40 \text{ s}$ berechnet werden. Damit ist die gesuchte Fallstrecke

$$y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = -\frac{1}{2} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (0,40 \text{ s})^2 = -0,78 \text{ m}.$$

Ergänzungen

Da nach der Höhe relativ zu der Abwurfhöhe gefragt ist, kann mit einer nach oben gerichteten y -Achse die Fallstrecke mit negativem Vorzeichen angegeben werden. Ohne das Vorzeichen wäre das Ergebnis der Betrag der Fallstrecke. Bei der Fallbeschleunigung wird mit g hier der Betrag bezeichnet, so dass in der obigen Rechnung mit nach oben gerichteter y -Achse $-g$ eingesetzt wird.

Abb. 2: Aufgaben aus dem Kapitel „Mechanik“, davon eine „Kann“-Aufgabe, mit Erwartungshorizonten [10]

In alle Kapitel wurden sowohl quantitative als auch qualitative Fragestellungen aufgenommen. Ein Beispiel für letztere ist in Abbildung 3 zu sehen, hier geht es um das elektrische Feld.

5. Ergänzende Anhänge

Der Mindestanforderungskatalog enthält einen „Anhang A“ mit allen darin verwendeten Formeln und in den Berechnungen verwendeten Naturkonstanten.

Wie bereits in der HAW-Version wurde auch in der nun vorliegenden cosh-Version des Mindestanforderungskatalogs wieder besondere Sorgfalt darauf verwendet, dass alle in Text und Formeln verwendeten Größenbuchstaben und Schrifttypen durchweg den geltenden technischen Normen entsprechen. Hier sind insbesondere die Normen DIN 1304, DIN 1313 und DIN 1338 zu berücksichtigen. Demnach sind Größenbezeichnungen immer kursiv zu setzen, Einheiten dagegen nicht. Nicht zulässig ist auch die leider immer noch häufig anzutreffende Angabe von Einheiten an Diagrammachsen in eckigen Klammern. Um hier Klarheit über die korrekten Bezeichnungen zu schaffen, enthält der Anhang eine ergänzende Tabelle, welche die korrekten Bezeichnungen nach DIN den anderen, zwar oft verwendeten, aber dennoch nicht zulässigen Bezeichnungen gegenüberstellt.

Die Verwendung normgemäßer Darstellungsformen erscheint wichtig, da der Mindestanforderungskatalog Physik dazu beitragen soll, den Übergang in WiMINT-Studiengänge zu unterstützen, also in den weiteren Bereich der Ingenieurwissenschaften und der Technik. Deswegen sollten sich die Studieninteressierten möglichst frühzeitig an die korrekten Darstellungsformen gewöhnen.

Die Darstellung von Zahlen in Zwischen- und Endergebnissen erfolgt im Mindestanforderungskatalog nach Regeln, die in „Anhang B“ kurz und pragmatisch zusammengefasst sind. Entsprechend werden Endresultate im Mindestanforderungskatalog in der Regel mit zwei oder drei signifikanten Stellen angegeben.

Ein weiterer „Anhang C“ gibt noch einige Hinweise zur Notation von Vektorgrößen bei eindimensionalen Fragestellungen.

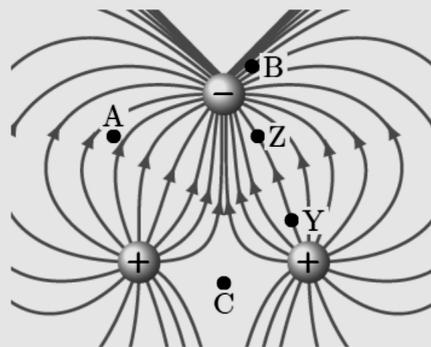
Die Anhänge B und C können – und sollen – die darin angesprochenen Punkte nicht in allen Einzelheiten vertiefen. Sie stellen daher auch keine Mindestanforderungen im engeren Sinn dar, sondern sollen die daran Interessierten für die Thematik sensibilisieren.

Im „Anhang D“ werden schließlich einige wenige für das Selbststudium geeignete Bücher und insbesondere auch Angebote im Internet empfohlen.

E7 E-Feld einer Ladungsverteilung

Die Abbildung zeigt ein Feldlinienbild dreier Ladungen.

- Ordnen Sie die eingezeichneten Punkte A, B, C nach steigender elektrischer Feldstärke.
- Nehmen Sie an, die Feldstärke in Punkt Y sei 2 V/m . Ist die Feldstärke in Punkt Z kleiner, größer oder ähnlich groß?



Erwartungshorizont E7 E-Feld einer Ladungsverteilung

Die Feldliniendichte ist ein Maß für die elektrische Feldstärke E .

- Die Reihung der Feldstärkewerte in den Punkten nach ansteigendem Betrag ist: $E_C < E_A < E_B$.
- Die Feldstärke in Punkt Z ist ähnlich groß wie in Punkt Y, also $E_Z \approx E_Y$.

Abb. 3: Aufgabe mit Erwartungshorizont aus dem Kapitel „Elektrizität und Magnetismus“ [10]

6. Organisatorische Hinweise

Der Mindestanforderungskatalog in der cosh-Version wurde mit allen beispielhaften Aufgaben – aber noch ohne Erwartungshorizonte – im Oktober 2021 der Öffentlichkeit vorgestellt und in der Folge auch in gedruckter Form an Interessierte ausgegeben.

Die Erwartungshorizonte sind vorerst nur über das Internet abrufbar. Sie wurden in den Mindestanforderungskatalog Physik eingebunden, der allen Interessierten auf der Website der Arbeitsgruppe cosh [9] unter der Creative Commons Lizenz CC BY-SA 4.0 zur Verfügung steht. Dort findet er sich in zwei verschiedenen Darstellungsformen [10]:

- Als Datei im PDF-Format
- Als HTML-Version mit Hyperlinks

Inhaltlich sind beide Varianten identisch.

7. Ausblick

Der Mindestanforderungskatalog Physik in der hier vorgestellten cosh-Version dokumentiert den in der Arbeitsgruppe „cosh-Physik“ erreichten Konsens. Er wird von der gesamten Gruppe gemeinsam getragen und soll als Diskussionsgrundlage mit allen am Studiengang interessierten Personen aus Schulen, Hochschulen, anderen Bildungseinrichtungen aller Art und der Politik dienen. Davon ausgehend gilt es nun in einem nächsten Schritt weitere Hilfsmaßnahmen zur Unterstützung des Übergangs Schule–Hochschule im Bereich der WiMINT-Studiengänge zu entwickeln und andere Angebote damit abzustimmen, wie etwa den Online-Brückenkurs Physik [11].

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe „cosh-Physik“ sind in der Lehre in Baden-Württemberg tätig. Sie sind der Überzeugung, dass das hier geschilderte Vorgehen auch in anderen Bundesländern möglich ist. Mit den HAW-Kolleginnen und Kollegen in Bayern besteht diesbezüglich schon seit einiger Zeit ein Austausch, dort werden nun ebenfalls Aktivitäten im Rahmen des cosh-Ansatzes aufgenommen.

Sollte es in weiteren Bundesländern Kolleginnen und Kollegen mit dem gleichen Anliegen geben, steht die Arbeitsgruppe „cosh-Physik“ gerne für Diskussionen zur Verfügung, um so den cosh-Ansatz weiter zu verbreiten.

8. Literatur

- [1] Käß, Hanno.: Persönliche Quintessenz aus vielen Diskussionen im Rahmen der jedes Semester stattfindenden, von der GHD finanzierten Arbeitstreffen „Physik vermitteln und verstehen“ an den Hochschulen in Baden-Württemberg.
- [2] Buschhüter, D.; Spoden, Chr.; Borowski, A. (2017): Physics knowledge of first semester physics students in Germany. A comparison of 1978 and 2013 cohorts. In: International Journal of Science Education, 39 (9), p. 1109–1132 <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1318457>

- [3] Kurz, Günther; Käß, Hanno (2019): Physikkenntnisse von Studienanfängern des Maschinenbaus – eine Fallstudie an der Hochschule Esslingen. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 1 (2019), S. 189-195, Url: <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/928/1055>
- [4] Käß, Hanno: Mindestanforderungskatalog Physik. Vortrag DD 5.2, virtuelle DPG-Frühjahrstagung, 21.03.-25.03.2022. Vortragsfolien als zusätzliche Medien diesem Artikel beigelegt
- [5] Übersicht: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, Baden-Württemberg, <https://www.bildungsnavi-bw.de/schulsystem> (März 2022). Dazu: www.studieren-ohne-abitur.de/web/
- [6] Heublein, Ulrich; Ebert, Julia; Hutzsch, Christopher; Isleib, Sören; König, Richard; Richter, Johanna; Woisch, Andreas (2017): Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW)
- [7] Käß, Hanno; Boin, Manuela; Braunmiller, Ulrich; Dambacher, Karl Heinz; Giel, Dominik; Harten, Ulrich; Jödicke, Bernd; Kurz, Günther; Löffler, Axel; Pitsch, Stephan; Sum, Jürgen; Vinzelberg, Stefan; Wenzel, Talea; Werner, Joachim (2019): Mindestanforderungskatalog Physik – ein Vorschlag. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 1 (2019), S. 73-78, Url: <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/930/1057>
- [8] Die aktuelle Version des Mindestanforderungskatalogs Mathematik findet sich unter: <https://cosh-mathe.de/materialien/>
- [9] Website von cosh: <https://cosh-bw.de/>
- [10] Die aktuelle Version des Mindestanforderungskatalogs Physik findet sich unter: <https://cosh-physik.de/materialien/>
- [11] Website: www.brueckenkurs-physik.de

9. Dem Beitrag beigelegte Medien

Datei im PDF-Format mit den Folien des Vortrags von Käß, Hanno: Mindestanforderungskatalog Physik (DD 5.2), virtuelle DPG-Frühjahrstagung, 21.03.-25.03.2022. (30 Seiten).

Danksagung und Förderung

Die hier beschriebenen Arbeiten erfolgten innerhalb des Verbundprojekts „*cosh – Eignungsfeststellung und -förderung für ein erfolgreiches WiMINT-Studium*“. Dieses wurde gefördert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg im Rahmen der Förderlinie 4 des *Fonds Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg* (FEST-BW)

Für die jahrelange, stetige und zuverlässige Unterstützung der Arbeit am Mindestanforderungskatalog danken darüber hinaus alle Beteiligten von Seiten der HAWEs der im Auftrag und mit Finanzierung des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) Baden-Württemberg tätigen *Geschäftsstelle der Studienkommission für Hochschuldidaktik* (GHD) an der Hochschule Karlsruhe.

Schließlich danken wir Günther Kurz (Hochschule Esslingen) für die Information über die restlichen Resultate aus den Kenntnistests Physik von SS 2019 und WS 2019/20 mit den Erstsemestern Maschinenbau.