

Positionspapier des hdw-Arbeitskreises „Physik an Hochschulen für angewandte Wissenschaften in NRW“ zu Bedeutung und Art des Faches Physik in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen

Bielefeld, im Mai 2022

In vielen Studiengängen der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in NRW ist in den vergangenen 20 Jahren das Grundlagenfach Physik im Umfang stark reduziert worden, sowohl im Theorie- als auch im Praktikumsteil. Damit einher geht die Reduzierung der personellen, sächlichen und räumlichen Ressourcen. Wir halten das aus inhaltlichen Gründen für falsch.

Das Verständnis physikalischer Vorgänge und Konzepte ist eine wesentliche Grundlage aller naturwissenschaftlich-technischen Ausbildungen. Daher ist die Physik als Pflichtveranstaltung in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen an den HAW unverzichtbar.

Alle realen Systeme, etwa in den Ingenieurwissenschaften, dem Bau, aber auch in den Lebenswissenschaften, sind physikalischen Gesetzmäßigkeiten unterworfen, die zunächst unabhängig von der Digitalisierung sind. Die Physik befindet sich am Schnittpunkt der digitalen Welt mit der analogen Wirklichkeit. Physikalische Daten werden in elektrische Signale gewandelt und umgekehrt elektrische Signale in physikalische Größen wie Beschleunigung, Temperatur oder Licht umgesetzt. Neben die klassische Ausprägung in Form von Sensorik und Aktorik treten mehr und mehr integrierte Systeme, Cyber Physical Systems, in makro- wie auch mikroskopischer Ausprägung.

Eine erfolgreiche und nachhaltige physikalische Ausbildung erfordert exzellente Lehre.

Wir stellen daher mit Nachdruck fest:

1. Erforderlich sind eigenständige Physik-Veranstaltungen zur Vermittlung physikalischen Denkens, besonderer Herangehensweisen und praktischer Erfahrung.

Ein Grundgedanke der Physik ist es, komplexe Vorgänge auf ihren wesentlichen Kern zu konzentrieren und damit einer Modellbildung zugänglich zu machen. Dabei werden in unterschiedlichen Feldern ähnliche Methoden angewendet. Die Konzentration auf einige wenige physikalische Grundzusammenhänge liefert die Flexibilität, neue Zusammenhänge auf bekannte Zusammenhänge zurückzuführen oder aus dem Zusammenwirken mehrerer physikalischer Vorgänge ganz neue Ergebnisse zu erzielen.

Es reicht also keineswegs aus, einzelne physikalische Effekte vorzustellen oder etwa die Mechanismen von Sensoren und Aktoren zu vermitteln. Besonders wichtig sind die Grundprinzipien, die in unterschiedlichsten Feldern zur Anwendung kommen und sich etwa in den Erhaltungssätzen zu Energie und Impuls, in den Hauptsätzen der Thermodynamik, den Prinzipien der Fluidodynamik oder der Elektrodynamik niederschlagen. Dazu zählt auch die Behandlung von Schwingungen und Wellen in unterschiedlichen Systemen. Projektbasierte Lehre, etwa in Ingenieurfächern, kann einen adäquaten und motivierenden Zugang zu physikalischen Grundlagenaspekten bieten, stellt aber keinen Ersatz für systematische physikalische Grundausbildung dar.

Eine über Oberflächlichkeiten hinausgehende Aneignung physikalischer Grundkompetenzen erfordert Zeit, Engagement und Übung. Der curriculare Umfang sollte daher i.d.R. 8 ECTS nicht unterschreiten. Physikalisches Grundverständnis lässt sich nicht im Schnelldurchgang vermitteln.

2. Erforderlich sind Physik-Lehrveranstaltungen in der ersten Studienhälfte, die in Themenauswahl, Breite und Tiefe auf den jeweiligen Studiengang abgestimmt sind

Eine besondere Stärke der HAW liegt darin, dass bereits in der frühen Phase des ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiums die Hinführung zu einer Fachkultur erfolgt. In Hinblick auf die Vorbildung der Studierenden, Stofffülle der Lehrinhalte und Studierbarkeit der Studiengänge muss die Physikveranstaltung diese Fachkultur berücksichtigen, da sie Grundlagen auch komplementär zu den fachspezifischen Lehrinhalten vermittelt. Auf den jeweiligen Studiengang abgestimmte Physikveranstaltungen können die Motivation der Studierenden erhöhen, zu besseren Leistungen führen und die Abbruchquote senken.

3. Erforderlich sind Lehrverantwortliche, die eine ausgewiesene hohe Fachkompetenz und eine exzellente Ausbildung in Physik vorweisen können.

Unabhängig von der Vermittlung des physikalischen Primärwissens ist eine intensive Begleitung des Lern- und Reflexionsprozesses der Studierenden erforderlich, die vorzugsweise in Präsenz erfolgt und ergänzend im virtuellen Raum stattfinden kann. Gerade der Beginn des Studiums erfordert eine engmaschige Anleitung durch qualifizierte Lehrpersonen.

Zur Verinnerlichung physikalischer Zusammenhänge, etwa bei Lehrformaten, in denen die Studierenden ihr Wissen auf unbekannte Fragestellungen anwenden sollen, ist ein fachlicher Diskurs erforderlich, der die Studierenden zwingt, Konzepte konsequent weiterzudenken, zu verteidigen oder ggf. zu revidieren. Dieser Diskurs kann teilweise innerhalb der eigenen Peergroup erfolgen. Es bedarf aber einer intensiven Anleitung durch fachlich qualifizierte und didaktisch erfahrene Personen, um Fehlkonzepte zu korrigieren, die Diskussion aus Sackgassen und falschen Richtungen herauszuführen, neue Ideen einzuführen und sicherzustellen, dass die richtigen logischen Schlüsse gezogen werden.

4. Unverzichtbar sind Präsenzlehrveranstaltungen, die physikalische Konzepte durch Experimente und Versuche erlebbar machen.

Die eigenhändige Durchführung von Versuchen macht physikalische Zusammenhänge greifbar. Die im Physikpraktikum erforderliche Dokumentation der Messdaten, Daten-Auswertung und Verschriftlichung der Ergebnisse sind für viele Studierende die erste Begegnung mit experimentellem wissenschaftlichen Arbeiten einschließlich der so wichtigen Behandlung von Messunsicherheiten. Insofern steht zunächst die Methodik des Experimentierens im Vordergrund, da viele Studierende über keine oder geringe Erfahrung im Umgang mit Messgeräten, physikalischen Aufbauten, der Planung von Messreihen und der Auswertung mit Fehlerrechnung verfügen. Hierzu eignen sich einfache Versuche mit manueller oder computergestützter Auswertung.

5. Erforderlich sind digitale Angebote zur Ergänzung und Vertiefung theoretischer Grundlagen.

Viele Lehr- und Lernvideos sind im Internet frei verfügbar, ebenso wie Aufgabensammlungen. Dies kann für die Physiklehre ausgenutzt werden, indem die Faktenvermittlung teilweise oder ganz in den virtuellen Raum verlegt wird. Im Sinne des Inverted-Classroom-Konzepts bleibt es den Studierenden überlassen, sich vorgegebenen Stoff selbst anzueignen. Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass der Erfolg dieses Konzepts entscheidend davon abhängt, wie gut die Vorbereitung ist in Bezug auf die Verbindung zum Studiengang, auf die Auswahl und Qualität der Unterlagen und Medien, auf den Umfang des Stoffes, auf Anreiz-Maßnahmen und auf die Möglichkeit, das Gelesene, Gehörte und Gesehene im Diskurs zu vertiefen und anzuwenden. Die Sozialisation und der Diskurs in der Gruppe fördern den Lernprozess, was bevorzugt in Präsenzformaten und eingeschränkt in Online-Formaten wie Breakout-Räumen erfolgen kann.

Der Aufwand, den Lehrende treiben müssen, um Informationen in angemessener und aktueller Weise bereitzustellen und den Diskurs zu stimulieren und fördern, ist ganz erheblich und muss im

Lehrdeputat angemessen berücksichtigt werden. Nur unter der Voraussetzung eines guten Betreuungsschlüssels kann auf unterschiedliche Vorbildungsstufen der Studierenden eingegangen und ein entsprechender Lernerfolg erzielt werden.

Distanzpraktikum und simulierte Versuche sind geeignet, physikalische Zusammenhänge zu verdeutlichen. Damit wird es möglich, auch aufwändige und empfindliche Versuche den Studierenden zugänglich zu machen. Sie sollten aber nur als Ergänzung zu manuell durchgeführten Experimenten in physikalischen Praktika eingesetzt werden, da die tatsächlichen experimentellen Schwierigkeiten verborgen bleiben.

Die Schulung der methodischen Herangehensweise der Physik schafft die Grundlage für ein erfolgreiches Ingenieurstudium und sichert eine hochwertige Ingenieurausbildung.

Bochum/Lemgo, den 16.5.2022

Prof. Dr.-Ing. Martin Sternberg, martin.sternberg@hs-bochum.de

Prof. Lucia Mühlhoff, Ph.D., lucia.muehlhoff@th-owl.de