



LehrLEO: Lehrkonzept zur nominierten Lehrveranstaltung

Die im Folgenden von Ihnen angegebenen Grunddaten werden für die Erstellung der LehrLEO-Urkunden genutzt (Vergabe am 31. Mai 2016, Tag der Lehre). Bitte geben Sie daher insbesondere bei den „weiteren Beteiligten“ den Titel und vollständigen Namen so an, wie er auf der Urkunde erscheinen soll. Vielen Dank!

Titel, Vorname, Name

der für die Lehrveranstaltung primär verantwortlichen Lehrperson

Priv.-Doz. Dr. Martin Bäker

Institut/zentrale Einrichtung

Institut für Werkstoffe

Straße, Hausnummer

Langer Kamp 8

Postleitzahl, Ort

38106 Braunschweig

Telefon

391-3065

E-Mail

martin.baeker@tu-bs.de

weitere Beteiligte

(Titel, Vorname, Name, E-Mail-Adresse)

-

Titel der nominierten Lehrveranstaltung

Funktionswerkstoffe für Maschinenbauer

Zielgruppe: Studiengang/Studiengänge

Maschinenbau, auch belegbar im Studiengang KTW

Anzahl der Teilnehmenden an der Lehrveranstaltung

Ca. 15

Nominierungskategorie (bitte geben Sie hier an, in welche Nominierungskategorie Sie Ihre Lehrveranstaltung einordnen)

- Vorlesung
- Seminar/Übung
- Lehrauftrag
- Grundständige Lehre (BA-Veranstaltungen mit mehr als 100 Studierenden)

Arbeitsaufwand, ggf. Credits für die Studierenden (resultierend aus der Veranstaltung)

5 LP (150h)

In Kooperation mit



Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12043 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

1. Inhalte der nominierten Lehrveranstaltung

Die Vorlesung "Funktionswerkstoffe" befasst sich mit Werkstoffanwendungen außerhalb der klassischen Maschinenbauggebiete, also Werkstoffen der Optik, Elektronik, magnetischen Materialien und anderen. Ziel der Vorlesung ist es, einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten zu geben, wie Werkstoffe funktional eingesetzt werden können. Dazu werden Grundlagen aus der Physik im Bereich Elektrodynamik, Quantenmechanik und Thermodynamik benötigt, die nicht Gegenstand des Maschinenbaustudiums sind und deshalb ebenfalls in der Vorlesung vermittelt werden.

Das Konzept der Vorlesung vermeidet dabei den üblichen Aufbau, bei dem erst theoretische Grundlagen erklärt und dann Anwendungsbeispiele gezeigt werden. Stattdessen werden unterschiedliche Werkstoffe genutzt, um an ihnen unmittelbar ein theoretisches Konzept einzuführen. Das Kapitel Flüssigkristalle dient beispielsweise dazu, Grundlagen der Optik zu erklären, im Kapitel Farbstoffe wird das Verhalten von Elektronen in ausgedehnten Systemen erläutert. Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass die theoretischen Grundlagen direkt mit einem Anwendungsbezug verknüpft werden können.

Die Reihenfolge, in der die einzelnen Funktionswerkstoffe besprochen werden, wurde gezielt so ausgewählt, dass die vermittelten Grundlagen jeweils aufeinander aufbauen.

Die Vorlesung ist stark interdisziplinär aufgebaut und zieht Verbindungen von den Grundlagen der theoretischen Physik hin zu anwendungsorientierten Fragestellungen der Ingenieurwissenschaft. Beispielsweise spannt das Thema "Lichterzeugung" einen Bogen von der Emissionstheorie zum Kauf von elektronischen Startern für Leuchtstoffröhren, das Thema Halbleiter vom Bändermodell der Festkörperphysik hin zur Frage, ob eine Digitalkamera mit vielen Megapixeln unbedingt besser ist. Zum einen soll hierdurch vermieden werden, dass die Theorie als wenig praxisrelevant wahrgenommen wird, zum anderen sollen unterschiedliche Interessen von Studierenden angesprochen werden.

2. Didaktische Methoden innerhalb der nominierten Lehrveranstaltung

Ziel der Vorlesung ist es, Grundlagenwissen anwendungsorientiert zu vermitteln. Theoretisches Wissen (wie etwa Beweise) wird nur dargestellt, wenn es entweder das Verständnis der Konzepte deutlich erleichtert oder wenn es in einem Anwendungsbezug wiedergefunden werden kann. Ein Beispiel für diese Beschränkung auf das Wesentliche ist, dass zwar die Quantenmechanik ein wichtiges Thema ist, dass die Behandlung der QM in der Vorlesung aber ohne das unanschauliche Konzept der "Wellenfunktion" erfolgt und nur das Konzept "Orbital" (als Wahrscheinlichkeitsdichte) eingeführt wird.

Die Vorlesung wird mit einem Tablet-PC gehalten, so dass (in Kopien verteilte) Folien in der Vorlesung handschriftlich ergänzt werden können (ergänzte Folien werden nach der Vorlesung im StudIP hochgeladen). Das Skript zur Vorlesung ist als Buch im Springer-Vieweg-Verlag erschienen und ist innerhalb der TU frei verfügbar. Das Buch enthält zahlreiche vertiefende Abschnitte, so dass es für die Studierenden möglich ist, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Randbemerkungen an jedem Absatz geben den Kerngedanken wieder, um den logischen Fluss leichter nachvollziehbar zu machen. Eingeführte theoretische Konzepte werden am Ende jedes Kapitels zusammengefasst. Zusätzlich enthält das Buch zahlreiche Übungsaufgaben mit vollständiger Lösung.

Die elektronische Unterstützung und Verwaltung erfolgt über StudIP. Dort wurde auch ein Vip-Kurzfragen-Test mit Fragen zu den wichtigsten Themen der Vorlesung erstellt. Dabei wurden häufig gegebene falsche Antworten aus alten Klausuren verwendet, um die Antwortmöglichkeiten auszuwählen. Das soll helfen, die häufigsten Missverständnisse auszuräumen. Studierende können die Vip-Kurzfragen (ebenso wie die Übungsaufgaben im Skript) auch nutzen, um ständig ein direktes Feedback zu ihrem Wissensstand zu erhalten. Ein Semesterapparat mit weiterführender Literatur steht im Lesesaal 3 der Bibliothek.

Beispielseite aus dem Skript

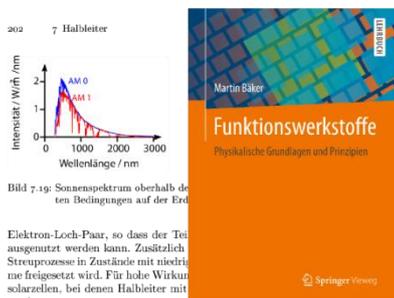


Bild 7.19: Sonenspektrum oberhalb der Bodenbedingungen auf der Erde

Elektron-Loch-Paar, so dass der Teil ausgenutzt werden kann. Zusätzlich Streuprozesse in Zustände mit niedriger Energie freigesetzt wird. Für hohe Wirkungsgrade, bei denen Halbleiter mit werden.

Aufgabe 7.8: Sie wollen eine Mehrschichtzelle konstruieren, die aus einer Schicht aus Gallium-Arsenid und einer Schicht aus Germanium besteht. Wie müssen Sie die Schichten anordnen, um die größtmögliche Effizienz zu erreichen?

Die Auswahl eines geeigneten Halbleitermaterials ist deshalb ein Optimierungsproblem: Ist die Bandlücke sehr klein, so werden zwar viele Photonen absorbiert, doch nur ein kleiner Teil der Photonenenergie kann in nutzbaren Strom umgewandelt werden: ist die Bandlücke sehr groß, so werden nur wenige Photonen absorbiert. Ein weiteres Problem ist die unterschiedliche Beweglichkeit der Ladungsträger. In Silizium beispielsweise ist die Beweglichkeit der Elektronen deutlich größer als die der Löcher, so dass die Löcher eine längere Zeit in der Raumladungzone bleiben und dann mit Elektronen, die ins Leitungsband gehoben werden, rekombinieren können. Dadurch verringert sich die Quantenausbeute.

7.6 Schlüsselkonzepte

- Halbleiter haben eine Bandlücke, die bei Raumtemperatur durch thermische Anregung überwunden werden kann. Bei Temperatur Null sind sie Isolatoren.
- Liegt die Oberkante des Valenzbandes direkt unterhalb der Unterkante des Leitungsbandes (also beim selben Wert des Wellenvektors k), dann spricht man von einem direkten, ansonsten von einem indirekten Halbleiter.
- Werden Elektronen aus dem Valenzband ins Leitungsband gehoben, bleibt

Vorlesungsfolien
 Oben: Diskussionsgrundlage
 Unten: Ergebnis

Wechselwirkung Licht – Materie

Licht: Elektromagnetisches Wechselfeld
 Dipole werden induziert und ausgerichtet
 Bei $\nu = 10^{14}$ Hz keine Ausrichtung
 Wie wirkt sich die Induktion auf ein Orbital aus?

Wechselwirkung Licht – Materie

Licht: Elektromagnetisches Wechselfeld
 Dipole werden induziert und ausgerichtet
 Bei $\nu = 10^{14}$ Hz keine Ausrichtung
 Wie wirkt sich die Induktion auf ein Orbital aus?

Vorlesungsmaterialien

3. Studierendenzentrierung innerhalb der nominierten Lehrveranstaltung

Basierend auf dem Feedback der Studierenden und Artikeln über neue Lehrkonzepte (z. B. W. M. Mitchell. "Why we are teaching science wrong, and how to make it right." Nature, 2015) wurde mir klar, dass die herkömmliche Struktur von Vorlesung und Übung Nachteile mit sich bringt: Übungsaufgaben sind von der Einführung der Konzepte entkoppelt; die Trennung von Vorlesung und Übung führt dazu, dass Fragen nicht innerhalb der Vorlesung gestellt werden, sondern erst in der Übung.

Deshalb habe ich zum WS15/16 die Vorlesung zu einer einheitlichen Veranstaltung umstrukturiert, die die Zeit von Vorlesung und Übung umfasst. An geeigneter Stelle werden Fragen ins Publikum gestellt oder die Studierenden werden aufgefordert, Ideen zu einem Thema zu sammeln. Übungsaufgaben werden meist unmittelbar dort gestellt, wo ein neues Konzept eingeführt wird. Beispielsweise können die Studierenden direkt nach Einführung des Drude-Modells der elektrischen Leitung versuchen, den thermoelektrischen Effekt zu erklären, direkt nach der Definition des Photons wird berechnet, wie viele Photonen eine Glühlampe aussendet. Die Studierenden werden ermuntert, in kleinen Gruppen oder in Partnerarbeit zusammenzuarbeiten, um die Begriffe aktiv einzuüben. Dabei gibt es immer Gelegenheit für Nachfragen; falls mehrere Gruppen vor demselben Problem stehen, werden Hinführungen und Hilfestellungen gegeben.

Es zeigte sich, dass diese aktivierende Art der Lehre die Studierenden ermutigt, selbst Fragen zu stellen oder eigene Ideen einzubringen. Auch der Anwendungsbezug führt dazu, dass Studierende Alltagserfahrungen als Ansatzpunkt für Fragen nutzen und so das erworbene Wissen besser vernetzen können.

Lernkontrolle im StudIP

Da in der Vorlesung viele Konzepte aus der Physik benötigt werden und die Vorkenntnisse hier stark unterschiedlich sind, enthält die Vorlesung viele Wiederholungsblöcke. Auch hier wurde deutlich, dass die stärkere Aktivierung der Studierenden es den Studierenden leichter macht, noch einmal nachzufragen.

4. Was Ihnen darüber hinaus wichtig in Ihrer Lehre ist

Wichtig ist mir, dass die Studierenden die Veranstaltung als einen Ort zum Lernen sehen, nicht als eine Prüfungsvorbereitung. Die Studierenden sollen den Eindruck haben, dass ich ihnen als anleitender Experte zur Verfügung stehe.

Die Lernatmosphäre während der Veranstaltung soll entspannt sein. Falsche Antworten versuche ich als Gelegenheit zum Lernen aufzufassen. Bei der Besprechung der Übungsaufgaben wird deshalb nicht nur die Lösung vorgestellt, sondern auch erklärt, wie man auf die Lösung kommen kann und wo ggf. die Fallstricke liegen. Wichtig ist mir der Hinweis "Wenn Sie die Aufgabe nicht lösen konnten, versuchen Sie an Hand der Lösung zu sehen, wo Ihre Schwierigkeiten lagen." Zum einen soll dadurch das Lernen weiter gefördert werden, zum anderen sollen die Studierenden das Gefühl bekommen, dass es normal ist, Aufgaben auch mal nicht lösen zu können.

Wichtig ist mir auch, die individuellen Unterschiede, Voraussetzungen und Randbedingungen der Studierenden zu akzeptieren und einzubeziehen. Theoretische Grundlagen sollen für alle verständlich gemacht werden; engagierte Studierende haben durch die Vertiefungen im Skript die Möglichkeit, selbstständig weiteres Wissen zu erwerben.

Persönlich ist mir wichtig, meine Lehre kritisch zu hinterfragen und Feedback der Studierenden hierzu zu nutzen. Beispielsweise wurde das neue Lehrkonzept nach einigen Wochen mit den Studierenden diskutiert, wobei sich ergab, dass die Studierenden sich noch mehr aktivierende Elemente in der Vorlesung wünschen. Die Lehrevaluation wurde in der letzten Veranstaltung intensiv diskutiert, um über verschiedene Aspekte zu sprechen. Dabei zeigte sich unter anderem, dass einzelne Studierende trotz der Wiederholungsblöcke das Gefühl hatten, nicht genügend Vorkenntnisse zu besitzen. In Zukunft soll deshalb noch intensiver geprüft werden, was die Vorkenntnisse sind, um Defizite in den Grundlagen besser aufarbeiten zu können.

Gerne möchten wir Ihr Lehrkonzept auch der Öffentlichkeit zugänglich machen, indem die Lehrkonzepte der GewinnerInnen-Veranstaltungen auf unserer Internetseite veröffentlicht werden.
Wenn Sie der Veröffentlichung nicht zustimmen, lassen Sie folgendes Ankreuzfeld frei.

Hiermit stimme ich der Veröffentlichung meines Lehrkonzepts zu.

Bitte senden Sie Ihr Lehrkonzept als .pdf per E-Mail an:

lehrleo@tu-braunschweig.de

Vielen Dank!