

Physik im Ingenieurstudium – Kombinationen von Theorie und Praxis am Beispiel der elektrischen Leitfähigkeit

Andrea Ehrmann née Tillmanns

Fachbereich Textil- und Bekleidungstechnik, Hochschule Niederrhein, Webschulstr. 31,
41065 Mönchengladbach, andrea.ehrmann@hsnr.de

Kurzfassung

In vielen Studiengängen werden die Studierenden unerwartet mit der Physik konfrontiert – einem Fach, das sie häufig in der Oberstufe abgewählt haben und zu dem sie oft nur eine sehr geringe Affinität besitzen.

Im Master-Studiengang „Textile Produkte“ an der Hochschule Niederrhein wurde daher eine neue Vorlesung konzipiert, die theoretische Grundlagen mit Experimenten zu aktuellen Forschungsthemen kombiniert, um dieser Problematik zu begegnen. Insbesondere die Anwendung physikalischer Messmethoden auf textile Produkte stellt dabei für die Studierenden eine große Herausforderung dar, da die Weichheit der untersuchten Materialien, ihre unregelmäßige Oberfläche und Elastizität herkömmliche Methoden oft unbrauchbar machen. Zudem werden in realen Forschungsprojekten häufig andere Messgrößen benötigt als in Lehrbüchern beschrieben.

Der Text stellt einige Erfahrungen aus dieser Vorlesung vor und zeigt am Beispiel der elektrischen Leitfähigkeit, wie Studierende durch das Ineinandergreifen von Theorie und Experiment physikalische Grundlagen besser verstehen und gleichzeitig einen Einblick in aktuelle Forschungsthemen gewinnen können.

1. Einleitung

Die Vermittlung physikalischen Wissens an Studierende anderer Fachrichtungen ist häufig problematisch. Oft zeigen die Studenten wenig Verständnis für die erklärten Sachverhalte bis hin zu Aversionen gegenüber der Physik.

An Fachhochschulen kommt die Besonderheit hinzu, dass hier die Umsetzung des theoretisch Erlernten in die Praxis wichtig ist, was die Studierenden oft vor zusätzliche Schwierigkeiten stellt.

Aus diesem Grund wurde im Fachbereich Textil- und Bekleidungstechnik der Hochschule Niederrhein ein neuer „Hands-on“-Ansatz entwickelt. Zusätzlich zu den bestehenden Physik- und Chemiepraktika werden spezielle physikalische und chemische Kenntnisse, die im Bereich Veredlung / Technische Textilien benötigt werden, in einer Vorlesung vermittelt. Dabei wird Wert auf die anschauliche Herleitung der praxisnahen Kenntnisse gelegt.

Bereits vor den entsprechenden Experimenten wird gemeinsam mit den Studierenden überlegt, welche Schwierigkeiten auftreten können und welche Lösungsansätze sich anbieten. Auch mögliche Ergebnisse der Versuche werden im Vorhinein durchgesprochen. Die Experimente werden schließlich von den Studierenden weitgehend eigenständig durchgeführt.

2. Theorie am Beispiel der el. Leitfähigkeit

Im theoretischen Teil werden zum Thema Leitfähigkeit u. a. folgende Fragestellungen behandelt:

Wie kommt elektrische Leitfähigkeit zustande?

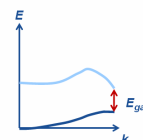
Welche Materialien sind wie gut leitfähig?

Halbleiter und Licht

Halbleiter mit direkter Bandlücke:

(z. B. GaAs, GaN, ZnO, ZnS)

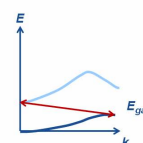
- nach Anregung strahlende Rekombination unter Aussendung eines Photons möglich (Wellenlänge $\lambda \sim 1/E$)
- Nutzung u. a. in EL-Medien



Halbleiter mit indirekter Bandlücke:

(z. B. Si, Ge, GaP)

- für Anregung gleichzeitige Änderung von k und E nötig
- 3. Teilchen (Phonon) muss beteiligt sein
- sehr unwahrscheinlich
- (→ Solarzellen aus Si müssen entsprechend „dick“ sein, Dünnschichtzellen haben direkte Bandlücke)



10.10.2010 (Stavros Laidis)

Hochschule Niederrhein FTB

Abb. 1: Folie zum Zusammenhang zwischen Halbleitern und elektrolumineszenten Medien.

Weshalb gibt es Angaben in Ω , in Ω/m , in $\Omega m \dots$? Welche Werte werden für die geplanten Messungen benötigt?

Wie rechne ich Widerstands- in Leitfähigkeitswerte um? Wie sind die verschiedenen Widerstandswerte (z. B. Flächenwiderstand, spez. Widerstand) miteinander verknüpft?

Welche Werte (z. B. spez. Widerstand, Flächenwiderstand, Widerstand pro Längeneinheit, ...) können an dem untersuchten System gemessen werden?

Neben den grundlegenden physikalischen Aspekten werden hier vor allem praxisorientierte Kenntnisse vermittelt, die die Studierenden auf die Umsetzung des Gelernten in ein Experiment vorbereiten sollen.

3. Sensibilisierung für praktische Probleme

Abgesehen von diesen physikalischen Inhalten werden den Studierenden auch Grundlagen des Experimentierens vermittelt, allgemein und speziell in Hinblick auf den jeweiligen Versuch. Hier werden beispielsweise folgende Fragen behandelt:

Wie kontaktiere ich textile Proben (Gestricke, Gewirke, leitfähig beschichtete Materialien, ...) am besten? Aufgrund der weichen Oberflächen und flexiblen Materialien sind übliche Methoden wie Vierpunktmessung o. ä. hier nicht sinnvoll.

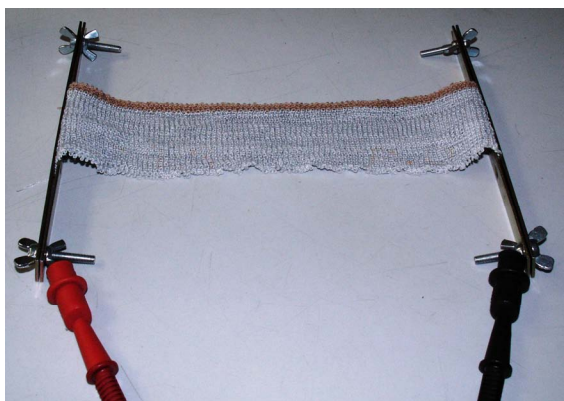


Abb. 2: Kontaktierung eines leitfähigen Gestricks mittels Klemmen.

Welche Messgröße ist für mich sinnvoll? Je nach Anwendung des leitfähigen Textils interessiert manchmal der Flächenwiderstand, manchmal der Durchgangswiderstand, manchmal auch der Widerstand pro Längeneinheit.

Elektrische Leitfähigkeit – was misst man wie?

Beispiele verschiedener Messreihen:

a)

Probe Nr.	Ergebnis
1	5,6
2	3,83
3	4



→ Fehler?

© 18.10.2018 (Elektrischer Leitfähigkeit)

Hochschule Niederrhein FTB

Abb. 3: Folie zur Sensibilisierung für typische Messfehler.

Wie messe ich? Der Kontakt zwischen Prüfspitzen und Textil ist normalerweise nicht konstant, was

häufig zu nicht reproduzierbaren Messergebnissen führt.

Wie werte ich meine Daten aus? Wie viele Daten brauche ich überhaupt, um aussagekräftige Werte zu gewinnen?

Woran merke ich, dass „etwas nicht stimmt“?

4. Ergebnisse

Das ursprüngliche experimentelle Vorgehen der Studierenden lässt sich folgendermaßen charakterisieren: Pro Probe wurde nur eine Messung durchgeführt; oft fehlten Einheiten und/oder Zehnerpotenzen; Ergebnisse wurden nicht kritisch reflektiert.

Nach der entsprechenden Vorlesung konnten deutliche Verbesserungen festgestellt werden: Pro Probe wurden fünf bis zehn Messungen durchgeführt, die Messergebnisse wurden mit einem Fehlerbalken versehen. Einheiten und Zehnerpotenzen (kΩ, MΩ) waren durchgehend korrekt.

Zum Sinn der Resultate wurden eigene Überlegungen angestellt (z. B. „Fehler zu groß“, „eigentlich hätte Probe A leitfähiger sein sollen als Probe B“). Bei Problemen wurden eigene Verbesserungsvorschläge gemacht; so z. B. das Aufbringen eines zusätzlichen dicken, sehr gut leitfähigen Streifens auf eine Beschichtung, um den Kontakt zwischen dem leitfähigen Material im Textil und den Prüfspitzen o. ä. zu vermitteln.

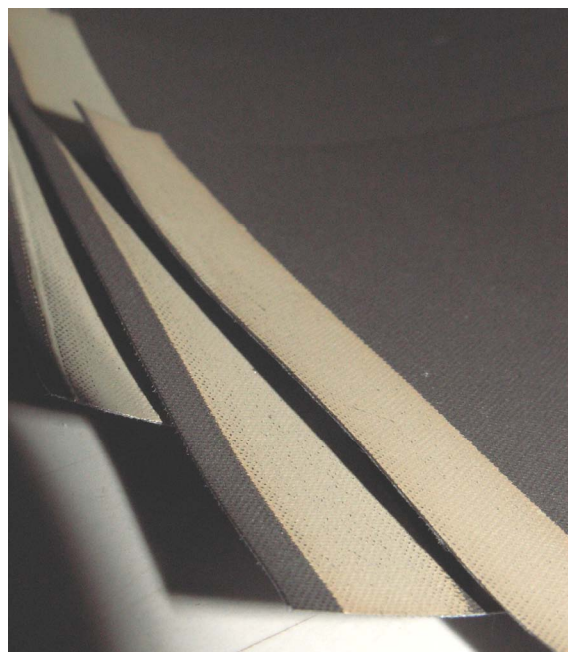


Abb. 3: Leitfähiger Streifen zur Kontaktierung der ins Gewebe eingesunkenen Beschichtung.

5. Zusammenfassung

Durch eine vorherige Sensibilisierung in Hinblick auf mögliche Fehler / Probleme bei einer Messung können Studierende physikalische Experimente sehr viel eigenständiger und mit mehr Sicherheit durchführen. Auch zuvor nicht besprochene Probleme, die

in einer experimentellen Situation auftraten, wurden erkannt; eigene Lösungsvorschläge wurden diskutiert, getestet und entweder verworfen oder als tauglich eingeordnet.

Die verbesserte Messmethode (Abb. 3) sowie die hiermit erzielten Ergebnisse sind in einer Fachzeitschrift für Textilveredlung veröffentlicht worden [1].

6. Literatur

- [1] Broianigo, Felicitas; Haag-Dederichs, Stefanie; Neumann, Luisa M.; Terzioglu, Fikret; Lempa, Evelyn; Steinem, Christine; Ehrmann, Andrea; Rabe, Maïke (2011): Das leuchtet ein – Elektrolumineszente Systeme in der textilen Anwendung. *Textilveredlung* 3/4 2011