

Geschichte und Praxis der Materialforschung

an den Beispielen

**Materialprüfung und Materialprüfungsanstalt (MPA)
Stuttgart,**

**Flüssigkristalle und Bildschirmtechnik
sowie Supraleitung**

Ein interdisziplinäres Lehrprojekt
der Universität Stuttgart

Klaus Hentschel und Josef Webel (Hrsg.)

Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik

Diepholz 2016

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <<http://dnb.dbb.de>> abrufbar.

Für Quellennachweise zu Illustrationen des Buchumschlags siehe die Einzelbeiträge.

Der Druck dieses Werkes wurde von dem Projekt *Qualitätspakt Lehre - Individualität und Kooperation im Stuttgarter Studium* (QuaLiKiSS) finanziert.

ISBN 978-3-86225-107-0

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt

Klaus Hentschel und Josef Webel: Vorwort der Herausgeber zu den Absichten und Erfahrungen mit einem interdisziplinären, ja interfakultären Lehrprojekt.....	5
Klaus Hentschel: Von der Werkstoff-Forschung zur <i>materials science</i>	13

Teil 1: Materialprüfung und Materialprüfungsanstalt (MPA) Stuttgart

Henryk Ditchen: Geschichte der Materialforschung in Europa	53
Primärtexte zur Materialprüfung und zur Materialprüfungsanstalt (MPA) Stuttgart:	
Johann Bauschinger 1879: Ueber Einrichtung und Ziele von Prüfungsanstalten für Baumaterialien und über die Classification der letzteren, insb. des Eisens und Stahls. In: <i>Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure</i> Bd. 23 (Heft 2): 49-66.....	102
Carl von Bach 1908: Die Materialprüfungsanstalt der Königlichen Technischen Hochschule Stuttgart. In: <i>Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure</i> , Bd. 52: 241-243 u. Tafel 4 vor 285.....	135
Carl von Bach 1915: Eine Folge des Krieges für die deutsche Industrie. In: <i>Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure</i> , Bd. 59: 143.....	148
Leitfragen zu diesen drei Primärtexten.....	150
Siegfried Schmauder und Immanuel Schäfer: Materialprüfung an der MPA Stuttgart	152

Teil 2: Flüssigkristalle und Bildschirmtechnik

Josef Webel: Flüssigkristalle und ihre Anwendung bei der Bildschirmtechnik aus historischer Perspektive	178
Primärtexte zu den Flüssigkristallen und zur Bildschirmtechnik:	
Otto Lehmann 1889: Über fließende Krystalle. In: <i>Zeitschrift für physikalische Chemie</i> 4: 462-72.....	215
Gustav Tammann 1901: Ueber die sogenannten flüssigen Krystalle. In: <i>Annalen der Physik</i> (4. Folge) 4: 524-530.....	226
Otto Lehmann 1901: Flüssige Krystalle; Entgegnung auf die Bemerkungen des Hrn. G. Tammann. In: <i>Annalen der Physik</i> (4. Folge) 5: 236-239.....	233

Gustav Tammann 1902: Ueber die sogenannten flüssigen Krystalle II. In: <i>Annalen der Physik</i> (4. Folge) 8: 103-108.....	237
George H. Heilmeyer 1976: Liquid Crystal Displays: An Experiment in Interdisciplinary Research that Worked. In: <i>IEEE Transactions on Electron Devices</i> 7: 780-785.....	243
Leitfragen zu diesen fünf Primärtexten.....	252
Frank Gießelmann und Florian Schörg: Grundlagen der Flüssigkristallforschung	253

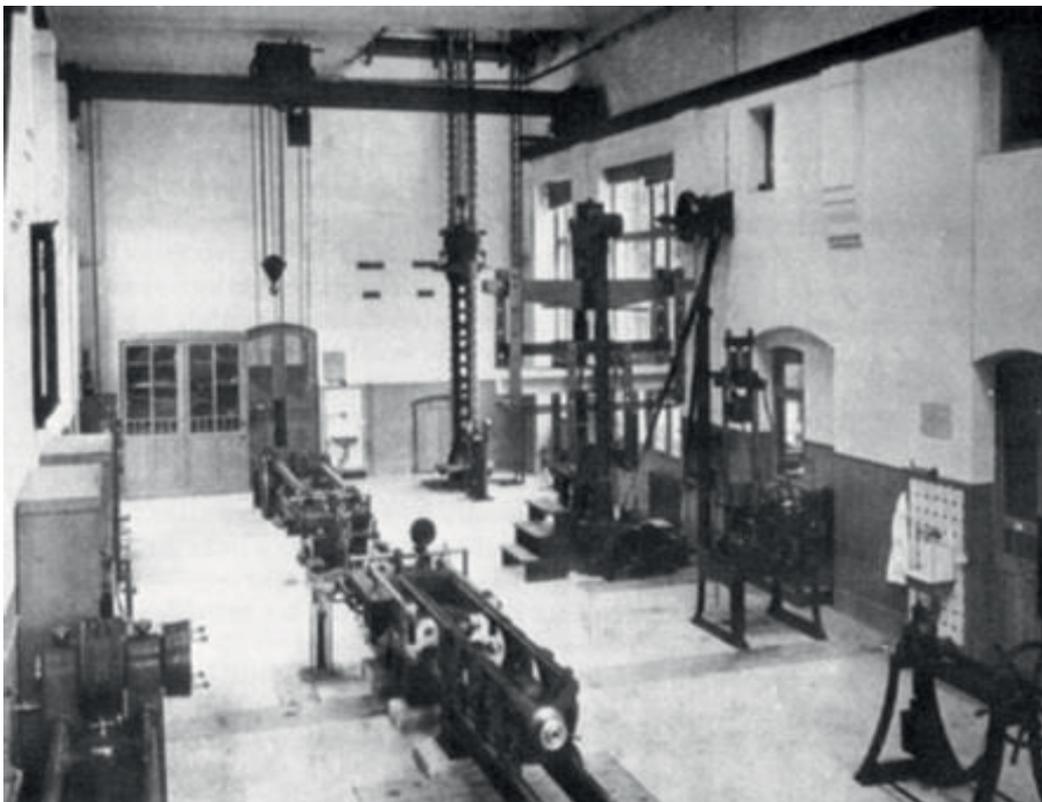
Teil 3: Supraleitung

Klaus Hentschel: Geschichte der Supraleitung	279
Primärtexte zur Supraleitung:	
Heike Kamerlingh Onnes 1914: Untersuchungen über die Eigenschaften der Körper bei niedrigen Temperaturen, welche Untersuchungen unter anderem auch zur Herstellung von flüssigem Helium geführt haben, Nobel-Vortrag v. 11. 12. 1913. In: <i>Les Prix Nobel en 1913</i> , Stockholm: P. A. Norstedt & Söner, 105-139.....	317
Die Entdeckung der Hochtemperatur-Supraleitung. Gespräch J. Georg Bednorz (IBM Research Laboratory, Rüschlikon) mit G. Graßhoff in Bern 2005. In: Gerd Graßhoff und Rainer C. Schwinges (Hrsg.) 2008: <i>Innovationskultur. Von der Wissenschaft zum Produkt</i> , Zürich: vdf, 133-147.....	347
Leitfragen zu den obigen Primärtexten.....	362
Martin Dressel: Die physikalischen Grundlagen der Supraleitung und ihre geschichtliche Entwicklung	364

Klaus Hentschel und Josef Webel, beide Abt. für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik (GNT), Universität Stuttgart:

Vorwort der Herausgeber zu den Absichten und Erfahrungen mit einem interdisziplinären, ja interfakultären Lehrprojekt

Die Materialforschung entwickelte sich schrittweise zu Beginn des 19. Jahrhunderts aus der Untersuchung vorwiegend metallischer Werkstoffe, welche bestimmend waren für die aufkommende Industrialisierung. Aus zunächst empirischen Methoden entstand so allmählich eine systematische Forschung (zunehmend auch an nicht-metallischen Werkstoffen wie Beton, Keramiken oder Polymeren), welche im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts schließlich zur Etablierung von *materials science (and engineering)* als Disziplin führte. Erkenntnisse aus der Materialforschung ermöglichten die Entwicklung von Werkstoffen entsprechend den von der Industrie geforderten Eigenschaften. Ohne sophistische Methoden der Materialprüfung und die Entwicklung neuer Materialien für spezielle Anforderungen wären große Teile der heutigen Industrieproduktion und Naturwissenschaft unmöglich. Dennoch ist das Wissen um die Materialforschung und ihre Geschichte selbst unter Naturwissenschaftlern und Ingenieuren wenig verbreitet.



Innenansicht der Maschinenhalle I der Materialprüfanstalt (MPA) Stuttgart 1907

Hintergrund des Lehrprojektes

Auf Initiative des damaligen Prorektors für Lehre, Herrn Prof. Dr. Frank Gießelmann, wurde 2013 dem Leiter der Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik (GNT) im Historischen Institut, Herrn Prof. Dr. Klaus Hentschel, die Koordination eines Projektes im Rahmen des *Qualitätspakts Lehre – Individualität und Kooperation im Stuttgarter Studium* (QuaLiKiSS) angetragen mit dem Ziel, das Lehrangebot der Universität im Bereich der Schlüsselqualifikation um ein hochwertiges und für fortgeschrittene Studierende möglichst vieler Fachrichtungen attraktives Querschnitts-Modul zu erweitern. Als Themenbereich wurde dafür entsprechend obiger Ausführungen das Oberthema **Geschichte der Materialforschung** identifiziert. Entscheidend dafür war, dass die Materialforschung sowie wichtige Phasen ihrer Institutionalisierung gerade auch in Stuttgart in Form der Materialprüfungsanstalt (MPA) samt Forschungsinstitut (FMPA) einen deutlichen Niederschlag gefunden haben. Die Materialforschung stellt somit einen der Forschungsschwerpunkte der Universität dar und wird dort in vielen Instituten durch eigene Forschungen repräsentiert. Gleichzeitig ist sie aber auch ein wichtiges historisches Forschungsobjekt am Historischen Institut, Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik.

Als Ziel des Projektes wurde definiert, den Studierenden die Materialforschung in einem innovativen und breiten Kontext nahezubringen, u.a. durch die Heranführung an die Materialforschung durch Basisexperimente und aktuelle Anwendungsbeispiele, das Kennenlernen der Hauptprotagonisten in Geschichte und Gegenwart, das Aufzeigen historischer und technologischer Entwicklungen sowie des wissenschaftlichen, technologischen und sozioökonomischen Umfeldes.

Struktur und Ablauf des Lehrprojektes

Für die im SS 2014 erstmals durchgeführte (und im SS 2015 sowie im SS 2016 wiederholte) Lehreinheit wurden die Themencluster **Materialprüfung und Materialprüfanstalt (MPA) Stuttgart**, **Flüssigkristalle** und die darauf basierende **Bildschirmtechnik** sowie die **Supraleitung** ausgewählt. Die an der Lehreinheit beteiligten Institute (s. u.) repräsentierten diese Cluster in innovativer Weise durch eine Kombination aus historischen und technischen Vorlesungen sowie durch ergänzende Literaturstudien und Laborbesuche. Das „Format“ der Lehreinheit, das gemeinschaftlich von den beteiligten Disziplinen erarbeitet wurde, sah für jedes Cluster einen Block von vier bis fünf Terminen vor, bestehend aus:

- einer (Experimental-)Vorlesung mit zwei Semesterwochenstunden (SWS) zu den *Grundlagen*
- einer (Experimental-)Vorlesung mit zwei SWS zu den *Anwendungen*
- einer Vorlesung mit zwei SWS zur *Historie*
- einem Seminar/Lektürekurs mit zwei SWS, in dem klassische Texte zum Thema zusammen mit den Studierenden diskutiert werden
- sowie einem *Laborbesuch*.

Die Ausarbeitung und Präsentation des Themenclusters **Materialprüfung und Materialprüfanstalt (MPA)** wurde in den Sommersemestern 2014 und 2015 von den folgenden Professoren und Mitarbeitern wahrgenommen:

- Prof. Dr. Klaus Hentschel und Dr. phil. Dipl.-Ing. Dipl.-Oec. Henryk Ditschen für die Abt. Geschichte der Naturwissenschaften & Technik (GNT) d. Historischen Instituts,
- Prof. Dr. Siegfried Schmauder und Dipl.-Bio. Immanuel Schäfer M. Sc. für das Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre (IMWF) zusammen mit der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt (MPA).

Die Ausarbeitung und Präsentation des Themenclusters **Flüssigkristalle und die darauf basierende Bildschirmtechnik** erfolgte durch

- Prof. Dr. Klaus Hentschel und Dr. phil. Dipl.-Ing. Josef Webel für die Abt. Geschichte der Naturwissenschaften & Technik (GNT) d. Historischen Instituts,
- Prof. Dr. Frank Gießelmann und Dr. rer. nat. Nadia Kapernaum für das Institut für Physikalische Chemie (IPC),
- Prof. Dr. Norbert Frühauf für das Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM).

Die Ausarbeitung und Präsentation des Clusters **Supraleitung** erfolgte durch

- Prof. Dr. Klaus Hentschel für die Abt. Geschichte der Naturwissenschaften & Technik (GNT) d. Historischen Instituts,
- Prof. Dr. Martin Dressel für das 1. Physikalische Institut.

Erfahrungen aus den bisherigen Durchläufen der Lehreinheiten

Die erste Veranstaltung im Sommersemester 2014 wurde durchgängig von 23 Studierenden aus fast allen Fakultäten besucht. Vertretene Fächer waren: 4x Chemie, 3x Luft- und Raumfahrttechnik, 3x Maschinenbau, 4x Bauingenieurwesen, 3x Materialwissenschaft, 1x Elektrotechnik und Informationstechnik, 1x Simulation Technology, 1x Erneuerbare Energien, 1x Informatik, 1x Medizintechnik, 1x GNT. Die Semesterzahl der Studierenden bewegte sich zwischen 2 und 10, der Schnitt lag bei 5, also bei der angestrebten fortgeschrittenen Semesterzahl.

Die Auswertung der Lehrveranstaltungsbefragung vom 20. Mai 2014 ergab für die erste Runde einen Indikator von 1,84 für die Gesamt-Zufriedenheit mit der Lehrgestaltung. Der Schwerpunkt aller Bewertungen lag zwischen 1 und 2, mit einem Mittelwert meist um die 1,5, was insgesamt ein sehr erfreuliches Ergebnis darstellt und über dem Durchschnitt derartiger Befragungen an der Universität Stuttgart liegt.

Ergänzend zu der standardisierten Befragung der Studierenden wurde von der GNT als Koordinator ein acht Punkte umfassender Fragebogen erstellt, in dem die Studierenden um ihre Ansicht zur Konzeption des Moduls sowie um ihre persönlichen Eindrücke und Erfahrungen gebeten werden. Im Nachfolgenden nur eine stichpunktartige Wiedergabe der Auswertung der abgegebenen Fragebögen.

Zur Konzeption des Moduls:

Die Kombination aus technischen und historischen Vorlesungen sowie Lektürekursen und Laborbesuchen wurde allgemein als interessant und hilfreich beurteilt, hervorgehoben wurde der Zugang zu den behandelten Themen aus verschiedenen Perspektiven, insbesondere der für die meisten Studierenden ungewohnte historische Zugang.

Zu den Erwartungen der Studierenden an das Modul:

Die Erwartungen der meisten Studierenden konnten erfüllt werden.

Zu den Motiven der Studierenden für die Wahl des Moduls:

Diverse Motive, u.a. Neugier und Interesse am Einblick in historische Entwicklungen und Zusammenhänge.

Zum Nutzen des Moduls für Nicht-Geisteswissenschaftler:

Hervorgehoben wurde der Einblick in die Historie technologischer Entwicklungen und die kritische Analyse historischer Textquellen.

Die zweite Runde der Veranstaltung im Sommersemester 2015 brachte eine erfreuliche Steigerung der Teilnehmerzahl auf 34. Die Streuung der Studienfächer war ähnlich breit, was die Vaihinger natur- und technikwissenschaftlichen Studiengänge angeht, ferner erhöhte sich der Anteil von Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften auf 8. Die Auswertung dieser zweiten Veranstaltung führte zu ähnlich positiven Beurteilungen und Bewertungen der Studierenden wie bei der Startveranstaltung, so dass im Sommersemester 2016 auf jeden Fall eine dritte Runde mit allen Beteiligten durchlaufen werden wird. Sofern die Finanzierung über das QuaLiKiSS-Programm aufrechterhalten wird, werden wir dieses SQ-Modul auch in zukünftigen Sommersemestern weiterhin anbieten.

Bisheriges Fazit zur Lehreinheit

Bei der Lehrveranstaltung **Geschichte der Materialforschung** handelt es sich um eine sehr erfolgreiche, interdisziplinäre, nicht nur fächer-, sondern auch fakultätsübergreifende Kooperation von Geistes-, Natur- und Technikwissenschaften. Aufgrund der Zusammensetzung der Studierenden liegt diese Lehrveranstaltung eher nicht auf Anfängerniveau, sondern sie dient der Vertiefung von Kenntnissen und der Komplementierung vorhandener Kenntnisse durch die im Studium jeweils nicht ausreichend repräsentierte andere, komplementäre Seite. Die Studierenden der Natur- und Technikwissenschaften üben sich im Erkennen der Historizität von Methoden und Wissensbeständen, die sie in ihren Fachvorlesungen ohne diese historische Tiefendimension präsentiert bekommen, während umgekehrt für die Studierenden aus Geistes- und Sozialwissenschaften das Kennenlernen typischer Methoden und Arbeitsweisen der Natur- und Technikwissenschaften im Vordergrund steht. Sowohl die Lernziele als auch die Erwartungen der Lehrenden und Studierenden konnten erfüllt werden. Das Konzept der Lehrveranstaltung hat sich als richtig erwiesen, wie die durchweg positiven bis teils „enthusiastischen“ Lehrevaluationsbögen der Studierenden gezeigt haben. Wegen der erforderlichen aktiven Mitarbeit der Studierenden bei den Lektürekursen sollte die Zahl der Studierenden – so wie bei der Konzeption vorgesehen - 50 nicht übersteigen. In den folgenden Sommersemestern wird eine Weiterführung nach gleichem Schema und mit den gleichen Themenclustern erfolgen. Für die dazwischen liegenden Wintersemester ist eine thematische Erweiterung auf

die Themenbereiche **Röntgenstrukturanalyse**, **Elektronenmikroskopie** und **Faserverbundwerkstoffe** als drei Beispielen für generische Forschungstechnologien der Materialwissenschaften vorgesehen.

Dieses hochgradig innovative und interfakultäre Lehrangebot ist wegen personeller Engpässe aller beteiligten Institute und Abteilungen unabdinglich darauf angewiesen, eine QuaLiKiSS-Förderung zu erfahren und könnte ohne diese nicht aufrechterhalten bzw. weiter ausgebaut werden. Benötigt werden für dieses Lehrangebot zwei halbe TVL13-Stellen, eine davon für GNT als Koordinator, der etwa 50 % der Lehrveranstaltungen abdeckt, die andere rotierend in den beteiligten Natur- und Technikwissenschaften für IMWF & MPA, IPC, IGM, Physik etc.. Wegen der Mitwirkung von GNT in allen bisherigen und zukünftigen Themenclustern hat sich die Koordinierung der Lehrveranstaltung durch die Abteilung GNT bewährt und wird auch in Zukunft von ihr wahrgenommen werden.

Anmerkungen zum vorliegenden Sammelband

Nach den durchweg positiven Rückmeldungen der Studierenden wurde von der GNT angeregt, die Vorlesungen und Materialien für die Studierenden in einem Sammelband zusammenzufassen, um die Möglichkeit der Vertiefung des vermittelten Stoffes zu bieten. Andererseits soll auf diese Weise aber auch sonstigen Interessierten der Zugang zur Materialforschung und zu den adressierten Themen eröffnet werden.

Ein einleitender Beitrag zeigt zunächst die historische Entwicklung von der Werkstoffforschung zu einer wissenschaftlichen Disziplin auf. Die Beiträge der Autoren beinhalten neben der zitierten und weiterführenden Literatur auch Leitfragen, welche den Leser bei der Reflektion und Aufarbeitung unterstützen sollen. Die Herausgeber danken den Autoren für die Bereitschaft, ihre Vorlesungen in verschriftlichter Form für diesen Sammelband zur Verfügung zu stellen. Wir würden uns sehr freuen, wenn diese Publikation die Anregung dafür geben könnte, einen analogen Zyklus von Lehrangeboten auch an anderen Standorten anzubieten, an denen einerseits Natur- und Technikwissenschaften sowie andererseits Wissenschafts- und/oder Technikhistoriker in Forschung und Lehre präsent sind.

Wichtig war den Herausgebern auch der Abdruck der behandelten Primärliteratur, wie sie in den Lektüresitzungen vorgestellt und diskutiert wurde. Die Texte sind wegen der beabsichtigten Authentizität und Historizität in ihrer ursprünglichen Form und vollständig wiedergegeben. Dem Leser sollen auf diese Weise historische (wissenschaftliche) Veröffentlichungen in ihrem zeitlichen und gesellschaftlichen Kontext vermittelt werden.

Auch hier erleichtern Leitfragen das Studium und das bessere Verständnis der präsentierten Texte. Unser Dank gilt dem IEEE, der *Nobel Foundation*, dem VDF Hochschulverlag an der ETH Zürich, den VDI Nachrichten, dem Verlag Walter de Gruyter sowie dem Verlag Wiley-VCH für die freundliche Genehmigung zum Abdruck. Ferner danken wir auch alle Personen und Institutionen, die uns Abbildungen für diesen Sammelband zur Verfügung gestellt haben: der *American Association for the Advancement of Science* für die Erteilung der Genehmigung der Wiedergabe einer Abbildung aus der Zeitschrift *Science*, ebenso der *Nobel Stiftung*, dem *American Institute of Physics*, *Emilio Segre Visual Archives*, *Physics Today*, dem Archiv der Universität Leiden sowie dem *Museum Boerhaave* in Leiden, der IEEE, dem Universitätsarchiv Stuttgart, dem Universitätsarchiv Halle-Wittenberg sowie dem Universitätsarchiv Graz, dem KIT-Archiv Karlsruhe, der *Bunsen-Gesellschaft*, dem IGM der Universität Stuttgart, der ISS der Universität Stuttgart, der Firma Merck KGaA sowie den Professoren E. Lüder, Prof. P. M. Knoll und Prof. H. Stegemeyer. Wir haben uns bemüht, in allen Fällen die Inhaber von copyrights ausfindig zu machen und diese Rechte einzuholen – sollte uns dies in Einzelfällen nicht gelungen sein, bitten wir um Mitteilung. Die Zusammenarbeit mit dem GNT-Verlag und dem Verleger Reinald Schröder war angenehm. Für die redaktionelle Endbearbeitung danken wir Frau Mezger-Lindner vom GNT-Sekretariat.

Insbesondere gilt aber unser Dank allen an diesem Lehrprojekt Beteiligten (Lehrenden wie Studierenden) für ihre Kooperationsbereitschaft und ihr großes Engagement.

Als Koordinatoren dieses Lehrprojekts:

Prof. Dr. Klaus Hentschel
(Leiter der Abt. GNT)

sowie

Dr. phil. Dipl.-Ing. (FH) Andreas Haka und Dr. phil. Dipl.-Ing. Josef Webel
(QuaLiKiSS-finanzierte Mitarbeiter der Abt. GNT)

Stuttgart, im Januar 2016

