

**Digitale Transformation im Fachbereich MatWerk  
Herausforderungen für die Lehre.**

*Positionspapier des StMW (Stand: 19.08.2021)*

## **Vorbemerkung**

Nicht erst Corona hat es aufgezeigt: Die digitale Transformation in allen nur erdenklichen Lebensbereichen wird in Zukunft immer stärker unseren Alltag, aber auch Forschung und Lehre bestimmen.

Vor allem die großen High-Tech-Bereiche der Mobilität, Kommunikation, Sicherheit und Energie werden durch Digitalisierung zunehmend bahnbrechend Impulse erfahren – und mit ihnen die Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (MatWerk), die gerade in diesen Feldern eine zentrale Rolle spielt.

Überall dort, wo Werkstoffe ressourcenschonend eingesetzt oder nachhaltig produziert werden sollen, und gleichzeitig unter immer extremeren Bedingungen zuverlässig funktionieren müssen, bietet die digitale Transformation auch für die Kenntnis der Eigenschaften von maßgeschneiderten Materialien und Komponenten völlig neue Möglichkeiten. Additive Fertigung oder Industrie 4.0. sind hier weitere Schlagworte.

Die digitale Transformation in der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik dient vor allem dem Zweck, durch offene Plattformen, Standards und Technologien für die Datenverarbeitung, den Datenaustausch oder die Datenanalyse die Forschung transparenter und effektiver zu machen. Die synergetische Vernetzung des Datenbestands verschiedenster Quellen bzw. Projekte verspricht zudem zusätzlichen Erkenntnisgewinn. Problematisch und kaum zu überblicken kann dabei der erhebliche Datenumfang unterschiedlichster Natur sein, den es zu berücksichtigen gilt. Techniken wie Metastudien, Data Mining oder Maschinelles Lernen helfen hier bei der Fehlervermeidung und verringern den Analyseaufwand in vielen Bereichen der Forschung und der industriellen Herstellung extrem. Bei konsequentem Einsatz wird dadurch die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland gewahrt und sogar gestärkt.

*Grundsätzlich gilt: Wer diese Vorteile der digitalen Transformation nicht verstärkt nutzt, wird in Forschung und Industrie abgehängt.*

Auf diese Herausforderungen, die gleichzeitig eine Chance darstellen, müssen die Hochschulen und Universitäten, die materialwissenschaftlich bzw. werkstofftechnisch orientierte Studiengänge, Studien- oder Vertiefungsrichtungen anbieten, auch in ihrem Lehrangebot reagieren. Wenn die Digitalisierung im Bereich der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik gelingen und zum Handwerkszeug werden soll, dann braucht es einen Nachwuchs, der schon beim Start ins akademische oder industrielle Berufsleben in der Lage ist, mit den neuen digitalen Möglichkeiten souverän umzugehen, aber auch die etwaigen Risiken und

Grenzen digitaler Methoden und Verfahren in der Forschung sowie in der Anwendung richtig abschätzen zu können.

Das vorliegende Strategiepapier will Anregungen zu einer erfolgreichen Digitalisierung im Fachgebiet der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik geben. Im Folgenden werden dazu Vorschläge gemacht und Forderungen zu Herausforderungen formuliert, die die Vermittlung digitaler Fähigkeiten für angehende MatWerker im Bereich der Lehre betreffen, aber auch die Digitalisierung der Vermittlung dieser Fähigkeiten in der Lehre selbst.

### **Vermittlung digitaler Fähigkeiten für angehende MatWerker in der Lehre**

Auf dem großen Feld der digitalen Transformation im MatWerk-Bereich hemmt mangelndes Wissen nicht nur die Karriere oder verschlechtert den Erkenntnisgewinn, sondern stellt in bestimmten Konstellationen auch ein Systemrisiko dar. Dies gilt vor allem – aber nicht nur – in all jenen Bereichen, in denen KI-Systeme, Maschinen, Software und Algorithmen bestimmte Aufgaben im Sinn einer effektiven Automatisierung übernehmen werden oder bereits übernommen haben.

*Grundsätzlich gilt: Die digitale Transformation innerhalb der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik ist nur so gut wie die Ausbildung der von ihr im Berufsleben betroffenen MatWerker.*

Deshalb ist es unabdingbar, den Studierenden von Anfang an Basiswissen in den für MatWerk relevanten Bereichen der Digitalisierung und des Wissensmanagements in Forschung und Anwendung zu vermitteln. Hierzu bedarf es einer grundlegenden Integration digitaler Elemente in die Grundlagenfächer, in denen die Studierenden an die Verwendung von Datenbanken, von speziellen Tools zur Werkstoff- und Prozesssimulation oder zur Modellierung herangeführt werden.

Die Vermittlung von Grundkenntnissen, etwa durch das Erlernen algorithmischen Denkens sowie in Machine Learning/KI – beispielsweise zur Analyse großer Datenmengen oder in der Nutzung MatWerk-relevanter Software – ist dabei wünschenswert. Auch auf die Nutzung von Open-Access oder Open-Source-Modellen für die spätere Arbeit sollten Studierende vorbereitet werden. Hierzu gehört weiterhin die Schulung der Fähigkeit, auf die durch Digitalisierung immer schneller werdende Veränderung aller MatWerk-Bereiche im Sinn eines „lebenslangen Lernens“ möglichst konsequent und effektiv reagieren zu können.

Wie in allen anderen Gebieten birgt die digitale Transformation auch in der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik Gefahren bzw. Risiken und stößt ggf. auch an Grenzen. Eine frühzeitige Sensibilisierung

der Studierenden in diese Richtung ist daher dringend vonnöten. Teil davon ist unter anderem eine grundlegende Vermittlung der mit der Digitalisierung verbundenen Regelungen, Vorschriften und Einschränkungen (Patente, Rechtsfragen, data privacy etc.).

Für all diese Punkte müssten die vorhandenen Curricula in den MatWerk-Studiengängen inhaltlich angepasst werden und es könnten die Schaffung einer Vertiefungsrichtung „Computational Materials Science“ oder die Einrichtung spezifisch ausgerichteter Lehrstühle hilfreich sein.

### **Nutzung von Online-Konzepten in der Lehre**

Nicht nur in Forschung und Entwicklung, sondern auch in der Lehre liegt die Digitalisierung in allen Fachbereichen an Universitäten und Hochschulen längst im Trend. Digitale Lehr- und Lernformate bestimmen immer stärker den Hochschulalltag: Die Corona-Pandemie hat auch aufgezeigt, dass ein Studium in bestimmten Fällen ohne digitale Transformation nahezu unmöglich sein kann. Diese Entwicklung ist auch für das Fachgebiet der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik stringent.

*Grundsätzlich gilt: Die adäquate Vorbereitung auf die digitale Transformation im Fachbereich MatWerk erfordert zwingend die Vermittlung digitaler Kenntnisse und Handhabung ihrer Werkzeuge.*

Die Vorteile von Onlineformaten in der Lehre liegen auf der Hand. Die damit verbundene Abkehr von starren Standortstrukturen zum Beispiel bietet Lehrenden wie Lernenden auch im MatWerk-Bereich ein erhöhtes Maß an örtlicher Flexibilität, wobei die dadurch neu gewonnenen Kapazitäten (etwa durch wegfallende Reisezeiten) wiederum in ein effektiveres Studium investiert werden könnten. Deshalb sollte auch die Vermittlung der MatWerk-Inhalte stärker als bisher in virtuellen Räumen stattfinden. Selbst Praktika an komplexen Apparaturen können durch online/remote Nutzung erweitert werden. Außeracht lassen darf man dabei allerdings nichts die Vorteile eines frontal abgehaltenen Unterrichts, wie die aktuell gewonnenen Erfahrungen zeigen. Ein Mixtum aus Präsenz- und Online-Unterricht wäre erstrebenswert.

Der Ausbau einer „Digitalen MatWerk-Lehre“ (Online-Study) sollte Online-Vorlesungen, ebenso wie Online-Arbeitsgruppen (und deren Aufzeichnung / Archivierung / Dokumentation in einer für Studierende und Lehrende verfügbaren Cloud), aber auch möglichst modular aufgebaute Online-Kurse und Web-Konferenzen beinhalten und auch die Möglichkeit bieten, Prüfungen online abzuhalten.

## **Nutzung von digitalen Konzepten in der Lehre**

Digitale Medien, etwa bei der multimedial aufbereiteten Darstellung (vorrangig Visualisierung) komplexer Zusammenhänge, zum Beispiel im strukturellen Aufbau der Werkstoffe und deren makroskopischen Eigenschaften, können– zielführend eingesetzt – einen echten Zugewinn bieten. Lehrende müssen motiviert werden, Lerninhalte oder Übungen im Sinn einer „Digitalen MatWerk-Lehre“ durch digitale Elemente (Videoclips, Web-Schalten, Quizze etc. pp.) zu erweitern.

Gleichzeitig könnte die Entwicklung digitaler Ausbildungs- und Übungsmaterialien oder der Einsatz didaktisch „kluger“ Computerprogramme Studierenden erlauben, sich bestimmte Inhalte zu werkstoffkundlichen Problemen, Verfahren oder Erkenntnissen selbstständig bzw. in Netzwerken gemeinsam mit anderen Studierenden zu erarbeiten oder in Online-Vorlesungen vermittelte Inhalte eigenständig zu vertiefen. Auch eine Überprüfung des eigenen Wissensstands wäre über derartige E-Learning-Angebote flexibel möglich.

Für all dies bedarf es geeigneter Tools für eine effektive und sichere, ebenso personalisierte wie vernetzte Kommunikation inklusive dialogischer und interaktiver Diskussions- und Feedbackschleifen. Nur so kann eine Wissensvermittlung oder Leistungsbewertung garantiert werden, die gegenüber der klassischen Vor-Ort-Vermittlung mindestens genauso effektiv und zielführend ist, bei der im Idealfall im Sinn der oben genannten Vorteile ein großes Maß an Mehrwert entsteht.

An dieser Stelle muss auch betont werden, dass für die Studierenden ein freier Zugang zu Simulationstools und Datenbanken gewährleistet sein muss. Das wiederum erfordert zwingend eine angemessene finanzielle Ausstattung für die Bereitstellung dieser Tools an den Instituten!

## **Schlussbemerkung**

Die Vermittlung digitaler Fähigkeiten für angehende MatWerker durch die Lehre setzt die Bereitschaft der Lehrenden voraus, sich hinsichtlich einer digitalen Transformation innerhalb der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik auf dem aktuellen Stand zu halten. Auch die Digitalisierung der Vermittlung von MatWerk-Fähigkeiten in der Lehre basiert auf dieser Bereitschaft.

Um hierfür die Voraussetzungen zu schaffen, ist nicht nur die Unterstützung der MatWerk-*Community* gefragt, sondern auch die Politik und die flankierende Mithilfe von Wissenschaftsinstitutionen oder Forschungsförderorganisationen wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Denn selbst die größte Motivation zur digitalen Transformation in der Lehre reicht nicht aus, wenn die passenden IT-Infrastrukturen und geeignete Software- und Datenbankzugänge an den Universitäten, Hochschulen oder MatWerk-Institutionen nicht gegeben sind.

Zudem sollten die Studierenden der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik schon Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Digitalisierung mitbringen, auf die sie im Studium aufbauen können. Dies betrifft nicht nur den Bereich MatWerk, sondern ein weites Spektrum von (MINT-)Studienrichtungen und unterschiedlichen Lebensbereichen. Hier sind in verstärktem Maße die zuständigen Ministerien in der Pflicht, die Schnittstelle zwischen Schule und Universität hinsichtlich der frühzeitigen Vermittlung von IT-Basiskenntnissen und Fertigkeiten im Bereich der Digitalisierung abzustimmen.

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Studientag Materialwissenschaft und Werkstofftechnik e. V.  
Professor Dr.-Ing. Heinz Palkowski (Sprecher des Vorstands) - Technische Universität Clausthal  
Professor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek (1. Sprechervertreter) - RWTH Aachen University  
Prof. Dr. Volker Knoblauch (2. Sprechervertreter) - Hochschule Aalen - Technik und Wirtschaft

### **Anschrift**

Studientag Materialwissenschaft und Werkstofftechnik e. V.  
c/o Gießerei-Institut der RWTH Aachen  
Intzestraße 5  
52072 Aachen

Telefon: +49 (0)69 - 75306 750  
E-Mail: [info@StMW.de](mailto:info@StMW.de)  
Internet: [www.stmw.de](http://www.stmw.de)