

## Ein nachhaltiges Lehrkonzept für proaktive Produkt- und Maschinensicherheit in der universitären Ausbildung

Björn KASPER<sup>1</sup>, Jonathan DYRNA<sup>2</sup>, David GNAUCK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gruppe Arbeitsstätten, Maschinen- und Betriebssicherheit  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 01099 Dresden  
<sup>2</sup> Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Professur für  
Bildungstechnologie, Technische Universität Dresden, 01069 Dresden  
<sup>3</sup> Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme, Professur für  
Arbeitswissenschaft, Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

**Kurzfassung:** Obwohl die universitäre Lehre im Bereich Maschinenbau an deutschen Hochschulen als insgesamt hochwertig und umfassend gilt, findet die Vermittlung von Fachwissen zur sicheren und gesundheitsgerechten Maschinenkonstruktion dabei bislang nur in einem eher begrenzten Umfang statt. Gerade die frühzeitige Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten während des Konstruktionsprozesses kann jedoch maßgeblich dazu beitragen, kostenintensive Nacharbeiten oder gar schwerwiegende Unfallfolgen zu vermeiden. Aus diesem Grund wurde ein modulares, integriertes Lehrkonzept für den vorlesungsbegleitenden Einsatz an deutschen Hochschulen entwickelt, welches als Open Educational Resource (OER) lizenziert und von den Anbietenden und Nutzenden gemeinsam weiterentwickelt werden soll.

**Schlüsselwörter:** Produktsicherheit, Maschinensicherheit, Lehrkonzept, Selbstlernanwendung, OER

### 1. Ausgangssituation und Handlungsbedarf

Künftige Maschinenbauer, Produktdesigner und Konstrukteure benötigen für ihre spätere Berufspraxis Fachwissen zur sicheren und gesundheitsgerechten Produktgestaltung. Das Konstruieren und Gestalten von Produkten und Maschinen sind zwar kreative und schöpferische Vorgänge, diese dürfen allerdings nicht in einem rechtsfreien Raum stattfinden (Neudörfer 2016). Da die Denkweise und Sprache der Juristen und der Ingenieure hierbei mitunter weit auseinander liegen, sollten angehende Konstrukteure und Produktdesigner zumindest einen Überblick über die wichtigsten europäischen und nationalen Rechtsgebiete haben. Nur wenn die Ingenieure die aus den sicherheitstechnischen Schutzzielen hergeleiteten Anforderungen an das Konstruieren sowie die damit verbundenen Rechtsfolgen kennen und beachten, können sie sich in ihrer späteren beruflichen Praxis präventiv rechtskonform verhalten (vgl. Neudörfer 2016).

Angehenden Konstrukteuren und Produktdesignern sollte vermittelt werden, dass eine Risikobeurteilung eine strukturierte und systematische Ingenieur Tätigkeit wie jede andere auch ist (vgl. Neudörfer 2016). Daher hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) bereits im Dezember 2009 das Projekt F 2120 „Ausbildungsinitiative zur sicherheits- und gesundheitsgerechten Gestaltung von Produkten in verschiedenen Hochschulstudiengängen“ abgeschlossen (Schmauder

u. a. 2009). Hierbei wurde speziell für die Hochschulausbildung von Maschinenbauern und Produktentwicklern ein Ausbildungskonzept zum Thema Produktsicherheit für das Direktstudium entwickelt. Seit dem Jahr 2010 nutzen etwa 30 Hochschullehrende die damals erarbeiteten Ausbildungsunterlagen in der universitären Ausbildung von Studierenden des Maschinenbaus und aus anderen Ingenieurwissenschaften.

Über die Jahre der aktiven Nutzung hinweg konnten Erfahrungen für die nun erforderliche Modernisierung und Weiterentwicklung gesammelt werden. Durch eine in 2013 durchgeführte Nutzerumfrage zur Evaluierung des Lehrkonzeptes konnte der dringende Aktualisierungs- und Weiterentwicklungsbedarf konkretisiert werden.

## 2. Weiterentwicklung des Lehrkonzeptes

Auf Basis der Evaluierung des Vorgängerprojektes F 2120 erstellt die Technische Universität Dresden (TUD) im Auftrag der BAuA im seit Dezember 2016 laufenden BAuA-Projekt F 2395 „Weiterentwicklung und Modernisierung des Lehrkonzeptes zur Produktsicherheit für die universitäre Ausbildung (PROSUMEr)“ ein weiterentwickeltes Lehrkonzept für die proaktive Produkt- und Maschinensicherheit.

Zukünftige Produktgestalter sollen lernen, Sicherheitsaspekte von Maschinen bereits während des Konstruktionsprozesses durch ein systematisches und methodisches Vorgehen angemessen zu berücksichtigen. Wie im Vorgängerprojekt soll das grundsätzlich weiterentwickelte Lehrkonzept in der universitären Ausbildung im Hochschuldirektstudium vorlesungsbegleitend eingesetzt werden. Der Lehrumfang entspricht mit 15 Semester-Doppelstunden einem kompletten Hochschulsemester. Das Lehrkonzept wird für Lehrstühle konzipiert, die sich thematisch mit der Produkt- und Maschinensicherheit auseinandersetzen bzw. in diesen Bereichen bereits lehren oder zukünftig lehren möchten. Die Bereitstellung des Lehrkonzeptes an alle interessierten Hochschulen in Deutschland erfolgt über das frei nutzbare, webbasierte Lernmanagementsystem „Online-Plattform für Akademisches Lehren und Lernen“ (OPAL).

Inhaltlich baut das aktuelle Projekt auf dem Vorgänger-Lehrkonzept auf. Die Auftragnehmer haben die Aufgabe, das bestehende Lehrkonzept inhaltlich, didaktisch und medientechnisch grundlegend zu überarbeiten und an den aktuellen Stand der Technik anzupassen.

### 2.1 Inhaltlich-fachliche Weiterentwicklung und Modernisierung des Lehrkonzeptes

Das bestehende Lehrkonzept umfasst folgende Bestandteile:

- **Lehrmodule** mit Dozentenleitfäden (formale und fachliche „Drehbücher“ für die jeweilige Lehrveranstaltung) und Präsentationsfoliensätzen für Dozenten
- **Lehrbriefe** für Dozenten und Studierende zum Selbststudium
- **Selbstlernmodule** in Form einer PC-basierten interaktiven Lernumgebung für Studierende

Die fachlichen Lehrinhalte aller drei oben genannten bisherigen Bestandteile des Lehrkonzeptes werden überarbeitet mit den Zielen:

- der Aktualisierung der Rechtsvorschriften und weiteren Regelwerke wie Gesetze und Normen,
- der Fokussierung auf die im weiteren Verlauf fachlich relevanten Verfahren zur Risikobeurteilung, deren Auswirkungen auf den Produktlebenszyklus und die Differenzierung der Verantwortlichkeiten bzw. Zuständigkeiten sowie

- der Anpassung der Gestaltungsgrundsätze an den aktuellen Stand der Technik. Die reine Vermittlung von Faktenwissen wird durch zentrale und über alle Lehrmodule durchgängige Anwendungsbeispiele untersetzt. Dadurch soll eine möglichst große fachliche Bandbreite aufgespannt werden, um die spätere praktische Anwendbarkeit des Erlernten zu erhöhen.

## *2.2 Didaktische Aktualisierung des Lehrkonzeptes*

Das bisherige Lehrkonzept wird hinsichtlich der zugrunde liegenden didaktischen Methoden überarbeitet. Der Wissenserwerb soll somit vorrangig von den Lehrenden angeregt werden, indem sie den Rahmen für die Vermittlung von Lehrinhalten gestalten und den Studierenden die Lernziele übermitteln.

Konstruktivistisch-didaktische Methoden und praktische Anwendungsaufgaben zu Produktbeispielen sollen die selbstregulierte Konstruktion von Wissen und dessen Übertragung und Anwendung auf neue Szenarien anregen. Dozenten können anhand der bereitgestellten Unterlagen einen für ihre jeweilige Zielgruppe angepassten Rahmen für den individualisierten Kompetenz- und Wissenserwerb gestalten (vgl. Dyrna, Gnauck und Kasper 2018).

Zusätzlich werden Lerngruppen aus Dozenten und Studierenden eingerichtet, damit diese z. B. in Form von themenbezogenen, moderierten Foren untereinander kommunizieren können. Auftretende Fragen und Probleme können direkt diskutiert werden, was die soziale Bindung zum Dozenten und der Studierenden untereinander bei gleichzeitiger Erhöhung der Akzeptanz der dargebotenen Lehrinhalte fördert. Zusätzlich sollen Wikis und FAQs als Medium zur kollaborativen Wissenskonstruktion und -speicherung angeboten werden.

## *2.3 Softwaretechnische Umsetzung des Lehrkonzeptes*

Die fachlichen Lehrinhalte des vorherigen Lehrkonzeptes wurden über jährlich aktualisierte CDs an die registrierten Nutzer sowie an die Neu-Nutzer verteilt. Dieses seinerzeit dem Stand der Technik entsprechende Vorgehen hat aus heutiger Sicht einige Nachteile. Einerseits sind hier neben der inhaltlichen Aktualisierungsleistung die nicht unerheblichen zeitlichen und finanziellen Aufwände für das Material, die Distributionslogistik sowie das Marketing zu nennen. Andererseits waren sämtliche Bestandteile und hier besonders die Selbstlernmodule ausschließlich auf inzwischen stark veralteten Windows-Systemen nutzbar. Zusätzlich wurde für die Anzeige und Bearbeitung der Präsentationen und Lehrbriefe ein lizenziertes Microsoft Office 2000 benötigt.

Um diese Nachteile zu beheben und die Lehr- bzw. Lernunterlagen auf aktuellen Systemen nutzbar zu machen, werden sämtliche Bestandteile des Lehrkonzeptes in eine web-basierte interaktive Lernplattform eingebettet. Dieses Vorgehen hat den klaren Vorteil, dass der bisherige finanzielle und logistische Aufwand für das Erstellen und Verteilen der Datenträger vollständig entfällt. Das gesamte Lehrkonzept liegt dabei zentral auf einem BAuA-externen Server der Bildungsportal Sachsen GmbH (BPS) und ist dadurch im Learning Management System (LMS) OPAL bundesweit jederzeit erreich- und nutzbar.

## 2.4 Lizenzrechtliche Rahmenbedingungen der Nutzung des Lehrkonzeptes

Die Erstellung hochwertiger Bildungsmaterialien an deutschen Hochschulen ist meist öffentlich finanziert. Die Inhalte nur kleinen Gruppen oder in kostenintensiven Lehrbüchern weiterzugeben, steht schon länger in der Kritik. Durch freie Lizenzierung haben diese Ressourcen eine längere Lebensdauer und sind einem weiteren Nutzerkreis zugänglich (Follert u. a. 2017).

Zur Erhöhung der Nachhaltigkeit des Konzeptes wird die Bereitstellung unter einer offenen Lizenz als *Open Educational Resource (OER)* in quelloffenen Datei- oder Exportformaten erfolgen (vgl. Mello 2018). Dadurch können Anwender hochschulübergreifend frei auf alle erstellten Inhalte zugreifen, diese nutzen und durch ihre Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge maßgeblich zur Qualitätssicherung und Weiterentwicklung des Lehrkonzeptes beitragen. Insbesondere versierte Nutzende haben darüber hinaus die Möglichkeit, die Unterlagen für ihre eigenen Zwecke zu modifizieren und wiederum unter gleichen Bedingungen bereitzustellen. Dadurch haben Lehrende die Möglichkeit, Inhalte legal und kostenfrei zu überarbeiten und an den aktuellen Bedarf anzupassen (Follert u. a. 2017).

Um dies umsetzen zu können, gilt es als zusätzliche Rahmenbedingung für die gesamte Modernisierung und Weiterentwicklung des Lehrkonzeptes, auf proprietäre bzw. kommerzielle Dokumentenformate grundsätzlich zu verzichten. Stattdessen werden freie und quelloffene Dokumentenformate, die mit freien und plattformunabhängigen Software-Paketen angezeigt und bearbeitet werden können, verwendet. Weiterhin müssen im Lehrkonzept benutzte Texte, Bild- und Video-Materialien bis hin zu den verwendeten Schriftarten selbstverständlich mit der späteren offenen Lizenzierung kompatibel sein oder durch die TUD neu erstellt werden.

## 3. Aufbau und Inhalt des Lehrkonzeptes

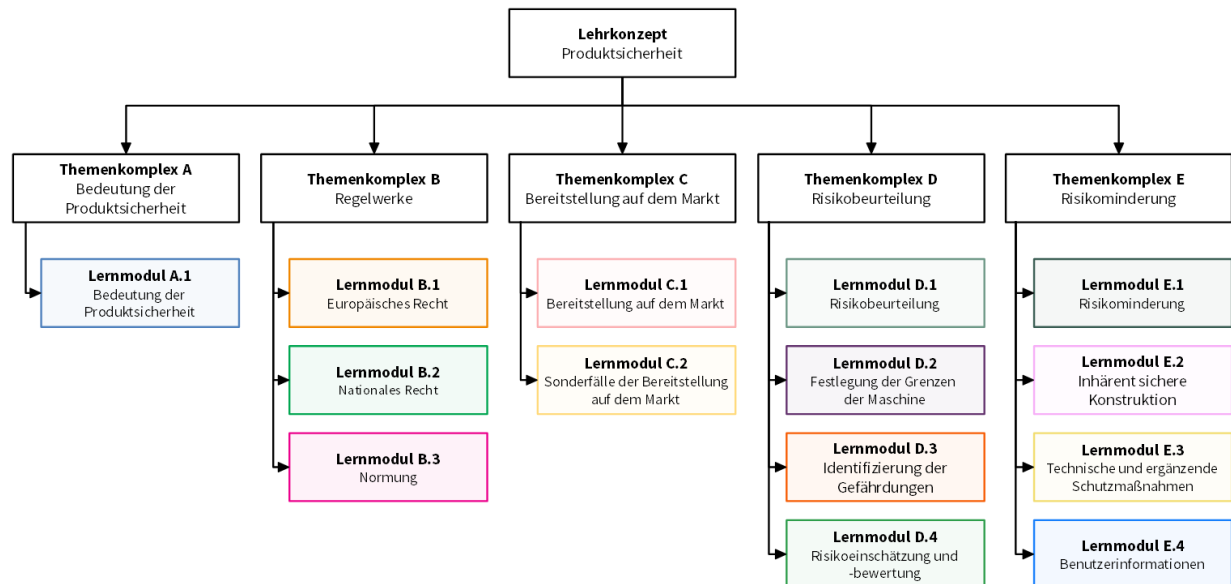
Das weiterentwickelte Lehrkonzept setzt sich inhaltlich aus fünf zentralen Themenkomplexen zusammen (siehe Abbildung 1):

1. Bedeutung der Produktsicherheit,
2. Regelwerke,
3. Bereitstellung auf dem Markt,
4. Risikobeurteilung und
5. Risikominderung.

Die Themenkomplexe werden jeweils in bis zu vier thematisch näher spezifizierte Lehrmodule gegliedert (siehe Abbildung 1). Zu jedem der fünf Themenkomplexe werden in einheitlicher Form die nachfolgenden Lehrunterlagen als digitale Dokumentenformate bereitgestellt (vgl. Dyrna, Gnauck und Kasper 2018):

- ein **zentrales Lernarrangement**, das den Lehrenden (Dozenten) als Leitfaden für den jeweiligen Themenkomplex dient, die Lernziele und Struktur aufzeigt, auf die zugehörigen Lehrunterlagen verweist und Hinweise zur methodisch-didaktischen Umsetzung sowie zur Kompetenzerfassung (z. B. in Form von Tests) gibt,
- ein **Wissensbaustein**, der den Lehrenden oder Studierenden zur Erschließung aller Lehrinhalte eines Themenkomplexes dient,
- multimediale **Präsentationsfolien** zur anschaulichen Vermittlung der Inhalte während der Lehrveranstaltungen,

- zahlreiche **Übungsaufgaben** mit exemplarischen Lösungsmöglichkeiten zur begleitenden Wiederholung und Anwendung der Lehrinhalte sowie
- **Prüfungsfragen** mit Lösungsvorschlägen in verschiedenen Formaten (z. B. Entscheidungsfragen, Multiple-Choice etc.).



**Abbildung 1:** Modulare inhaltliche Struktur des Lehrkonzeptes bestehend aus 5 Themenkomplexen und bis zu 4 Lehrmodulen (Quelle: TU Dresden, BAUA)

Darüber hinaus wird eine web-basierte Selbstlernanwendung (Web Based Training) bereitgestellt. Sie umfasst sämtliche Lerninhalte aller Themenkomplexe und kann dadurch sowohl ergänzend als auch alternativ zu den Lehrunterlagen für das Präsenzlernen eingesetzt werden (vgl. Dyrna, Gnauck und Kasper 2018).

#### 4. Bereitstellung und Einsatz des Lehrkonzeptes

Die Bereitstellung des Lehrkonzeptes an alle interessierten Hochschulen in Deutschland erfolgt über das frei nutzbare, web-basierte Lernmanagementsystem OPAL auf Anfrage bei der BAUA in zwei Ebenen:

Auf der **ersten Ebene** werden allen Lehrenden (Dozenten) in einem zentralisierten Kurs alle Unterlagen des Lehrkonzeptes zur Verfügung gestellt, die sie nach Bedarf als Einzeldokumente oder als komplette Lehrmodule herunterladen und in einen eigenen OPAL-Kurs einbetten können. Darüber hinaus ermöglichen implementierte digitale Werkzeuge wie etwa Kontaktformulare, Foren und Wikis den kommunikativen Austausch zwischen Anbietenden (BAUA, TUD) und anwendenden Dozenten. Auf diese Weise können interessierte Dozenten gegenseitig von ihren Erfahrungen mit dem Einsatz der Lehrunterlagen profitieren und sich institutionsübergreifend vernetzen und unterstützen (vgl. Dyrna, Gnauck und Kasper 2018).

Auf der **zweiten Ebene** sollen Dozenten ihren Studierenden in eigenen Kursen alle für ihren individualisierten Anwendungskontext relevanten Lehrunterlagen bereitstellen. Der Aufbau und die Struktur des Lehrkonzeptes erlauben dabei einen vielfältigen methodisch-didaktischen Einsatz. Dadurch können Studierende zeit- und ortsunabhängig in beliebiger Reihenfolge Lerninhalte rezipieren, in Übungsaufgaben

praktisch anwenden und mit Hilfe der zahlreichen Assessment-Angebote, wie z. B. elektronischen Tests, ihren individuellen Lernfortschritt überprüfen.

## 5. Aktueller Projektstand und Ausblick

Um die Perspektive der Zielgruppe (Dozenten und Studierende) frühzeitig in die Weiterentwicklung des Lehrkonzeptes mit einzubeziehen, wurde eine entwicklungsbegleitende Erprobung der schon fertig gestellten Module mit Hilfe eines umfangreichen Fragenkataloges sowie einer Fokusgruppendifkussion durchgeführt.

Nach dem abgeschlossenen Einzelmodultest läuft im aktuellen Wintersemester 2018/2019 ein vorlesungsbegleitender, kompletter Integrationstest des gesamten Lehrkonzeptes an der Professur für Arbeitswissenschaft der TUD. In alle Testphasen (Modul- und Integrationstest) wurde und wird das BAuA-Projektteam direkt involviert.

Um die im Projekt erarbeiteten und im Lehrkonzept umgesetzten Inhalte über mehrere Jahre auf einem aktuellen fachlichen, didaktischen und technischen Stand zu halten, wurden von Beginn an eine regelmäßige, jährliche softwaretechnische Wartung und inhaltliche Aktualisierung als direkte Projektfolge vorgesehen. Dabei wurde der zeitliche Rahmen zunächst auf drei Jahre nach Projektabschluss begrenzt. Danach soll eine Neubewertung durch den Auftraggeber BAuA, z. B. mit Hilfe einer Nutzer-Evaluation, erfolgen.

Die duale inhaltliche Umsetzung von Präsenz- und Selbstlernmaterialien wird einen flexibleren Einsatz des Lehrkonzeptes im Rahmen der universitären Lehre als bisher ermöglichen. Deshalb wurde das Lehrkonzept nicht nur inhaltlich und didaktisch aktualisiert, sondern auch bzgl. seines Gesamtumfanges deutlich erweitert. Hieraus resultiert ein hoher didaktischer und inhaltlicher Mehrwert.

## 6. Literatur

- Dyrna, Jonathan, David Gnauck und Björn Kasper. 2018. Das integrierte Lernszenario für proaktive Produktsicherheit im Maschinenbau – ein innovatives und nachhaltiges Lehrkonzept für die universitäre Ausbildung? In: Gemeinschaften in neuen Medien. Forschung zu Wissensgemeinschaften in Wissenschaft, Wirtschaft, Bildung und öffentlicher Verwaltung, hg. von Nina Kahnwald Thomas Köhler Eric Schoop. TUDpress, Dresden, 24. Oktober.
- Follert, Fabiane, Aline Bergert, Helge Fischer, Anne Lauber-Rönsberg und Sebastian Horlacher. 2017. Open Educational Resources (OER) in Sachsen: Status Quo – Potentiale – Herausforderungen. In: Wissensgemeinschaften in Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Verwaltung, hg. von Nina Kahnwald Thomas Köhler Eric Schoop. TUDpress, Dresden, 18. Oktober.
- Mello, Jonathas. 2018. Open Educational Resources (OER). Deutsche UNESCO-Kommission. <https://www.unesco.de/bildung/open-educational-resources> (Zugegriffen: 30. November 2018).
- Neudörfer, Alfred. 2016. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte: Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie. 7. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg.
- Schmauder, Martin, Wolfgang Jetschny, Katrin Höhn, André Simon und David Gnauck. 2009. F 2120 Ausbildungsinitiative zur sicherheits- und gesundheitsgerechten Gestaltung von Produkten in verschiedenen Hochschulstudiengängen. Dortmund, Berlin, Dresden: BAuA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten**

65. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft  
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme  
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019**

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,  
Technische Universität Dresden;  
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2019  
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)