

Georg-Peter Ostermeyer & Jennifer Olearczyk

Hybride Lernskripte in der Ingenieurslehre mittels Mobile Augmented Reality





GEORG-PETER OSTERMEYER
JENNIFER OLEARCZYK

Hybride Lernskripte in der Ingenieurslehre mittels Mobile Augmented Reality

In diesem Artikel beschreiben wir, wie wir ein klassisches gedrucktes Skript der Technischen Mechanik mit Augmented Reality angereichert haben: Über Marker im Skript können Studierende mit ihren Smartphones Videos, interaktive Grafiken und Animationen einblenden und so mit dem Skript interagieren. Darüber hinaus beschreiben wir die didaktischen Hintergründe und Vorteile einer solchen Anreicherung und geben Tipps für Lehrende, die ihre Skripte auch auf diese Weise beleben wollen.

1. Augmented Reality in der Lehre

Augmented Reality ist inzwischen breit zugänglich

Im Jahr 2016 kamen speziell Jugendliche – nahezu weltumspannend – wohl zum ersten Mal in Kontakt mit einer Form von Augmented Reality (AR): Die App Pokémon Go ermöglichte es ihnen, in ihrer realen Umgebung virtualisierte Figuren einer bekannten Zeichentrickserie zu suchen und einzufangen. Mittels der Handykamera wurden die Wesen an der nächsten Straßenecke oder auf dem Fußballplatz sichtbar. Die Nutzer waren so in der Lage, am Bildschirm ihres Smartphones mit den Pokémon zu interagieren. Seither kommt AR wahrnehmbar in verschiedenen Branchen vermehrt zum Einsatz.

Die meist verwendete Grunddefinition von Augmented Reality (Erweiterte Realität) entspringt dem 1994 vorgeschlagenen Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum, welches die durch Technologie ermöglichte Verschmelzung von realen und virtuellen Objekten definiert (vgl. Milgram & Kishino 1994). Das Kontinuum zeigt einen Bereich von Gemischter Realität (Mixed Reality) auf, die sich zwischen der realen Umgebung und einer vollständig virtuellen Welt wiederfindet. Augmented Reality ist als Teil dieses Kontinuums mit einem geringeren Grad an Virtualität definiert: eine mit virtuellen Elementen angereicherte Realität.

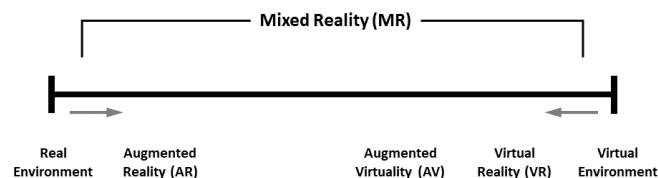


Abbildung 1 Das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum in Anlehnung an Milgram & Kishino

Augmented Reality in der Lehre

Seit einigen Jahren ist die Umsetzung von AR-Anwendungen auf Smartphones und Tablets (Mobile Augmented Reality) möglich. Dies verspricht auch Vorteile für den Lehreinsatz. Unter anderem kann ohne die Anschaffung von Technik selbst in Großveranstaltungen mit dem BYOD-Prinzip (Bring Your Own Device) gearbeitet werden, da nahezu alle Studierenden über ein Smartphone verfügen.

Die Effekte von AR in der Lehre können, je nach Lehrkonzept und technologischem System, sehr unterschiedlich ausfallen. Die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Lehre mittels des an der TU Braunschweig angebotenen AR-Systems werden wie folgt beschrieben (TU Braunschweig 2020):

- Visualisierung abstrakter wissenschaftlicher Konzepte
- Visualisierung nicht beobachtbarer Phänomene

- Intensiveres Lernerlebnis durch Erweiterung der Wahrnehmung eines Objekts oder der Umgebung
- Unterstützung des konstruktivistischen, situativen, spielbasierten und forschenden Lernens
- Kollaboratives Lernen und verbesserte Gruppendynamik
- Schonung physischer Ressourcen (z. B. Material bei Laborversuchen) durch AR-gestützte Simulationen

Um das Potenzial von Augmented Reality für seine Lehrskripte der Technischen Mechanik zu explorieren, initiierte Prof. G.-P. Ostermeyer 2017 das Projekt „LeARn – Hybrid Learning Resources“. Ziel war, die seit Jahren für Studierende produzierten und grundsätzlich bewährten Prints-kripte mittels AR anzureichern.

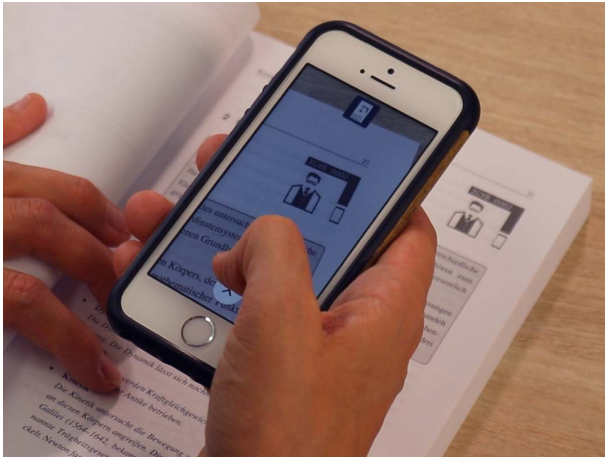
Zwar hätte man auch interaktive Skripte am Computerbildschirm entwickeln können, die u. a. umweltschonender sein mögen. Wir glauben jedoch, dass die meisten Lernenden besser anhand eines erweiterten Prints-kriptes – eines hybriden Skriptes – lernen können. Unserer Ansicht nach ist die Mehrzahl der Studierenden stark vom Lernen mit Papier und Stift geprägt und nutzt dieses mindestens als Basis des Selbststudiums. Die zusätzliche Interaktion mit einem Computer kann zudem auf Dauer eher ablenkend wirken (siehe Abschnitt 2.1). Weiterhin ist die Nutzung elektronischer Geräte, wie Laptops, in vielen Bereichen von Bibliotheken oft verboten. Lernende, welche diese Orte bevorzugen oder auf sie angewiesen sind, könnten interaktive Skripte dort nicht nutzen. Zudem würden die großen Datenmengen interaktiver Skripte einen Download und Abruf sehr unhandlich gestalten. Als eingebettete Datei in einem Learning-Management-System wären Vorgänge wie Login und die Navigation durch Veranstaltungsstrukturen sehr umständlich. Wir sehen diese Arten der Aufbereitung daher als eher hinderlich für den Lernprozess an. Zudem unterstützen interaktive Skripte das selbstbestimmte Lernen weniger gut als hybride (siehe Abschnitt 2.1). Die dauerhafte Darstellung der integrierten Medien stellt keine Option dar, für die sich Studierende im hybriden Skript autark entscheiden müssen. Abschließend bleibt zu erwähnen, dass die Integration von Mobile AR einen aktiveren Lernprozess ermöglicht. Insbesondere die (simulierte) Integration von 3D-Animationen in das direkte Umfeld schafft bessere Voraussetzungen für den Lernprozess als die kontextlose Darstellung an einem Bildschirm.

Zur Realisierung des Projektes wurde das von Jennifer Olearczyk konzipierte AR-System „CaroLAR“ der TU Braunschweig genutzt, welches sich seit Entwicklungsbeginn (2018) unter der Leitung seiner Initiatoren (Universitätsbibliothek und Projektgruppe Medienbildung der TU Braunschweig) stetig weiterentwickelt hat. Dieses AR-System besteht aus einer App und einem browserbasierten Content-Management-System. Mit diesem können Lehrende virtuelle Elemente mit einem Marker in der Realität (z. B. Symbole, Bereiche von Fotos etc.) koppeln und jene Inhalte verwalten; auch die Wiedergabe bzw. das Auslösen von Elementen mittels GPS-Koordinaten ist möglich. Das System kann daher diverse Lehrszenarien unterstützen, unter anderem auch sogenanntes Game-Based-Learning (GBL) im Freien. Im Falle des Prints-kriptes werden

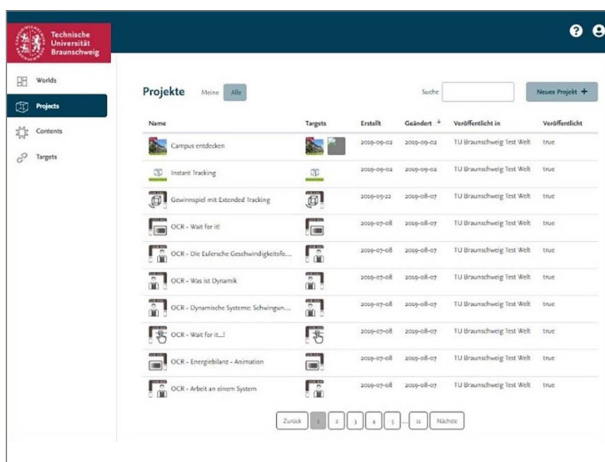
Hybrides Skript statt elektronischem Skript

AR-Produktion mit „CaroLAR“

diese nicht genutzt, da Printsripte nicht örtlich festgelegt sind. Aktuell entstehen jedoch Konzepte für entsprechende GBL-Module, welche die Veranstaltung ergänzen sollen. Die zugehörige App des CarolAR-Systems macht es möglich, die hinterlegten Elemente in das Livebild der Smartphone- oder Tabletkamera zu integrieren und so virtuelle Objekte mit dem realen Umfeld zu vereinen. Bei der Nutzung von mobilen Printmedien, wie Büchern oder Handouts, erfolgt dies jedoch nur, sobald die gekoppelten Marker von der Kamera optisch erkannt wurden.



Abbildungen 2, 3 Das Erkennen von Markern mit der CarolAR-App macht AR-Elemente im hybriden Skript der Technischen Mechanik 2 (SS 2019) sichtbar.



Abbildungen 4, 5 Das CarolAR-System – bestehend aus Content-Management-System und App

Link-Tipp

Um einen ersten Eindruck von den Funktionen des hybriden Skriptes zu bekommen, finden Sie unter dem folgenden Link ein Demovideo (Stand: Herbst 2019):

<https://www.youtube.com/watch?v=D6xPiEY361A&feature=youtu.be>

Tipp

Die Anschaffung eines universitätseigenen AR-Systems wie CarolAR bedarf einer umfangreicheren Finanzierung zur Entwicklung sowie von Personal und/oder Dienstleistern, die das System langfristig administrieren, warten, weiterentwickeln und Support leisten. Daher finden Sie im Folgenden eine Kurzübersicht zu alternativen Systemangeboten und Apps, die als Startpunkt für weitere Recherchen dient. Es ist nicht zu unterschlagen, dass einige der aktuell angebotenen Services und Anwendungen mit Kostenmodellen aufwarten und ggf. nicht den Datenschutzrichtlinien Ihrer Einrichtung entsprechen. Daher sind Recherchen und eine gute Abstimmung mit z.B. Datenschutzbeauftragten der Universität zu empfehlen.

AR-Systemangebote

- 3dqr (Deutschland) 3dqr.de
- ZappAR (Vereinigtes Königreich) zap.works
- MyWebAR (USA) mywebar.com

AR-Einzelanwendungen

- Geogebra Augmented Reality geogebra.org/m/agpb7bq7
- Sketchfab.de sketchfab.com
- AR Anatomy 4D+ arkids.cards/anatomy-en

2. Projekt „LeARn – Hybrid Learning Resources“

2.1 Intention: Didaktischer Mehrwert für bestehendes Lehrmaterial

Moderne Technologien bieten großartige Chancen zur Verbesserung der Hochschullehre – jedoch sehen wir diese nicht in einer Volldigitalisierung jeglicher Veranstaltungen, Interaktionen und Materialien. Aus unserer Sicht gilt es zunächst, das Potenzial neuer Lehrformen – in Teilschritten – zu erforschen.

Welchen Mehrwert hat ein Hybrides Skript für das Lehren und Lernen?

Betrachten wir dazu wissenschaftlich gesicherte lernpsychologische Theorien wie die Cognitive Load Theorie (vgl. Sweller 1994) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning (vgl. Mayer 2005), wird deutlich, wie etwa bestehende Printmaterialien in Kombination mit neuen Technologien wie Augmented Reality den Lehr-/Lernprozess fördern können.

Der sogenannte Cognitive Load meint die Auslastung des Arbeitsgedächtnisses bei der Bearbeitung einer Aufgabe wie z. B. Text lesen, Video schauen oder Aufgabe rechnen. Um Lernen zu fördern, ist es wichtig, dass die kognitive Belastung die Lernenden weder über- noch unterfordert. Zudem sollten sie sich mit den Inhalten beschäftigen können und nicht davon abgelenkt werden (vgl. Schnotz & Kürschner 2007).

Verschiedene Arten des Cognitive Load können den Lernprozess erschweren. Betrachten wir den Bereich des Extraneous Cognitive Load, handelt es sich um die Belastung, die nicht durch einen Aufgabeninhalt, sondern durch die Gestaltung einer Aufgabe entsteht. Dies kommt zum Tragen, wenn beispielsweise Erklärungen in einem Skript – für die Lesenden – nicht ausreichend Hilfestellung bieten (vgl. Schnotz & Kürschner 2007). Es ist zu beobachten, dass Studierende der neuen Generation nicht mehr nur auf Grundlage präziser Erläuterungen und unterstützender Grafiken lernen wollen. Ein Großteil scheint sich vielmehr daran zu gewöhnen, alltägliche Sachverhalte durch ein kurzes Video bei YouTube gelöst oder zumindest erklärt zu bekommen (vgl. Zander et al. 2020). Auch für den Bereich der MINT-Fächer werden Videoplattformen mit kurzgefassten Erklärvideos immer beliebter. Jedoch können Studierende durch diese Lernmentalität vermutlich einen eher nachteiligen Split-Attention-Effekt (vgl. Sweller 1994) hervorrufen. Die Informationen, die zum Bearbeiten von Aufgaben bzw. Nachvollziehen des Lehrstoffes benötigt werden, liegen räumlich unnötig weit auseinander. Zudem müssen die Onlinevideos, interaktive Grafiken etc. zunächst noch online recherchiert oder etwa in Programmen geöffnet werden. Diese kognitive Belastung ist nicht mehr lernförderlich.

Des Weiteren werden in der Vorlesung oder beim selbstständigen Lernen Informationen mittels zweier verschiedener Kanäle von Studierenden verarbeitet – verbal (z. B. gesprochene oder geschriebene Sätze) und nonverbal (z. B. Bilder, Videos, Musik). Durch diese duale Informationsverarbeitung werden zwei kognitive Repräsentationsformen bzw. Modelle im Arbeitsgedächtnis generiert. Für erfolgreiches Lernen gilt es, diese miteinander zu vernetzen und in das Langzeitgedächtnis zu überführen (vgl. Mayer 2014).

Im Falle der Technischen Mechanik kann ein verbales Modell, wie etwa eine Formel oder Gleichung, durch das Lesen von Text im Skript oder das Hören der Erläuterungen in der Vorlesung entstehen. Mentale Modelle, die nach Schnotz eher als bildhaftes Modell zu verstehen sind (vgl. Schnotz 2014), können beim Betrachten von zugehörigen Visualisierungen (z. B. Bilder, Animationen, Videos) entstehen. Auch Töne und Geräusche können dieses Modell anreichern. Da die Kanäle unabhängig voneinander nur über eine begrenzte Kapazität verfügen, ist es effizienter, beide zu nutzen. Das bedeutet, dass Lernprozesse von einer gleichzeitigen Auslastung der zwei Prozesskanäle profitieren und Lehr-/Lernmaterialien den Vernetzungsprozess unterstützen müssen. Zudem machte Schulmeister bereits 2002 die Bedeutung von interaktiver Anwendung

deutlich: „Mit dem Ansteigen des Interaktivitätsniveaus wird der Ereignisraum vielfältiger, der Darstellungsraum wird variantenreicher und der Bedeutungsraum wächst.“ (Schulmeister 2002, S. 16)

Das Ziel ist es also, dass Studierende durch das Lehrmaterial ein reichhaltiges bildhaftes Modell bilden können, welches intensiv mit dem verbalen Modell vernetzt werden kann – bestenfalls auf interaktive Art und Weise.

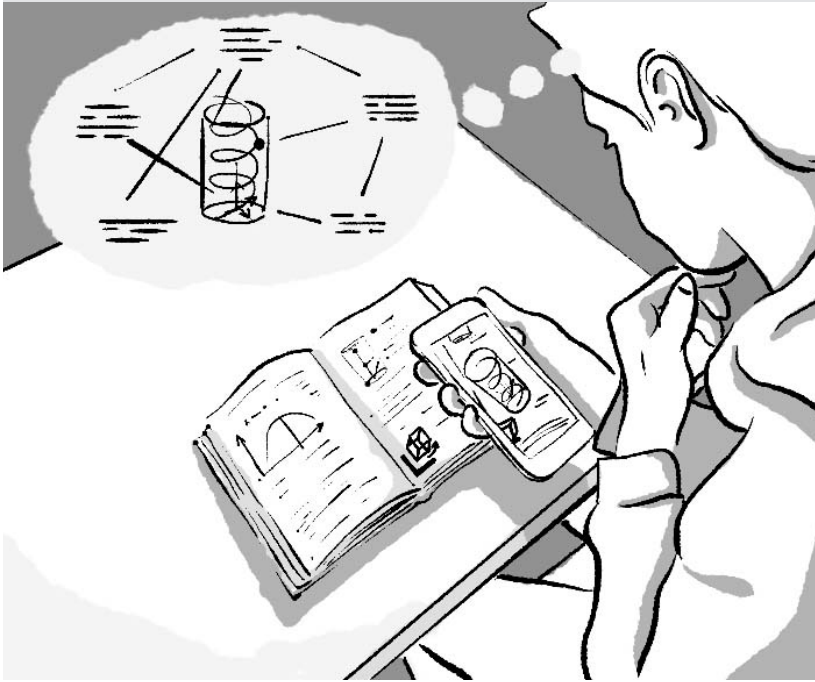


Abbildung 6 Vernetzung des verbalen und bildhaften Modells durch interaktives Lernangebot mit AR
(Zeichnung: Domingos de Barros Octaviano)

Dieser Vorgang sollte nicht etwa dadurch gestört werden, dass Lernende dazu gezwungen sind, auf einem Monitor weitere Anwendungen zu öffnen und sich in einer weiteren Umgebung ihre ergänzenden Lernattribute selbst zusammensuchen. Das Smartphone hingegen ist für die Mehrzahl der Studierenden ein vertrauter Partner des Alltags und schnell zur Hand. Das ausgeprägte Vorwissen bezüglich seiner Handhabung trägt zusätzlich dazu bei, den Cognitive Load zu senken (vgl. Schnotz & Kürschner 2007), und beeinflusst damit den Lernprozess bzgl. komplexer Theorien positiv. Die AR-App reichert so fließend die theoretischen Zusammenhänge des Skriptes mit interaktiven Bestandteilen an und generiert keine eigene Umgebung, die vom ursprünglichen Material ablenkt. Es entsteht ein hybrides Skript.

Den beschriebenen Vorteilen schließt sich eine generelle Motivationssteigerung für Selbstlernphasen an. Dies wird in erster Linie dadurch erreicht, dass die grundlegende Abrufentscheidung und weitere Kontrollmöglichkeiten beim Lernenden selbst liegen. Ryan und Deci belegten, „(...) dass eine auf Selbstbestimmung beruhende Lernmotivation positive Wirkung auf die Qualität des Lernens hat.“ (Ryan & Deci 1993, S. 223). Zudem sehen wir die Motivation zusätzlich geprägt vom Novitätsfaktor

Motivationssteigerung

der Augmented Reality sowie der Freude, die wir uns vom Lernen mit den virtuellen Features versprechen.

2.2 Analyse und Planung

Die Veranstaltungen Technische Mechanik 1 und 2 bestehen aus semesterdurchlaufenden, frontalen Vorlesungen, Übungen sowie Tutorien, deren roter Faden ein circa 300 Seiten starkes Printsript darstellt. Um jenes Kernstück mit AR-Elementen zu erweitern, haben wir uns zunächst die Frage gestellt: Welche Themen im Skript sollten mit Augmented Reality unterstützt werden?

Ranking und Priorisierung

Unser Ziel war es, die Themen zu stützen, die von Studierenden meist weniger gut verstanden werden als andere. Um diese zu identifizieren, bedienten wir uns zunächst der langjährigen Lehrerfahrung von Prof. Ostermeyer innerhalb der Technischen Mechanik. Um ein klares Ranking der Themen vorzunehmen, analysierten wir zusätzlich die Klausurergebnisse der letzten zehn Jahre. Für das Fach der Technischen Mechanik 2 wurden anschließend aus acht möglichen Themenfeldern die „Top 3“ in den Fokus von Konzeption und Produktion genommen, um das Skript in diesen Bereichen gezielt zu erweitern.

2.3 Medienkonzeption und -produktion

Welche Medienelemente sind die richtigen?

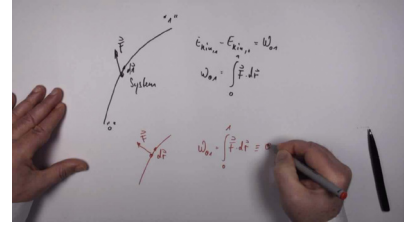
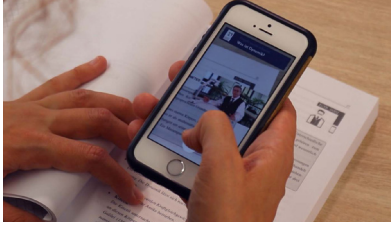
Um den Lernprozess der Studierenden zu bereichern und diesen nicht mit unnötigem Mehrinput zu belasten, hielten wir es für zwingend nötig, die bestehenden Beispiele aus dem Skript „zum Leben zu erwecken“. Die in Vorlesungen, Übungen, Tutorien und im Selbststudium mittels Skript behandelte Theorie kann so jederzeit direkt via App um eine weitere Vermittlungsdimension ergänzt werden (nicht bzw. nur selten um weitere Beispiele oder Ausführungen). Entsprechend orientierten wir uns bei der Konzeption an Objekten und Szenarien, welche im Skript enthalten sind, und transferierten diese mittels virtueller Videos, Animationen, interaktiver Grafiken, Videosprungmarken und 3D-Animationen. Im Folgenden werden Beispiele und ihr jeweiliger Mehrwert beschrieben, den wir mit der ausgewählten Medienform und der jeweiligen Aufbereitung verbinden.

Erklärvideo

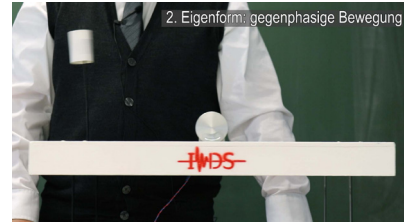
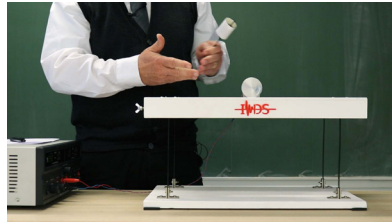
Ansprache per Video direkt aus dem Skript heraus

In diesen Videos bewirken die persönliche Ansprache durch Professor Ostermeyer und die anschauliche Themenaufbereitung mittels kommentierter Zeichnungen oder etwa Versuchsaufbauten einen besseren Zugang zum Lehrstoff. Der Lehrende, der den Studierenden aus der Großvorlesung bekannt ist, spricht sie nun scheinbar individuell in ihrer Selbstlernphase an – zu dem Zeitpunkt, den sie gewählt haben, und aus ihrem persönlichen Skript heraus. Der dort beschriebene Stoff wird vom Professor aufgegriffen und der Informationsfluss auf verbaler Ebene (Stimme) sowie auf bildhafter Ebene (Skizzen, Versuche) angereichert. Zudem werden spezifische Effekte auf reale Objekte transferiert, um das von Mathematik und Physik geprägte Grundlagenfach Technische Mechanik noch besser nachvollziehbar zu gestalten.

Eingesetzt wurden die Videos u. a. als Kapiteleinführung sowie zur Erläuterung von Theorien und Zusammenhängen. Vereinzelt wurden die Videos gezielt zwischen der theoretischen Erläuterung im Skript und der zugehörigen Übungsaufgabe platziert.



Abbildungen 7, 8, 9 Einführungsvideo zum Thema Arbeitssatz



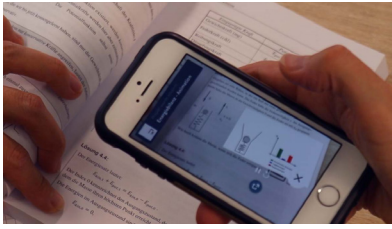
Abbildungen 10, 11, 12 Demonstration des Tilger-Effekts

Animation

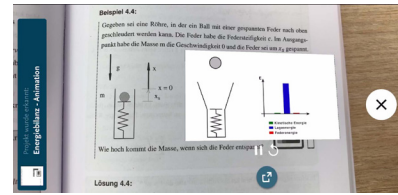
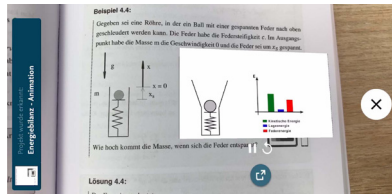
Die bildhafte Simulation von dynamischen Vorgängen mittels Animationen hat den Vorteil, dass Studierende sich die dort auftretenden Veränderungen nicht nur anhand einer statischen Momentaufnahme bzw. Grafik erschließen müssen. Dies gibt kognitive Ressourcen frei, um beispielsweise über die Beziehung zu Formeln nachzudenken (vgl. Niegemann et al. 2008, S. 140). Wir haben daher an einigen Stellen virtuelle Animationen platziert, deren Gestaltung auf im Skript abgedruckten Grafiken basiert. Die Identifikation der gelernten Objekte aus dem Printmedium fällt so leichter und erfordert abermals keine kognitive Leistung, welche – im Sinne des Lernens – an anderen Stellen besser genutzt werden kann: etwa beim Nachvollziehen von gekoppelten Diagrammen, welche die Hauptanimation in Echtzeit anreichern.

Im unten abgebildeten Beispiel konnte das grundlegende Prinzip der Energiebilanz, welches textlich im Skript anhand eines Federmodells beschrieben wurde, in einer Animation bildhaft zusammengefasst werden. Das Modell bewegt sich synchron zu den aufsteigenden und abfallenden Energien des angeschlossenen Säulendiagrammes. Diese Veranschaulichung der Wechselwirkungen und deren erzielter Effekte fördert ein tieferes Systemverständnis der Lernenden (vgl. Niegemann & Heidig 2020, S. 350). Um eine optische Überfrachtung zu vermeiden, sind die Animationen grundlegend sehr reduziert gehalten und Farben wurden hier nur zur Unterscheidung der einzelnen Säulen (Energien) verwendet. Die Animation zur Energiebilanz wurde in eine Übungsaufgabe integriert, um abschließend auch die Motivation zur Bearbeitung der Aufgabe zu steigern.

Anwendungsbeispiel „Energiebilanz“



Abbildungen 13, 14, 15



Illustrative Animation zur Energiebilanz

Interaktive Grafik

Der Begriff der Interaktion wird aufgrund seiner positiven Konnotation für die Lehre relativ breit verwendet. Meist wird darunter der dynamische Prozess zwischen dem Lernenden und einem Lernsystem verstanden. Niemand weist jedoch darauf hin, dass Interaktionsmöglichkeiten nur dann lernförderlich sind, wenn diese mindestens eine der Grundfunktionen des Lehrens unterstützen (vgl. Niegemann & Heidig 2020, S. 345f.). Die im Skript hinterlegten interaktiven Grafiken fördern gezielt drei dieser Funktionen.

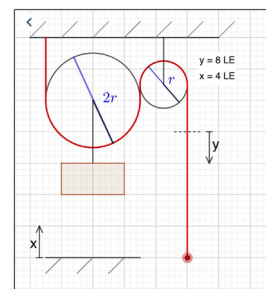
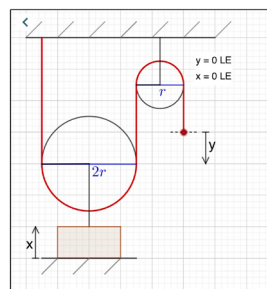
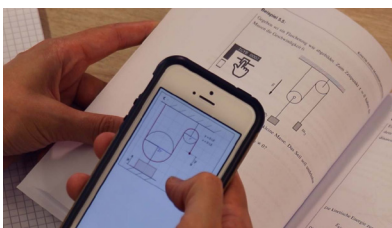
Verstehen, Transfer, Motivation

Grundlegend ist die Darbietung des dynamischen Systems einer formulierten Übungsaufgabe im Sinne des selbstbestimmten Lernens förderlich. Studierende können auf diesem Weg mit Reaktionen und Abhängigkeiten experimentieren und ihre zuvor entstandenen Hypothesen zu den Systemzusammenhängen überprüfen. Dies adressiert die Grundfunktion Verstehen.

Durch die eingesetzten grafischen Anwendungen, wie exemplarisch in den Abbildungen 16-18 zu sehen, wird zudem der Transfer des Gelernten gefördert. Der dort dargestellte Flaschenzug offeriert den Lernenden einen händisch manipulierbaren Anwendungsfall dessen, was zuvor theoretisch erläutert wurde. Die Formeln und schriftlichen Erläuterungen zum Arbeits- und Energiesatz finden hier Anwendung und unterstützen die Sinnzusammenhänge.

Weiterhin fördert das spielerische Interagieren mit Elementen am Screen die grundlegende Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Stoff. Einige interaktive Grafiken wurden direkt in eine Übungsaufgabe eingebunden, um verstärkt zu deren Bearbeitung anzuregen.

Die Form der jeweiligen Interaktion ist zudem sehr intuitiv. Der Lernaufwand, diese zu beherrschen, ist daher gering und schont kognitive Ressourcen.



Abbildungen 16, 17, 18

Mit der Interaktiven Grafik können Studierende einen Anwendungsfall zum Arbeits- bzw. Energiesatz nachvollziehen.

Videosprungmarke

Aufgezeichnete Vorlesungen sind in der Regel 90 Minuten lang und werden Studierenden meist am Stück im jeweiligen Lernmanagementsystem zur Verfügung gestellt. Wir glauben jedoch nicht, dass Studierende ausschließlich durch Videolektionen lernen sollten – insbesondere nicht bei solch umstrittenen Lauflängen, die wahrscheinlich der Aufmerksamkeitsspanne der Studierenden nicht gerecht werden.

Das Lernen mit angereicherten Skripten hingegen ermöglicht potenziell einen fließenden Prozess des selbstbestimmten Lernens: Während ein Lernender sich dort durch einen Abschnitt arbeitet, kann er ergänzende Angebote wahrnehmen, sofern er diese für nötig hält. Etwa sobald die textliche Ausführung nicht ausreicht, um voranzuschreiten, und er sich die (hilfreich intonierten und motivierenden) Erläuterungen des Lehrenden (etwa zu Rechenschritten) aus der Vorlesung zurückwünscht. Die Videosprungmarken des hybriden Skriptes ermöglichen es Studierenden, nahezu unmittelbar spezifische Informationen (des Skriptes) erneut wie in der Vorlesung nachzuvollziehen. Die entsprechende Stelle im Video wird direkt angesteuert und in der App wiedergegeben. So müssen Lernende nicht aufwändig innerhalb einer langen Videodatei suchen und dabei sehr wahrscheinlich ihren Cognitive Load überbelasten.

Sprung aus dem Skript zur passenden Stelle in der Vorlesungsaufzeichnung

3D-Animation

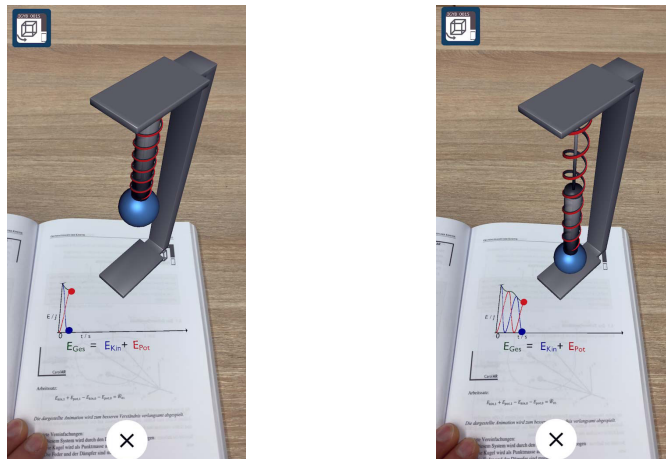
3D-Animationen ermöglichen uns noch größere gestalterische Freiheit als 2D-Animationen. Ihr großer Mehrwert liegt „(...) in der Anwendung für alle denkbaren Themenfelder sowie die detaillierte Darstellung von komplexen Zusammenhängen, der realitätsnahen Präsentation von dynamischen Prozessen und räumlichen Informationen, welche häufig mit bloßem Auge nicht sichtbar sind.“ (Zander et al. 2020, S. 256). Entsprechend finden sich selbst produzierte 3D-Animationen gezielt im hybriden Skript integriert – wie etwa zur Einführung des Arbeitssatzes. Die im Skript schriftlich eingeführten Gesetze und Wirkweisen werden, bei Abruf via App, anhand eines angeregten Masse-Feder-Dämpfer-Systems deutlich (siehe Abb. 19 und 20).

Informationen zum Energieverhalten innerhalb des Systems können so jederzeit von Lernenden betrachtet und in Slow Motion nachvollzogen werden. Dies wäre beim Experimentieren an Versuchsaufbauten nicht möglich. Wie bereits bei vorhergehenden virtuellen Elementen des Skriptes wurde auch hier der potenzielle Lerneffekt durch prozess erläuternde Diagramme verstärkt. Der Übersichtlichkeit halber sind die Verläufe der Energien im Diagramm mit unterschiedlichen Farben dargestellt. Um die Transferleistung der Studierenden noch besser zu unterstützen, färben sich die betreffenden Teile des animierten Systems in Abhängigkeit zum Schwingungszeitpunkt mit der zugehörigen Farbe mehr oder weniger intensiv.

Aufgrund der benötigten Größe des 3D-Modells ist das Layout der Printseite direkt auf die Erweiterung mit Augmented Reality zugeschnitten. Das virtuelle System sowie das daran gekoppelte Diagramm werden durch gedruckte Formeln und Hinweistexte zur Animation ergänzt. So wird das dynamische Modell via Skript simpel auf den Schreibtisch der

Studierenden projizierbar und kann im Anschluss mittels Endgerät aus diversen Perspektiven exploriert werden.

Um dieses Angebot wahrzunehmen, müssen die Studierenden keinen großen Aufwand leisten und gefährden ihren erfolgreichen Lernprozess nicht durch unnötige hohe kognitive Belastung.



Abbildungen 19, 20 Studierende können 3D-Simulationen auf ihrem Schreibtisch platzieren und damit lernen.

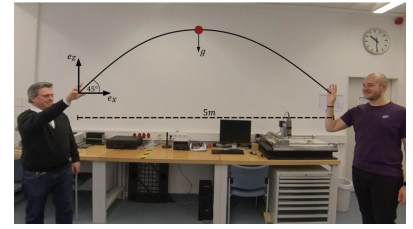
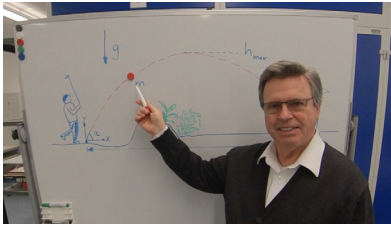
360°-Laborvideo

In einer Vorlesung oder Übung mit 600 Studierenden fällt es schwer, reale Demonstratoren wie schwingende Federn ausreichend sichtbar (und greifbar) zu machen. Daher verbinden wir in unseren 360°-Laborvideos Theorieanteile der Vorlesungen mit realistischen Demonstrationen. Die Vernetzung von verbalen und bildhaften Informationen wird dabei auf interaktive Weise gefördert, denn mittels App kann eine selbstgesteuerte, raumumspannende Sicht auf die Lehre im Labor stattfinden (siehe Abbildung 21-23).

Das Gefühl, mittendrin zu sein

Insbesondere zu Zeiten von Covid-19 war es uns wichtig, eine Laborumgebung mit studentischen Kleingruppen zu schaffen. Wir gehen davon aus, dass damit das Gefühl der Zugehörigkeit gestärkt wird und sich dies – auch im regulären Lehrbetrieb – positiv auf den Lernprozess auswirkt. Zudem wurde, wie bei einigen unserer Medienelemente, eine Anreicherung durch prozesserläuternde Grafiken in den Videos eingesetzt. Im abgebildeten Beispiel zur Einleitung in die Kinetik wird der Verlauf einer Flugbahn aufgeschlüsselt. Gelöst wurde dies mit Annotationen zu wirkenden Kräften und Winkeln wie auch durch Abstandsbemessung.

Die Videos werden im Skript zumeist unmittelbar vor eine Übungsaufgabe positioniert, da sie am Ende der Laufzeit direkt zur Bearbeitung von Aufgaben ermutigen. Diese motivationsfördernde Ansprache durch den Professor soll der Initiierung sowie der Aufrechterhaltung des Lernflusses dienen (vgl. Prenzel 1997). Das Format der 360°-Laborvideos wird mit der Skriptaufgabe im April 2021 veröffentlicht.



Abbildungen 21, 22, 23 *Im 360° Laborvideo können Studierende ihre Perspektive frei wählen, um der Theorie und den Experimenten zu folgen.*

Die Generierung der jeweiligen Formate ging mit unterschiedlichem Zeit- und Geldinvestment einher. Zudem wurden verschiedene Fachkompetenzen benötigt, die man sich im kleinen Rahmen via Tutorials und Workshops aneignen kann. Im Falle der TU Braunschweig wird durch verschiedene Serviceeinrichtungen dazu beraten und geschult.

Wie produziere ich die Medienelemente und wie viele sollten es sein?

Für das Skript der Technischen Mechanik 1 und 2 wurde diverse Hard- und Software sowie ein Team studentischer Hilfskräfte zusammengestellt. Die Studierenden wurden über mehrere Wochen von Jennifer Olearczyk angeleitet, um dann nahezu selbstständig (jedoch unter Aufsicht) Grafiken, Videos und Animationen nach Vorgabe produzieren zu können. Zudem brachten einige der Hilfskräfte bereits Kenntnisse im Bereich 3D-Modeling, Grafikdesign und Programmierung mit.

Tipps

- Sollten Sie Ihre Medien selbst produzieren wollen, planen Sie ausreichend Zeit ein – auch um das benötigte technische Equipment und die Software zu recherchieren, anzuschaffen und zu testen.
- Wie zuvor beschrieben, sind die ausführenden „Medienproduzenten“ absolut wesentlich – idealerweise finden Sie diese in studentischen Hilfskräften aus kreativen und IT-lastigen Studiengängen.
- In den meisten Fällen benötigen auch Hilfskräfte mit Vorerfahrung ausreichend Zeit, sich selbst mit Software und Technik bekannt zu machen. Sie und Ihre Helfer können zu diesem Zweck Online-Tutorials studieren oder sich an anderer Stelle schulen und beraten lassen. Bestenfalls können Sie dazu auf Mitarbeitende eines universitären Medienzentrums zurückgreifen. Manchmal helfen jedoch auch freundliche Kollegen aus IT- und medienaffinen Departments aus.
- Nehmen Sie sich (je nach Teamgröße und Produktionserfahrung) zunächst nur wenige Elemente für Ihr erstes Projekt vor. Um uns im ersten Durchlauf nicht zu überfordern, haben wir zunächst nur sechs Stellen im Skript angereichert und nur mit drei unterschiedlichen Arten von Elementen gearbeitet.

Im Folgenden finden Sie eine knappe Übersicht zu kommerziellen sowie freien Softwarelösungen, die Ihnen dabei helfen können, verschiedene Medienelemente zu generieren.

	Kostenlos	Kostenpflichtig
Screencast-Tools (Bildschirmaufzeichnung und Nachbearbeitung)	Active Presenter Powerpoint (Quicktime für Mac OS)	Camtasia Adobe Captivate
Videobearbeitung	VSDC (Video Editor) DaVinci Resolve	Adobe Premiere CyberLink Power Director
Audioediting / Podcasts	Audacity Ocenaudio	Adobe Audition Sound Forge Audio Studio
Unterschiedliche 2D-Animationstechniken (Alternativ siehe „Legetrick“)	Synfig Animation Desk	Vyond (zuvor GoAnimate) VideoScribe Adobe Animate
3D-Modeling und -Animation*	Blender Wings 3D	Maya LT Cinema 4D
Interaktive Grafiken	Geogebra Desmos	Maplesoft ThingLink
360° Videos	Der Kamera beiliegende Software (Bsp.: Insta360, GoPro, Samsung Gear 360)	Adobe Premiere Pro Magix Movie Edit Pro

* Die Produktion von 3D-Animationen ist ohne Vorerfahrung bzw. ausgiebige Einarbeitung oder professionelle Unterstützung kaum umsetzbar. Planen Sie hierbei bitte ausreichend Zeit und/oder finanzielle Mittel ein.

Zum Einstieg in verschiedenen Tools und Techniken können Ihnen diese freien Angebote dienen:

Videobearbeitung (VSDC, Adobe Premiere Pro)	VSDC-Tutorials (videosoftware.com/how-to-use-free-video-editor)	Adobe Premiere Pro Tutorial Videos (Helpx.adobe.com)
Animation (Adobe Animate, Synfig)	Synfig Wiki-Tutorial (wiki.synfig.org/Category:Tutorials)	Adobe Animate Tutorial Videos (Helpx.adobe.com)
3D-Modeling (Blender)	Blender Fundamentals 2.8 (Youtube-Videoreihe)	
Legetrick (Animationstechnik)	Webseite zu Legetrickvideos (ok-mainz.de/erklaeofilm/)	Tipp: Nutzen Sie zur Erstellung Dokumentenkameras ihrer Universität
Beleuchtung	„3-Punkt-Lichtführung für Foto und Video“ (YouTube-Video Hochschule Ravensburg-Weingarten)	„Das richtige Licht für dein Video - Low Budget“ (YouTube-Video Matthias Butz)

Je nachdem, welches AR-System Sie nutzen, können Sie an vorgefertigte Marker gebunden sein oder auch völlig ohne diese arbeiten. Im Projekt „LeARn – HLR“ haben wir die im CarolAR-System generierbaren Marker grafisch ergänzt. Wir hielten dies für sinnvoll, um den Studierenden eine bessere Orientierung bei der Nutzung des Skripts zu bieten. Die entstandenen Piktogramme orientieren sich an den Grundsätzen von Ballstaedt, welche unter anderem eine eindeutige Organisation und Prägnanz verlangen. So können Objekte schnell und eindeutig zugeordnet werden (vgl. Ballstaedt 2012).

Wie sollten meine Marker gestaltet sein?

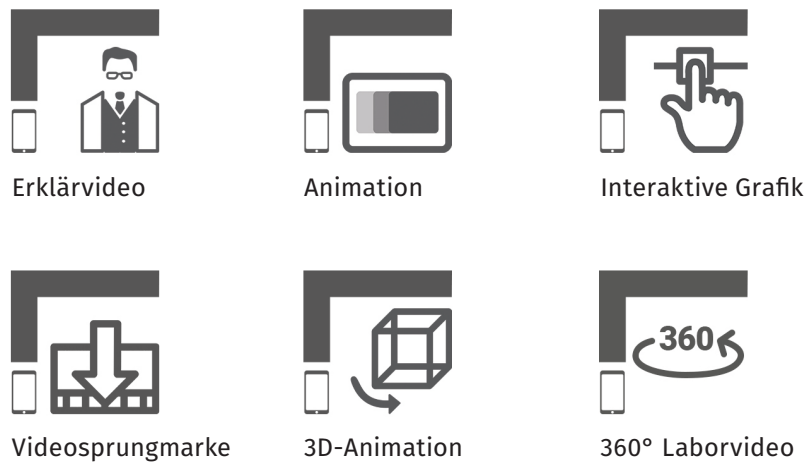


Abbildung 24 Die verwendeten Marker

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die Entwicklung des CarolAR-Systems für die TU Braunschweig verlief über einen Zeitraum von zwei Jahren. Parallel dazu entstanden im zugehörigen Pilotprojekt „LeARn - Hybrid Learning Resources“ am Institut für Dynamik und Schwingungen (IDS) vier hybride Skripte. Jene erlaubten es, stets neue Varianten von Medienelementen und Markern im CarolAR-System zu testen und für kommende Anwendungsfälle an der TU Braunschweig lauffähig zu machen. Der Umfang an möglichen Elementen und Einsatzszenarien mit dem AR-System ist längst nicht ausgeschöpft. Daher erhoffen wir uns, mit dem Projekt als Inspiration für nachfolgende Lehrvorhaben zu fungieren. Die bei uns am Institut entstandenen AR-Skripte sind seit Projektbeginn im Sommer 2018 jeweils zu Semesterbeginn erschienen und somit seit WS 2019 im Lehreinsatz. Der nächste Schritt ist eine abschließende Evaluation mit Studierenden im Sommersemester 2021, auf die eine Anpassung der Skripte folgt. Langfristig

streben wir eine Verknüpfung der AR-Inhalte mit ersten prototypischen Sprachassistenten zur Mechaniklehre an (siehe auch Projekt „AssIst Me – Artificial Intelligence for Mechanics“). Wir glauben, dass künftig auch die Kombination von Augmented Reality mit Technologien wie künstlicher Intelligenz für umfassende, intelligente Lehrräume genutzt wird.

Danksagung – Einrichtungen und Dienstleister

Verantwortliche CarolAR-System:
Universitätsbibliothek & Projektgruppe Medienbildung

Entwicklung und Hosting CarolAR-System: Raumtänzer GmbH

Zuständiges Rechnungszentrum: GITZ - Gauß IT Zentrum,
TU Braunschweig

Danksagung – Studentische Hilfskräfte

Arne thom Suden

Max Bäßmann

Domingos de Barros Octaviano

Benjamin Effner

Literaturverzeichnis

- [1] **Ballstaedt, S.-P. (2012):** Visualisieren. Bilder in wissenschaftlichen Texten. UVK Verlagsgesellschaft mbH, Konstanz.
- [2] **Deci, E.L.; Ryan, R.M. (1993):** Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 2 (39. Jg.), S. 223–238.
- [3] **Mayer, R.E. (2005):** Cognitive Theory of Multimedia Learning. In: Mayer, R.E. (Hrsg.): The Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge University Press. S. 31–48.
- [4] **Milgram, P.; Kishino, F. (1994):** A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D/12. S.1321–1329.

- [5] **Niegemann, H.; Heidig S., (2020):** Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen. In: Niegemann, H.; Weinberger, A. (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Konzeption und Einsatz digitaler Medien. Springer, Berlin, S. 343–368.
- [6] **Niegemann, H.; Domagk, S.; Hessel, S.; Hein, A.; Hupfer, M.; Zobel, A. (2008):** Kompendium multimediales Lernen. Springer, Heidelberg.
- [7] **Schnotz, W. (2014):** Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In: Mayer, R.E. (Hrsg.): Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge, S. 72–103.
- [8] **Schnotz, W.; Kürschner, C. (2007):** A Reconsideration of Cognitive Load Theory. In: Educational Psychology Review, 19, S. 469–508.
- [9] **Schulmeister, R. (2002):** Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. In: Informationstechnik und Technische Informatik, 4 (44. Jg), S. 193–199.
- [10] **Sweller, J. (1994):** Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. In: Learning and Instruction, S. 295–312.
- [11] **TU Braunschweig (2020):** Lehre und Medienbildung. Unser Angebot. Medien und Infrastruktur. Tools für die Lehrgestaltung. AR-App CarolAR. <https://www.tu-braunschweig.de/carolar> (20.11.2020)
- [12] **Prenzel, M. (1997):** Sechs Möglichkeiten, Lernende zu demotivieren. In: Gruber, H.; Renkl, A. (Hrsg.): Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs. Huber, Bern, S. 32–44.
- [13] **Zander, S.; Behrens, A.; Mehlhorn, S. (2020):** Erklärvideos als Format des E-Learning. In: Niegemann H.; Weinberger, A. (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Konzeption und Einsatz digitaler Medien. Springer, Berlin, S. 247–258.

Autor*in

Prof. Dr.-Ing. habil. **G.-P. Ostermeyer** ist seit 2000 Professor und Leiter des Instituts für Dynamik und Schwingungen an der Technischen Universität Braunschweig. Seine Forschungsgebiete sind komplexe Systeme mit Reibung, Bohr- und Systemdynamik sowie neue Berechnungsmethoden der Ingenieurwissenschaften. Er ist seit 04/2018 Studiendekan der Fakultät für Maschinenbau an der Technischen Universität Braunschweig und für ca. 5.000 Studierende in mehreren Studiengängen zuständig.

Technische Universität Braunschweig
Institut für Dynamik und Schwingungen
Schleinitzstraße 20
38106 Braunschweig

gp.ostermeyer@tu-braunschweig.de
0531 391 -7000

Jennifer Olearczyk, M.A., ist seit 2018 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Dynamik und Schwingungen der Technischen Universität Braunschweig. Dort beschäftigt sich die studierte Medien- und Kommunikationswissenschaftlerin mit der Konzeption, der Umsetzung und der Integration von innovativem Technologieeinsatz in der Ingenieurslehre.

Technische Universität Braunschweig
Institut für Dynamik und Schwingungen
Schleinitzstraße 20
38106 Braunschweig

j.olearczyk@tu-braunschweig.de
0531 391 -62122

IMPRESSUM

HYBRIDE LERNSKRIPTE IN DER INGENIEURSLEHRE MITTELS MOBILE AUGMENTED REALITY

Autor*in: Georg-Peter Ostermeyer, Jennifer Olearczyk

Titellayout: axeptDesign

ISBN E-Book: 978-3-96037-347-6

DOI: 10.36197/DUZOPEN.022

DUZ Verlags- und Medienhaus GmbH | Kaiser-Friedrich-Straße 90 | 10585 Berlin

Geschäftsführer: Dr. Wolfgang Heuser

Handelsregister Berlin-Charlottenburg: HRB 168239B

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: DE301227734

Telefon: +49 30 21 29 87-0 | Telefax: +49 30 21 29 87-20 | E-Mail: info@duz-medienhaus.de

www.duz-medienhaus.de

2021 DUZ Verlags- und Medienhaus GmbH, Berlin



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz.

Haftungsausschluss:

Das Werk wurde von den Autor*innen, den Herausgebern und Verlag mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Haftung für eventuelle sachliche Fehler kann jedoch nicht übernommen werden. In den Beiträgen verweisen wir auf Links zu externen Internet-Seiten. Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle schließen wir die Haftung für die Inhalte dieser Seiten aus. Für den Inhalt dieser externen Internet-Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Geschützte Warenzeichen werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Für jedes nicht von unseren Autor*innen verfasste Material wurden Rechte nachgefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.