

**FTMV**  
**Fakultätentag**  
**Maschinenbau und**  
**Verfahrenstechnik**

Einladung und Programm

**Organisation**  
SSK des FTMV  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Kröger  
Tel.: +49 (0)3731 39-2997  
[Kroeger@imkf.tu-freiberg.de](mailto:Kroeger@imkf.tu-freiberg.de)

### **3. FTMV-Workshop**

## **Digitale Lehre & Studienerfolg**



Dienstag, 20. Juni 2023, 9:15 - 16 Uhr

Link:

<https://eu01web.zoom.us/j/7823715670>

Ziel der Veranstaltung ist es, Erfahrungen der Universitäten zum Thema Digitale Lehre und Studienerfolg auszutauschen und von Best Praxis Beispielen zu lernen. Hierfür bietet diese Veranstaltung des Fakultätentags Maschinenbau und Verfahrenstechnik den Rahmen.

Es gibt keine Teilnahmegebühr. Wir würden uns aber freuen, wenn Sie uns vorab per Email über Ihre geplante Teilnahme informieren.

# 3. FTMV-Workshop: Digitale Lehre & Studienerfolg

## Programm

9:15 **Begrüßung** Matthias Kröger (Vorsitzender der SSK des FTMV)

9:30 **Maßnahmen zum Studienerfolg**

- Birgit Carstensen, Johanna Peters (TU Hamburg)

Wir meinen es ernst - Sie auch? Mechanik 1 Repetitorium für Nichtbestehende an der TU Hamburg

- Frank Mantwill, Fabio Ibrahim (Helmut-Schmidt-Universität Hamburg)

Das Tandem-Projekt als interdisziplinäres Projekt zur Erhöhung der überfachlichen und fachlichen Fähigkeiten – Konzeptvorstellung, Evaluation und Aussicht

10:30 **Digitale Analysen in die Lehre**

- Christian Hoppe (TU Darmstadt) Learning Analytics –

Wie datengestützte Auswertungen hochschulische Lehr- und Lernprozesse optimieren können

- Timo Roth, Jenny Köckritz, Matthias Kröger (TU Freiberg)

Self-Assessment zur Erhöhung des konstruktionstechnischen Verständnisses

11:30 **Best Praxis und Innovationen zur Digitalen Lehre I**

- Rudolf Motzet, Thomas Lohner, Karsten Stahl (TU München)

Die klassische Vorlesung „Maschinenelemente“ im Kontext digitaler Möglichkeiten

- O. Kreis (Universität Erlangen-Nürnberg)

Online-Angebote für Erstsemester im internationalen Modellstudiengang Elektromobilität-ACES

12:30 **Mittagspause (1h)**

13:30 **Best Praxis und Innovationen zur Digitalen Lehre II**

- Andreas Franze (HTW Dresden)

Flipped Classroom in der hybriden Lehre - videobasiert, kompetenzorientiert, aktivierend

- Sergio Lucia Gil, Felix Malte Hermes Fiedler (TU Dortmund)

LightPod – Experteninterviews mit Lightboard

- Sarah Gaidzik (TU Freiberg) Kurze Vorstellung der Virtuellen Fakultät (10 min)

Evelyn Bennewitz (TU Freiberg) Gamifizierung der Hochschullehre –

Erkenntnisse zum Studienerfolg durch den Einsatz eines digitalen LMS mit gamifizierten Lehrinhalten

15:10-16:00 **Abschließende Diskussion und Preisverleihung**



# LEARNING ANALYTICS

Wie datengestützte Auswertungen hochschulische Lehr- und Lernprozesse optimieren können

# VORSTELLUNG PERSON

## Christian Hoppe

Leitung des Arbeitsbereichs E-Learning an der  
Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle

Koordination der E-Learning Arbeitsgruppe (HDA & HRZ)

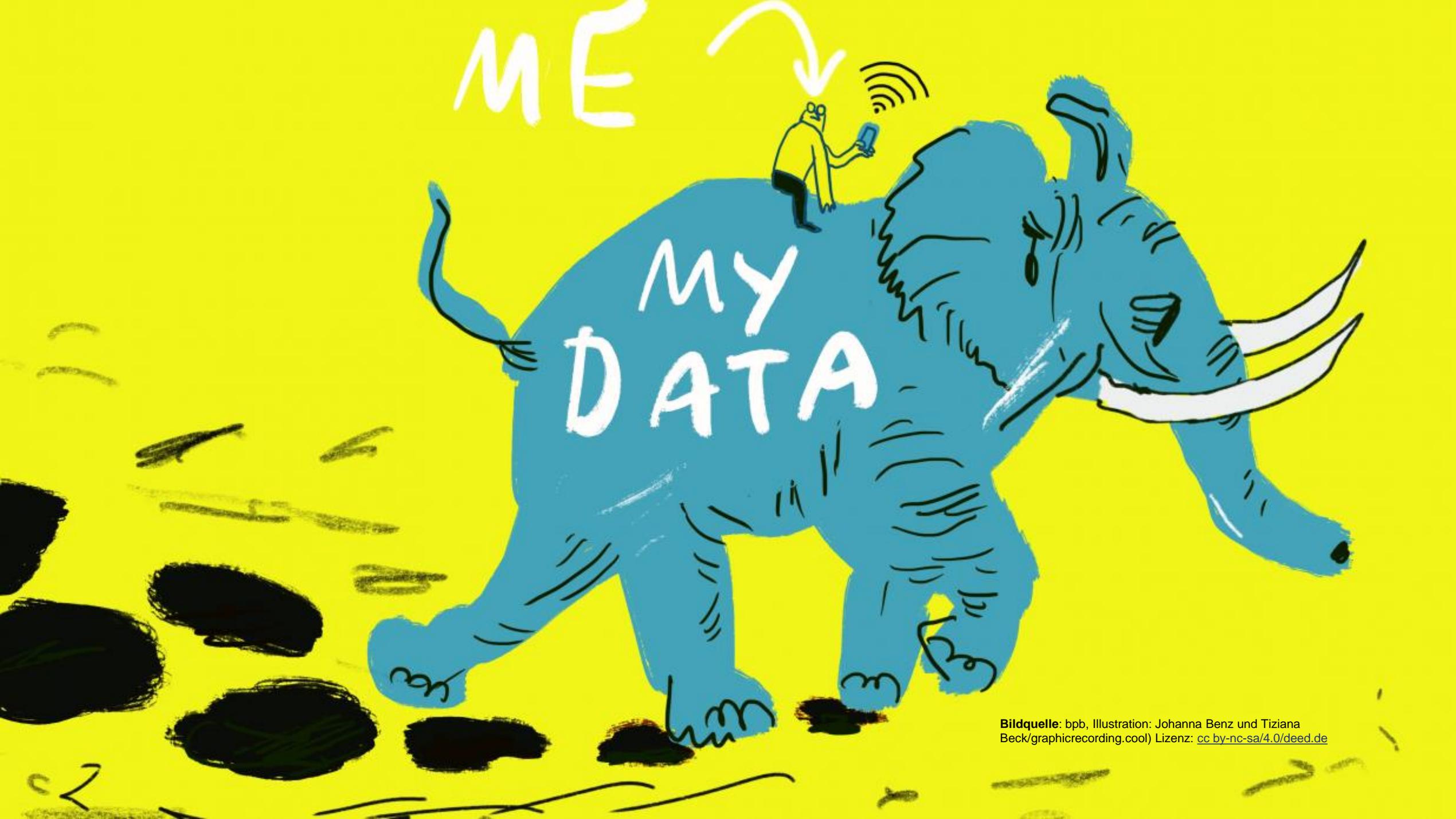
Zentrale Service- und Supporteinrichtung für Lehrende und  
Studierende rund um das digital-gestützte Lehren und Lernen

[www.e-learning.tu-darmstadt.de](http://www.e-learning.tu-darmstadt.de)



# ZIELE DES VORTRAGS

- 1** Sie wissen, was Learning Analytics (LA) bedeutet und welche Ziele mit LA verfolgt werden
- 2** Sie können auf der Basis ausgewählter Forschungsergebnisse Potenziale und Herausforderungen einschätzen
- 3** Sie werden angeregt, wie Sie LA auf drei unterschiedlichen Komplexitätsniveaus einsetzen können
- 4** Sie reflektieren den Einsatz von LA für Ihre Institution



Bildquelle: bpb, Illustration: Johanna Benz und Tiziana Beck/graphicrecording.cool) Lizenz: [cc by-nc-sa/4.0/deed.de](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de)

# DATEN, DATEN, DATEN

- Nutzung und Bedeutung von Daten in unserem alltäglichen Leben hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen.
- Im Jahr 2020 wurden schätzungsweise 50 Zettabyte (1 Zettabyte = 1 Billion Gigabyte) digitale Daten weltweit produziert (Quelle: [BMWK](#))
- Individuelle Datenweitergabe und Datennutzung erfolgen unbewusst und bewusst
  - Internetshopping, Streaming, Social Media
  - Navigation, Fitnesstracking, Assistenzsysteme
- Fokus des Vortrags liegt auf der bewussten und gezielten Erhebung sowie Auswertung von Daten als Unterstützungssystem innerhalb von Lehr- und Lernprozessen



Bildquelle: Bild von [Ag Ku](#) auf [Pixabay](#)

# DATEN IN HOCHSCHULISCHEN LEHR- UND LERNPROZESSEN

- Das digital-unterstützte Lehren und Lernen in Hochschulen nimmt stetig zu, entsprechend auch die Daten
- Lernplattformen, Videocontent, E-Assessments, Lernapps, Gamification, Online-Kollaboration etc.
  - Von der pdf-Schleuder hin zu bedarfsgerechten und didaktisch ausgefeilten digitalen Angeboten
  - Vom 90 Minuten-Video hin zu Learning-Nuggets
- Digitale Verwaltungssysteme
- Sammlung, Verarbeitung und Auswertung dieser Daten wird als Learning Analytics definiert.



Bildquelle: Bild von [Amr](#) auf [Pixabay](#)



# DEFINITION LEARNING ANALYTICS

1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Banff,  
Alberta, February 27–March 1, 2011



*“learning analytics is the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimising learning and the environments in which it occurs.”*

(Long; Siemens 2011: [Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education](#))

In Abgrenzung zu weiteren Formen hochschulischer Datenanalysen stehen bei Learning Analytics die Lernenden und Lehrenden im Fokus

Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on  
Learning Analytics and Knowledge  
*February 27–March 1, 2011, Banff, Alberta, Canada*

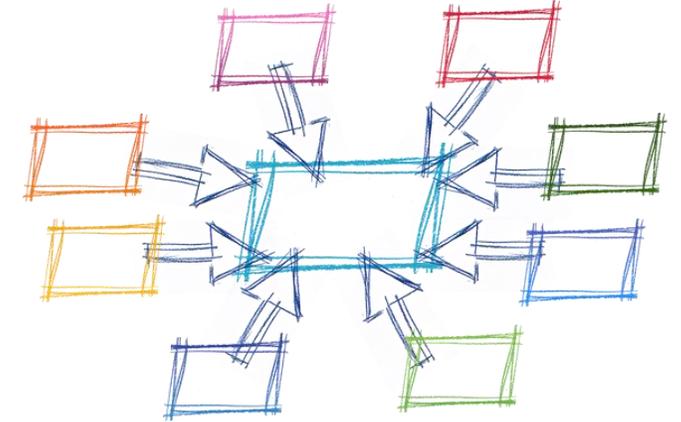
Conference Chairs: Phillip Long, University of Queensland, Australia  
George Siemens, Athabasca University, Canada

Program Chairs: Gráinne Conole, Open University, UK  
Dragan Gašević, Athabasca University, Canada

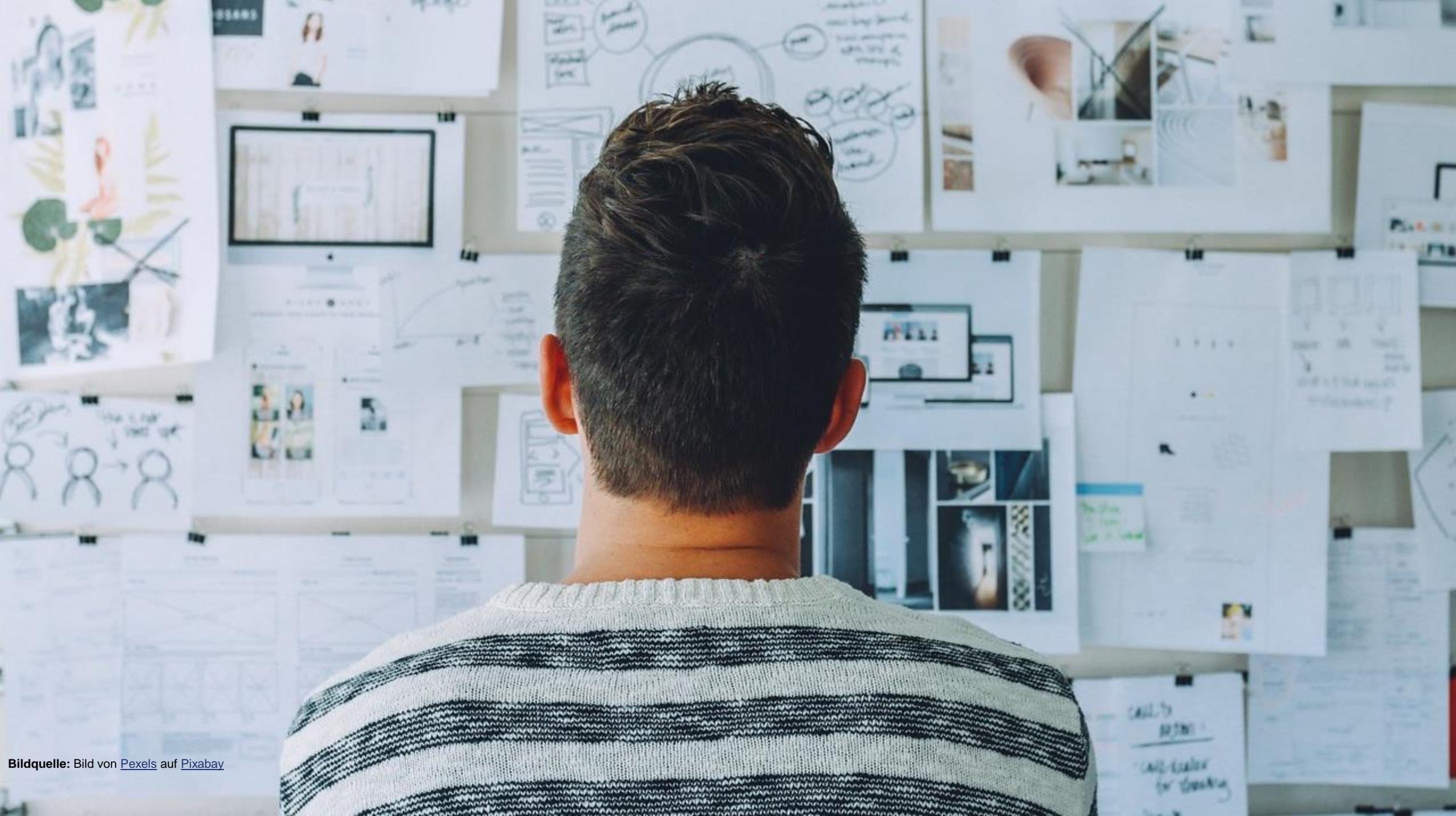
# ZIELSETZUNGEN

## LEARNING ANALYTICS

- Tiefergehende Einblicke in Lehr- und Lernprozesse
- Visualisierung der Daten für einfachen Überblick und Orientierung
- Lernfortschritte und Lernhürden besser (und schneller) erkennen
- Optimierung des Lehrverhaltens (didaktisch-methodisches Konzept)
- Optimierung der Unterstützungssysteme (Studienberatung, Mentoring, Tutoring etc.)
- Optimierung des Lernverhaltens (Selbststeuerung, Aneignungsprozesse, Reflexion)
- Treffen von Vorhersagen zum Studienverlauf



Bildquelle: Bild von [Gerd Altmann](#) auf [Pixabay](#)

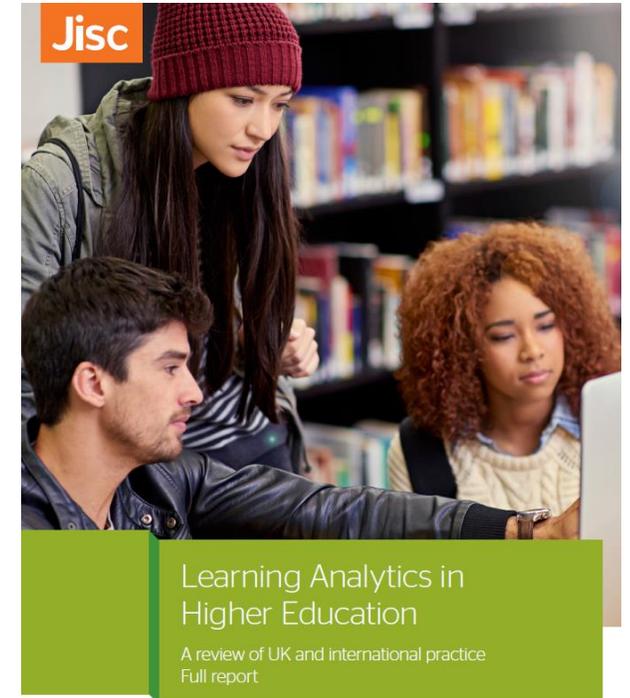


# FORSCHUNGSERGEBNISSE

## STUDIE 2016 JISC – UK, US, AUS

Feststellung signifikanter Effekte von Learning Analytics in folgenden Bereichen:

1. As a tool for quality assurance and quality improvement
2. As a tool for boosting retention rates
3. As a tool for assessing and acting upon differential outcomes among the student population
4. As an enabler for development and introduction of adaptive learning



April 2016

Authors  
Niall Scialer  
Alice Peasgood  
Joel Mullian

**Quelle:** JISC (2016): [Learning Analytics in Higher Education: A review of UK and international practice](#).  
Published under the [CC BY 4.0](#) licence  
**Link zur Studie:**  
[https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-analytics-in-he-v2\\_0.pdf](https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-analytics-in-he-v2_0.pdf)

**Purdue University,  
Indiana, United States**  
Identifies potential problems as early as the second week of term.

Users seek help earlier and more frequently.

Led to **12%** more B and C grades.  
**14%** fewer D and F grades.

**University of Maryland,  
United States**  
Students who obtain low grades use the VLE **40%** less than those with C grades or higher.

Used to identify effective teaching strategies which could be deployed on other modules.

**Nottingham Trent University, UK**  
Strong link with retention- less than a quarter of students with a low average engagement progressed to the second year, whereas over **90%** of students with good or high average engagement did so.

Strong link with achievement - **81%** of students with a high average engagement graduated with a 2:1 or first class degree, compared to only **42%** of students with low average engagement.

27% of students reported changing their behaviour after using the system.

Received a positive reception among students and staff.

One third of tutors contacted students as a result of viewing their engagement data in the Dashboard.

**California State University,  
Chico, United States**  
Found that use of virtual learning environment can be used as a proxy for student effort.

VLE use explained **25%** of the variation in final grade - and was **four times** as strongly related to achievement as demographic factors.

**Marist College,  
New York, United States**  
Predictive model provides students with **earlier feedback** - allowing them to address any issues before it is too late.

**6%** improvement in final grade by at-risk students who received a learning intervention.

**New York Institute of Technology,  
New York, United States**  
**74%** of students who dropped out had been predicted as at-risk by the data model.

**Quelle:** JISC (2016): [Learning Analytics in Higher Education: A review of UK and international practice.](#)  
Published under the [CC BY 4.0](#) licence

**Open University, UK**  
Analytics used to:

- » inform strategic priorities to continually enhance the student experience, retention and progression
- » drive interventions at student, module and qualification levels

**The Open Universities Australia**  
Analytics used to:

- » drive personalisation and adaptation of content recommended to individual students
- » provide input and evidence for curriculum redesign

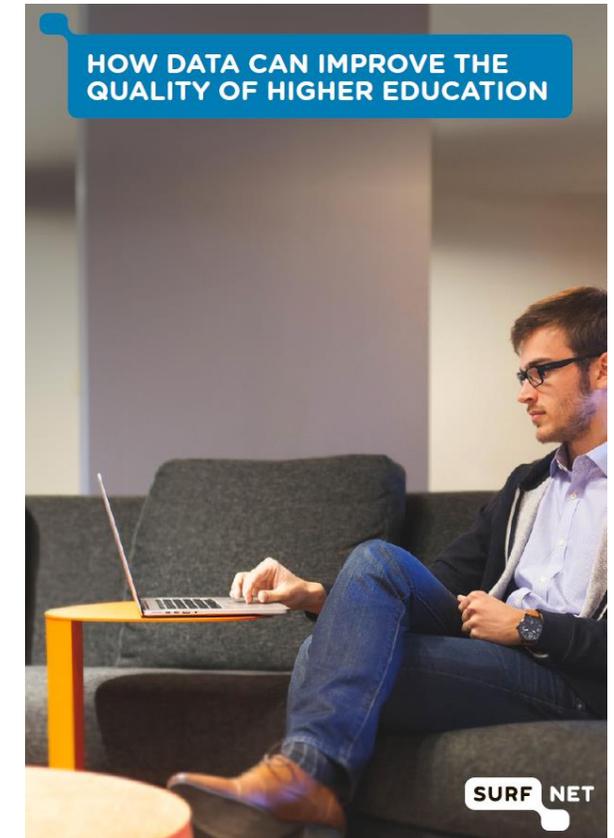
**Edith Cowan University,  
Perth, Western Australia**  
Created probability of retention scores for each undergraduate student - used to identify students most likely to need support.

# FORSCHUNGSERGEBNISSE

## WHITEPAPER 2016 SURFNET – NL

### Identifizierung von Herausforderungen:

- Pedagogical Challenges:
  - *The use of learning analytics begins with a good research question*
  - *You can produce statistics until you're blue in the face, but if you're unable to perform interventions, you may as well not even bother.*
- Technological Challenges:
  - *Large volumes of complex data*
  - *Implementing a Learning Record Store (LRS)*
- Privacy and other ethical challenges:
  - *lack of confidence in the way in which the data were handled*
  - *raise awareness among students*



Quelle: SURFnet, Available under the Creative Commons Attribution 3.0 Netherlands License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.nl>  
Link zum Whitepaper: <https://www.surf.nl/en/whitepaper-how-data-can-improve-the-quality-of-education>



# **ALLER ANFANG IST ... STARTEN MIT LEARNING ANALYTICS**

## **Perspektive Lehrende**

- Welche LV eignet sich?
- Was sind die typischen Herausforderungen?
- Welche Daten werden generiert?
- Welche Daten sollen generiert werden?
- Welche Auswertungen benötige ich?
- Welche Unterstützungsstrukturen stehen zur Verfügung?
- Wie flexibel als Lehrperson bin ich?

## **Perspektive Studierende**

- Weiß ich, welche Daten gesammelt und verarbeitet werden?
- Welche Auswertungen und Visualisierungen unterstützen meinen Lernprozess?
- Welche Beratungsangebote kann ich in Anspruch nehmen?



# ... KOMPLEXER LERNMANAGEMENTSYSTEM

Lernmanagementsysteme bietet eine Vielzahl von Funktionen für die digital-unterstützte Lehre.

- Quizzes (Vergleich selbst vs. Kommilitonen)
- Nachgefragt
- Markierungen (als erledigt gekennzeichnet)
- Auswertungen & Reports



Zu beachten:

- Aktivitäten auswählen, die sinnvoll und konstruktiv für den Lernprozess sind
- Lernanlässe gezielt bereitstellen
- Regelmäßiges, zeitnahes Feedback zur Lernunterstützung



# EXKURS LA DASHBOARD DER TU GRAZ IN MOODLE

**Planner**

Assignment  Exam  Lecture  Feedback  Milestone Add Milestone

**Activity**

Overall Time  Time per Day Show Others

This shows the mean percentage of time you have spent on different activities.

Activity	Percentage
Course	6%
Forum	3%
Submission	4%
Resource	14%
Quiz	18%
Video	54%

Here you see how your colleagues have spent their time on average.

Activity	Percentage
Course	3%
Forum	3%
Submission	4%
Resource	17%
Quiz	17%
Video	56%

**Learning Diary**

Date	Title	Status
19-04-2022	Work on Assignment 2	
14-03-2022	Recomender System video	
06-03-2022	Solve Assignment 1	
05-03-2022	AI articles	

+ New Entry

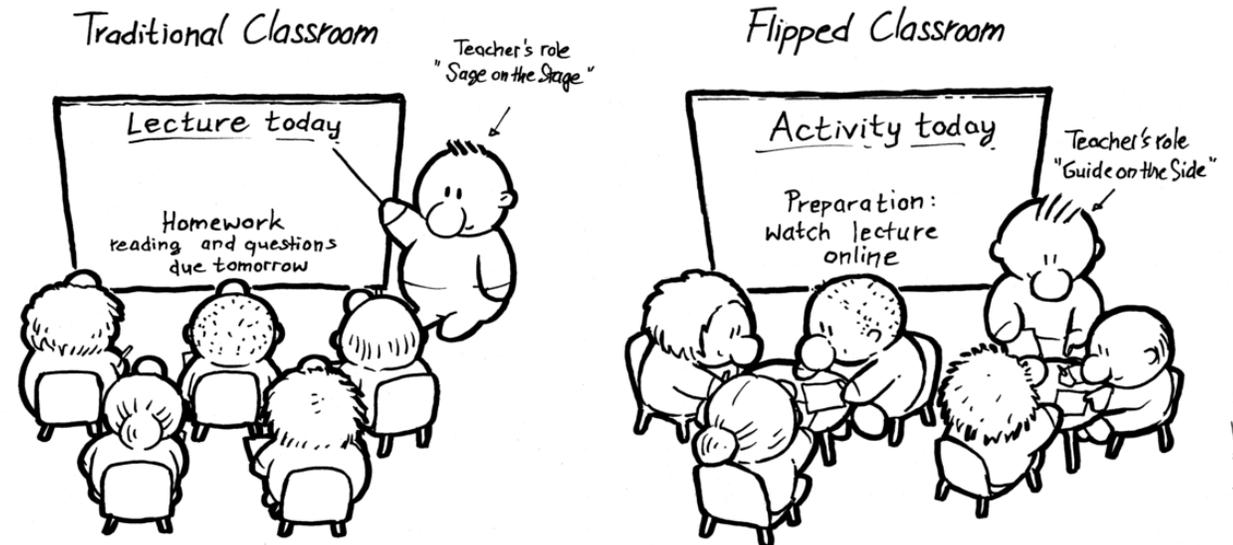
Quelle: <https://www.tugraz.at/oe/lehr-und-lerntechnologien/services/learning-analytics/>

# ... ANSPRUCHSVOLL FLIPPED CLASSROOM

Flipped Classroom ist ein didaktisches Konzept, bei der die Aneignung von Lehrinhalten (digital-gestützt) in einer Selbstlernphase stattfindet. Die Präsenz wird für Übung und Diskussion genutzt.

- Studierende sind in der Regel sehr aktiv und selbstgesteuert
- Online-Selbstlernphase

Breite Möglichkeiten für den Einsatz von Learning Analytics



Bildquelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FlippedClassroom\\_Drawing\\_WeyHanTan\\_CCBY2020.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FlippedClassroom_Drawing_WeyHanTan_CCBY2020.png)



# SCHLUSSFOLGERUNGEN

## VORAUSSETZUNGEN VON LEARNING ANALYTICS

- 
- Digitale Lehr-/Lernangebote
  - Quantität und Qualität von Daten
  - Transparenz und Einbeziehung der Studierenden
    - Keine umfassende Datensammlung, sondern nur solche die bedeutsam für Lehr- und Lernprozesse sind
  - Kompetenz zur Interpretation der Daten und Ableitung von Maßnahmen
    - Lehrende und Studierende müssen in die Nutzung von LA eingeführt und begleitet werden
  - Kombinierte Unterstützungsstrukturen
  - Hochschuldidaktische Angebote für Lehrende
  - Digitale Lehrkompetenzen



# SCHLUSSFOLGERUNGEN NUTZEN VON LEARNING ANALYTICS

- **Studieneingangsphase**
  - Für den Studienerfolg prägend ist vor allem das erste Studienjahr. Studien zeigen, dass Studienabbrüche sich überwiegend in dieser Phase vollziehen (Heublein et al., 2017)
  - Am häufigsten scheitern Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher an den hohen Anforderungen ihres Studiums bzw. an den fehlenden fachlichen Voraussetzungen (Heublein et al., 2017)
  - Ein zweiter wichtiger Abbruchgrund ist die mangelnde Studienmotivation (Heublein et al., 2017)
- **Wettbewerbsvorteil**
  - Kommende Studierendengenerationen wachsen mit Big Data und Unterstützungssystemen auf
- **Zukünftige Potenziale: Learning Analytics und KI-basierte Unterstützungssysteme**

Ulrich Heublein/Julia Ebert/Christopher Hutzsch/Sören Isleib/  
Richard König/Johanna Richter/Andreas Woisch

Zwischen Studierenerwartungen  
und Studienwirklichkeit

Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib  
der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher  
und Entwicklung der Studienabbruchquote  
an deutschen Hochschulen

Forum Hochschule  
1 | 2017

# FRAGEN & DISKUSSION

- Wie schätzen Sie die Potenziale von Learning Analytics für Ihre Institution, Ihr Fach etc. ein?
- Welche Rahmenbedingungen müssen erfüllt sein, damit Sie Learning Analytics einsetzen?
- Nutzen Sie bereits datenbasierte Auswertungen etc.?
- ...



# **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**



# TUBAF

Die Ressourcenuniversität.  
Seit 1765.

# SELF-ASSESSMENT ZUR ERHÖHUNG DES KONSTRUKTIONSTECHNISCHEN VERSTÄNDNISSES

Timo Roth, Jenny Köckritz, Matthias Kröger (TU Bergakademie Freiberg)

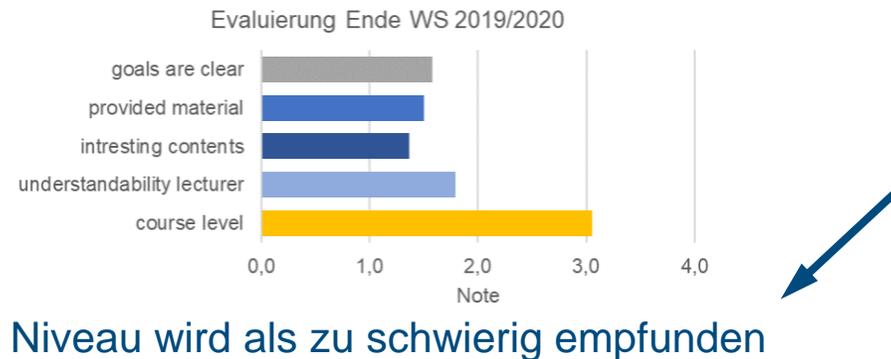
3. FTMV-Workshop „Digitale Lehre & Studienerfolg“



Institut für Maschinenelemente,  
Konstruktion und Fertigung

## Problemstellung

Englischsprachiger Masterstudiengang: *Mechanical and Process Engineering (MPE)*



Vorwissen oft mangelhaft



### Häufige Probleme:

- Technische Zeichnungen, räumliches Vorstellungsvermögen
- (Standard-)Maschinenelemente und Baugruppen
- Montage- und Fertigungsgerechte Gestaltung
- Krafftflüsse und Beanspruchungen

## Problemstellung

Festigung und Vertiefung des notwendigen Vorwissens  
→ Vermeidung von Demotivation durch nicht vorhandenes Vorwissen

Status Quo:

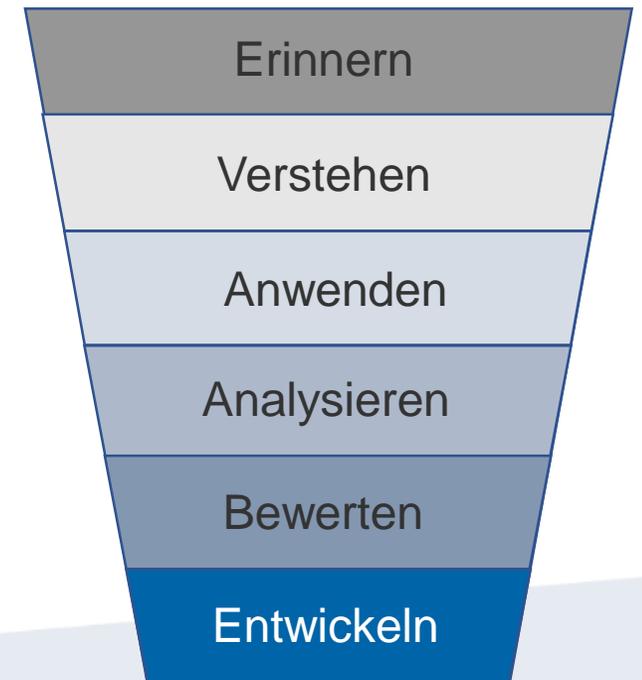
- Vorlesung: Theorie
- Übung: Anwendungsbeispiele, Berechnungsbeispiele
- Rechnerübung: CAD-Konstruktionsprogramm

Klausur: Wissensabfrage und Berechnungen

Beleg: Entwicklung eines Getriebes

(Konstruktions-)Beleg

Taxonomiestufen nach Bloom



## Zielstellung

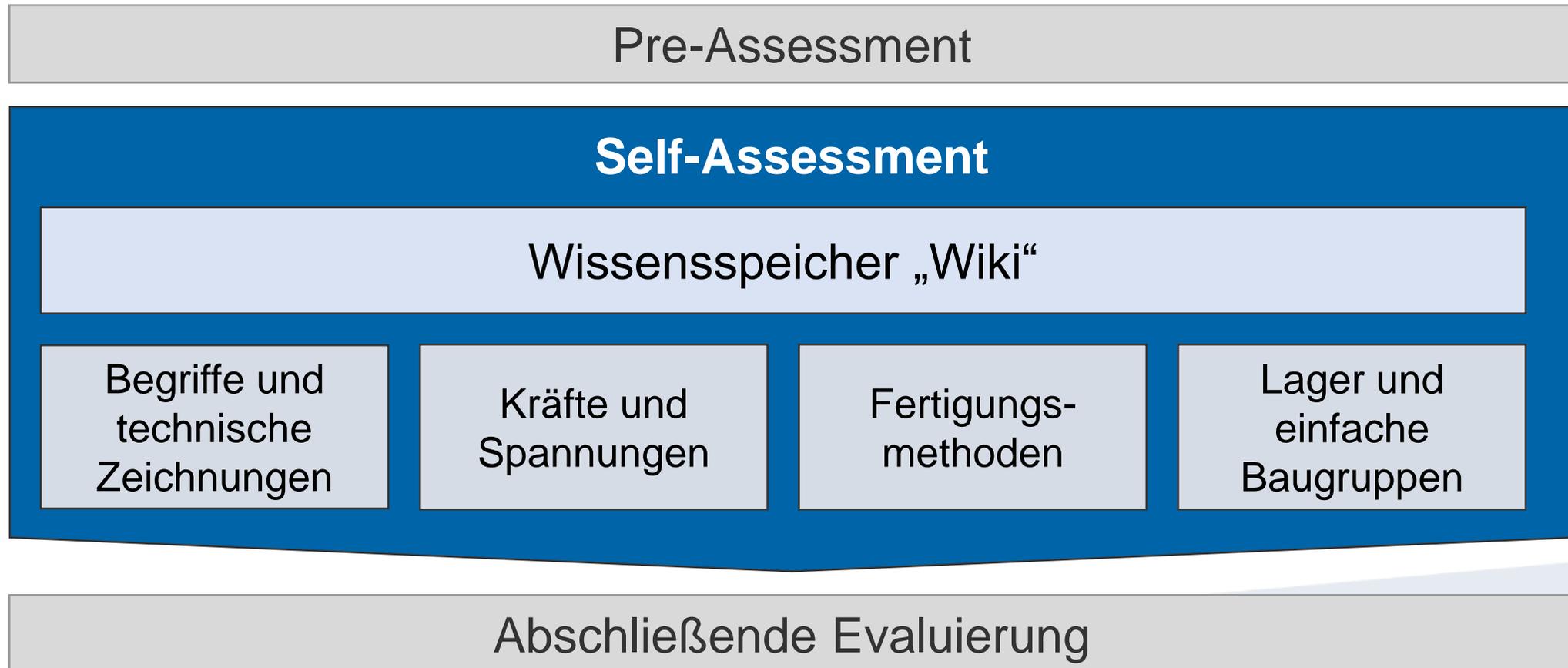
### Rahmenbedingungen neues Angebot

- Erleichterung Anschluss an Lehrstoff
- Individuelles Lernen / Wiederholen vor Beginn Master
- Niederschwelliges Angebot

### Fähigkeiten Studierende

- Eigenschaften und Verwendung von Maschinenelementen
- Kraftflüsse nachvollziehen
- Räumliches Vorstellungsvermögen (z.B. für Montage / Demontage)
- Selbständige Suche nach Lösungsansätzen (hohe Taxonomiestufe)

## Lösungsansatz



# Wissenspeicher „Wiki“

## I Basics

- [Definition of terms](#)
- [Support reactions](#)
- [Distribution of internal forces and moments](#)
- [Technical Drawing Rules](#)

## II Stress calculation

1. [Tension - Compression](#)
2. [Bending](#)
3. [Torsion](#)
4. [Shear](#)
5. [Pressing](#)

- [Static Stress\\*](#)
- [Cyclic stress\\*](#)

## III Lifetime calculation bearings

- [Bearing Arrangement](#)
- [Simple bearing calculation](#) (Roller Bearing)
- [Extended bearing calculation](#) (Roller Bearing)
- [Plain Bearing](#)

## IV Connection types+

- [Welding Connection\\*](#)
- [Bolted Connection+](#)
- [Shaft-Hub Connection\\*](#)

1. [Feather Key](#)
2. [Spline shaft connection+](#)

## V Manufacturing Methods

- [Cutting+](#)
- [Turning+](#)
- [Milling+](#)

## Bearing Arrangement

### Requirements for bearings

Most shafts and axes are supported at two places. The primary task of each bearing arrangement is to absorb radial and axial forces. The forces are introduced into the shaft via gear wheels, for example. These forces must be absorbed by the bearing points. In addition, the bearing arrangement must fulfil secondary functions, depending on the specific application scenario. Secondary functions of the bearing arrangement can be the following:

- Absorption of tilting moments
- Allow thermal expansion of the shaft
- Allow shaft deflection due to mechanical loads
- Minimisation of friction

### Arrangement Types

Depending on the actual application, a suitable bearing arrangement must be selected. Basically, a distinction is made between three types of bearing arrangements:

1. adjusted bearing arrangement
2. fixed-loose bearing arrangement
3. floating bearing arrangement

### Adjusted bearing arrangement

In the case of adjusted bearings, a distinction is made between X and O arrangements depending on the force flow (see red arrows in the figure). If we look at the direction of the force vectors, they have the shape of an O or X.



O-Arrangement



X-Arrangement

### Scheme of an O-Arrangement and a X-Arrangement

An adjusted bearing arrangement has the following advantages

- High tilting moments can be absorbed, especially the O-Arrangement
- Adjustable clearance or preload

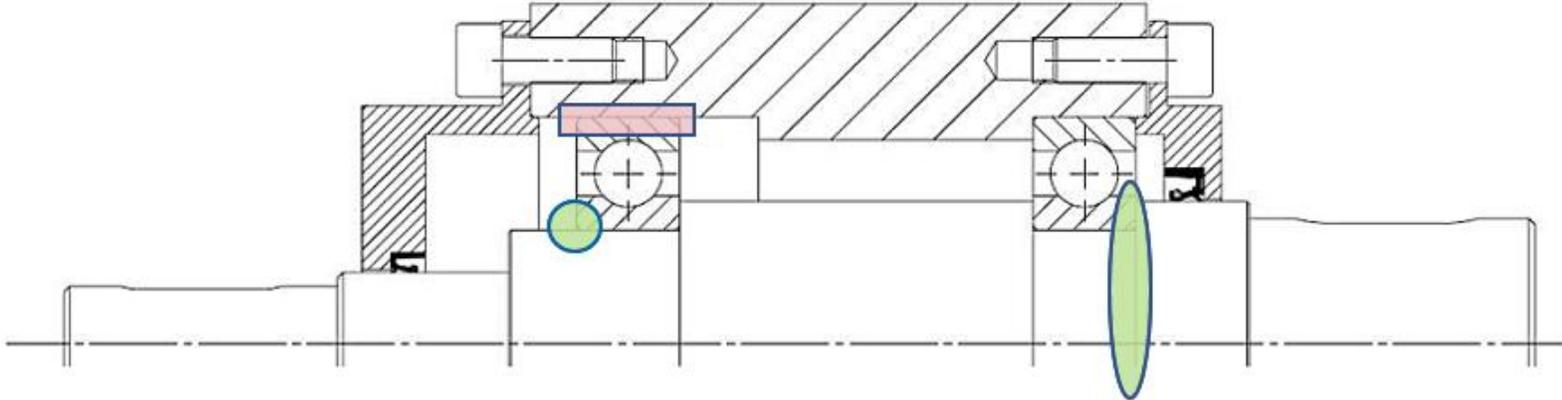
The disadvantage is the time-consuming assembly.

Tapered roller bearings are almost always used with an adjusted bearing arrangement. The axial force to be transmitted is transferred to the inner and outer ring via one side each tapered bearing (see picture). In the O arrangement shown, the clearance increases when the shaft expands, e.g. as the temperature rises. This is in contrast to the X arrangement, where the clearance decreases when the

## Beispielaufgabe: Konstruktionsfehler in Welle (Typ: Hotspot)

**design errors in bearings** Points: 2 1 attempts until now

Find and mark mistake(s) in the shown fixed/floating bearing!



You have currently selected 3 areas.

**Tips for solution**

Try to imagine how the shown assembly would be put together. Can you fit or slide all parts onto each other?

For a fixed/Floating bearing, one of the bearings has to be completely fixed, the other has to be loose on one side. Is this situation given for the shown bearings?

Question 1/1 Forward

## Beispielaufgabe: Kraftübertragung von Wälzlagern (Typ: Auswahl)

Ziel: Nachvollziehen von Kraftflüssen

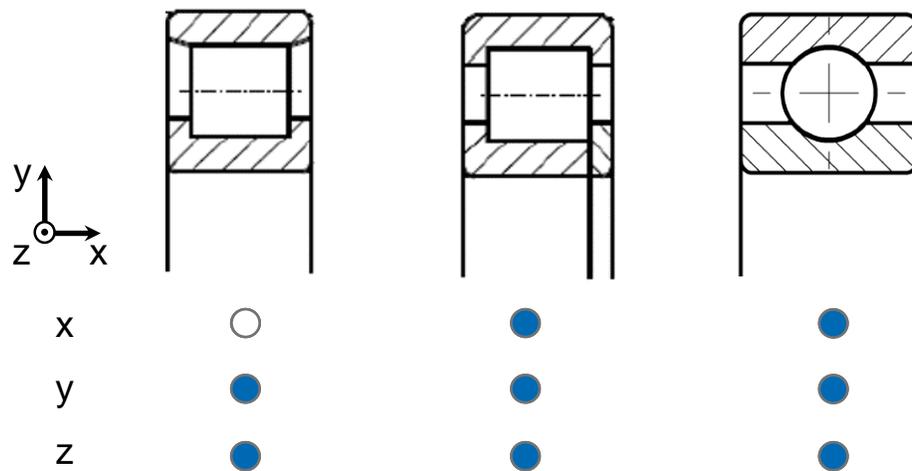
Which forces can be transmitted by the different bearings when they are implemented as a fixed bearing?

### Feedback Fehler

*Envision to apply force on the outer ring of the bearing, while holding the inner ring steady. How would the parts move?*

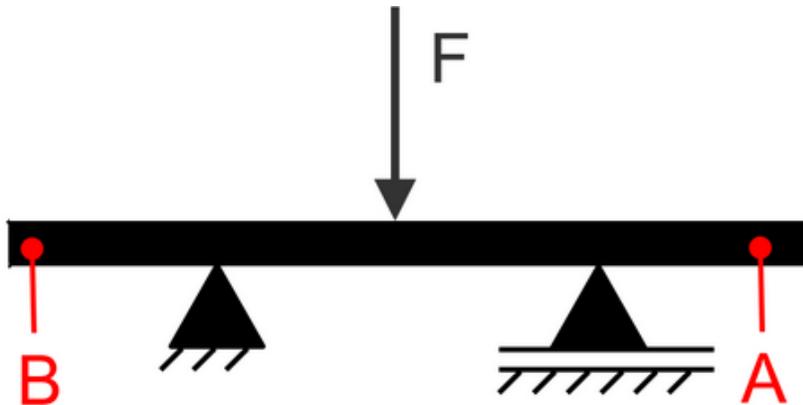
### Feedback korrekte Antwort

*There are different appliances for different bearings. Do you know an appliances for one of the shown bearings?*



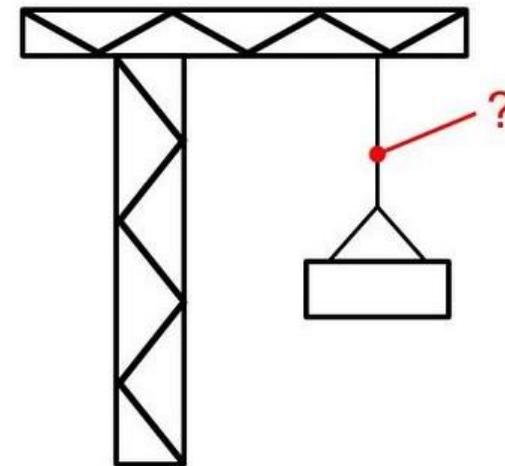
## Beispielaufgaben: Kräfte und Spannungen (Typ: Simple u. Multiple Choice)

Which answer is correct?



- Position A does not move
- Position A is moving upwards
- Position A is moving downwards

Which loads are acting **primarily** in the marked area?



- pressure
- bending
- tension
- shear

## Aktueller Stand

- **Erprobung durch Mitarbeiter u. Studierende ab 09/22**
- Einpflegung von Verbesserungsvorschlägen
  - Deutlichere Formulierung
  - Korrektur von Fehlern
- **Erprobung durch MPE Studierende vor Beginn WS22/23**
- **Freischaltung des Self-Assessments zum WS22/23**
- Bisher freiwillig → wenig Anklang, man braucht Geduld bis sich das etabliert, insbesondere bei freiwilligen Angeboten
- Mögliche Gründe für geringe Nutzerzahlen:
  - Angebot wird erst kurz vor Prüfungen genutzt
  - Cyber-Angriff auf TUBAF
  - Nicht direkt notwendig in Lehrveranstaltung
  - Zeitmangel bei Studierenden
  - ...

Feedback Lehrender:

*„Part 1 ist wirklich sehr gut! Da würde ich mir gern mal was übernehmen.“*

Feedback Masterstudent MPE

*“[...] I really feel that knowledge provided in Wiki is quite structured and after refreshing knowledge through it properly and sincerely, the test can [be] solved quite efficiently. Overall, I feel that it's very good for students to have such an assessment to have better insight into the Module.”*

## Weiteres Vorgehen

Feedback ausbauen (Verbesserung der Lösungshinweise, Optimierung auf jede Frage, genaue Verweise aufs Wiki, Tipps zur weiteren Wiederholung der Inhalte, ...)

Erstellung und Integration weiterer Aufgaben

Weitere Verwendung in der Zukunft

Online (Zwischen-)Testate während des Semesters (zeitlich unbegrenzt)

Durchsetzung der verpflichtenden Teilnahme?!

## Zusammenfassung

### Bereits implementiert

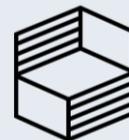
- Konzeption und Erstellung eines Self-Assessments in ONYX
- Erstellung von primär visuellen Aufgaben in vier Themengebieten
- Erstellung zugehöriger Wissensspeicher „Wiki“
- Entwicklung „Feedback“-Konzept für das Self-Assessment

### Ausblick

- Kontinuierliche Verbesserungen, Erweiterung Aufgabenpool
- **Ziel: Verpflichtende Vorleistung zu Beginn des Masterstudienganges**

Inhalte entstanden im Rahmen des Projektes „VirtFa@TUBAF“

Mittelgeber:



Stiftung  
Innovation in der  
Hochschullehre



# Die klassische Vorlesung „Maschinenelemente“ im Kontext digitaler Möglichkeiten

3. FTMV-Workshop „Digitale Lehre und Studienerfolg“  
Fakultätentag Maschinenbau und Verfahrenstechnik



# Inhalt

- Motivation
- Konzepte
  - Kompetenzorientierung
  - connecTUM
  - NewNormal
- Lehr- / Lernmethoden
  - Modulaufbau
  - Übungsinhalte
  - Anschauliche Wissensvermittlung
  - Unterstützung des Lernerfolgs
- Studierenden Feedback

# Motivation

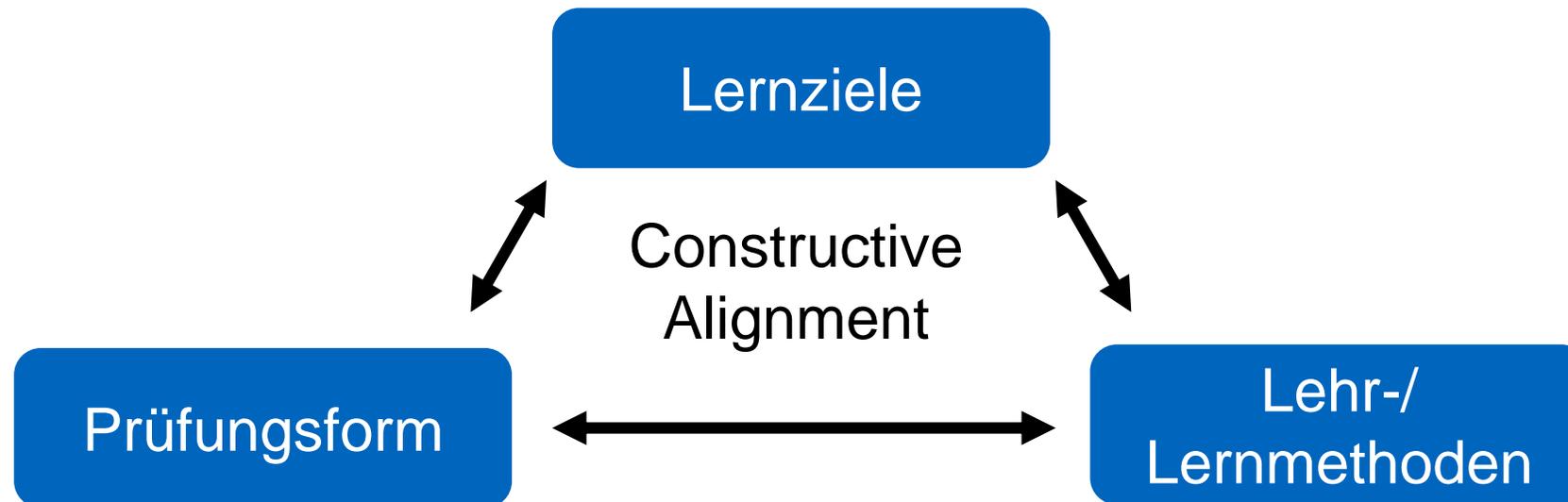
- Verantwortung für mehrere Hundert Studierende im Modul Maschinenelemente
- Studierende ganzheitlich motivieren und für die Thematik begeistern
- Erfolgserleben der Studierenden erreichen

- 
- **Anschauliche Wissensvermittlung:** Studierenden durch „Erleben“ der Inhalte begeistern
  - **Unterstützung des Lernerfolgs:** durch z. B. direktes Feedback den Studierenden ein „Erfolgserleben“ ermöglichen



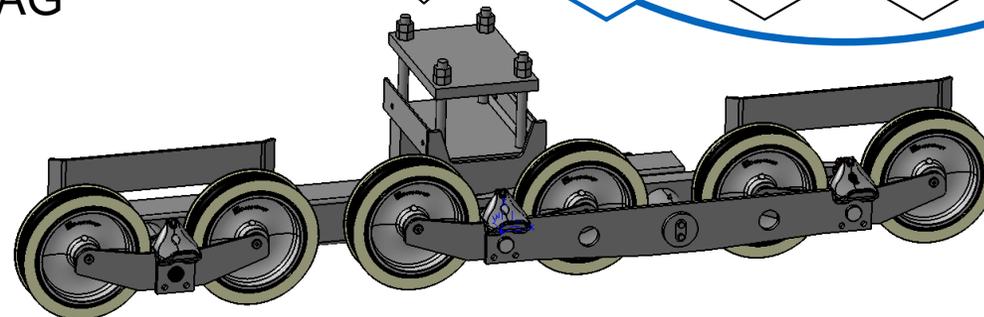
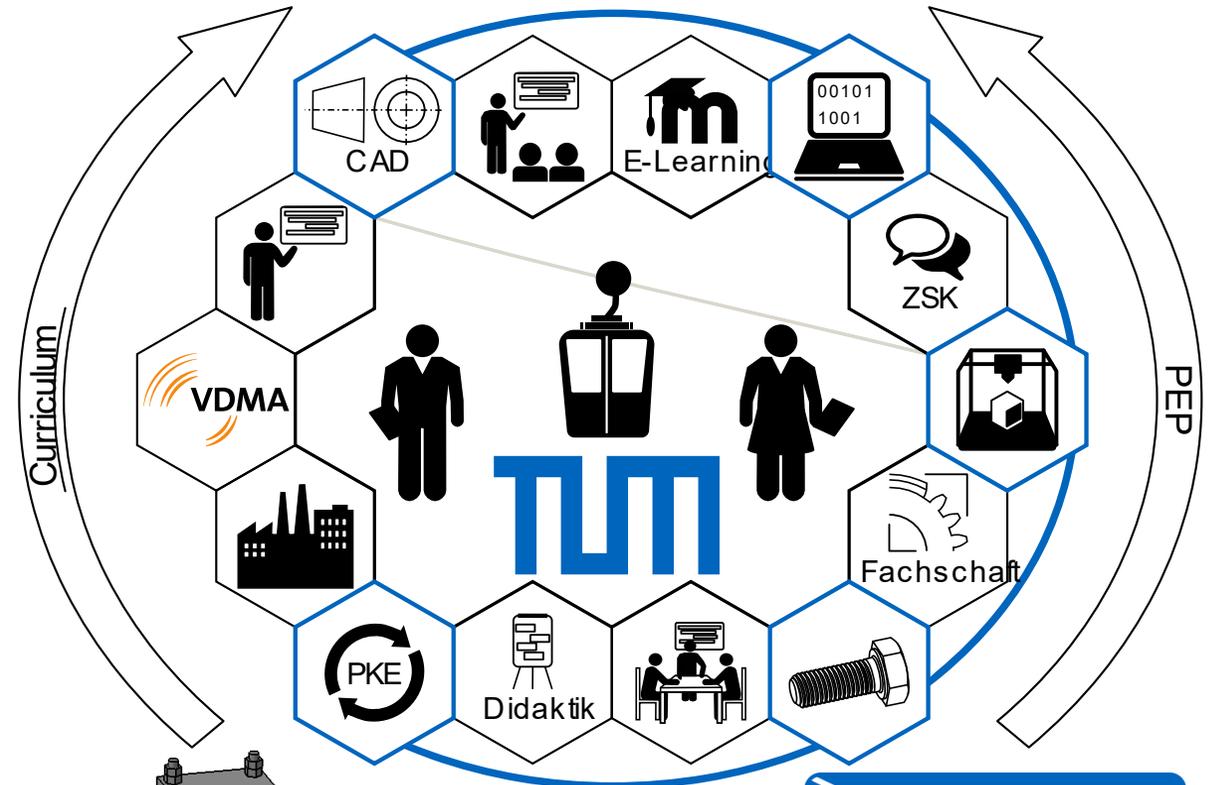
# Kompetenzorientierung der Lernziele

- Kompetenzorientierung des Lehr-/Lernprozesses („**Constructive Alignment**“):
  - Abstimmung von Lehrinhalten auf die zu erreichenden Kompetenzen/Lernziele
  - Ausrichtung der Methoden/Medien auf die zu erreichenden Kompetenzen
  - Anpassung der Prüfungsform an die zu erreichenden Kompetenzen und Lehr-/Lernmethoden



# connecTUM

- Lehrkonzept im Bachelor Maschinenwesen
- Vernetzung der Module durch eine zentrale Anlage
  - „Roter Faden“ für Studierende im Studium
- Zentrale Anlage = urbane Seilbahnanlage
- Durchlaufen entscheidender Phasen des **Produktentstehungsprozesses**
- Auszeichnung beim Lehrepreis des VDMA „Bestes Maschinenhaus 2019“
- Kooperation mit den Industriepartnern Doppelmayr Seilbahnen GmbH und Leitner AG
- Beteiligung von aktuell 10 Lehrstühlen der TUM School of Engineering and Design



# NewNormal

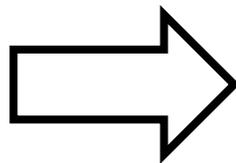
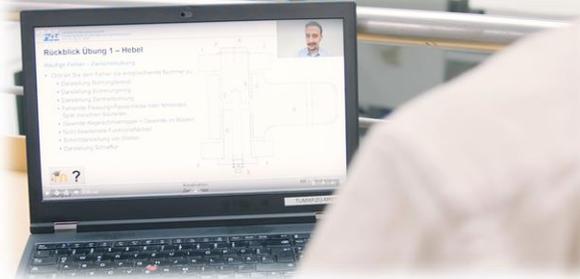
- Ausschreibung des Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
- Ziel: Konzeptioneller und strategischer Ausbau der Verschränkung digitaler und analoger Lehrformate
- Förderphase: 01.05.2022 – 30.04.2023
- Förderung in Höhe von maximal 100.000 € für jeweils 4 Hochschulen
- 1. Projektrunde:
  - TH Deggendorf: THDKomPort – Hybride Portfolios als kompetenzorientierte Prüfungsform
  - FAU Erlangen-Nürnberg: INKULT – Inkubator für Lehrinnovationstransfer und neue Lernkultur
  - TH Nürnberg: Lehrlabor<sup>3</sup> – Ein Programm zur teambasierten Lehrentwicklung in der Hochschulbildung
  - **TU München: Kompetenz- und Bedarfsoptimierte Lehrstrategie**

# NewNormal

- Die Digitalisierung bietet
  - enormes Potenzial zur optimalen Gestaltung individueller Lehrformate, ...
  - ... aber gleichzeitig auch Herausforderungen hinsichtlich mangelnder Anleitung zum effizienten Lernen und Chancenungleichheit
- Ziel: Kriterienbasierte Leitlinie zur bestmöglichen Nutzung der Potenziale der Digitalisierung in der Lehre, individuell abgestimmt auf
  - die jeweilige Situation der Lernenden,
  - der jeweiligen Lehransätze und -formate
  - der jeweiligen Lehrinhalte der Veranstaltung

# NewNormal

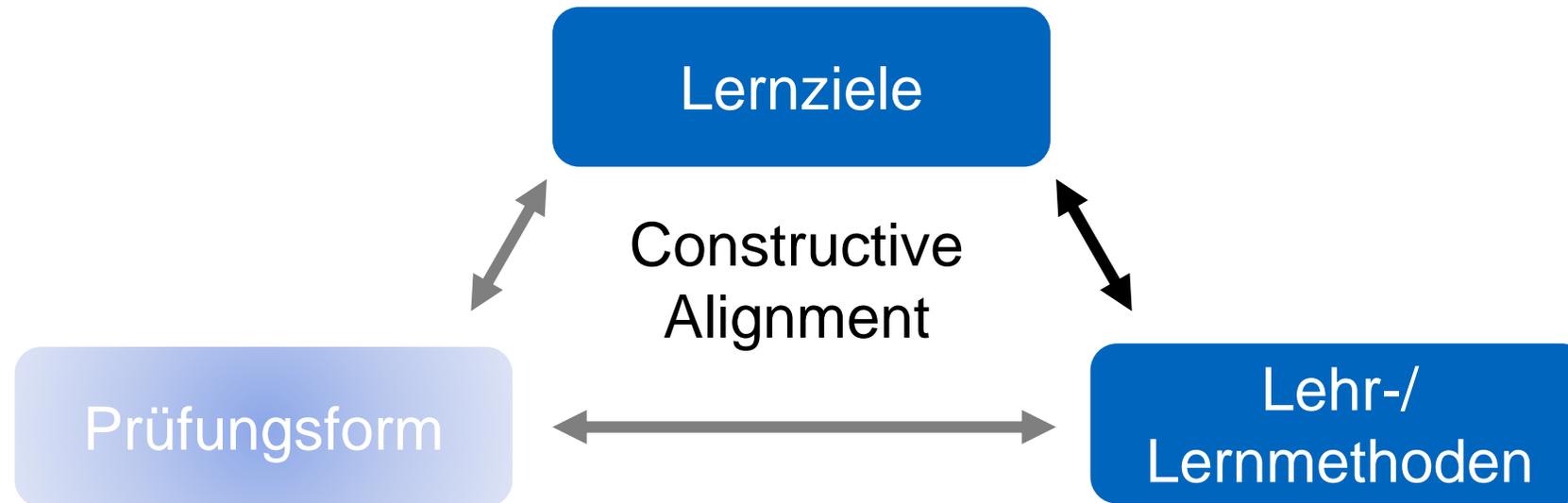
- Grundbedürfnisse (nach Deci und Ryan, 2000):
  - **Soziale Eingebundenheit**  
 soziale Integration, gefühlte Akzeptanz, „Wir-Gefühl“, „Dazugehörigkeit“
  - **Kompetenzerleben**  
 eigene Fähigkeiten bei Aufgabenbewältigung als kompetent erleben
  - **Autonomie**  
 selbstgesteuertes/-bestimmtes Lernen



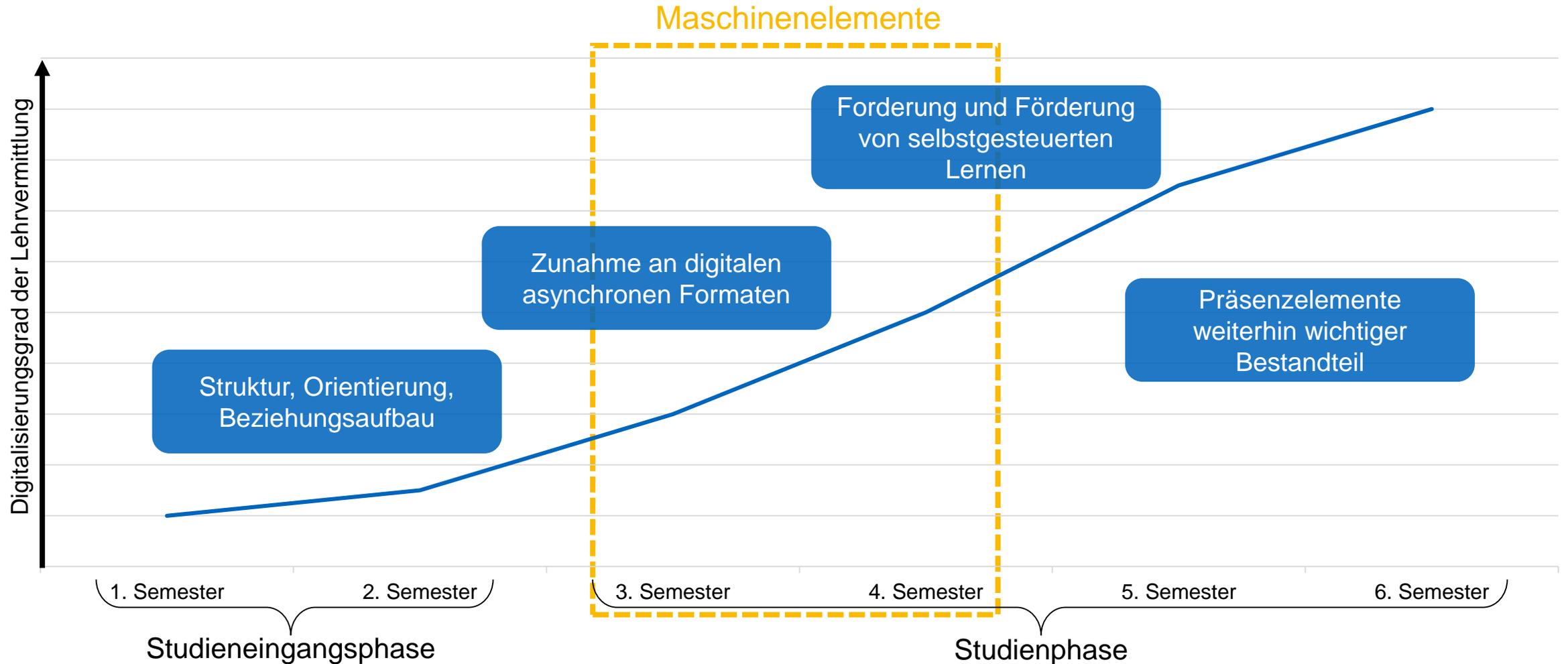
Abstimmung der Lehrmethode  
 (z.B.: Präsenz- oder Online-Veranstaltung)  
 auf Bedürfnisse der Studierenden

# NewNormal

- Kompetenzorientierung des Lehr-/Lernprozesses („**Constructive Alignment**“):
  - Abstimmung von Lehrinhalten auf die zu erreichenden Kompetenzen/Lernziele
  - Ausrichtung der Methoden/Medien auf die zu erreichenden Kompetenzen



# NewNormal



# Modulaufbau

## 3. Semester (Wintersemester)



Maschinenelemente 1  
 Vorlesung (3SWS)



Maschinenelemente 1  
 Zentralübung (2SWS)



Maschinenelemente 1  
 Kleingruppenübung (2SWS)

Studienleistung  
 ME 1

## 4. Semester (Sommersemester)



Maschinenelemente 2  
 Vorlesung (2SWS)



Maschinenelemente 2  
 Zentralübung (2SWS)



Maschinenelemente 2  
 Kleingruppenübung (2SWS)

Studienleistung  
 ME 2

Prüfungsleistung Maschinenelemente

Modul Maschinenelemente 15 ECTS im Bachelor Maschinenwesen

# Modulaufbau



**Vorlesung**

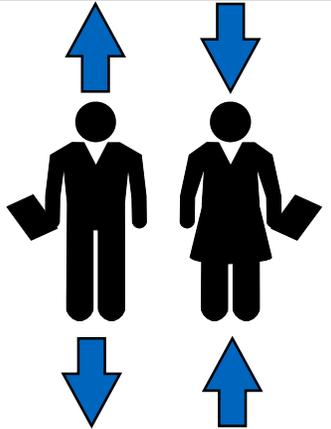
- Vermittlung der Theorie
- Erleben

**Lehr-/Lernplattform**

- Videos zu Vorlesung, Zentralübung
- E-Tests, gegenseitige Beurteilung

Zeitraum 7: 06.12.2021 bis 12.12.2021 - Zentralübung / Kleingruppe / Moodle

- bis 08.12.2021 23:55 Uhr: E-Test (Berechnung - Übung 5.1.4)
- E-Test zu Zentralübung Berechnung 05: Dynamische Festigkeit II
- Rückblick E-Test 05: Dynamische Festigkeit II
- Eingeschränkt** Verfügbar ab 9. Dezember 2021, 10:00
- bis 09.12.2021 15:00 Uhr: Gegenseitige Beurteilung - Hochladen (Konstruktion - Übung 2.3 b)
- bis 10.12.2021 15:00 Uhr: Gegenseitige Beurteilung - Durchführen (Konstruktion - Übung 2.3 c)
- Arbeitsfortschritt Übung 2 Pendelhubsäge für Termin 5 der Kleingruppen
- Eingeschränkt** Nicht verfügbar, es sei denn:
  - Zeit ab 6. Dezember 2021
  - Sie sind in einer Gruppe in Kleingruppen.
- Zentralübung: Smith Diagramm und Festigkeitsnachweis Schweißverbindungen / Nietmaschine und PKE
- Zentralübung Konstruktion 06: Nietmaschine und PKE

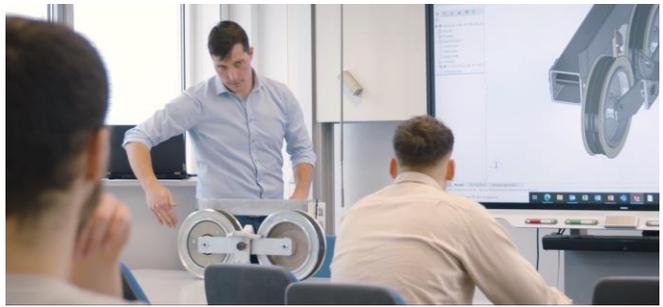


**Zentralübung**

- Anwendung
- Konstruktion/Berechnung

**Kleingruppenübung**

- 15 Studierende
- Diskussion Konstruktion



**Konstruktion und Kleingruppenübung**

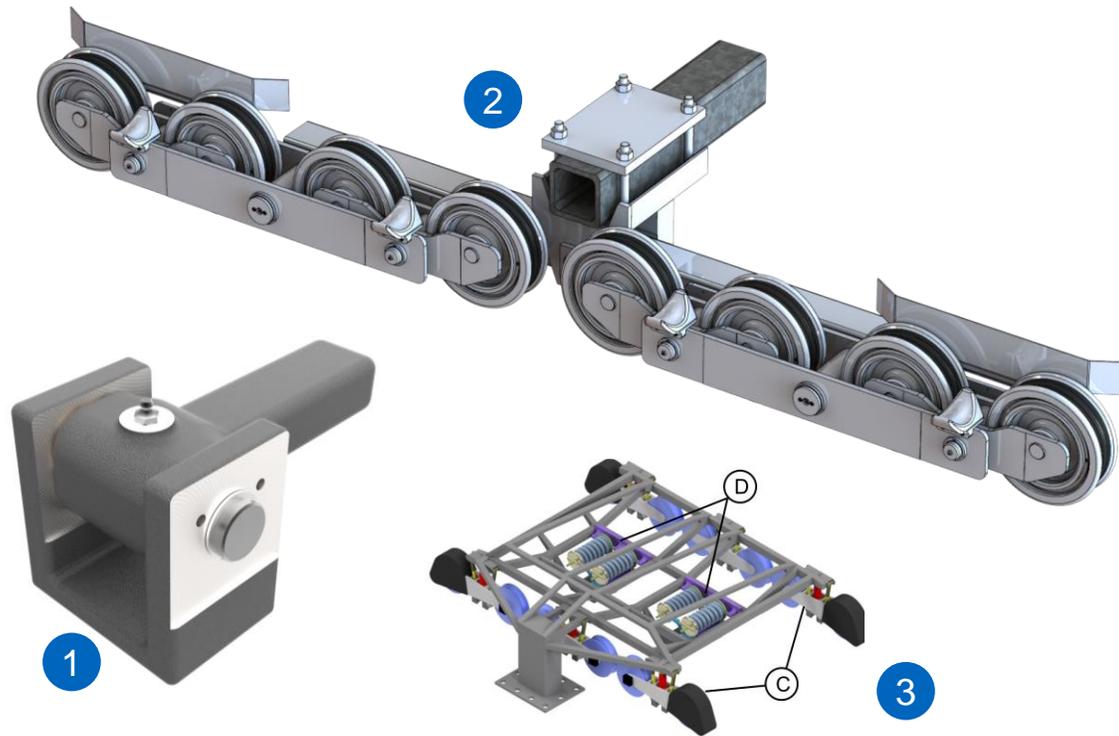
- Vier Termine:
  - Termin 1 und Termin 2
  - Termin 8 und Termin 9
- Keine Teilnahme per Online-Meeting möglich
- Hörsäle:
  - 1350, Ludwig-Burmester-Zeichensaal
  - 1450, Willy-Messerschmitt-Zeichensaal
  - 1550, Georg-Kühne-Zeichensaal
- Raumeinteilung via Moodle-Kurs (Zentralübung)

**Übung 1** • In Präsenz • Zwei Termine 
  
**Übung 2** • Online-Meeting • Fünf Termine 
  
**Übung 3** • In Präsenz • Zwei Termine

# Übungsinhalte

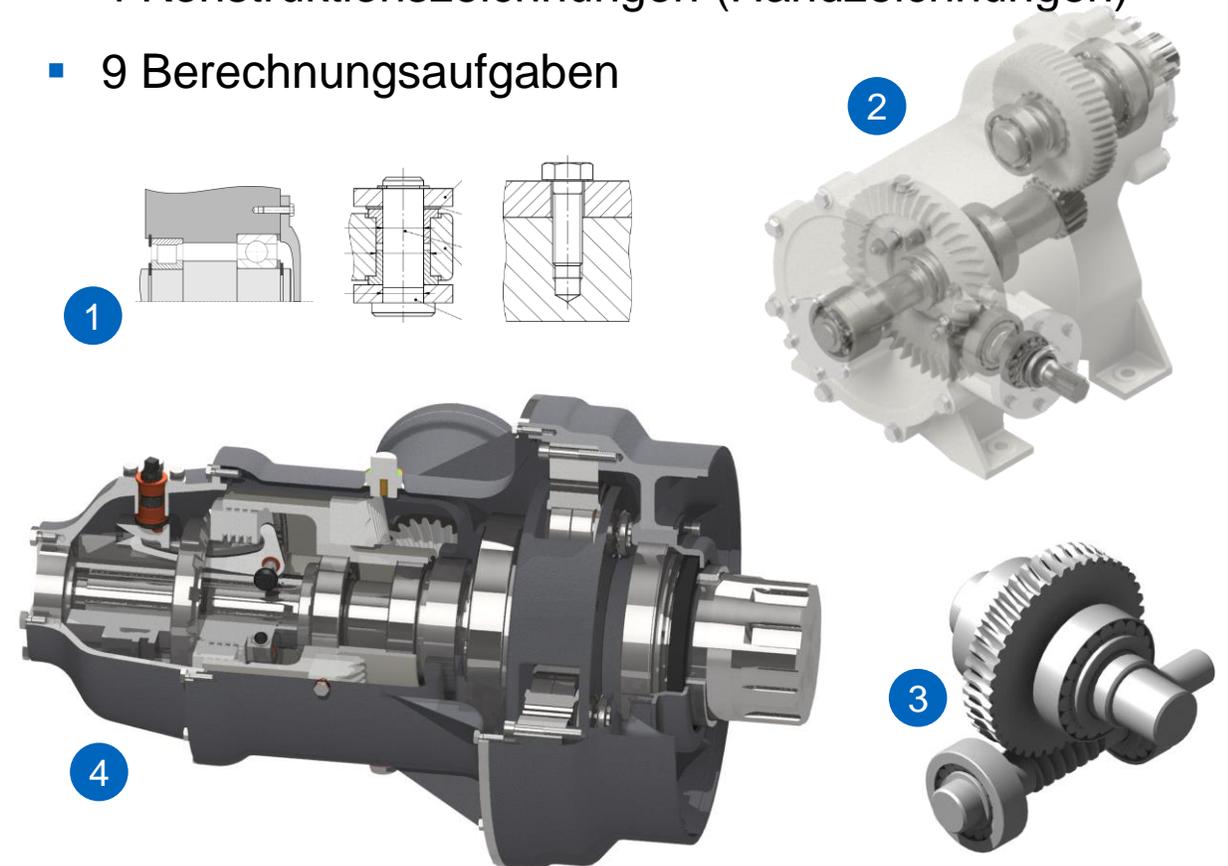
## 3. Semester

- 3 Konstruktionszeichnungen (CAD)
- 11 Berechnungsaufgaben

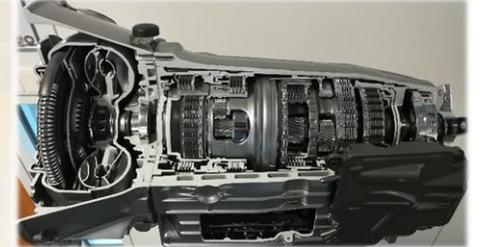
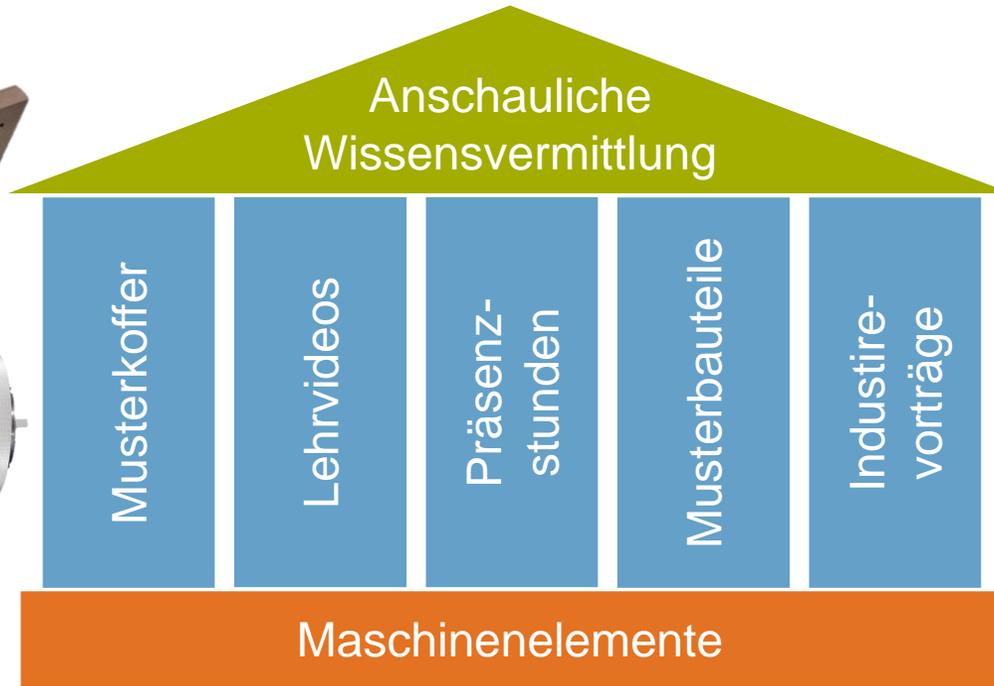
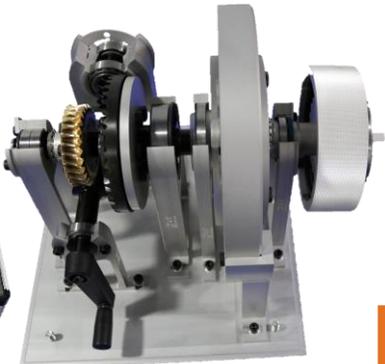
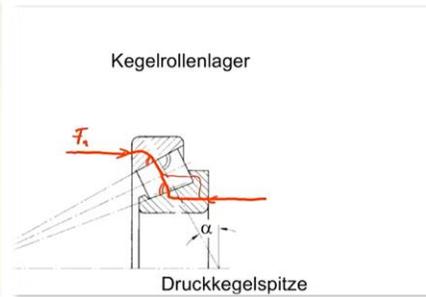
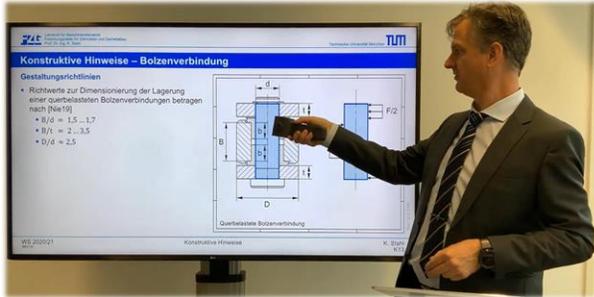


## 4. Semester

- 4 Konstruktionszeichnungen (Handzeichnungen)
- 9 Berechnungsaufgaben



# Anschauliche Wissensvermittlung



# Unterstützung des Lernerfolgs

Anonym Anheften vor 5 Monaten

Was genau ist eine Schlichtpassung mit Laufsitz F8h9 (zÜ)

0 Likes Antworten Ausblenden

Antworten einklappen

Antwort von MEvorlesung vor 4 Monaten

Als Schlichtpassung gibt es den weiten Schlichtlaufsitz, den Schlichtlaufsitz und den Schlichtnestsitz. Der Schlichtlaufsitz umfasst etwa das Gebiet des Laufsitzes, das laichten

Wählen Sie die Zuordnung der Merkmale zu den verschiedenen Schnittansichten aus.

Tragen Sie die von Ihnen berechnete mindesterforderliche Restklemmkraft  $F_{KRmin}$  mit Einheit ein.

Antwort:  Auswählen ...

Welche Aussage zu Stempelwerkzeug (6) und Matrize (7) ist richtig?

18 0 Antworten

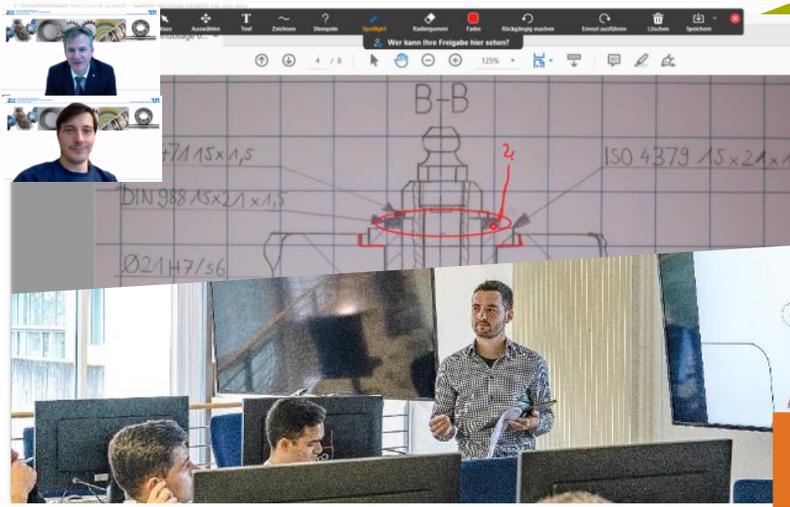
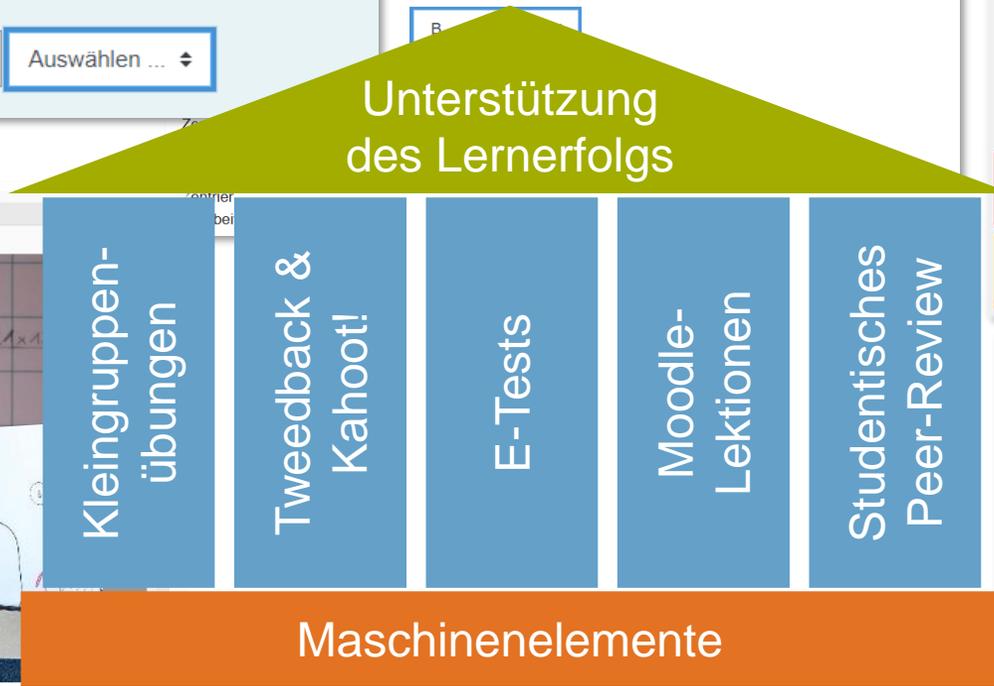
Das Stempelwerkz. ist aus weicherem Material um Beschädigung zu vermeiden.

Das Stempelwerkzeug ist als STEP-Modell gegeben, die Matrize nicht.

Stempelwerkzeug und Matrize müssen auswechselbar sein

Stempelwerkzeug und Matrize werden über eine Pressspannung festgelegt

- Der Bolzen ist axial und radial festgelegt
- Der Bolzen ist mit wenig/keinen Absätzen ausgeführt
- Die Gleitlager sind axial und radial festgelegt
- Die Gleitlagerung besteht aus zwei Lagerstellen und einer geeigneten Werkstoffpaarung



# Studierenden-Feedback

## Beispiele von Kommentaren aus der Studierenden-Befragung: Was hat Ihnen gefallen?

- „Das Vorzeigen von realen Bauteilen und die Demonstration von Phänomenen in der Praxis.“
- „Austausch mit Dozent, praktische Tipps anhand konkreter Zeichnungen“
- „Das interaktive Format und die gelassene aber dennoch interessante und engagierende Vortragsweise“
- „Das Diskutieren verschiedener Lösungsansätze / Konstruktionsansätze“
- „Sehr anwendungsorientiert, richtige "Maschinenbau" Aufgaben“
- „Das ich an relativ praktischen Beispielen, das Gestalten lernen konnte.“
- „sehr übersichtliche Videos, Forum, regelmäßiger Wissensstand Test durch verpflichtende E-Tests“
- „E-Test, Abgaben mit gegenseitiger Bewertung, Ständige Abrufbarkeit und Bearbeitung im individuellen Tempo“
- „Möglichkeit zur Wiederholung der Videos / Inhalte“

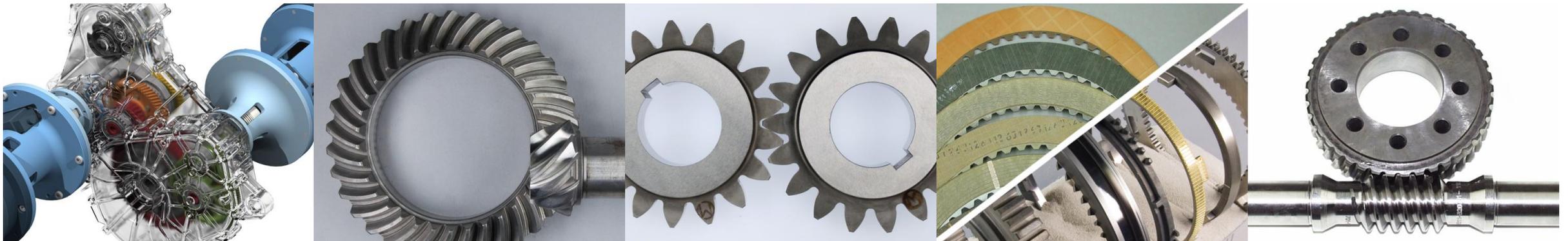
# Vielen Dank für Ihr Interesse

**M.Ed. Rudolf Motzet**

Tel.: +49 89 289-15776

[rudi.motzet@tum.de](mailto:rudi.motzet@tum.de)

[www.mec.ed.tum.de/fzg](http://www.mec.ed.tum.de/fzg)



## Weiterführende Links

- connecTUM:
  - [FINAL\\_WiGeP\\_News\\_2022-v9.pdf \(secureserver.net\)](#)
  
- NewNormal:
  - [NewNormal - Lehrstuhl für Maschinenelemente \(tum.de\)](#)
  - [FINAL\\_WiGeP\\_News\\_2022- 02\\_V6.pdf \(secureserver.net\)](#)
  - [NewNormal – Kompetenz- und bedarfsoptimierte Lehrstrategie – YouTube](#)

## 3. FTMV-Workshop: Digitale Lehre & Studienerfolg

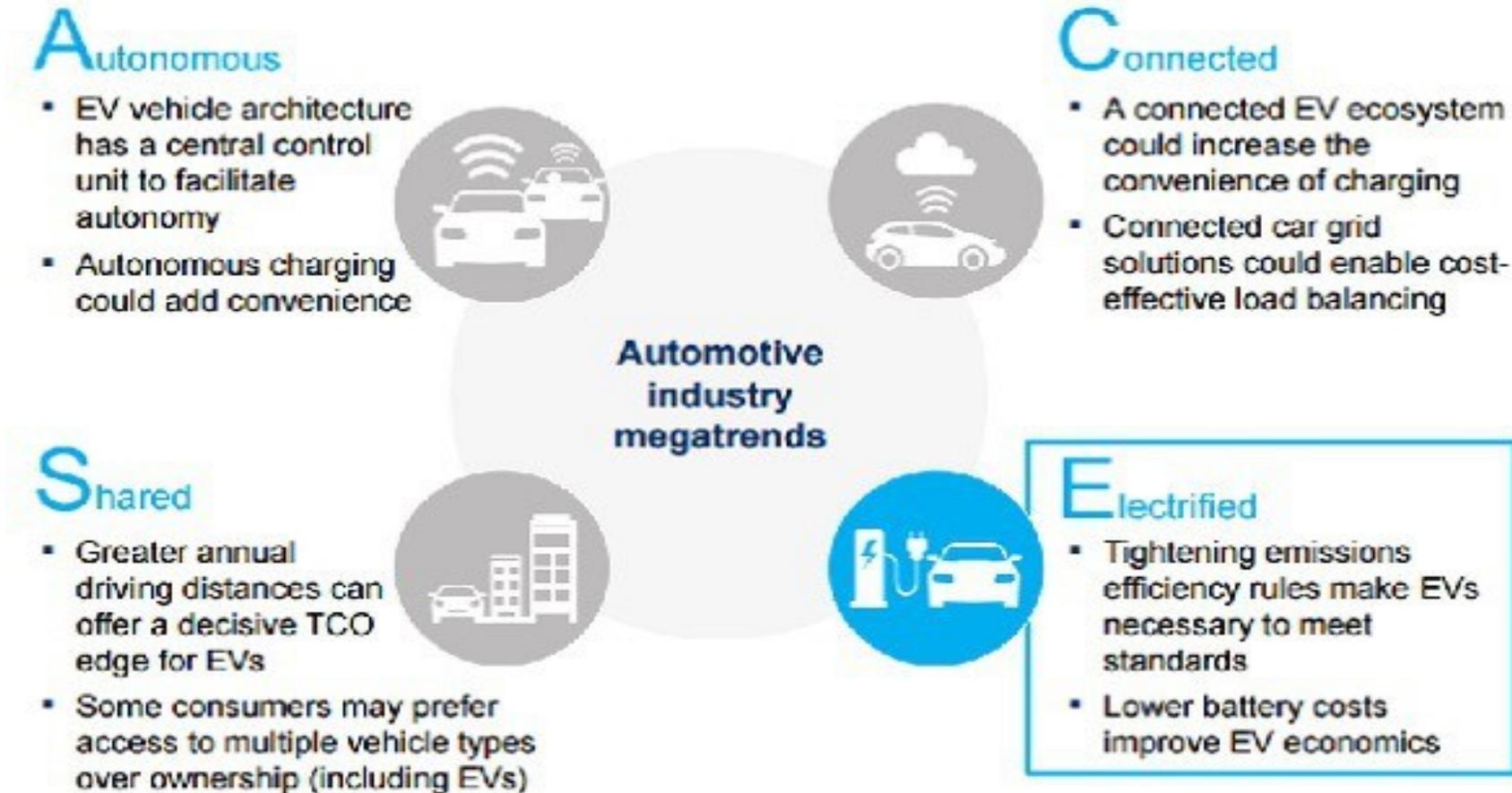
Dr.-Ing. Oliver Kreis, Meike Herbert, M.Sc., Alexander Nasarow, M.Sc. :

### Online-Angebote für Erstsemester im internationalen Modellstudiengang Elektromobilität-ACES als "Plan B"

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,  
Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg (FAU), Germany

Parts of the presentation based on: Herbert, Nasarow, Kreis: Future-oriented study program in electromobility for international students,  
in: 17. Ingenieurpädagogische Jahrestagung 2023, Herausforderungen zeitgemäßer Technikbildung im akademischen  
und berufsbildenden Sektor, 15.-17.06.2023, TU Dresden





SOURCE: McKinsey Sustainable Mobility Initiative

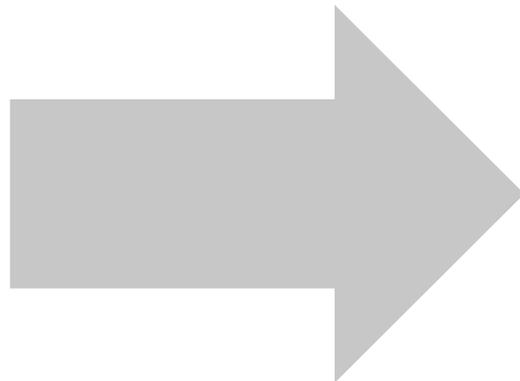
Source: McKinsey & Company. 2019. "The trends transforming mobility's future."

<https://www.mckinsey.de/publikationen/%2Findustries%2Fautomotive-and-assembly%2Four-insights%2Fthe-trends-transforming-mobilitys-future>

McKinsey  
& Company



- **Autonomous**
- **Connected**
- **Electrified**
- **Shared**



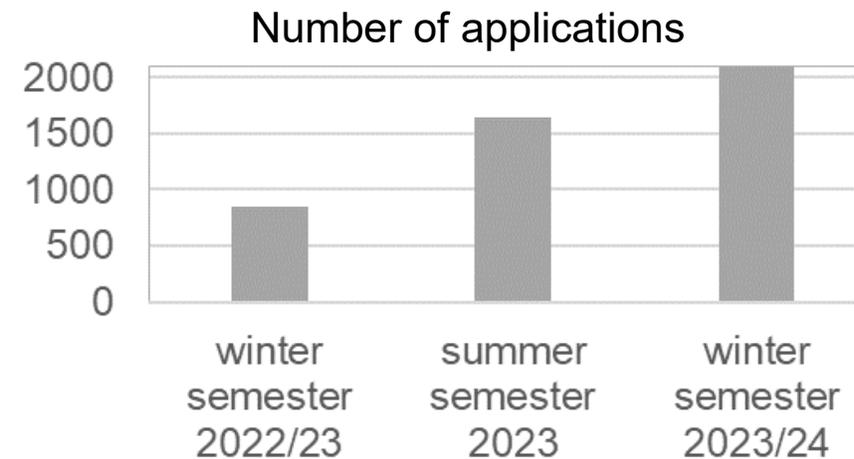
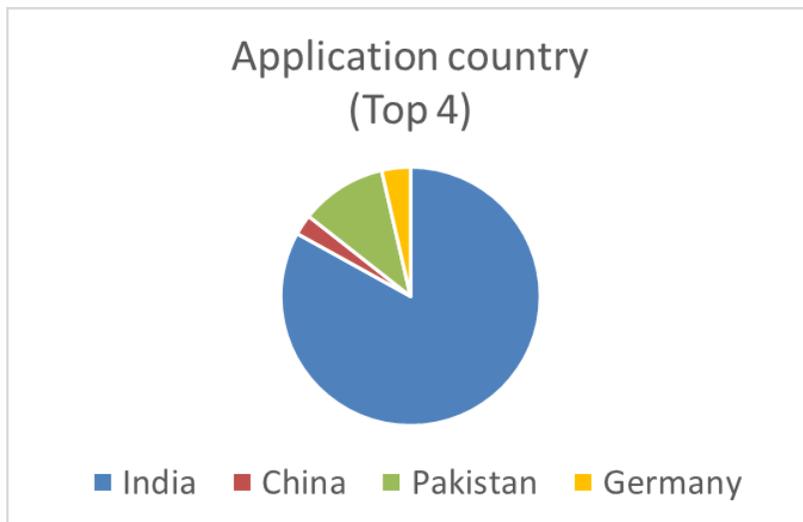
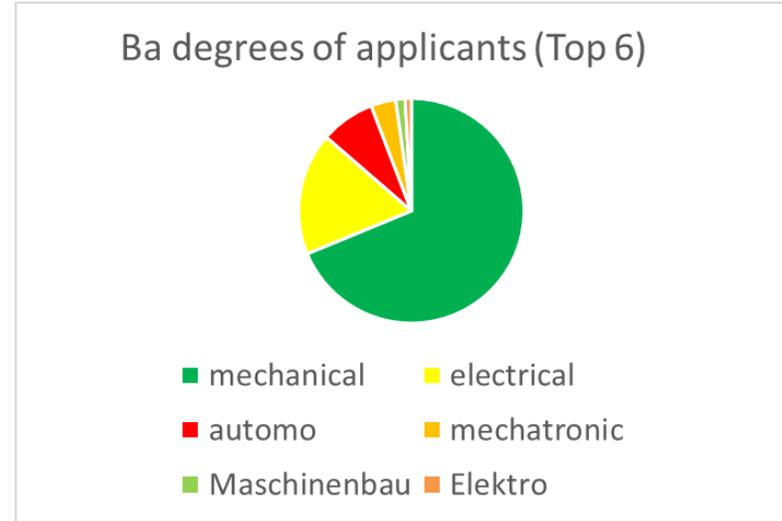
**Bachelor ACES:** German language

**Master ACES:** English or German language

**Students choose 2 out of 4 majors:**

- **AI** and Autonomous driving
- **Connectivity**
- **E-power train**
- **Sustainable mobility and production technology**

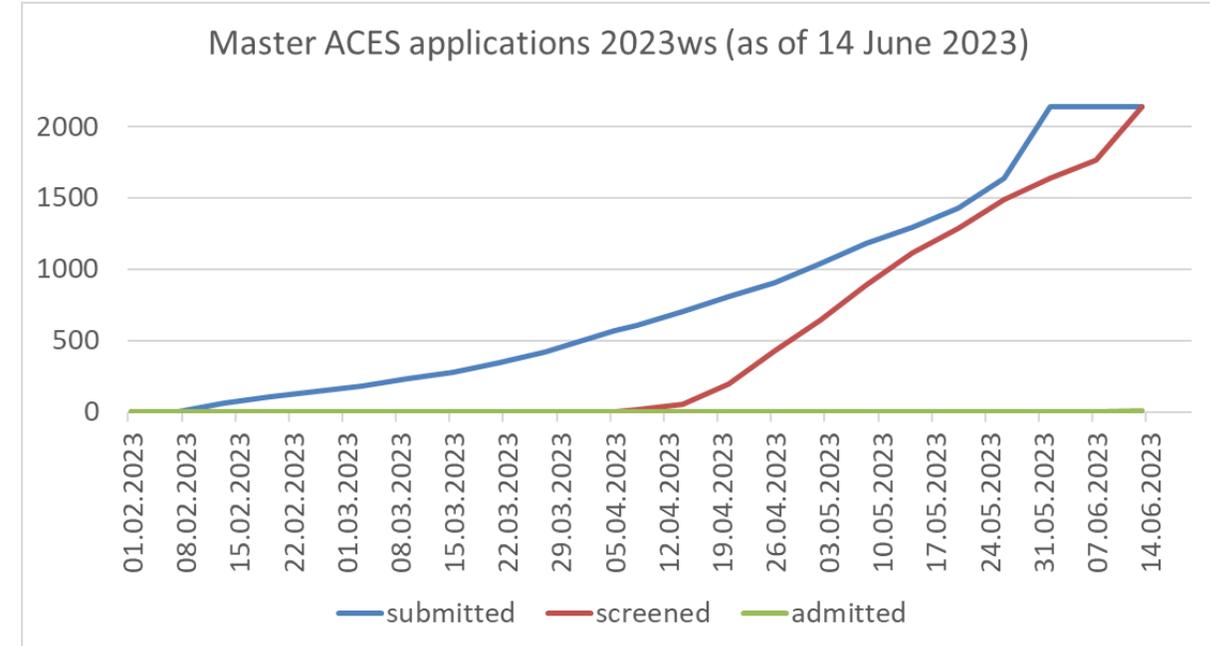
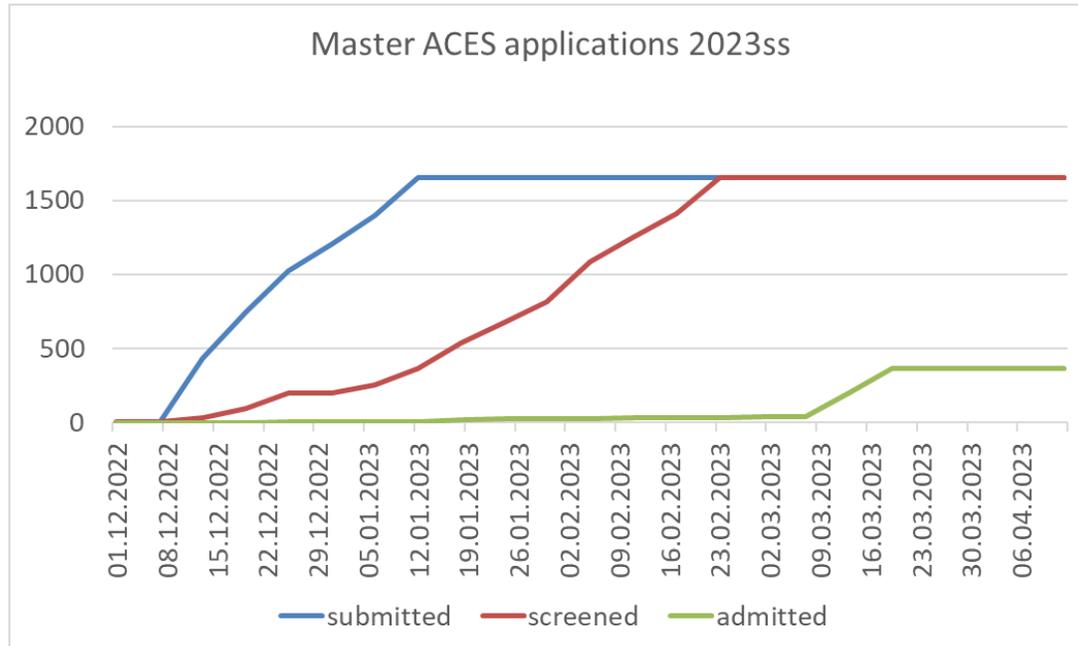
Motivation of online courses in 1st semester:  
Master ACES: analysis of applications (2023ss)



## Different prior knowledge

- ⇒ Currently: Conditional admissions to align prerequisites (modules from Ba ACES from respective other topics )
- ⇒ Future: "transition studies"

## Motivation of online courses in 1st semester: Development of applications, issues and improvements



### Issues with applications for summer sem 2023

- Short and late application period: 4 Dec 22 to 12 Jan 23 due to application portal restrictions
  - Application screening too long
  - Admissions too late (middle of march)
- ⇒ Multiple visa problems

### Improvements for applications for winter sem 2023/24

- Longer and earlier application period: 4 Feb 23 to 31 May 23
  - More "peoplepower" in screening of applications
  - Admissions planned end of June / beginning of July
- ⇒ Less visa problems expected

Remaining problems:  
"All in the last minute" applications, APS for India

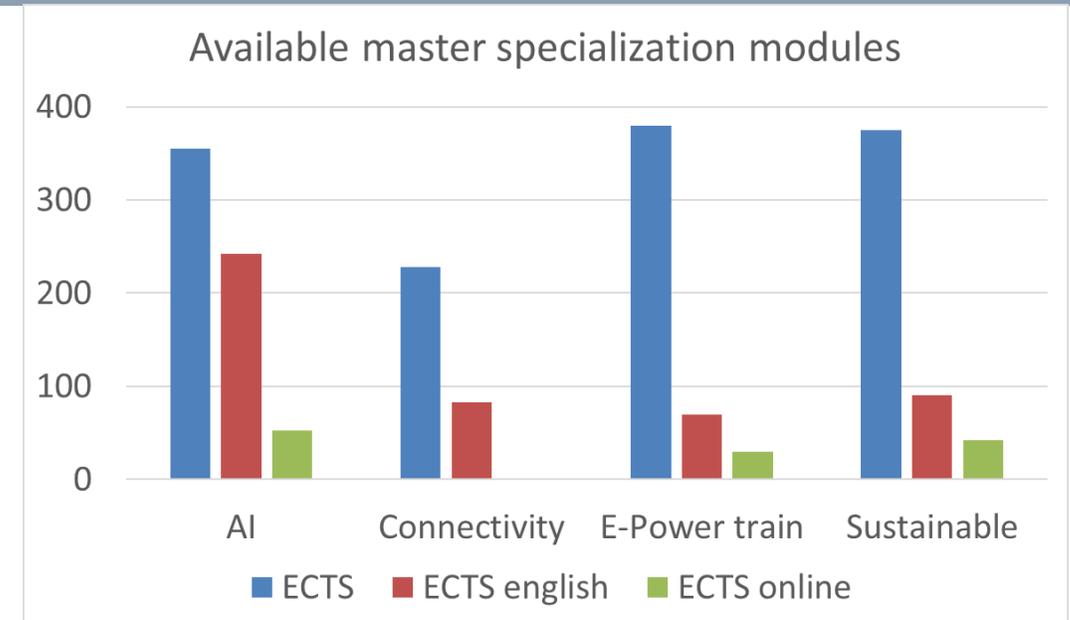
## Motivation of online courses in 1st semester as "Plan B": Issues and solutions

### Solutions for visa issues (late arrival)

- Earlier deadlines
  - Online immatriculation
  - Lots of recorded and streaming online lectures due to CoVid19
- => Idea of online lectures in first semester as **"Plan B"**  
(versus studying in presence in other study programs)

### Difficulties in enhancing the number of online courses

- Preference for teaching in presence after years of online classes due to CoVid19
- Teachers are "sick of talking to black tiles"
- Different amount of online courses in the 4 majors (none in Connectivity) => Selective overload of some online courses
- No lab courses and tutorials online (only lectures and exercises)



Students choose 2 majors, each with 25 ECTS

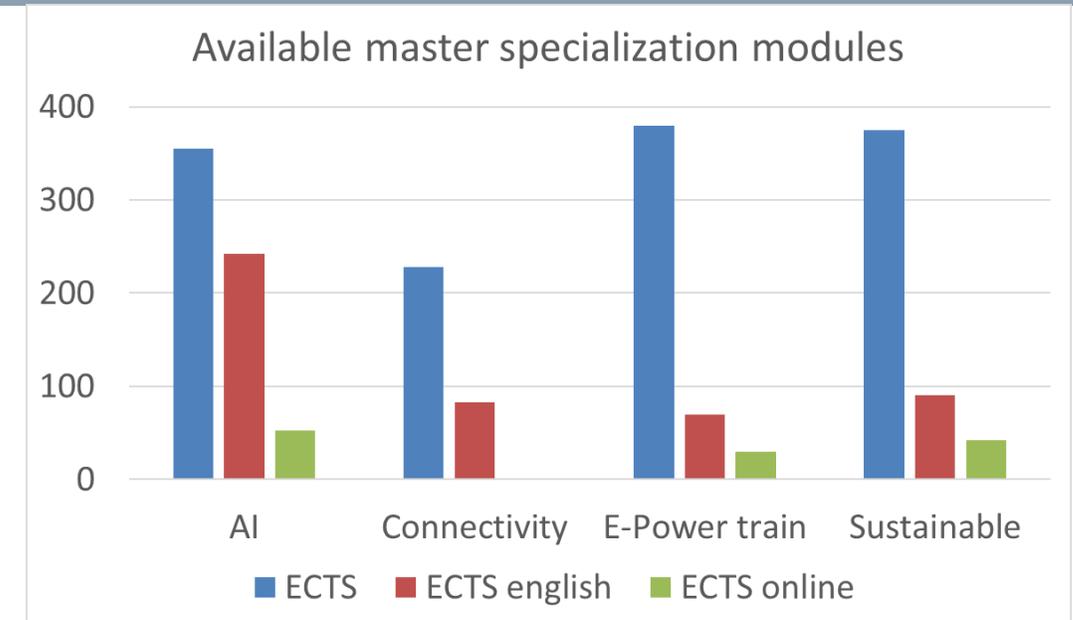
## Motivation of online courses in 1st semester: Issues and solutions

### Remaining problems in 1st semester online:

- Students don't learn to know each other
- Online exams currently not possible, students must arrive until July/Feb

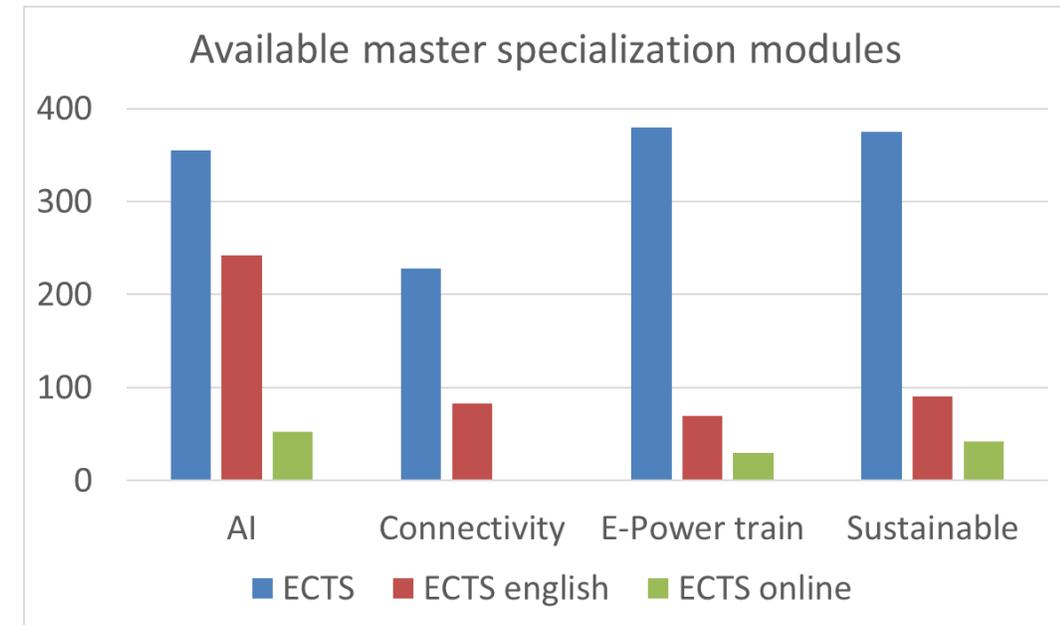
### Outlook

- Online courses to adjust different prerequisites



Students choose 2 majors, each with 25 ECTS

Issues	Solutions
1. Very high and further increasing number of applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning of staff (including enough student assistants)</li> <li>• Turning application process "upside down", just scanning</li> </ul>
2. Long visa process	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Earlier opening and deadline for applications</li> <li>• Adjustments of application portal (HISinOne)</li> <li>• Extra programs for application handling ("ZuKoDL")</li> <li>• Target: admissions 4 months before study start</li> <li>• Enable online-studies in 1st sem (exams?)</li> </ul>
3. High demand for study advisory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning of staff (including student assistants) and FAQs</li> </ul>
4. Student housing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More state run dormitories</li> <li>• Idea: agency for rental</li> </ul>



Students choose 2 majors, each with 25 ECTS

For issues and solutions also refer to  
*Herbert, Nasarow, Kreis:*

Setting up an engineering "pilot study program in e-mobility for international students: issues and solutions  
*SEFI conference Sep 2023, Dublin (in preparation)*

# Open Discussion

# LightPod – Experteninterview mit Lightboard

Felix Fiedler<sup>1</sup> und Sergio Lucia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory for Process Automation Systems (PAS)  
Department of Biochemical and Chemical Engineering  
**TU Dortmund**



# Digitale Lehre mit Videos

# Digitale Lehre mit Videos

Aufzeichnung der Vorlesung



Vorbereitete Aufnahme



Lehrvideos bieten vielfältige Vorteile

- Asynchrones (on demand) Lernen
- Lernen in eigener Geschwindigkeit
- Wiederholungen
- Nachholen von verpassten Vorlesungen

Lehrvideos können auch schaden

- Keine Interaktion (aktives Lernen)
- Reiner Frontalunterricht
- Qualität (Bild, Ton, Konzept) animieren nicht zum Zuhören
- Videos animieren zum „Schwänzen“ der Vorlesung

# Thesen zur gewinnbringenden Nutzung von Lehrvideos

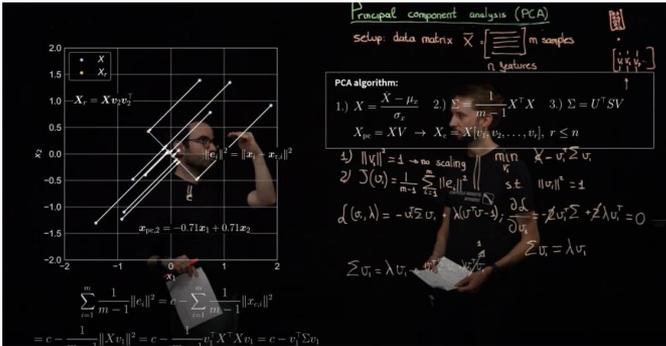
- Lehrvideos können Vorlesungen nicht ersetzen
- Ausgezeichnete Vorlesungen sind ein “Service” und kein didaktischer Mehrwert
- Lehrvideos können unterstützen genutzt werden um komplexe Themen zu vertiefen
- Durch mangelnde Interaktion sollten Lehrvideos kurzweilig sein
- Videos müssen ausreichend hochwertig produziert sein

Wie können wir das in der Praxis umsetzen?

# LightPod

## Konzept

# Was ist ein LightPod?



## LightPod:

- Lightboard
- Podcast (ExpertInnen Interview)

## Lighboard

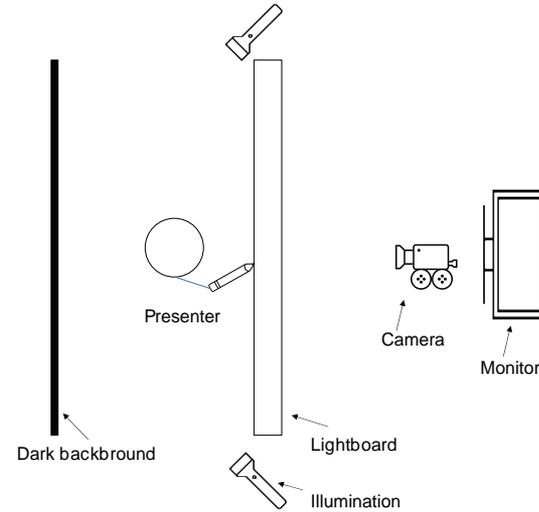
- Lehrvideo
- Einbindung von visuellem Material
- Klassisches Lehren an der Tafel
- zugewandte Körpersprache und Augenkontakt

## Podcast

- ExpertIn und InterviewpartnerIn im Dialog
- Monolog wird vermieden
- Interview hebt relevante Aspekte hervor

# Lightboard: Grundsätzlicher Aufbau

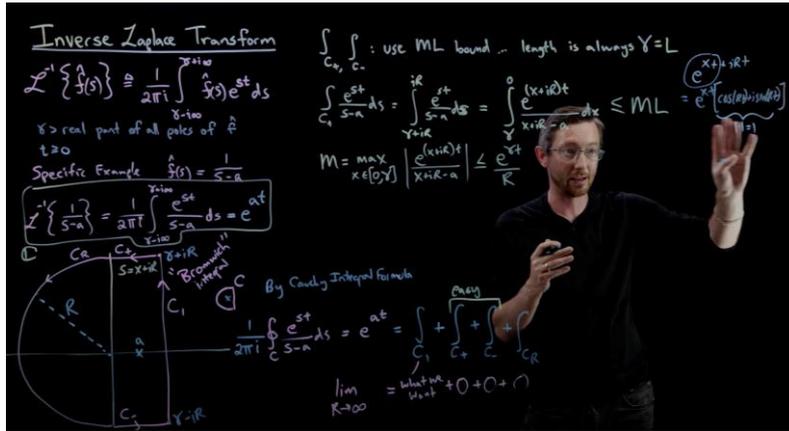
- Glasscheibe als Tafel
- Beleuchtung im Glas macht Neonfarben sichtbar
- Kamera filmt Vortragende durch Scheibe
- Bild wird gespiegelt
- Vortragende sehen durch die Scheibe im Monitor das zusammengesetzte Bild mit zusätzlichen Inhalten



Interviewformat wird durch das Lightboard begünstigt durch Interaktion miteinander und Zuwendung zum Publikum

# Inspiration für LightPod

Lightboard: Steve Brunton (Youtube)



Podcast “The Daily” im Interviewformat



LightPod: Kombination von audiovisuellem Lightboard mit ExpertInnen Interview

# Wie entsteht ein LightPod?

## Konzept

- Auswahl von Themen die nicht ausreichend behandelt werden können oder mit hoher Relevanz

## Vorbereitung

- Stichpunkte für 15-30min Dialog
- Visuelles Material zum Einblenden
- Skizze der finalen Tafel

## Umsetzung

- Probe und finale Änderungen
- Aufnahme (i.d.R. ein Take)
- Schnitt

# Vorbereitung: Visuelles Material zur Unterstützung

Intro KF distributions **CSTR example**

System dynamics:

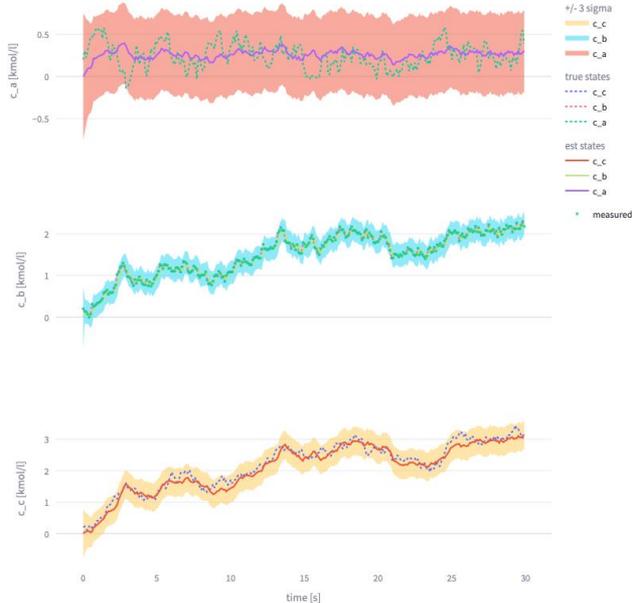
$$\begin{aligned}\frac{dc_A}{dt} &= \frac{\dot{V}}{V_R}(c_{A0} - c_A) - k_{AB}c_A \\ \frac{dc_B}{dt} &= -\frac{\dot{V}}{V_R}c_B + k_{AB}c_A + k_{CB}c_C - k_{BC}c_B \\ \frac{dc_C}{dt} &= -\frac{\dot{V}}{V_R}c_C + k_{BC}c_B - k_{CB}c_C\end{aligned}$$

Reformulated to:

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= Ax_k + Bu_k + w_k \\ y_k &= Cx_k + v_k\end{aligned}$$

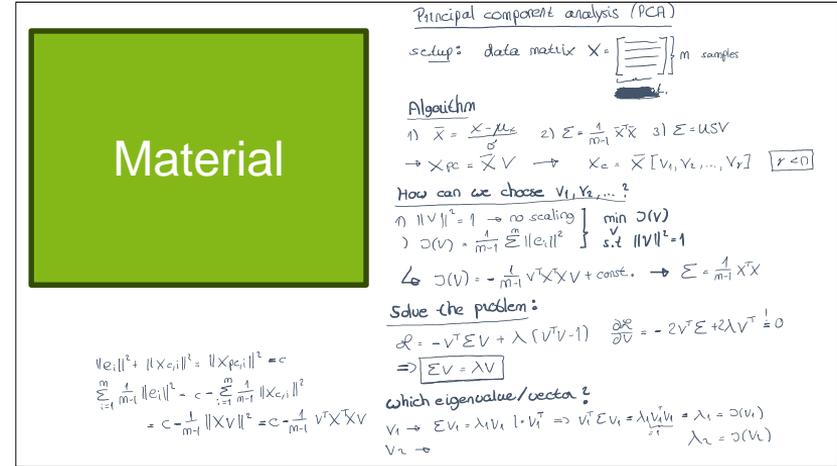
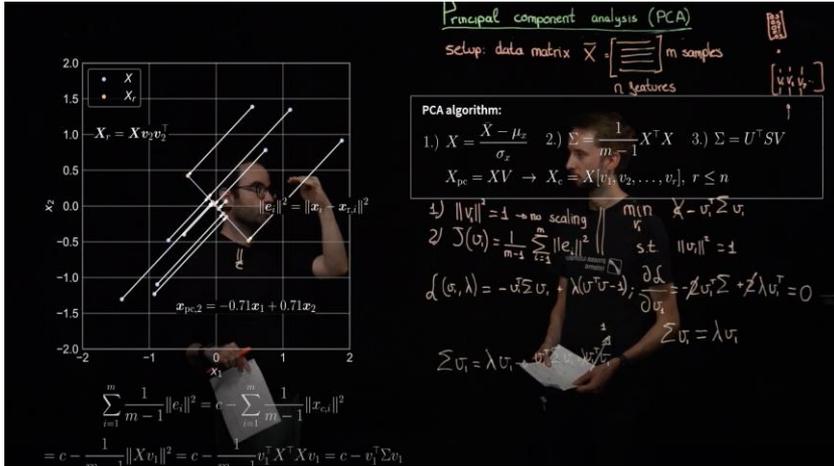
With random variables:

$$\begin{aligned}x_0 &\sim \mathcal{N}(x_0; \hat{x}_0, P) \\ w_k &\sim \mathcal{N}(w_k; 0, Q) \\ v_k &\sim \mathcal{N}(v_k; 0, R)\end{aligned}$$



- Visuelle Inhalte (Animationen, Grafiken und Handgeschriebenes) als Grundlage der Diskussion
- Streamlit + Python + Plotly für Interaktive Apps
- [Link zur App](#)

# Vorbereitung: Skizze der finalen Tafel



Das Tafelbild wird vor der Vorlesung konzipiert: Verfügbaren Platz berücksichtigen

# Einbindung vom LightPod in die Lehre

Vorlesung

- Reguläre Präsenzvorlesung
- Animation zur Teilnahme durch Interaktion (Kahoot, Diskussion ...)

Aufzeichnung

- Angebot für Studierende zur Wiederholung & zum Nachholen
- Individuelle Lerngeschwindigkeit

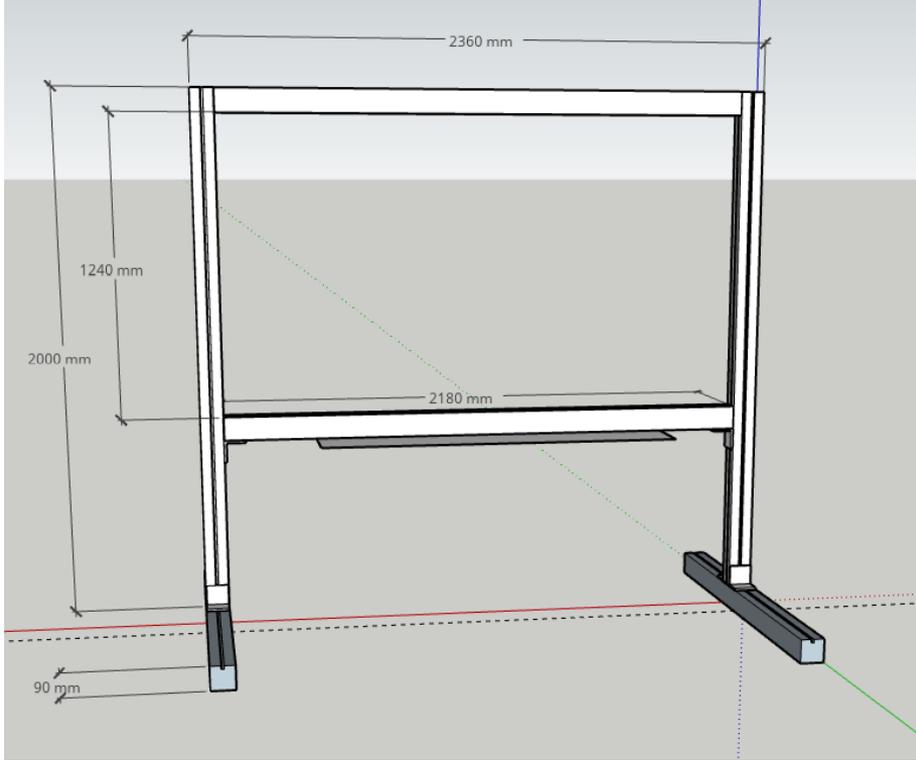
LightPod

- Reflektion und Vertiefung der Perspektivwechsel
- Gezielte Vertiefung von komplexen Konzepten

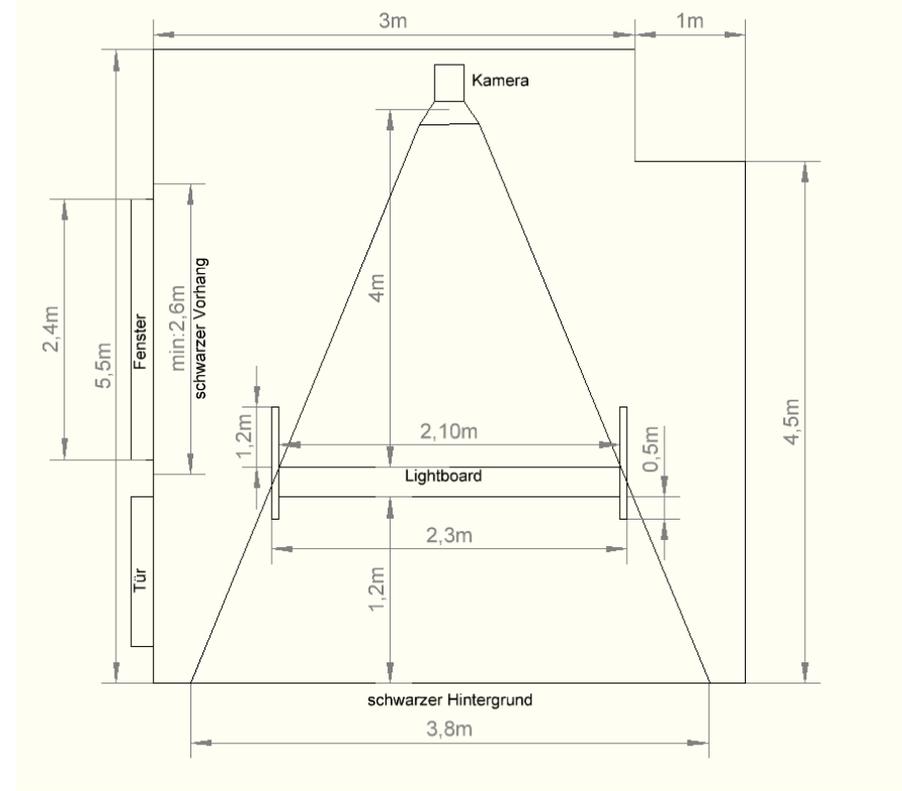
Verbesserter Lerneffekt durch komplementäre Methoden: Lehrvideos nur als Unterstützung!

# LightPod

## Konkrete Umsetzung



- Skizze vom Lightboard



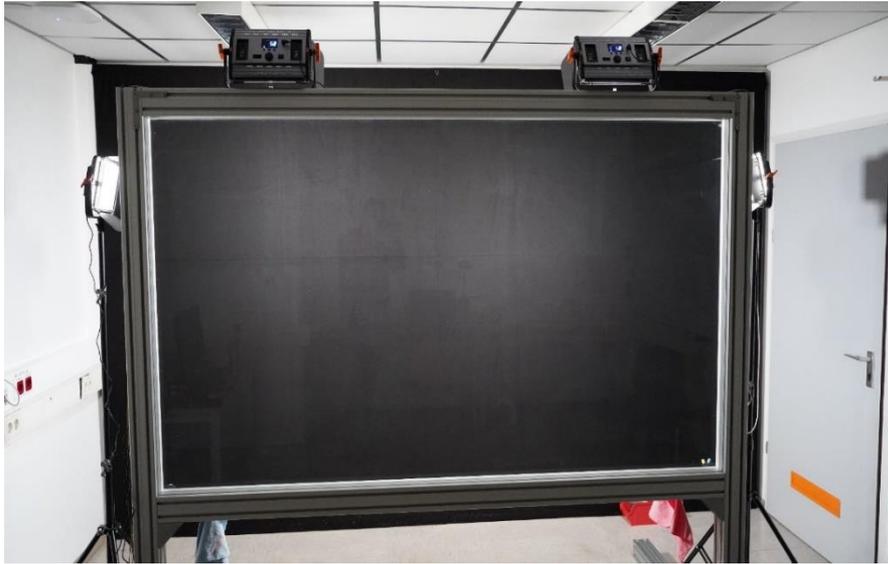
- Aufbau Raum mit Lightboard



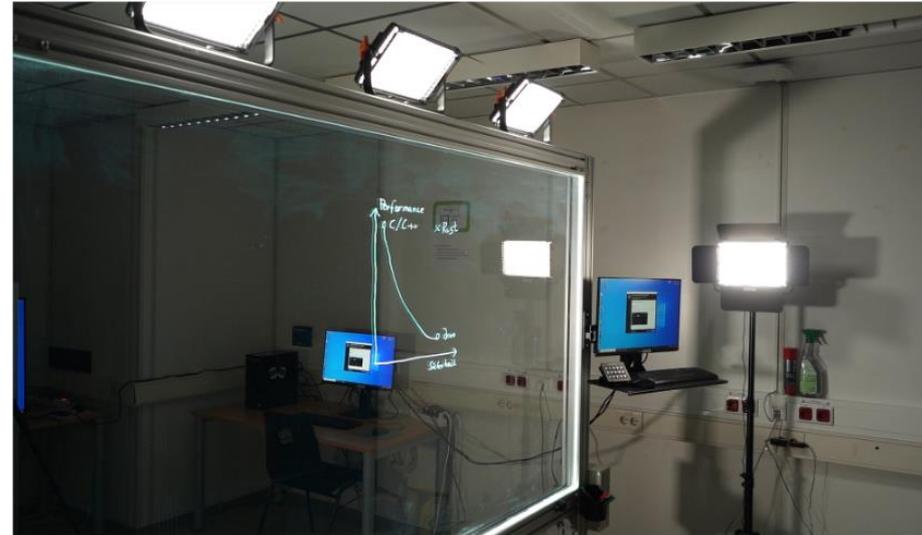
- LED lampen in Rahmen erleuchten die Scheibe



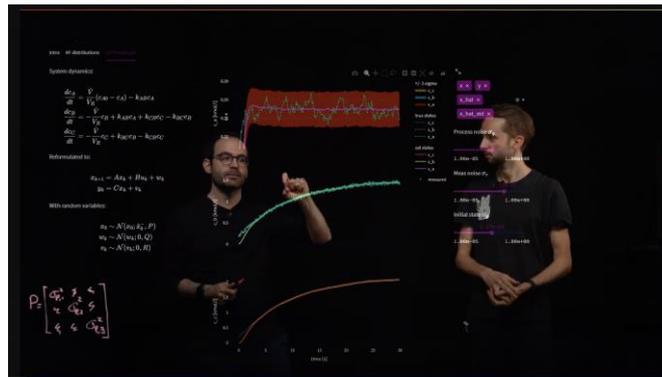
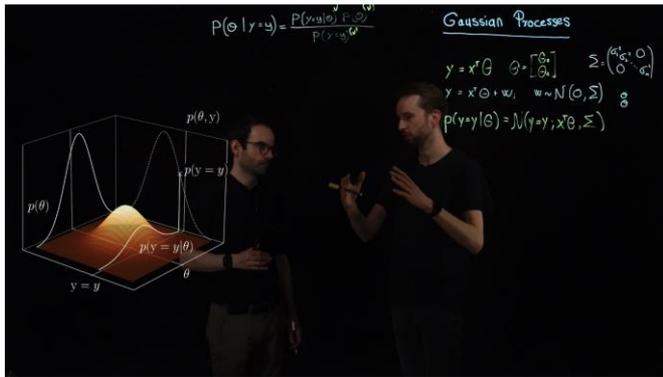
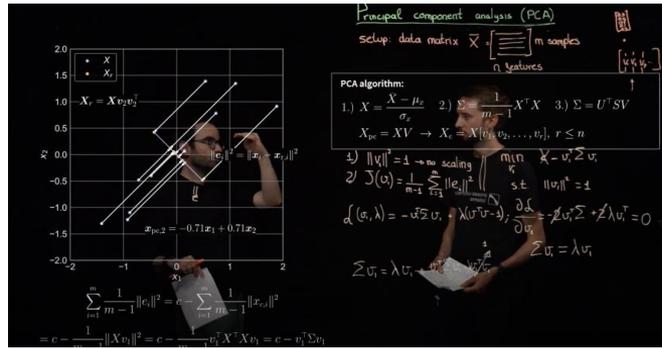
- Aufbau vom Lightboard



- Fertiges Lightboard aus Perspektive der Kamera



- Fertiges Lightboard aus Perspektive der Vortragenden



- Eindrücke von verschiedenen LightPods



- Eindruck: LightPod zum Thema Kalman Filter für Zustandsschätzung

# Evaluation des Projektes

# LightPods wurden in drei Kursen umgesetzt

## Machine Learning

- Principal component analysis für Datakompression
- Gaussian processes für nichtlineare Regression

## Advanced Process Control

- Kalman Filter zur Zustandsschätzung

## Einführung Programmierung

- Runge Kutta zur numerischen Integration

# Rückmeldung der Studierenden (1/2)

- Umfrage in Moodle in allen drei Kursen mit 25 Antworten
- “Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?”
- 1 = einverstanden bis 5 = nicht einverstanden

The topic(s) covered in the LightPod(s) are relevant for me.	1,6
The LightPod(s) have improved my understanding of the covered topic(s).	2,0
The LightPod(s) gave me a new perspective on the covered topic(s).	2,0
The interview format is an important element of the LightPod.	2,2
The visualization is an important element of the LightPod.	1,3
I would like to have additional LightPods for the course.	1,2

# Rückmeldung der Studierenden (2/2)

- Umfrage in Moodle in allen drei Kursen mit 25 Antworten
- “Haben Sie weiteres Feedback?”
  
- For me topics that are not normally covered in the normal bachelor courses but give more background and go more in to depth lend them selves to the LightPod.
- I like that the LightPod does not feel as stiff and rigid like other online teaching formats like normal lecture videos.
- I like the interview format and the visualizations
- Not enough Lightpods were made.

Insgesamt positives Feedback und viele Vorschläge für weitere Themen

# Erfahrungen der Lehrenden

- Große Erfolgserlebnisse bei der Produktion von LightPods und in der Rückmeldung
- Aber: 15-30min Video benötigen 10-20h Arbeit für Konzept, Material, Skript, Proben, Schnitt, etc ...
- Videos werden Wiederverwendet (Aufwand kann auf mehrere Semester verteilt werden)

Das Lightboard Studio ist vielfältig einsetzbar für weitere Konzepte

- Interviews mit Industrieexperten
- Vorträge für Onlinekonferenzen

Ein Konzept mit Zukunft das nach anfänglichen Hürden einen deutlichen Mehrwert für die Lehre bietet!

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

Felix Fiedler<sup>1</sup> und Sergio Lucia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory for Process Automation Systems (PAS)  
Department of Biochemical and Chemical Engineering  
**TU Dortmund**

