

# Aktuelle Entwicklungen der Community-Working-Group Digitale Labore

Tobias R. Ortelt



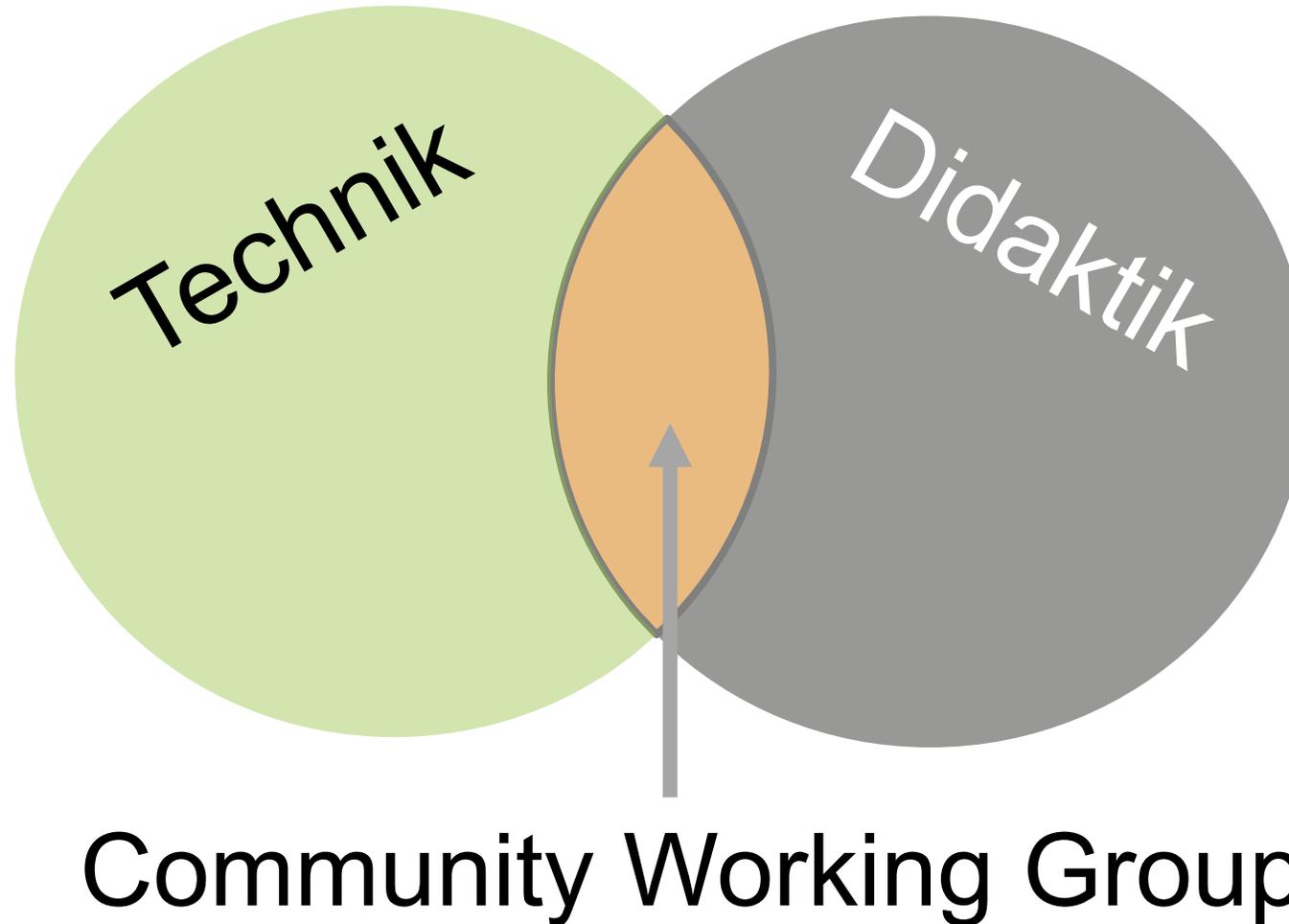
HFD Community Working Group

16. Juni 2023

- Begrüßung
- Die CWG Digitale Labore
- Kurzvorstellung von Beteiligten der CWG Digitale Labore:
  - Projekt CrossLab
  - Projekt DistLab
  - FPGA Vision Remote Lab
  - Projekt SHELLS Shared Excellence - Laboratory Learning Spaces 4.0
  - Projekt MINT-VR-Labs
- Hinweise



# Die CWG Digitale Labore



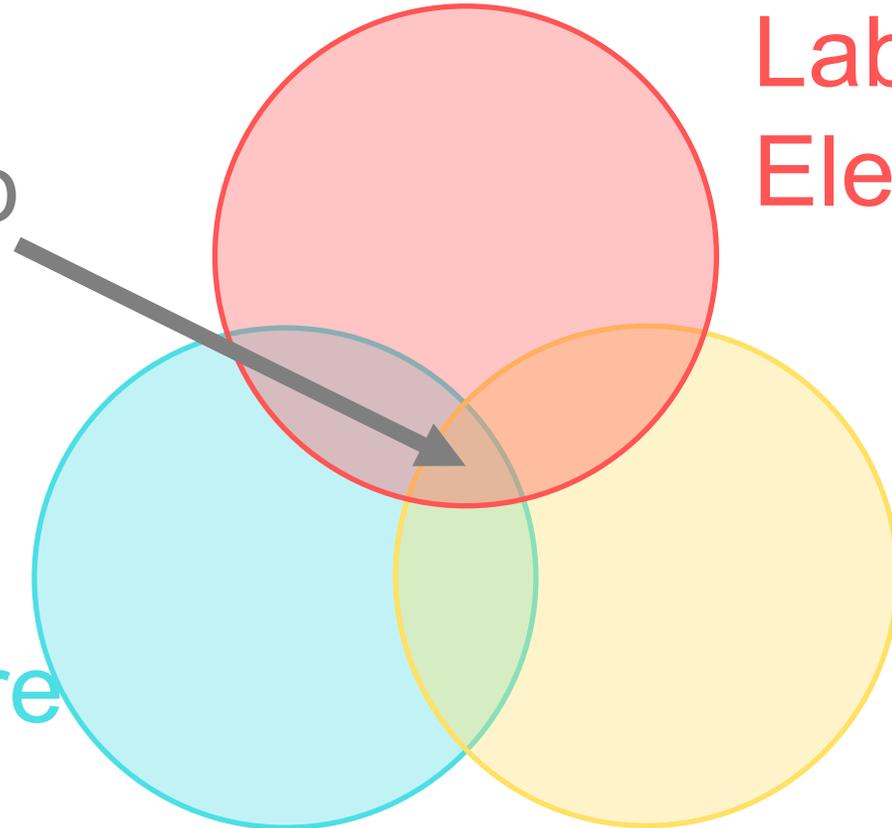
Community Working Group

Community Working Group

Labore mit digitalen Elementen

Remote-Labore

Simulationen



# Beteiligte der CWG – Stand Juni 2023



FH AACHEN  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Technology  
Arts Sciences  
TH Köln



V. Varney



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG  
GEORG SIMON OHM



Universität Stuttgart

Hochschule  
für Technik  
Stuttgart



D. Uckelmann



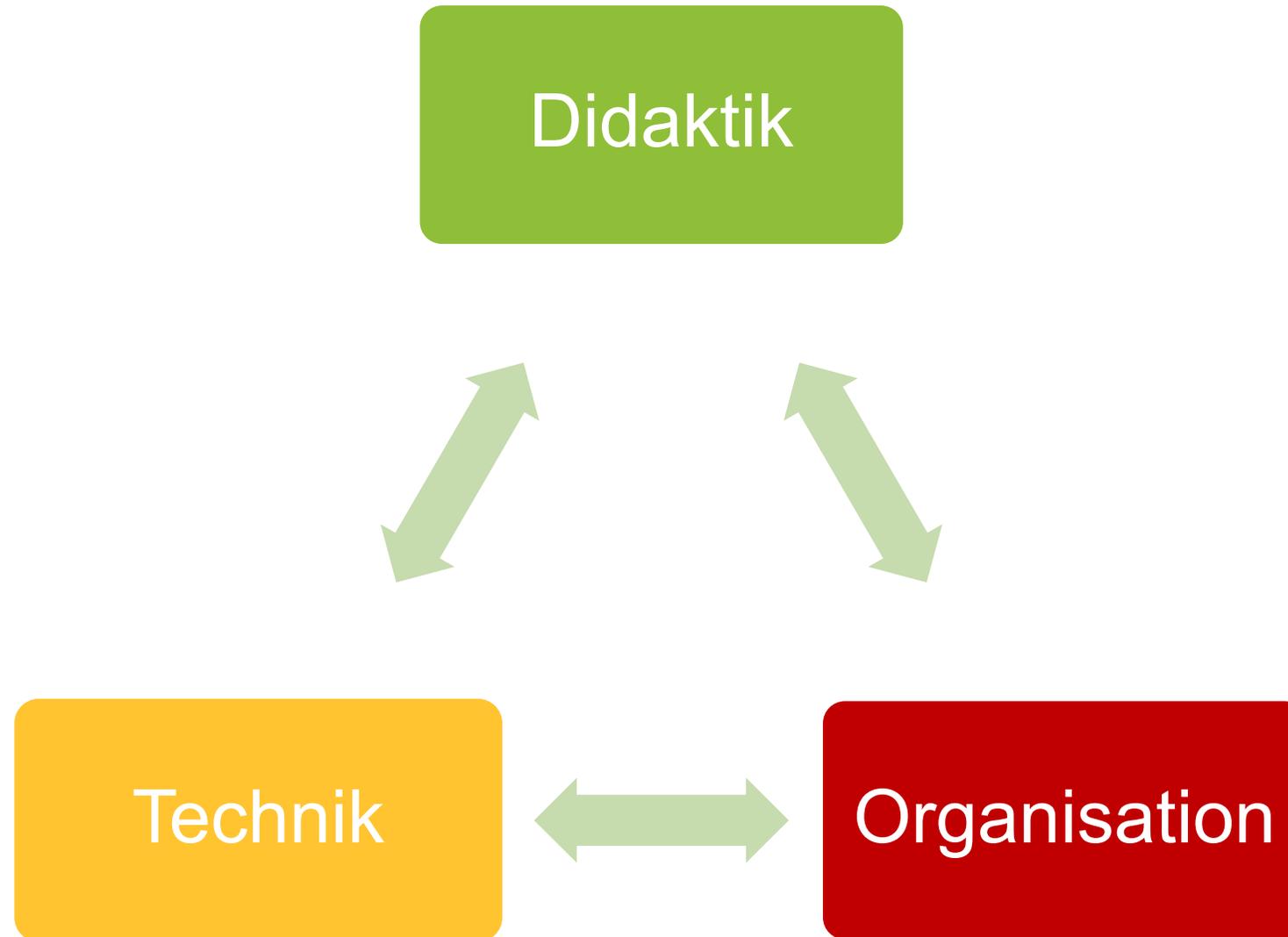
D. May

## Die digitale Zukunft des Lernens und Lehrens mit Remote-Laboren

*Tobias R. Ortelt, Claudius Terkowsky,  
Andrea Schwandt, Marco Winzker, Anke  
Pfeiffer, Dieter Uckelmann, Anja  
Hawlitschek, Sebastian Zug, Karsten  
Henke, Johannes Nau, Dominik May*

[Download](#)





## Didaktik

- Digitale Labore<sup>1</sup> zum forschenden Lernen nutzen
- Digitale Labore<sup>1</sup> als Ergänzung verstehen
- Beratung und Weiterbildung etablieren

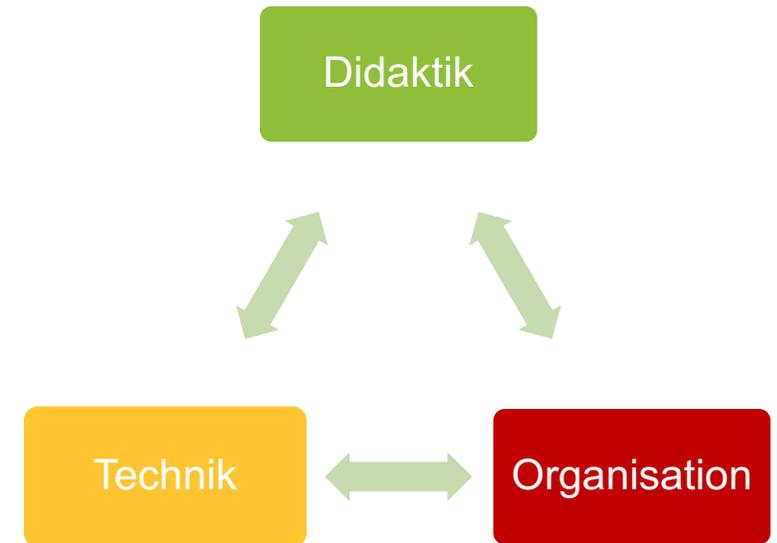
## Technik

- Etablierte Software-Lösungen nutzen
- LMS-Einbindung ermöglichen
- Zuverlässigkeit erhöhen

## Organisation

- Verstetigung von Digitalen Laboren<sup>1</sup>
- Plattform für Digitale Labore<sup>1</sup> schaffen
- Angebot vergrößern
- Internationale Vernetzung

<sup>1</sup>: Im Original wird von „Remote-Laboren“ gesprochen





@DigitaleLabore

[www.digitale-labore.de](http://www.digitale-labore.de)

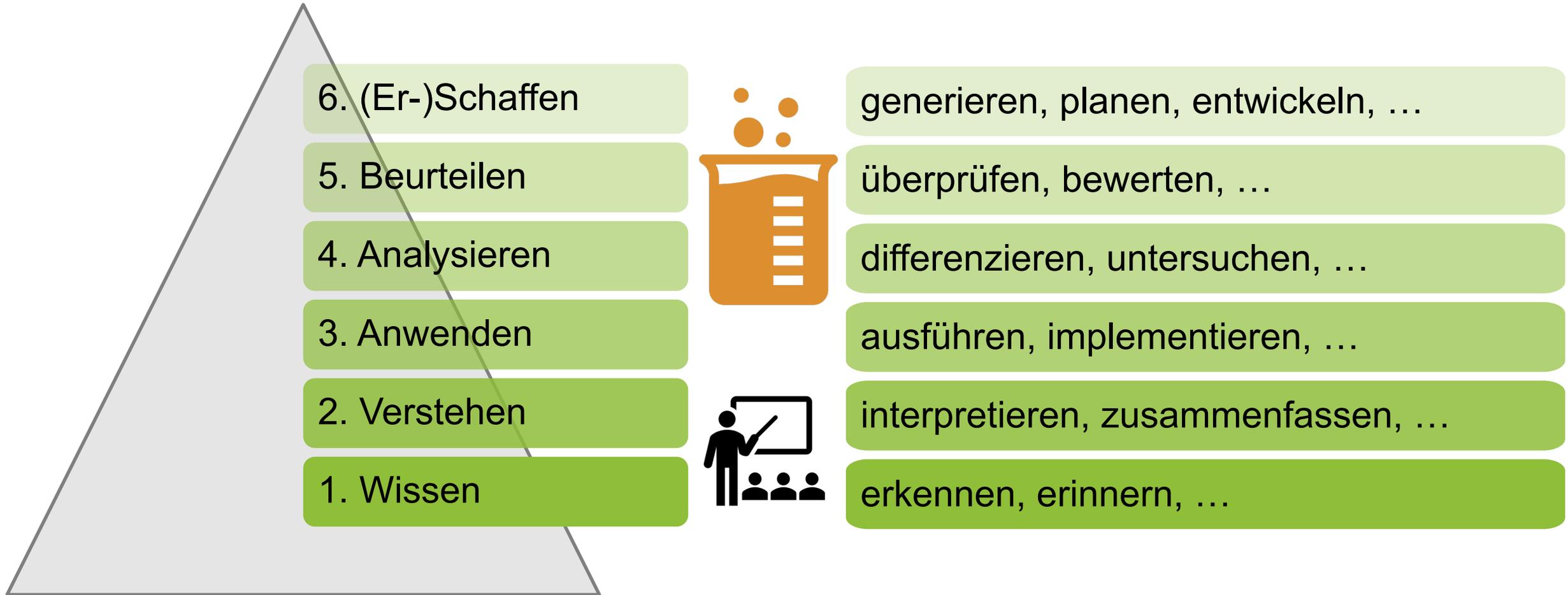
(im Aufbau)



**CWG Digitale  
Labore**

HFD Community Working Group

# Didaktische Aspekte von (digitalen) Laboren



## Kognitive Taxonomie

## Kognitiver Prozess

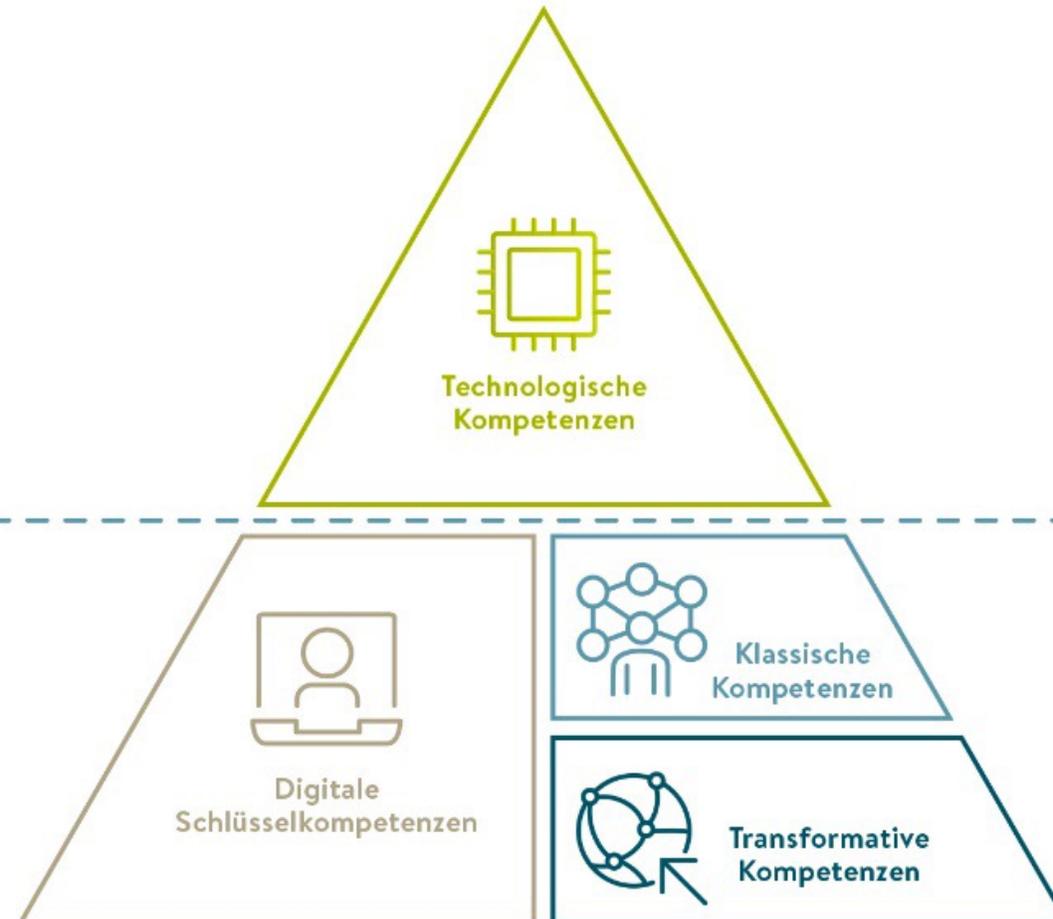
Quelle: Anderson et al. (2001); revidierte Taxonomie von Bloom

1. Experimentieren
2. Geräte und Instrumente auswählen
3. Daten auswerten
4. Theoretisches Modellieren
5. Fehler suchen und beheben
6. Ingenieurgemäß konstruieren
7. Frei und kreativ denken
8. Sicher und verantwortungsvoll handeln
9. Ergebnisse präsentieren und diskutieren
10. In Teams arbeiten
11. Quellen und Methoden transparent nachvollziehbar angeben
12. Material- und Geräteverhalten wahrnehmen (Perzeption/Sensorik)
13. Laborequipment manipulieren (Psychomotorik)

Quelle: Terkowsky, Claudius; May, Dominik; Frye, Silke: „Forschendes Lernen im Labor: Labordidaktische Ansätze zwischen Hands-on und Cross-Reality“ (2020)

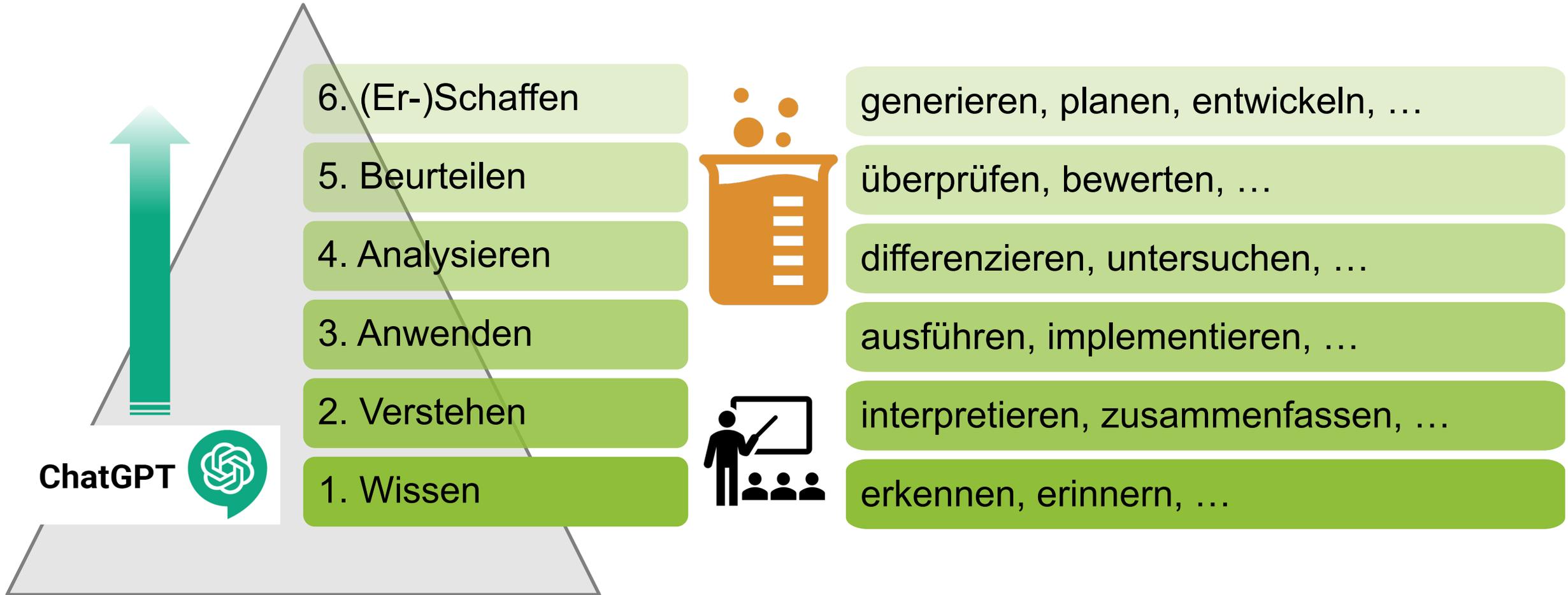
**Spezialisten für den Umgang mit transformativen Technologien** werden in allen Branchen benötigt und sind eine knappe Ressource am Arbeitsmarkt

Neue Arbeitsformen erfordern ein **verändertes Set an digitalen und nicht-digitalen Schlüsselkompetenzen** bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern



Quelle: Future Skills 2021 (Stifterverband)





## Kognitive Taxonomie

## Kognitiver Prozess

Quelle: Anderson et al. (2001); revidierte Taxonomie von Bloom

# Digitale Labore



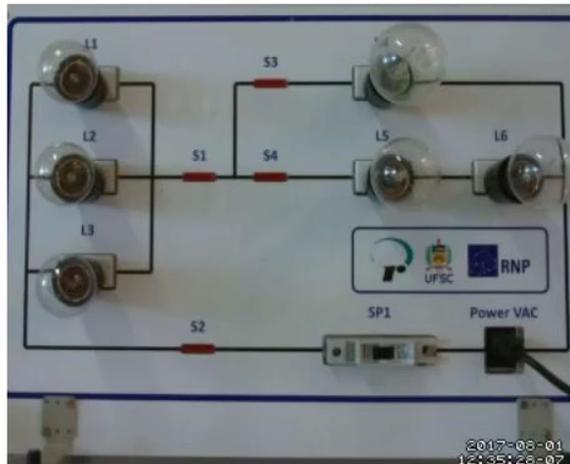
Digitale Labore sollen „echte“ Labore ergänzen und nicht vollständig ersetzen!





- Digitale Labore ermöglichen:
  - Orts- und zeitunabhängiges Experimentieren
  - Sicherer Umgang mit Labor-Hardware
  - Höhere Wiederholbarkeit
  - Wirtschaftlichkeit

AC Electric Panel



Quelle: RELLE (Remote Labs Learning Environment) – <http://relle.ufsc.br>

T. R. Ortelt: Aktuelle Entwicklungen der Community-Working-Group Digitale Labore

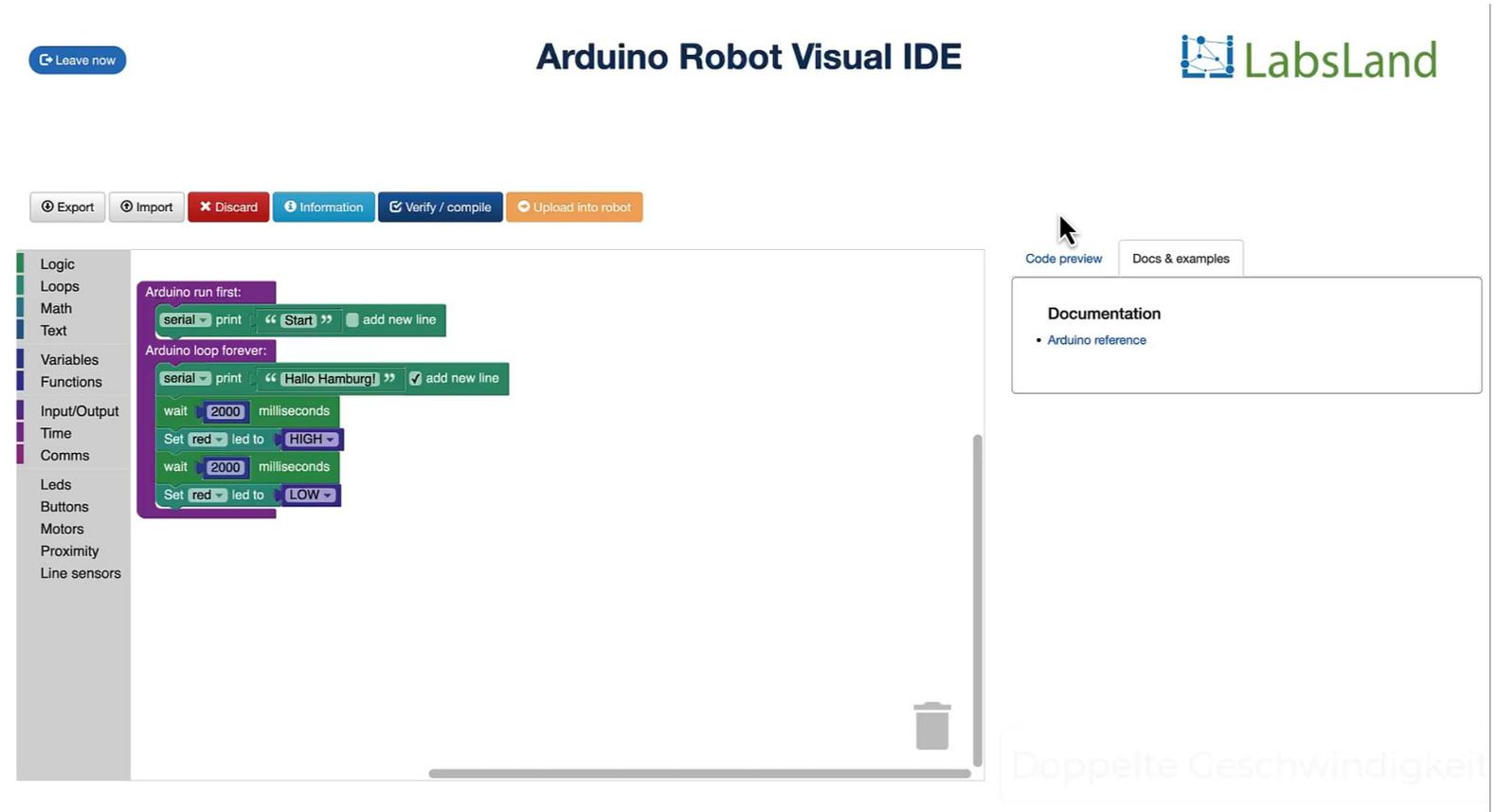
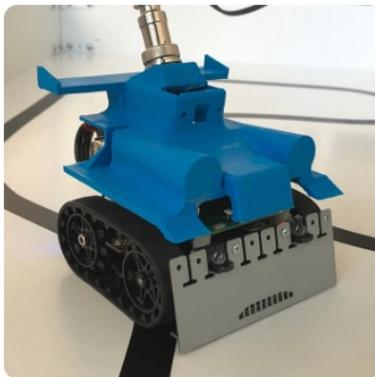
- Remote Labore:
  - Echte Hardware mit Automatisierung
  - zeitsynchron (live)
- Ultra Concurrent Remote Labore:
  - Echte Hardware ohne Automatisierung
  - asynchron (Aufzeichnung)
- Simulationen
  - Virtuelle Hardware im Labor
  - Simulierte Ergebnisse oder aufgezeichnete Messwerte etc.
  - asynchron



## Aufgabe:

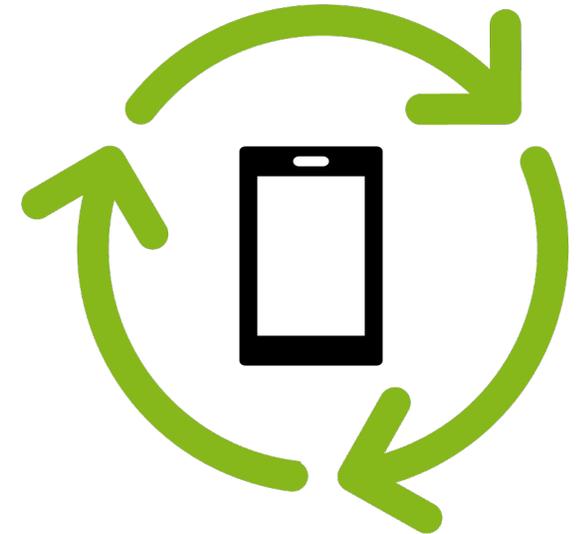
Programmieren Sie folgende Aspekte:

- Ändern Sie den Text zu „Hallo EPS2022“!
- Die blaue und rote LED sollen abwechselnd blinken – Jeweils für 2 Sekunden!

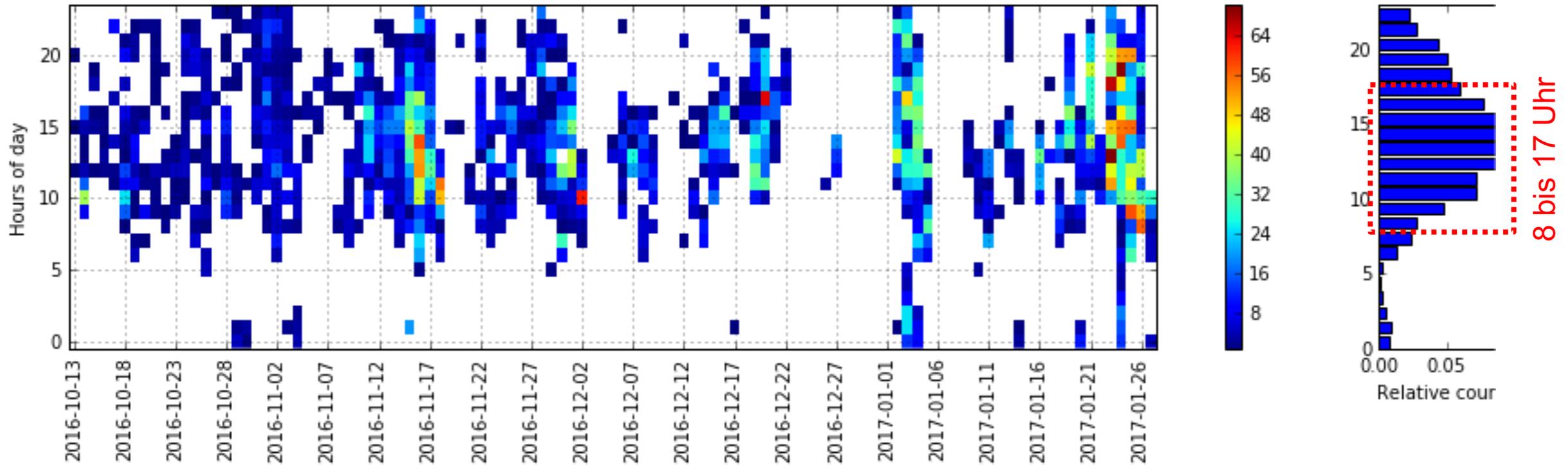




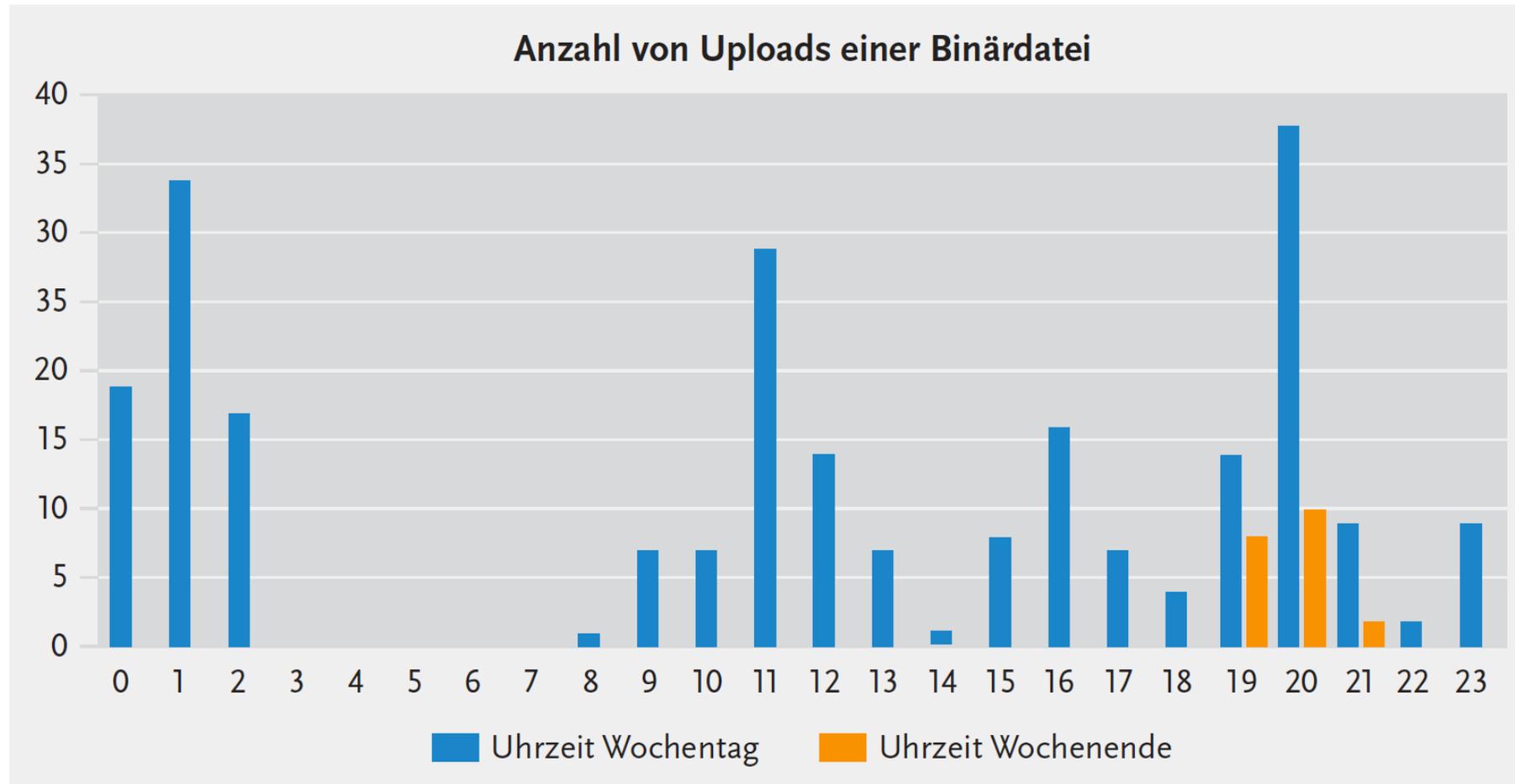
Testen Sie  
LabsLand!



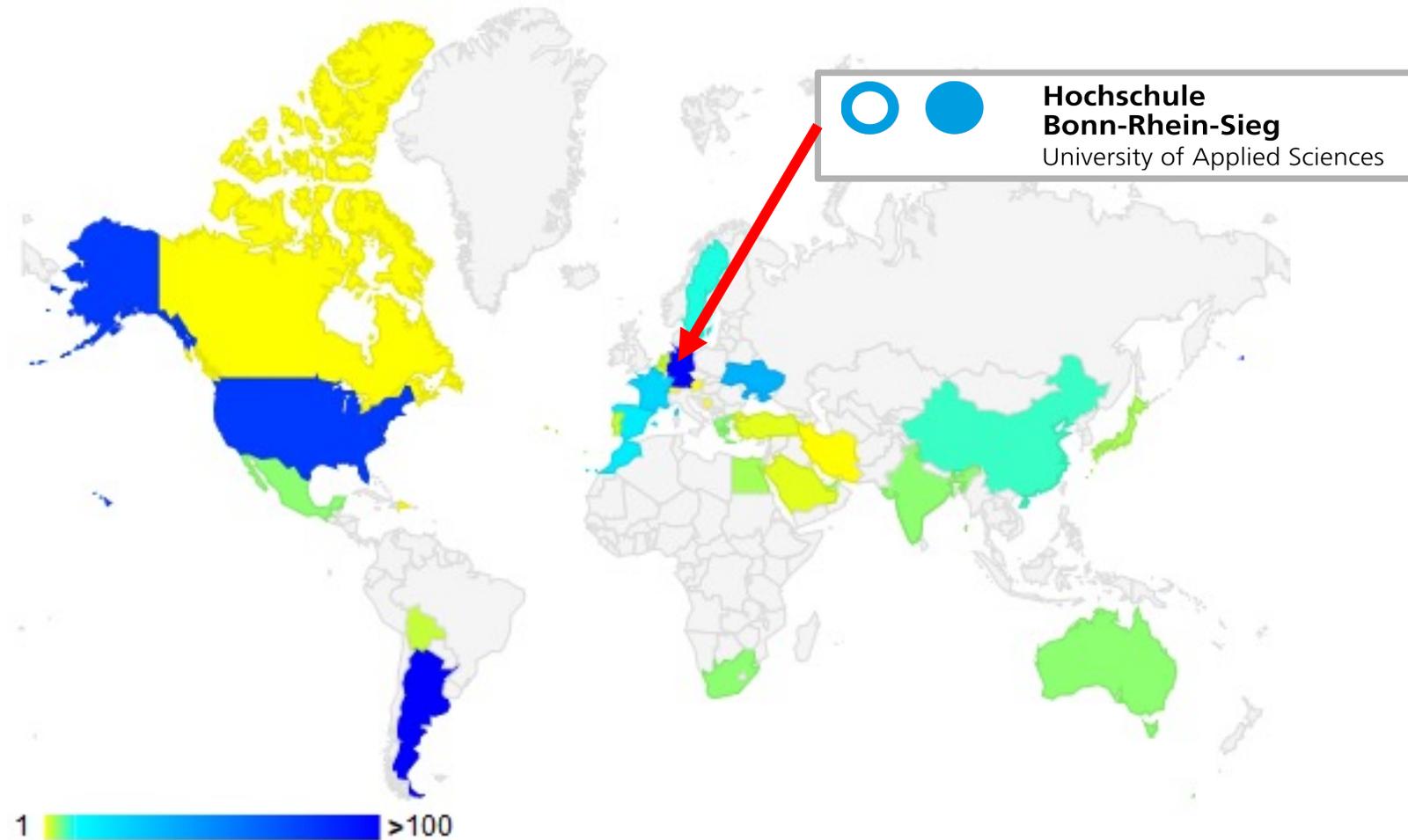




Quelle: Zug, Hawlitschek, Krenz: What are the key features of future Remote Labs? (2017)



Quelle: Winzker, Schwandt: FPGA Remote-Labor als Ergänzung und Alternative zum Präsenzlabor (2020)



Quelle: Schwandt; Winzker: Make it Open – Improving Usability and Availability of an FPGA Remote Lab (2019)

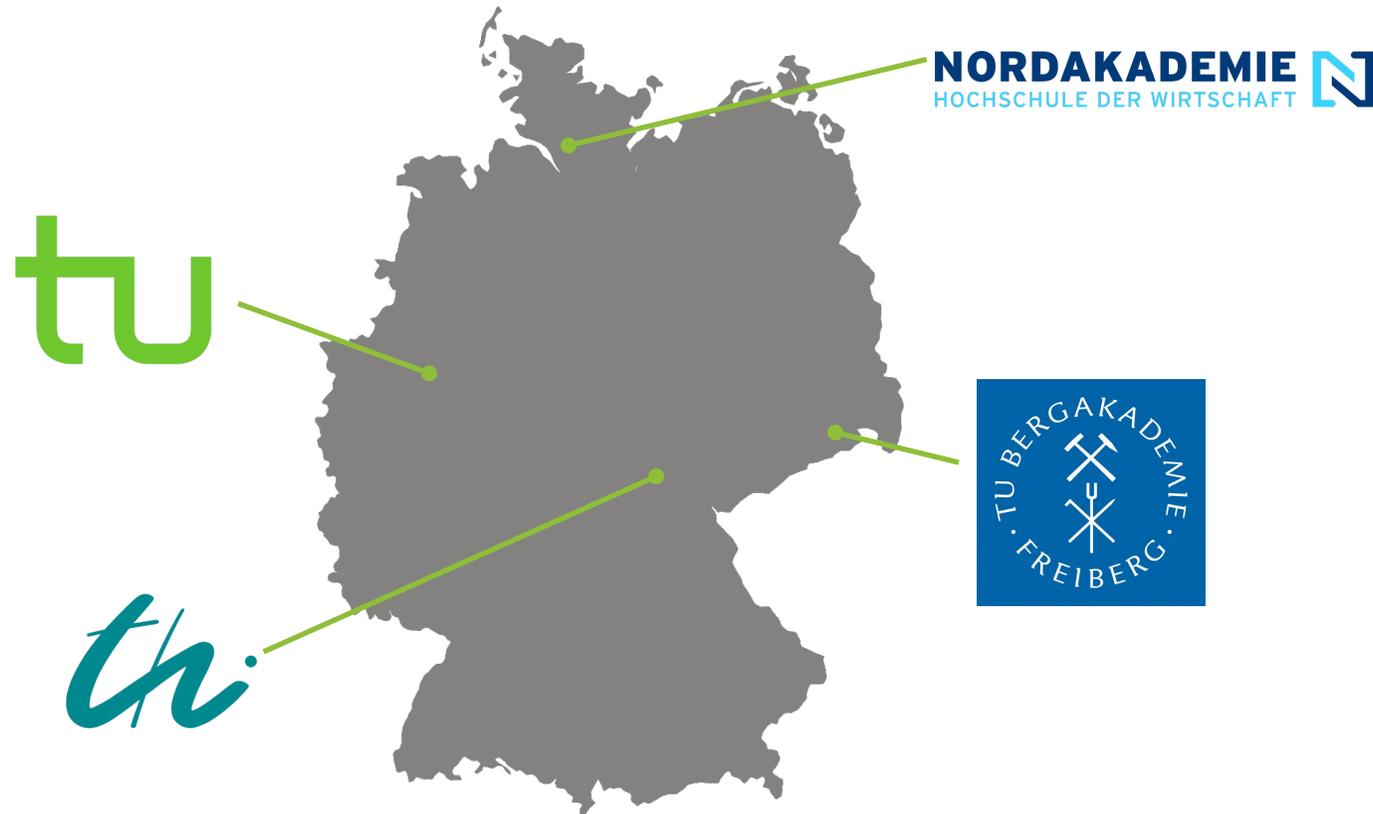
# Zeitliche und räumliche Flexibilität wird wichtig bleiben



1. Experimentieren ✓
2. Geräte und Instrumente auswählen ?
3. Daten auswerten ✓
4. Theoretisches Modellieren ✓
5. Fehler suchen und beheben
6. Ingenieurgemäß konstruieren ✓
7. Frei und kreativ denken ?
8. Sicher und verantwortungsvoll handeln ?
9. Ergebnisse präsentieren und diskutieren ?
10. In Teams arbeiten ?
11. Quellen und Methoden transparent nachvollziehbar angeben ✓
12. Material- und Geräteverhalten wahrnehmen (Perzeption/Sensorik) ✗
13. Laborequipment manipulieren (Psychomotorik) ✗

# CrossLab

Verbundprojekt (Freiberg, Dortmund, Elmshorn, Ilmenau)

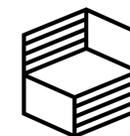


## CROSS Lab

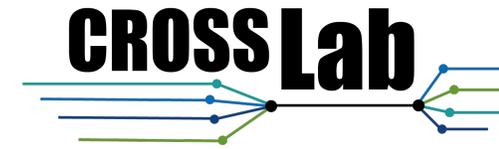
*Flexibel kombinierbare Cross-Reality Labore in der Hochschullehre: zukunftsfähige Kompetenzentwicklung für ein Lernen und Arbeiten 4.0*

**Laufzeit:**

August 2021 – Juli 2024

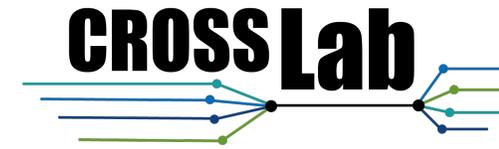
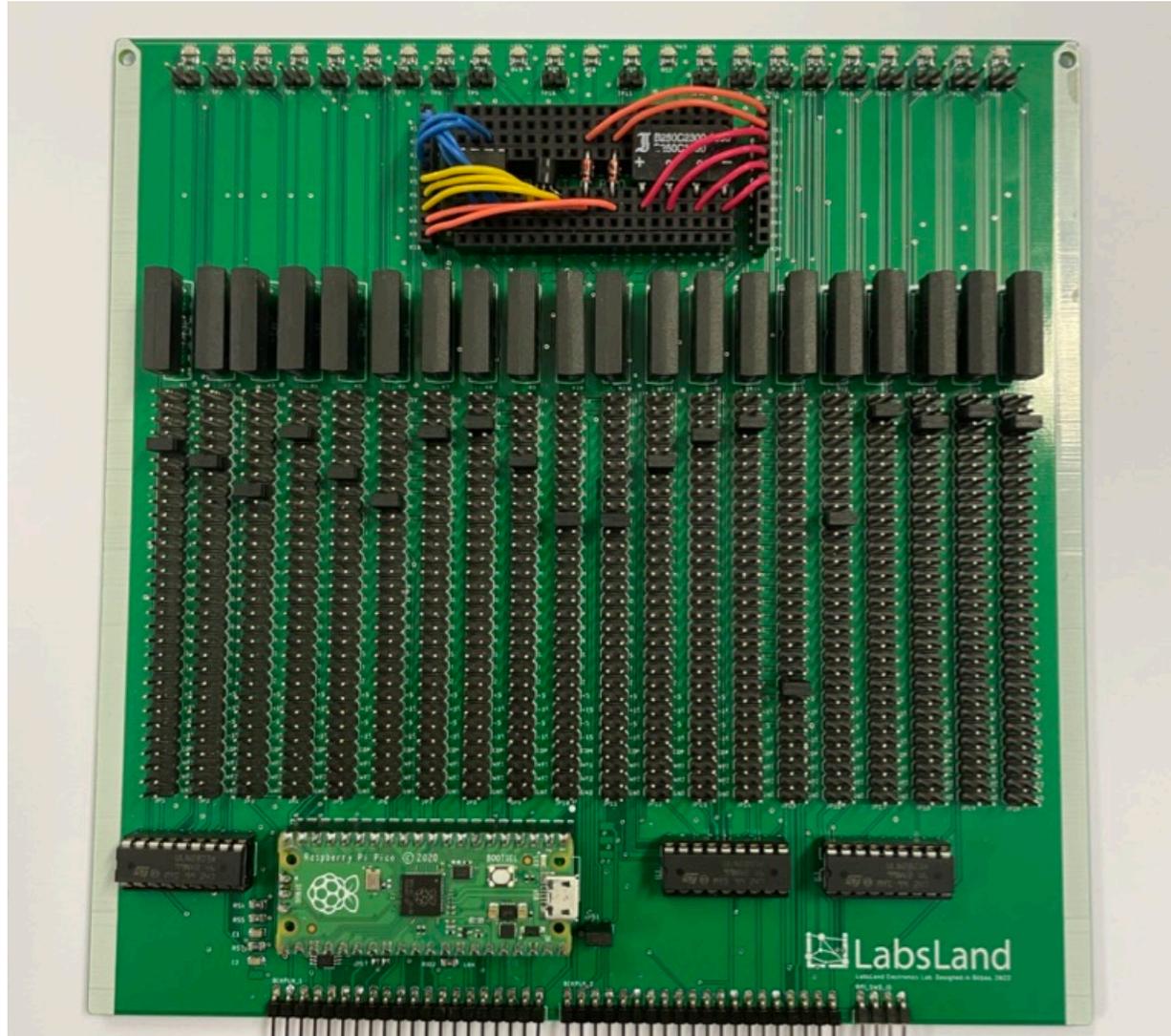


Stiftung  
Innovation in der  
Hochschullehre

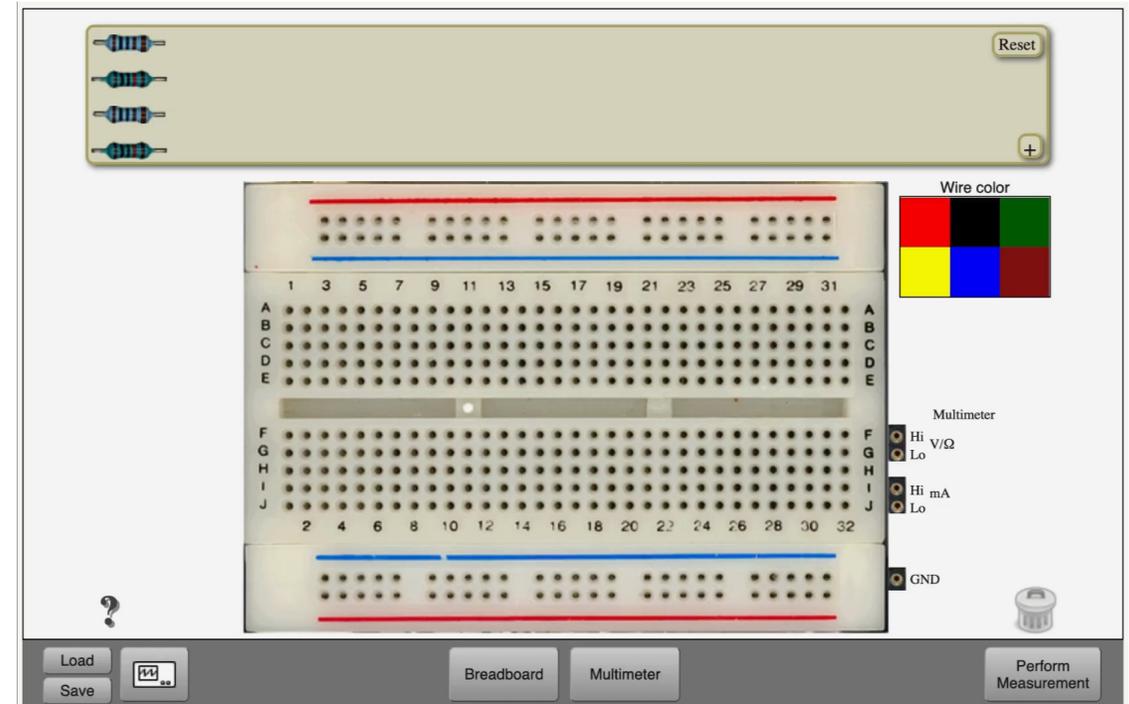


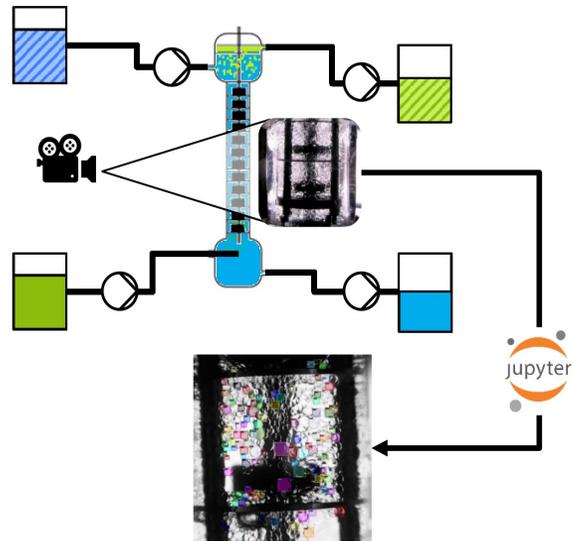
*Real laboratories, on the Internet*





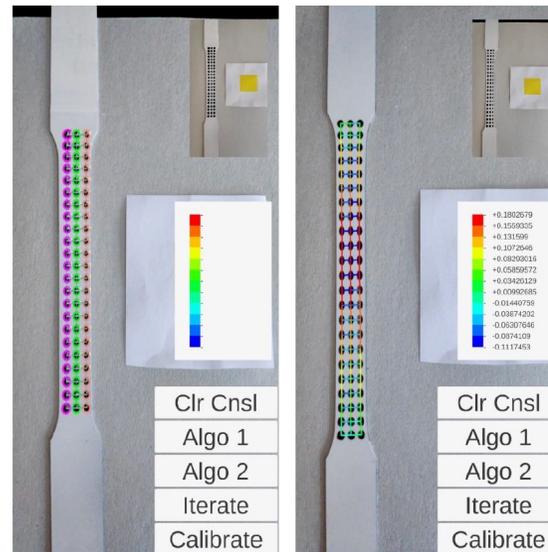
*Real laboratories, on the Internet*





Digital Twin

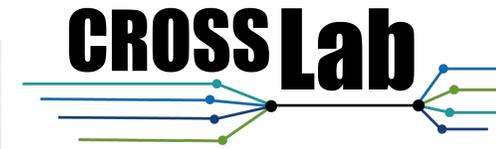
## AR – Strain Measurement



(Marker tracking) (Strain distribution)



VR – Gear Box



## Miniature Factory



# DistLAB

## Hochschule Stralsund

## Digitaler Zwilling

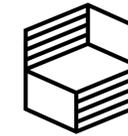
- Abbilder von Maschinen oder Laborgeräten
  - Keine Datensynchronisation zwischen realem und virtuellem Objekt
  - Interoperabler Einsatz - Übertragung von „Lösungen“
  - Vertiefung von Vorlesungsinhalten am virtuellen Zwilling
  - Nutzen des realen Geräts für praktische Versuche
  - Abnahmen von Abschlussarbeiten (EA) am realen Gerät

## Hybrid-Labore

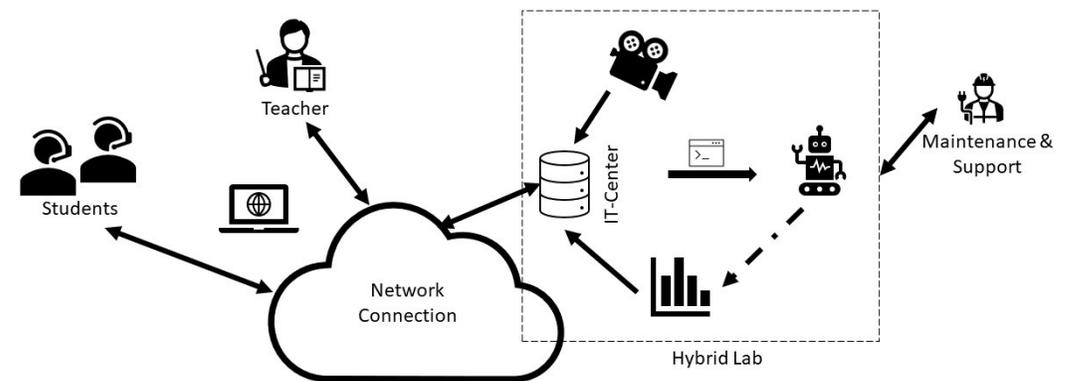
- Programmierung und Nutzung realer Geräte über das Netz



Quelle: Quanser Inc.



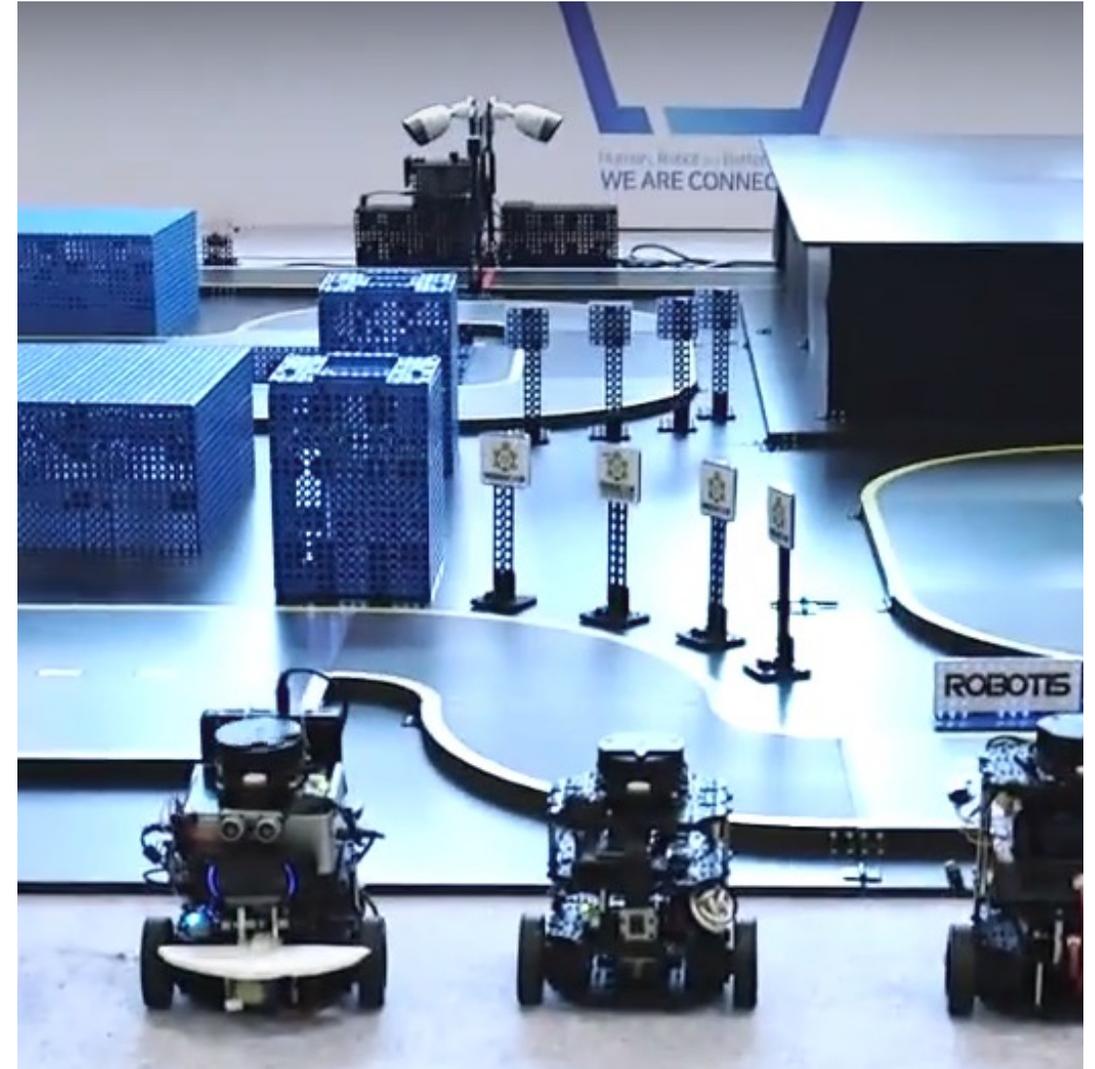
Stiftung  
Innovation in der  
Hochschullehre



## CrossLab meets DistLab

## Technisches Realisierung eines Robotik-Praktikums

- Zielstellung: Vertiefung der praktischen Fähigkeiten beim Entwurf und der Umsetzung autonomer Systeme
- Plattform: AutoRace Wettbewerb
- Herausforderung für den Lehrenden: Bereitstellung der aufwändigen Infrastruktur



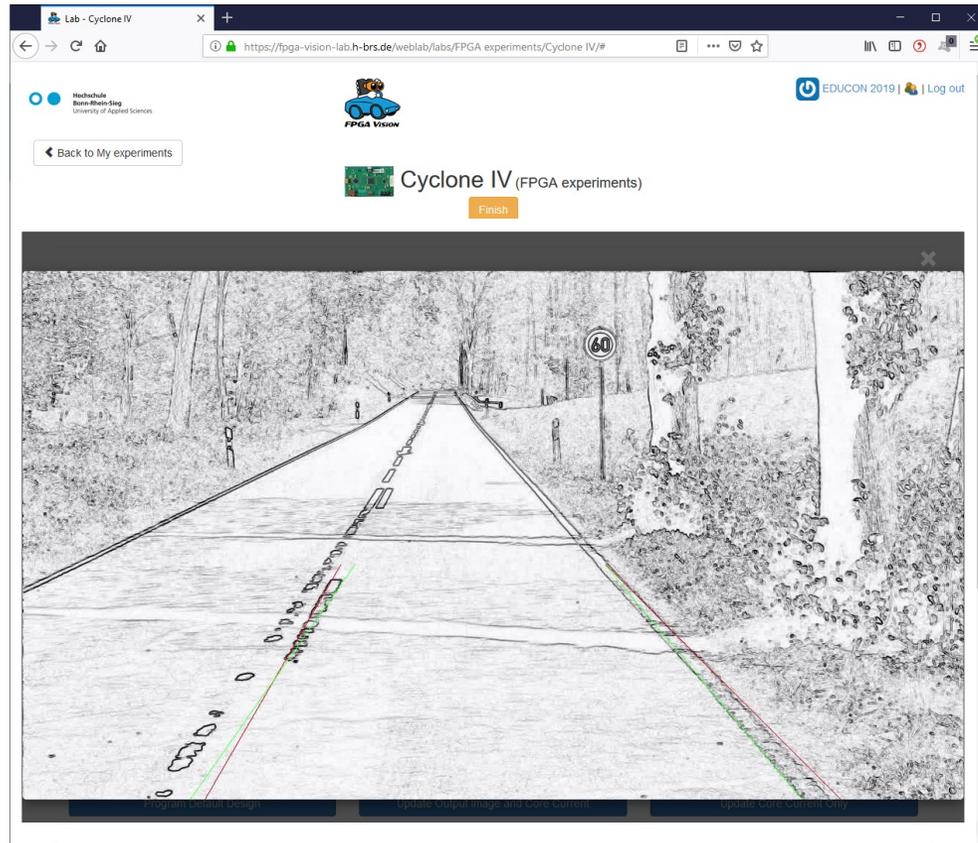
## Lösungsansatz

- Einführungsphase:  
Lokale Robotersystemen /  
Szenarienausschnitte (April – Mai 2023)
- Szenarienphase :  
Arbeit mit einer Simulation und dem Remote-  
Labor (Mai – Juni 2023)
- Wettbewerbsphase:  
Durchführung der Evaluation an der HS  
Stralsund (Juli 2023)

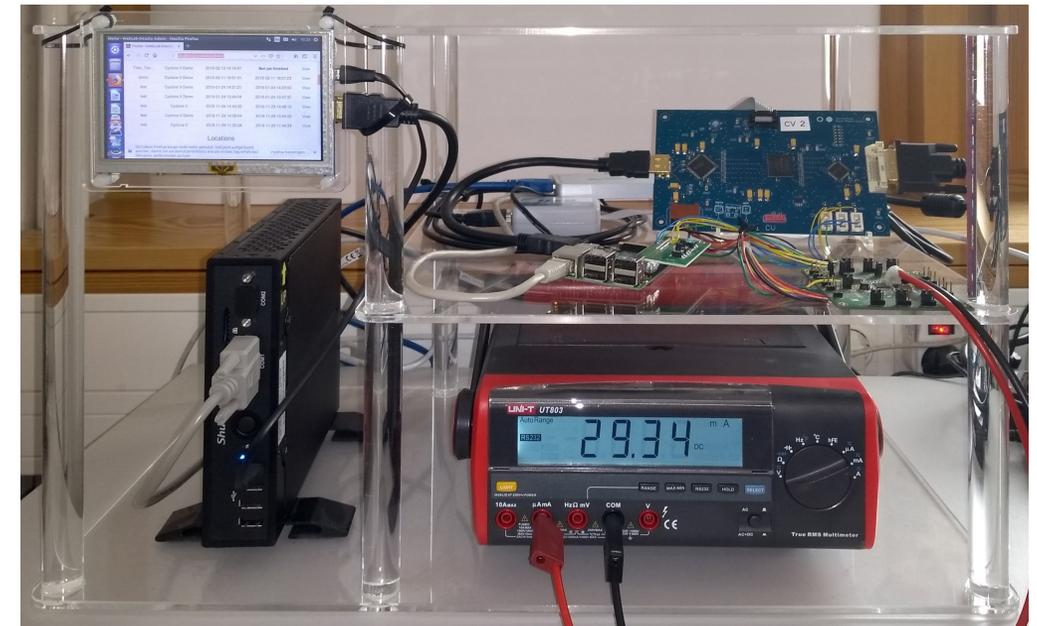


# FPGA Vision Remote Lab

## Hochschule Bonn-Rhein-Sieg



User-Interface



Hardware im Labor

## Motivation – Lernziele

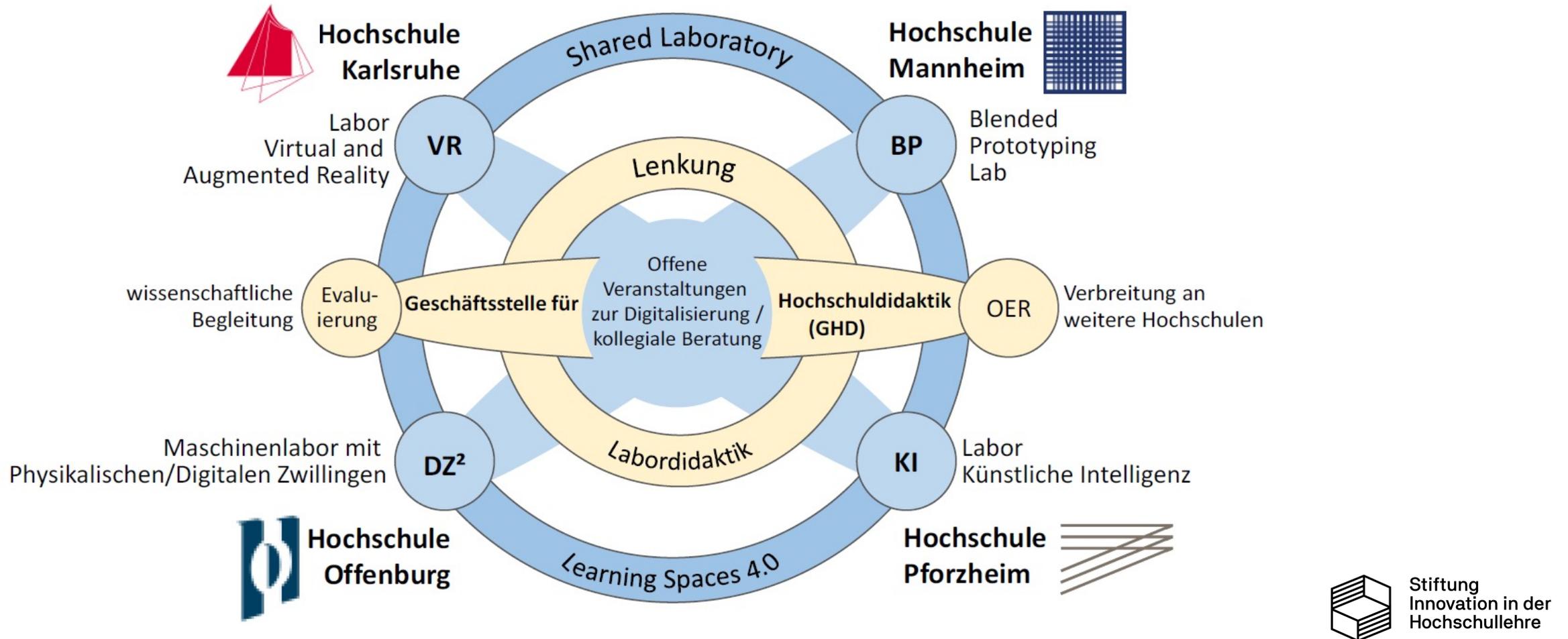
- Das Remote-Lab als zusätzlicher, moderner Lernort
- Studierende können unabhängig von Zeit und Ort den Vorlesungsstoff praktisch vertiefen

## Vorteile

- Studierende können auf „echter“ Hardware wie im Praktikum arbeiten
- bestehende Versuchsaufbauten können effektiver genutzt werden
- knappe Zeit im Präsenzlabor kann zielgerichteter genutzt werden
- gemeinsame Veranstaltung auch auf internationaler Ebene möglich

# SHELLS Shared Excellence – Laboratory Learning Spaces 4.0

## Verbundprojekt (Karlsruhe, Mannheim, Offenburg, Pforzheim)



Hochschule Karlsruhe

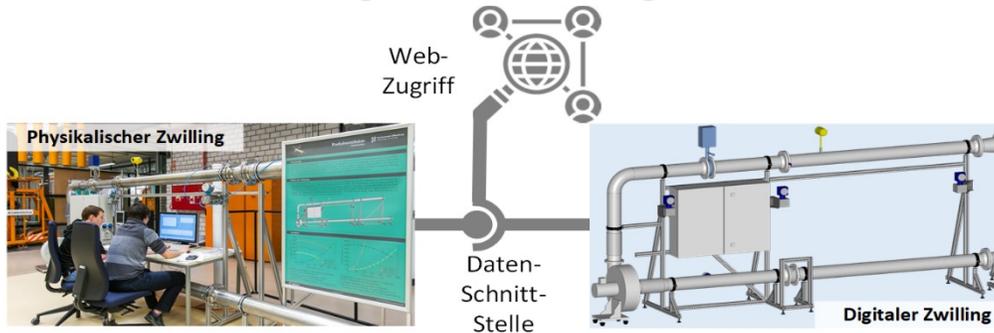


## Virtual & Augmented Reality



Hochschule Offenburg

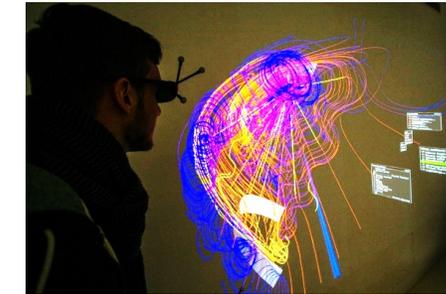
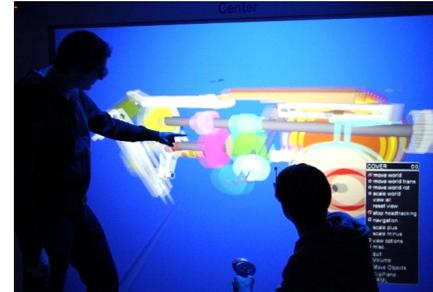
## Digitaler Zwilling zum Quadrat – Fach- und Digitalisierungskompetenz



Hochschule Mannheim



## Blended Prototyping und Smart Technologies



Hochschule Pforzheim:



## Robotik und Künstliche Intelligenz



# MINT-VR-Labs

## Berliner Hochschule für Technik

## Ausgewählte Projektziele:

- Ergänzung der Präsenzlehre durch VR und AR
- Auffangen der Heterogenität des Vorwissens der Studierenden
- Stärkung didaktischer Qualität
- Evaluation (Wirkungsanalyse und Bewertung) von digitalen Lehr-Lernkonzepten

**Berliner Hochschule für Technik**  
Studiere Zukunft



## VR Headsets



Meta Quest 2

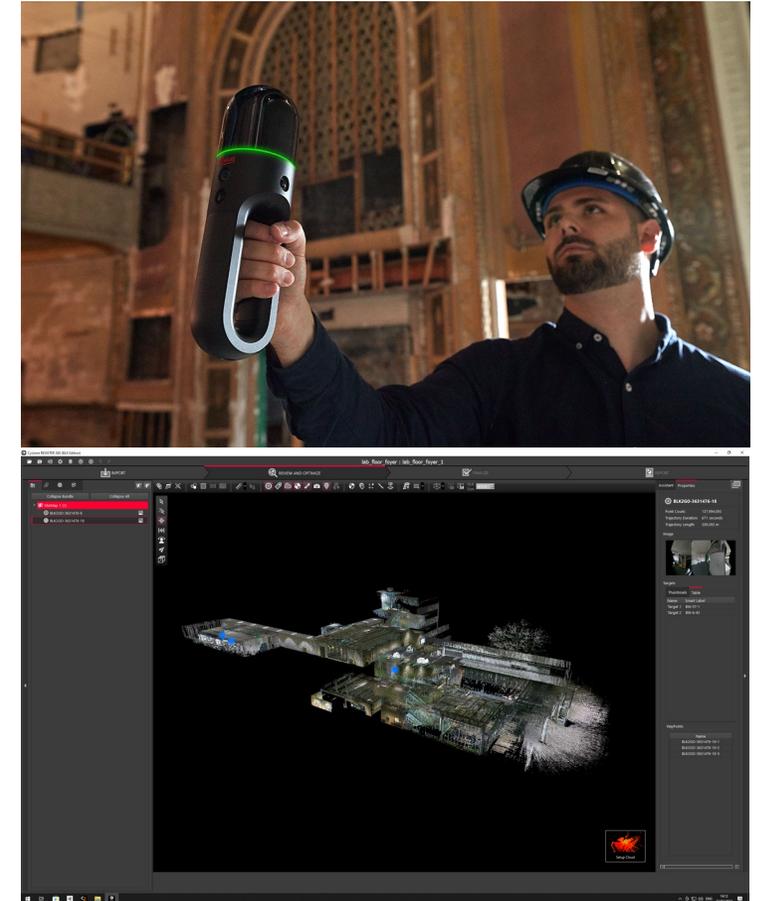


Meta Quest Pro

## CAVE



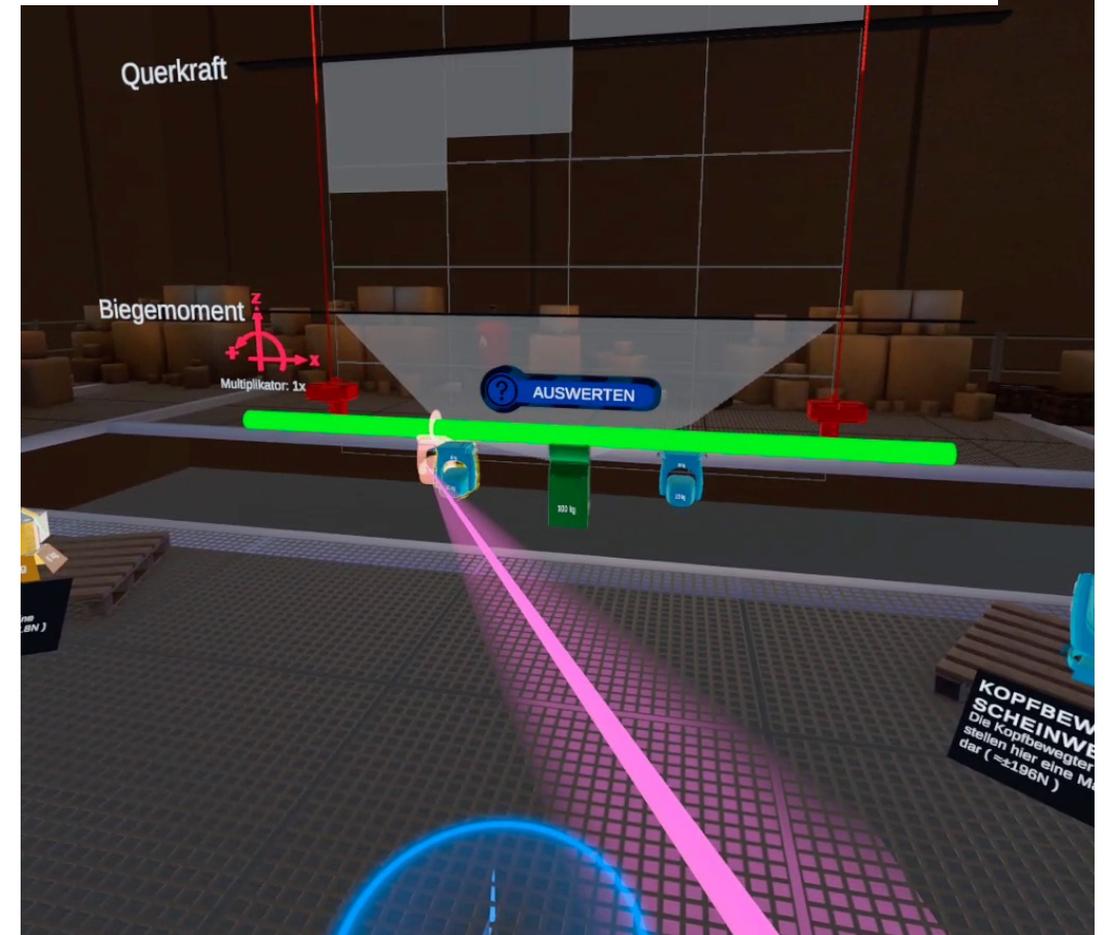
## 3D-Raumscanner



## Biotechnologische Verfahren in der Produktion



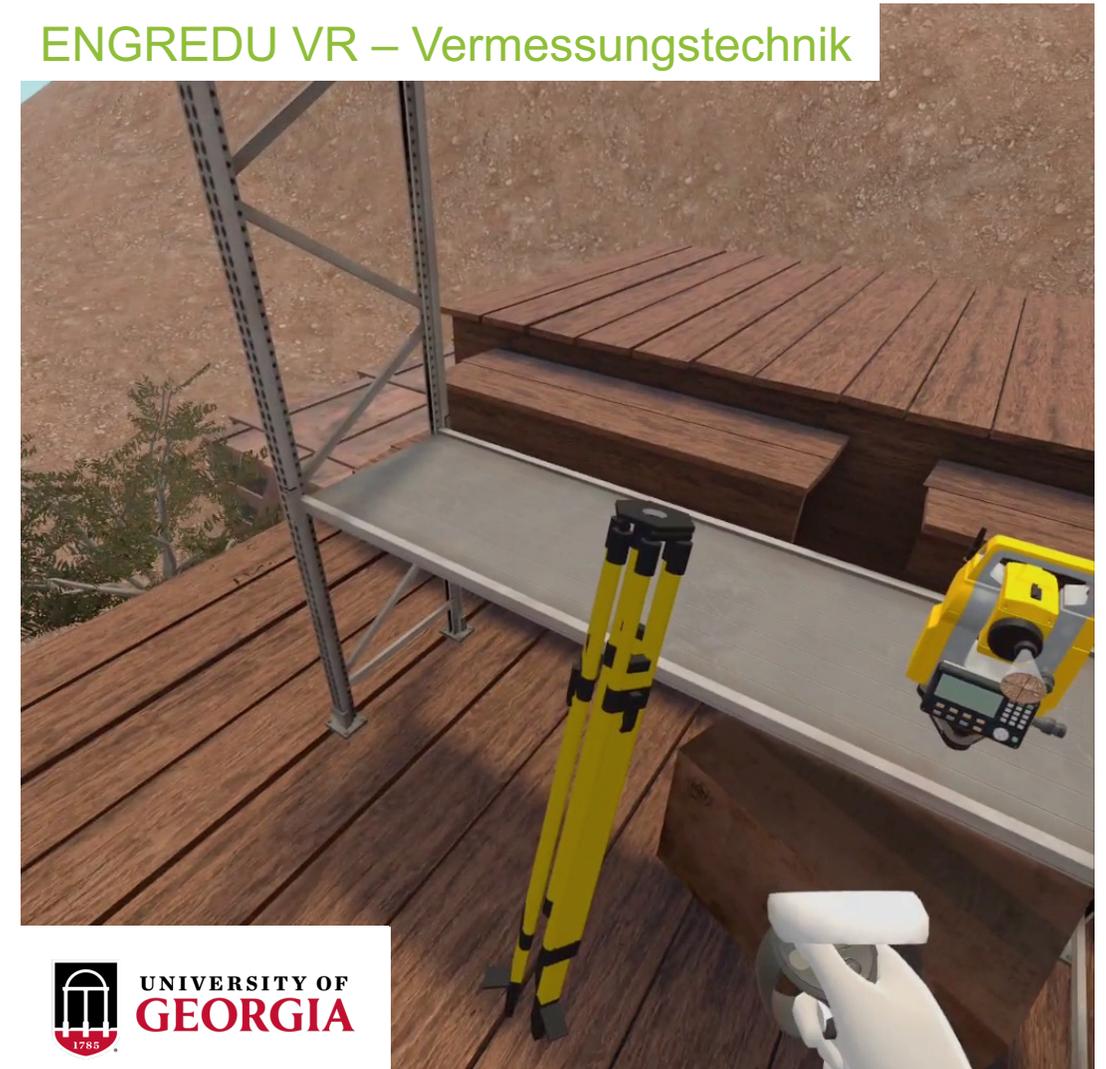
## Beanspruchungsanalyse theatertechnischer Installationen



## Mathematik Darstellung und Analyse dreidimensionaler Funktionen



## ENGREDU VR – Vermessungstechnik



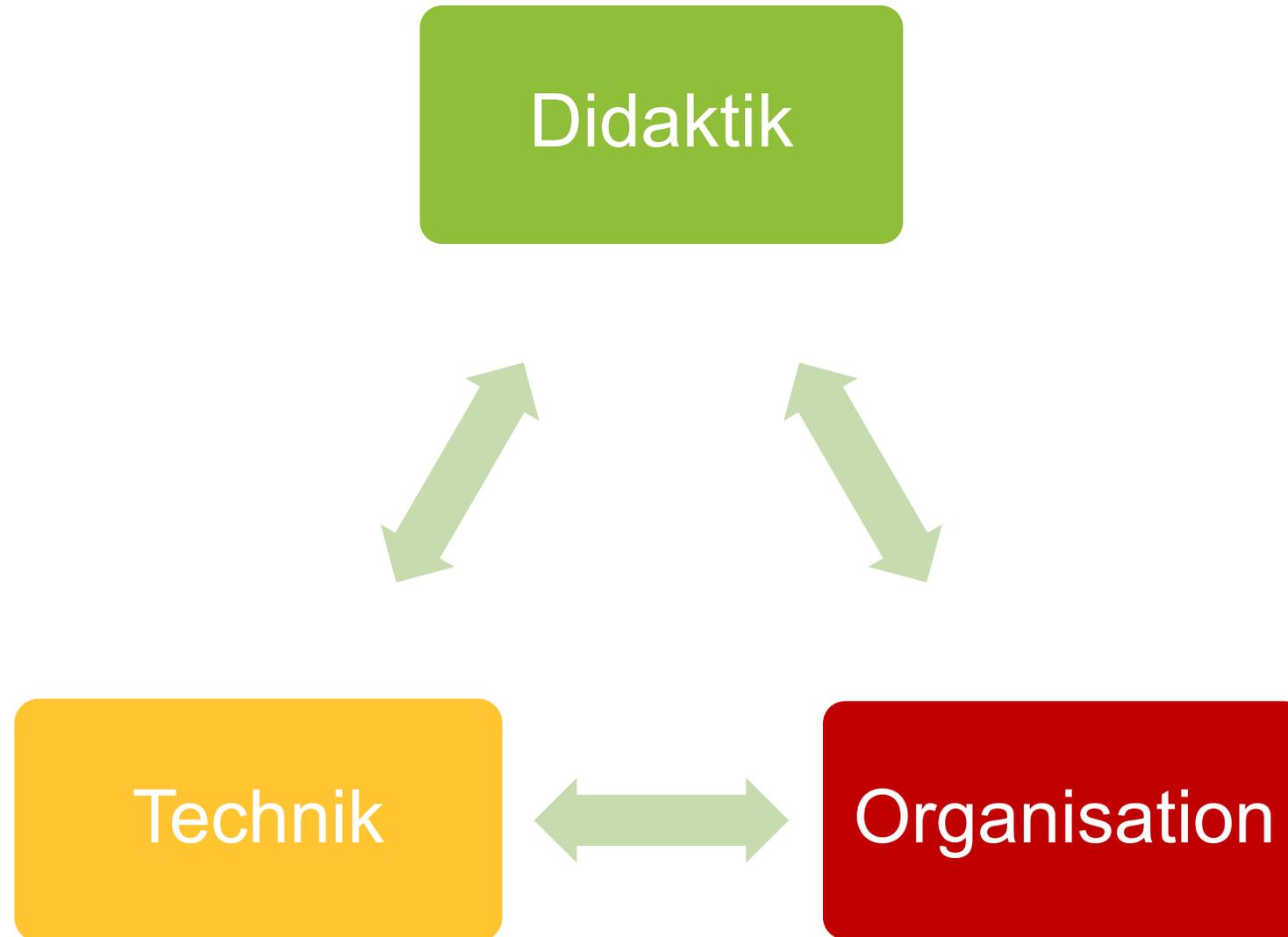
# Literatur

## Die digitale Zukunft des Lernens und Lehrens mit Remote-Laboren

*Tobias R. Ortelt, Claudius Terkowsky,  
Andrea Schwandt, Marco Winzker, Anke  
Pfeiffer, Dieter Uckelmann, Anja  
Hawlitschek, Sebastian Zug, Karsten  
Henke, Johannes Nau, Dominik May*

[Download](#)





## Didaktik

- Digitale Labore<sup>1</sup> zum forschenden Lernen nutzen
- Digitale Labore<sup>1</sup> als Ergänzung verstehen
- Beratung und Weiterbildung etablieren

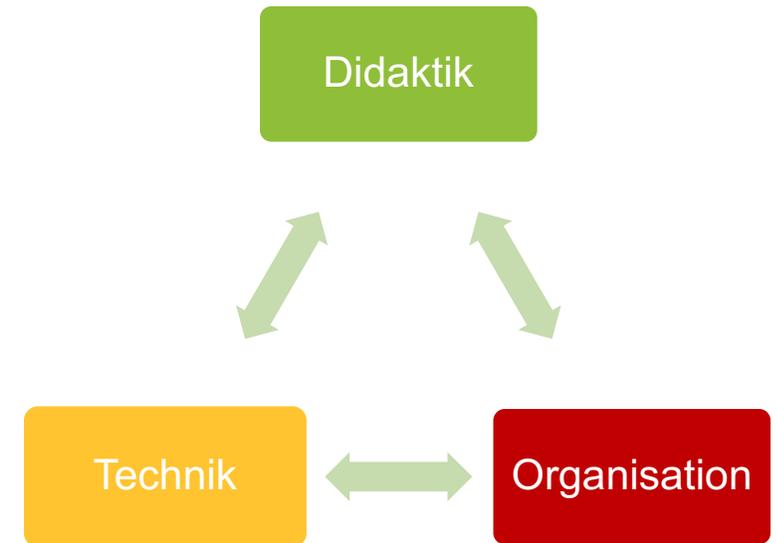
## Technik

- Etablierte Software-Lösungen nutzen
- LMS-Einbindung ermöglichen
- Zuverlässigkeit erhöhen

## Organisation

- Verstetigung von digitalen Laboren<sup>1</sup>
- Plattform für Digitale Labore<sup>1</sup> schaffen
- Angebot vergrößern
- Internationale Vernetzung

<sup>1</sup>: Im Original wird von „Remote-Laboren“ gesprochen



# Labore in der Hochschullehre

## Didaktik, Digitalisierung, Organisation

Claudius Terkowsky, Dominik May, Silke Frye, Tobias Haertel, Tobias R. Ortelt, Sabrina Heix, Karsten Lensing

[Link zum Buch \(Open Access\)](#)



# Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

innovativ – digital - international

Ingrid Isenhardt, Marcus Petermann, Martina Schmohr, A. Erman Tekkaya, Uwe Wilkesmann

[Link zum Buch \(Open Access\)](#)



**Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt**

Koordinator digitale Lehre an der TU Dortmund

TU Dortmund

zhb– Zentrum für HochschulBildung

Bereich Hochschuldidaktik

Vogelpothsweg 78

44227 Dortmund

E-Mail: [tobias.ortelt@tu-dortmund.de](mailto:tobias.ortelt@tu-dortmund.de)

Telefon: +49 231 755 7037

Mobil: +49 151 1168 5358

Privat:

Twitter: [@T\\_Ortelt](https://twitter.com/T_Ortelt)

Blog: [www.tobiasortelt.de](http://www.tobiasortelt.de)

