

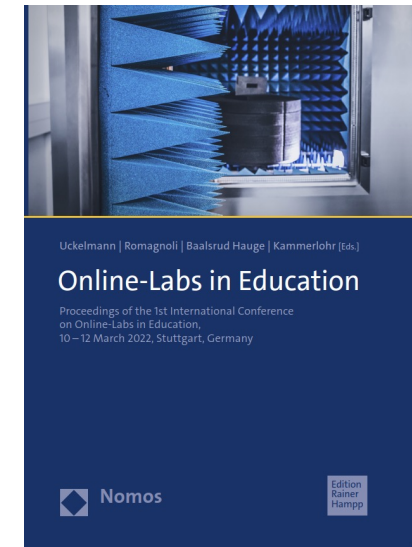
# *Real – Remote – Virtuell: Online- Labore in der Lehre*

## *Technik – Didaktik – Organisation*

Prof. Dr.-Ing. Dieter Uckelmann

# Hintergrund und Motivation

- Geschäftsführer des *LogDynamics Lab* an der Universität Bremen von 2006-2012
- Promotion zum Internet der Dinge / EPCglobal Framework
- Laborbasierte Forschung und Lehre
- Seit 2012 Professor für Informationslogistik
- Leiter des Industrie 4.0-Labors
- 2018-2022 Leiter des Verbundprojekts DigiLab4U



LogDynamics Lab  
(2006-2012)

# Bezug zum heutigen Seminar

- *Wie können Labor-Ressourcen unabhängig von Zeit, Ort und Betreiber zur Verfügung gestellt werden?*
- *Wie wirkt sich der Einsatz von digitalen Techniken – insbesondere des Internet der Dinge – aus?*
- *Wieviel „klassisches Labor“ wird überhaupt noch gebraucht und welche Chancen bieten sich durch Online-Labore?*
- *Wie lässt sich der Laborbetrieb flexibel und effizient organisieren?*
- *Was bedeutet Nachhaltigkeit bei Laboren?*

# Einbindung von Laboren in die Lehre

## 1. *Wissen durch Veranschaulichung realer Prozesse ermöglichen*

Abstrakte Theorien, Modelle und Prozesse werden um Elemente der Experimentalvorlesung erweitert

## 2. *Handlungsorientiertes Lernen ermöglichen*

Eigenständig und aktiv Experimente im Labor durchführen

## 3. *Forschungsbasiertes Lernen ermöglichen*

Studierende haben die Möglichkeit, an laborbasierten Forschungsvorhaben zu partizipieren

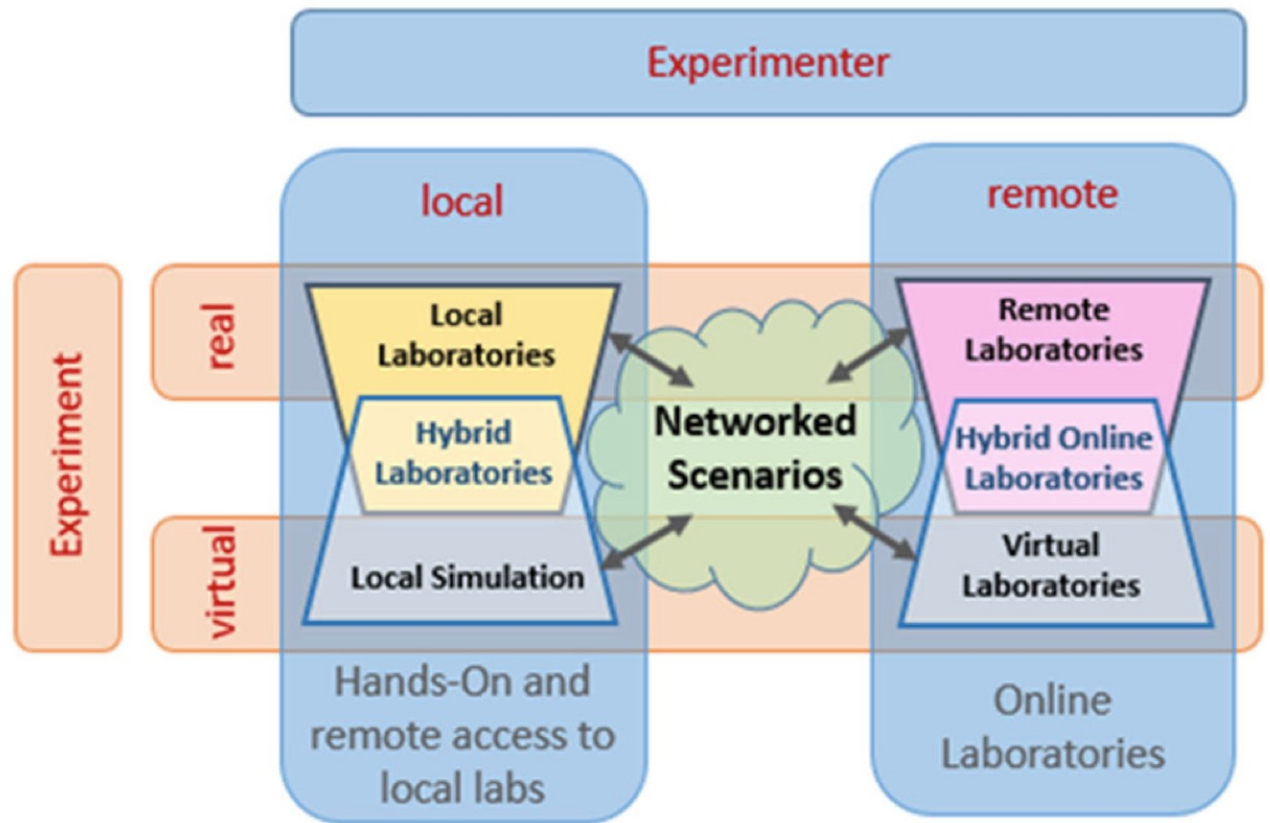
## 4. *Kompetenzentwicklung und Employability für „Arbeiten 4.0“ ermöglichen*

Studierende können eigenständig fachliche Herausforderungen erkennen und entwickeln selbst organisiert und kreativ Forschungsfragen


# Labortypen und Vernetzung

Basierend auf: **D. G. Zutin, M. E. Auer, C. Maier, M. Niederstatter**: Lab2go — A repository to locate educational online laboratories. In: IEEE EDUCON 2010 Conference. 2010 IEEE Education Engineering 2010 - The Future of Global Learning Engineering Education (EDUCON 2010). Madrid, 14.04.2010 - 16.04.2010: IEEE, 2010, pp. 1741–1746.

In: Pfeiffer, A.; Uckelmann, D. (2019) Open Digital Lab for You – Laboratory-based learning scenarios in education, research and qualification. In: Alberto Cardoso und Maria Teresa Restivo (Hrsg.): Proceedings of the 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at2019): IEEE, S. 36–41.



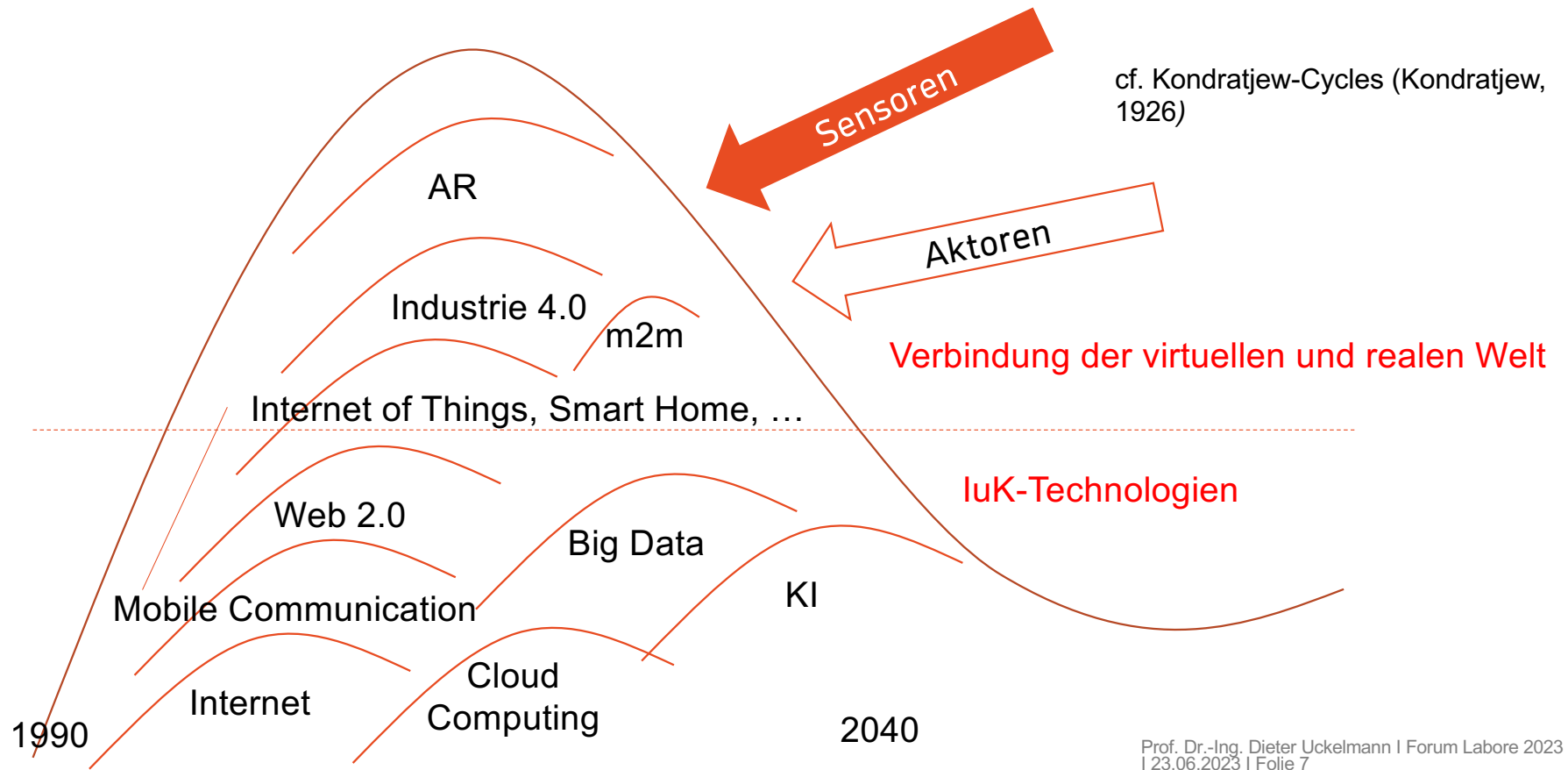
# Welche Kompetenzen möchten wir über Labore vermitteln?

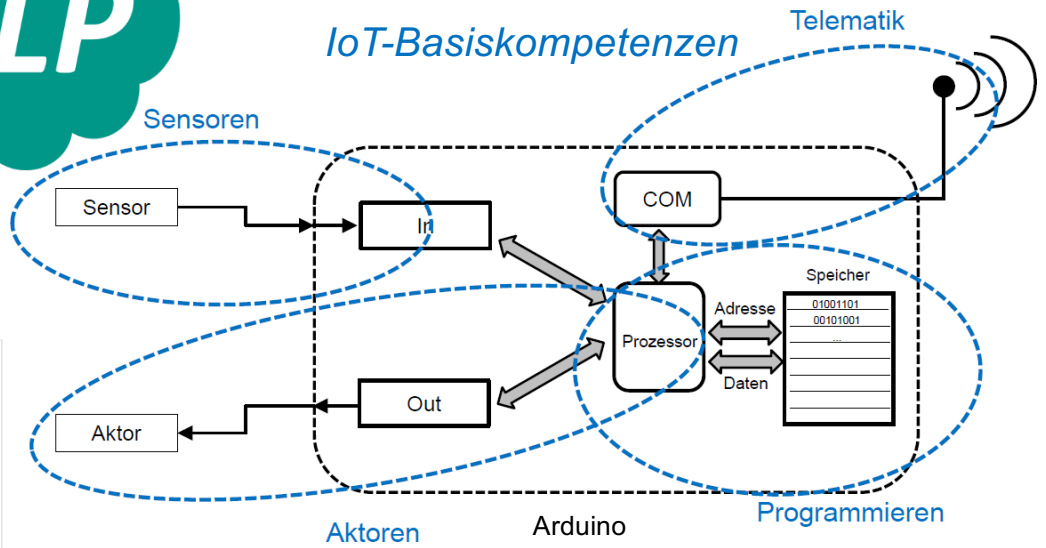
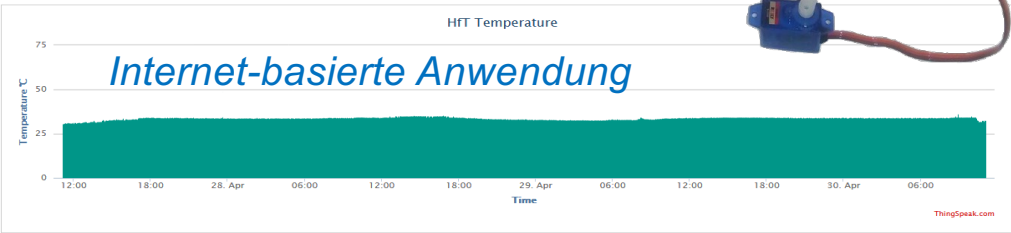
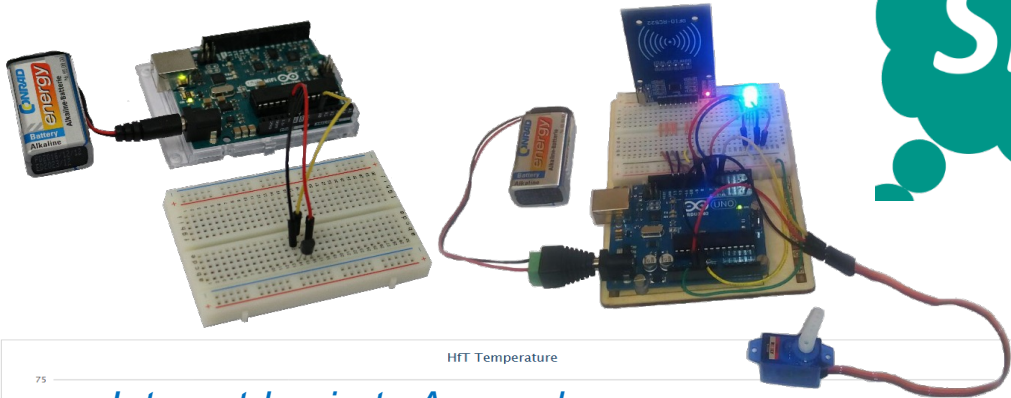
DQR	Fachkompetenz		Personale Kompetenz	
	Wissen	Fertigkeiten	Sozialkompetenz	Selbstständigkeit
HQR	Wissen und Verstehen	Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen	Kommunikation und Kooperation	Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität
<b>ABET Ziele für laborbasiertes Lernen</b>	(1) Einsatz laborbasierter Instrumente (4) Datenanalyse (9) Arbeitssicherheit einhalten können (13) Sensorische Wahrnehmung	(2) Modelle identifizieren (3) Experimente durchführen (5) Produkte designen (7) Kreativität und eigenständiges Denken (8) Konstruktionswerkzeuge auswählen, modifizieren, in Betrieb nehmen können	(10) Kommunikation (11) Arbeiten im Team	(6) Lernen aus Fehlern (12) Ethische Aspekte berücksichtigen
 ↑ ↑ ↑ ↑ Passung mit IoT-Kompetenzen aus der Ingenieurpraxis				

Pfeiffer, A., & Uckelmann, D. (2021). Pilotierung eines didaktischen Modellkonzepts für laborbasiertes Lernen– (Digi) LabTC für DigiLab4U. *Labore in der Hochschullehre*, S. 111-126.

- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)
- Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse (HQR)
- Deutsche Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen (DQR)

# Internet der Dinge





Kurskompetenzen

Sie sind in 8 von 10 Kompetenzen geübt.



Gefördert durch den Stifterverband und die Carl-Zeiss Stiftung

FORTSCHRITTSBALKEN

Learning Analytics



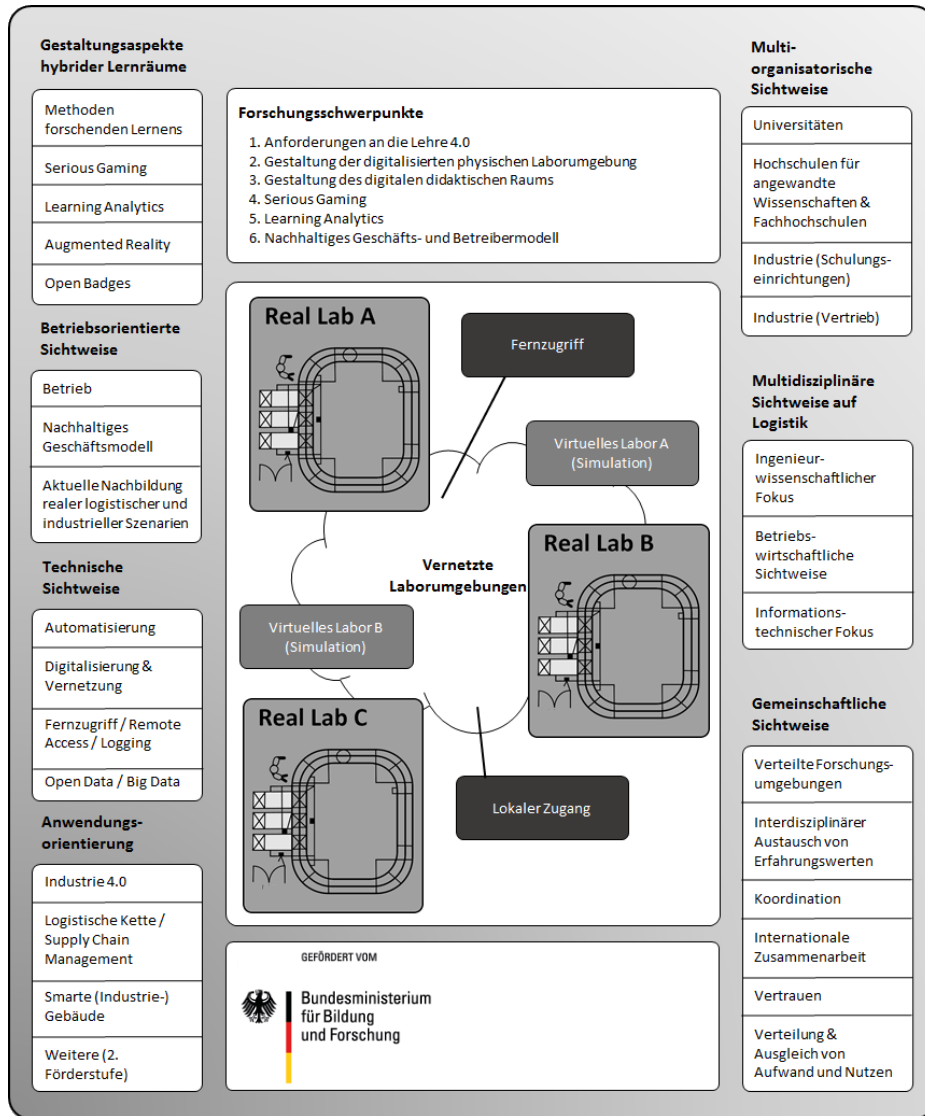
Lernmodul 4.3 Ausgabe und Visualisierung der Daten  
Abgeschlossen ✓

Überblick Teilnehmer/innen

Zertifikate/Badges



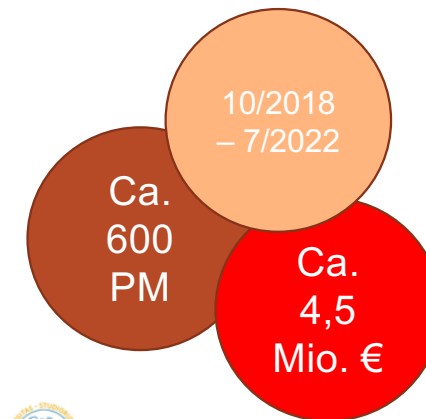




[www.digilab4u.com](http://www.digilab4u.com)

- Technik
- Organisation
- Didaktik

+5 weitere Hochschulen



Hochschule für Technik Stuttgart

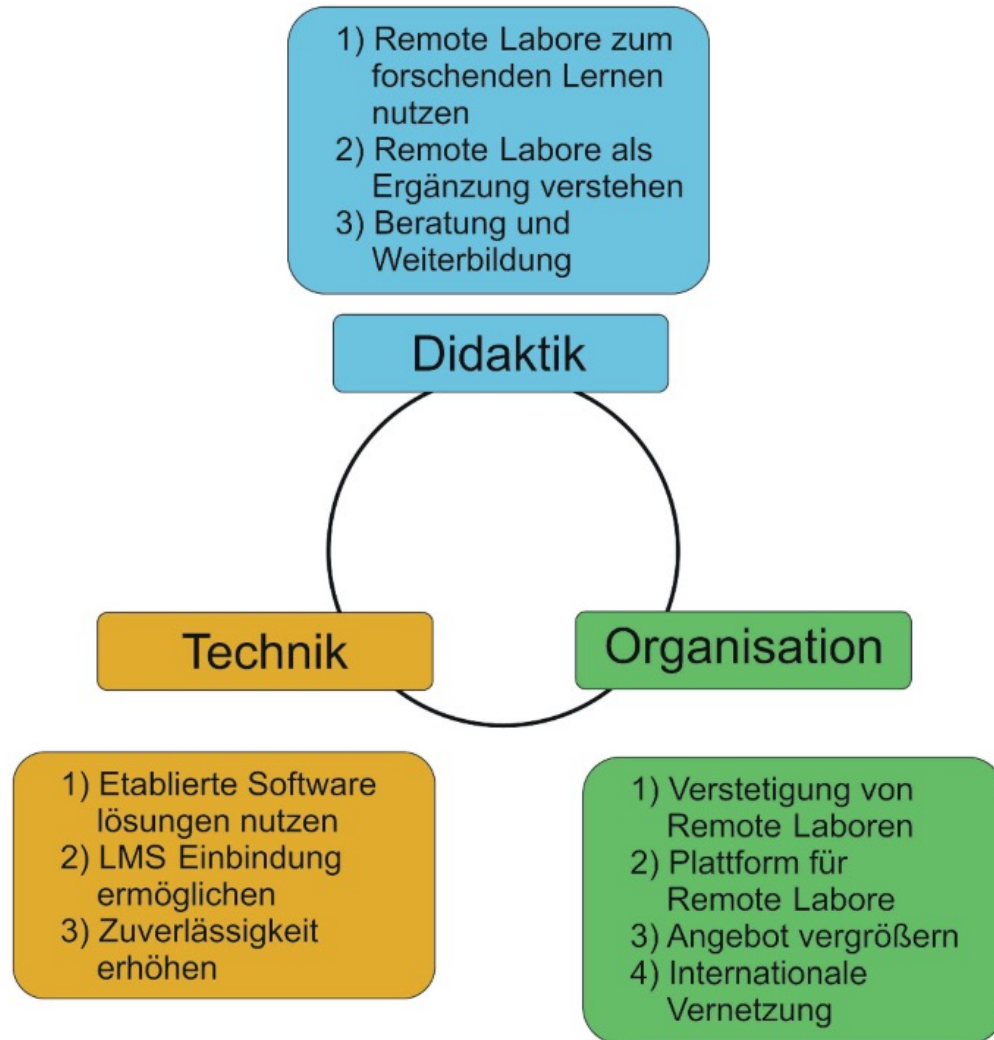
UNIVERSITÄT KOBLENZ · LANDAU



UNIVERSITÀ DI PARMA

RWTH AACHEN UNIVERSITY

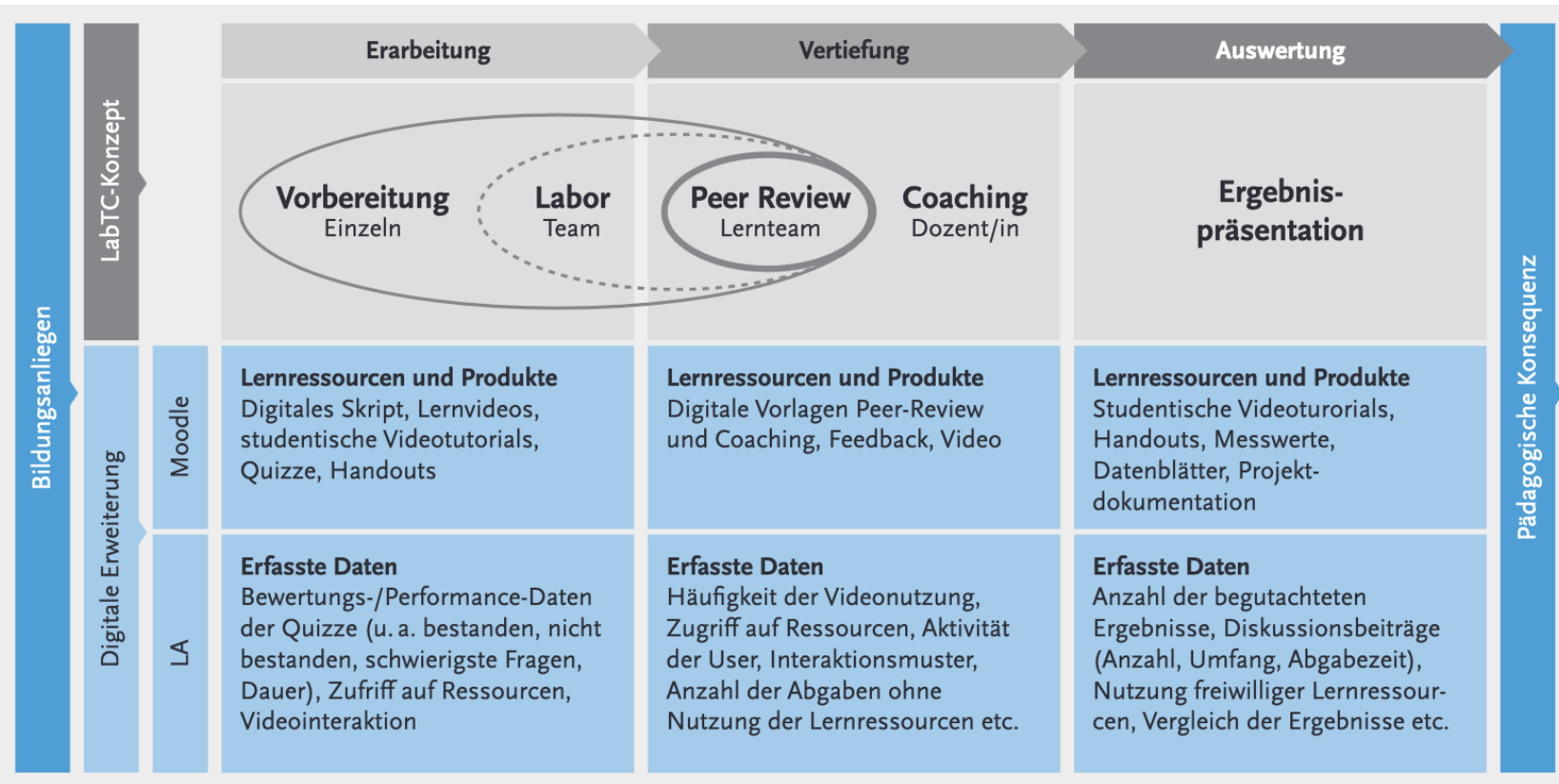
**BIBA**



# Konsens in der dreigeteilten Betrachtung von Technik – Didaktik – Organisation

Ortelt, T.; Terkowsky, C.; Schwandt, A.; Winzker, M.; Pfeiffer, A.; Uckelmann, D.; Hawlitschek, A.; Zug, S.; Henke, K.; Nau, J.; May, D. (2021) Die digitale Zukunft des Lernens und Lehrens mit Remote-Laboren. In: Geschäftsstelle beim Stifterverband (Hrsg.) Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten. Springer VS, Wiesbaden.

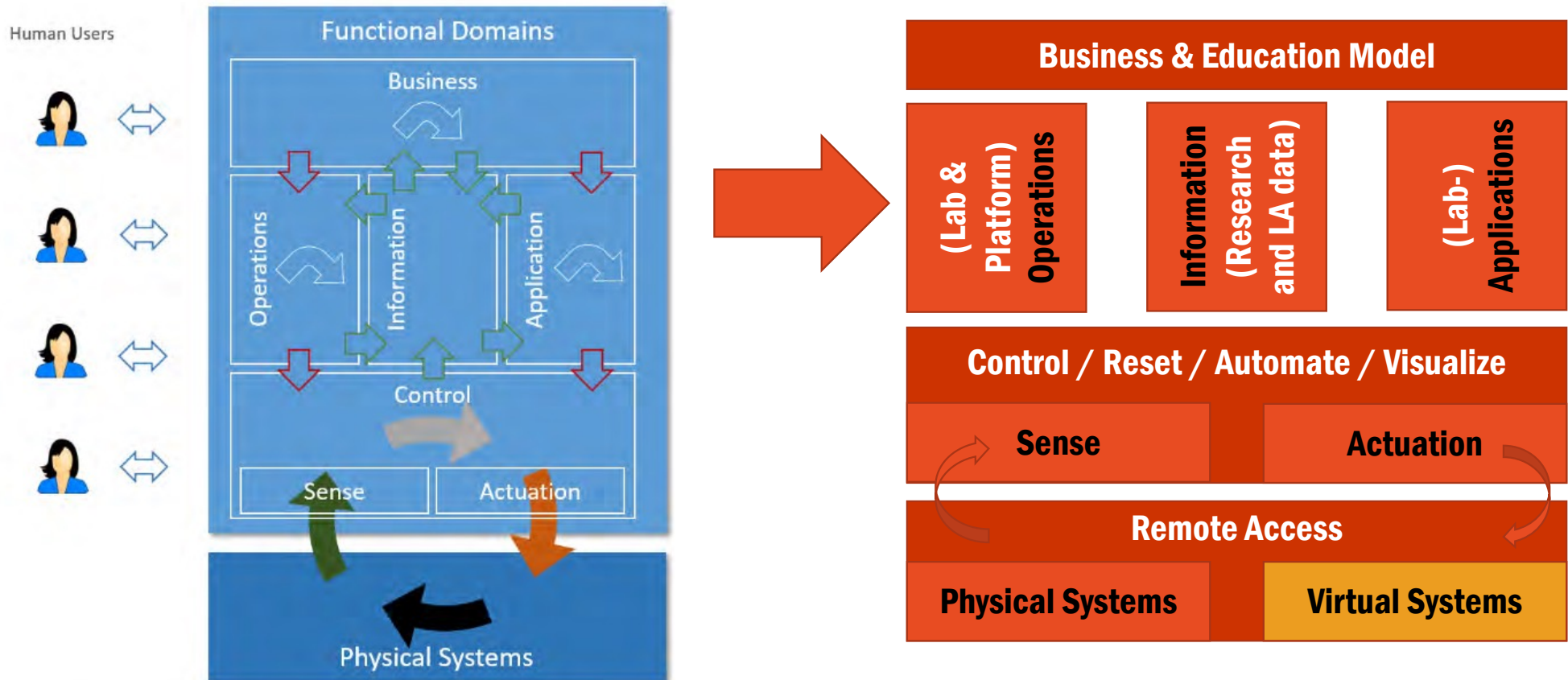
# Didaktisches Konzept – DigiLabTC



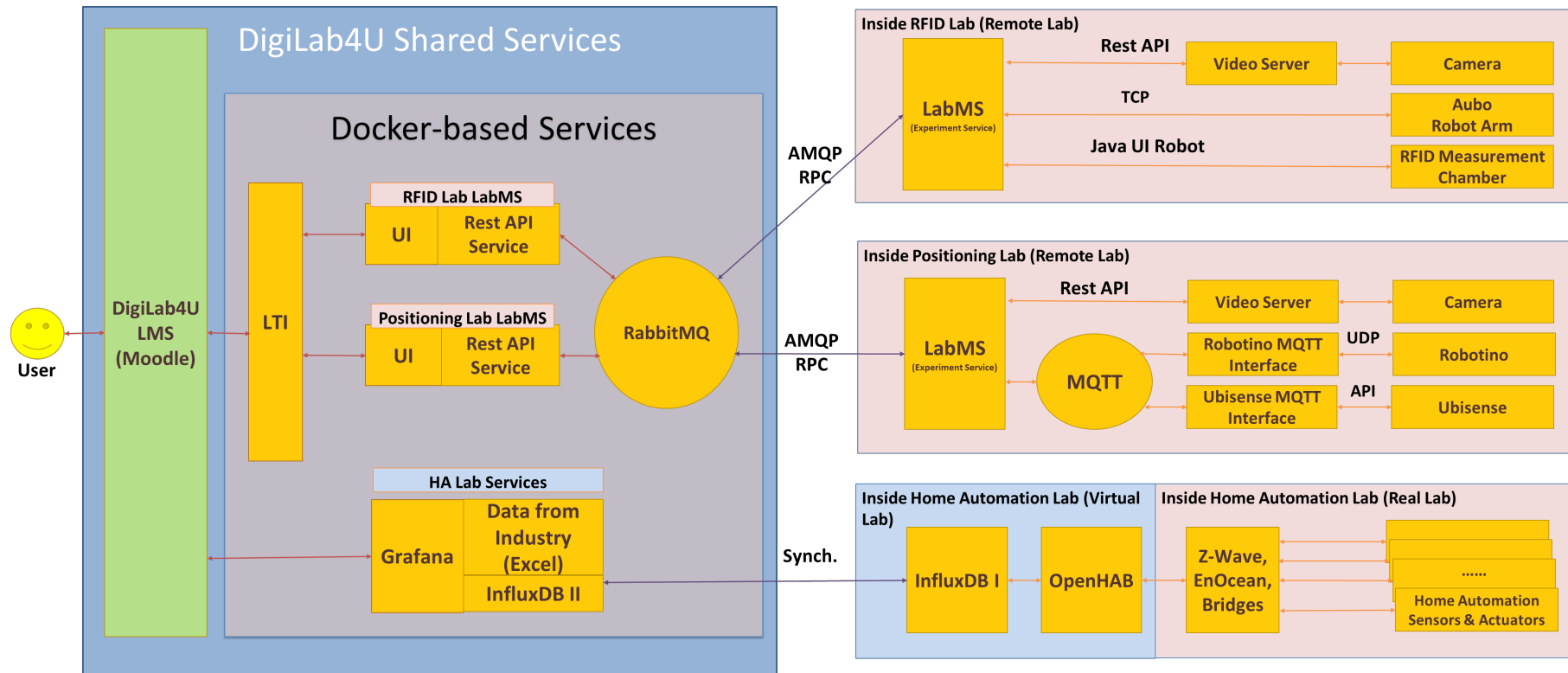
Pfeiffer, A., & Uckelmann, D. (2021). Pilotierung eines didaktischen Modellkonzepts für laborbasiertes Lernen–(Digi) LabTC für DigiLab4U. *Labore in der Hochschullehre*, S. 111-126.

Basierend auf: Jödicke, B.; Sum, J.: Team Labor Coaching (LabTC). Geschäftsstelle für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (GHD). 7. Tag der Lehre. Hochschule Biberach, 2007.

# Technische Orientierung: Industrial IoT Reference Architecture (IIRA) in DigiLab4U



# Technische Einbindung der HFT Labore



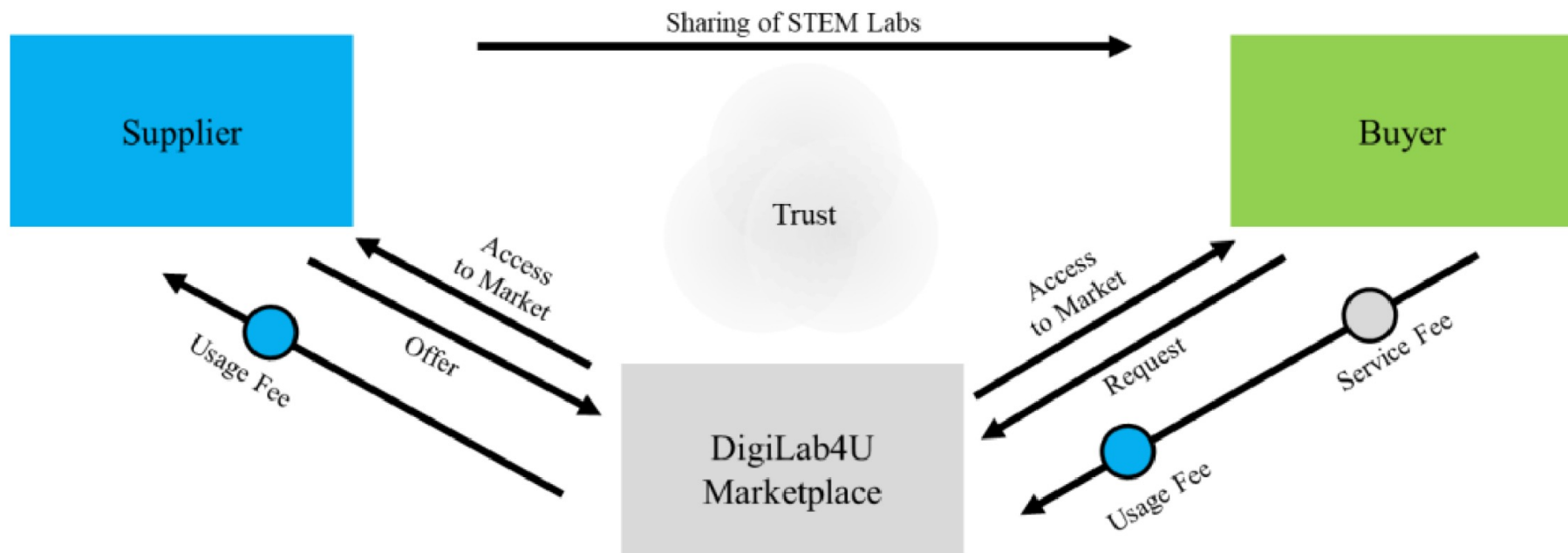
Learning Tools Interoperability (LTI)

# Vernetzung: Stakeholder in einem mehrseitigen Labornetzwerk

<b>Stakeholder</b>	<b>Supplier Side</b>	<b>Marketplace</b>	<b>Buyer Side</b>
DigiLab4U		×	
Universities	×		×
Research institutions	×		×
Industry	×		×
Students			×
Professors/lecturers	×		×
Researchers			×

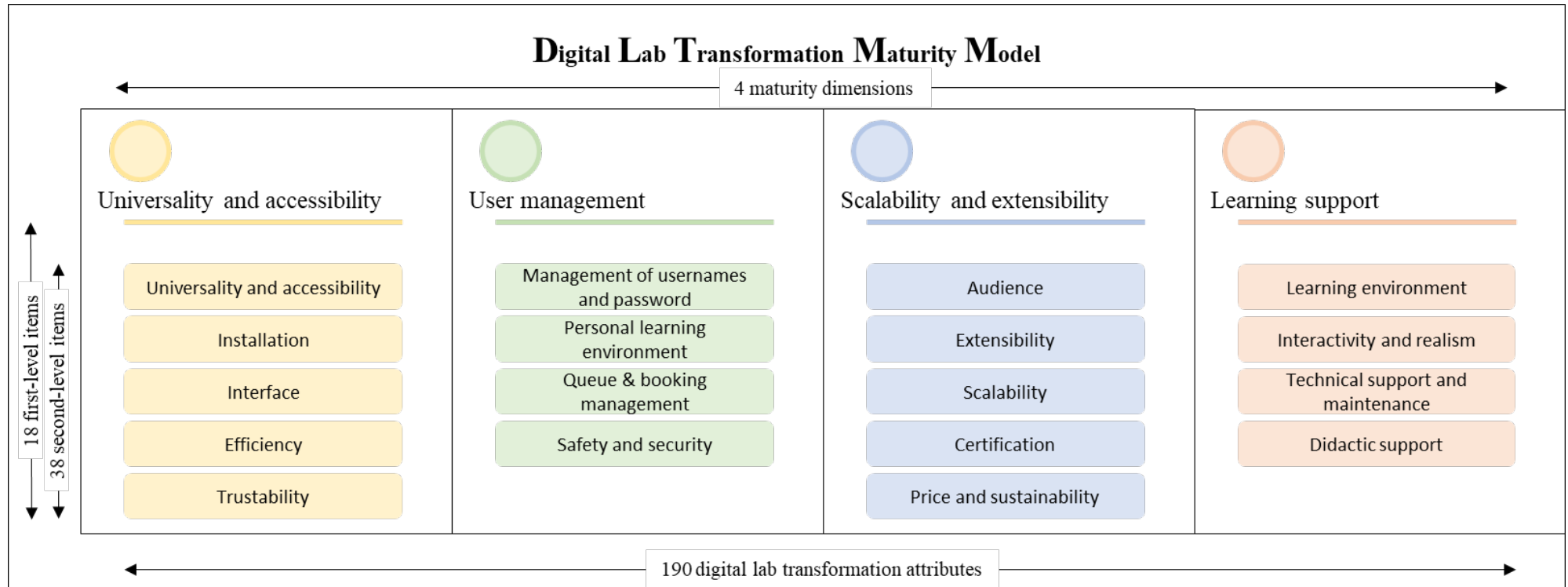
Kammerlohr, V.; Uckelmann, D.; Baalsrud Hauge, J. (2021) A Multi-Sided Platform to Activate the Sharing of Digital Labs. International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), 17(11), S. 4-33. DOI: 10.3991/ijoe.v17i11.25183

# Vertrauen als Kernkomponente für den DigiLab4U Marktplatz



Kammerlohr, V.; Uckelmann, D.; Baalsrud Hauge, J. (2021) A Multi-Sided Platform to Activate the Sharing of Digital Labs. International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), 17(11), S. 4-33. DOI: 10.3991/ijoe.v17i11.25183

# Reifegradmodell



Kammerlohr, V.; Paradise, D.; Uckelmann, D. (2022) A Maturity Model for the Effective Digital Transformation of Laboratories. Journal of Manufacturing Technology Management. 34(1), S. 621-643. DOI: 10.1108/JMTM-01-2022-0050



# Beispiel: RFID Messkammer

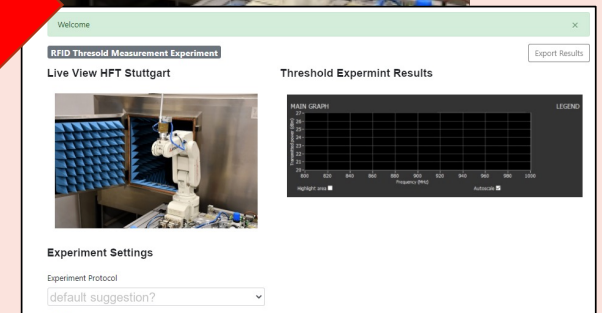
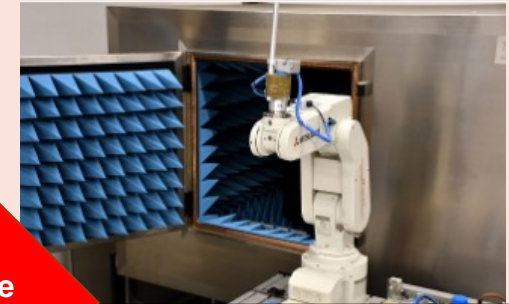


Die **reale** RFID Messkammer (Geb. 2)



Die **virtuelle** (VR-)RFID Messkammer

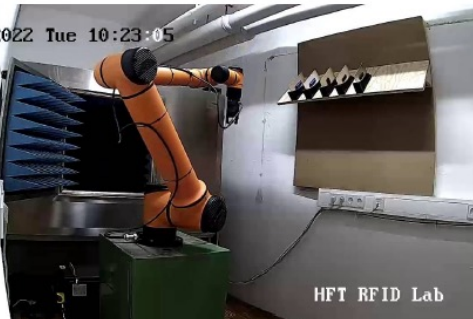
**Kombinierte Szenarien**



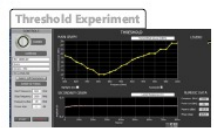

Die **fernbedienbare** RFID Messkammer

# RFID-Labor (Remote)

03-22-2022 Tue 10:23:05



HFT RFID Lab


next » Show results

### Threshold Experiment Results

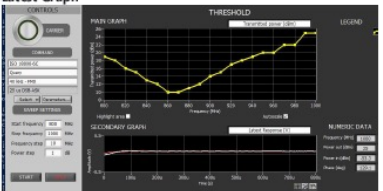
**Threshold Experiment Metadata**

Experiment Start Time	3/22/2022 - 10:19:45 AM
Experiment End Time	3/22/2022 - 10:20:03 AM
Experiment Duration In Milliseconds	17975
User Name	hadi.adineh
Device ID	25123624
Device Calibration Date	28.06.2018
Measurement Type	Threshold sweep
Protocol Description	ISO 18000-6C Query 25 us DSB-ASK 40 kHz - FM0
f	25 us DSB-ASK
r	40 kbps FM0
angle	0.0
antenna	1
reportDate	22.03.2022
reportTime	10:19
deviceUser	User1
Id	passiv

**RFID Tag**



**Latest Graph**



RFID Tag A02 - Aluminum

---

**Tag description section**

Tag Id tag1

Tag name A02 - Aluminum

Tag type UHF RFID Transponder

Tag memory EPC: 240Bit, TID: 64Bit (+ 32Bit Seriennummer), User-Memory: 512Bit


Tag chip NXP UCODE G2XM

Tag manufacturer NXP Semiconductors N.V.

Tag uid E2-00-60-03-05-23-61-7A

Tag features passiv

[More Info!](#)



**Threshold Experiment**

Protocol: ISO-18000-6c-Query

Start Frequency 800 MHz

Stop Frequency 1000 MHz

Frequency Step 10 MHz

Power Step 1 dB

**Orientation Sensitivity Experiment**

Protocol: ISO-18000-6c-Query

Frequency: 866 MHz

Power Step 1 dB

Angle Step 5 Deg

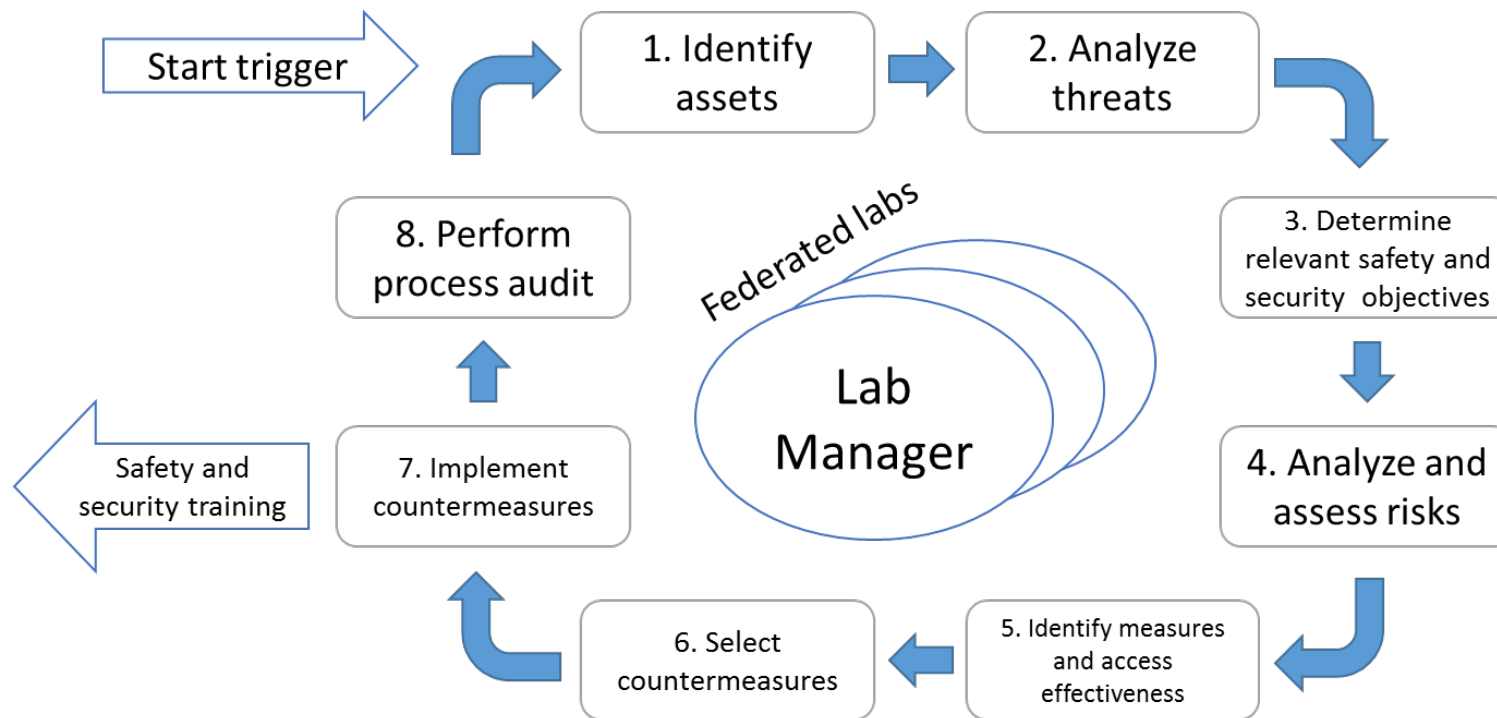
« prev
next » Start Experiment

# Bewertung anhand des Reifegradmodells

<u>Maturity dimensions</u>	<u>Maturity levels</u>					RFID lab (HFT)
	Lack of attributes supporting digital lab transformation		State-of-the-art attributes supporting digital lab transformation		Leading edge attributes supporting digital lab transformation	
	1	2	3	4	5	
<b>Universality and accessibility</b>						<b>4,0</b>
Universality and accessibility						5
<i>Multi-platform client</i>	Tied to a single platform		Selected platforms are supported		Most platforms are supported	5
<b>Installation</b>						<b>5,0</b>
<i>Installation and use</i>	Expert required for installation		Some effort required		Turnkey	5
<i>Integration</i>	Expert required for integration		Some effort required		Turnkey	5
<b>Interface</b>						<b>3,5</b>
<i>Real looking GUI</i>	Descriptive reality		Reality abstraction		True to reality	4
<i>Interface adaptability</i>	Rigid interface		Semi-configurable interface		Configurable interface	3
<b>Efficiency</b>						<b>4,0</b>
<i>Required client hardware</i>	Powerful clients		Average clients		All common clients supported	5
<i>Network resources</i>	Fast network required		Average network required		Low-bandwidth	3
<i>Technical support and maintenance at lab side</i>	Always required		Specific cases only		Just in case of error	4
<b>Trustability</b>						<b>2,3</b>
<i>Relationship stage</i>	Transitional stage 0: calculus-based trust		Transitional stage 1: knowledge-based trust		Transitional stage 2: identification-based trust	3
<i>Social features</i>	Not available		Star ranking and comments		Social features promote trust by known	1
<i>Reliability</i>	No experience for reliability recognizable		Partly or indirect positive experience		Positive experience	3

...

# Funktionale und IT-Sicherheit



In Anlehnung an VDI/VDE 2182

# Aufwand

- Automatisierung der Bestückung (Roboter)
- Absicherung des Labors für Remote Access (Laser-Scanner, Gitter)
- Anbindung der Messtechnik und Robotik über LabMS (inkl. z.T. Reverse-Engineering)
- Gestaltung der Bedienoberfläche, Moodle/LMS-Integration
- Integration von Learning Analytics
- Bedienungsanleitung: Erstellen einer virtuellen Umgebung zur Vorbereitung der Studierenden
- Lernkapitel erstellen, Lernergebnisse evaluieren
- Bleibend: Vorbereitung, Test, Fehlerbehebung, Updates, Absicherung bei Neuerungen



# RFID-Lab



Objective	1. Virtual Reality Mockup	2. Service robot arm for automation	3. Digital Lab: Virtual Reality with live Data
1. Instrumentation	1	0	1
2. Models	1	1	1
3. Experiment	1	2	2
4. Data Analysis	3	3	3
5. Design	3	3	3
6. Learn from Failure	1	2	2
7. Creativity	0	1	1
8. Psychomotor	2	2	2
9. Safety	2	2	2
10. Communication	2	2	2
11. Teamwork	1	2	1
12. Ethics in the Laboratory	2	2	2
13. Sensory Awareness	1	2	1
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>23</b>



Kammerlohr, V.; Pfeiffer, A.; Uckelmann, D. (2020) Digital Laboratories for Educating the IoT-Generation - Heatmap for Digital Lab Competences. In Auer, Michael E., und May, Dominik (Eds.) Online Engineering & Internet of Things: Proceedings of the 16th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation REV 2020, 26-28 Februar 2020, University of Georgia, Athens, GA, USA, S. 11-27.

# Nachhaltige Verankerung

- Didaktik
  - Anke Pfeiffer, Leiterin des Servicezentrum für kompetenzorientiertes & innovatives Lernen & Lehren (Skill)
  - Learning Analytics – Folgeprojekt zum Einsatz von KI in der Lehre (KNIGHT)
- Organisation
  - Verankerung im Struktur- und Entwicklungsplan (DigiLAB, Fokus AR/VR)
  - Neuer BA-Studiengang zu AR/VR ab WS2024
  - Neuer Laborraum in der Warteschleife
- Technik
  - LabMS, Laboreinrichtungen, ...
  - Weiterentwicklung über studentische Arbeiten (Virtualisierung)



# Fragen?



Hochschule für Technik Stuttgart

*klimakompetent – resilient – vernetzt*

Schellingstr. 24

70174 Stuttgart

Mail: [dieter.uckelmann@hft-stuttgart.de](mailto:dieter.uckelmann@hft-stuttgart.de)

Web: [www.uckelmann.com](http://www.uckelmann.com)

LinkedIn: [www.linkedin.com/in/dieter-uckelmann](http://www.linkedin.com/in/dieter-uckelmann)