



Technische  
Universität  
Braunschweig



Institut für Werkzeugmaschinen  
und Fertigungstechnik **iwf**



## Die Lernfabrik der TU Braunschweig: Forschung und Aus-/Weiterbildung für Energieeffizienz 4.0

Dr. Sebastian Thiede

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering |  
Unternehmergespräch ENERGIE, Goslar, 23.05.2019

# Agenda

- 1 **Vorstellung**
- 2 **Die Lernfabrik - Konzept und Übersicht**
- 3 **Forschung**
- 4 **Aus- und Weiterbildung**

# Agenda

- 1 **Vorstellung**
- 2 **Die Lernfabrik - Konzept und Übersicht**
- 3 **Forschung**
- 4 **Aus- und Weiterbildung**

# Technische Universität Braunschweig

## Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

### Fertigungstechnologien & Prozessautomatisierung

*Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder*  
stellv. Leitung Hr. Kühn



### Nachhaltige Produktion & Life Cycle Engineering

*Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann*  
stellv. Leitung Dr. Thiede



### Montage & Fertigungsautomatisierung

Hr. Leithoff / Hr. Gabriel



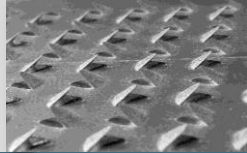
### Fertigungstechnik

Dr. Hoffmeister



### Fertigung hybrider Bauteile

Hr. Beuscher



### Nachhaltige Produktion

Dr. Thiede



### Life Cycle Engineering

Hr. Cerdas



### System of Systems Engineering

Dr. Mennenga



Lab Factories

**OHLF** OPEN HYBRID  
LABFACTORY  
Der LeichtbauCampus.

**BLB** BATTERY  
LABFACTORY  
BRAUNSCHWEIG

**Die Lernfabrik**  
Forschung · Ausbildung · Anwendung

**pvz**  
Zentrum für  
Pharmaverfahrenstechnik

# Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering

## Forschungsfelder Nachhaltige Produktion

### Ziel- und Handlungsfelder



#### Innovative Produktionssysteme

Produktindividualisierung, Nachhaltigkeit und Digitalisierung als Treiber.



#### Energieeffizienz und -flexibilität

Effizienter und bedarfsgerechter Einsatz verschiedener Energieträger.



#### Materialeffizienz und -substitution

Roh- und Hilfsstoffe als Treiber der Kosten und Umweltwirkung in der Produktion.



#### Urbane Produktion

Chancen und Anforderungen urbaner Produktion verstehen und nutzen.

### Technologien, Methoden und Werkzeuge



#### Intelligente Messstrategien

Zielorientierter Einsatz von Sensorik in geeigneter Auflösung und IT-Infrastruktur.



#### Multi-Skalen Fabriksimulation

Durchgängige und gekoppelte Digitale Fabrik "vom Prozess bis zum Hallendach".



#### Data Analytics in der Produktion

Innovative Anwendungspotentiale durch Methoden und Werkzeuge des Data Mining.

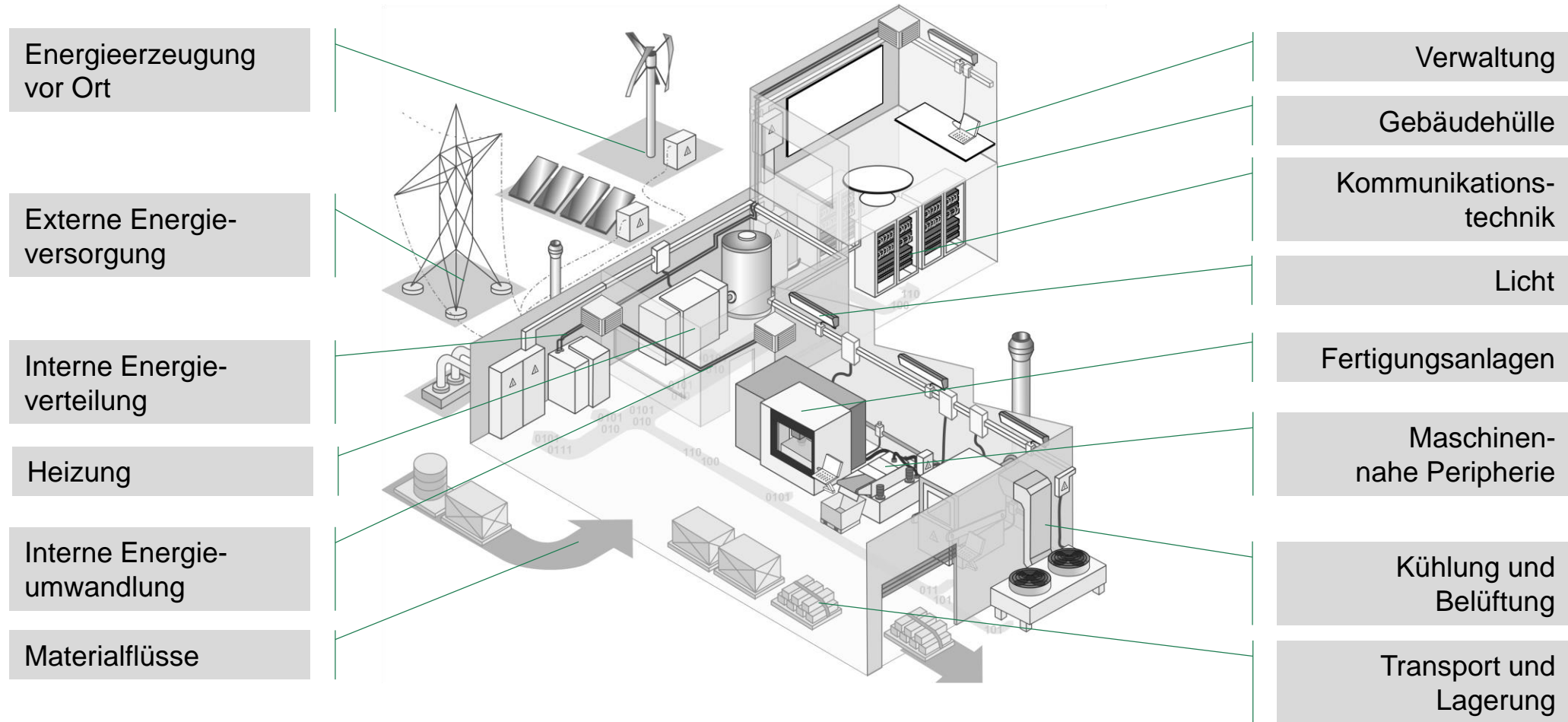


#### Innovative Visualisierungskonzepte

Transparenz und Entscheidungsunterstützung für Mitarbeiter.

# Nachhaltige und Digitale Produktion in Forschung und Lehre

## Ganzheitliches Fabrikverständnis – Produktion, Technische Gebäudeausrüstung, Gebäude



# Agenda

1 **Vorstellung**

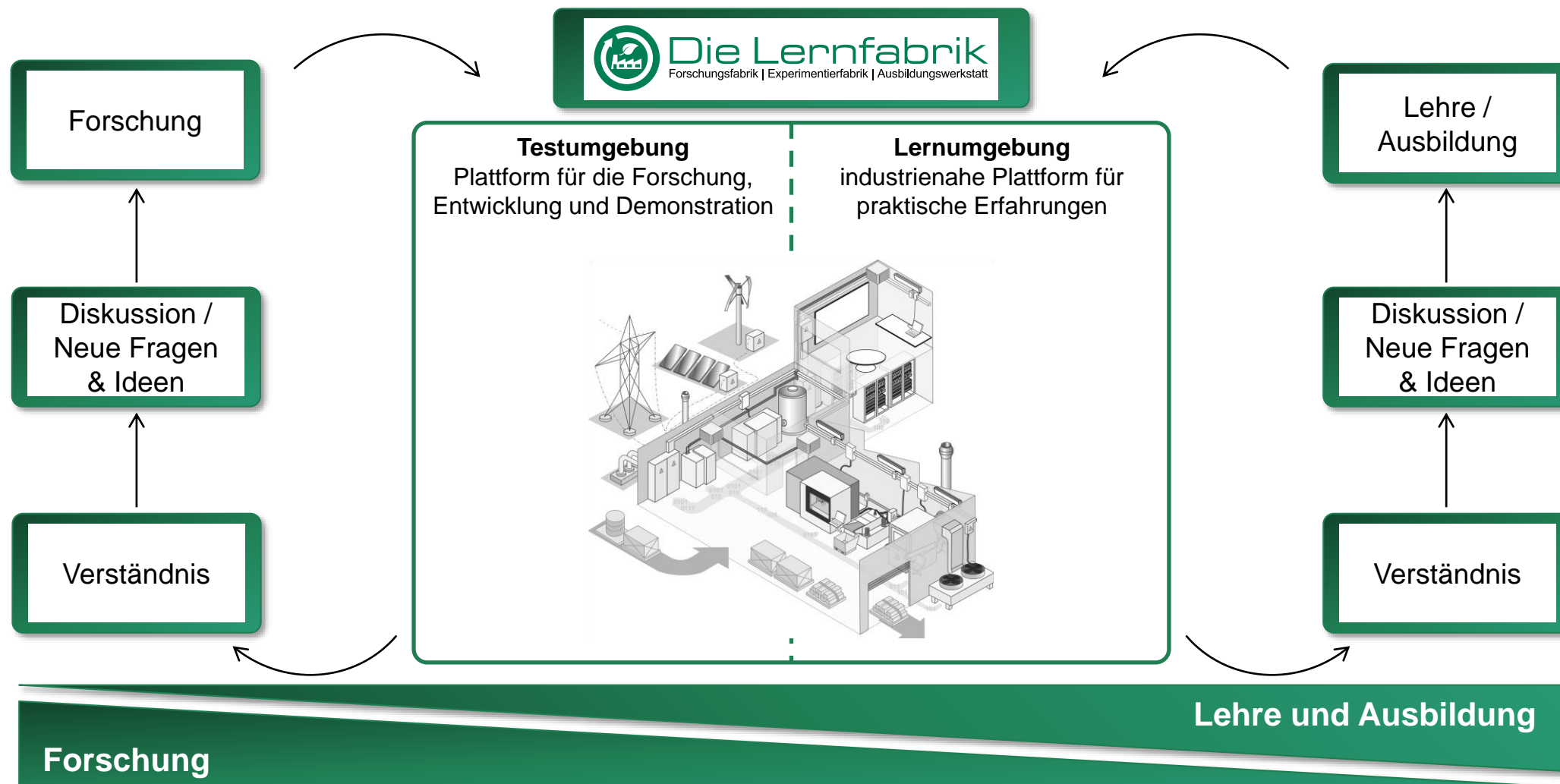
2 **Die Lernfabrik - Konzept und Übersicht**

3 **Forschung**

4 **Aus- und Weiterbildung**

# Nachhaltige und Digitale Produktion in der Lehre und Ausbildung

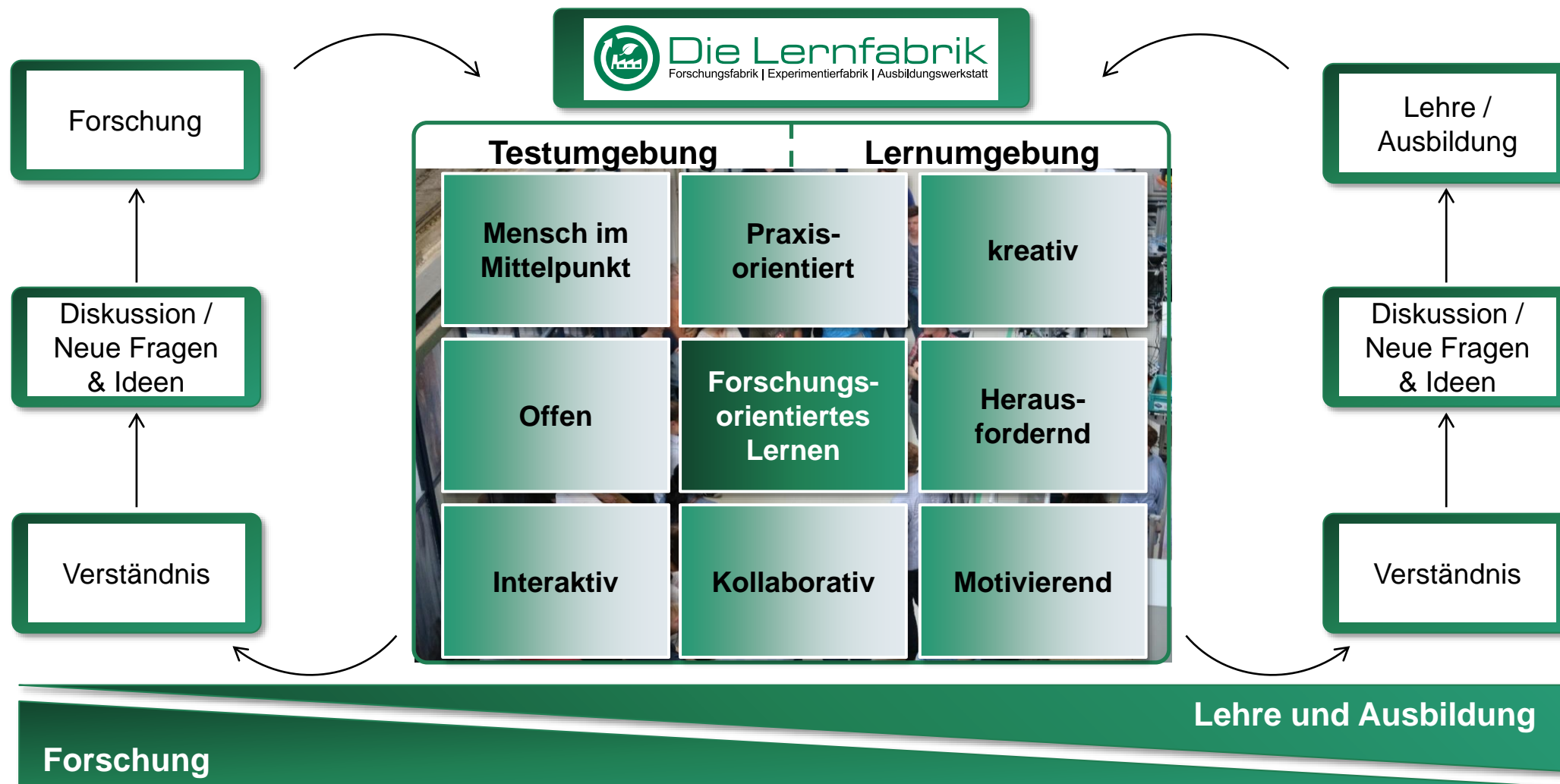
## Neue Lehr-/Lernansätze innerhalb von Lernfabriken





# Nachhaltige und Digitale Produktion in der Lehre und Ausbildung

## Neue Lehr-/Lernansätze innerhalb von Lernfabriken



# Die Lernfabrik@TU Braunschweig

## Forschungs- und Lehrkonzept



Forschungsfabrik  
Research Lab



Experimentierfabrik  
Experience Lab



Ausbildungswerkstatt  
Education Lab

FORSCHUNG

LEHRE

Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion | Industrie 4.0 | Urbane Fabriken

### mit uns digital!

Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen

Mittelstand-  
Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Testumgebung für die Industrie:



Internationale Präsenzen/Kooperationen:



**BITS Pilani**  
Pilani Campus

Indien



**SIMTech**  
A\*STAR

Singapur



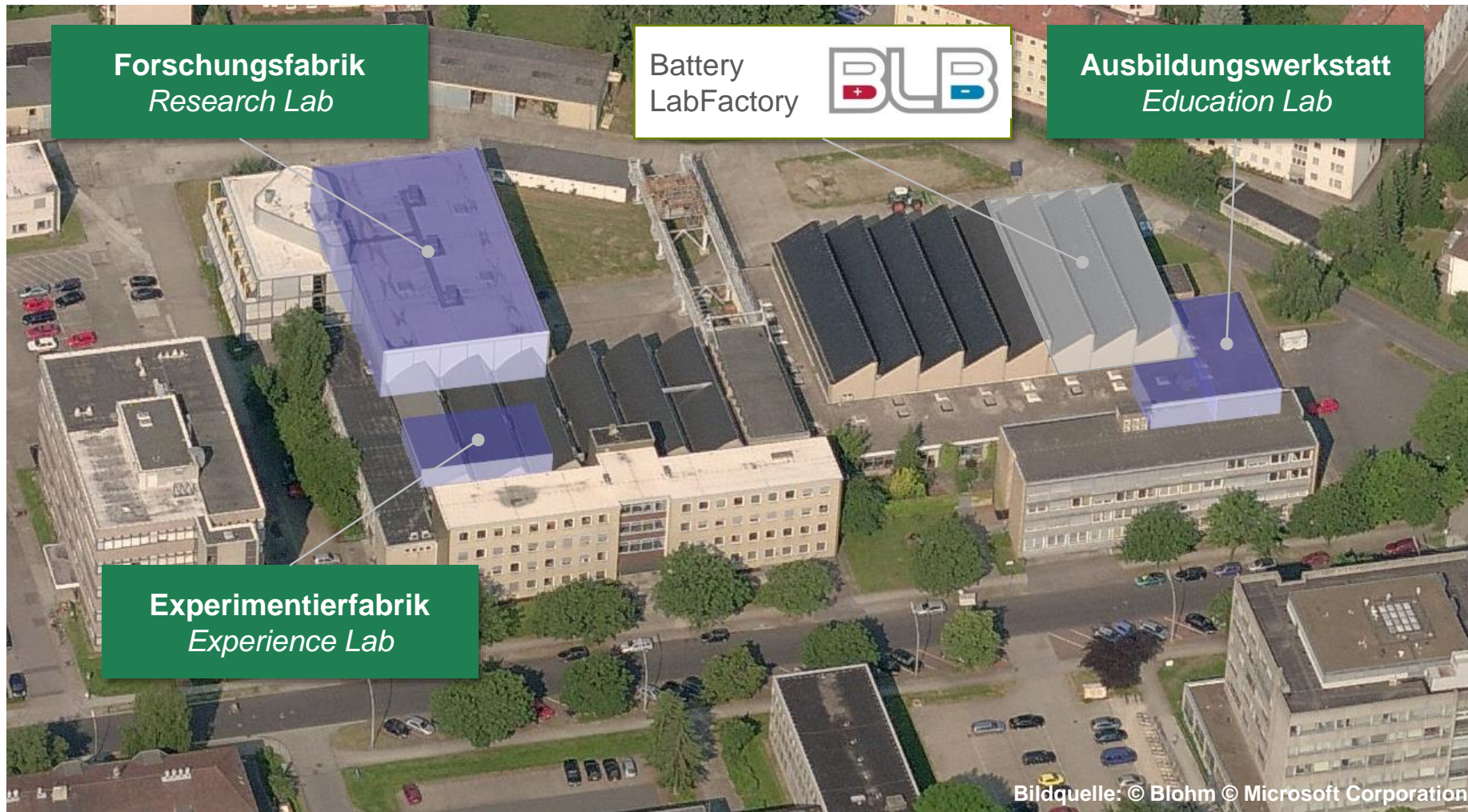
Technische  
Universität  
Braunschweig

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



# Die Lernfabrik@TU Braunschweig

## Standort Langer Kamp



Institut für Werkzeugmaschinen  
und Fertigungstechnik **IWF**

# Agenda

- 1 Vorstellung
- 2 Die Lernfabrik - Konzept und Übersicht
- 3 **Forschung**
- 4 Aus- und Weiterbildung

# Die Lernfabrik@TU Braunschweig

## Forschungs- und Lehrkonzept



Forschungsfabrik  
Research Lab



Experimentierfabrik  
Experience Lab



Ausbildungswerkstatt  
Education Lab

FORSCHUNG

LEHRE

Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion | Industrie 4.0 | Urbane Fabriken

### mit uns digital!

Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen

Mittelstand-  
Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Testumgebung für die Industrie:



Internationale Präsenzen/Kooperationen:



**BITS Pilani**  
Pilani Campus

Indien



**SIMTech**  
A\*STAR

Singapur



Technische  
Universität  
Braunschweig

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



Die Lernfabrik  
Forschungsfabrik | Experimentierfabrik | Ausbildungswerkstatt

# Maschinenebene

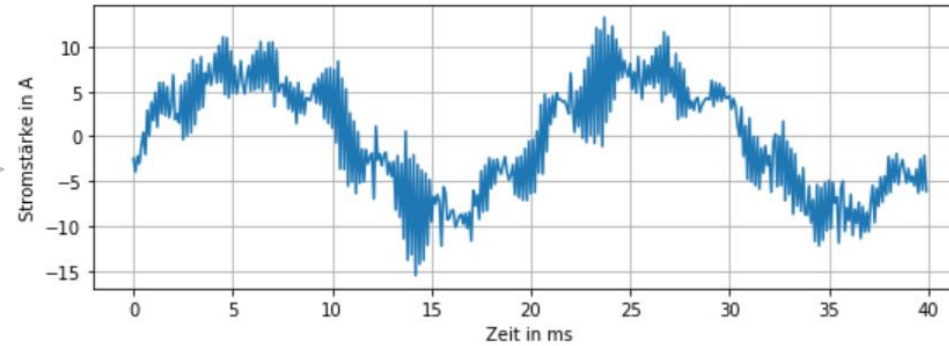
## Condition Monitoring durch Analyse hochfrequenter Strommessdaten



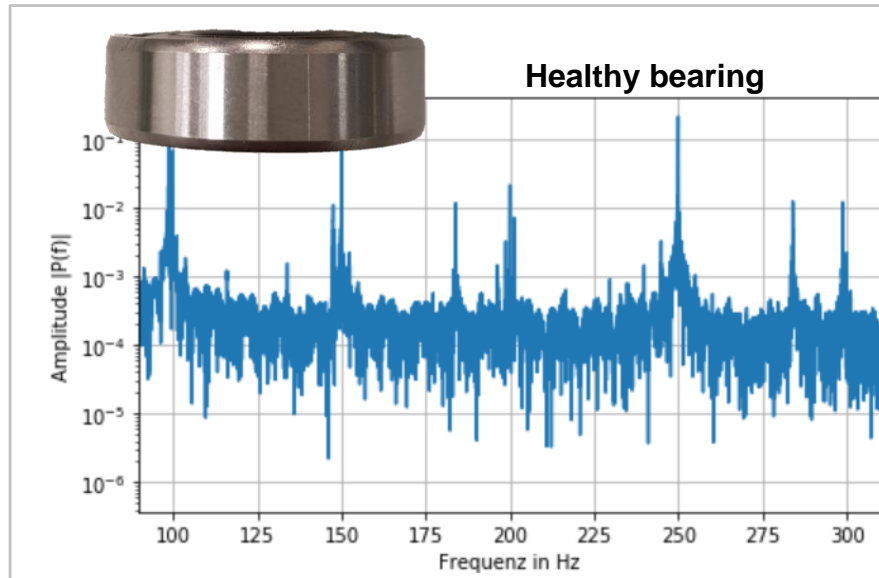
<https://de.dmgmori.com/>

Beispiel: DMU 100 - CNC Bearbeitungszentrum

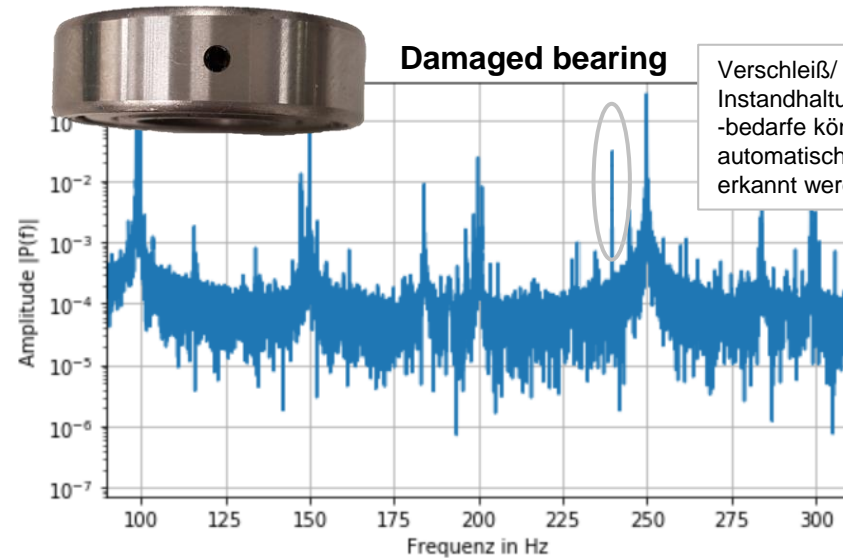
Stromverlauf als Datenbasis



Discrete Fourier Transformation (DFT, ergibt Häufigkeitsverteilung von Frequenzen)

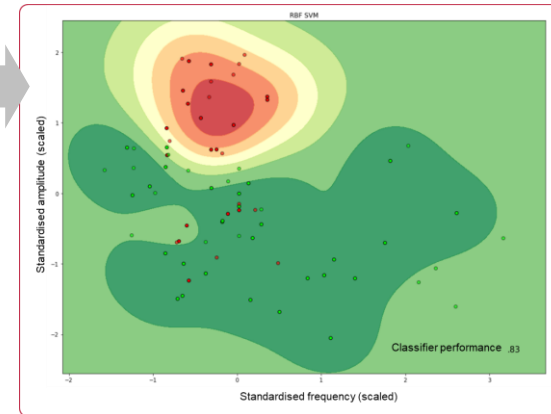


Healthy bearing



Damaged bearing

Verschleiß/  
Instandhaltungs-  
bedarfe können  
automatisch  
erkannt werden



Fehlerklassifikation mit Support Vector Classification

EU PERFORM Project, IWF 2018

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



Technische  
Universität  
Braunschweig



Die Lernfabrik  
Forschungsfabrik | Experimentierfabrik | Ausbildungswerkstatt

# Prozesskettenebene

## Dynamischer Energiewertstrom – „Lean & Green“

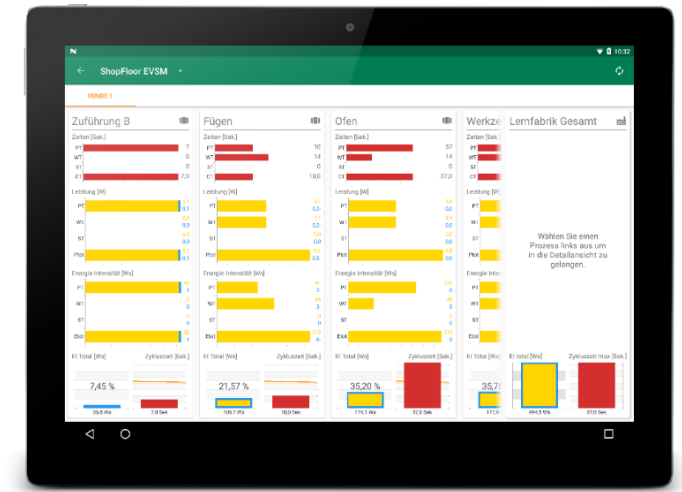
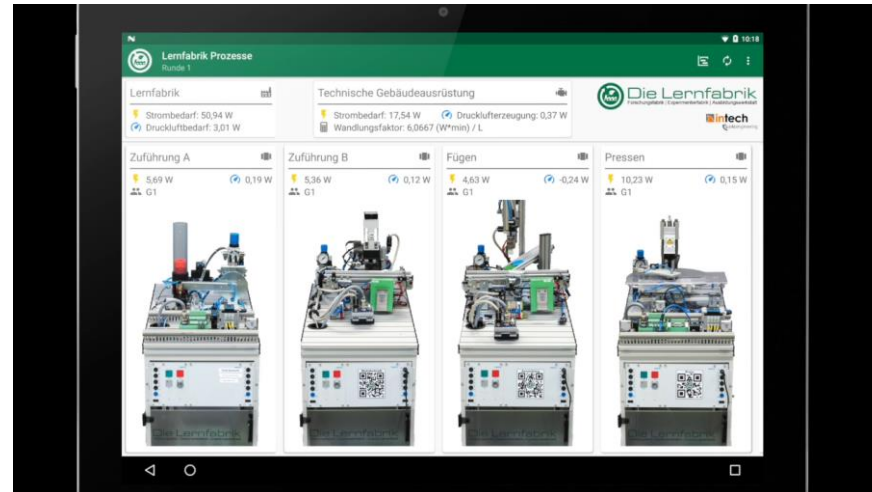
- Wertstromanalyse ist etablierte Methode im Rahmen von Lean Manufacturing mit standardisierter Visualisierung.
- erweiterbar auf Energie- und Ressourcenflüsse
- typische manuelle („Pen&Paper“) Methode, also nur „Momentaufnahme“
- erweiterte Potenziale durch Digitalisierung, Basis für kontinuierliche Verbesserung auf Basis aktueller Daten

**Schneller**  
Adhoc-Verfügbarkeit aktueller Daten

**Einfacher**  
Autom. Anwendung/Berechnung von Kennzahlen

**Genauer**  
Nutzung aktueller und historischer Detaildaten

**weiterführende Informationen**  
zusätzliche Kennzahlen zur Analyse



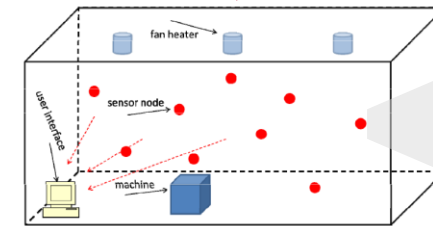
IWF 2018, Mittelstand 4.0

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18

# Fabrikebene

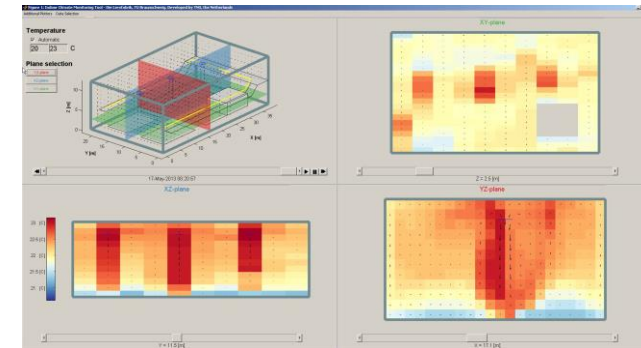
## 3D Emissions-Monitoring für Fabriken

- 3D Thermal Climate Monitoring - "Echtzeit"-Messung und Analyse von Temperatur und Luftströmung in der Fabrik
- Kombination von Messungen und Simulation
- drahtloses Sensorknoten-Netzwerk (ZigBee) liefert genaue Temperaturinformationen an Schlüsselpositionen in der Fabrikhalle - Temperatur und Luftstrom an nicht gemessenen Stellen werden über Simulation berechnet
- Visualisierung am Bildschirm oder Mixed-Reality-Anwendungen



## Ziele

- verbesserte Fabrikgestaltung
- verbesserte Planung und Steuerung der technischen Gebäudeausrüstung



Posselt, G., Booi, P., Thiede, S., Fransman, J., Driessen, B., & Herrmann, C. (2015). 3D thermal climate monitoring in factory buildings. *Procedia CIRP*, 29, 98-103.

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18

[cooperation with TNO in FP7 EMC2 Factory]



# Agenda

- 1 Vorstellung
- 2 Die Lernfabrik - Konzept und Übersicht
- 3 Forschung
- 4 Aus- und Weiterbildung

# Die Lernfabrik – Ausbildungswerkstatt: Von der Vision zur Umsetzung

## Die Ausbildungswerkstatt als eine von drei tragenden Säulen der Lernfabrik



mit uns digital!

Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen

Mittelstand-Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Testumgebung für die Industrie:



Internationale Präsenzen/Kooperationen:



**BITS Pilani**  
Pilani Campus

Indien



**SIMTech**  
A\*STAR

Singapur



Technische  
Universität  
Braunschweig

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



Die Lernfabrik  
Forschungsfabrik | Experimentierfabrik | Ausbildungswerkstatt

# Die Zukunft – Ist Jetzt

## Einführung eines neuen Ausbildungsberufs an der TU Braunschweig

### Berufsausbildung – Produktionstechnologie: Einführung geplant für 2020



Bildquelle: TU Braunschweig, Die Lernfabrik

Zunehmende Digitalisierung von Produktionsstätten und eine ganzheitliche Sichtweise auf Wertschöpfungsketten erfordern neue Kompetenzprofile bei zukünftigen Fachkräften.

Die TU Braunschweig kann mit ihrer interdisziplinären Batteriefertigung (BLB) und dem Leichtbau Campus (OHLF) eine einzigartige Ausbildungsplattform für ProduktionstechnologInnen bieten.

In Kooperation mit:



BATTERY  
LABFACTORY  
BRAUNSCHWEIG



OPEN HYBRID  
LABFACTORY

EINE EINRICHTUNG DES  Der LeichtbauCampus.



Technische  
Universität  
Braunschweig

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



Die Lernfabrik  
Forschungsfabrik | Experimentierfabrik | Ausbildungswerkstatt

# Die Zukunft – Ist Jetzt

## Einführung eines neuen Ausbildungsberufs an der TU Braunschweig

### Berufsausbildung – Produktionstechnologie: Einführung geplant für 2020



Bildquelle: TU Braunschweig, Die Lernfabrik

Einrichtung von Produktionsanlagen	Programmierung und Parametrierung von Produktionsanlagen	Wartung von Produktionsanlagen
Schnittstelle zwischen Produktion sowie Planung / Steuerung	<b>Tätigkeitsfelder Produktionstechnologie/In</b>	Analyse von Produktionsanlagen
Ermittlung und Dokumentation von Prozess- und Qualitätsabweichungen	Prozessgestaltung und -optimierung	Betrieb, Überwachung und Analyse von Produktionsprozessen

In Kooperation mit:



BATTERY  
LABFACTORY  
BRAUNSCHWEIG



OPEN HYBRID  
LABFACTORY

EINE EINRICHTUNG DES NFF

Der LeichtbauCampus.



Technische  
Universität  
Braunschweig

Sebastian Thiede - IWF Lernfabrik | 23. Mai 2019 | Folie 18



Die Lernfabrik  
Forschungsfabrik | Experimentierfabrik | Ausbildungswerkstatt

# LunA – Integrierte Lehre und Ausbildung an der TU Braunschweig

**Projektziel:** Prototypische Entwicklung und erste Implementierung eines Systems zur kollaborativen Ausbildung und Zusammenarbeit von Studierenden und Auszubildenden an der TU Braunschweig.

**Projektlaufzeit:**

01.04.2019 – 31.03.2020

**Gefördert durch:**



GEFÖRDERT VON

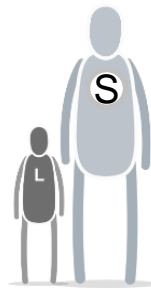
Dieses Lehrprojekt wird im Rahmen des Innovationsprogramms Gute Lehre an der TU Braunschweig aus dem BMBF-Projekt teach4TU unter dem Förderkennzeichen 01PL17043 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Projektansatz

### Studierende



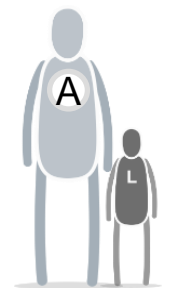
### Bildungssystem übergreifendes Case-based Learning

- Aufbrechen der Grenzen konventioneller Bildungssysteme durch **realitätsnahe und kooperative Lehrangebote**
- Vermittlung von Kenntnissen im Kontext einer **nachhaltigen Fertigung im digitalen Zeitalter.**
- Frühzeitige **Sensibilisierung für (fachinterne und -externe) soziale Interaktion**

Input

Input

### Auszubildende



# Hands-on Schulungen in der Lernfabrik der TU Braunschweig

Schulungsangebot im Rahmen von „mit uns digital!“

## Energietransparenz in der Produktion

- Welche Energieflüsse gibt es in der Produktion?
- Wann ist Energie in der Produktion relevant?
- Wie kann man systematisch Hotspots identifizieren und Energiebedarfe messen?

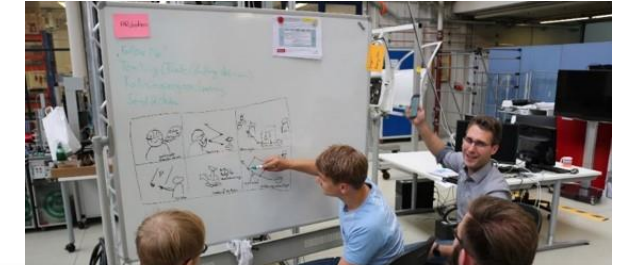


## Mixed Reality in der Produktion

- Wie hängen AR, VR und Mixed Reality zusammen?
- Welche Technologien gibt es und wofür lassen sie sich in der Produktion einsetzen?
- Wie kann eine konkrete Anwendung erstellt werden?



**mit uns digital!**  
Individuell. Unabhängig. Vor Ort.



Schulungen 2019  
TU Braunschweig:

- Mixed Reality: 21.11.19
- Energietransparenz: 17.09.19

Informationen & Anmeldung auf:  
[www.mitunsdigital.de](http://www.mitunsdigital.de)

**KOSTENFREI**

Wir freuen uns auf Sie!



Technische  
Universität  
Braunschweig



Institut für Werkzeugmaschinen  
und Fertigungstechnik **iwf**



## Die Lernfabrik der TU Braunschweig: Forschung und Aus-/Weiterbildung für Energieeffizienz 4.0

Dr. Sebastian Thiede

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering |  
Unternehmergespräch ENERGIE, Goslar, 23.05.2019