

Studiengang Mechatronik

Modul 5 – Konstruktion 1:

Fertigungstechnik

- Vorlesung -

Prof. Dr.-Ing. Enno Wagner

14. Oktober 2025

Übersicht

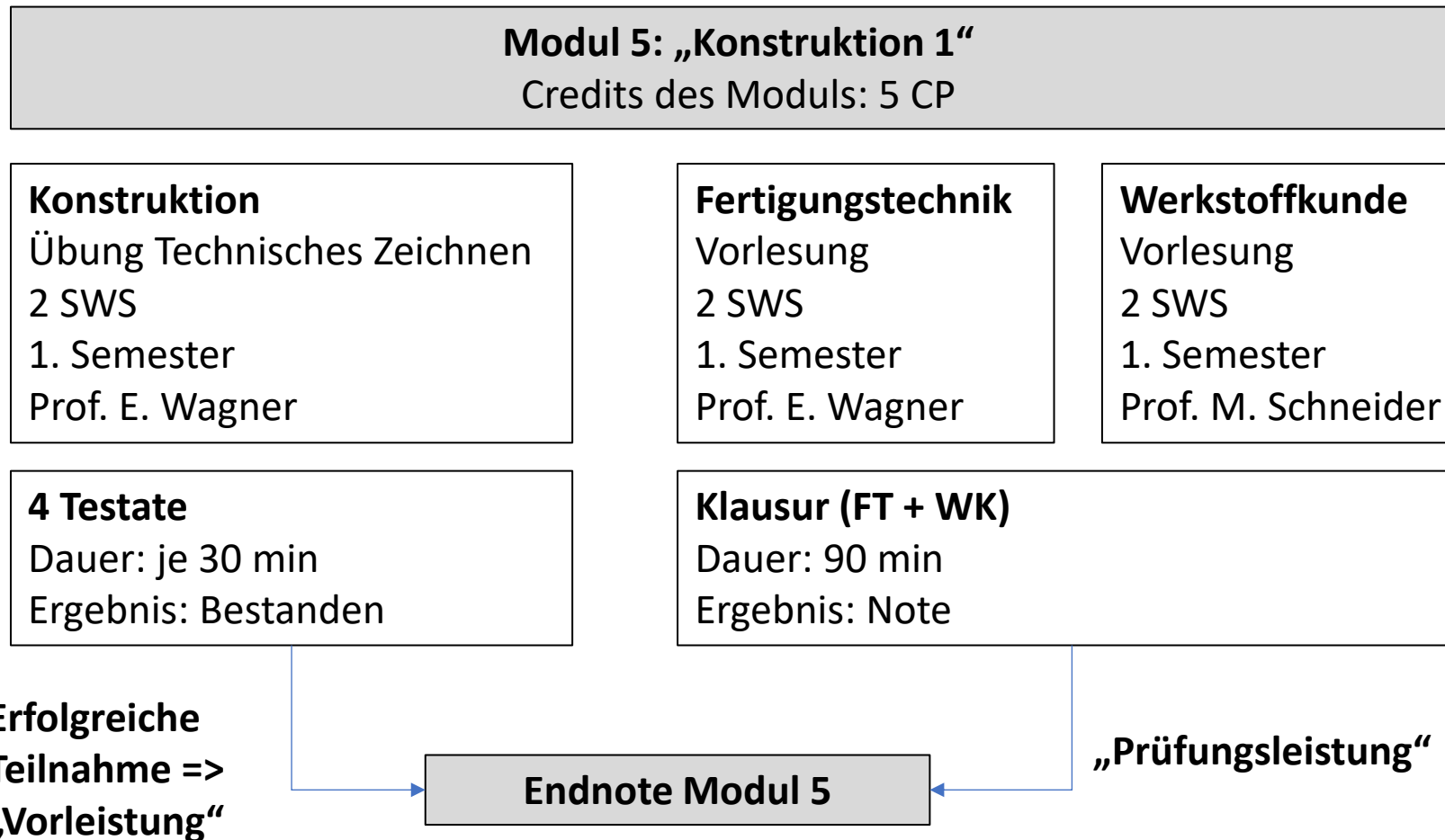
- Organisatorisches zur Lehrveranstaltung
- Vorstellung Prof. Dr. Enno Wagner
- Motivation mechatronische Konstruktion
- Einführung Fertigungstechnik

Modul 5 – Konstruktion 1:

Fertigungstechnik

Lehrveranstaltung

- Name der Lehrveranstaltung: „Fertigungstechnik“
- Zielgruppe: Studierende Mechatronik, 1. Semester
- Umfang der Vorlesung: 2 SWS
- Zeit: Dienstags, 4. Block, 14:15 – 15:45 Uhr
- Raum: 8-107



- Einführung Fertigungstechnik
- Hauptgruppen nach DIN 8580
- Eigenschaften und Auswahlkriterien von Fertigungsverfahren
 - Entwicklung und Trends
 - Additive Verfahren
 - Leichtbau, Kunststofftechnik

Am Ende der Lehrveranstaltung sollten Sie ...

- Die Fertigungsverfahren nach DIN 8580 nennen und erklären können
- Besonderheiten der wichtigsten Verfahren verstanden haben
- Einige Merkmale für die fertigungsgerechte Konstruktion nutzen können
- Die wesentlichen Entwicklungstrends in der Mechatronik benennen können

- B. Awiszus, J. Bast, H. Dürr, P. Mayr:
Grundlagen der Fertigungstechnik
Carls Hansa Verlag, München 2016
- A. H. Fritz, G. Schulze:
Fertigungstechnik
Springer-Verlag, 2006
- M. Heinzler, u.a.:
Tabellenbuch Metall
Europa Lehrmittel-Verlag, 2012

Hinweis zur **Übung Technisches Zeichnen** in Raum 1-131

- Mittwochs, 2. Block (10:00 bis 11:30) => Übungsgruppe A
- Mittwochs, 2. Block (11:45 bis 13:15) => Übungsgruppe B

Bitte tragen Sie sich im CampUAS in eine der Übungsgruppen ein!

Nächsten Mittwoch (15.10.2024) => Start der Übungen

Bitte bringen Sie mit:

2 Bleistifte: 1x normal (HB), 1x weich (B oder 2B)

Geodreieck! Weitere Lineale, Zirkel

CampUAS - Kurse

Fertigungstechnik – WiSe 2025-26

Einschreibeschlüssel: FT#2025-26

Konstruktion 1 - WiSe 2025-26

Einschreibeschlüssel: KON#2025-26

Lotsenkurs Lehreinheit Elektrotechnik WiSe 25/26

Einschreibeschlüssel:



E. Wagner: Fertigungstechnik - WiSe 2025-26
B.Eng. Mechatronik



E. Wagner: Konstruktion 1 - WiSe 2025-26
B.Eng. Mechatronik



Lotsenkurs Lehreinheit Elektrotechnik WiSe
25/26
Elektrotechnik Studiengänge



Persönliche Vorstellung

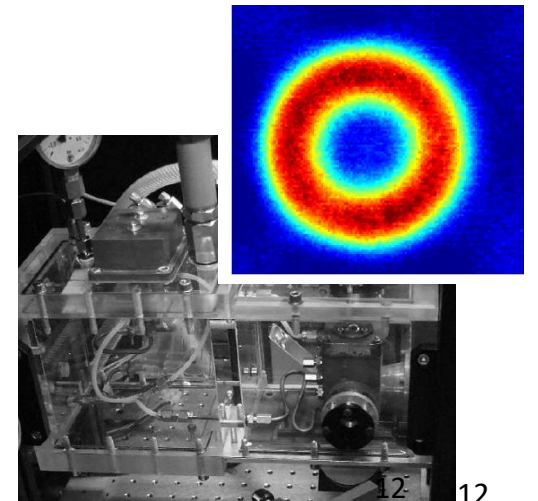
Prof. Dr.-Ing. Enno Wagner

Maschinenbaustudium: Technische Universität Darmstadt

- Methodische Schwerpunkte: Mechatronik und Produktentwicklung
- Anwendungsschwerpunkt: Energietechnik, Brennstoffzellen (Praktikum am DLR)
- Auslandssemester: University of Canterbury, Christchurch, New Zealand
- Diplomarbeit Fraunhofer ISE: Elektrolyseforschung, Membran-Elektroden-Einheiten

Doktorarbeit: TU Darmstadt, Institut für Technische Thermodynamik

- Grundlagenforschung Wärme- und Stofftransport
- Entwicklung hochauflösende optische Messtechniken
- Mikroskopische Phänomene bei der Bildung von Dampfblasen
- ESA Parabelflug-Kampagne: Sieden in der Schwerelosigkeit
- Mitarbeit in der Lehre im Fach Technische Thermodynamik



Stiebel Eltron GmbH (2010 – 2014)

- Produktentwicklung Erneuerbare Energien / Wärmepumpe
- Gruppenleiter für Mess- und Regeltechnik
- Projektleiter: Konstruktion einer drehzahlgeregelten Wärmepumpe
- Anmeldung von rund 10 Patenten

Weiss Technik GmbH (2014 bis 2019)

- Umweltsimulationsanlagen und Teststände
- Leiter Entwicklung Elektronik / Software (30 Mitarbeiter)
- Leitung internationale Projekte (USA, Frankreich, UK)
- F&E Projekte mit RWTH Aachen und KIT
- Projektleiter Digitalisierung, Aufbau IoT Plattform

Interessen: Familie, Skifahren, Snowboarden, Klettern, Outdoor

Professor für **Mechatronische Konstruktion** und **Technische Mechanik**

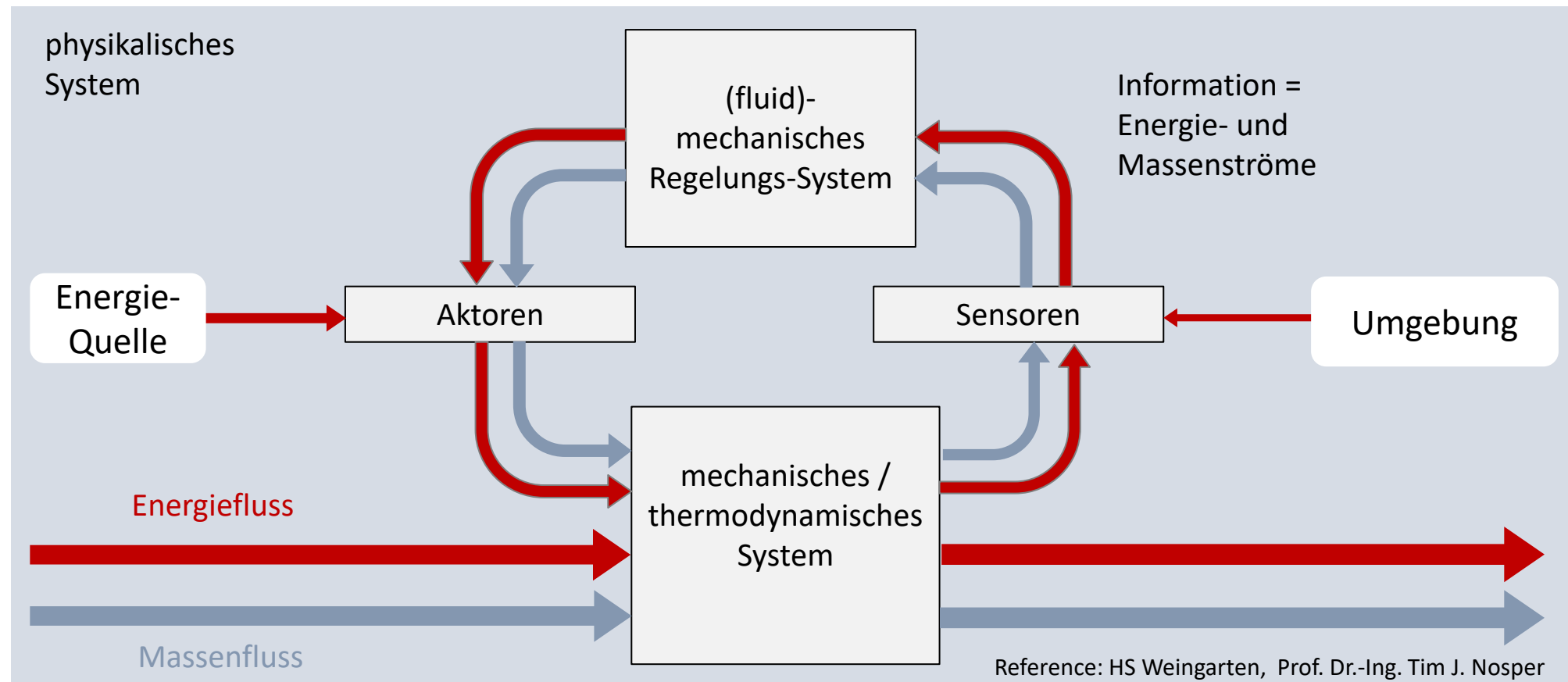
Seit 01.04.2019 an der Frankfurt UAS

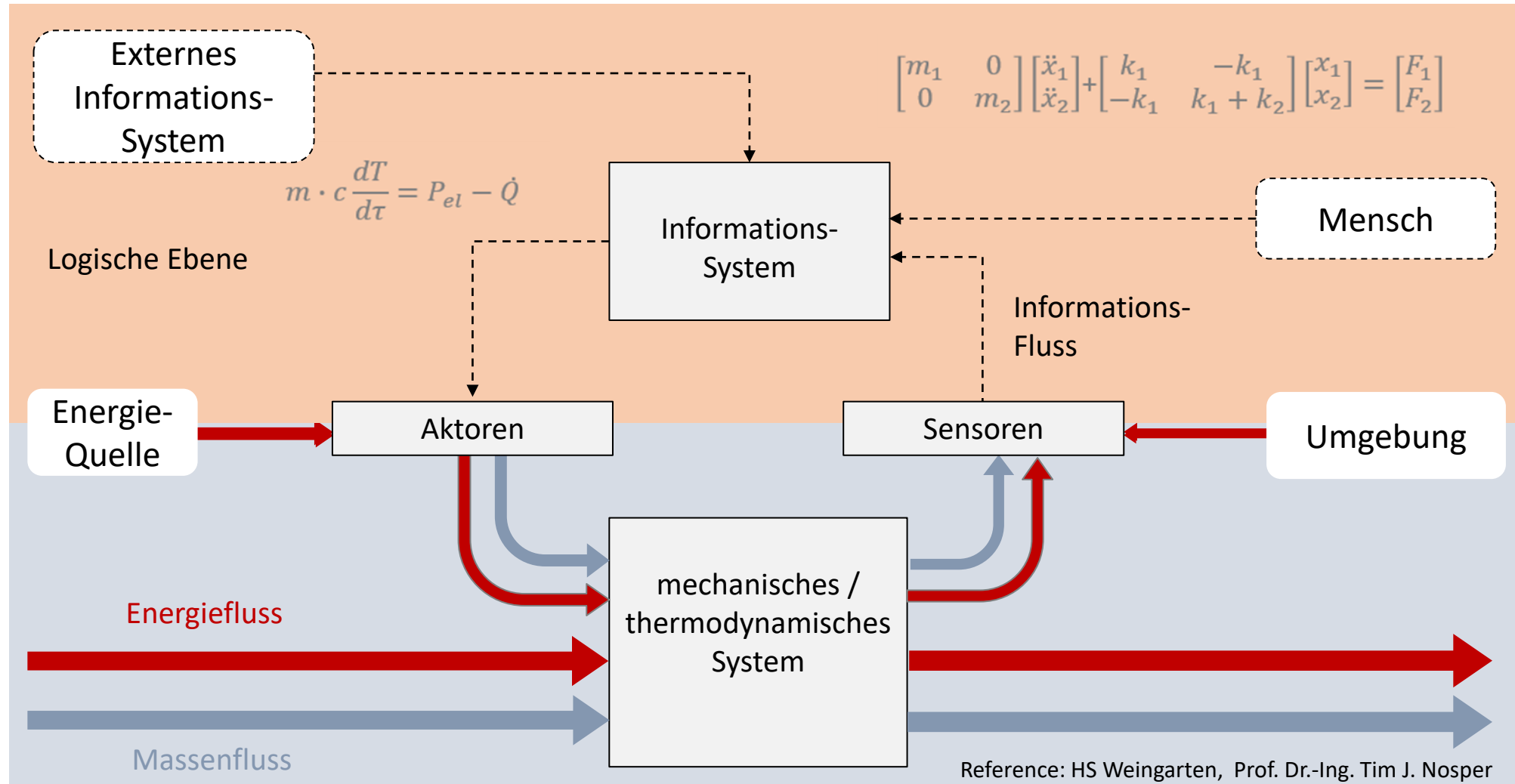
Lehrveranstaltungen:

- Fertigungstechnik
- Konstruktion 1 + 2 (Technisches Zeichnen + CAD)
- FEM - Finite Elemente Methoden (CAE)
- Mechatronische Konstruktion (+ Projektarbeit)
- Kinematik (im Master Mechatronik und Robotik)
- Brennstoffzellen und Wasserstoff (Master + WP-Modul)

Welchen Stellenwert hat die **mechanische Konstruktion**
im Zeitalter von Digitalisierung und KI?

mechanisch-/thermisches System





Dieselskandal, Fahrverbote, Klimaschutz, EU-Vorgaben zur CO₂-Reduktion, ...
=> Die Tage des Verbrennungsmotors scheinen gezählt

Verbrennungsmotor	Elektro-Antrieb
> 1000 Teile	> 100 Teile
Vielzahl bewegte Teile, mechanische Steuerungen	Wenige bewegte Teile, elektronische Steuerungen
Kernkompetenz, hohe Fertigungstiefe	Viele Zukaufteile
Wertschöpfung bei Qualität und Lebensdauer der Mechanik (Maschinenbau)	Wertschöpfung bei Reichweite und Lebensdauer der Akkus (Elektrochemie) sowie digitale Interfaces und Services (Informatik)

Die Krise der Automobilindustrie:

- Nachfrage-Einbruch:
 - 583.000 PKW im März 2011
 - 237.000 PKW im August 2025
 - Einbruch von rund 60 Prozent!
- Die Krise als Chance:
 - Digitalisierung des PKW:
 - 1 Hochleistungsrechner statt 100 Steuergeräte
 - USB-Stick statt Werkstatt
 - Fahrkomfort per Knopfdruck (sportlich oder familienfreundlich, eher hart oder weiche, rasant oder ruhig)

Quelle: Tagesschau

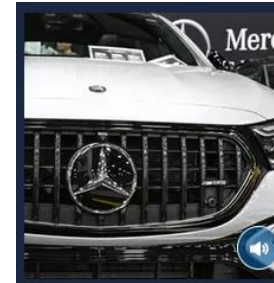
<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/autoindustrie-krise-deutschland-kann-innovation-100.html>



31.07.2025

Wegen US-Zöllen und China
BMW-Gewinn bricht um ein Drittel ein

Der Nettogewinn des Autobauers BMW fiel im zweiten Quartal um rund 32 Prozent.
| mehr



30.07.2025

Stuttgarter Autobauer
Mercedes-Gewinn bricht um 69 Prozent ein

Die US-Importzölle und das schwache China-Geschäft haben Mercedes-Benz einen Gewinnrückgang eingebracht. | mehr



25.07.2025

Zölle belasten Autobauer
Starker Gewinneinbruch bei VW

Der Gewinn von Volkswagen ist im zweiten Quartal um mehr als ein Drittel eingebrochen. | mehr

Quelle: Tagesschau

<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/autoindustrie-zoelle-schwaeche-100.html>

Fazit: Stark abnehmende mechanische Aufgaben für den Maschinenbau !?

Jedoch ...

- Die nächste Generation der Elektromobilität wird neben Akkumulatoren auch Brennstoffzellen mit an Bord führen
- Je größer die Fahrzeuge (SUVs, Busse, LKWs) und je größer die angestrebte Reichweite (> 800 km) umso deutlicher die Vorteile der Brennstoffzellen
- Die Gesamt-Rohstoff-/Energiebilanz über den Lebenszyklus bei Kapazitäten über 50 kWh fällt bei Brennstoffzellen positiver aus als bei Batterien

- Erste serienreife PKWs von asiatischen Herstellern
 - Honda Clarity FC
 - Hyundai ix35 FC
 - Hyundai Nexa
- Wasserstoff in Carbonfaser-Drucktanks bis 700 bar
- TÜV und StVO Zulassung nach neusten Standards
- Wasserstofftankstellen in Deutschland
 - ca. 100 Tankstellen installiert
 - Bedarf flächendeckendes Netz: rund 1000 Tankstellen
- Brennstoffzellen PKWs in Deutschland
 - Aktuell ca. 1400
 - Tendenz leicht steigend (vor allem Nutzfahrzeuge)



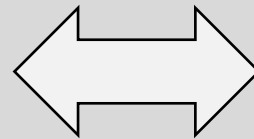
Was bedeutet das für die Mechatronik ?

Einführung des Begriffes „Thermotronik“

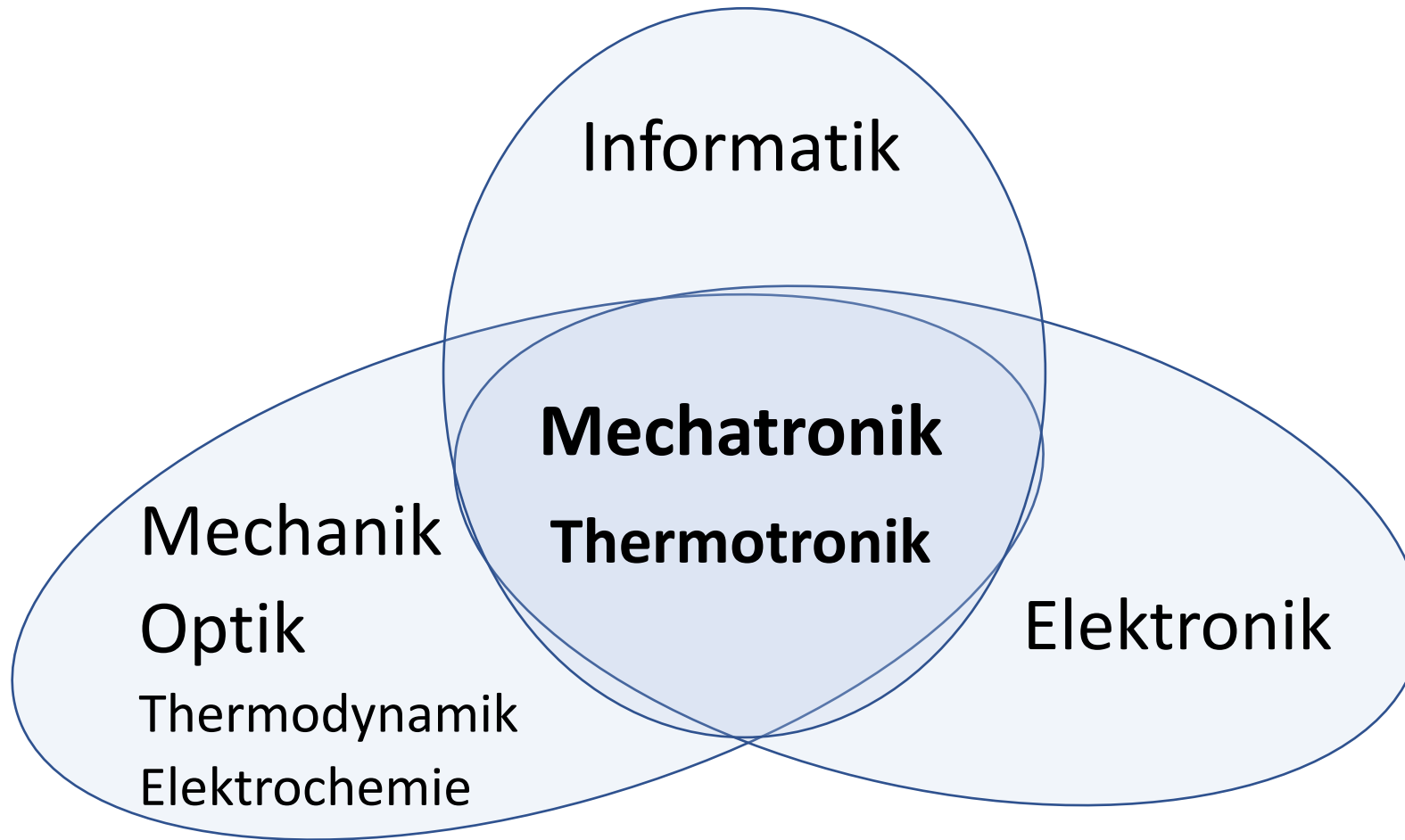
Prof. Lino Guzzella an der ETH Zürich, Professor für Thermotronik:

Systemtheorie

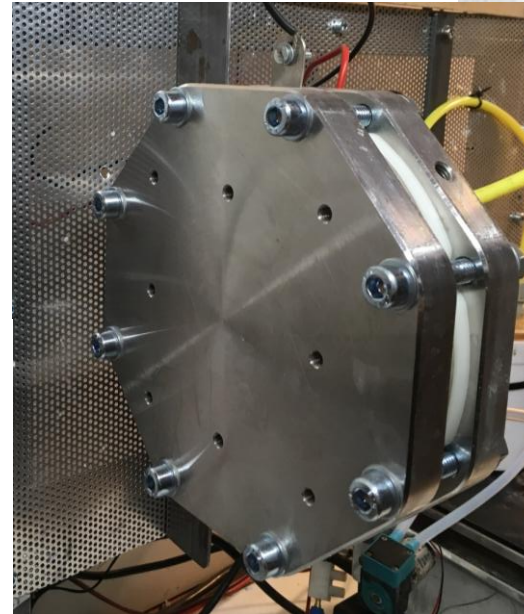
Thermische Wissenschaften
Thermodynamik, Chemie,
Strömungslehre, Elektrochemie

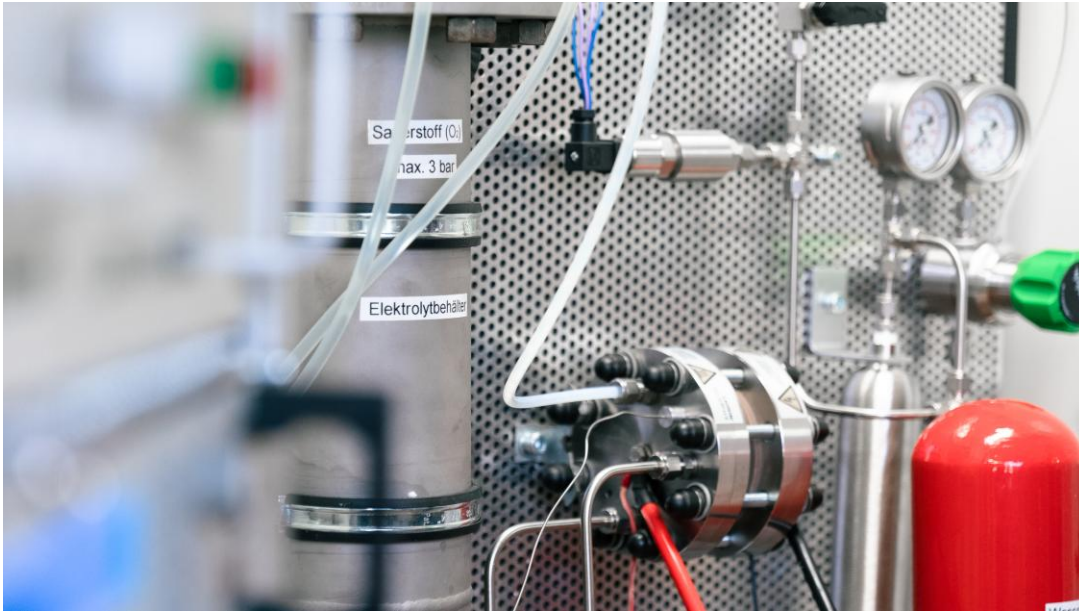


**Kommunikations- und
Informationswissenschaften**



- Wasserstoffverdichtung bis 700 bar
 - Große Herausforderung für die mechanische Konstruktion => Metallmembran-Verdichter
 - Neue Konzepte und Erfindungen möglich!
- Entwicklungsaufgaben Wasserstoff
 - Druck-Elektrolyse
 - elektrochemische Verdichter
 - Mess- und Regeltechnik
 - Mechatronische Regelventile
 - Systemtechnik



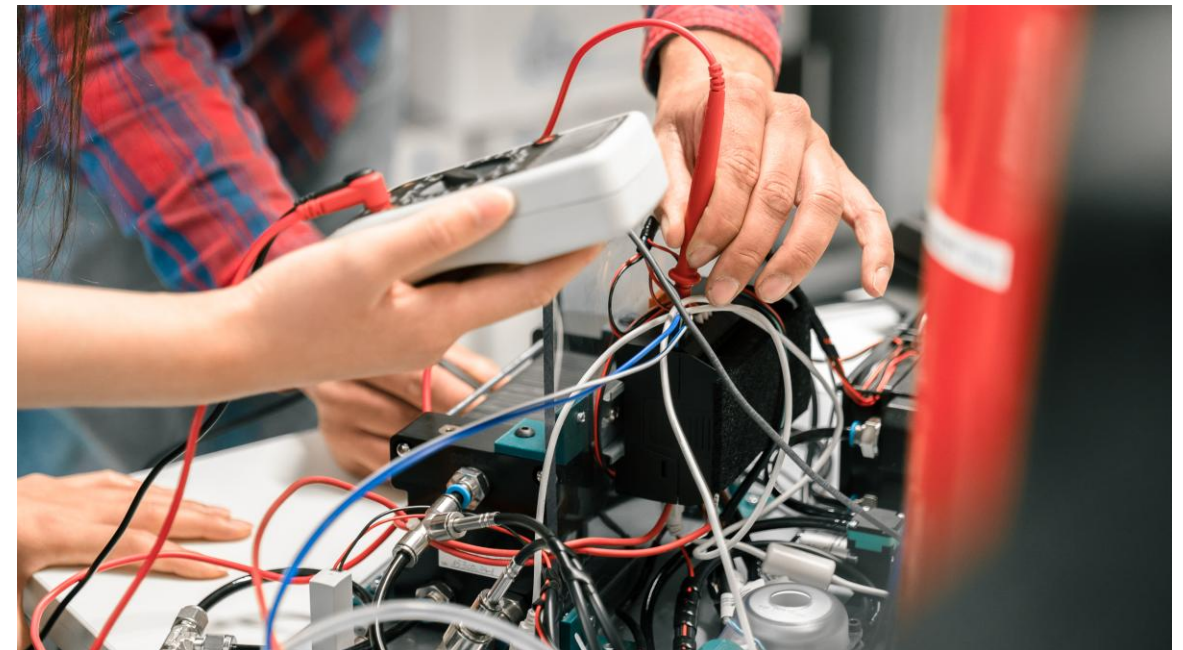


Zusammenwirken unterschiedlichster Fachgebiete

- Mechanische Konstruktion, Verfahrenstechnik
- Thermodynamik, Elektrochemie
- Sensorik, Messtechnik, Regelungstechnik
- Informationstechnik

Entwicklung Brennstoffzellen-Anwendungen

- Hohe technische Komplexität!
- Druckspeicher, Ventile, Rohre, Druckminderer
- Brennstoffzelle mit Kühler, Gebläse und Sensorik
- Regler, DC-DC Wandler, Akkus, Ladeelektronik



Bei Interesse an

- Studien-/Projektarbeiten
- Bachelor-/Masterarbeit
- HiWi-Tätigkeit

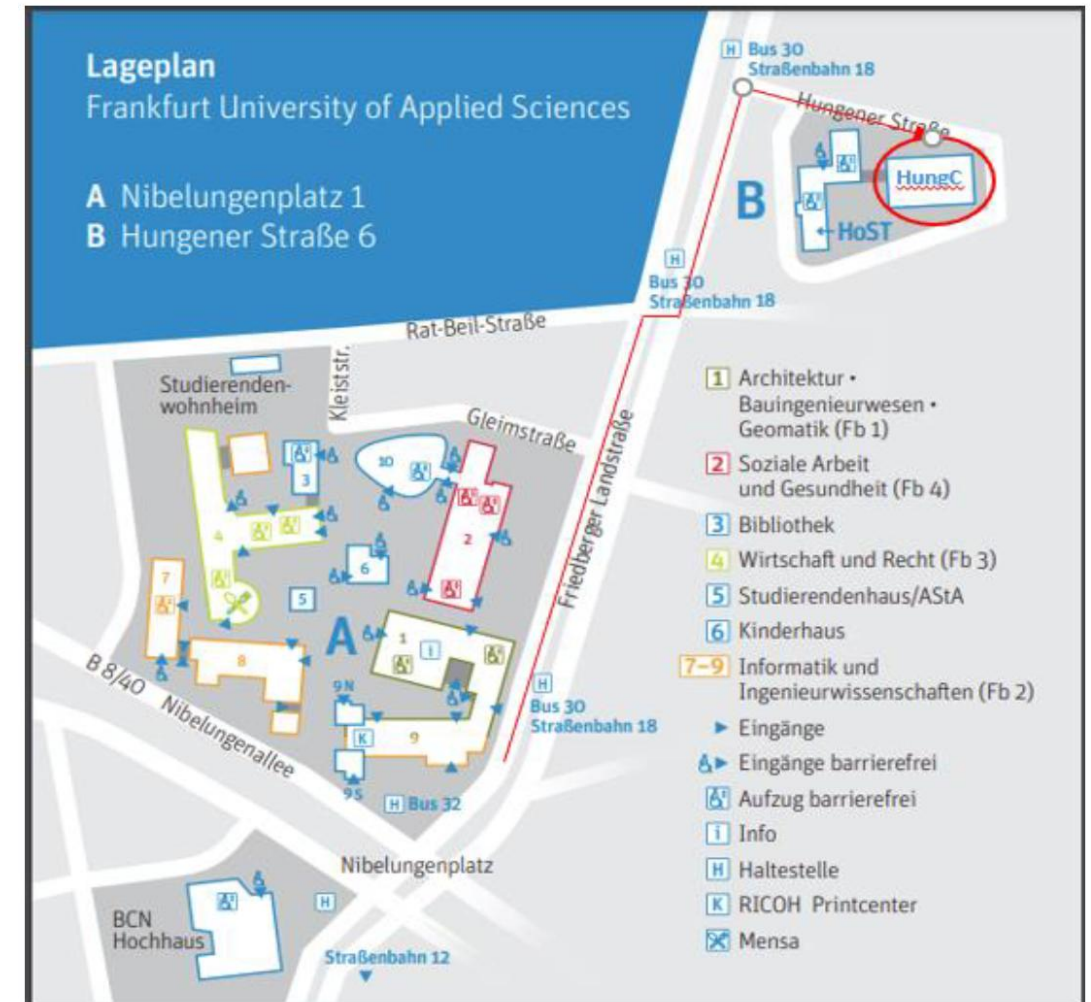
gerne melden bei:

Prof. Dr. Enno Wagner

Hungener Str. 6, Gebäude C, Raum 9

Tel.: 069 1533 2737

Email: enno.wagner@fb2.fra-uas.de



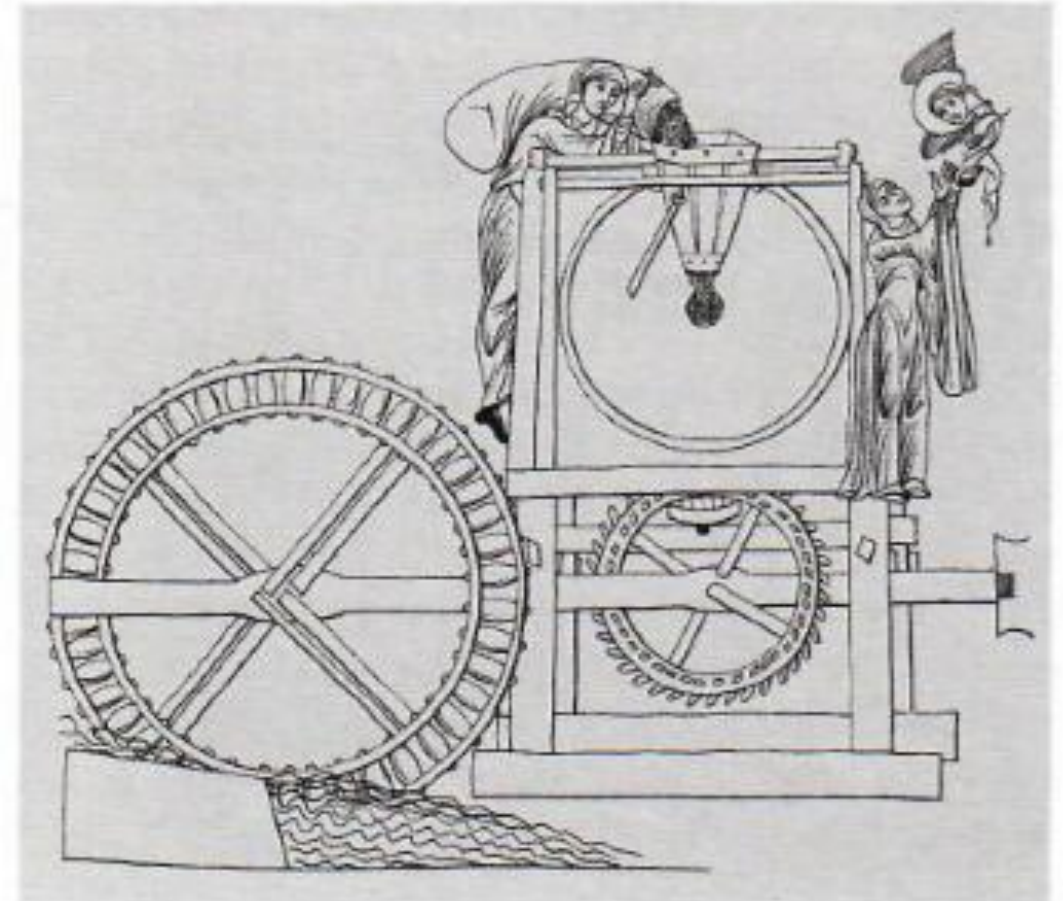
Einführung Fertigungstechnik

Welche Fertigungsverfahren kenn Sie ?

=> Kurzes Brainstorming

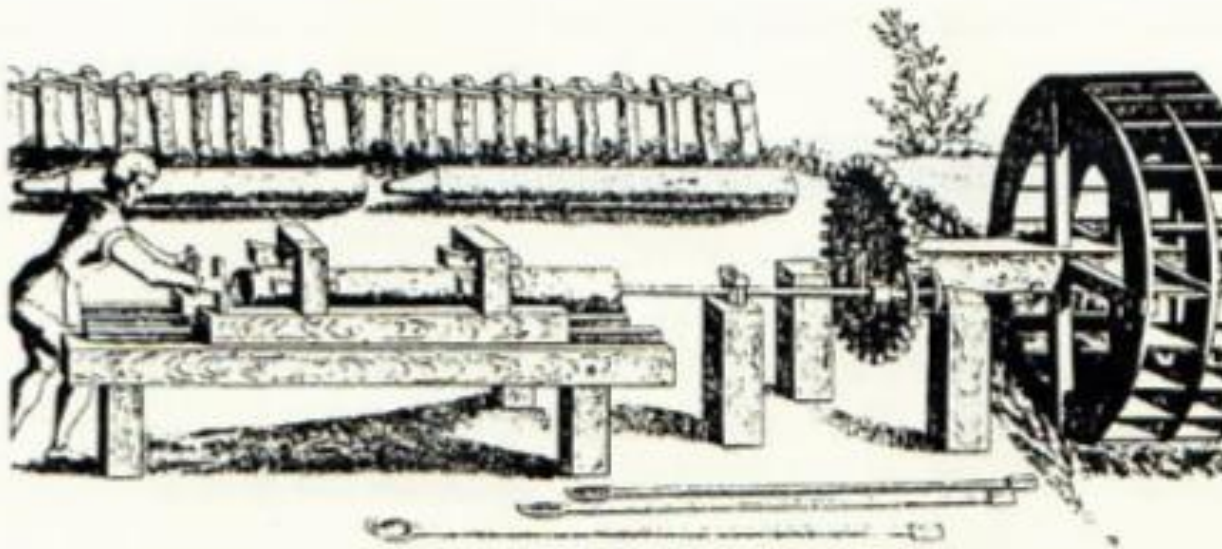
- Im Frühen Mittelalter erste „Maschinen“ zur Erleichterung schwerer Arbeit
- Auswendige Fertigung aller Einzelteile von Hand
- Überwiegend aus Holz gefertigt
- Bauteile „aus dem Vollen“ geschnitzt. Bsp. Schiffsbau!
- Keine genormten Darstellungen, Zeichnungen, Bauteile (siehe Darstellung der Räder als Vollkreis)

Wassermühle Vitruvscher Bauart
mit unterschächtigem Wasserrad (um 1242)



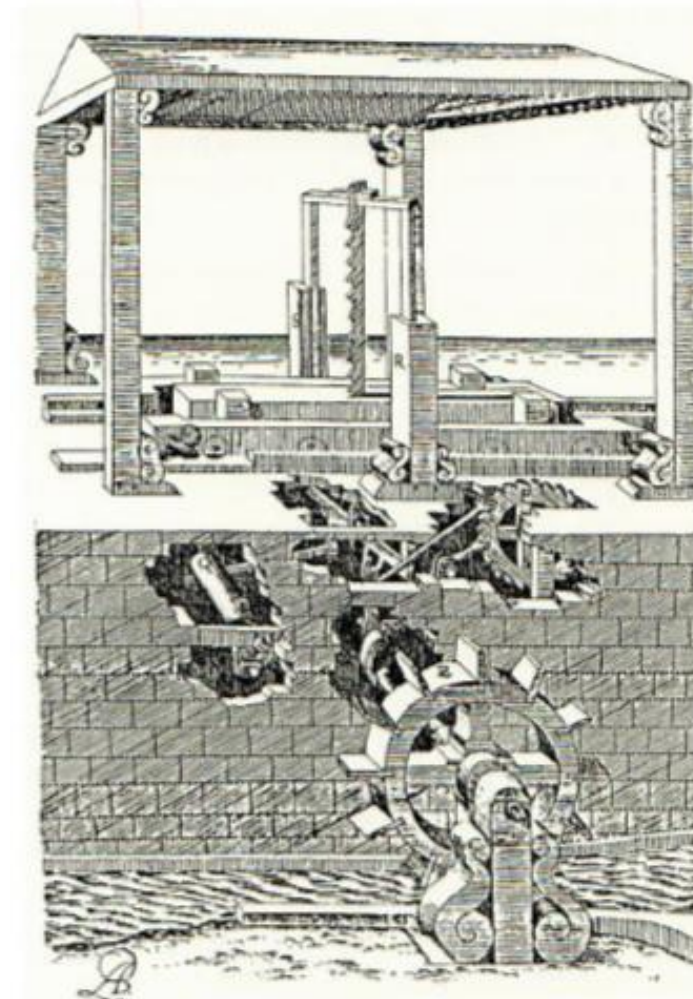
Zeichnung um 1242 Quelle: Friedrich Klemm: Geschichte der Technik, Teubner 1998

Erste Komplexe Werkzeugmaschinen um 1620



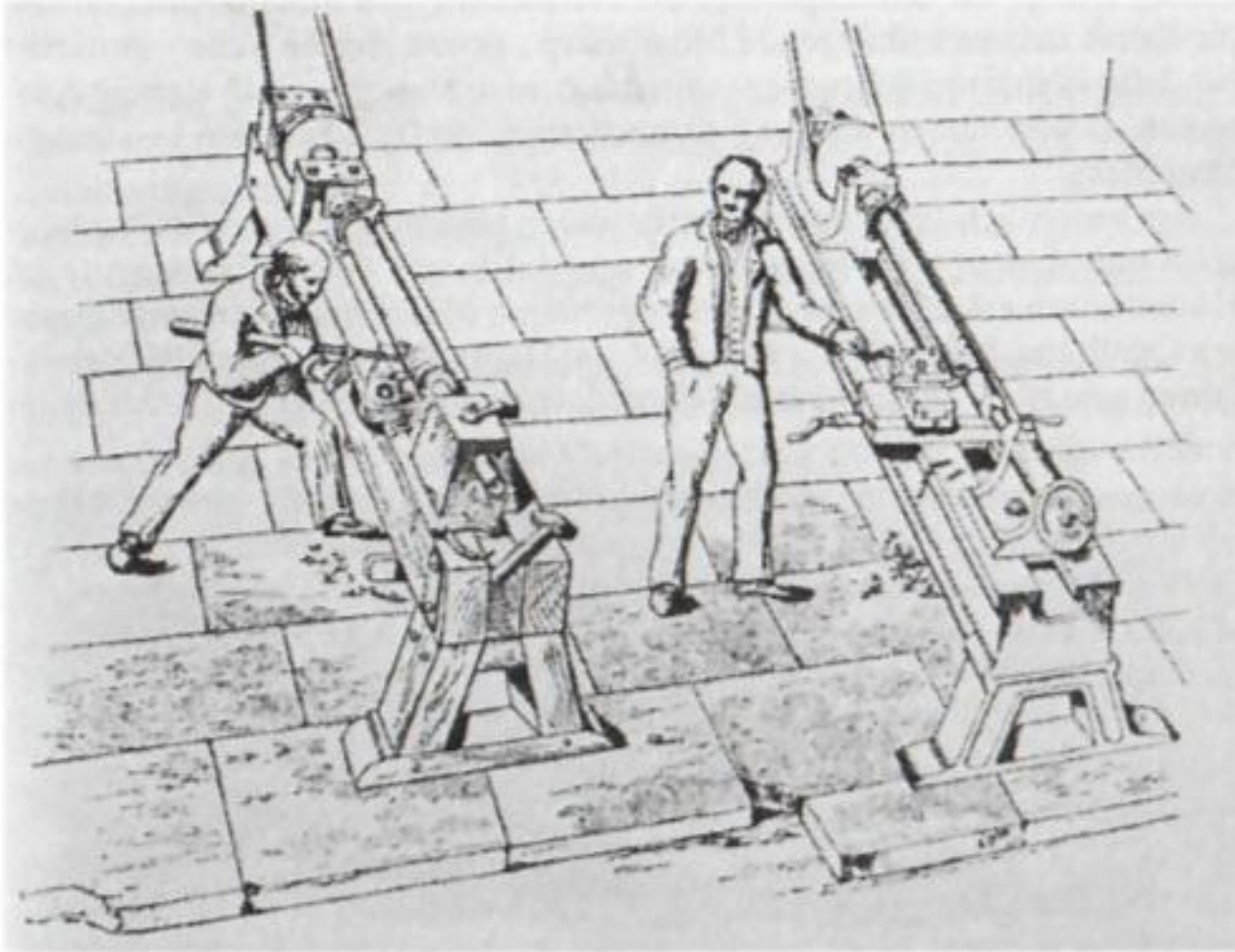
Von einem Wasserrad angetriebene Maschine zum Längsdurchbohren von Baumstämmen (für Wasserleitungen), vorgestellt von dem französischen Ingenieur Salomon de Caus in: »Les raisons de forces mouvantes«, 1615

Quelle: Chronik der Technik, Chronik Verlag 1989



Darstellung einer Gattersäge in dem Werk »Schatzkammer Mechanischer Künste« des königlich-französischen und polnischen Ingenieurs Augustini de Ramelli aus dem Jahr 1620:

»... Wie man mit Hülffe eines Flußes grosse stücke Hölzzer zerlegen und darvon Die-len oder Bretter leichtlich schneiden könne...«; das Wasserrad bewegt nicht nur das Sägeblatt, es bewirkt auch den Vorschub des zu bearbeitenden Holzstücks

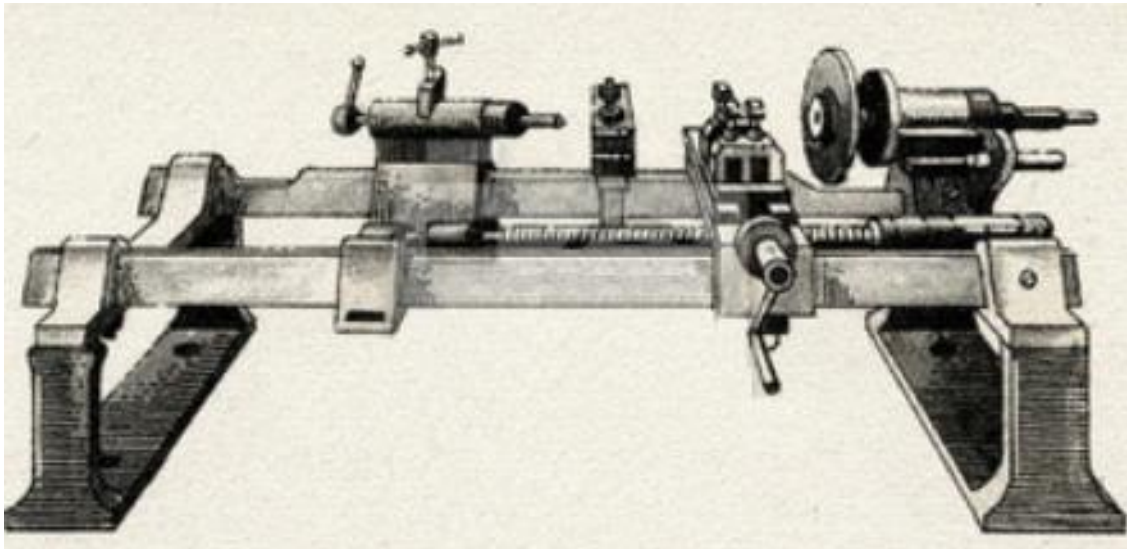


60: Handstahl und Maudslaysche Supportdrehbank. Zeichnungen, 1840.

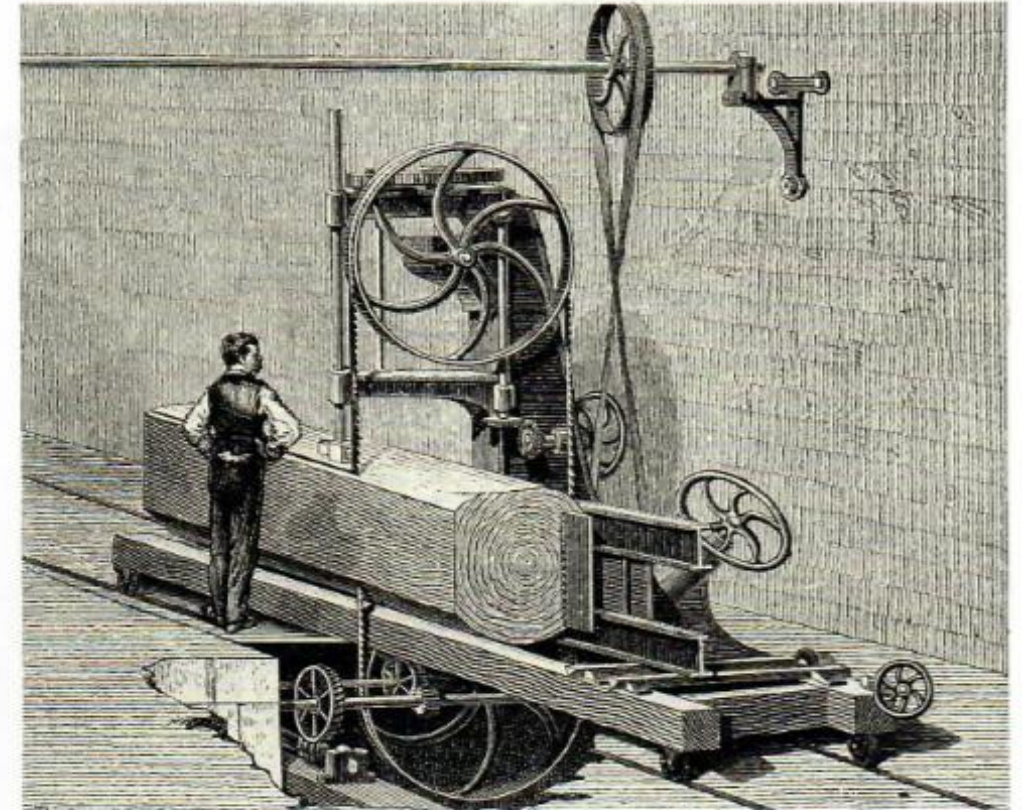
- James Watt, 1765: doppelt wirkende, umlaufende Dampfmaschine mit Kondensator
- John Wilkinson, 1776: Zylinderbohrwerk für James Watts Dampfmaschine
- **Henry Maudslay**, um 1800: Support-Drehbank ganz aus Stahl
 - Einfache Bedienung für ungeschulte
 - Genormte Schrauben
 - Fabrik für Dampfmaschinen

Quelle:

Friedrich Klemm: Geschichte der Technik, Teubner 1998



Erste Gewinde-Drehbank von Maudslay um 1797



Dampfkraftgetriebene Bandsäge aus dem frühen 19. Jh.; die Leistung der Dampfmaschine wird per Wellen- und Riementransmission übertragen

Fertigungsmaschinen heute



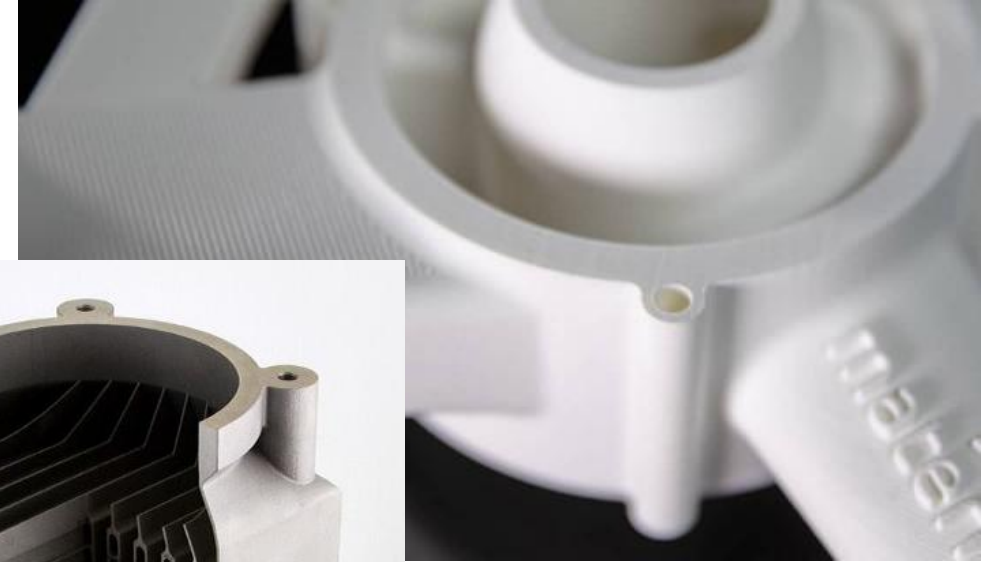
Beispiel: SMART TURN des italienischen Herstellers Biglia,
Quelle: Vertriebspartner teamtec-gmbh.de (Alzenau)

- multifunktionalen 5-Achsen Dreh-/Fräszentren
- Hochpräzise Fertigung
- Einlesen von DXF-Dateien
- Vollautomatische Fertigung
- Hochgeschwindigkeits-Zerspanung durch lokale Kühlung
- Sauberes Arbeiten durch hermetischen abgedichteten Kühlwasser-/Schmierstoff-Bereich

... und wie sieht die Zukunft der Fertigung aus ?

Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck)

- Herstellung hochkomplexer Formen
- Viele Kunststoffe und Metalle
- Fertigung verschachtelter Geometrien in einem Stück
- Beispiel: Lasersintern
- Firma: Materialise



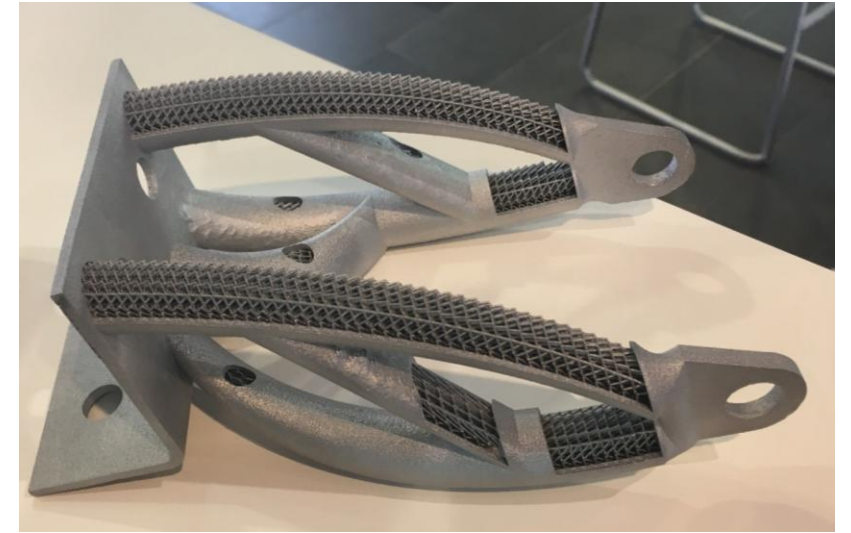
Beispiel Konzept E-Fahrzeug e.GO der RWTH Aachen



Herkömmliche Fertigung aus mehreren Blechteilen. Mittels verschiedensten, aufwendigen Arbeitsschritten hergestellt



Kostengünstiges Gußteil, Prototyp mittels 3D-Druck hergestellt



Computeroptimiertes Leitbauteil, mit „intelligenter“ Struktur, nur mittels 3D-Druck herstellbar

Quelle: Eigene Aufnahmen auf der Autodesk University, Darmstadt 2019

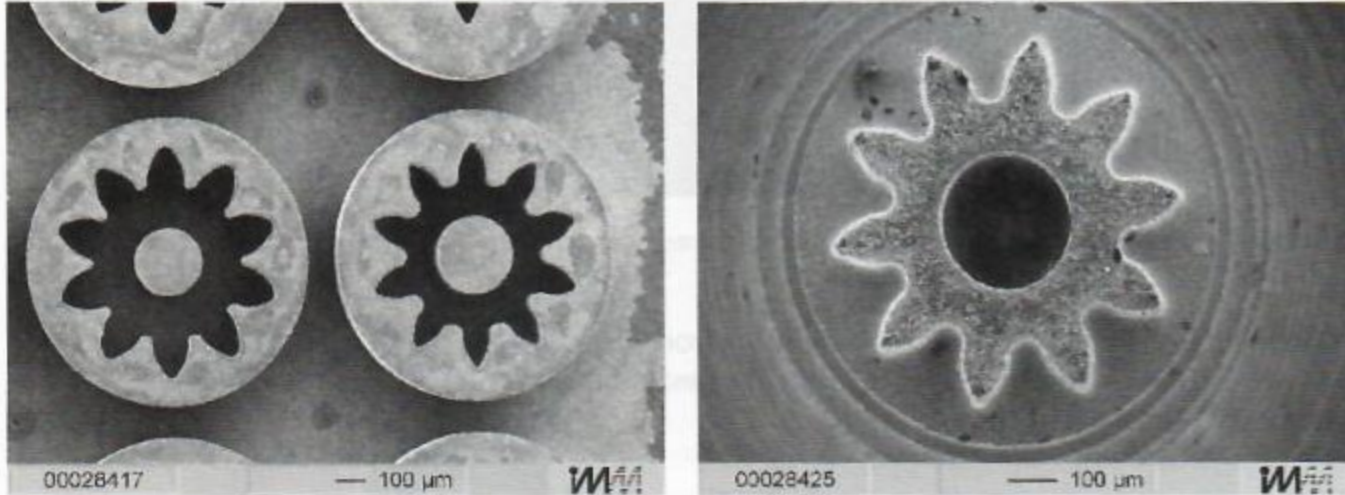
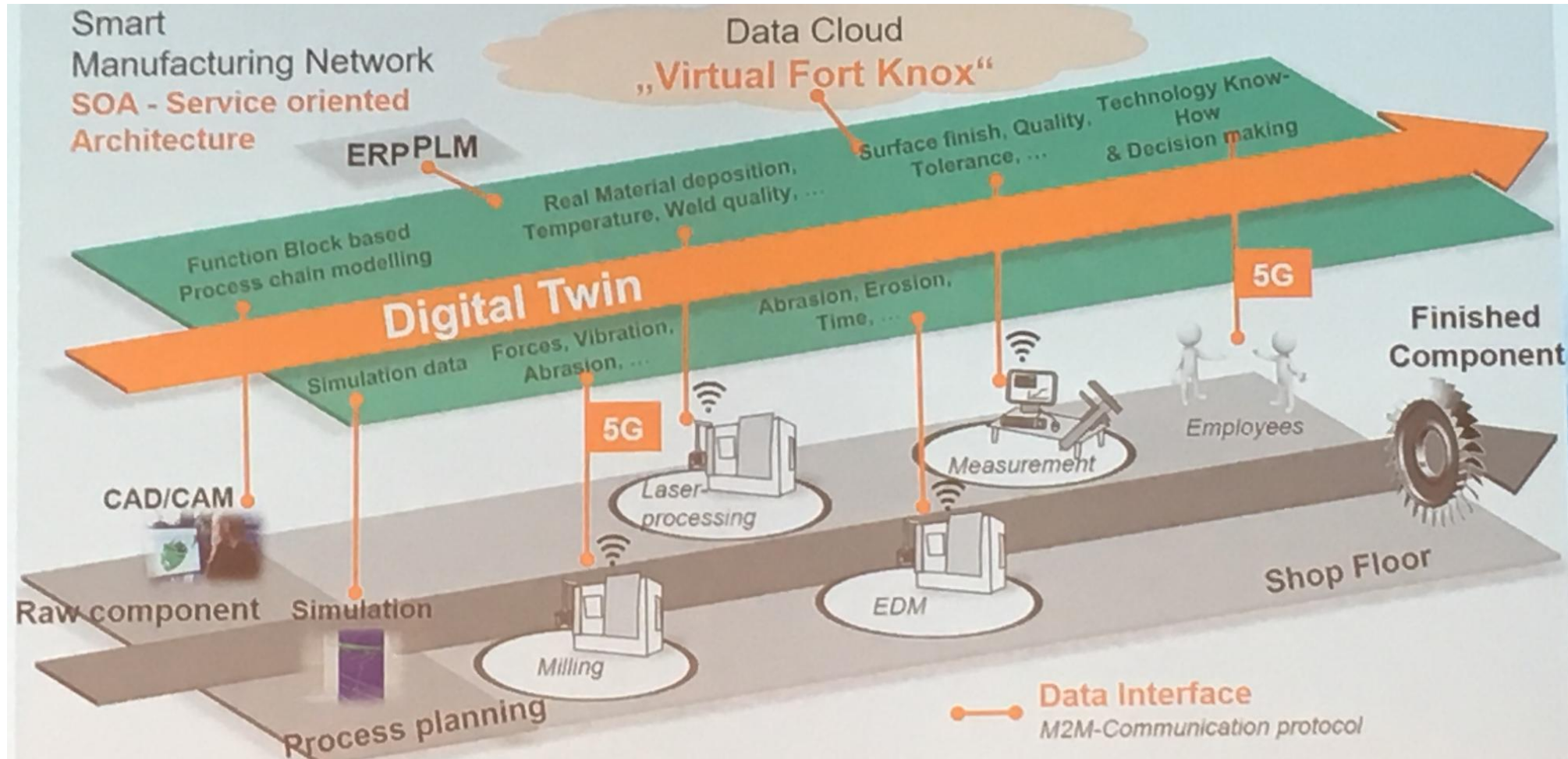


Abbildung 3.28 Als Elektroden verwendete LIGA-Strukturen (links) und durch LIGA-Funkenerosion gefertigtes Getrieberad (rechts).

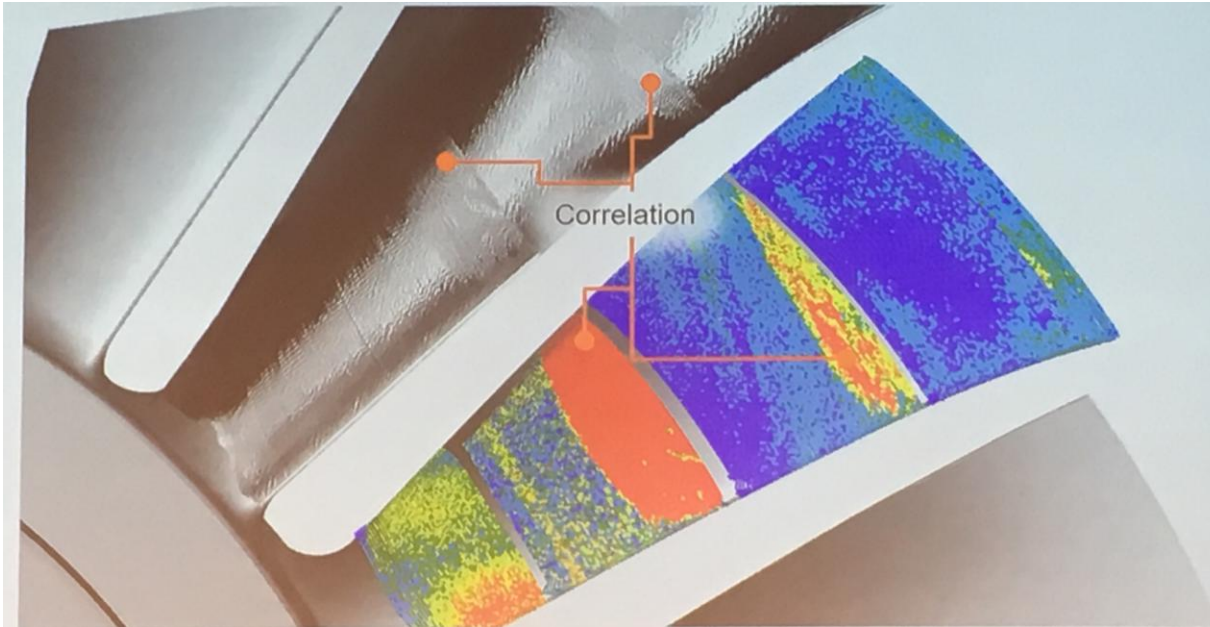
- Hochpräzise Fertigung im Mikrometer-Bereich
- Verfahren
 - Ätzen mittels Masken (Lithografie)
 - Aufdampfen / Sputtern
 - Bonden
 - Laserbearbeitung
 - Focussed Ion beam (FIB)
 - Funkenerosion
 - LIAG (Lithografie, Galvanoformung, Abformung)

Entwicklung der digitalen Fabrik – smart factory



Quelle:
Fraunhofer IPT,
Vortrag Autodesk
University,
Darmstadt 2019

Visualisierung der Bauteil-Vibrationen / Mapping



Quelle:

Fraunhofer IPT, Autodesk University,
Darmstadt 2019

- Intuitives Lernen des Arbeiters wird auf die Maschine übertragen (Machine learning)
- Hochauflösende Simulation der mechanischen und thermischen Eigenschaften des Bauteils
- Korrelation der Daten aus Simulation und Messdaten aus der Fertigung
- Dokumentation aller Fertigungsdaten

Fragen ?

Untergliederung der Fertigungsverfahren

Hauptgruppen nach DIN 8580

Hauptgruppen nach DIN 8580

- Urformen
- Umformen
- Trennen
- Fügen
- Beschichten
- Stoffeigenschaften ändern

Verfahrensprinzipien

- Zusammenhalt schaffen
- Zusammenhalt beibehalten
- Zusammenhalt vermindern
- Zusammenhalt vermehren
- Zusammenhalt vermehren
- Zusammenhalt verändern

Hausaufgabe:

- Ordnen Sie die zuvor aufgelisteten Fertigungsverfahren in die Hauptgruppen nach DIN 8580 ein.
- Schauen Sie sich zwei der Hauptgruppen genauer an, so dass Sie darüber kurz referieren können.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

Noch Fragen ?

Hinweis

Diese Folien sind ausschließlich für den internen Gebrauch im Rahmen der Lehrveranstaltung an der Frankfurt University of Applied Sciences bestimmt. Sie sind nur zugänglich mit Hilfe eines Passwortes, dass in der Vorlesung bekannt gegeben wird.