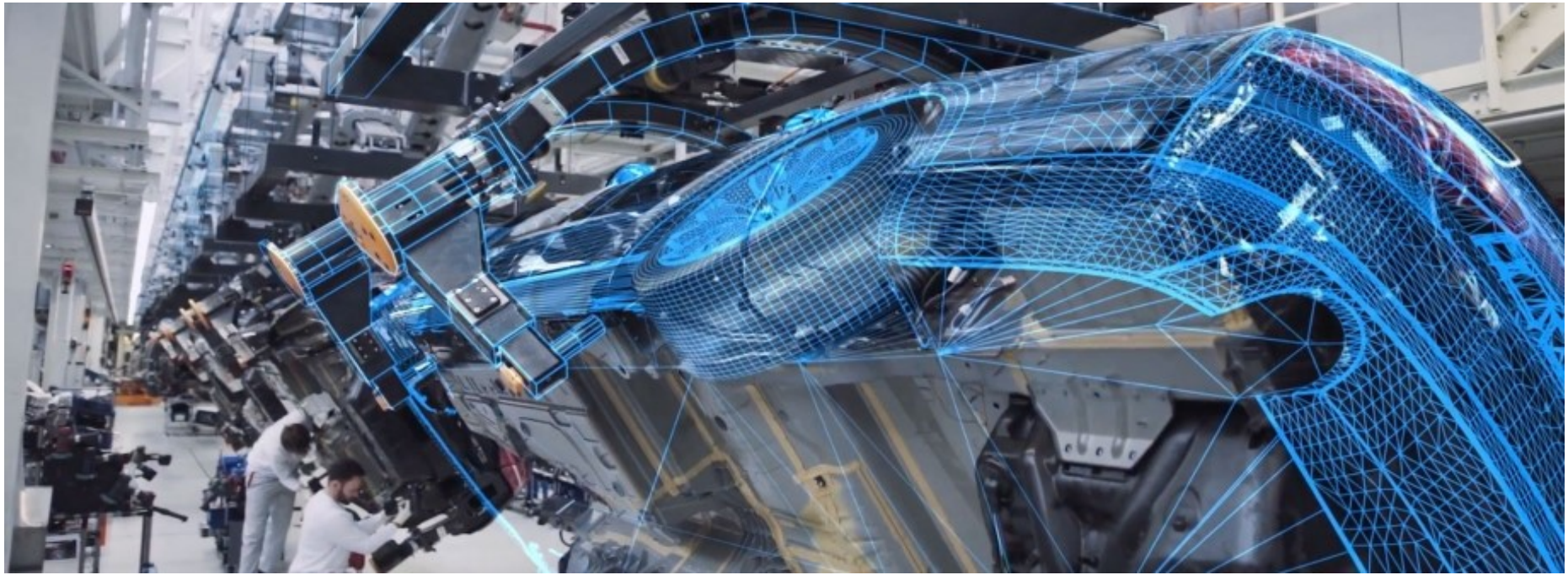
Forschungsexzellenz dank Innovation

Herausforderungen und Chancen

Empa
Materials Science and Technology

Gian-Luca Bona



Vision zur Realität

"Prediction is difficult, especially about the future"

-- Niels Bohr, Mark Twain, Yogi Berra, …

Voraussagen und Einschätzungen

Empa
Materials Science and Technology

- **"I think there is a world market for maybe five computers."**
  --Thomas Watson, chairman of IBM, 1943

- **"There is no reason anyone would want a computer in their home."**
  --Ken Olsen, president, chairman and founder of Digital Equipment Corp.,1977

- **"640K ought to be enough for anybody."**
  --Bill Gates, 1981

- "**This 'telephone' has too many shortcomings to be seriously considered as a means of communication. The device is inherently of no value to us."**
  --Western Union internal memo, 1876.

- **"The wireless music box has no imaginable commercial value. Who would pay for a message sent to nobody in particular?"**
  --David Sarnoff's associates in response to his urgings for investment in the radio in the 1920s.

- **"Who the hell wants to hear actors talk?"**
  --H.M. Warner, Warner Brothers, 1927.

- **«Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird eine Million nicht überschreiten – allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren.«**
  --Gottlieb Wilhelm Daimler

Beispiel

Empa
Materials Science and Technology

Moderne Fertigungstechnologien

Chancen und Risiken

Neue Materialien sind die Basis für neue technologische Entwicklungen

Empa
Materials Science and Technology

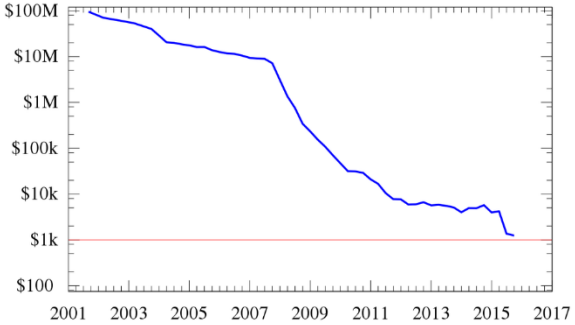
Effizienz

Produktivität

Neue Anwendungen

70% aller Innovationen weltweit basieren auf neuen Materialien!

…sten Sequenzierung eines menschlichen Genom (USD)

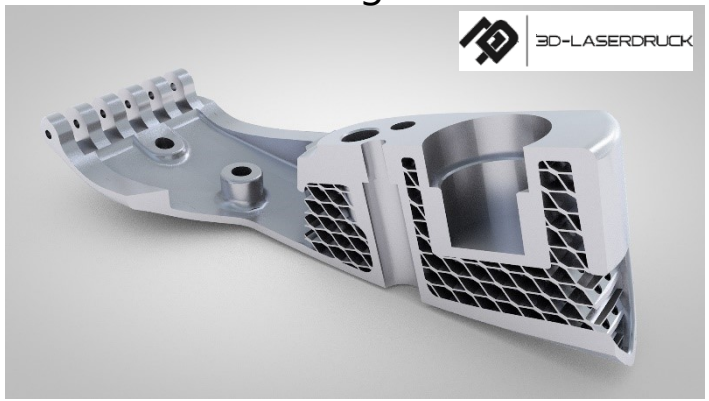


3D – Metall Fertigung

Werkstücke mit beliebiger Geometrie und mit einzigartigen Legierungen

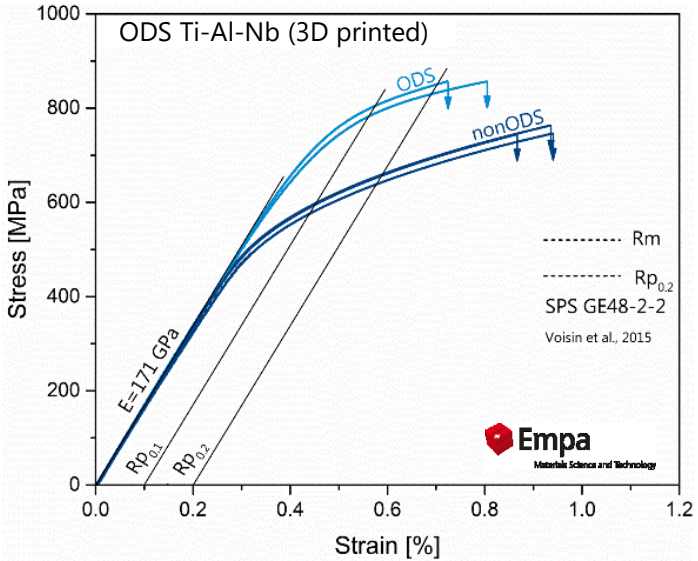
Empa
Materials Science and Technology

beliebige Geometrie



einzigartige Oberflächenstruktur

neue Legierungen



3D-Metall Fertigung

erfordert neues Denken

Empa
Materials Science and Technology

Generative Designkonzepte
&
Additiv hergestellt

8 Komponenten in 1
40% leichter
20% grössere Stärke

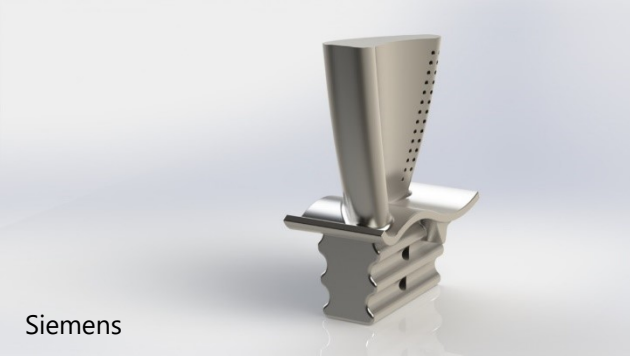
Es braucht ganzheitliche Konzepte in der additiven Fertigung:
Material, Herstellungsprozess und Funktion

Befestigung der Sitzgurte für den Airbus A350

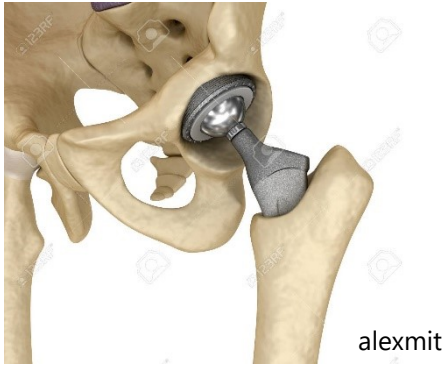
3D-Metall Fertigung

Technologie Treiber: Energie Generatoren, Aviatik und Medtech Industrie

Empa
Materials Science and Technology


Siemens

GE Additive


alexmit

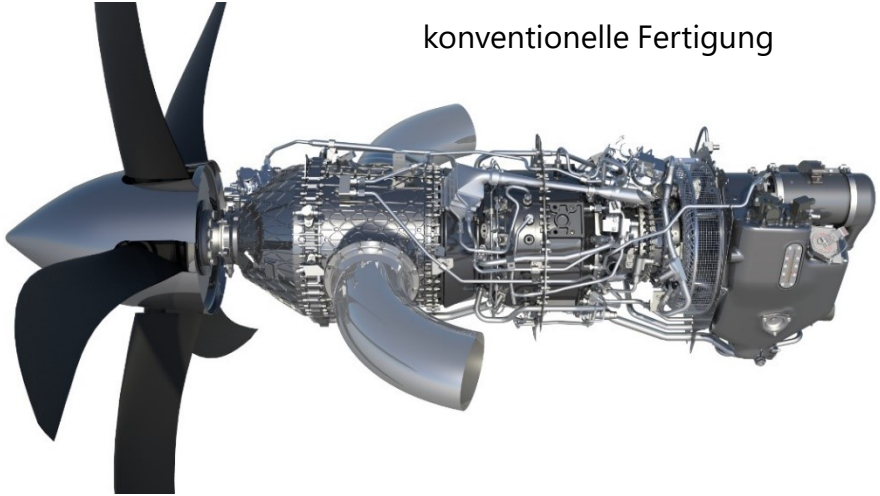
Flugzeugmotor aus dem 3D-Drucker

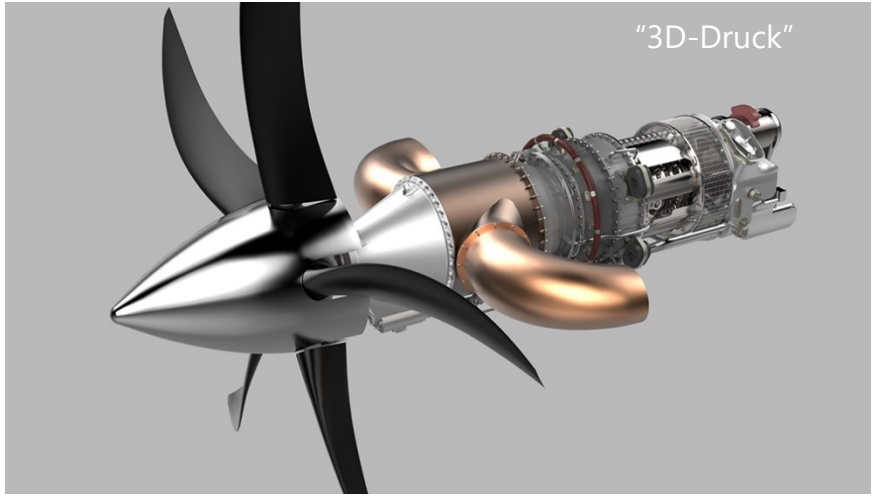
Reduktion von 855 Teilen auf12!

“…. Ein 3D-gedruckter Flugzeugmotor wird dieses Jahr laufen! …. ”

… "Denn ihr Triebwerk, der so genannte Advanced Turboprop (ATP), wird das erste zivile Flugzeugtriebwerk in der Geschichte sein, das einen großen Anteil an Komponenten hat, die mit additiven Fertigungsmethoden hergestellt werden, zu denen auch der 3D-Druck gehört. Die Konstrukteure reduzierten 855 Einzelteile auf 12. Infolgedessen wird mehr als ein Drittel des Motors in 3D gedruckt." ….

Paris Air Show, 19. June 2017

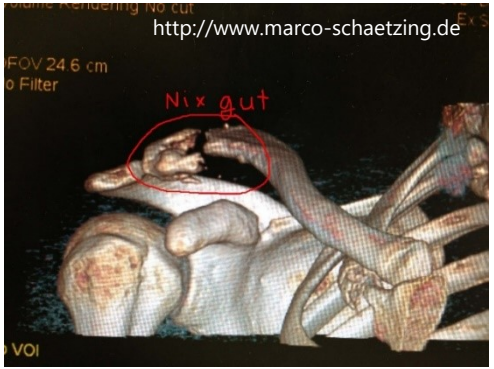




3D-Fertigung massgeschneidert

Vom "Rapid Prototyping" zu "Advanced Manufacturing"

Vision: Massgeschneidertes Implantat



3D Datenerfassung

Design des idealen Implantats

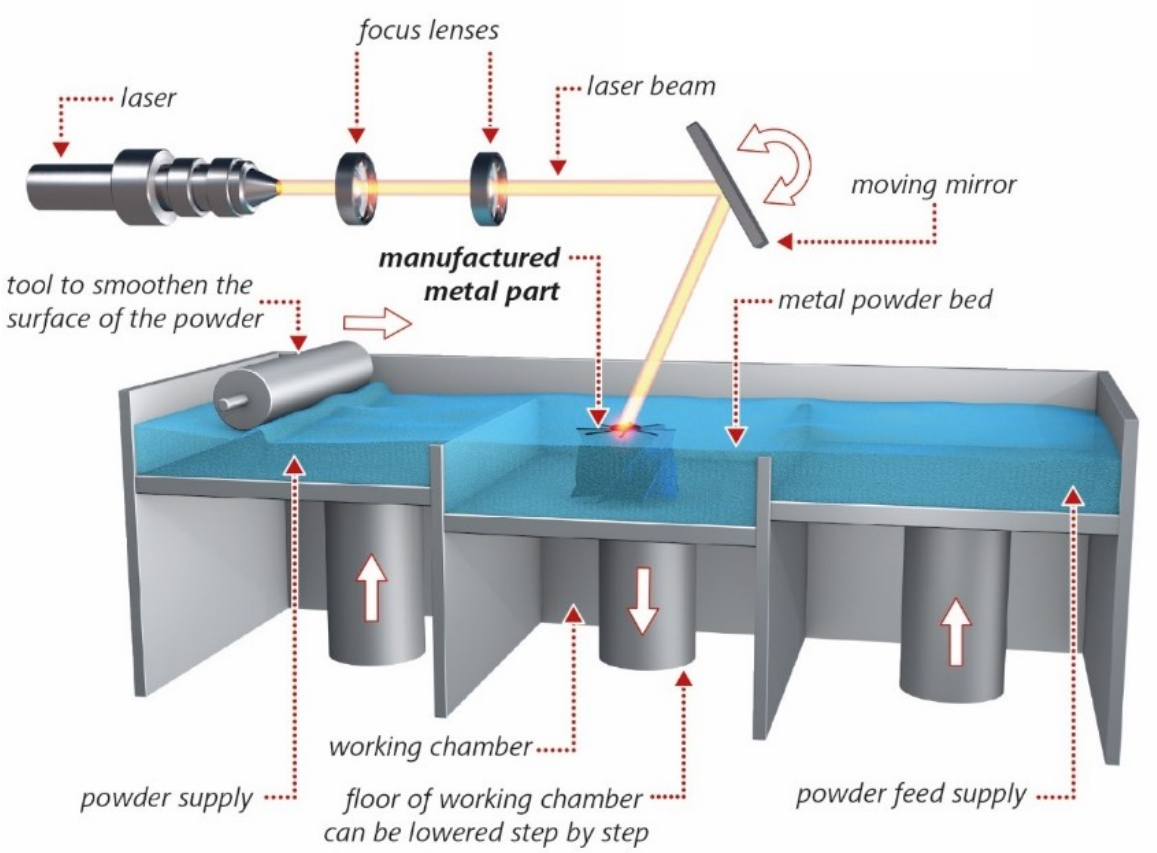
http://thumbs.dreamstime.com

Herstellung/Drucken des Implantats

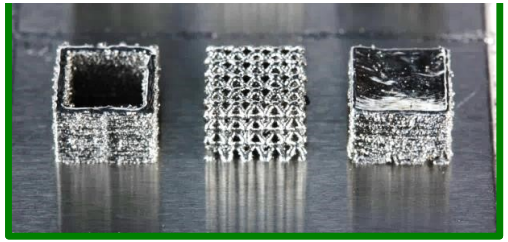
Einsetzen des Implantats

3D-Druck – Selective Laser Melting (SLM)

Empa
Materials Science and Technology



Teststrukturen: TiAl ODS-Legierung



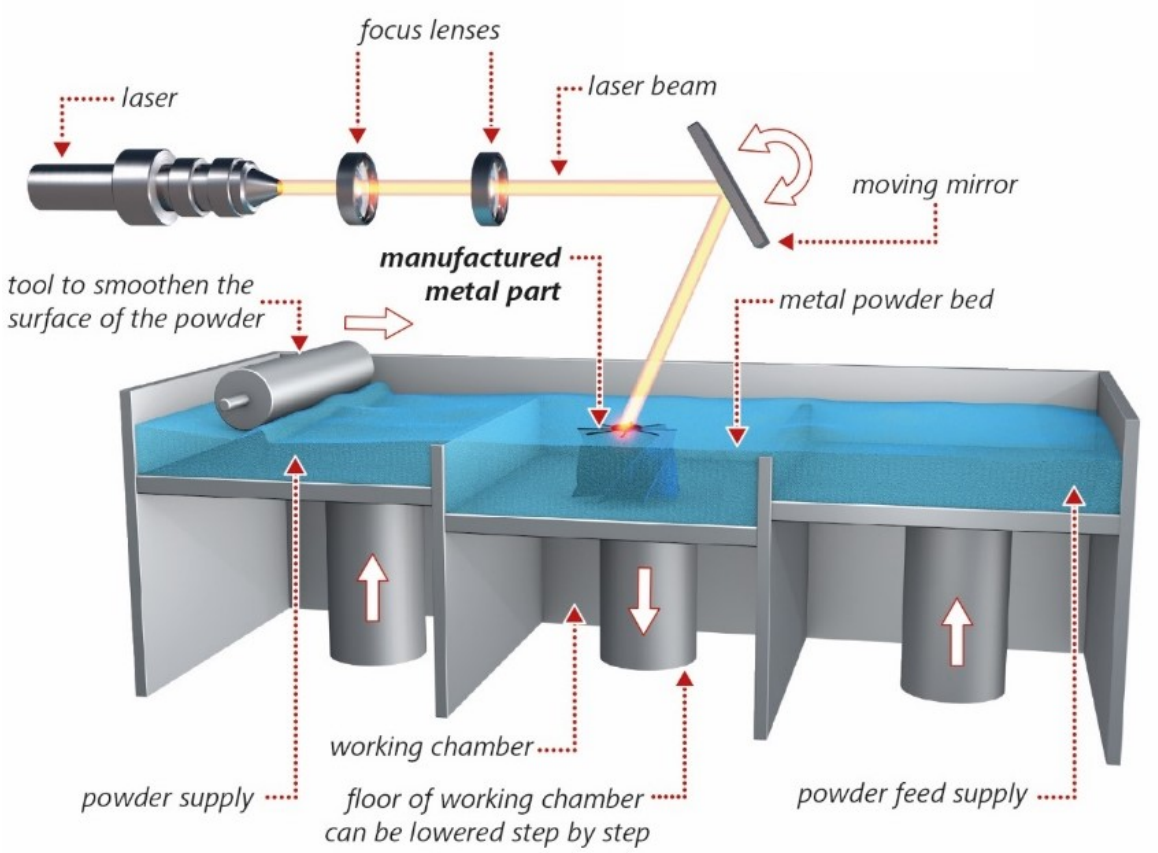
(ODS: Oxiddispersionsverstärkt)

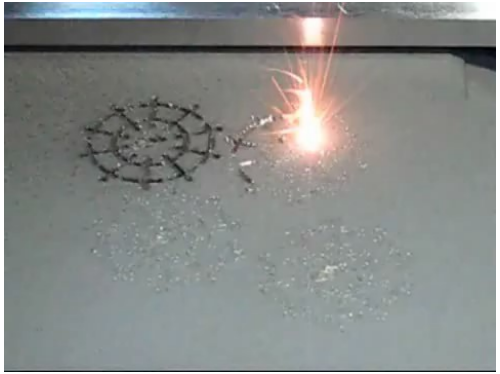
Oberflächentopographie

GE Additive

3D-Druck – Selective Laser Melting (SLM)

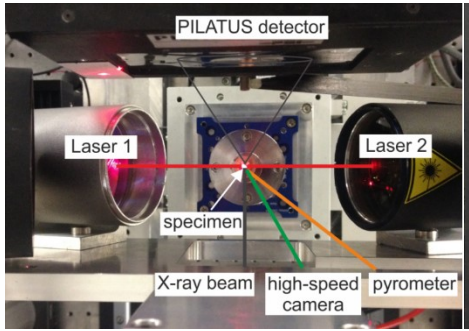
Empa
Materials Science and Technology

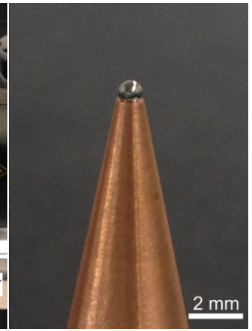


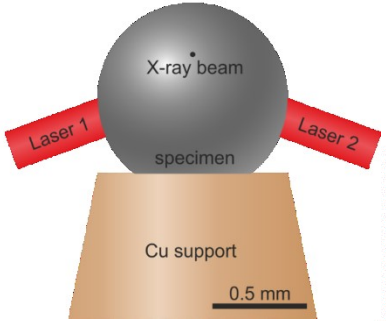


Echtzeituntersuchung des Erstarrungsprozesses

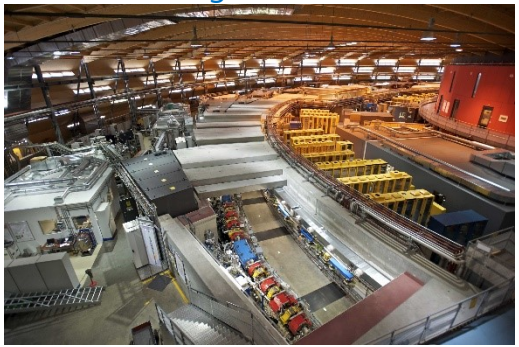
Micro-XRD an Ti-48Al @ Abkühlrate von 1250 K·s-1

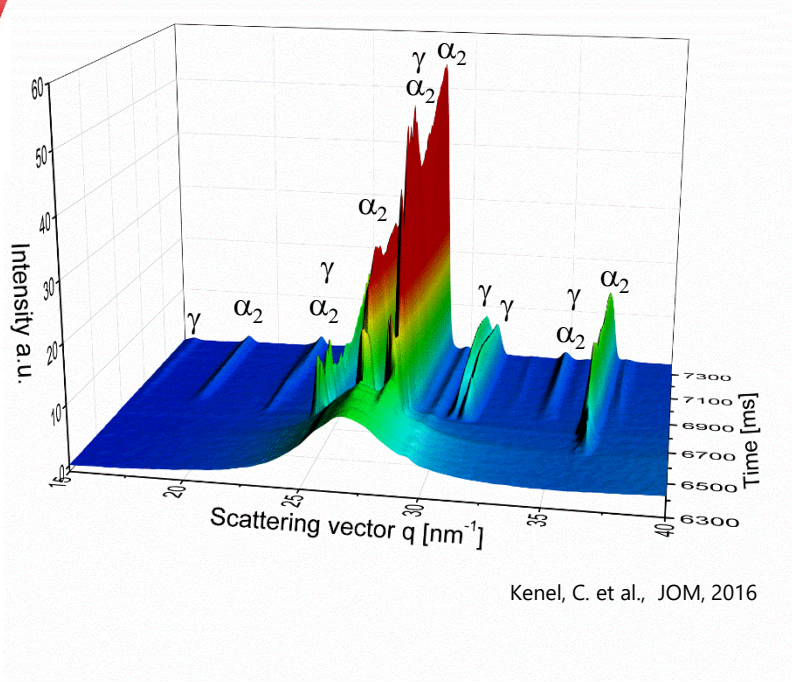






Swiss Light Source (SLS) @ PSI Villigen



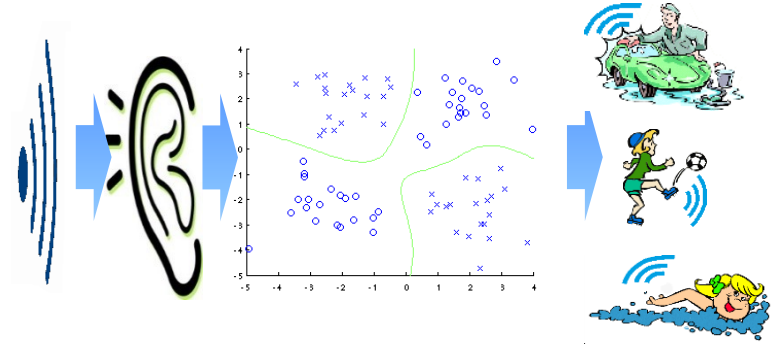


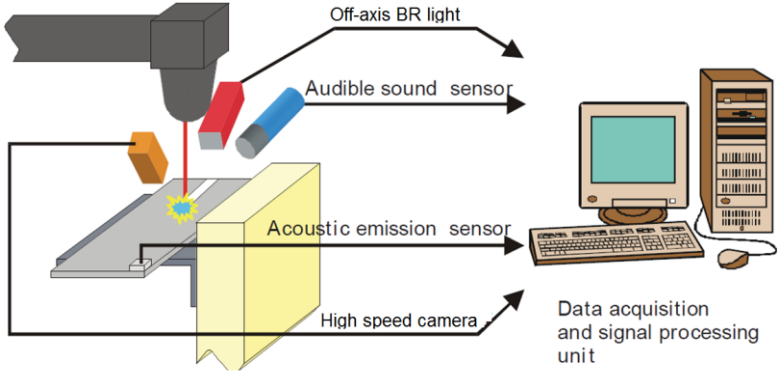
Kenel, C. et al., JOM, 2016

Akustische Prozessüberwachung

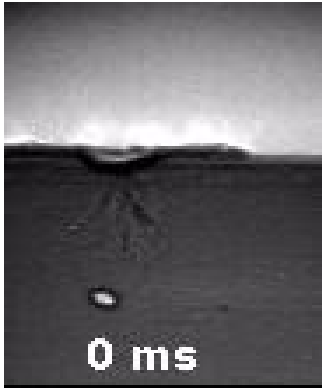
Machine Learning

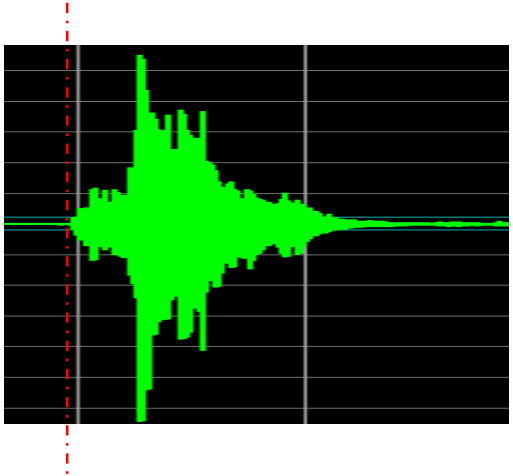
Klassifizierung Merkmale





Laserimpuls





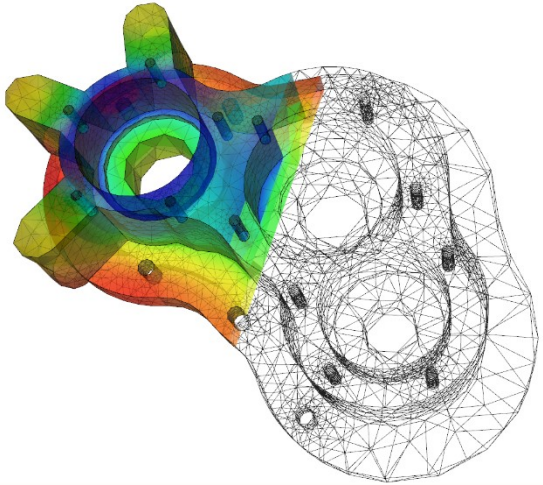
Schlüsselloch-Experiment mit Defekten
Al-Platte 2mm dick, keine Gasabschirmung
Laser 1070 nm, Pulslänge 10 ms, Laserpunkt 30 mm
ESRF-Experiment am Röntgenstrahl ID19

Additive Metallfertigung

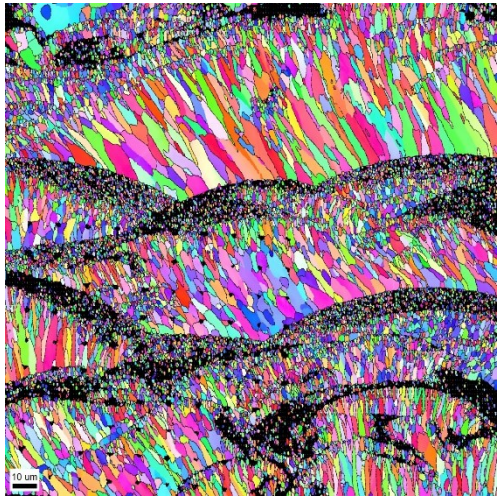
Integrierter Prozess: Design, Modellierung & Fertigungsprozess

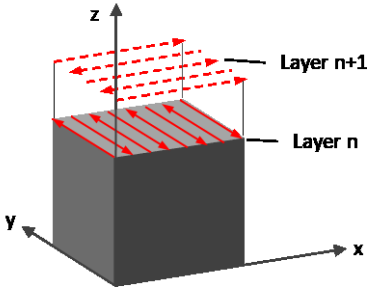
Empa
Materials Science and Technology

Simulation finite Elemente

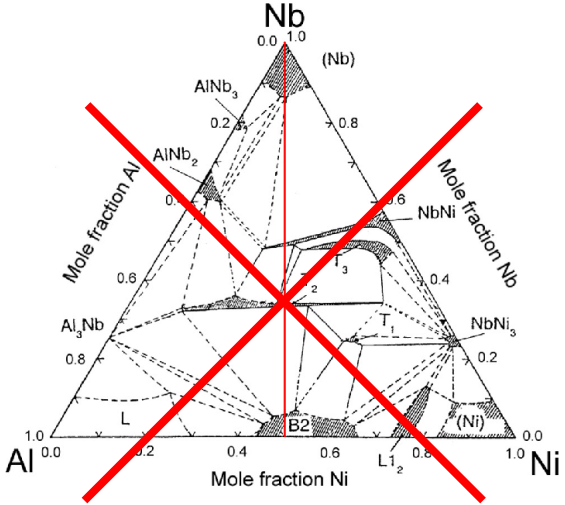


Textur/Mikrostruktur





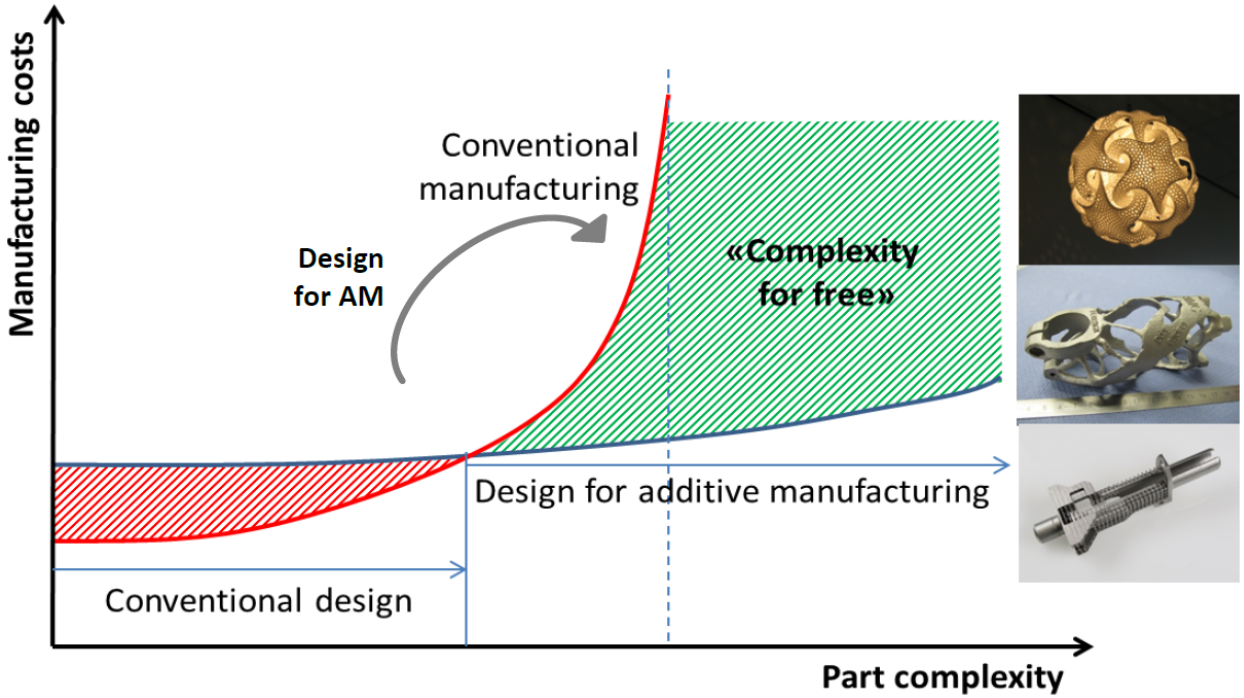
Thermodynamik/Phasen



3D Metall drucken erfolgt weit weg vom thermischen Gleichgewicht!

→ Multiskalige Modellierung erforderlich!

Vergleich von konventioneller und additiver Fertigung

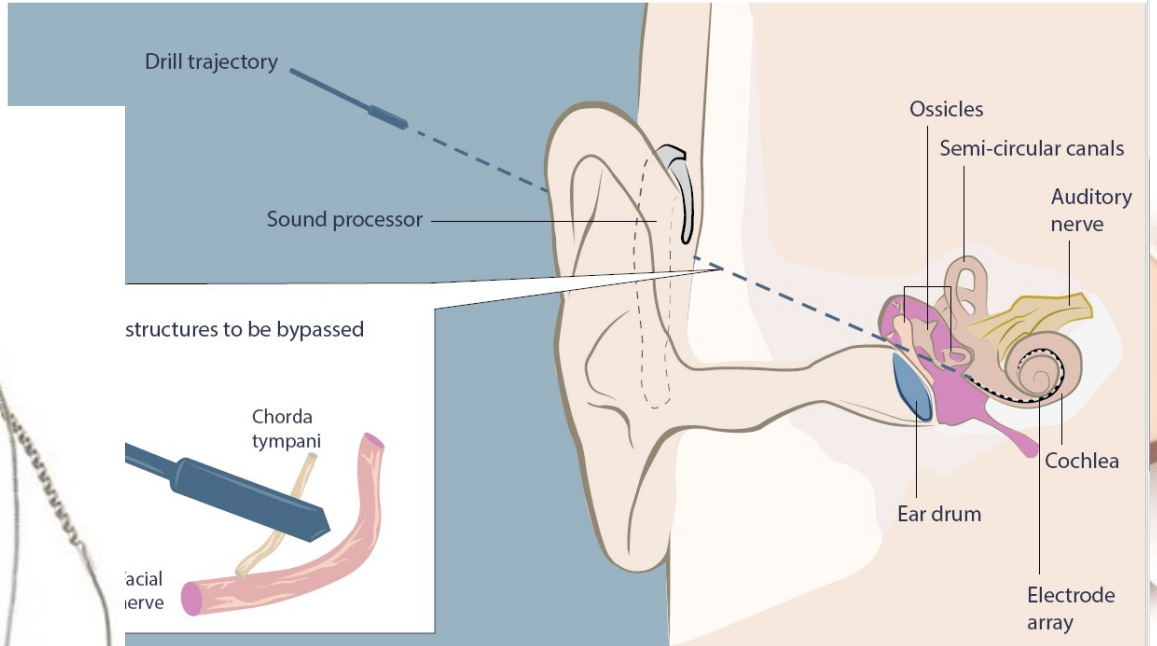


Spierings AB. Pulverstreuung und Charakterisierung von Sc- und Zr-modifizierten Aluminiumlegierungen, die durch Selective Laser Melting verarbeitet werden - Qualitätsmanagementsystem für die additive Fertigung [Dissertation]. Zurich: ETH Zurich; 2018

Cochlea Implantat

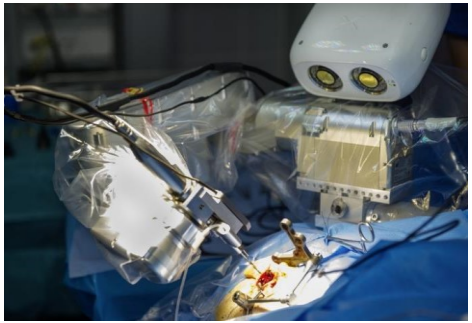
… eine Hörprothese für Gehörlose, deren Hörnerv funktionsgestört ist

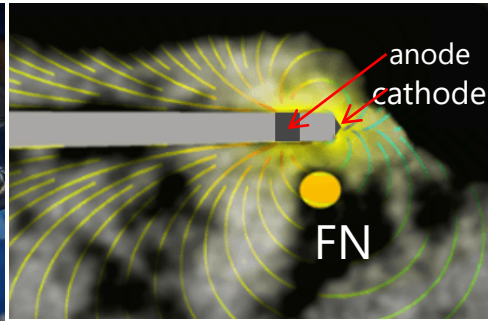
- minimalinvasiv – Roboter unterstützte Cochlea Implantation

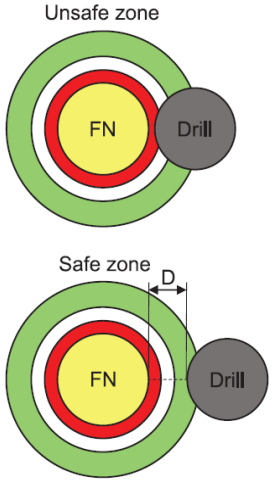


Herausfordernde Operationstechnik

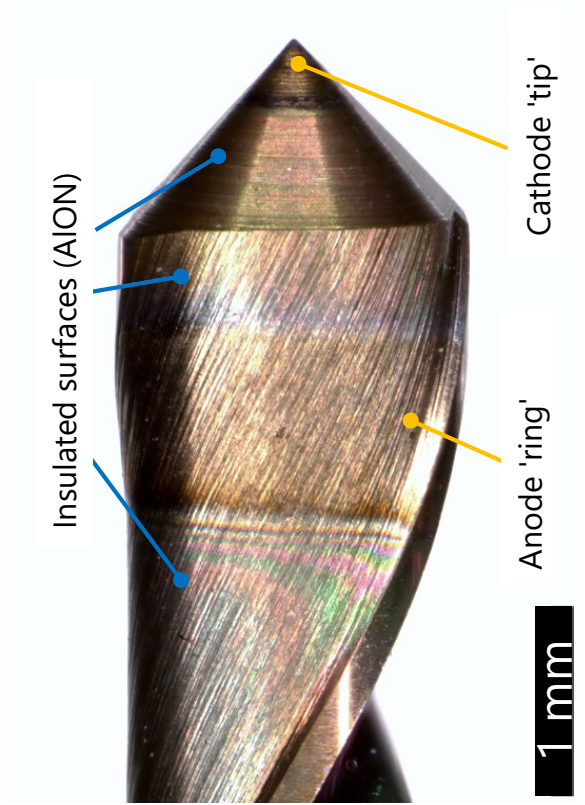
- Lokale Anregung des Gesichtsnervs durch einen empfindlichen Aktuator im Bohrkopf







* FN: Gesichtsnerv



- Isolierende Schicht (AlON)
- Leitende Schicht (TiN)

BienAir
Medical Technologies

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Empa
Materials Science and Technology

œrlikon
balzers

u^b
UNIVERSITÄT BERN
ARTORG CENTER
BIOMEDICAL ENGINEERING RESEARCH

Universität Basel

Empa
Materials Science and Technology

securecell

Ad Mirabiles
mesmerizing implants

HUAWEI

CAU
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

evatec
process systems

ionbond
IHI GROUP

These

Empa
Materials Science and Technology

Zusammenarbeit führt zu erfolgreichen Projekten

Engage in win – win situation

Vor allem in der Schweiz mit ihren zahlreichen KMUs

These

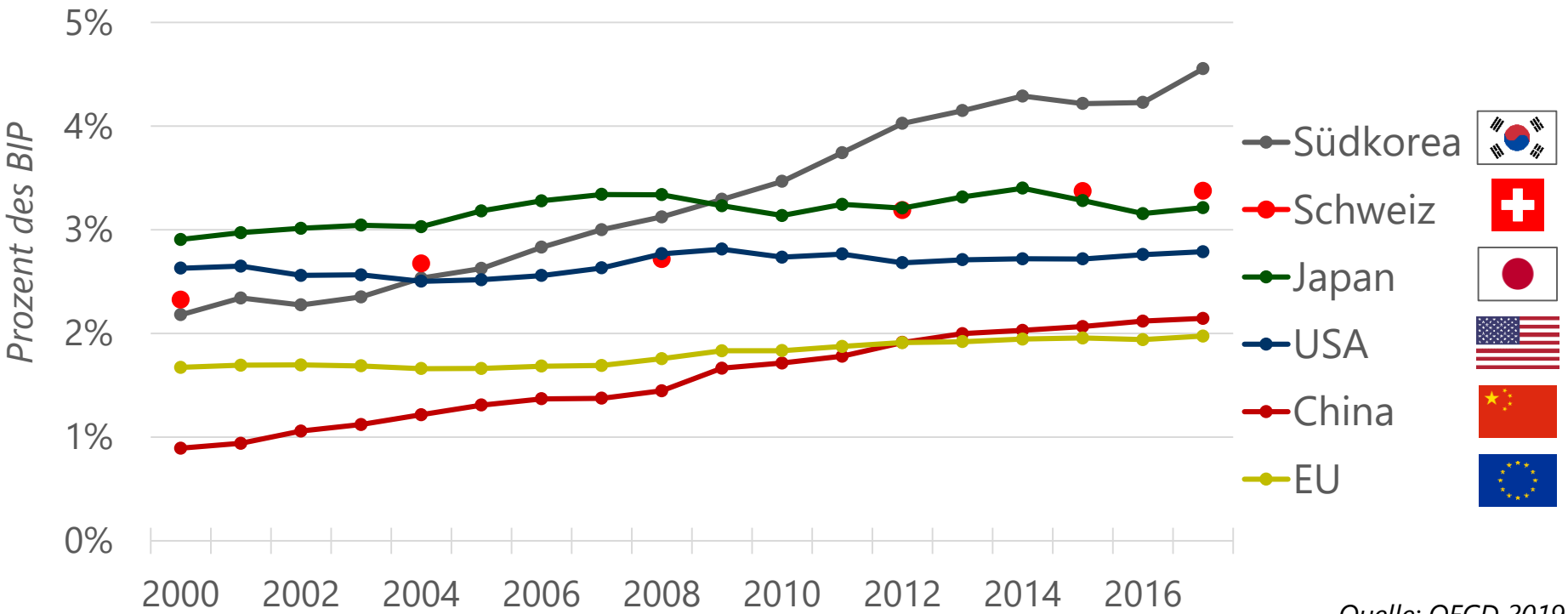
Empa
Materials Science and Technology

Erfolgreicher Wissens- und Technologietransfer erfolgt aus wissenschaftlicher Exzellenz

Grundlagenforschung und angewandte Forschung
sind siamesische Zwillinge

F&E-Ausgaben im internationalen Vergleich

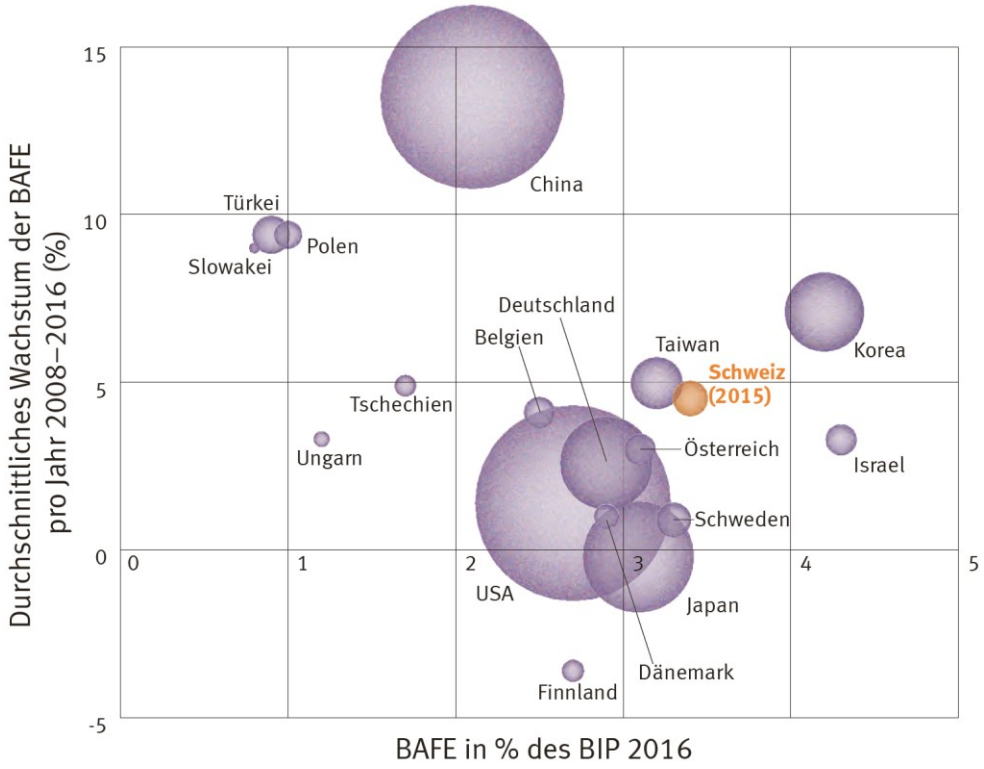
Ein wichtiger Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg



Quelle: OECD 2019

Weltweite Investitionen in F&E

Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Erfolg



Bruttoinlandaufwendungen für Forschung und Entwicklung (BAFE) in Prozent des Bruttoinlandprodukts (BIP) und durchschnittliches Wachstum der BAFE pro Jahr im internationalen Vergleich.

Die Grösse der Kreise entspricht den BAFE zu konstanten Preisen und Kaufkraftparitäten.

Quelle: OECD, MSTI-Datenbank. Daten: 2008 - 2016 (aus: Mehrjahresprogramm 2021-2024, SNF, April 2019)

Erfolgsfaktoren für Innovationsregionen

Beispiel San Francisco / Bay Area / Silicon Valley

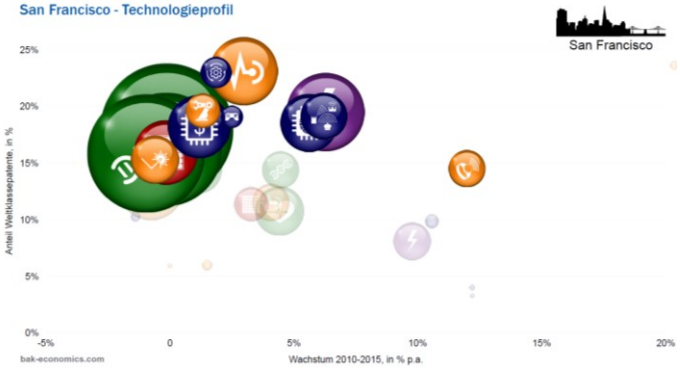
Empa
Materials Science and Technology

Universitäten und Forschungseinrichtungen als wichtige Standortfaktoren

- Mit Stanford (#2)* und Berkeley (#28)* hat die Bay Area zwei Top-Universitäten
- Gründung des Stanford Industrial Parks 1951 war der Startschuss für das Silicon Valley

Erfolgsindikatoren für Innovationsregionen

- Anzahl der Weltklassepatente in wichtigen Technologiefeldern (#1)**
- Ansiedlung von intl. Hightech-Firmen: z.B. … Apple, Intel, Google, Facebook und Tesla



* QS University Ranking 2020, ** BAK Economics Studie 2017

Innovations-Ökosystem – das Zürcher Beispiel

Empa
Materials Science and Technology

Quelle: ETH Zürich

Erfolgsfaktoren für Innovationsregionen

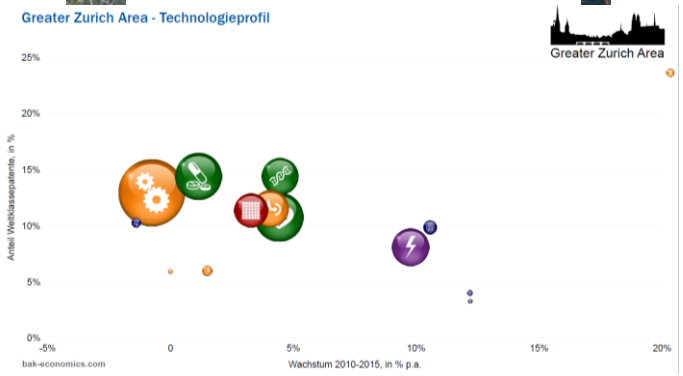
Beispiel Zürich / Greater Zürich Area

Universitäten und Forschungseinrichtungen als wichtige Standortfaktoren

- ETH Zürich (#6)*, UZH (#76)* und Empa stehen für Exzellenz in Forschung und Bildung
- Gründung des Innovationsparks Zürich wird mehr Hightech-Firmen in die Region bringen

Erfolgsindikatoren für Innovationsregionen

- Anzahl der Weltklassepatente in wichtigen Technologiefeldern (#3)**
- Ansiedlung von intl. Hightech-Firmen: z.B. … IBM, Google, Oracle, Biogen und Disney



* QS University Ranking 2020, ** BAK Economics Studie 2017

Patentportfolio-Analyse

BAK Economics

Allgemeine Ergebnisse

- Mehr als ein Drittel des Patentportfolios des ETH-Bereichs ist Weltklasse.
- Mehr als 50% der Patente in den meisten Technologien sind von höchster Qualität.

Nationale Analyse (Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Schweiz)

- Der ETH-Bereich ist in 8 von 17 Technologien die führende Forschungsorganisation der Schweiz (unter den Top 5 in sechs Technologien).

Internationale Analyse (zehn ausgewählte internationale Forschungseinrichtungen)

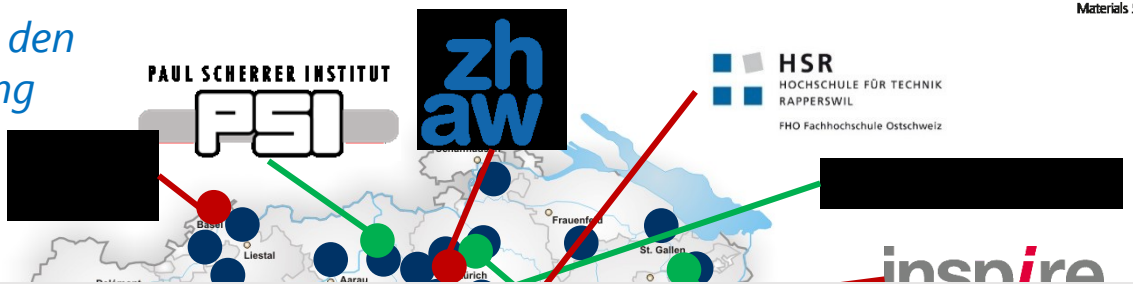
- Der ETH-Bereich ist bei über einem Drittel der Technologien zu den führended.
- Der ETH-Bereich hat nach Harvard und MIT die dritthöchste Patenteffizienz.
- Der ETH-Bereich ist in den meisten Technologien vor den europäischen Institutionen positioniert, aber deutlich hinter den US-Institutionen.

BAK Economics Studie 2017

Zusammenarbeit im ETH-Bereich und der Schweiz

Forschungsförderung durch den SFA Advanced Manufacturing

- Institutionen des ETH Bereichs
  34 Labs, 41 PIs, 55 PhD/Postdocs
- Andere Forschungseinrichtungen in den SFA-AM Projekten
- SATW Forschungsverbund Advanced Manufacturing (Austausch/Zusammenarbeit)
- 41 Industriepartner



- Die Schweizer Scientific und Technical Community in Advanced Manufacturing ist gut vernetzt.
- Das SFA-AM Programm ist ein wichtiges Element, um eine interdisziplinäre Technologieentwicklung in der Schweiz zu ermöglichen.
- Der SFA-AM hilft dabei, die Lücke in der Schweiz zwischen SNF und Innosuisse zu schliessen.

These

Empa
Materials Science and Technology

Rahmenbedingungen ‘top-down’ setzen

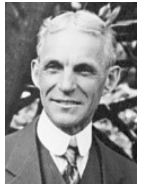
&

kreative Ideen ‘bottom-up’ fördern

Die Zukunft zusammen gestalten

Empa
Materials Science and Technology

- Fast jeder kann sich eine Idee ausdenken. Was wirklich zählt, ist die Entwicklung zu einem praktischen Produkt.
- Das Geheimnis des Erfolges ist, den Standpunkt des Anderen zu verstehen.
- Misserfolg ist lediglich eine Gelegenheit mit neuen Ansichten noch einmal anzufangen.
- Zusammenkommen ist ein Beginn, zusammenbleiben ist ein Fortschritt, zusammenarbeiten ist ein Erfolg.
- Ich brauche mehr Mitarbeiter, die noch nicht wissen, was nicht geht.
- Wenn ich die Menschen gefragt hätte, was sie wollen, hätten sie gesagt schnellere Pferde.

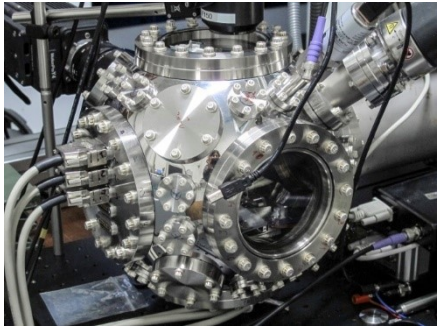
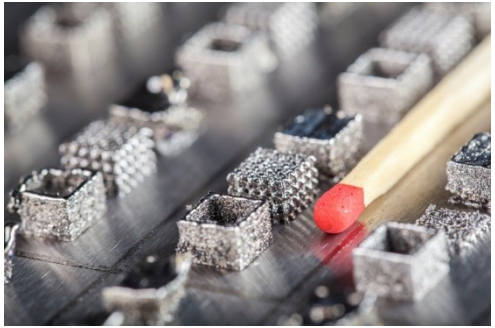


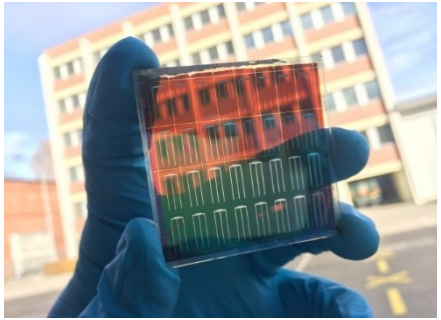
Henry Ford

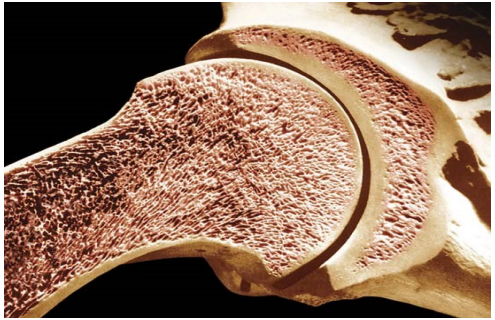
quo vadis?

Science – Technology – Innovation
Empa - The Place where Innovation Starts

Empa
Materials Science and Technology





Vielen Dank!

Fragen?