



5. SPS Tagung

Smart Production -

Disruptive Innovationen in der Fertigungstechnik

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Franz Haas

Agenda

**Process Design
(SynchroFinish)**

**Additive
Manufacturing 2.0**



**Mobility Change
E-Axles, Batteries, Fuel Cells**

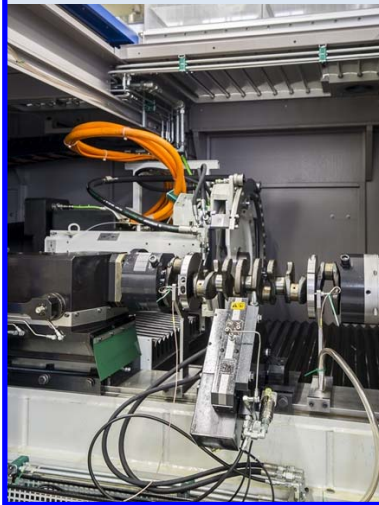
**Digital Factory
+ Robotics**

Disruption in der Produktentwicklung -> Fertigung



IFT Forschungs-Portfolio mit vier Schwerpunkten

Zerspanungs-
forschung



Fluidtechnik



Additive
Fertigung



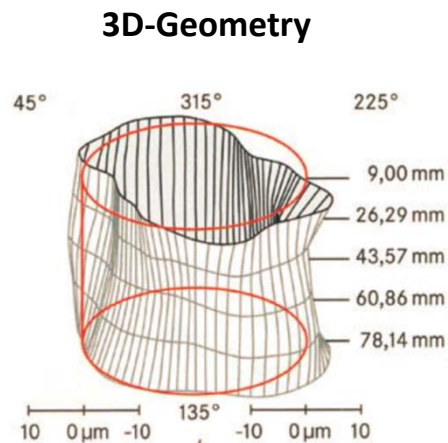
Smart
Factory





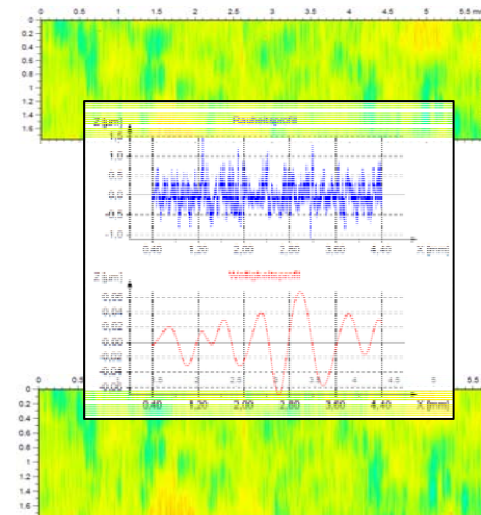
Process Design

Makro-Geometrie + Mikro-Topografie = Smarte Oberfläche



Source: Handbuch Spanen

+



=

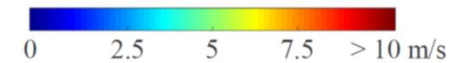
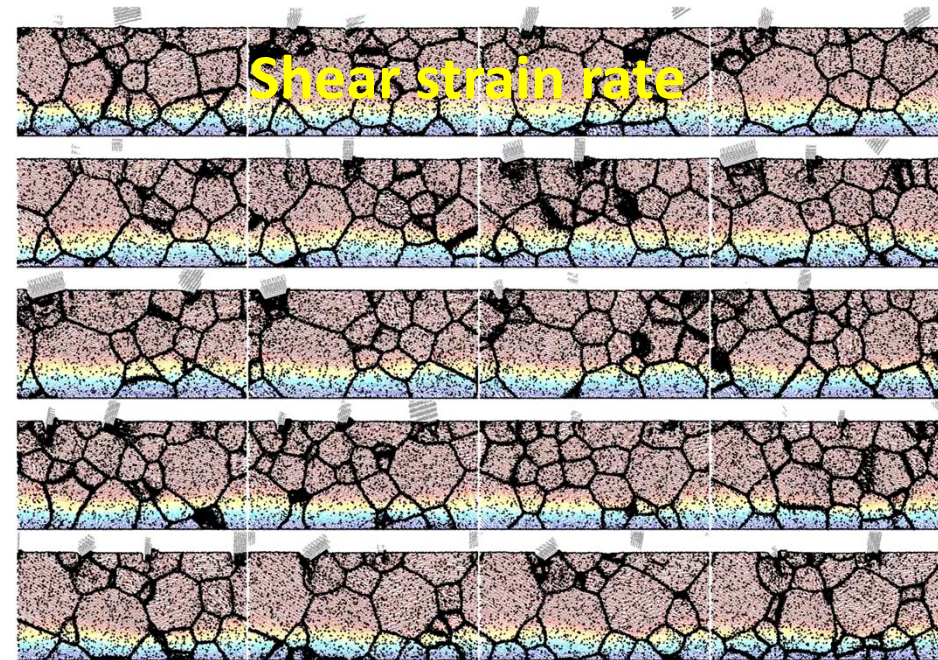
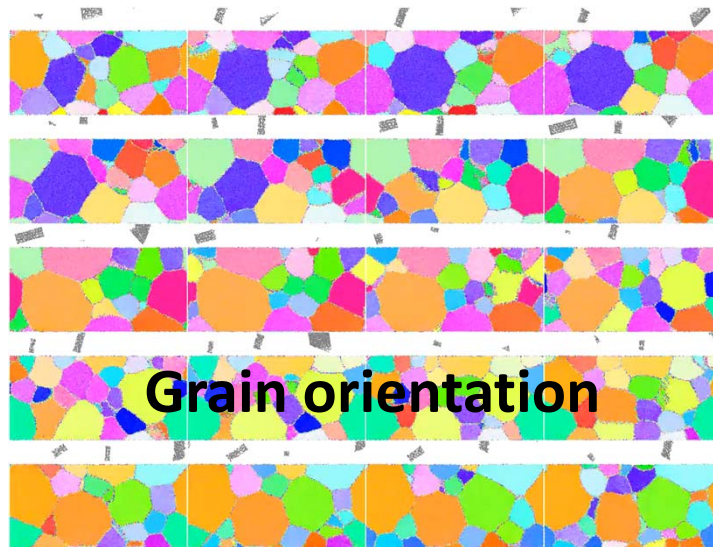


Source: IWF TU Berlin



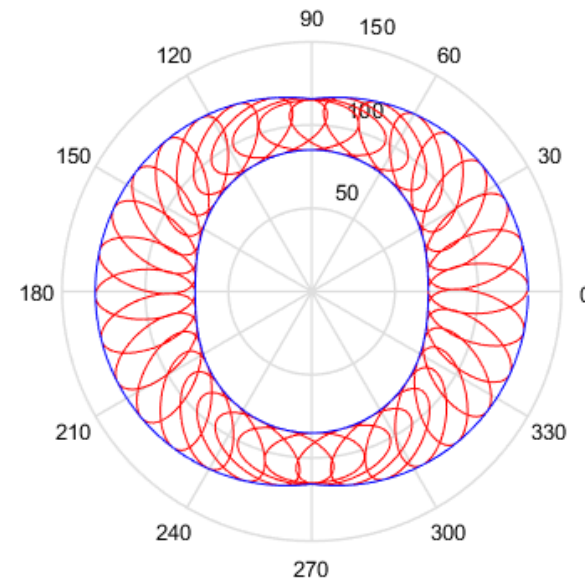
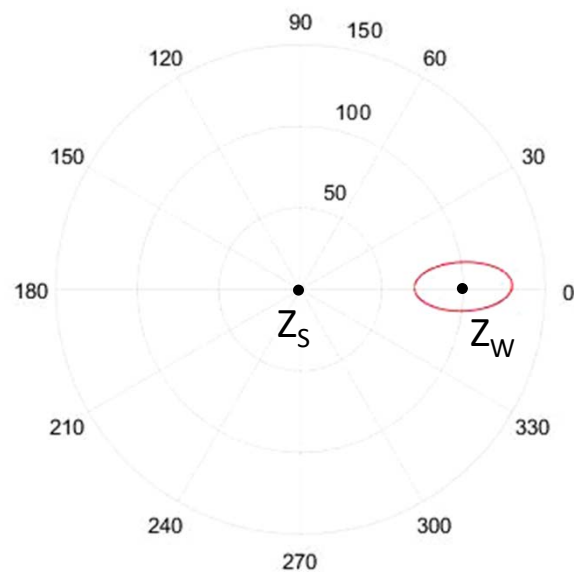
Source: Kolbenschmidt

Disruption in der Prozess-Simulation



Source: Eder S., AC2T research GmbH

Drehzahlsynchrones Schleifen (SychroFinish)



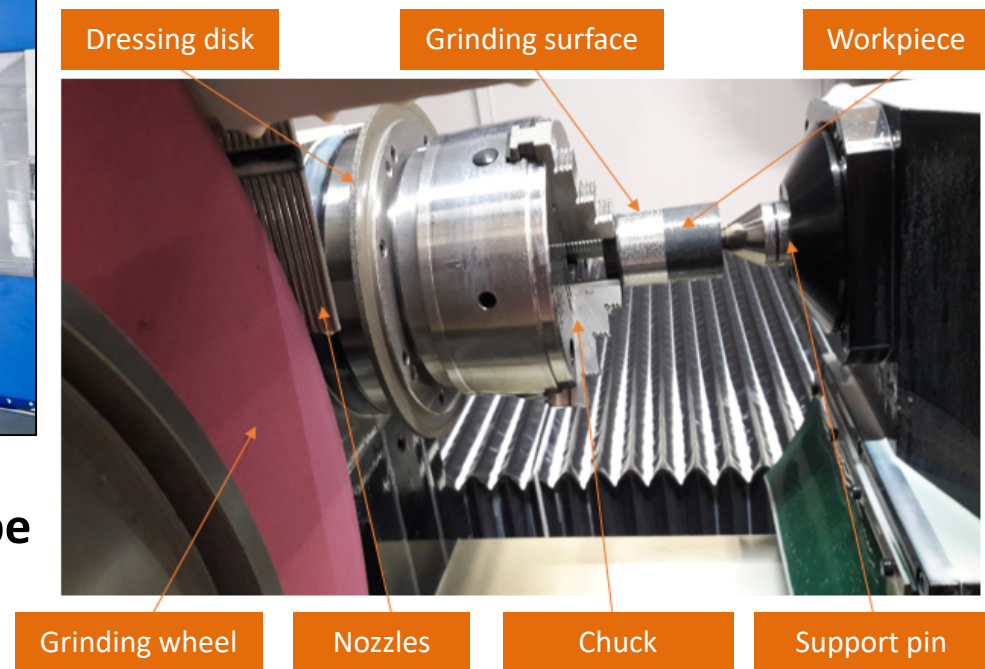
- Workpiece
- Grinding wheel

The grinding wheel profile is the **envelope** of the **common tangents** of the rotating workpiece and the grinding wheel itself.

Schleifmaschine für SynchroFinish

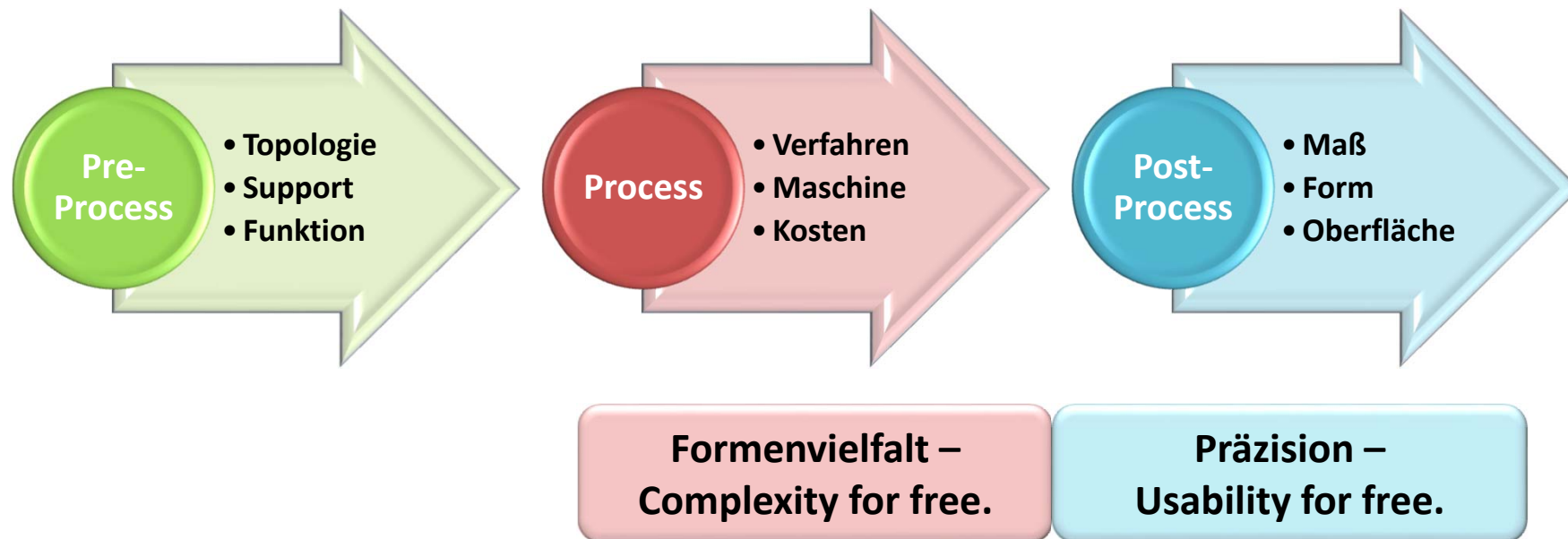


**Definiert abgerichtete Schleifscheibe
„Patterned Wheel“**



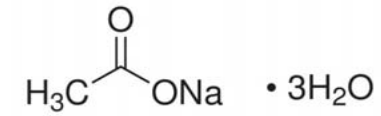
Additive Manufacturing 2.0

Präzision und Effizienz



AddLab@tugraz

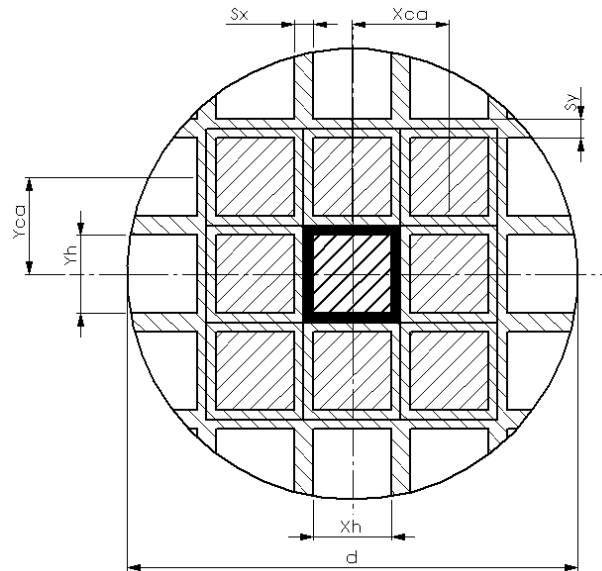
Selektives Laserschmelzen von Metallen



Patentiertes Verfahren: SAT-3D-Druck



Optimierung der Stützstrukturen für das „Direct Machining“

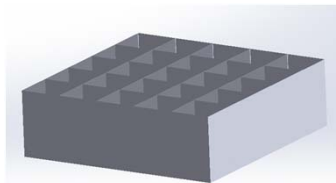


$$I_{x_cell} = \frac{(x_h + s_x) * (y_h + s_y)^3}{12} - \frac{x_h * y_h^3}{12}$$

$$I_x = \sum_{i=1}^{n_{sx} * n_{sy}} I_{xi} \quad I_{xi} = I_{x_cell} + A_{cell} * y_{ca}^2$$

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{bx}}{W_x} = \frac{k_{c1.1} * b * h^{1-m_c} * (z_{cut} + z_s)}{W_x}$$

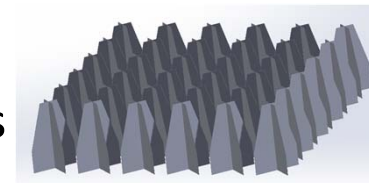
Block



Rod



Cross



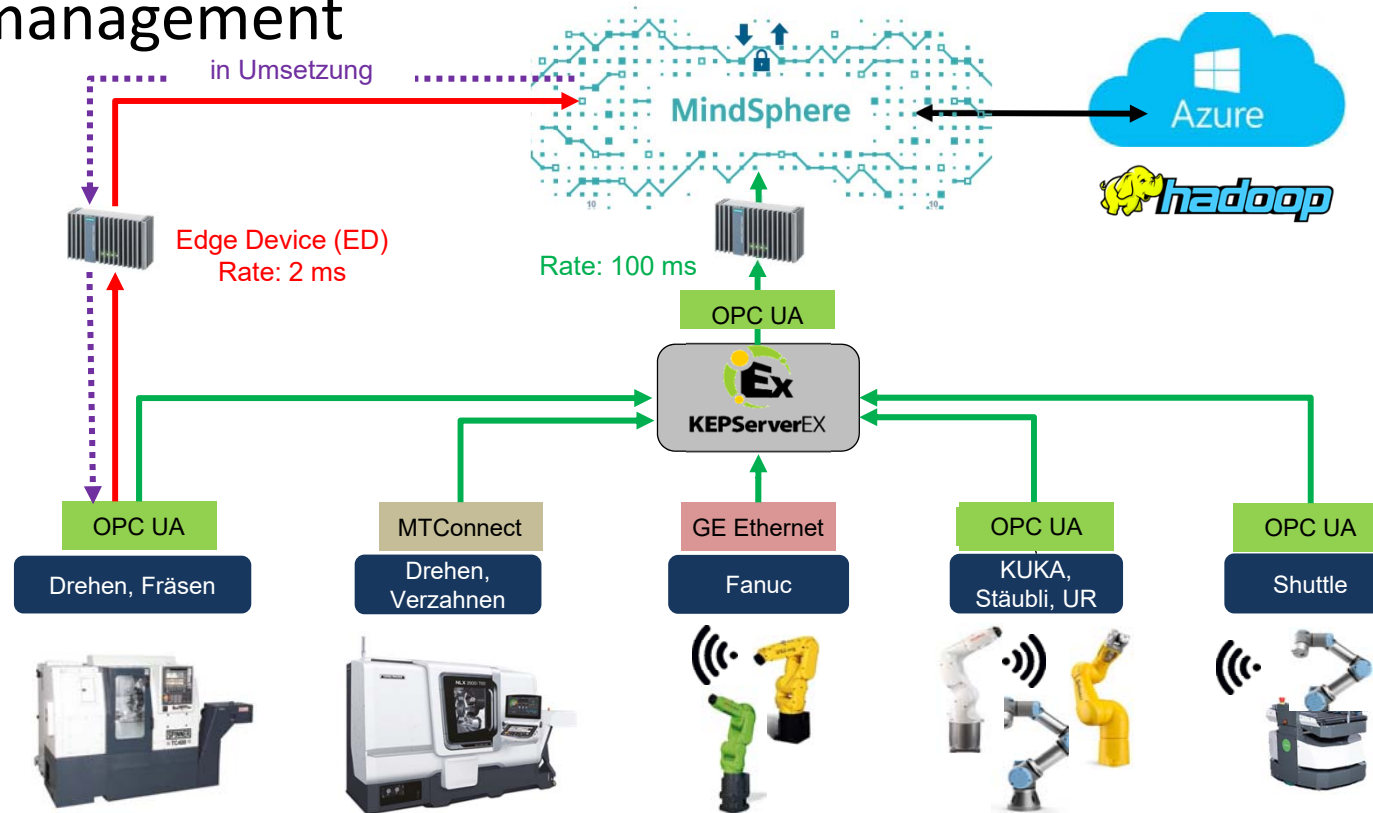
Digital Factory

Projektpartner der smartfactory@tugraz

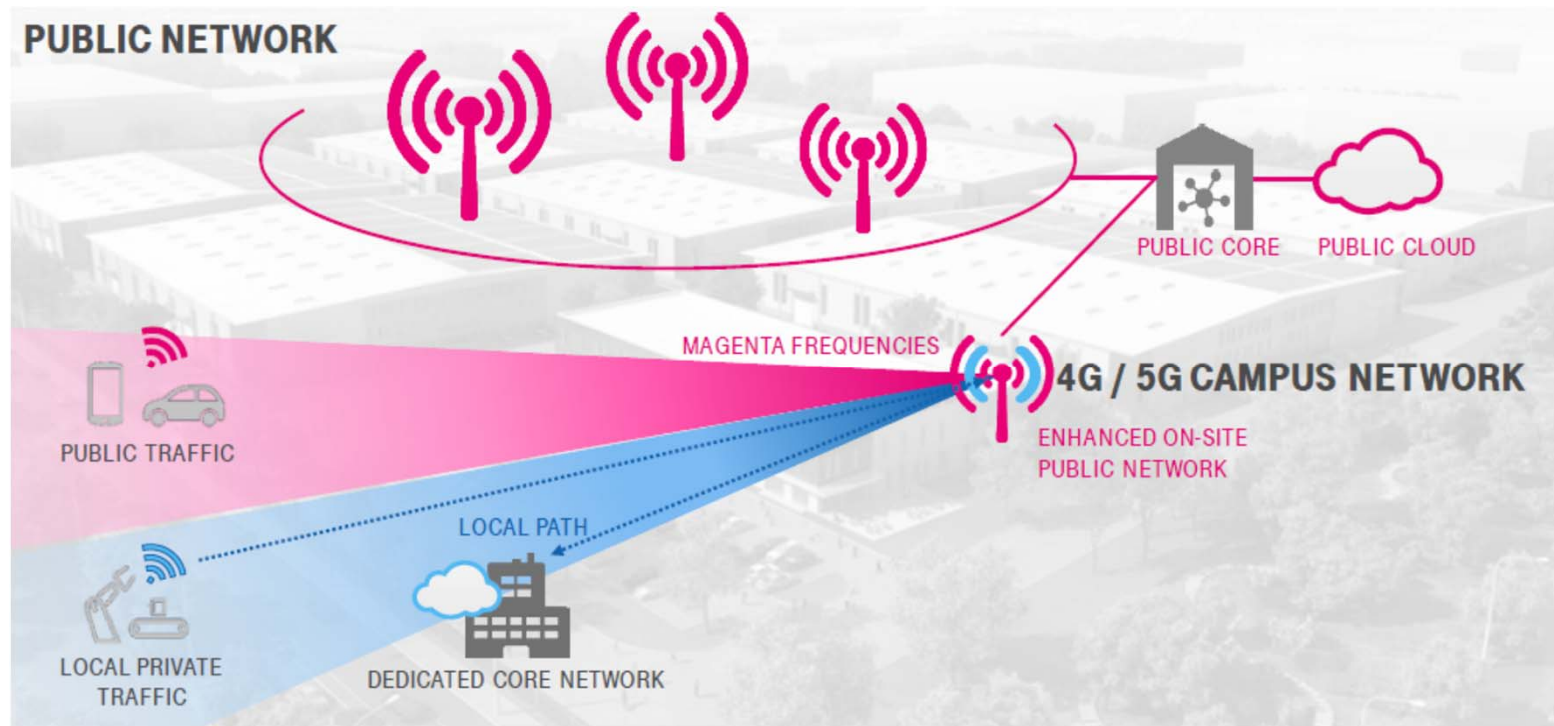


ONE STEP AHEAD.

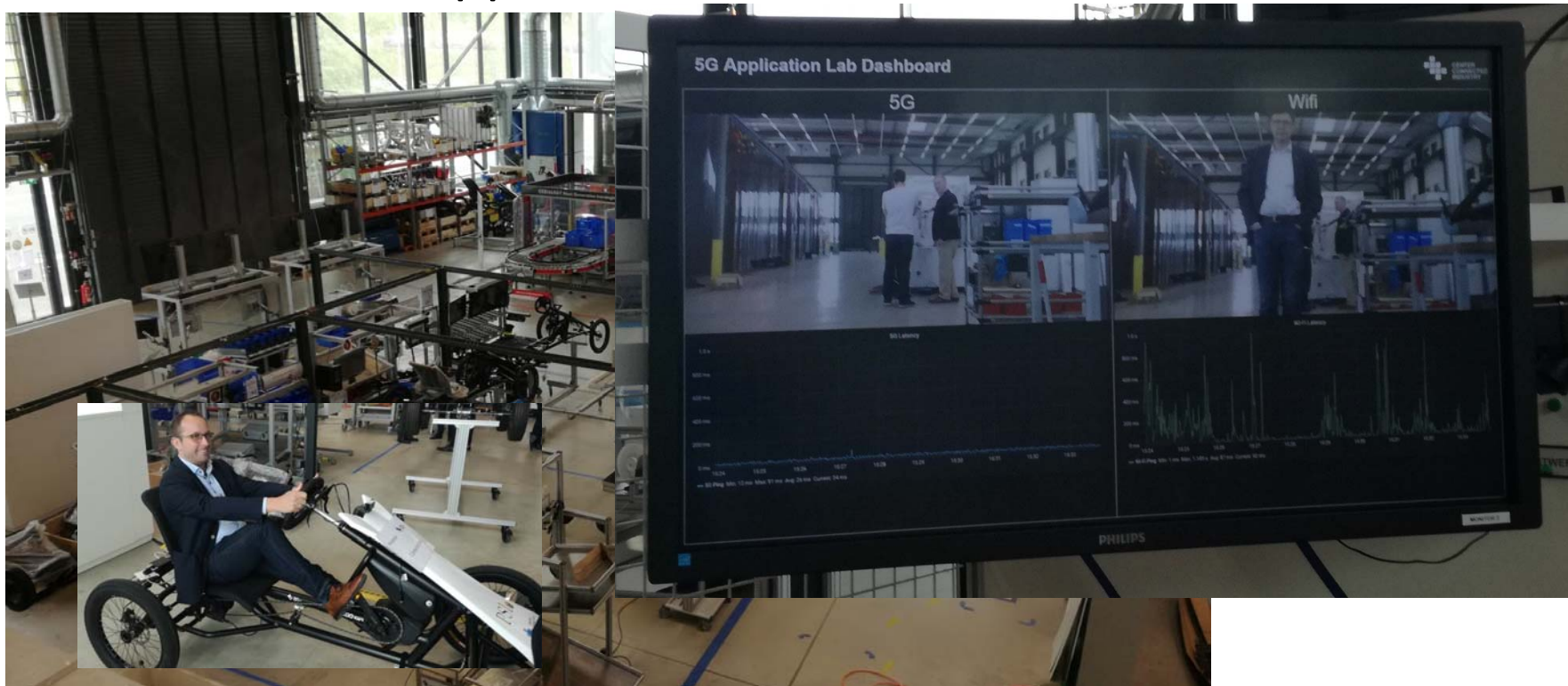
Datenmanagement



5G Campusnetz - Architektur

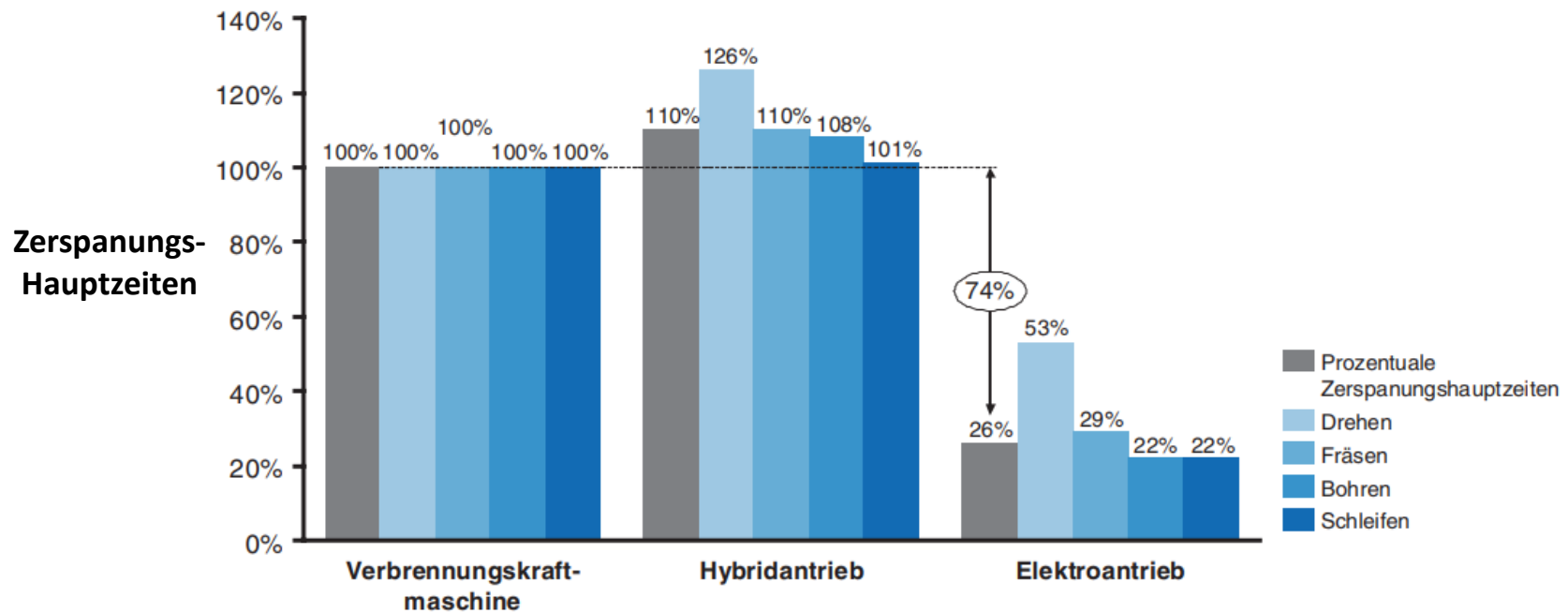


Pilotlinie mit 5G Applikationen – RWTH Aachen



Mobility Change

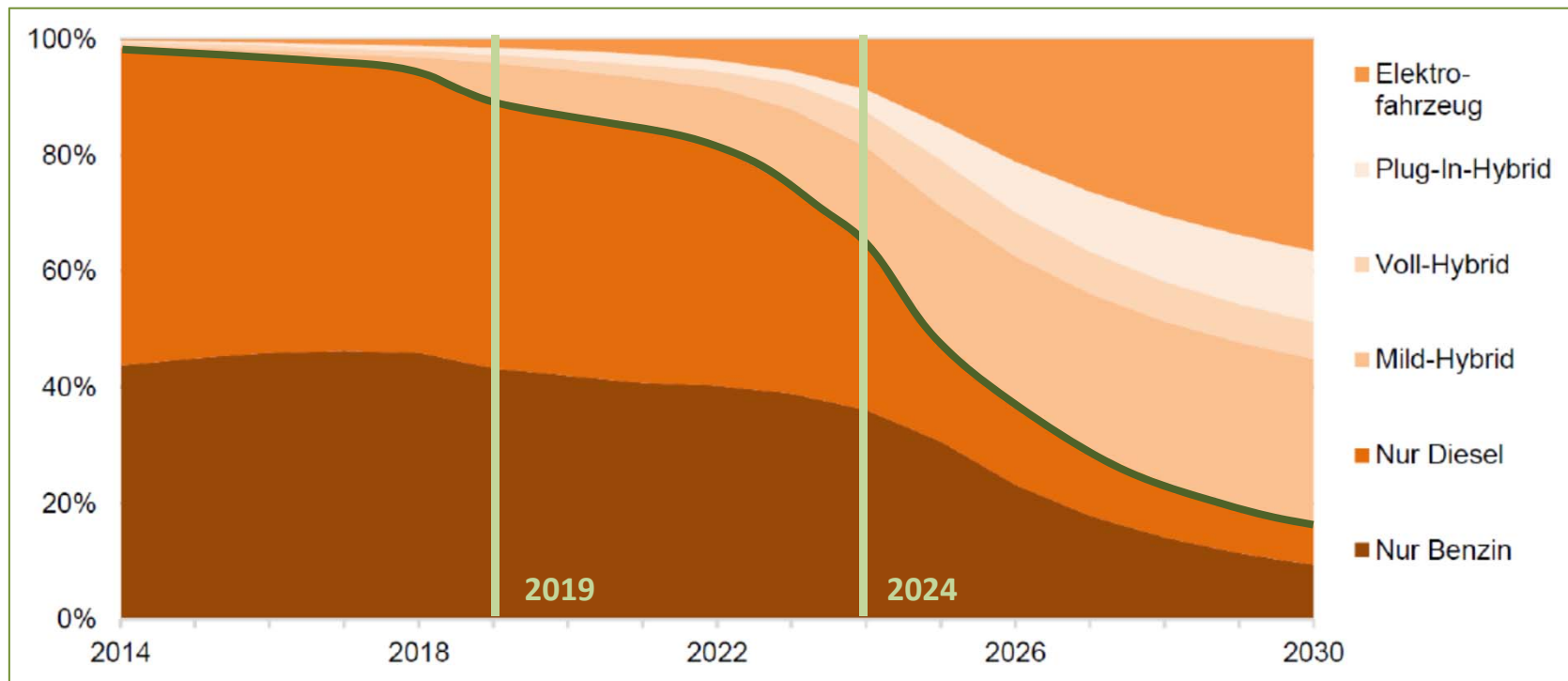
Zerspanung und Mobilitätskonzepte



Veränderungen der Zerspanungshauptzeiten für den Elektroantrieb

Quelle: Abele E et al. (2009), Wandel im Pkw-Antriebsstrang: Auswirkungen auf Produktionskonzepte, in Maschinenbau und Metallbearbeitung, Kuhn Fachverlag

Szenarien für die Mobilität der Zukunft



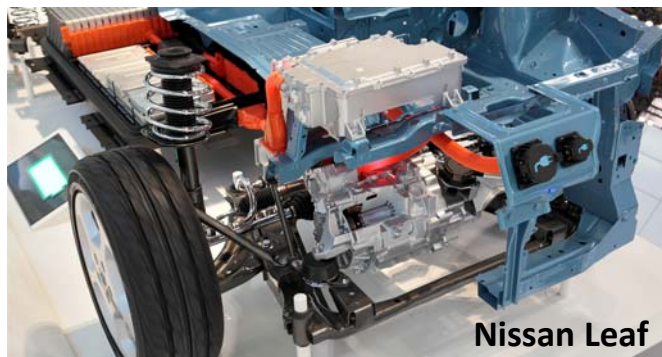
Quelle: PWC, VDMA (2017)

Beispiele von E-Achssystemen



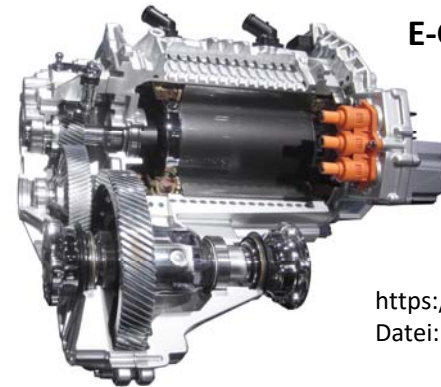
Tesla Model X

<https://www.cnet.com/news/teslas-model-x>



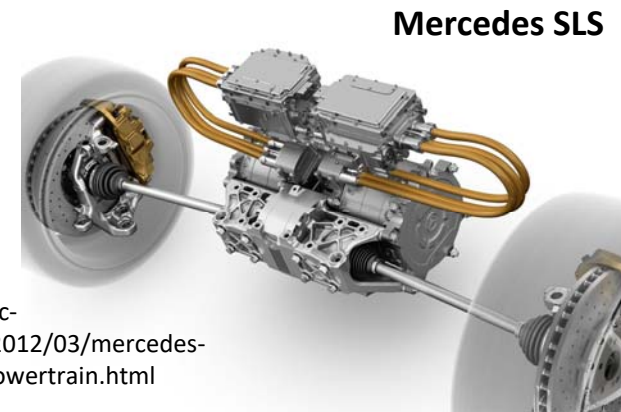
Nissan Leaf

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nissan_Leaf_011.JPG



E-Golf

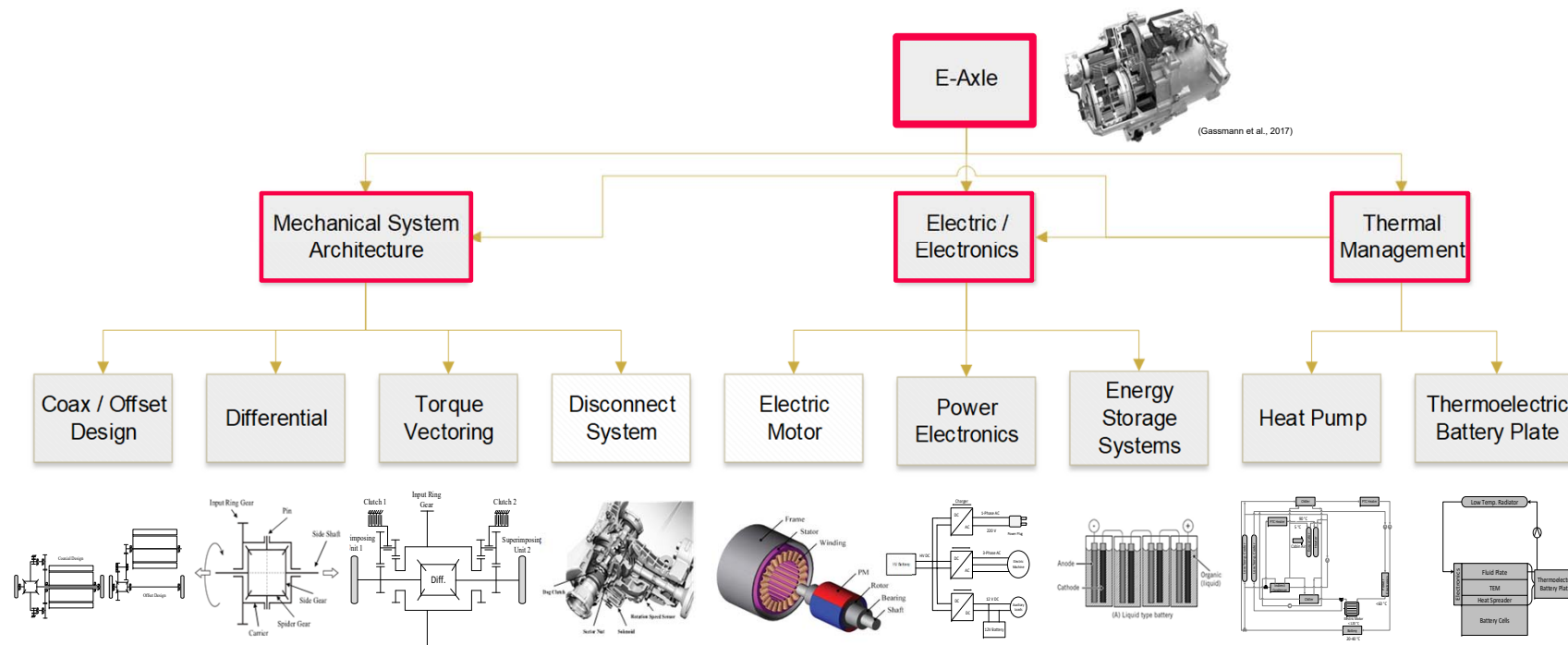
<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:E-golf-engine.jpg>



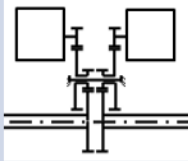
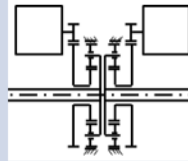
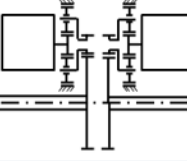
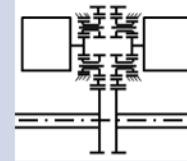
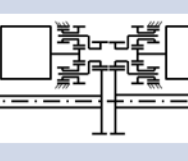
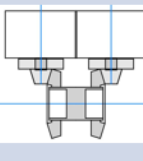
Mercedes SLS

<http://www.electric-vehiclenews.com/2012/03/mercedes-reveal-sls-e-cells-powertrain.html>

E-Achse als interdisziplinäres Forschungsobjekt

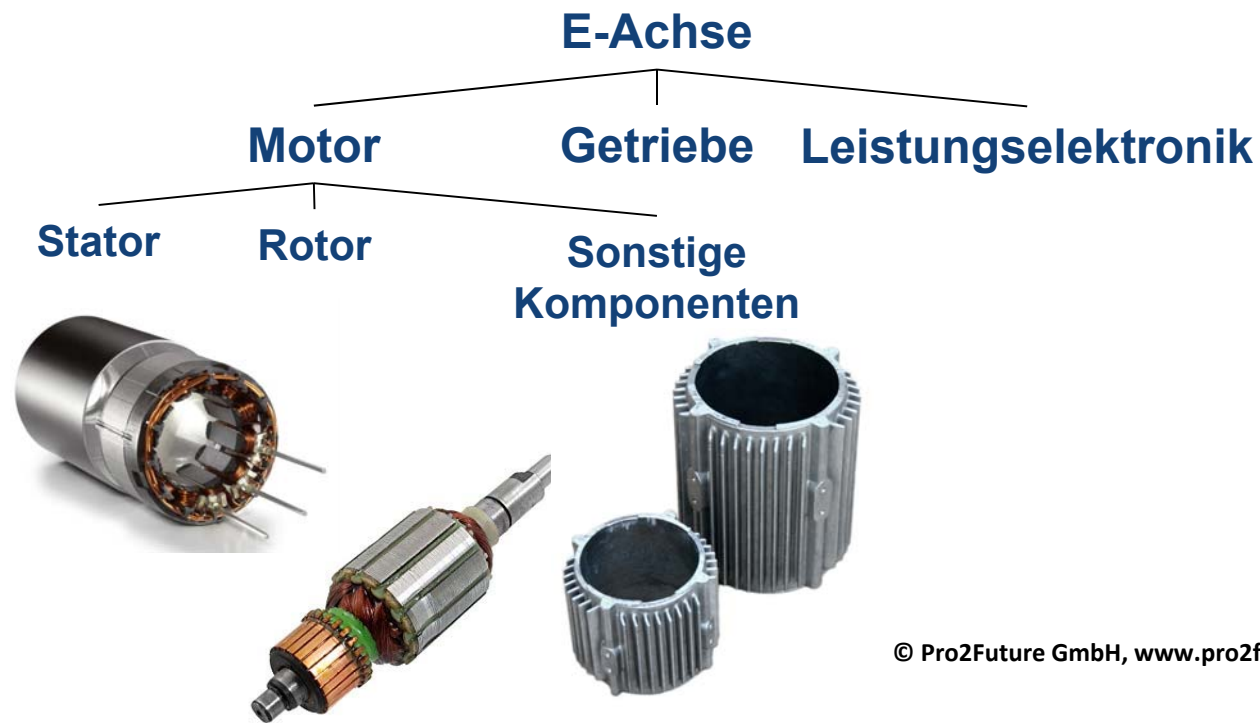


Architektur - Benchmark

	2-stage symmetric	Spur gear to planetary gears	Planetary gears to spur gear	Wolfrom PG to spur gear	Stepped PG to spur gear	Spur gear to bevel gear
						
Dimensions	+	+	+	-	o	-
Efficiency	+	o	o	-	-	-
Power / Weight	o	+	+	+	+	o
Rotational Inertia	o	+	+	+	+	o
Axial space for Cardan-Shaft	o	-	o	+	+	+
Ground clearance (radial space CS)	o	-	o	+	+	o
Tech. Readiness	+	o	o	-	o	+
Assembly / Production	+	o	+	-	o	o

© Pro2Future GmbH, www.pro2future.at

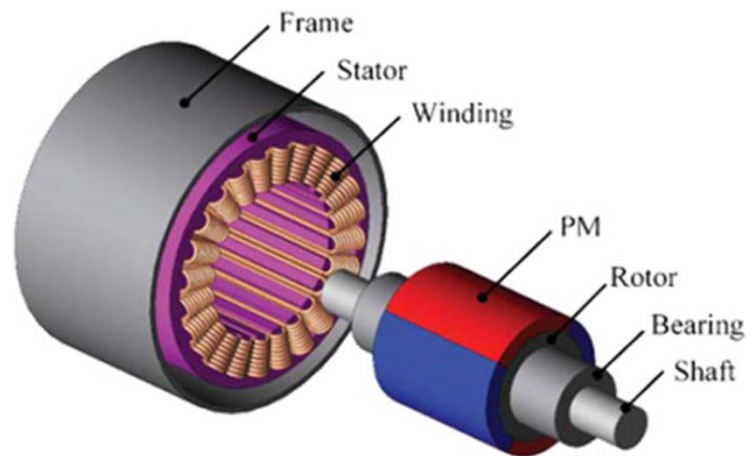
E-Motor



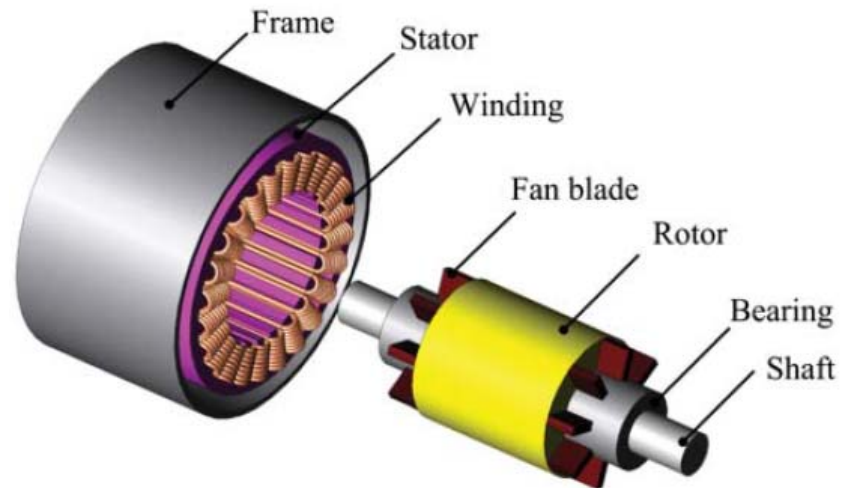
© Pro2Future GmbH, www.pro2future.at

Motortypen

Synchronmotor



Induktionsmotor

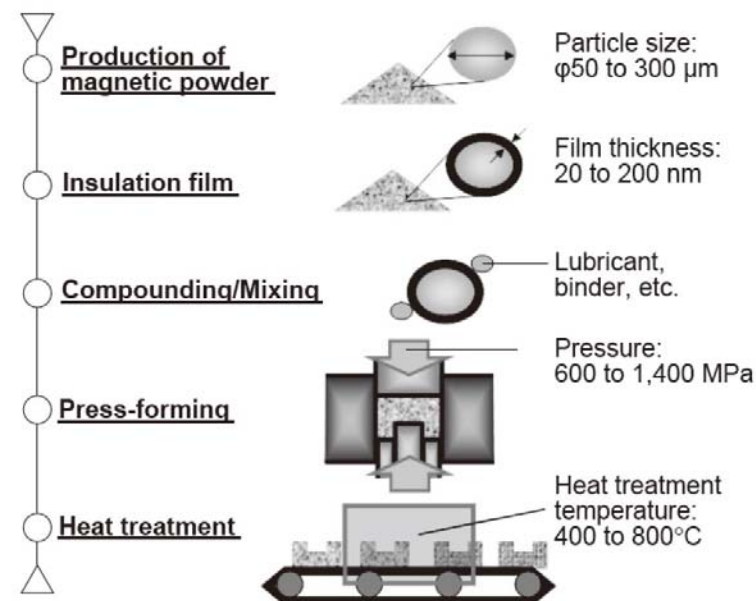
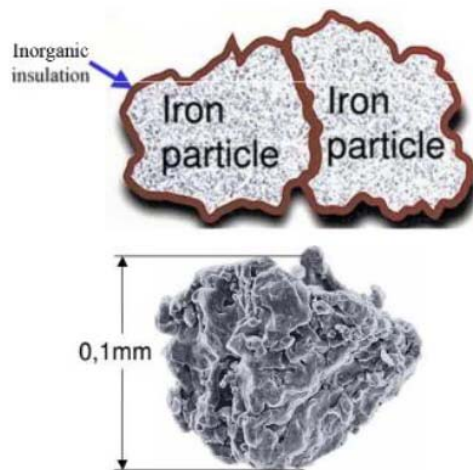


Quelle: Electric Vehicle Machines and Drives, K.T.Chau (2015), S.41, S.73, S.110, S.150, Wan, Zhao u. a. (Juli 2015). »A novel transverse flux machine for vehicle traction applications«. In: 2015 IEEE Power Energy Society General Meeting, S. 1–5. doi: 10.1109/PESGM.2015.7286494 (siehe S. 15).

Stator- und Rotorkerne aus „Soft Magnetic Composites“

Elektro-Material

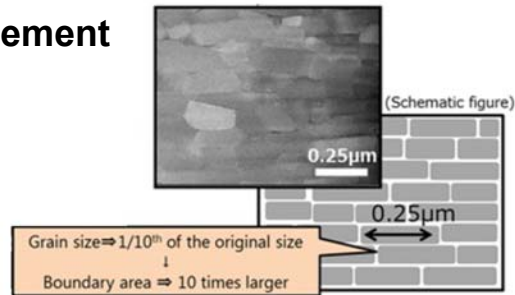
SMC ... **Soft Magnetic Composite**



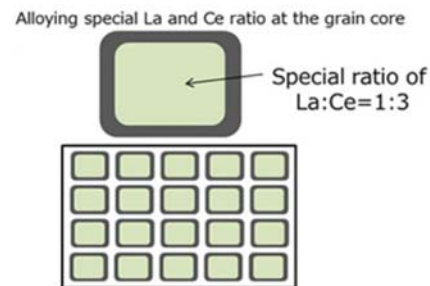
Quelle: "Manufacturing processes of soft magnetic composite cores for permanent magnet machines," 2017 20th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), C. Liu, Y. Wang, G. Lei, B. Ma, Y. Guo and J. Zhu (2017) pp. 1-6.

Rohstoffabhängigkeit verringern

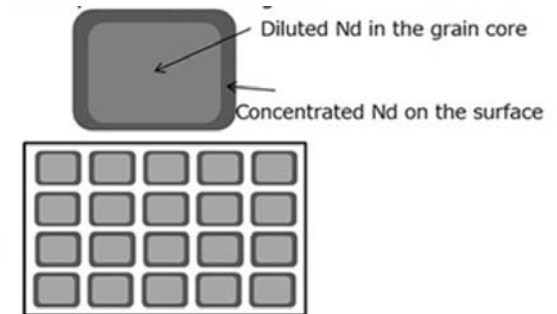
Grain Refinement



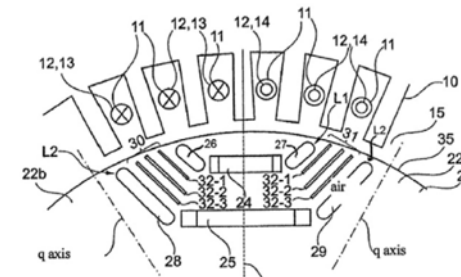
Replacement of Nd



Two-layer structure

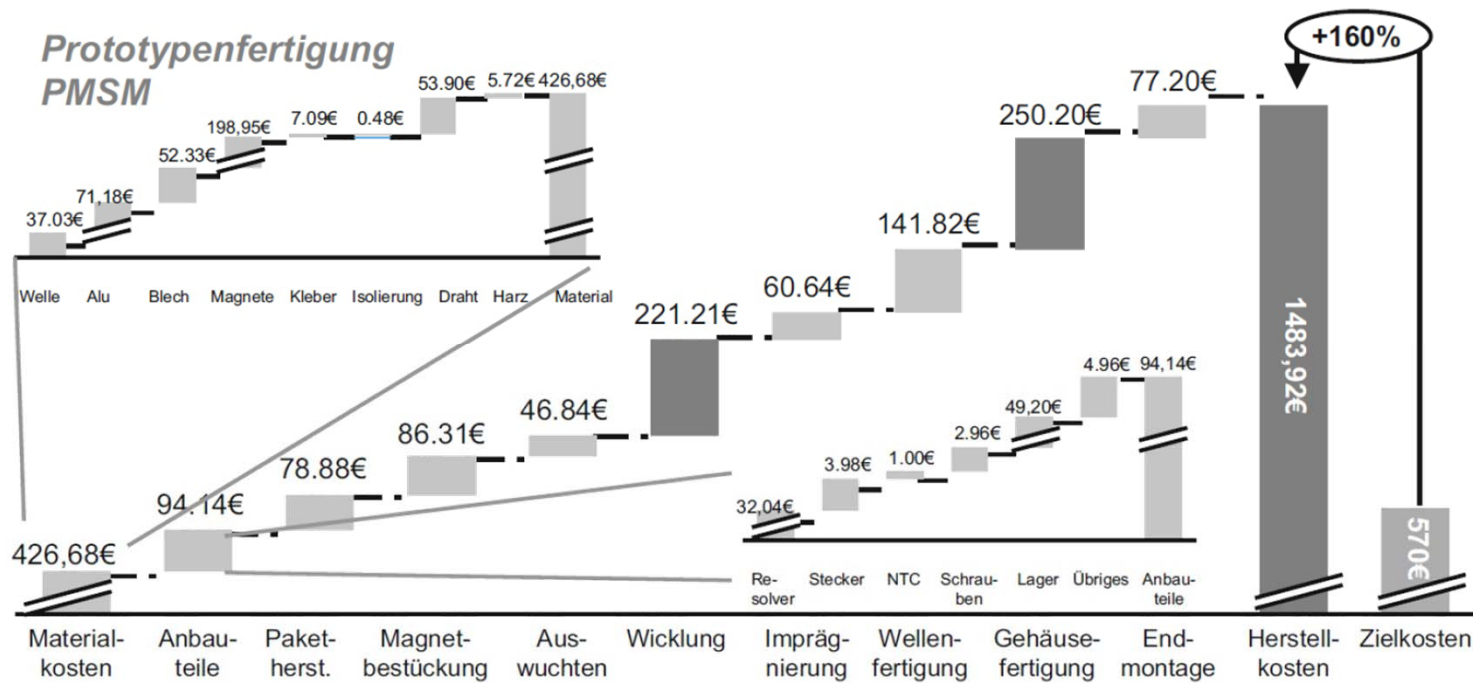


Permanent magnet and reluctance motor



Kim, Jin Woo u. a. (2013). »Nd–Fe–B permanent magnets fabricated by low temperature sintering process«. In: Journal of Alloys and Compounds 551, S. 180–184. issn: 0925-8388. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2012.10.058>. url: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925838812018105> (siehe S. 48–50); Release, Toyota News (2018). Toyota Develops New Magnet for Electric Motors Aiming to Reduce Use of Critical Rare-Earth Element by up to 50 %. url: <https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/21139684.html> (siehe S. 47, 51, 52); Widmer, James, Richard Martin und Mohammad Kimiabeigi (März 2015). »Electric vehicle traction motors without rare earth magnets«. In: Sustainable Materials and Technologies 29. doi: 10.1016/j.susmat.2015.02.001 (siehe S. 30, 33, 53, 54).

E-Motor - Produktionsstufen und Kosten



Kampker, Achim (2014). Elektromobilproduktion. 2014. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag. ISBN: 978-3-642-42022-1 (S. 181)

What is the reason for these high costs?

ECONOMIES OF SCALE

How can we achieve efficient production for high variety of cars?

Batteriesysteme

Beispiele für Batteriesysteme

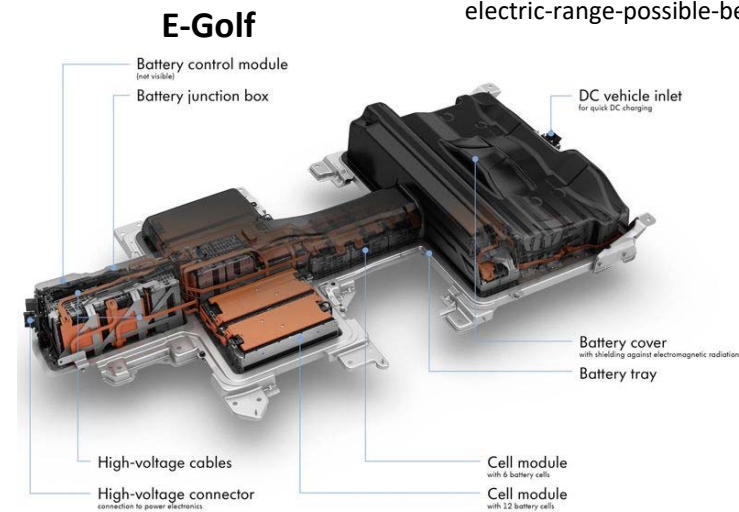


https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan_Leaf

<http://www.greencarcongress.com/2014/07/20140721-egolf.html>



<http://insideevs.com/volkswagen-powertrain-boss-370-miles-electric-range-possible-bevs-2020/>



Problemfelder in der Batterieproduktion

Früher

Heute

Energiewandler teuer
Energiespeicher günstig

Energiewandler günstig
Energiespeicher sehr teuer

Quelle: ARADEX, Mapal Dialog (2017)

Rohstoffe für die Batterie:

Lithium: Akku mit 70 kWh benötigt 20 kg Lithium

Kobalt: Weltjahresproduktion von Kobalt: 125.000 t (2016), davon 50 % aus dem Kongo

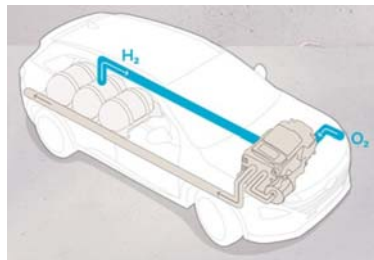
„Seltene“ Erden: Sind gar nicht selten. 90 % der Vorkommen liegen in China

Entsorgungspfad bisher nicht gelöst.

Quelle: VDMA (2017)

Brennstoffzelle

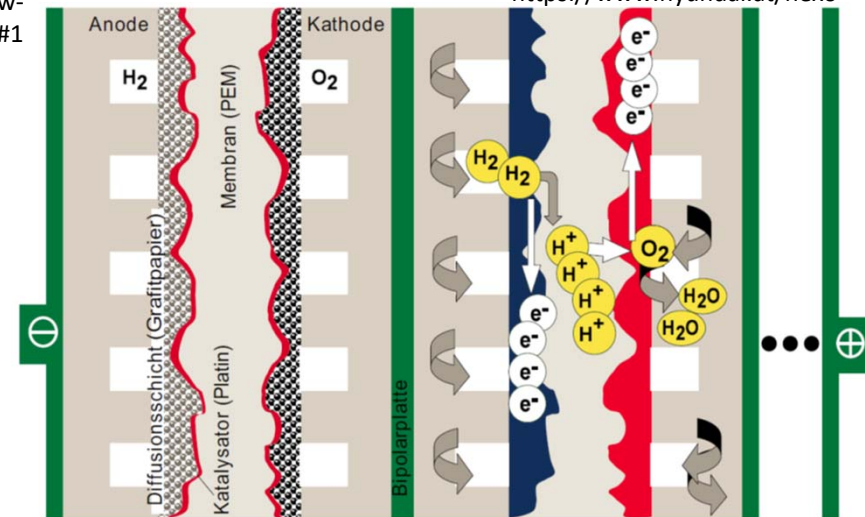
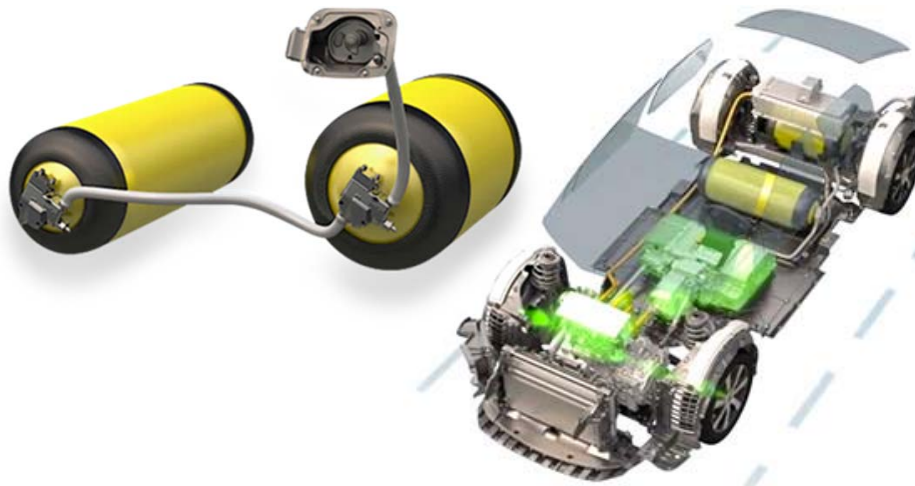
Grundlagen



<https://www.toyota.at/new-cars/new-mirai/index.json#1>

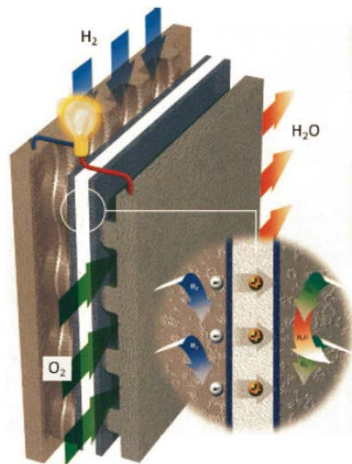


<https://www.hyundai.at/nexo>



Quelle: Kurzweil P. (2017), Brennstoffzellentechnik

Bipolarplatten – Materialien im Vergleich

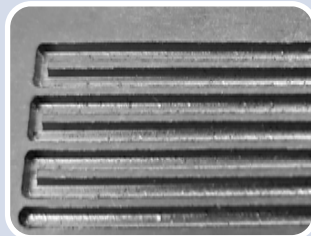


Quelle: Daimler

Werkstoff	Grafit	Composit	Metall
Korrosionsfestigkeit	++	+	0 + (mit Beschichtung)
Elektrische Leitfähigkeit	+	0	+
Festigkeit	–	0	++
Flexibilität	–	+	++
Thermische Leitfähigkeit	++	0	+
Formbarkeit	–	+	++
Gas Durchlässigkeit	–	–	++
Dichte	+	+	–
Kosten	–	+	+
Massenproduktion	–	+	++

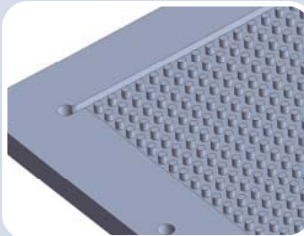
Quelle: Lehmann J., Wasserstoff und Brennstoffzelle, Technologie und Marktperspektiven

Bipolarplatten: Designvorschläge für „Strömungsfelder“



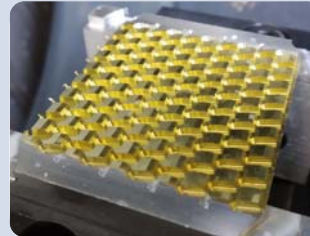
Serpentine:

Non homogenous flow field
 Bad flow characteristics due to the small corner-radius
 Bad water removal capabilities
 Cheap production



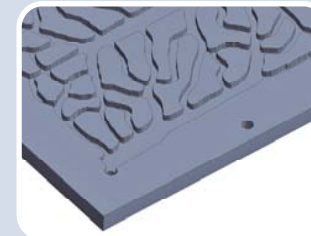
Pin:

More homogenous distribution
 Round Pins offer a better flow characteristic
 Good water removal capabilities
 cheap production



3D:

Homogeneous distribution of reactants
 Optimized flow characteristics
 Integration of cooling channels possible
 Flexible design
 Expensive production



Bionic:

Homogeneous distribution of reactants
 Excellent flow characteristics
 Integration of cooling channels possible
 Flexible design
 Expensive production

Studie »ELAB – Elektromobilität und Beschäftigung«

- **Auswirkungen** der zunehmenden Bedeutung »grüner« Technologien **auf die Beschäftigung** in der Antriebsstrangproduktion **erstmal**s auf breiter Basis analysiert.
- **Stabile bis steigende Gesamtbeschäftigung** in allen betrachteten Marktszenarien.
- **Tiefgreifende Veränderungen** innerhalb der Wertschöpfungskette möglich.
- **Fundierte Ausgangsbasis** für den weiteren **Dialog auf gesellschaftlicher, politischer und betrieblicher Ebene** zur künftigen Ausrichtung der Antriebsstrangproduktion.



<https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/ueber-uns/fraunhofer-iao/forschungsbereiche/engineering-systeme/658.html>

Szenarien einer disruptiv veränderten Zukunft (2030)

- Vielfalt im Produktmix – Digitalisierung und Automatisierung
- „Pulver versus Span“
- Große Bedeutung der Finish-Prozesse (Surface-Design)
- Werkzeug Laser im Wettbewerb zum Schneidwerkzeug
- MRK-Robotik im Bereich Assemblierung / Montage
- **Vision: Ein Land, das CO₂-frei lebt und wirtschaftet.**