



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iWF**



Vorlesung Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder, 09. April 2018

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Agenda

1. Organisatorisches und Informationen zum Institut
 - StudIP
 - Eduvote
 - Etherpad
2. Einteilung der Fertigungsverfahren (Kapitel 1)



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iWF**



Organisatorisches und Informationen zum Institut

Dr.-Ing. Anke Müller, 09. April 2018

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Vorstellung Dozenten

Vorlesung

Prof. Klaus Dröder

Dozent

Leiter des Instituts für
Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik



Modus Vorlesung

- Montag, 11.30 - 13.00 Uhr
Audimax
- Vermittlung von
themenspezifischem
Grundlagenwissen

Übung

Dr. Anke Müller

Dozentin

Stellv. Institutsleitung
Werkzeugtechnologien



Modus Übung

- Dienstag, 10.35 - 11.20 Uhr
Audimax
- Bearbeitung und
Berechnung
fertigungstechnischer
Anwendungsfälle

Vorstellung Betreuer

Vorlesungsbetreuer

Sebastian Bienia, M. Sc.

*Vorlesungs-
und Übungsbetreuer*

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

Tel.: +49 531 391-65053

E-Mail: s.bienia@tu-braunschweig.de



- Vorbereitung von Äquivalenznachweisen
- Ansprechpartner StudIP
- Prüfungsbescheinigungen
- Klausureinsicht
- Beantwortung inhaltlicher Fragen
- Koordination mündlicher Prüfungen
- Abstimmung Kenntnisprüfungen
- Raumplanung

**Studien- oder Abschlussarbeiten gesucht?
Ausschreibungen auf der IWF-Webseite**

Organisatorisches

Vorlesungsunterlagen

- Die Folien zu jeder Vorlesung werden Ihnen im Downloadbereich des Stud.IP zur Verfügung gestellt.
- Für ausführliche Hintergrundinformationen steht Ihnen zusätzlich ein **Skript** zur Verfügung, das gegen eine **Gebühr von 0,50 EUR** bei der Klappe (Langer Kamp 19d, Masch.Bau) abgeholt werden kann (Öffnungszeiten / Verfügbarkeit beachten).

Übungsunterlagen

- Die Folien werden in der Woche vor der Veranstaltung online gestellt.
- Die Lösungen der Übungen werden nach den Übungen zugänglich gemacht.

Klausur

- Montag, 13. August 2018
- Voraussichtlich 14.00-16.00 Uhr
- Raumaufteilung wird rechtzeitig bekanntgegeben



Quelle: : freepik.com

Nutzung von Stud.IP im Rahmen der VL und Übung

Zentrale Bereitstellung von Unterlagen auf:
<https://studip.tu-braunschweig.de>

Passwort: FTSS2018

Fragen im Forum stellen
Antworten für alle einsehbar

Aktuelle Vorlesungsfolien werden vor
jeder Veranstaltung bereitgestellt



The screenshot shows the Stud.IP web interface. At the top is a blue navigation bar with icons for Überblick, Verwaltung, Forum, Teilnehmende, Dateien, Ablaufplan, Literatur, Wiki, and Mehr Below the navigation bar is a course overview for "Vorlesung: Fertigungstechnik". On the left is a sidebar with a circular logo and the word "Übersicht". In the center, there is a thumbnail image of a person working at a computer. The course title "Vorlesung: Fertigungstechnik" is displayed above the details. Below the title, it says "Zeit / Veranstaltungsort:" followed by "Montag: 11:30 - 13:00, wöchentlich (ab 09.04.2018), Hauptveranst., Ort: (Raum 4202.01.101 - AM: Hörsaal /".

Vorlesung - Terminplan

KW	Datum	Vorlesung	Übung	Inhalt	Dozent
15	Mo., 09.04.	Kapitel 1:		Einleitung - Einteilung der Fertigungsverfahren	Dr. Müller
16	Mo., 16.04.	Kapitel 2:		Urformen	Dr. Müller
	Di., 17.04.		Übung 9:	Auslegung Spritzguss	Dr. Müller
		Kapitel 4:		Trennen	
17	Mo., 23.04.	Kapitel 4.1		Grundlagen der Zerspanung	Dr. Müller
			Übung 2:	Standzeit	Dr. Müller
18	Mo., 30.04.			Brückentag, Ausfallempfehlung	-
19	Di., 01.05.			Tag der Arbeit	-
20	Mo., 07.05.	Kapitel 4.2		Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide	Prof. Dröder
	Di., 08.05.		Übung 1:	Eingriffsverhältnisse	Dr. Müller
21	Mo., 14.05.	Kapitel 4.3		Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide	Dr. Müller
	Di., 15.05.		Übung 3:	Schnittzeit	Dr. Müller
22	Mo., 21.05.			Pfingstmontag / Exkursionswoche	-
	Di., 22.05.			Pfingstmontag / Exkursionswoche	-
23	Mo., 28.05.	Kapitel 4.4		Abtragen	Prof. Dröder
	Di., 29.05.		Übung 4:	Zeitspannungsvolumen	Dr. Müller
24	Mo., 04.06.	Kapitel 3:		Umformen	Prof. Dröder
	Di., 05.06.		Übung 5:	Puffer	Dr. Müller
25	Mo., 11.06.	Kapitel 5:		Fügen	Prof. Dröder
	Di., 12.06.		Übung 8:	Puffer	Dr. Müller
26	Mo., 18.06.	Kapitel 6:		Beschichten	Prof. Dröder
	Di., 19.06.	Kapitel 7:	Übung neu:	Stoffeigenschaften ändern	Dr. Müller
27	Mo., 25.06.	Kapitel 9:		Hybrider Leichtbau	Prof. Dröder
	Di., 26.06.	Kapitel 10:	Übung neu:	Messtechnik / Prozessüberwachung	Dr. Müller
28	Mo., 02.07.	Kapitel 8:		Generative Fertigung	Prof. Dröder
	Di., 03.07.			FRAGESTUNDE	Sebastian Bienia

Literaturempfehlungen zu den Grundlagen der Fertigungstechnik

Klocke, F.; König, W. (2008):

Fertigungsverfahren 1: Drehen, Fräsen, Bohren, 8. Auflage, Springer Verlag.

Klocke, F.; König, W. (2005):

Fertigungsverfahren 2: Schleifen, Honen, Läppen, 4. Auflage, Springer Verlag.

Klocke, F.; König, W. (2007):

Fertigungsverfahren 3: Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung, 4. Auflage, Springer Verlag.

Klocke, F.; König, W. (2006):

Fertigungsverfahren 4: Umformen, 5. Auflage, Springer Verlag.

Fritz, A.H.; Schulze, G. (2012):

Fertigungstechnik, 10. Auflage, Springer Verlag.

Biermann, D. (2012):

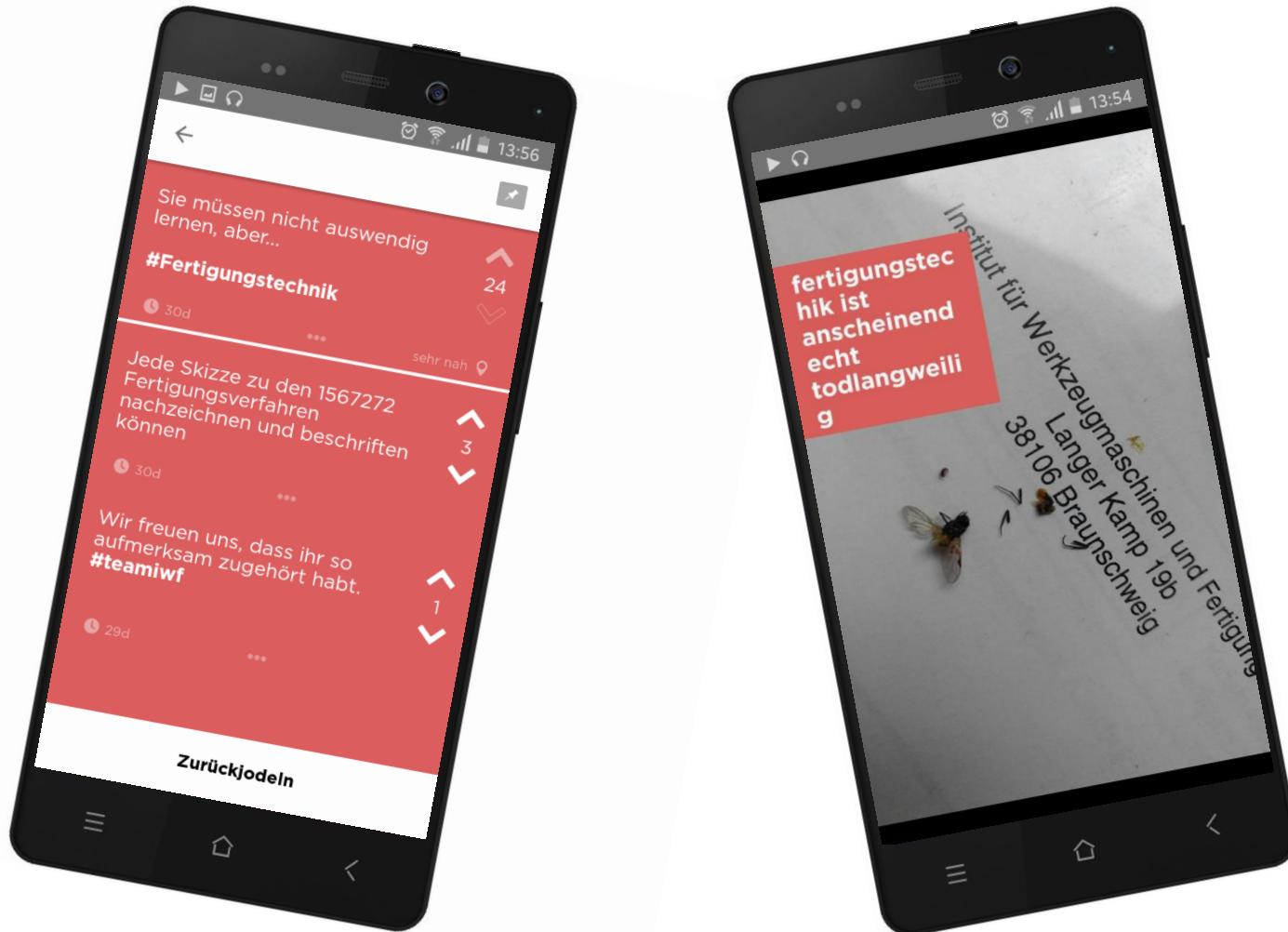
Spanende Fertigung: Prozesse, Innovationen, Werkstoffe, 6. Auflage, Vulkan Verlag.

Doege, E.; Behrens, B.-A. (2010):

Handbuch Umformtechnik: Grundlagen, Technologien, Maschinen, 2. Auflage, Springer Verlag.

Weiterführende Literaturhinweise finden Sie im Skript zur Vorlesung.

Erwartungen an die Vorlesung Fertigungstechnik aus Studierendensicht



Erwartungen an die Vorlesung Fertigungstechnik aus Dozentensicht



Neustrukturierte Vorlesung Fertigungstechnik, bestehend aus Skript und Vorlesung(-Folien), ermöglicht guten Überblick über die Fertigungsverfahren



Formelsammlung wird in Klausur zur Verfügung gestellt, Umgang in den Übungen vermittelt



Altklausuren stehen zur Information im StudIP, Klausuren seit SoSe 2017 im Single Choice Prinzip



Es gibt keine explizite Klausurvorbereitung, aber Fragestunden sowie das StudIP Forum,
auf wesentliche Inhalte wird während der VL verwiesen

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

Organisationsstruktur und Forschungsschwerpunkte



Fertigungstechnologien & Prozessautomatisierung

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder
stellv. Leitung Dr. Müller



Nachhaltige Produktion & Life Cycle Engineering

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



Geschäftsführung und Strategie Fr. Wiese

Technikum Hr. Süllau

Lab Factories

Die Lernfabrik

Battery LabFactory Braunschweig

Open Hybrid LabFactory Wolfsburg

Fertigungs-technik

Dr. Hoffmeister

Montage & Fertigungs-automatisierung

Dr. Dietrich

Automatisierte Batterieproduktion
Hr. Leithoff

Automatisierte Leichtbauproduktion
Hr. Schnurr

Werkzeug-technologien und Formenbau
Hr. Beuscher

Prozess-simulation
Dr. Hürkamp

Fertigung hybrider Bauteile

Hr. Kühn

Nachhaltige Produktion

Dr. Thiede

Die Lernfabrik

Dr. Posselt

Ökoeffiziente Batterieproduktion
Hr. Bognar

Ökoeffizienter Leichtbau
Hr. Kaluza

Urbane Produktion
Hr. Juraschek

Ökoeffiziente Werkzeugmaschinen und -systeme
Fr. Madanchi

LabFactories | Open Hybrid LabFactory



Nutzfläche NF1-6: Gesamt 5.215m² – Büro (2300 m²), Labor (400m²), Technikum (2.100 m²)
Bruttogeschoßfläche: ca. 10.000 m² | ca. 230 Arbeitsplätze

LabFactories | Open Hybrid LabFactory

Institute der TU Braunschweig:



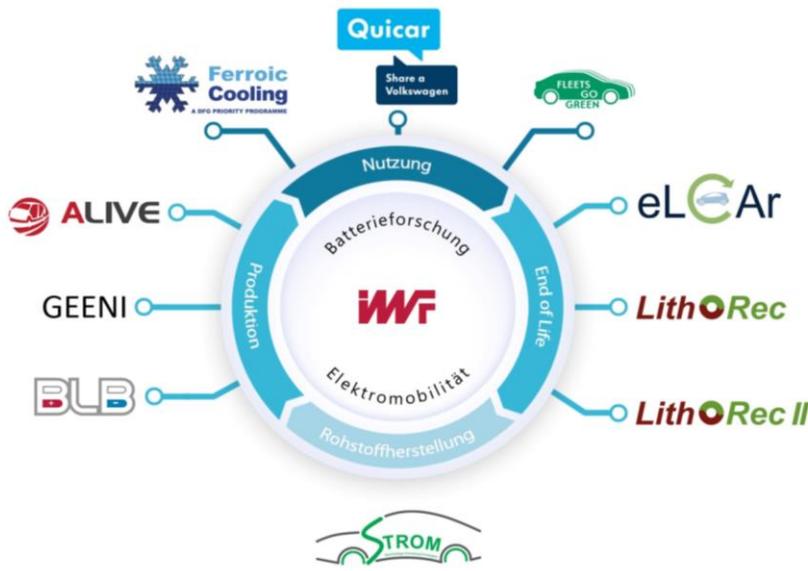
Studien- und Abschlussarbeiten in
Kooperation beteiligter Industriepartner!



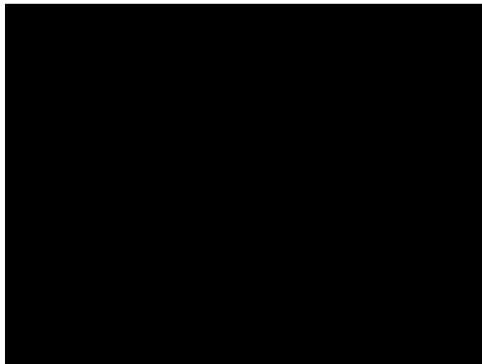
Anlagentechnik



LabFactories | Battery LabFactory Braunschweig



z-Folding Prozess



automatisierte Demontage



Forschungsschwerpunkte:

- Untersuchung einzelner Fertigungsschritte von Batteriezellen, -modulen und –systemen
- Entwicklung und Design von Zellen und Modulen mit besserer Performance bei geringeren Kosten und verbesserter Ökobilanz
- Ökobilanzierungen im Kontext der Elektromobilität und Nutzungskonzepte für den E-Car-Sharing – Betrieb
- Recycling von Lithium-Ionen Batterien speziell die Demontagesystemplanung, Automatisierung der Demontage

LabFactories | „Die Lernfabrik“

- Reallabor als Experimentier- und Lernplattform für „Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion“
- Ziele: Sensibilisierung, praktische „Erlebbarkeit“, forschungsorientiertes Lernen sowie Aus- und Weiterbildung
- Zielgruppen: Industrie, Forschung, Lehre
- verschiedene Stationen mit z.T. interaktiver Darstellung von Inhalten
- Stationen: Energieleitstand, Effiziente Druckluft, Mineralölfreie Produktion, Energietransparente Maschine, Späneentölung, Erneuerbare Energien, Energieeffizienz lernen, Green Office
- kontinuierliche Erweiterung





Kapitel 1: Einleitung - Einteilung der Fertigungsverfahren

Dr.-Ing. Anke Müller, 09. April 2018

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Ziele der Vorlesung

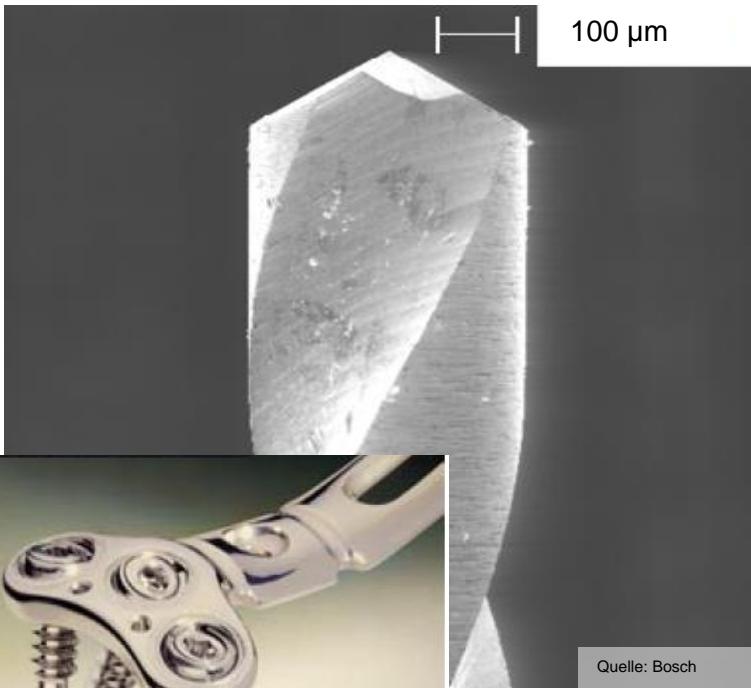


ZIELE

- Einteilung fertigungstechn. Verfahren nach DIN 8580
 - Abschätzung von Potenzialen und Herausforderungen einzelner Verfahren für spezifische Anwendungen

Quelle: BMW

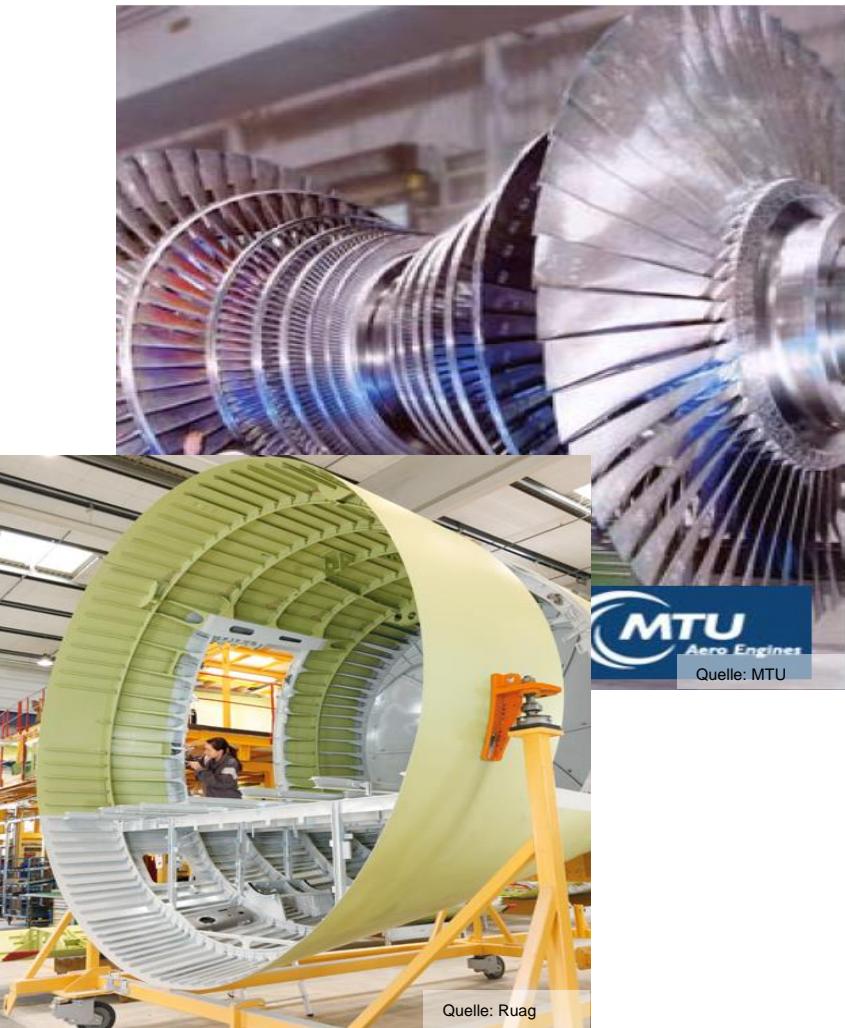
Was ist Fertigungstechnik?



Quelle: Bosch



Quelle: Königsee



Quelle: Ruag



Einordnung der Fertigungstechnik

Produktionstechnik

(Gesamtheit wirtschaftlicher, technologischer und organisatorischer Maßnahmen, Verfahren und Methoden für die Herstellung industrieller Güter und Dienstleistungen aller Art)

Energietechnik	Verfahrenstechnik			Fertigungstechnik
(Gewinnung, Umwandlung, Transport, Speicherung, Nutzung)	mechanisch	chemisch	thermisch	Verfahren zur Herstellung oder Veränderung geometrisch bestimmter fester Körper



Quelle: Die Partner



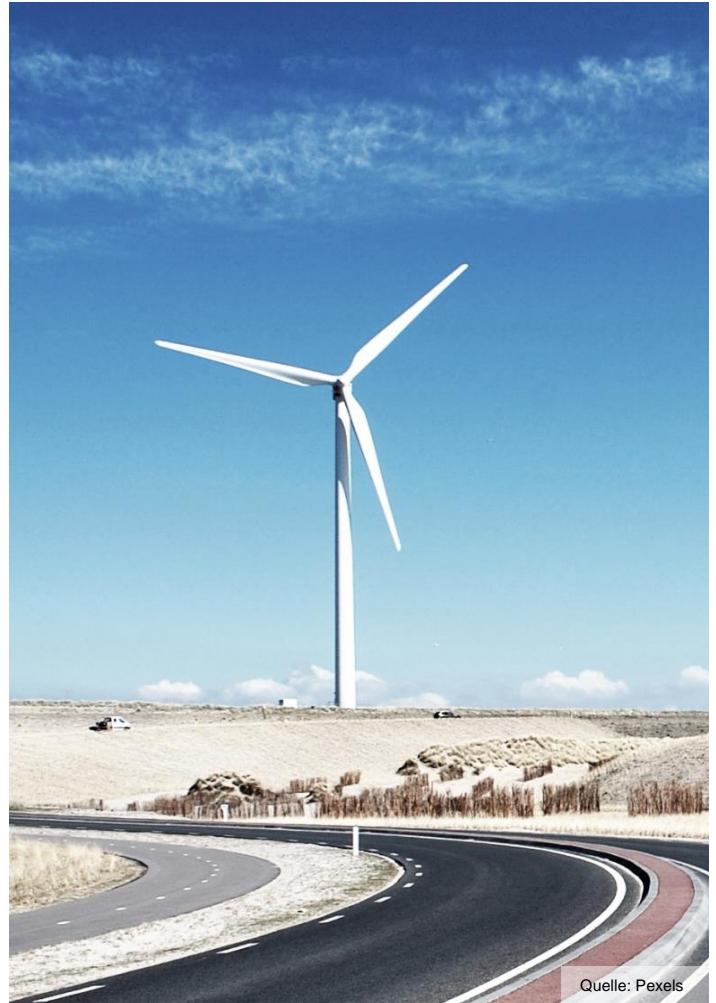
Quelle: Uni Bayreuth



Quelle: Ratio Cut

Energietechnik

- Primärenergieerschließung und -gewinnung, sowie deren Umwandlung, Transport und Verteilung
- Energieverfahrenstechnik befasst sich mit thermischen und chemischen Prozessen der Energieumwandlung und bildet so die Schnittmenge zwischen Energie- und Verfahrenstechnik
- Beispiel: Erschließung erneuerbarer Energie durch Nutzung kinetischer Energie des Windes

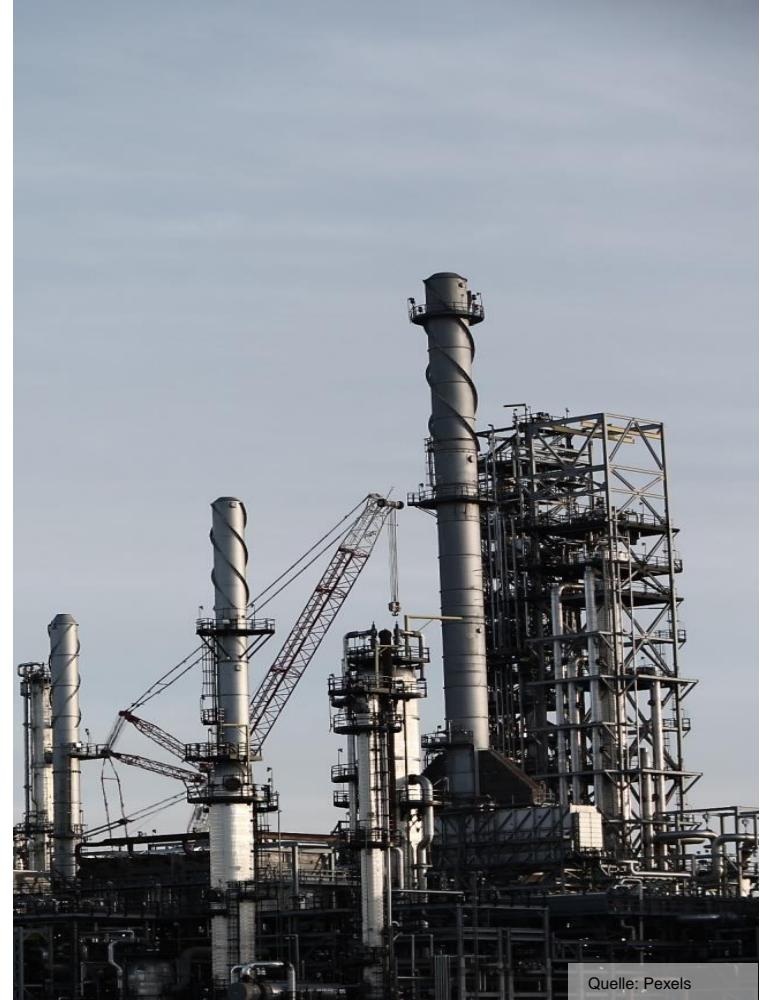


Quelle: Pexels



Verfahrenstechnik

- Verfahrenstechnik ist untergliedert in
 - mechanische,
 - Chemische und
 - Thermische
- Produkte der Verfahrenstechnik sind u.a. Zucker, Proteine, Kosemtika, Kunststoffe, Arzneimittel, Treibstoffe und Medikamente
- Beispiel: Chemische Verfahrenstechnik zur Umwandlung von Rohöl in nutzbare Treibstoffe



Fertigungstechnik

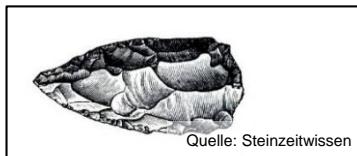
- Herstellung der meisten Produkte des täglichen Lebens erfolgt durch Fertigungstechnik
- Fertigungstechnik definiert die Verfahren zur Herstellung oder Veränderung von geometrisch bestimmten festen Körpern
- So erzeugte Bauteile werden wirtschaftlich, termingerecht und in geforderter Qualität hergestellt
- Beispiel: Drehbearbeitung eines Werkstückes zur Passung mit einem Kugellager



Rückblick

Entwicklung der Fertigungstechnik

Steinwerkzeug



Quelle: Steinzeitwissen

Stahl- / Goldsichel

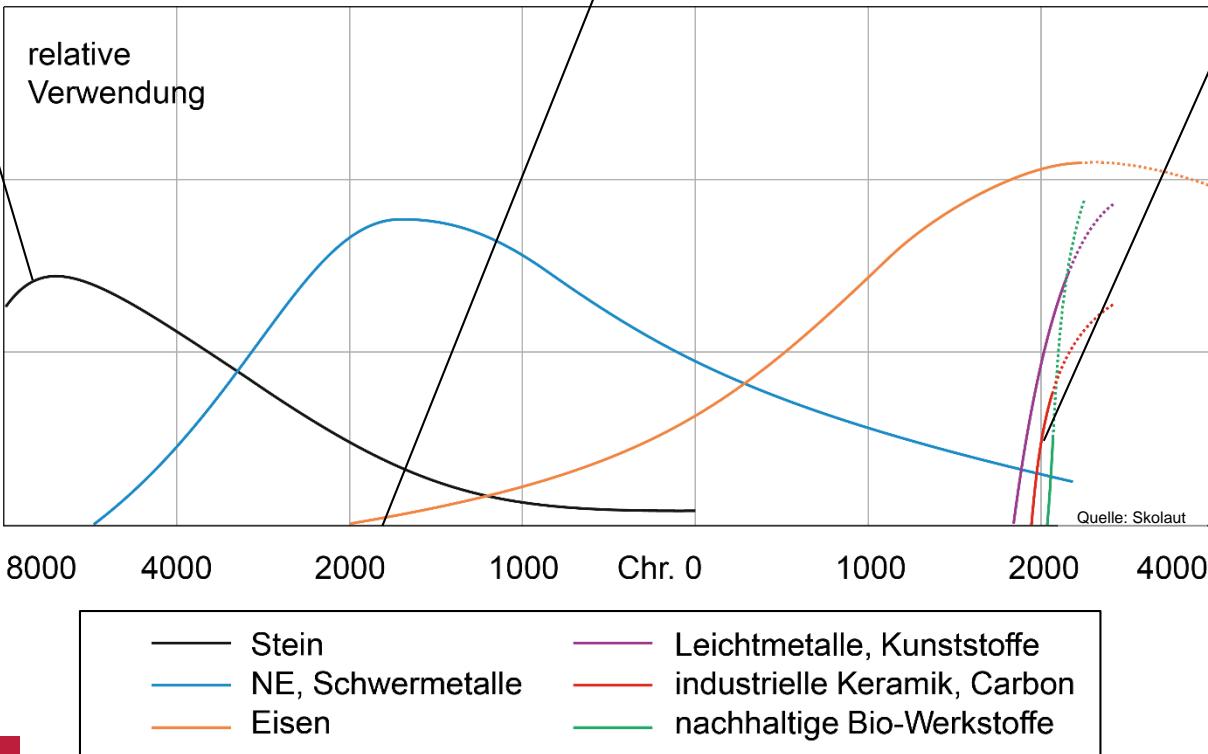


Quelle: Alaca

Keramikmesser



Quelle: Baibun



Status Quo

Moderne Fertigungssysteme

Konventionelles Drehen



Quelle: Traub

- System Werkzeug/Werkstück

5-Achs-Bearbeitungszentrum

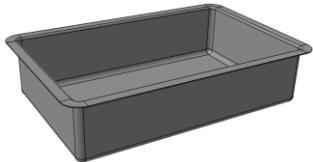


Quelle: DMG

- komplexes Bearbeitungszentrum

Fertigungssysteme der nahen Zukunft

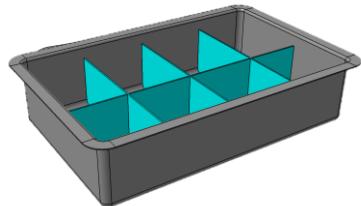
Schritt 1: Vorproduziertes Halbzeug



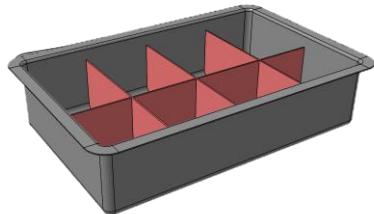
Schritt 2: Additive Finalisierung

⇒ Baufom- und Materialvarianten

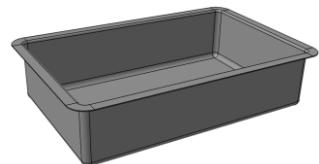
Variante A



Variante B



Konzept des Incremental Manufacturing



Vorproduziertes Grundmodul

Additive Variantenbildung



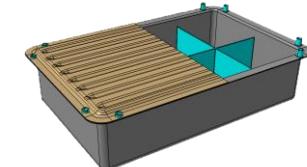
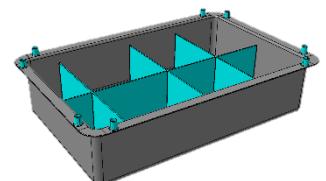
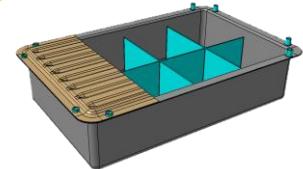
E-Up



E-Golf

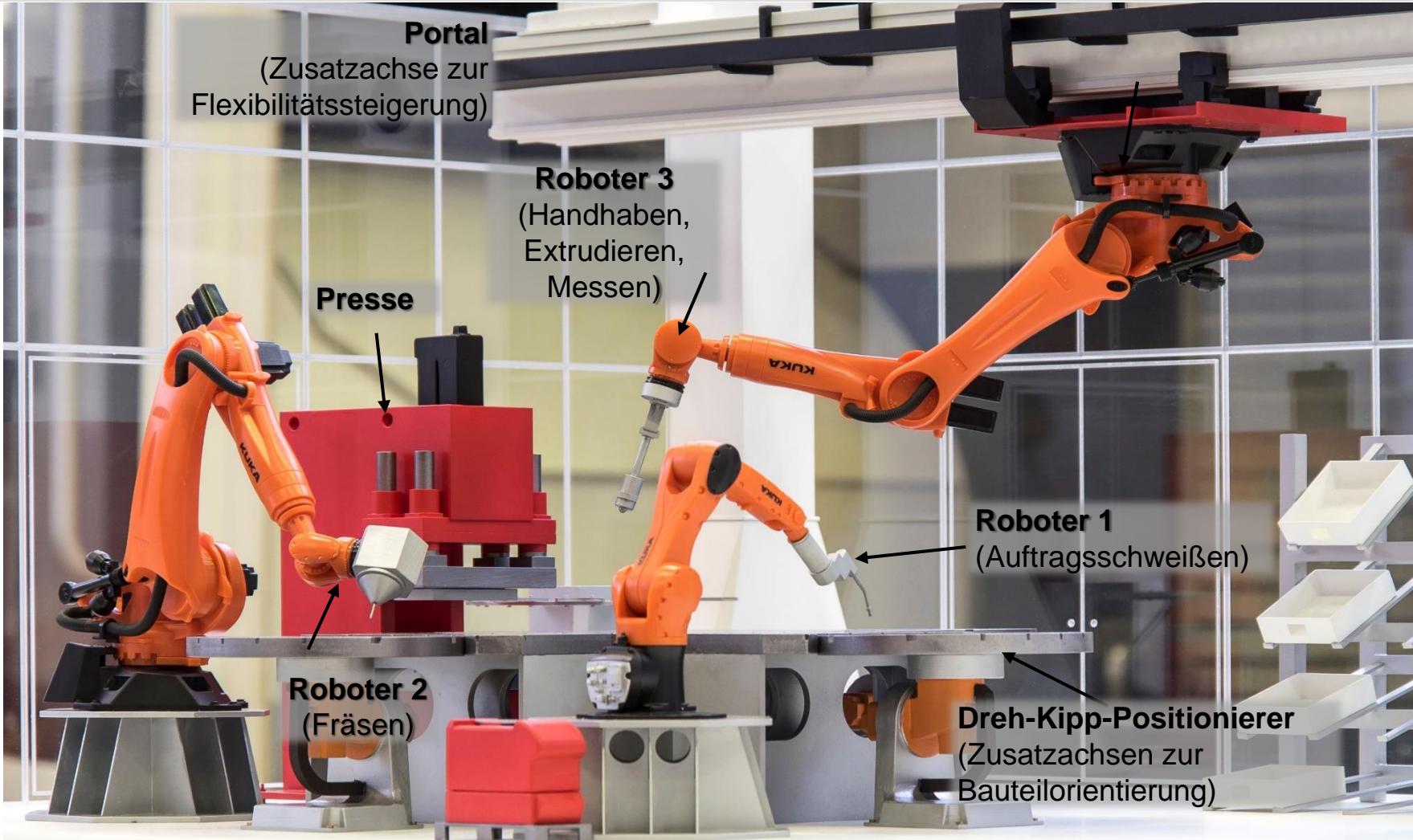


Plug-in-Hybrid Passat



Beispielhafte Anwendung

Fertigungssysteme der nahen Zukunft



Robotergeführte Fertigung

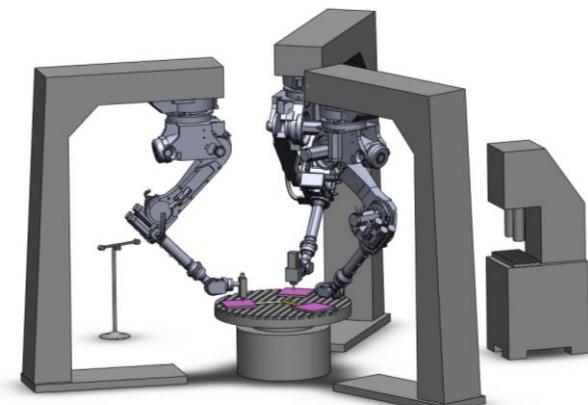
Forschungsfragen zu Fertigungssystemen der Zukunft

Übergeordnetes Ziel

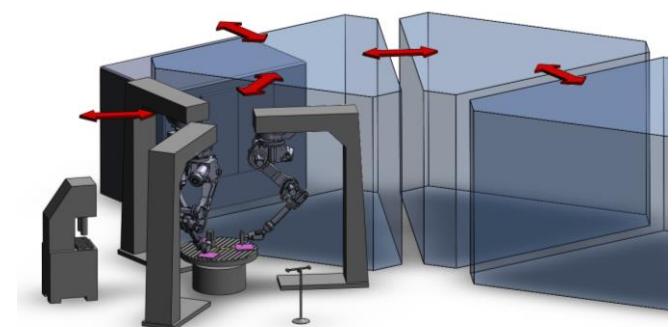
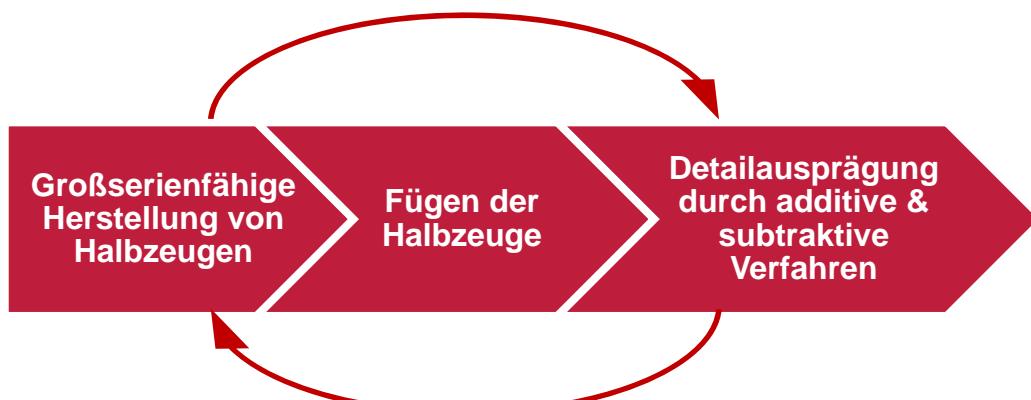
„Flexible Fertigung mit maximaler Produktivität bei minimalem Investment“

Lösungsansatz

- Produktive Kombination von Fertigungsverfahren
- Inkrementelle / iterative Fertigung von Bauteilen aus einem Halbzeuge-Baukasten (Fügen, Addieren, Subtrahieren, Messen)

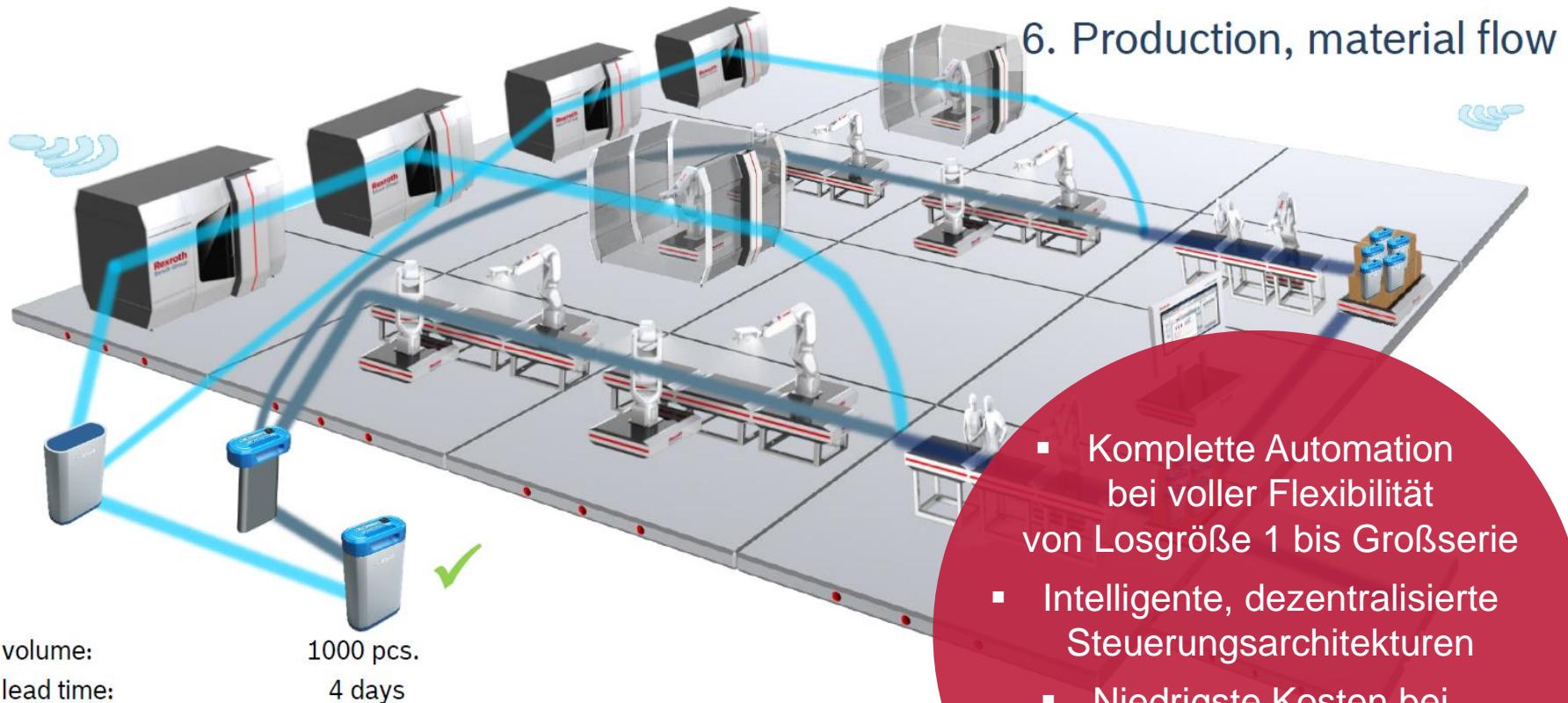


TU BS Incremental Manufacturing Lab:
„Maximale Produktivität bei minimalem Invest“
(in Planung)



Zukünftige Ergänzungs- und Skalierungsoption

Anforderungen an die Produktion von morgen: ... an die Fabrik der Zukunft



- Komplette Automation bei voller Flexibilität von Losgröße 1 bis Großserie
- Intelligente, dezentralisierte Steuerungsarchitekturen
- Niedrigste Kosten bei höchster Produktivität
- Digitale Businessmodelle

Quelle: Bosch Rexroth Group, Najork, R.:16th CTI Symposium, Berlin, 2017

Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik | Kapitel 1 - Einleitung
09. April 2018 | Folie 34

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik **iWF**

Einheiten der Vorlesung Fertigungstechnik

Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580



Einsatz moderner Fertigungsverfahren

Beispiel 1: PKW

Stoffeigenschaften ändern

- Härt(en): Kurbelwelle
- Sintern: Kurbelwellenlagerschalen



Urformen

- Druckguss: Felgen
- Sandguss: Motorblock

Beschichten

- Lackieren: Karosserie
- Therm. Spritzen: Zylinderbohrungen

Fügen

- Kleben: Heck- und Frontscheibe
- Stanznieten: Karosseriebleche

Umformen

- Blechumformen: Türen
- Massivumformen: Kurbelwelle

Trennen

- Stanzen von Blechteilen
- Honen von Zylinderlaufflächen

Einsatz moderner Fertigungsverfahren

Beispiel 2: Smartphone

Stoffeigenschaften ändern

- Wärmebehandlung: Glasscheibe
- Magnetisieren: Lautsprechermagnet



Beschichten

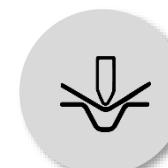
- Lackieren: Verschalung
- Metallisieren: Steckkontakte



Quelle: Aeromobile

Urformen

- Spritzguss: Gehäuse
- Drahtziehen: Drahtverbindungen

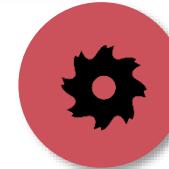


Umformen

- Blechumformen: Verschalung
- Biegen: Drahtverbindungen

Fügen

- Löten: elektrische Kontakte
- Schrauben: Hauptplatine



Trennen

- Bohren: Hauptplatine
- Ätzen: Hauptplatine

Fertigungsverfahren in der Prozesskette Karosseriebau

Schaustück: B-Säule



Fertigungsverfahren in der Prozesskette Karosseriebau

Einsatz moderner Fertigungsverfahren

Fertigungsverfahren in der Prozesskette Karosseriebau

Halbzeug-
herstellung

Umform-
Prozess

Rohbau

KTL/Lack

Montage



Quelle: ThyssenKrupp



Quelle: Umformtechnikmagazin



Quelle: BMW



Quelle: DÜRR



Quelle: DAPD

- **Urformen**
Strangguss
- **Umformen**
Walzen
- **Beschichten**
...

- **Umformen**
Tiefziehen
Streckziehen
Biegen
- **Trennen**
Lochen
Beschneiden

- **Fügen**
Schweißen
Löten
mech. Fügen
Kleben
...

- **Reinigen**
- **Beschichten**
Vorbehandeln
Lackieren
Aushärten
...

- **Fügen**
mech. Fügen
Kleben
- **Sonstiges**
Richten
...

Simulation

Simulation

Simulation

Simulation

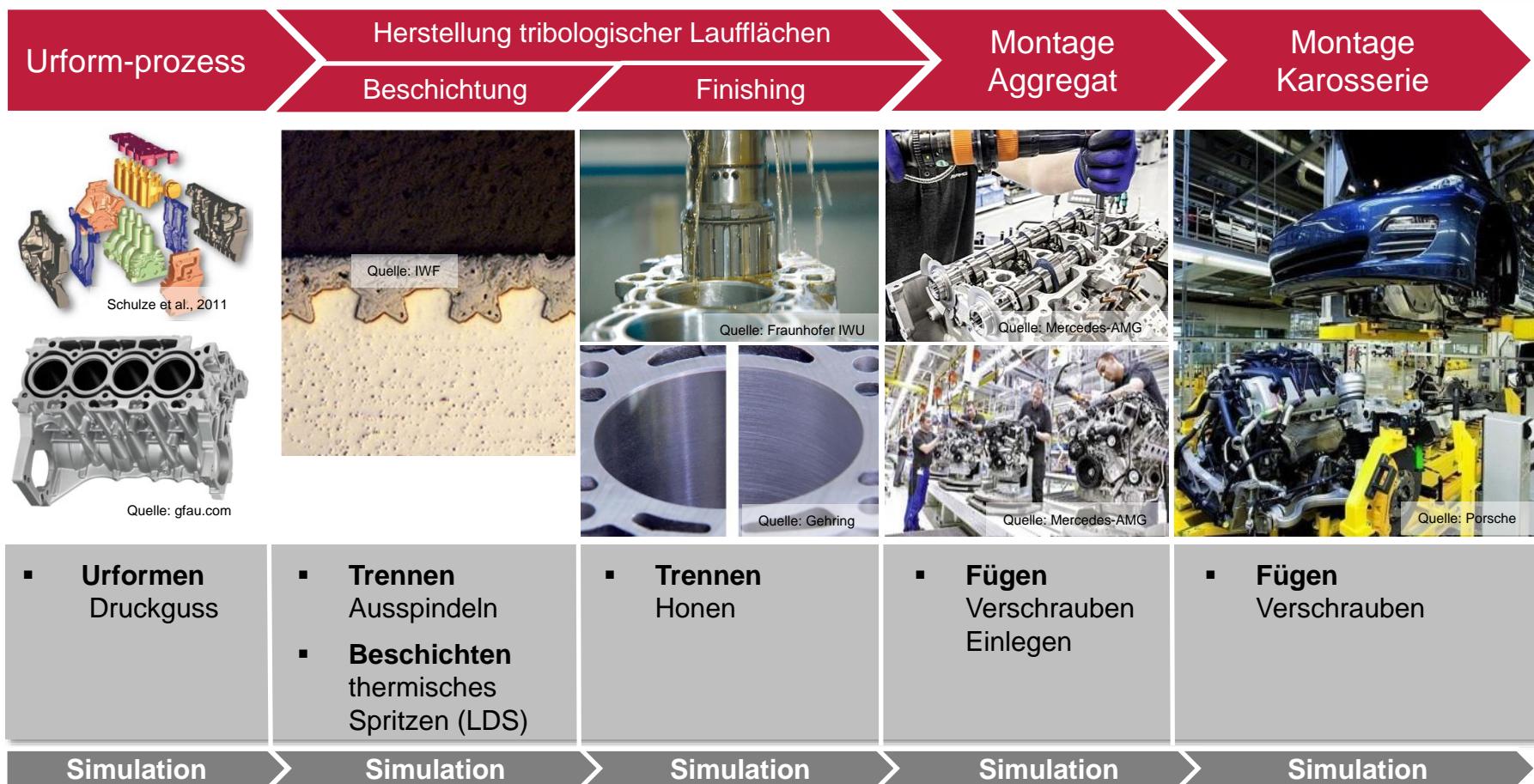
Simulation



Fertigungsverfahren in der Prozesskette Aggregat

Einsatz moderner Fertigungsverfahren

Fertigungsverfahren in der Prozesskette Karosseriebau



Schaustücke: Triebwerksschaufel, Leitschaufel und Ventilkipphebel

Rohteil, feingegossen



Fertigteil, feingegossen



Schweißen



Gesenkschmieden, Bohren,
Schleifen, Kleben der Gleitfläche

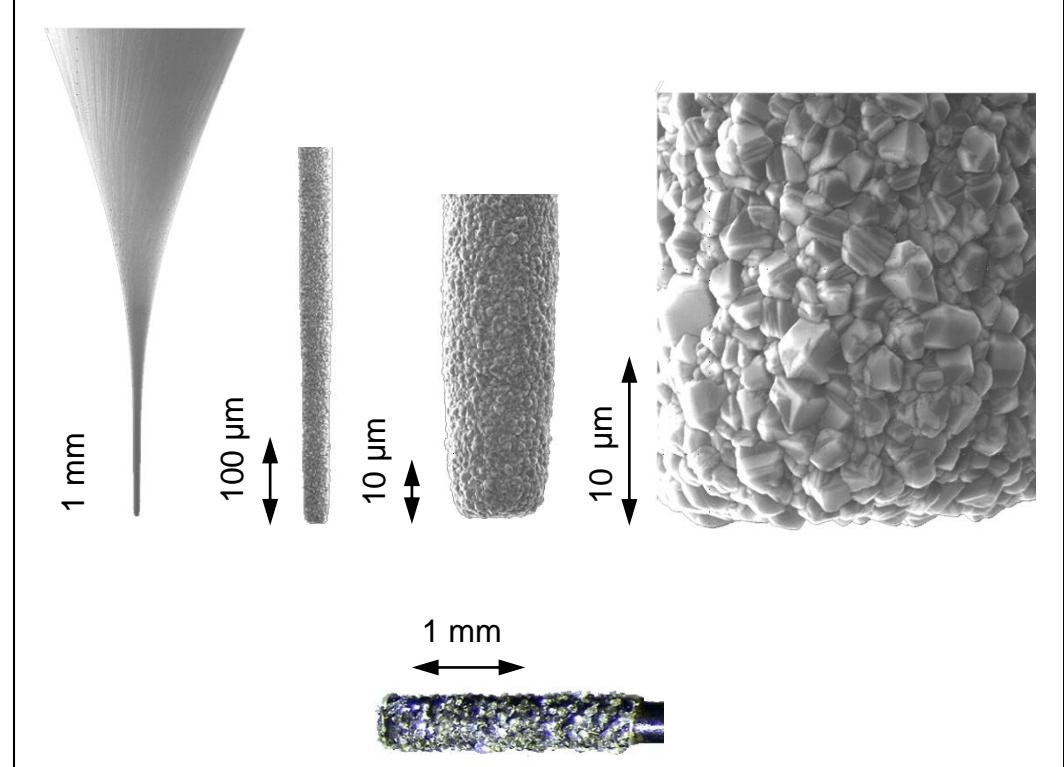


Schaustück:

Reflektor
(PVD-Beschichtung mit Al)



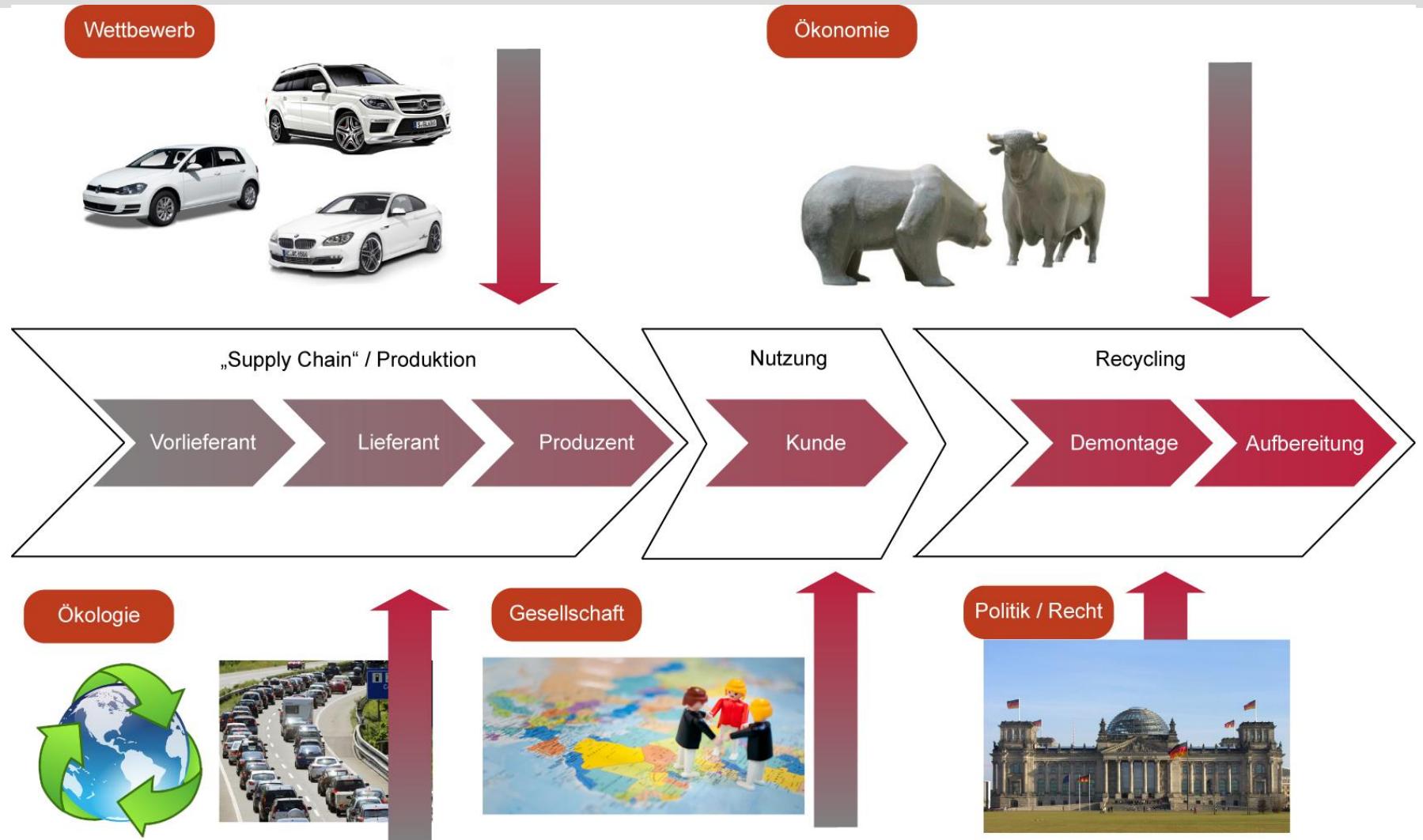
Bohrer
(CVD-Beschichtung mit Diamant)



Quelle nach: Fraunhofer



Produktlebenszyklus und Einflüsse auf die industrielle Produktion



Quelle nach: VW, Daimler, BMW, Frankfurter Börse, Bundestag



Zusammenspiel Werkstoff-, Konstruktions- und Fertigungstechnik

Werkstoffwahl wird durch rationellsten Fertigungs weg vorbestimmt

Fertigungsablauf ist werkstoffabhängig und verändert rückwirkend die Werkstoffeigenschaften

Werkstofftechnik

Fertigungstechnik

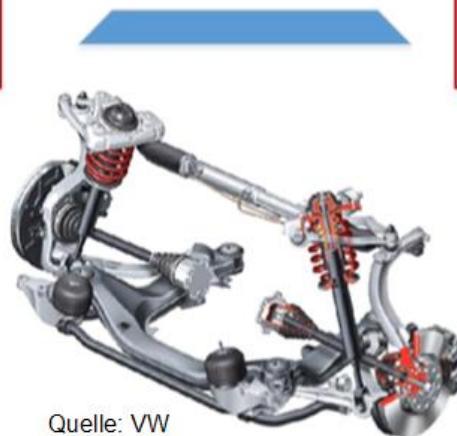
Entwurf gibt die Richtung der Werkstoffwahl vor

Vorgesehene Fertigungsgänge erzwingen evtl. Entwurfsänderung

Konstruktion soll werkstoffgerecht sein

Konstruktionstechnik

Konstruktion muss fertigungsgerecht sein



Bezeichnung der Fertigungssysteme

Maschine



Maschine

- Erzeugung der Schnitt- und Vorschubbewegung
- Erzeugung der Prozesskräfte

Beispiel:

Konventionelle Drehmaschine



Vorschubachsen



Quelle: Maxion



Bezeichnung der Fertigungssysteme

NC-Maschine



Maschine



NC-Maschine

- Automatische Ablaufsteuerung der einzelnen Maschinenfunktionen

Beispiel: *NC-Drehmaschine*



NC-Steuerung

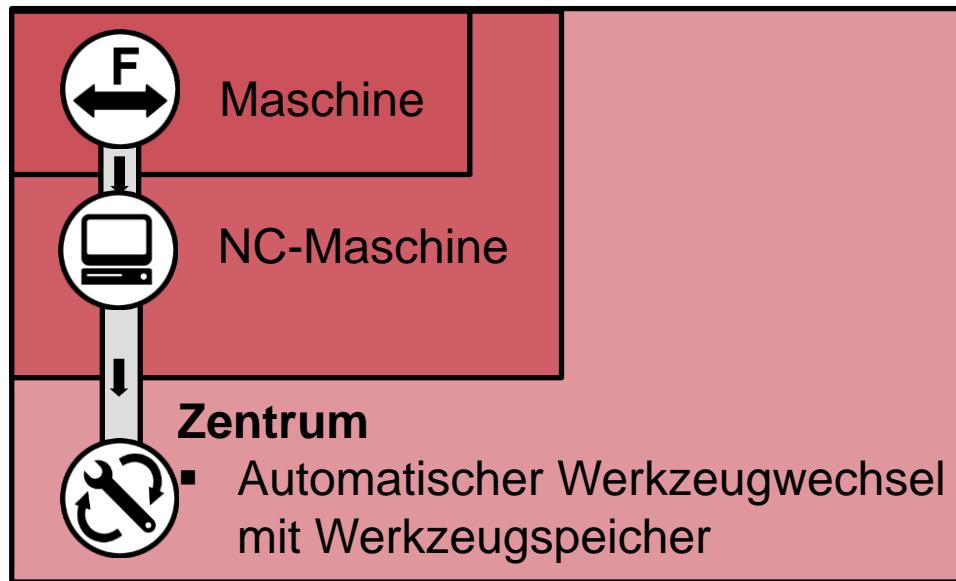


Quelle: Wagner-Maschinen

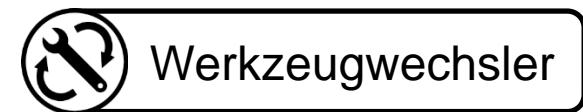


Bezeichnung der Fertigungssysteme

Zentrum



Beispiel: 4-Achs-Bearbeitungszentrum



Werkzeugwechsler

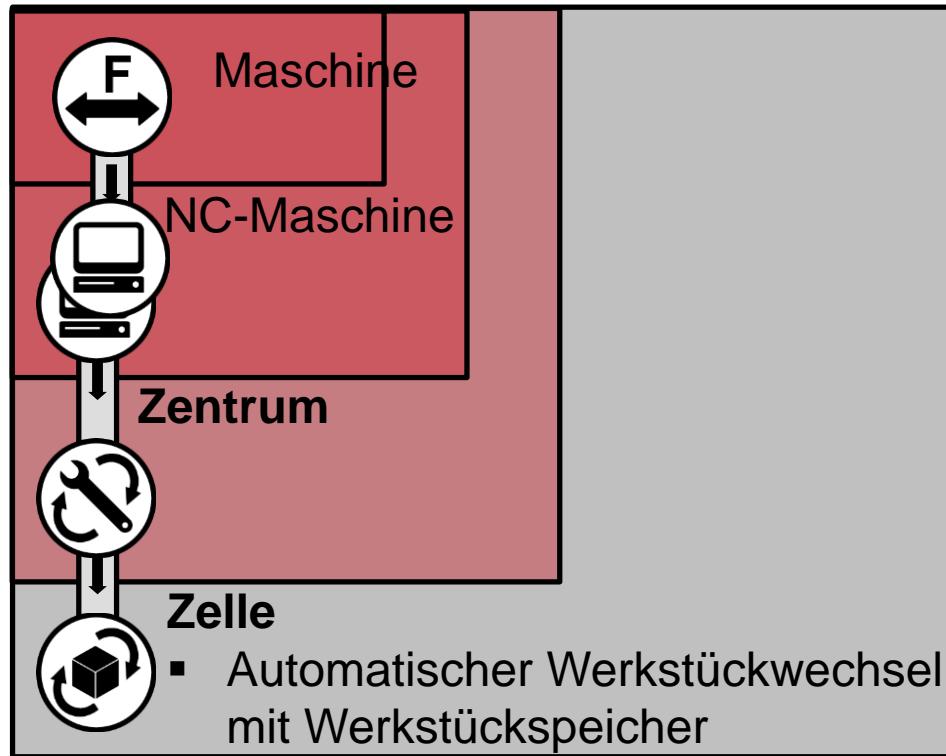


Quelle: Starrag



Bezeichnung der Fertigungssysteme

Zelle



Beispiel:

Fertigungszelle bestehend aus Fräsmaschine, Industrieroboter und Magazin

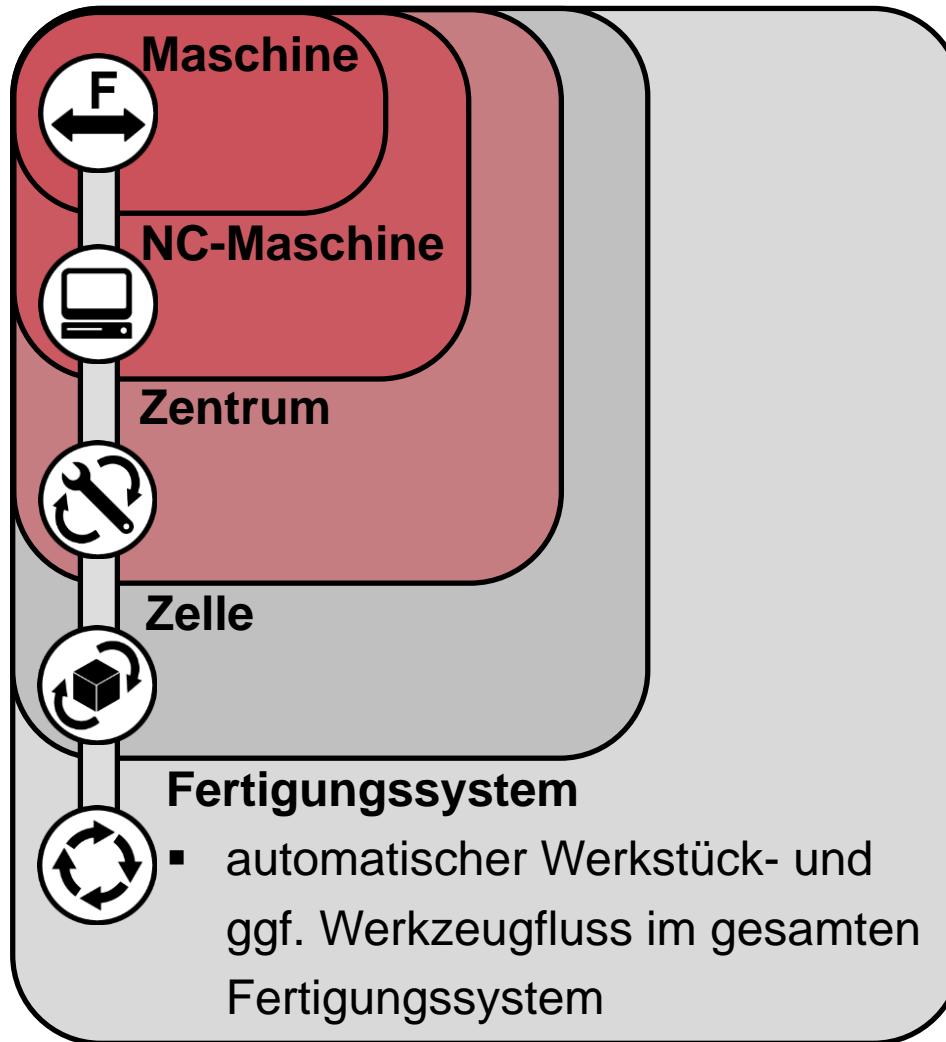


Quelle: Agie Charmilles

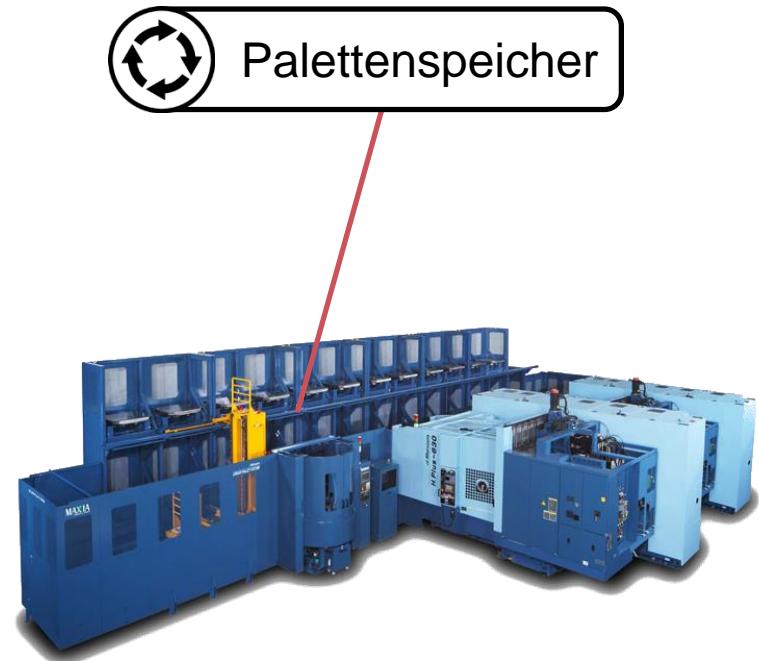


Bezeichnung der Fertigungssysteme

Fertigungssystem



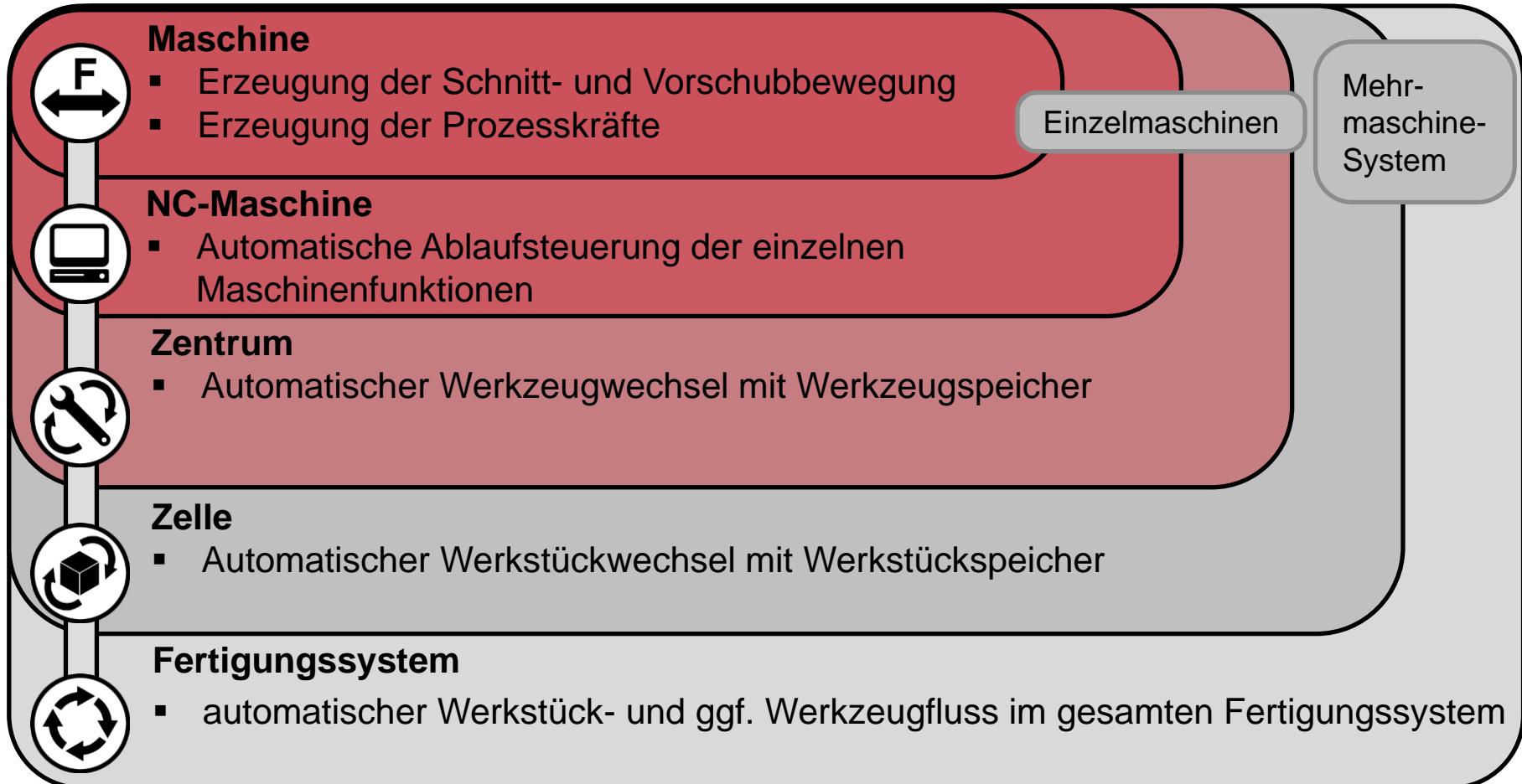
Beispiel: *Flexibles Fertigungssystem*



Quelle: Matsuura

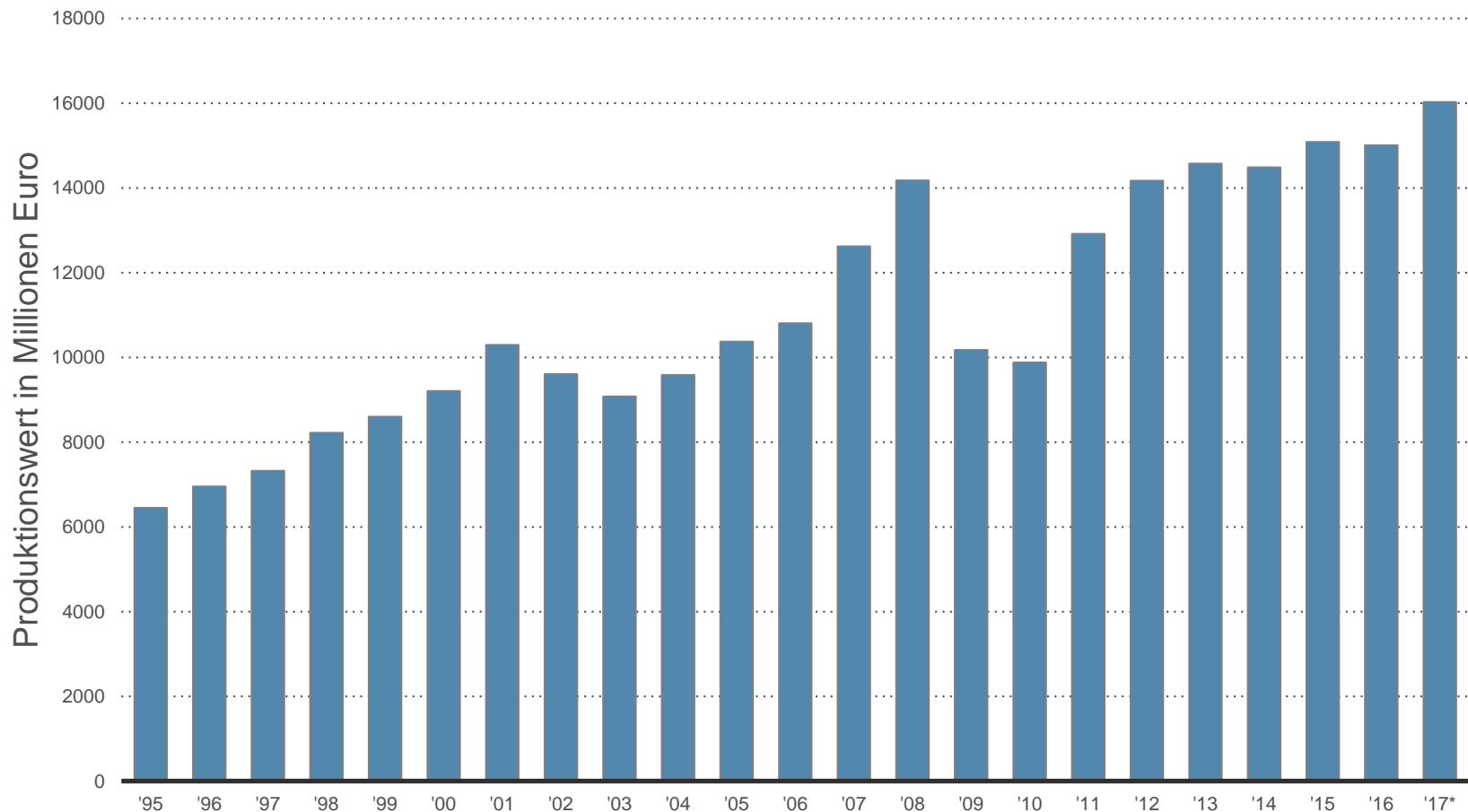


Bezeichnung der Fertigungssysteme nach dem Automatisierungsgrad



Werkzeugmaschinen-Produktion in Deutschland

Werkzeugmaschinenproduktionsumsatz 1995 - 2017

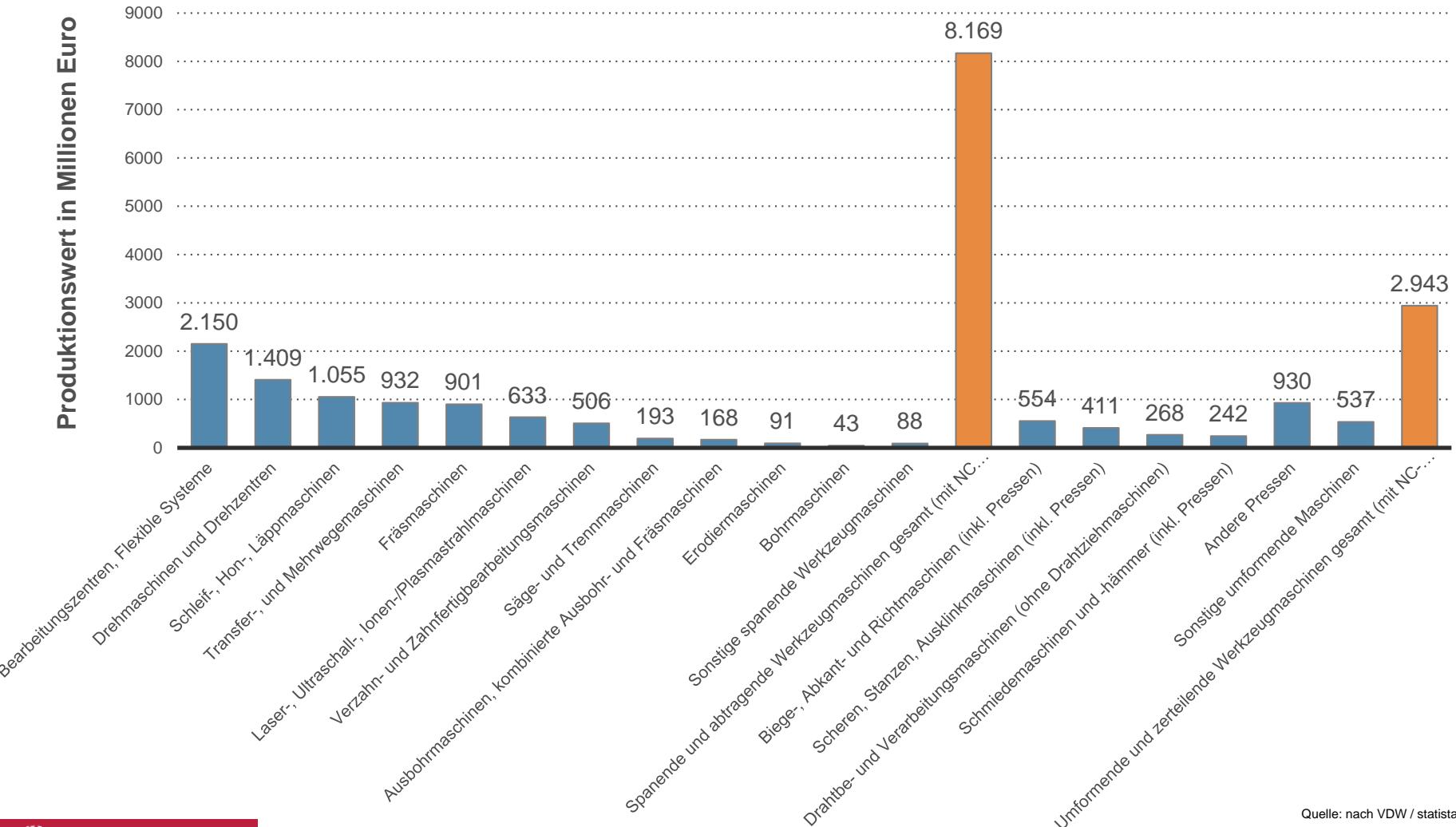


Quelle: nach VDW / statista



Werkzeugmaschinen-Produktion in Deutschland

Werkzeugmaschinenproduktionsumsatz 2017

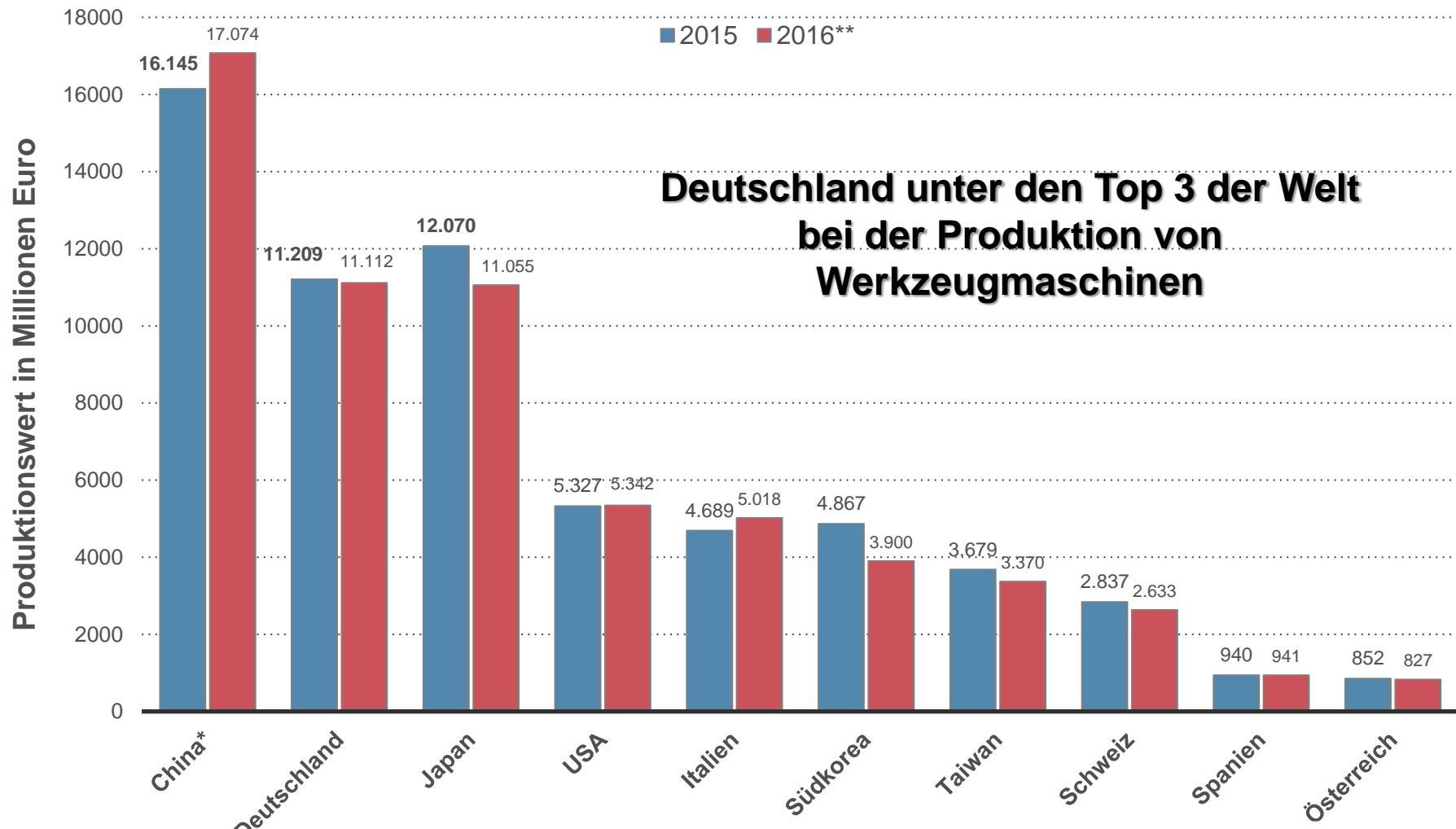


Quelle: nach VDW / statista



Werkzeugmaschinen-Produktion in der Welt

Länder nach Produktionswert



Quelle: nach VDW / statista





Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iWF**



Vorlesung Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder, 03. April 2017

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik