

# FERTIGUNGSTECHNIK



Wintersemester 2020/21

# INFORMATIONEN ZUR VORLESUNG

Angesiedelt an der Professur für Additive Fertigung am IMKF

Informationen zur Professur und dem Institut unter: <http://tu-freiberg.de/fakult4/imkf>

Lehrinformationen, Einschreibung und Dokumente im **OPAL**:

*OPAL > Technische Universität Bergakademie Freiberg > 04\_Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik > Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung > Professur für Additive Fertigung > Studienjahr 2020/2021 > Fertigungstechnik WS 2020/2021*

Lehrender: Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler

Raum: KKB 90

Mail: [henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de](mailto:henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de)



## MITWIRKENDE DER PROFESSUR ADDITIVE FERTIGUNG



Dr.-Ing. Thomas Geipel

Raum: KKB 105A

Mail: [thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de](mailto:thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de)



Dr.-Ing. Rezo Aliyev

Raum: KKB 91

Mail: [rezo.aliyev@imkf.tu-freiberg.de](mailto:rezo.aliyev@imkf.tu-freiberg.de)



Dipl.-Ing. Stefan Krinke

Raum: KKB 91

Mail: [stefan.krinke@imkf.tu-freiberg.de](mailto:stefan.krinke@imkf.tu-freiberg.de)

## MODUL FERTIGUNGSTECHNIK

Vorlesung: Prof. Dr.-Ing. H. Zeidler 3 SWS → K

Übung: Dr.-Ing. T. Geipel 2 SWS → AP

Praktikum: Durchführende laut Plan 1 SWS → PVL

Endnote (Prüfungsnote): →  $0,6 * K + 0,4 * AP$   
→ PVL muss vorliegen

Kontakt für Rückfragen: Dr.-Ing. Thomas Geipel

Tel.: 03731 39 2987; [thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de](mailto:thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de); KKB Zimmer 105A

## ORGANISATORISCHES

Bitte unbedingt für **alle**  
Veranstaltungen (V/Ü/P) im OPAL mit  
der **korrekten Gruppe** einschreiben!

Vorlesung: MO 16:00-17:30 + gerade Woche FR 07:30-09:00, KKB 2030

Übungen: DI 18:00-19:30, KKB 2030

Praktika: 3 Termine, je 4 Gruppen, jede Woche **NACH PLAN (OPAL)**

DO 11:30-13:00 (P1)

MI 14:00-15:30 (P2)

DO 16:00-17:30 (P3)

+ Sondertermine

## ORGANISATORISCHES II

Bitte unbedingt für **alle**  
Veranstaltungen (V/Ü/P) im OPAL mit  
der **korrekten Gruppe** einschreiben!

Praktika: 3 Termine, je 4 Gruppen, jede Woche **NACH PLAN (OPAL)**  
DO 11:30-13:00 (P1)  
MI 14:00-15:30 (P2)  
DO 16:00-17:30 (P3)  
+ Sondertermine

**Einschreibung SOFORT** vornehmen, damit korrekte Zuordnung zu Untergruppen bis zum Beginn der Praktika erfolgen kann.

Bei Problemen/Rückfragen bitte Dr. Thomas Geipel kontaktieren: Tel. 39 2987;  
[thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de](mailto:thomas.geipel@imkf.tu-freiberg.de); KKB Zimmer 105A

Obligatorische **Arbeitsschutzbelehrung erfolgt am Ende der Einheit**

# ORGANISATORISCHES III

## Skripte

- Bereitstellung der Vorlesungsfolien als Hörsaalversion auf OPAL
- Format: PDF

## Aufbau

- **Wichtung** der Folie am oberen Rand:
  - 1: Prüfungsrelevantes Kernwissen
  - 2: Prüfungsrelevantes Ergänzungswissen
  - 3: Exkurs/Zusatzinformationen/Add-on



Warum Fertigungstechnik?

2

BEISPIEL: GETRIEBE / ZAHNRAD

- Um Produkte und Bauteile herzustellen, benötigt man Fertigungsverfahren
- I.d.R. werden mehrere Verfahren eingesetzt, um ein Bauteil zu fertigen
- Die Auswahl der Verfahren richtet sich u. a. nach **Material** und dessen Eigenschaften und Ausgangsform, zu erzeugender **Form**, Anforderung an **Oberflächen**, **Stückzahl**, **Kosten**
- Die Einteilung und Beschreibung der Verfahren erfolgt in einer Norm (z.B. DIN 8580)







TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung  
Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler

12

# LITERATUREMPFEHLUNGEN



## **Grundlagen der Fertigungstechnik**

Herausgegeben von B. Awiszus, J. Bast, H. Dürr, K.-J. Matthes  
Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG; 5. Auflage  
ISBN-10: 3446432515



## **Spanende Formung: Theorie, Berechnung, Richtwerte**

Herausgegeben von W. Degner, H. Lutze, E. Smejkal  
Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG; 16. Auflage  
ISBN-10: 3446417133



## **Fertigungstechnik**

Herausgegeben von Alfred Herbert Fritz und Günter Schulze  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 11. Auflage  
ISBN-10 (ebook): 978-3-662-46555-4

# GLIEDERUNG DER VORLESUNG

1	Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik		
2	Die verschiedenen Fertigungsverfahren		
2.1	Urformen (Gießen, Additiv, ...)	2.4	Fügen (Schweißen, Löten, ...)
2.2	Umformen (Massiv-, Blech-, ...)	2.5	Beschichten
2.3	Trennen (Drehen, Fräsen, ...)	2.6	Stoffeigenschaft ändern
3	Messen in der Fertigung		
4	Prüfungsvorbereitung		

# GLIEDERUNG DER VORLESUNG

1	Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik		
2	Die verschiedenen Fertigungsverfahren		
2.1	Urformen (Gießen, Additiv, ...)	2.4	Fügen (Schweißen, Löten, ...)
2.2	Umformen (Massiv-, Blech-, ...)	2.5	Beschichten
2.3	Trennen (Drehen, Fräsen, ...)	2.6	Stoffeigenschaft ändern
3	Messen in der Fertigung		
4	Prüfungsvorbereitung		

# BEGRIFF: FERTIGUNG

- Duden:
- industrieller oder handwerklicher Produktionsprozess; Herstellung
  - Art, Weise, wie etwas gefertigt ist
  - Abteilung in einem Betrieb, in der der Produktionsprozess abläuft

IDEE



Konstruktions-  
unterlagen



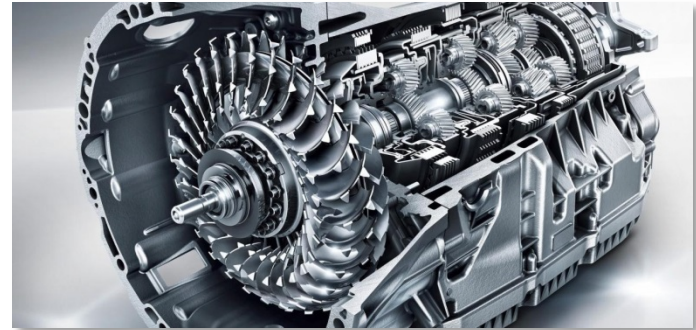
PRODUKT



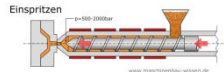
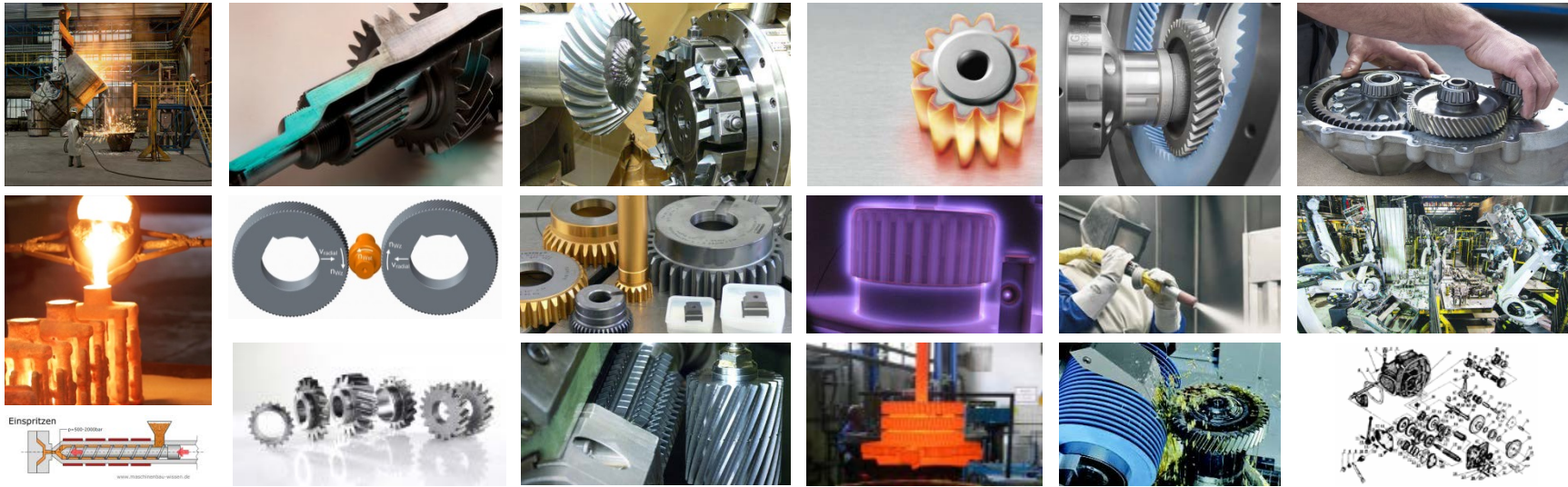
# WARUM FERTIGUNGSTECHNIK?

## BEISPIEL: GETRIEBE / ZAHNRAD

- Um Produkte und Bauteile herzustellen, benötigt man Fertigungsverfahren
- I.d.R. werden mehrere Verfahren eingesetzt, um ein Bauteil zu fertigen
- Die Auswahl der Verfahren richtet sich u.a. nach **Material** und dessen Eigenschaften und Ausgangsform, zu erzeugender **Form**, Anforderung an **Oberflächen**, **Stückzahl**, Kosten
- Die Einteilung und Beschreibung der Verfahren erfolgt in einer Norm (z.B. DIN 8580)



## BEISPIEL: GETRIEBE / ZAHNRAD



## BEISPIEL: GETRIEBE / ZAHNRAD

<p><b>Sandguss</b></p>	<p><b>Bohrungsdrücken</b></p>	<p><b>Fräsen</b></p>	<p><b>Induktionshärten</b></p>	<p><b>Schleifen</b></p>	<p><b>Montieren</b></p>
<p><b>Schalenguss</b></p>	<p><b>Verzahnungswalzen</b></p>	<p><b>Stoßen</b></p>	<p><b>Plasmanitrieren</b></p>	<p><b>Sandstrahlen</b></p>	<p><b>Montieren</b></p>
<p><b>Spritzguss</b></p>		<p><b>Wälzfräsen</b></p>	<p><b>Härten</b></p>	<p><b>Schleifen</b></p>	

## BEISPIEL: GETRIEBE / ZAHNRAD

<p><b>Sandguss</b></p> <p><b>Urformen</b></p>	<p><b>Bohrungsdrücken</b></p> <p><b>Umformen</b></p>	<p><b>Fräsen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Induktionshärten</b></p> <p><b>Stoffeigenschaften ändern</b></p>	<p><b>Schleifen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Montieren</b></p> <p><b>Montieren</b></p>
<p><b>Stralenguss</b></p> <p><b>Urformen</b></p>	<p><b>Vzahnungswalzen</b></p> <p><b>Umformen</b></p>	<p><b>Stoßen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Plasmanitrieren</b></p> <p><b>Stoffeigenschaften ändern</b></p>	<p><b>Saustrahlen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Montieren</b></p> <p><b>Fügen</b></p>
<p><b>Spritzguss</b></p> <p><b>Urformen</b></p>	<p><b>Vzahnungswalzen</b></p> <p><b>Umformen</b></p>	<p><b>Wälzfräsen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Härten</b></p> <p><b>Stoffeigenschaften ändern</b></p>	<p><b>Schleifen</b></p> <p><b>Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide</b></p>	<p><b>Montieren</b></p> <p><b>Fügen</b></p>



Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik

# FERTIGUNG IM UNTERNEHMEN



## HAUPTZIELSETZUNG IM UNTERNEHMEN

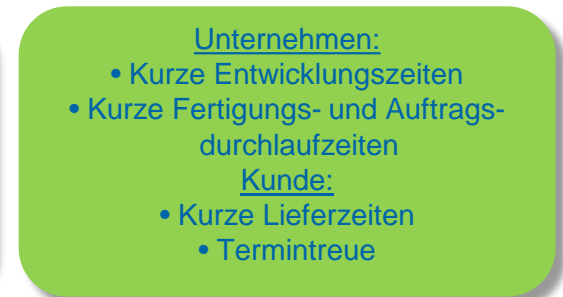
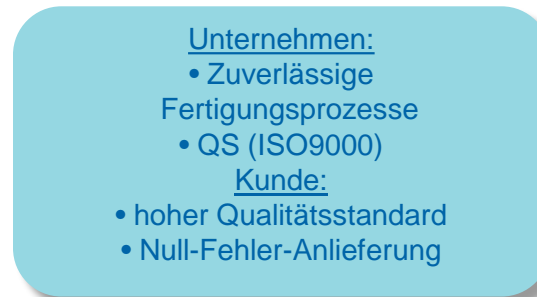
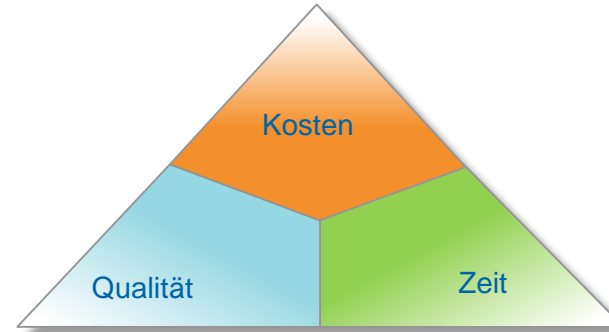
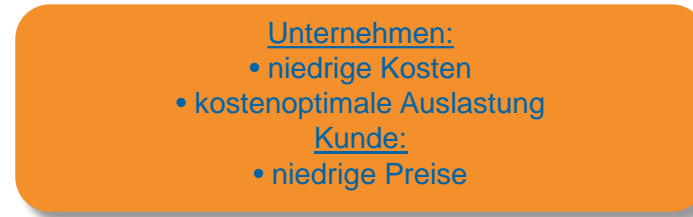
Unternehmen folgen langfristig dem Unternehmensziel, **Gewinne zu erwirtschaften**. Das Streben nach **Wertschöpfung** ist dabei eine Interpretation dieses langfristigen Unternehmensziels. Wertschöpfung kann jedoch nur erreicht werden, wenn die **Zielgrößen** bezüglich der **Zeit**, **Kosten** und **Qualität** erfüllt werden.

Die Vielzahl von Einzelschritten in der **Produktion** benötigen jeweils eine bestimmte Zeit zu ihrer Ausführung. Je schneller diese zeitliche Wegstrecke überwunden wird, desto mehr Wertschöpfung kann mit den **verfügbaren Produktionsressourcen** erzielt werden. Die allgemeine Forderung nach einer Minimierung der Produktionskosten lässt sich durch eine alternative Formulierung des Wirtschaftlichkeitsprinzips erfassen:

***Mit dem gegebenen Wert der in das Produktionssystem eingehenden Güter ist ein maximales wertmäßiges Produktionsergebnis zu erzielen.***

Die **Produktqualität** und die daraus resultierende Kundenzufriedenheit sind entscheidende Wettbewerbsfaktoren. Die Produktionsqualität äußert sich in geringen Ausschussraten und vor allem in Funktionalität, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der erzeugten Produkte.

# HAUPTZIELSETZUNG IM UNTERNEHMEN II



# HAUPTZIELSETZUNG IM UNTERNEHMEN III

**Mengenoptimale Produktion:** hohe Produktivität, große Stückzahlen (economies of scale), geringer Materialverbrauch

**Wirtschaftliche Produktion:** hohe Wirtschaftlichkeit, geringe Herstellkosten, hohe Deckungsbeiträge, maximale Kapazitätsauslastung

**Humane Produktion:** hohe Sicherheitsstandards, anspruchsvolle Arbeitsinhalte, ergonomische Arbeitsplätze

**Ökologische Produktion:** geringer Ressourcenverbrauch, geringer Schadstoffausstoß, minimale Abfallmengen, hohe Recyclingquoten

**Qualität:** geringe Ausfallraten, niedrige Fehlerquoten, hohe Produktqualität, wenig Nachbesserungen

**Zeit:** schnelle Lieferzeiten, minimale Rüstzeiten, minimale Durchlaufzeiten, schnelle Auftragsabwicklung, schnelle Produktentwicklung

**Flexibilität:** große Erweiterungsfähigkeit, schnelle Umrüstbarkeit, optimale Betriebsmittelredundanz

Die Beziehungen zwischen den einzelnen Produktionszielen können sich komplementär, indifferent oder konkurrierend gestalten. Zielkonflikte lassen sich durch Prioritätensetzung vermeiden oder entschärfen.



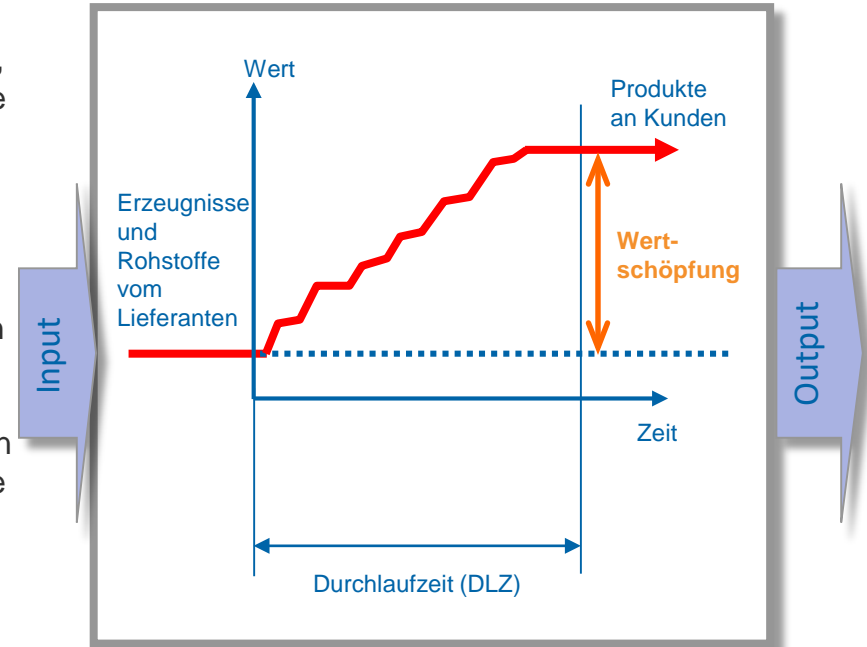
Quelle: Universität Duisburg/Essen; Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt; 2017

# PRODUKTION ALS WERTSCHÖPFUNGSPROZESS

Wertschöpfung entsteht an jedem einzelnen Produktionssystem, wenn aus einfachen oder komplexen Teilen wertgesteigerte Teile erzeugt werden.

An der Wertschöpfungskette sind verschiedene Betriebe, Abteilungen und Personen beteiligt. Lieferanten stellen die für die Produktion benötigten Rohstoffe und Güter bereit, in den darauf folgenden Wertschöpfungsstufen entstehen nach und nach fertige Produkte.

Nicht alle Teilprozesse der Wertschöpfung werden an demselben Ort ausgeführt. In vielen industriellen Bereichen ist vielmehr eine internationale Arbeitsteilung zu beobachten, bei der einzelne Glieder der Wertschöpfungskette auf verschiedene Länder und Industriebetriebe verteilt sind.

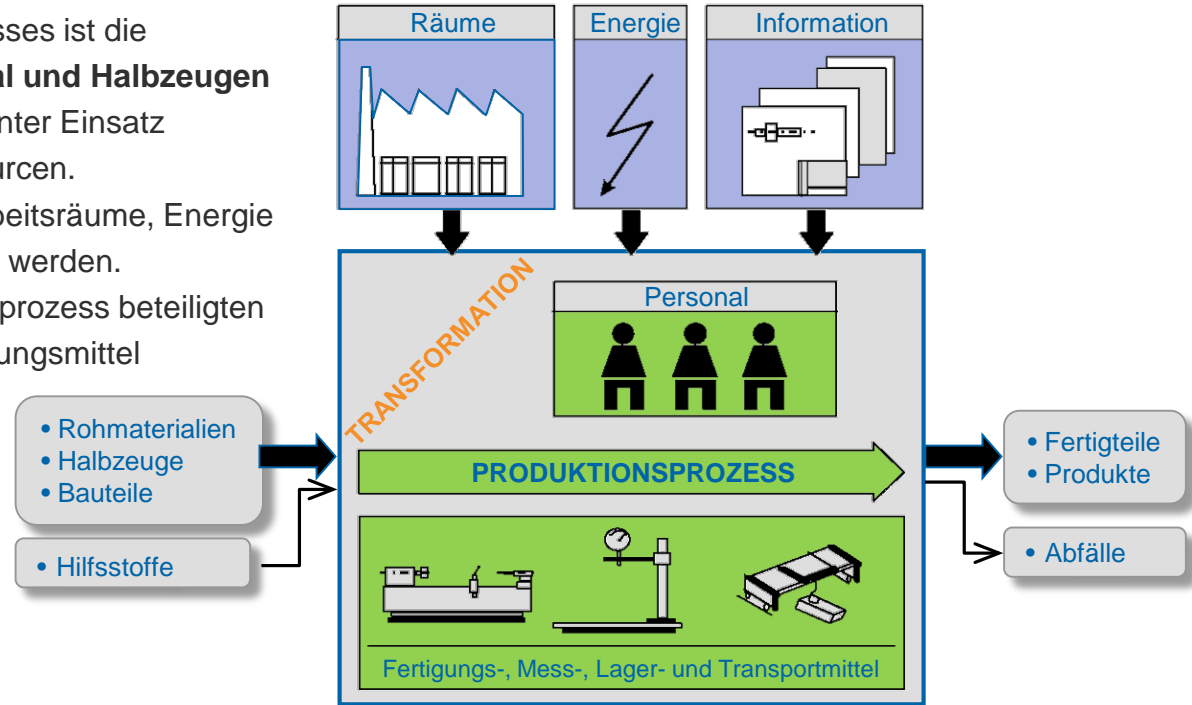


# ELEMENTE EINES PRODUKTIONSSYSTEMS

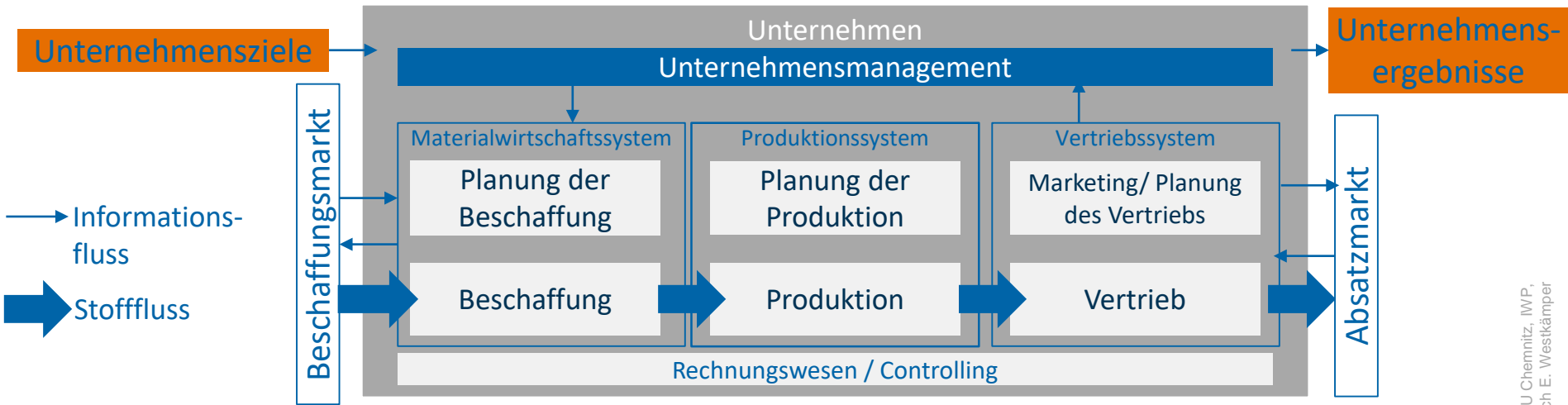
Aufgabe des Produktionsprozesses ist die **Umwandlung von Rohmaterial und Halbzeugen in Fertigteile oder Produkte** unter Einsatz vorhandener Produktionsressourcen.

Für diesen Prozess müssen Arbeitsräume, Energie und Informationen bereitgestellt werden.

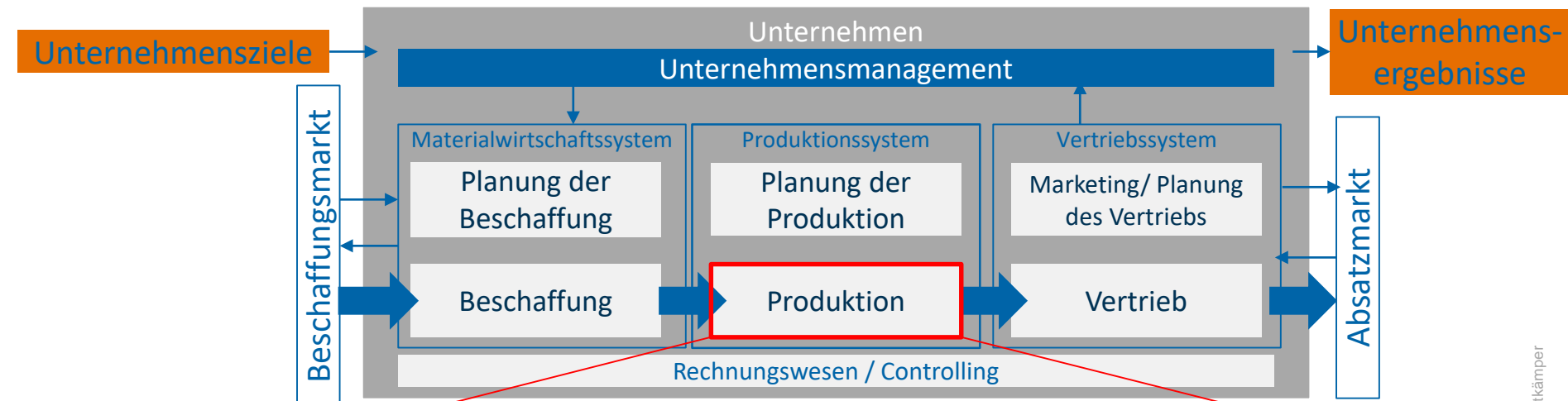
Die unmittelbar am Produktionsprozess beteiligten Produktionsfaktoren sind Fertigungsmittel sowie Mess-, Lager- und Transporteinrichtungen. Zu ihrer Nutzung wird das entsprechende Personal eingesetzt.



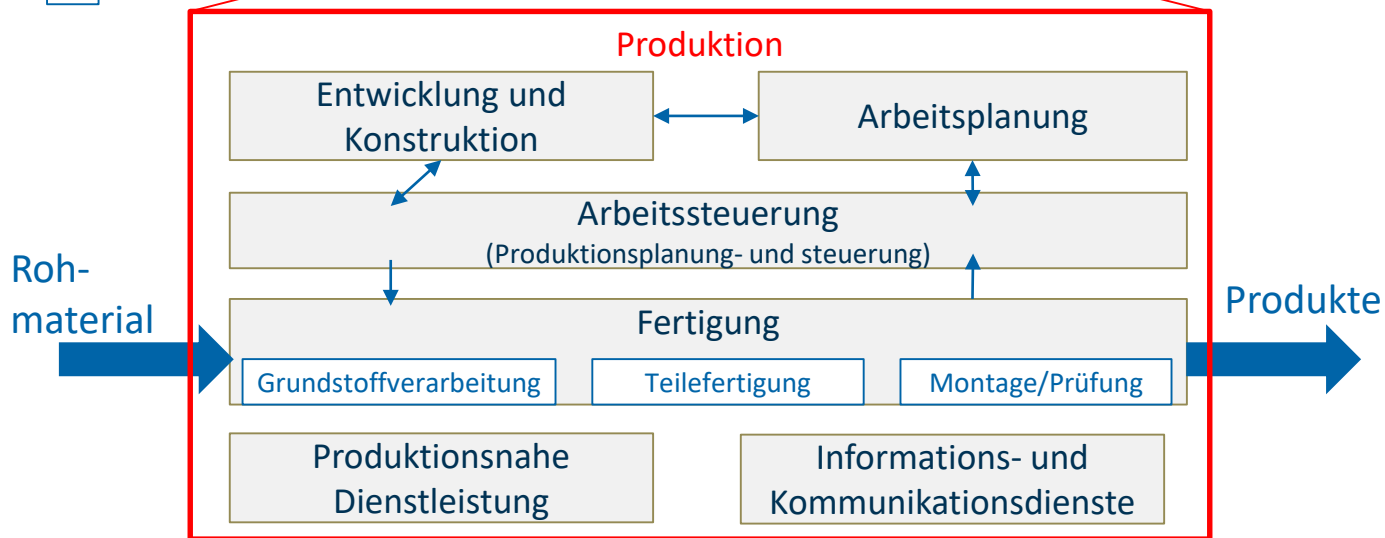
# DAS PRODUZIERENDE UNTERNEHMEN



Quelle: TU Chemnitz, IWP, 2017, nach E. Westkämper



→ Informationsfluss  
 → Stofffluss





Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik

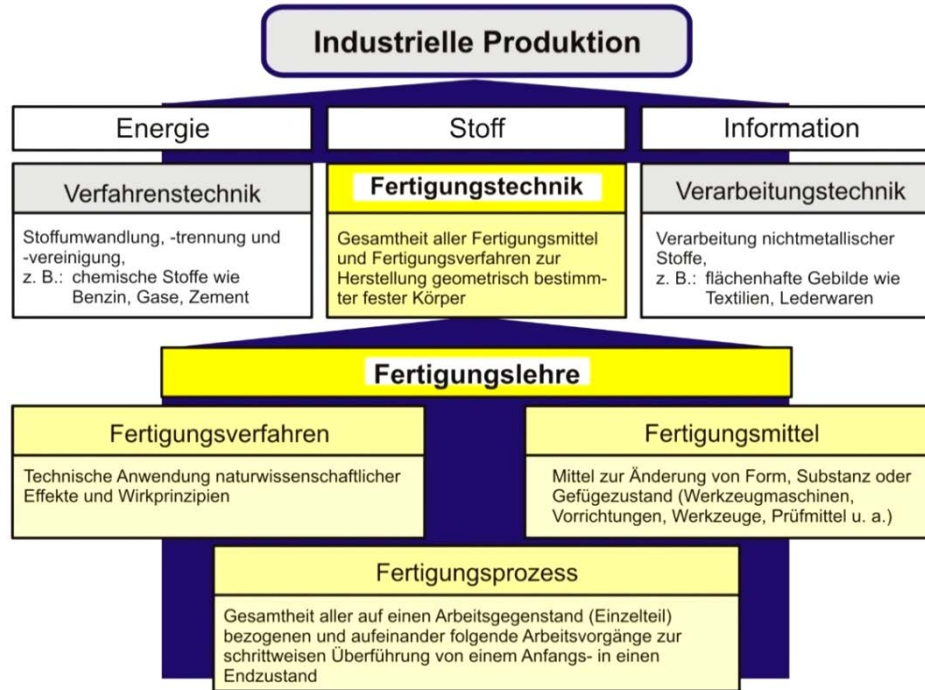
# DEFINITION DER FERTIGUNG

## BEGRIFF: FERTIGUNGSLEHRE / FERTIGUNGSTECHNIK

Mit **Fertigungstechnik** wird das Gebiet der Wissenschaft bezeichnet, das sich mit der Werkstoffbearbeitung und -verarbeitung sowie der Gestaltung des Fertigungsprozesses auf Fertigungsmitteln und -systemen befasst.

Die **Fertigungslehre** ist die Theorie über die Verfahren und Fertigungsprozesse zur Herstellung geometrisch bestimmter fester Körper aus verschiedenartigen Werkstoffen und mit unterschiedlicher Qualität.

# BEGRIFF: FERTIGUNGSLEHRE



# BEGRIFF: FERTIGUNGSVERFAHREN

## Technische Anwendung naturwissenschaftlicher Effekte und Wirkprinzipien

Definition **DIN 8580**: alle Verfahren zur Herstellung von geometrisch bestimmten Körpern; sie schließen die Verfahren zur Gewinnung erster Formen aus den formlosen Zustand, zur Veränderung dieser Form sowie zur Veränderung der Stoffeigenschaften ein.

### Manuell

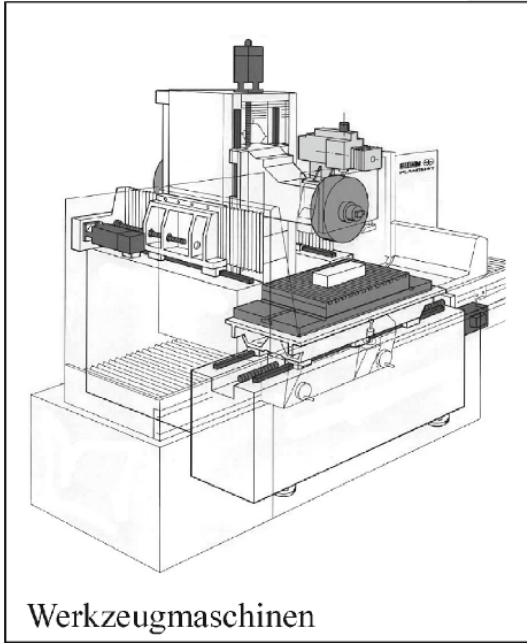


### Maschinell/Automatisiert



<https://www.youtube.com/watch?v=PYiMBWLpuZM>

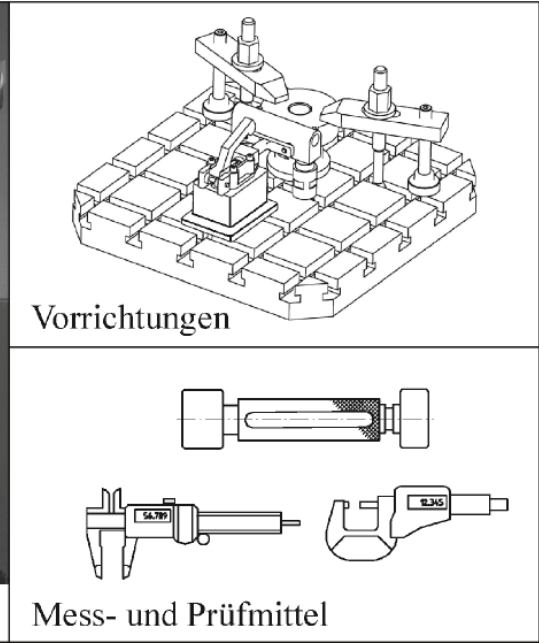
# BEGRIFF: FERTIGUNGSMITTEL



Werkzeugmaschinen



Werkzeuge

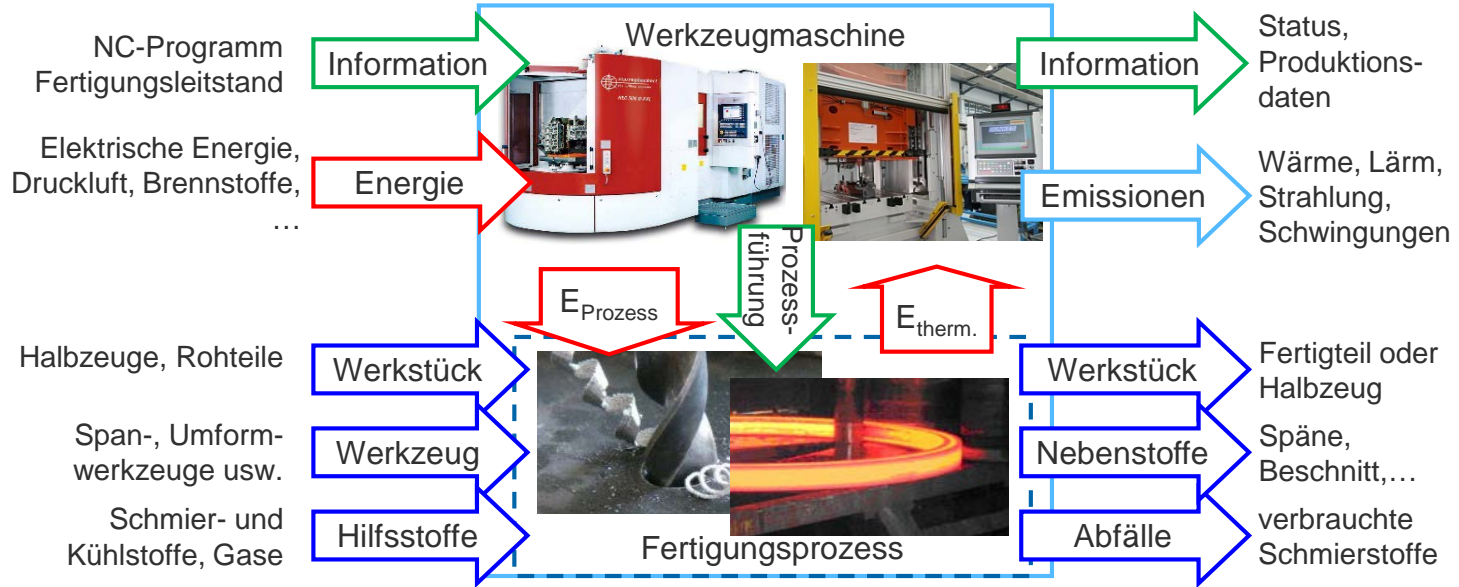


Vorrichtungen

Mess- und Prüfmittel

# BEGRIFF: FERTIGUNGSPROZESS

„Der Fertigungsprozess dient der Herstellung von Erzeugnissen durch Anwendung von Fertigungsverfahren auf Werkzeugmaschinen [1]“



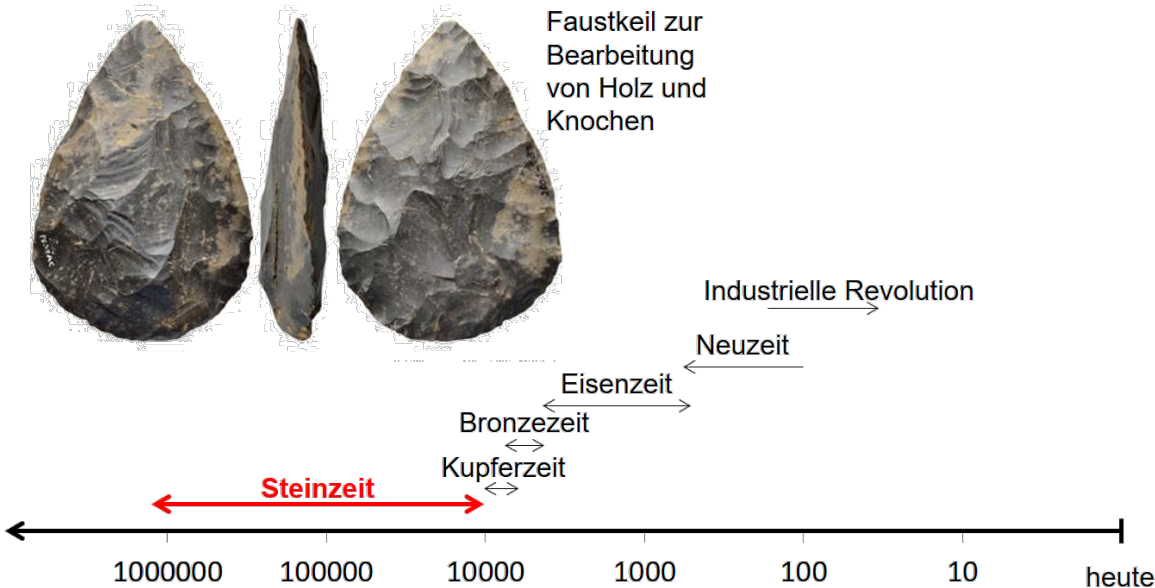


Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik

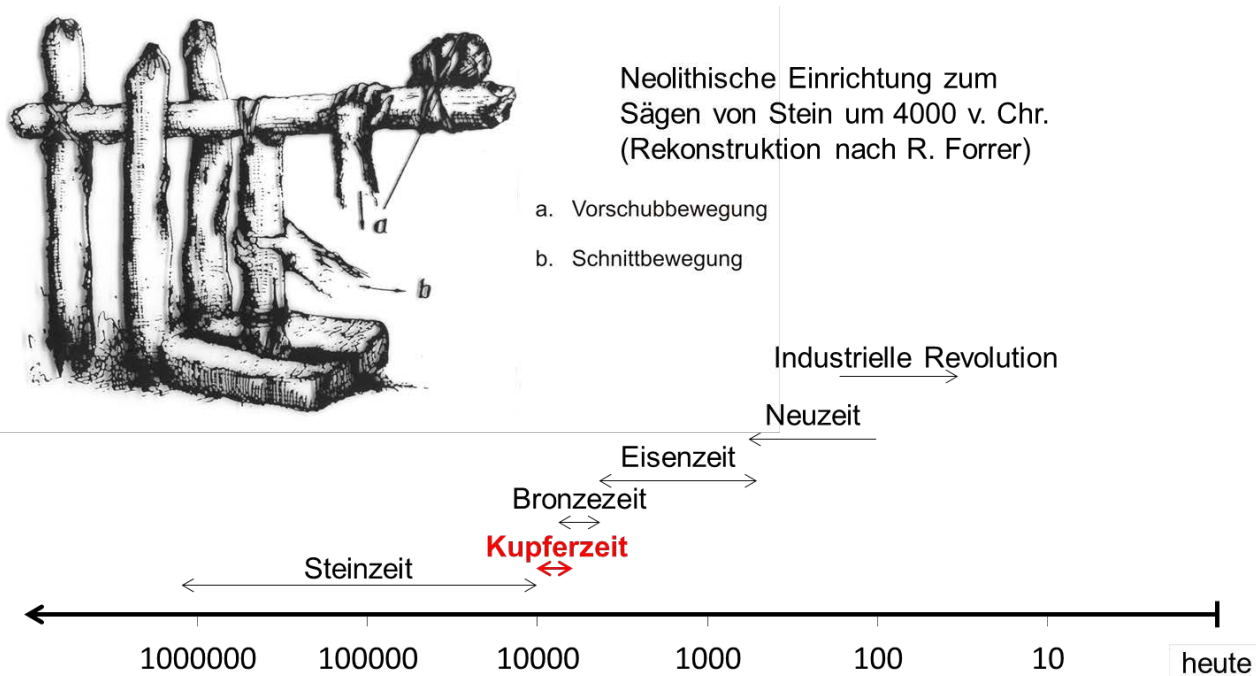
# GESCHICHTE / ENTSTEHUNG

# GESCHICHTE DER FERTIGUNGSTECHNIK

„Nur wer die Vergangenheit kennt, hat eine Zukunft“ [Wilhelm von Humboldt]

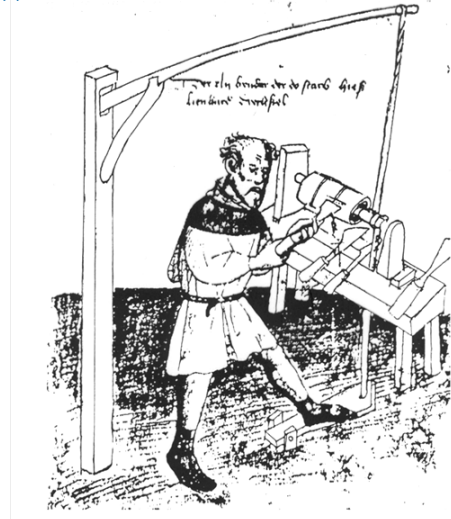


# KUPFERZEIT – ERSTE VORRICHTUNGEN UND METALLE

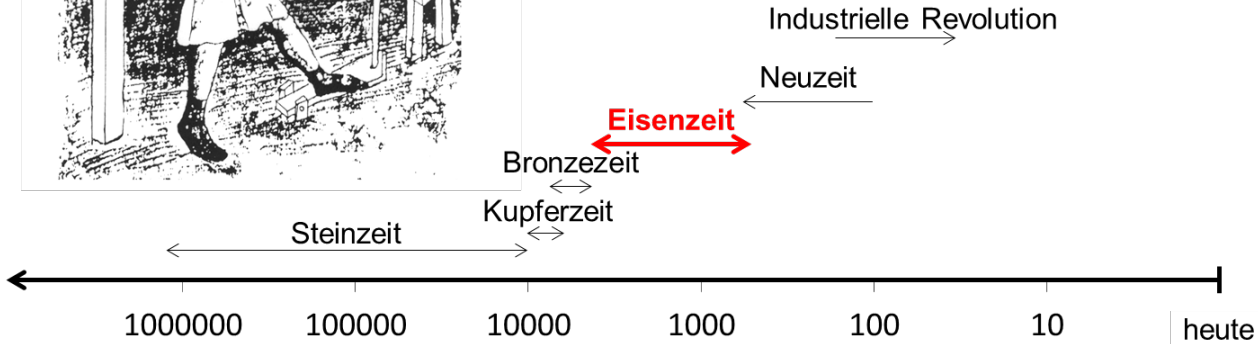


Quelle: TU Chemnitz, IWP, 2017, H. Dürr

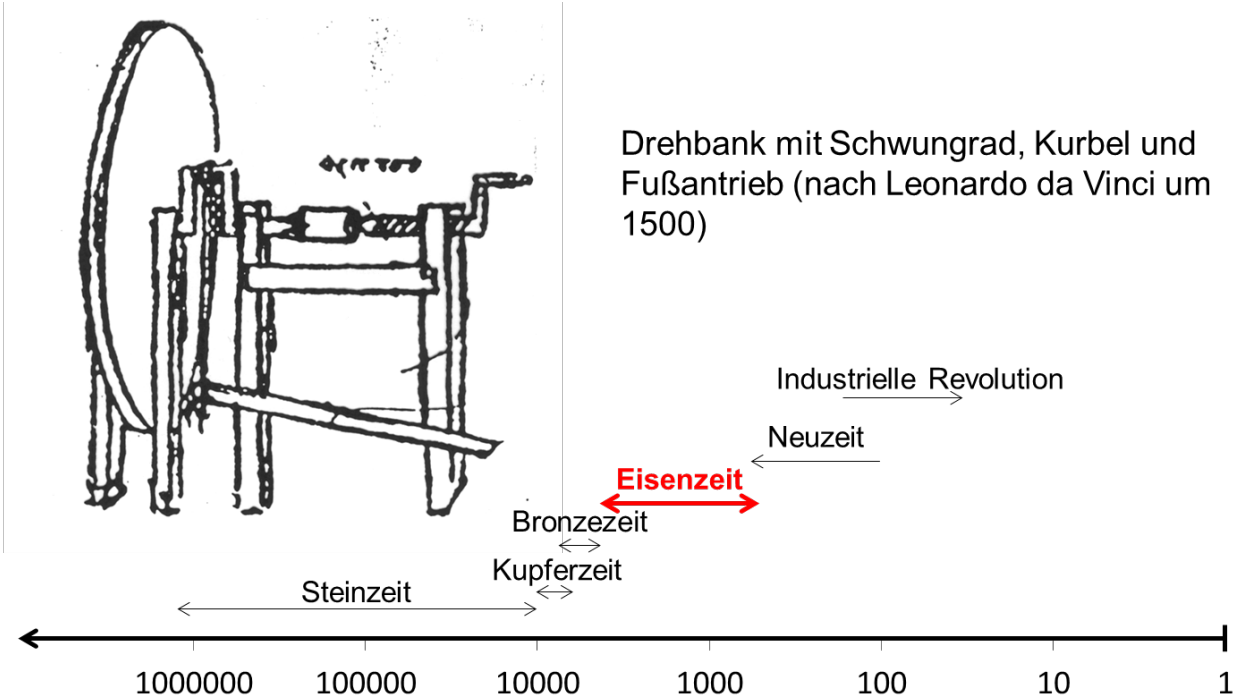
# EISENZEIT - UNTERSTÜTZUNGSAPPARATUREN UND „STAHLWERKZEUGE“



Drehbearbeitung auf einer Fitzeldrehbank um 1425



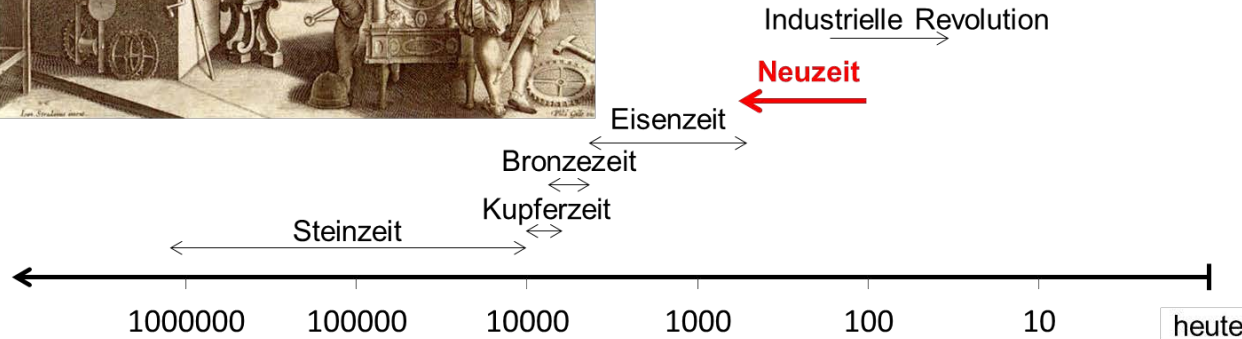
# EISENZEIT – KONSTANTE SCHNITTGESCHWINDIGKEIT



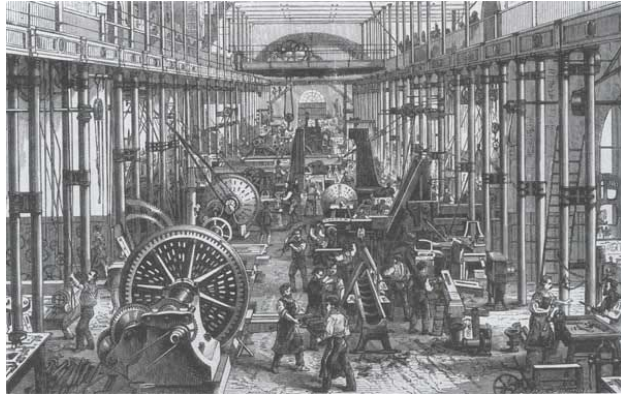
# NEUZEIT – ERSTE PRÄZISE MECHANIKEN



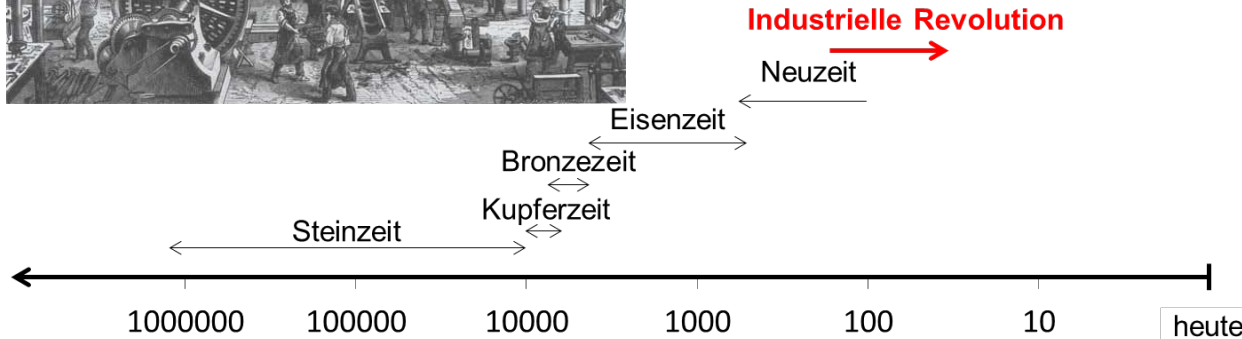
Uhrmacher-Werkstatt  
Flandern 16.  
Jahrhundert



# INDUSTRIELLE REVOLUTION – NEUE ENERGIEQUELLEN UND MASSENPRODUKTION

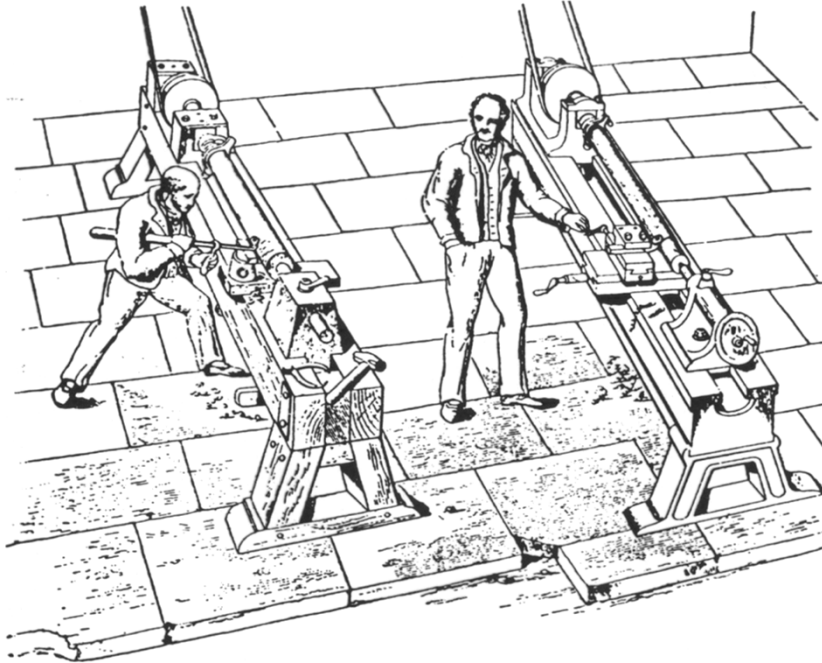


Maschinensaal von Richard Hartmann in Chemnitz 1868



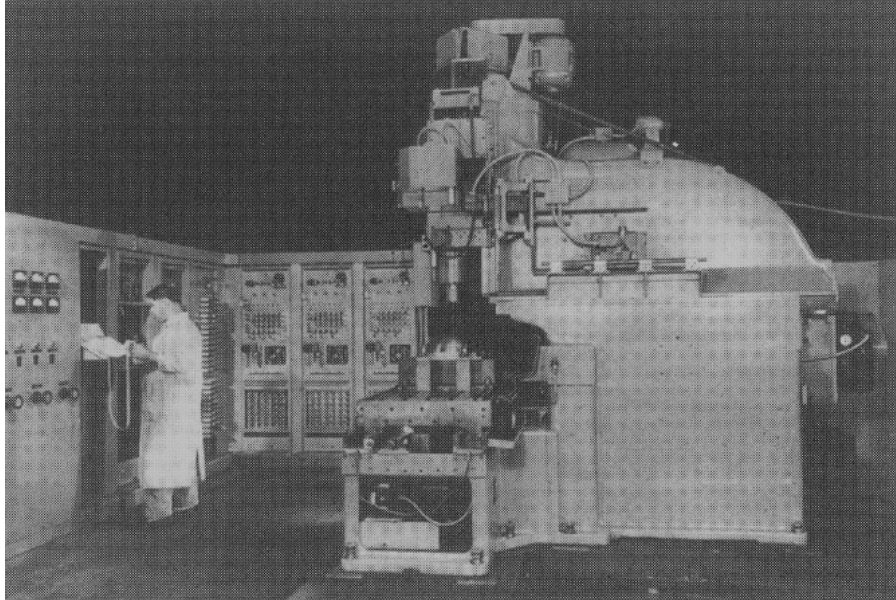
Quelle: TU Chemnitz, IWP, 2017, DHM - Der Kaufmann zu allen Zeiten.

# NEUZEIT – ERSTE PRÄZISE MECHANIKEN



Vergleich der Drehbearbeitung auf einer Drehbank herkömmlicher Bauart mit dem Drehen auf einer Supportdrehmaschine (nach einer Darstellung von Nasmyth)

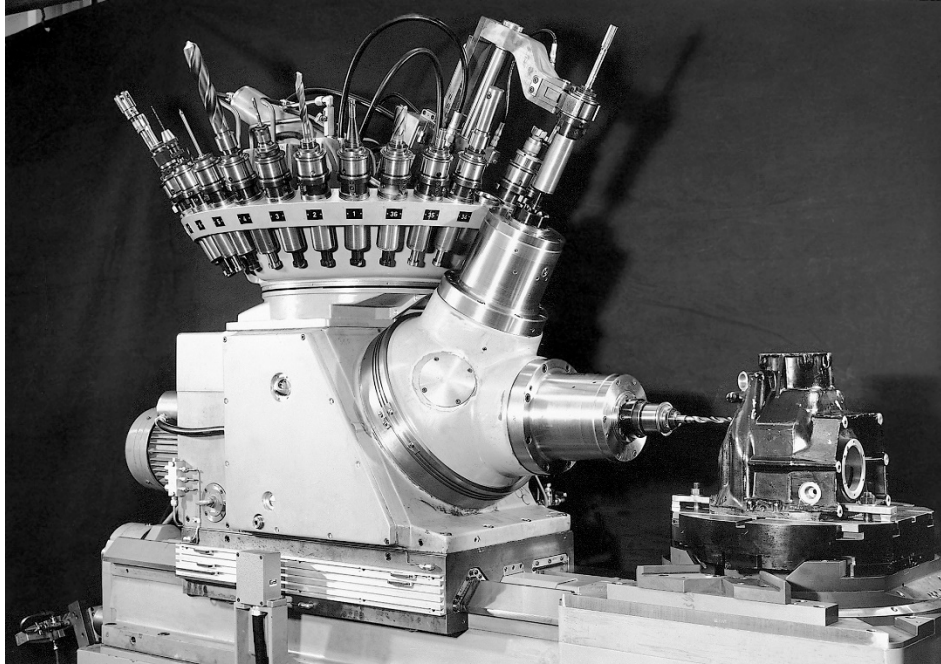
# NEUZEIT



## 1. numerisch gesteuerte WZM der Welt (Massachusetts Institut of Technology, 1952)

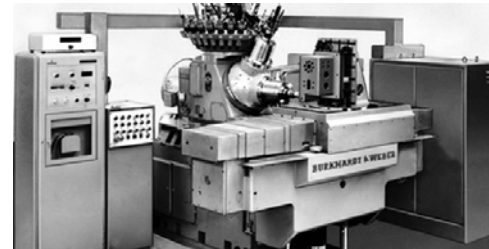
- Steuerung mit 292 Elektronenröhren
- Daten von einem binär codierten Lochstreifen
- simultane Bewegung in 3 Achsen
- Taktfrequenz von 512 Hz

# NEUZEIT



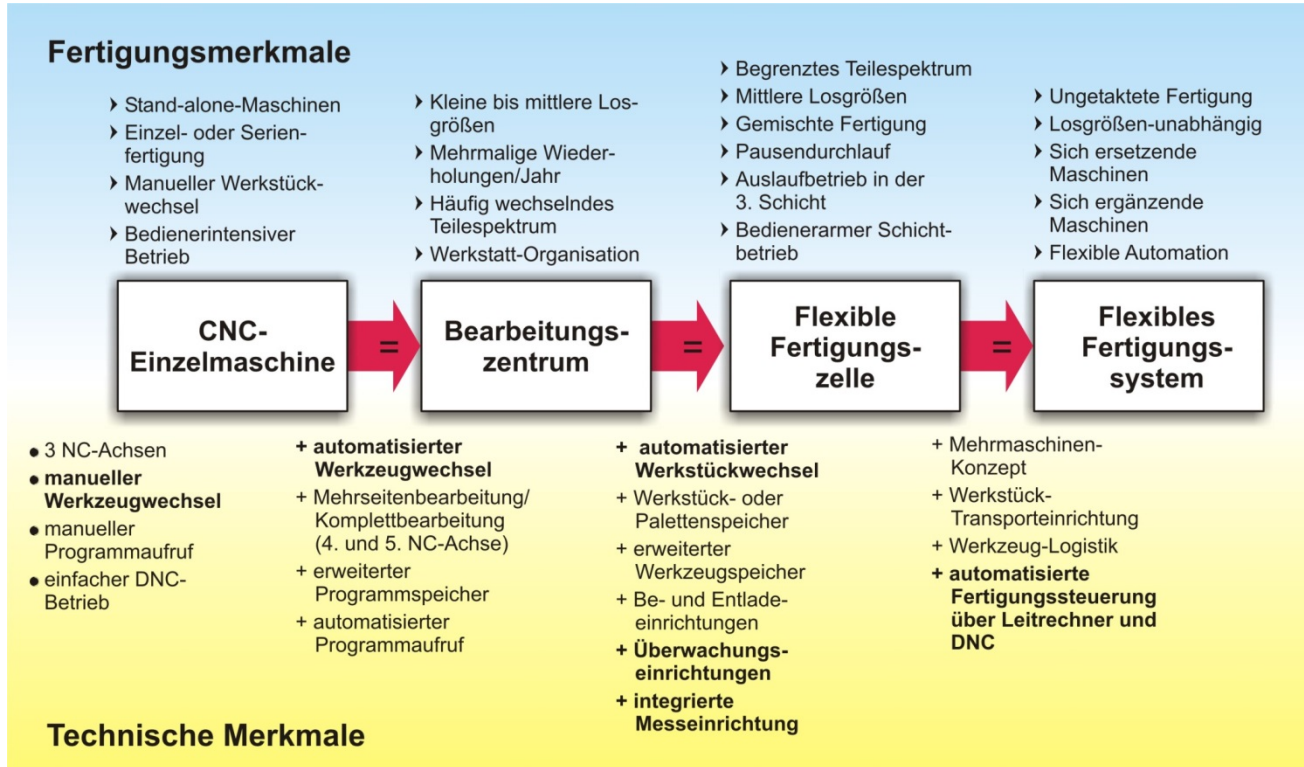
## 1. Bearbeitungszentrum der Welt 1959 (Burkhardt & Weber, Reutlingen)

- 4 Achsen
- Automatischer Werkzeugwechsel
- NC-Steuerung

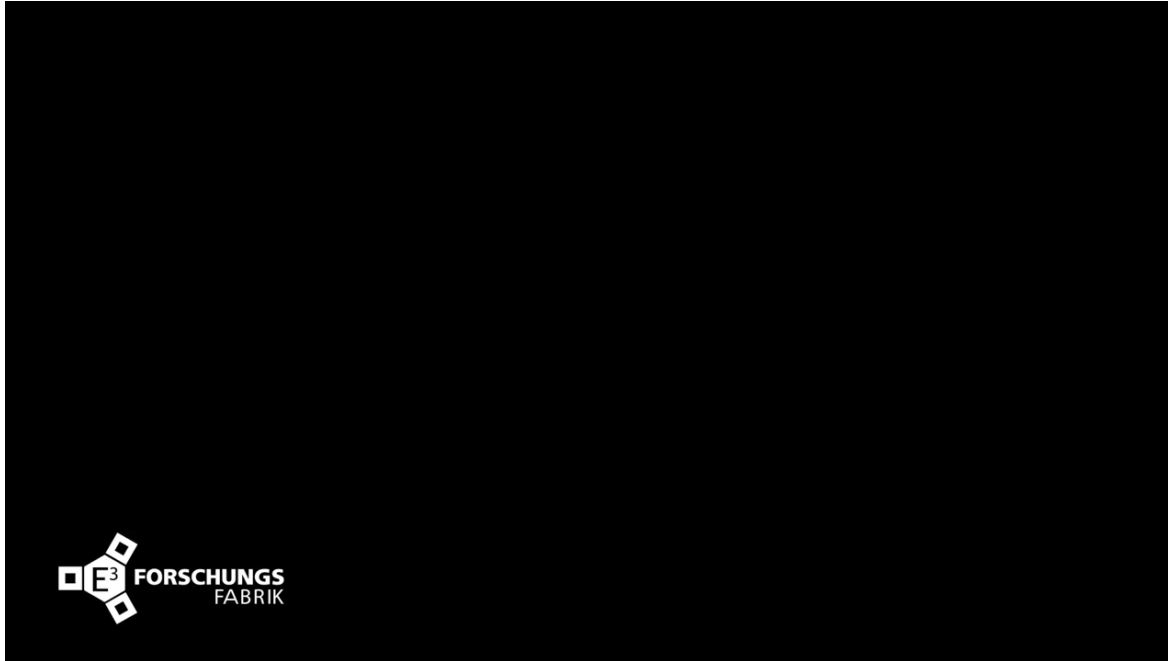


Quelle: TU Chemnitz, IWP, 2017, burkhardt-weber.de

# VON DER CNC-MASCHINE ZUM FLEXIBLEN FERTIGUNGSSYSTEM



# FERTIGUNG HEUTE/MORGEN – BEISPIEL E3-FABRIK



[https://www.youtube.com/  
watch?v=ZtKE\\_z7199I  
&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=ZtKE_z7199I&feature=youtu.be)

# GLIEDERUNG DER VORLESUNG

1	Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik		
2	Die verschiedenen Fertigungsverfahren		
2.1	Urformen (Gießen, Additiv, ...)	2.4	Fügen (Schweißen, Löten, ...)
2.2	Umformen (Massiv-, Blech-, ...)	2.5	Beschichten
2.3	Trennen (Drehen, Fräsen, ...)	2.6	Stoffeigenschaft ändern
3	Messen in der Fertigung		
4	Prüfungsvorbereitung		

# EINTEILUNG UND WAHL DER FERTIGUNGSVERFAHREN

Innerhalb des aus zahlreichen Schritten bestehenden Produktionsprozesses besitzt die Fertigungstechnik eine zentrale Bedeutung. Ihre Aufgabe ist es, Werkstücke mit definierter geometrischer Gestalt und vorgegebenen Eigenschaften herzustellen.

Ihre **Systematik** ermöglicht die Aufnahme von neuen Fertigungsverfahren und dient als Basis für internationale Normung. Sie ist in **DIN 8580** enthalten. Danach werden **alle Fertigungsverfahren in sechs Hauptgruppen** eingeteilt, die wiederum in Gruppen und Untergruppen untergliedert werden.

Die Wahl des für die Herstellung eines Werkstücks anzuwendenden Fertigungsverfahrens richtet sich nach den verlangten Maßtoleranzen, Oberflächengüten, betrieblichen Gegebenheiten (Fertigungs- und Prüfmittel) und den geforderten Stückzahlen. Je höher die Losgrößen sind, umso weitgehender kann ein Fertigungsverfahren automatisiert werden. Die Grenzen der Automatisierbarkeit werden also nicht durch die technischen Möglichkeiten bestimmt, sondern durch wirtschaftliche Überlegungen.

## Die verschiedenen Fertigungsverfahren

# EINTEILUNG DER FERTIGUNGSVERFAHREN NACH DIN

DIN 8580					
Schaffen der Form	Ändern der Form				Ändern der Stoffeigenschaften
Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren		
Hauptgruppe 1 <b>Urformen</b>	Hauptgruppe 2 <b>Umformen</b>	Hauptgruppe 3 <b>Trennen</b>	Hauptgruppe 4 <b>Fügen</b>	Hauptgruppe 5 <b>Beschichten</b>	Hauptgruppe 6 <b>Stoffeigenschaft ändern</b>

Quelle: DIN 8580

# HAUPTGRUPPE 1 – URFORMEN

## Definition:

Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhaltes; hierbei treten die Stoffeigenschaften des Werkstückes bestimmbar in Erscheinung

## Unterteilung: Urformen aus...

dem flüssigen Zustand	dem plastischen Zustand	dem pulverförmigen Zustand
Schwerkraftgießen, Druckgießen, Schäumen,...	Spritzgießen, Strangpressen	Selektives Laserstrahlschmelzen, thermisches Spritzen
		

# HAUPTGRUPPE 1 – URFORMEN

## Sandguß



Quelle: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_FfQD\\_ilmtg](https://www.youtube.com/watch?v=_FfQD_ilmtg)

# HAUPTGRUPPE 2 – UMFORMEN

## Definition:

Fertigen durch bildsames (plastisches) Ändern der Form eines festen Körpers; dabei werden sowohl die Masse als auch der Zusammenhalt beibehalten.

## Unterteilung:



## Freiformschmieden



## Verzahnungswalzen



# HAUPTGRUPPE 2 – UMFORMEN



# HAUPTGRUPPE 2 – UMFORMEN

## Fließpressen eines Zündkerzengehäuses

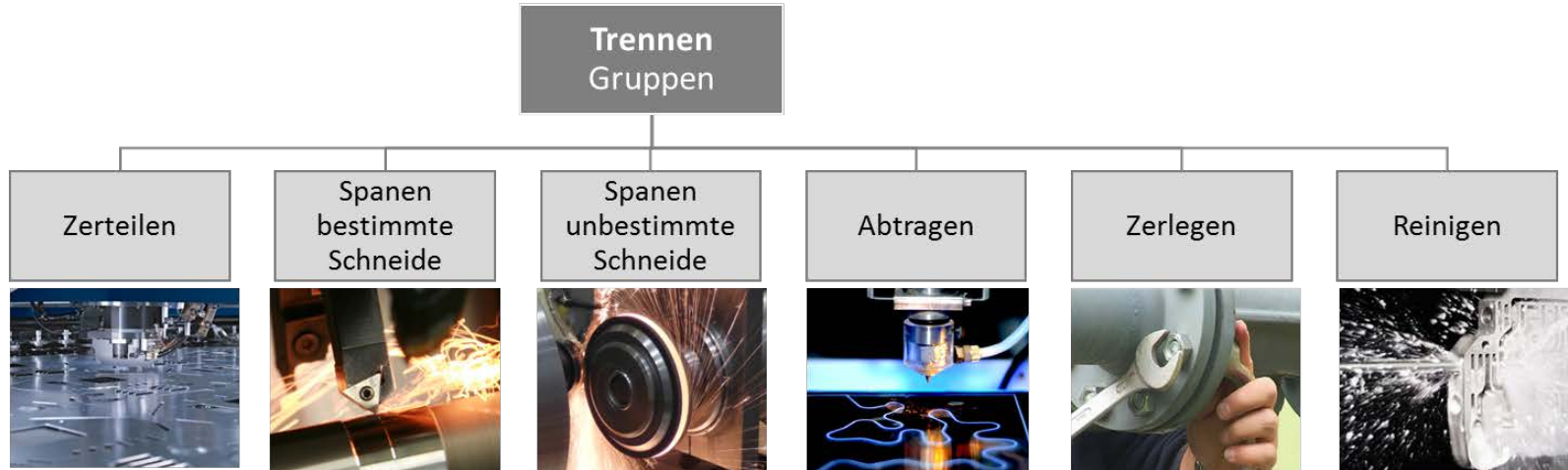


# HAUPTGRUPPE 3 – TRENNEN

## Definition:

Fertigen durch Aufheben des Zusammenhaltes von Körpern, wobei der Zusammenhalt teilweise oder im Ganzen vermindert wird

## Unterteilung:



## 5-Achs-Fräsen



# HAUPTGRUPPE 3 – TRENNEN

**Drehbearbeitung mit  
zwei Werkzeugen**

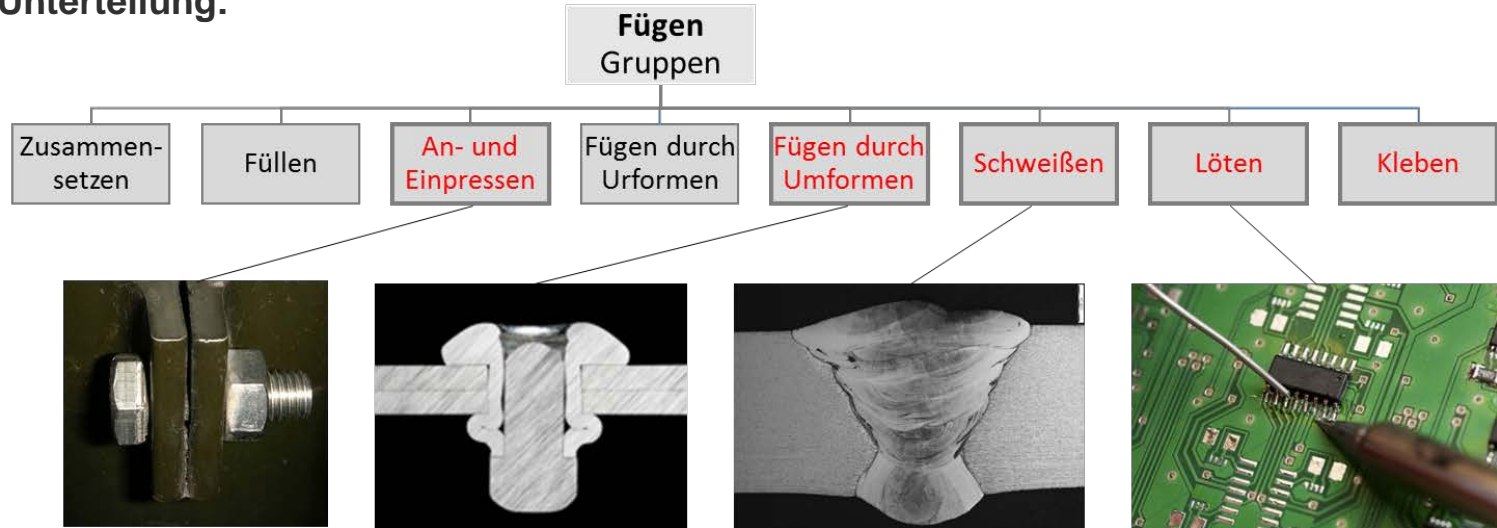


# HAUPTGRUPPE 4 – FÜGEN

## Definition:

Auf Dauer angelegtes Verbinden oder sonstiges Zusammenbringen von zwei oder mehreren Werkstücken geometrisch bestimmter Form oder von eben solchen Werkstoffen mit formlosen Stoff; dabei wird der Zusammenhalt örtlich geschaffen und im Ganzen vermehrt

## Unterteilung:



# HAUPTGRUPPE 4 – FÜGEN

## Laserstrahlschweißen



# HAUPTGRUPPE 4 – FÜGEN

## Reibschweißen

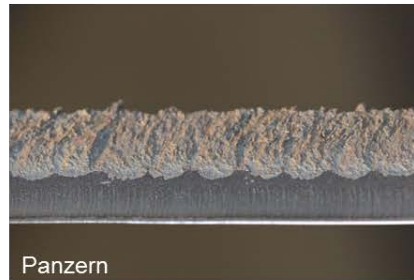
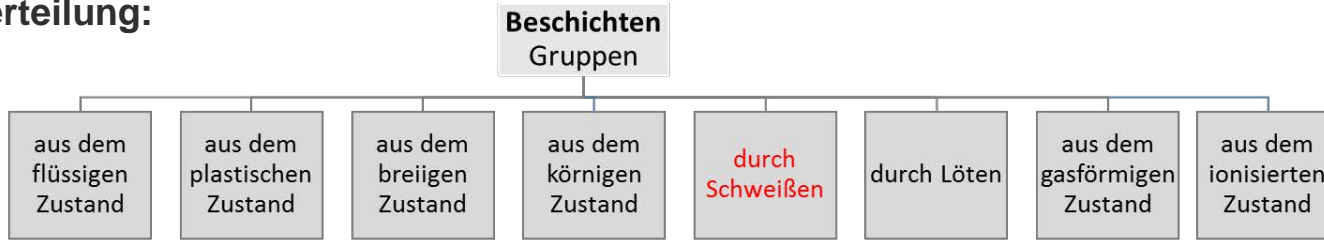


# HAUPTGRUPPE 5 – BESCHICHTEN

## Definition:

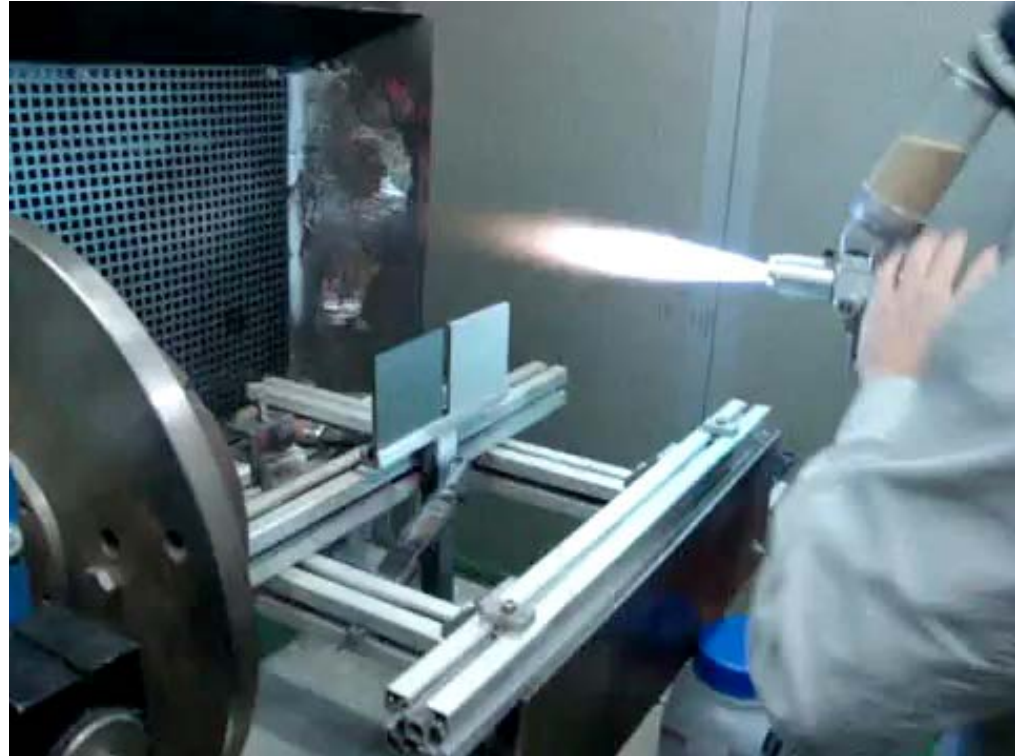
Fertigen durch Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosen Stoff auf ein Werkstück, maßgebend ist der unmittelbar vor dem Beschichten herrschende Zustand des Beschichtungswerkstoffs.

## Unterteilung:



# HAUPTGRUPPE 5 – BESCHICHTEN

## Plasma spray coating

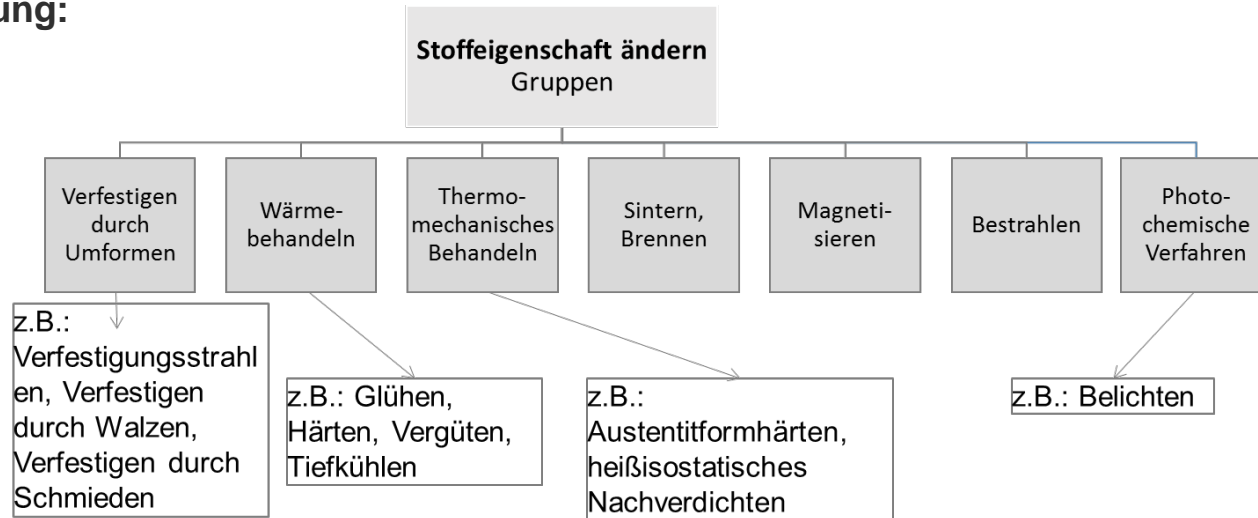


# HAUPTGRUPPE 6 – STOFFEIGENSCHAFT ÄNDERN

## Definition:

Fertigen durch Verändern der Eigenschaft des Werkstoffes, aus dem ein Werkstück besteht; dies geschieht u. a. durch Veränderungen im submikroskopischen bzw. atomaren Bereich, z.B. durch Diffusion von Atomen, Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Atomgitter, chemischen Reaktionen. Unvermeidbar auftretende Formänderungen gehören nicht zum Wesen der Verfahren.

## Unterteilung:



# HAUPTGRUPPE 4 – STOFFEIGENSCHAFT ÄNDERN

Einsatz-  
härten





Additive Fertigung

# FERTIGUNGSTECHNIK 2020/21 - 01

Technische Universität Bergakademie Freiberg  
IMKF - Additive Fertigung  
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler  
Tel: +49 3731 39 30 66  
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de

