



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iwf**



Vorlesung Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder, Dr.-Ing. Anke Müller, 19. Juni 2018
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iwf**



Kapitel 7

Stoffeigenschaften ändern

Dr.-Ing. Anke Müller, 19. Juni 2018

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Einheiten der Vorlesung Fertigungstechnik

Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580



Bildquellen: Pexels



Technische
Universität
Braunschweig

Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik

16. Juni 2018 | Folie 3

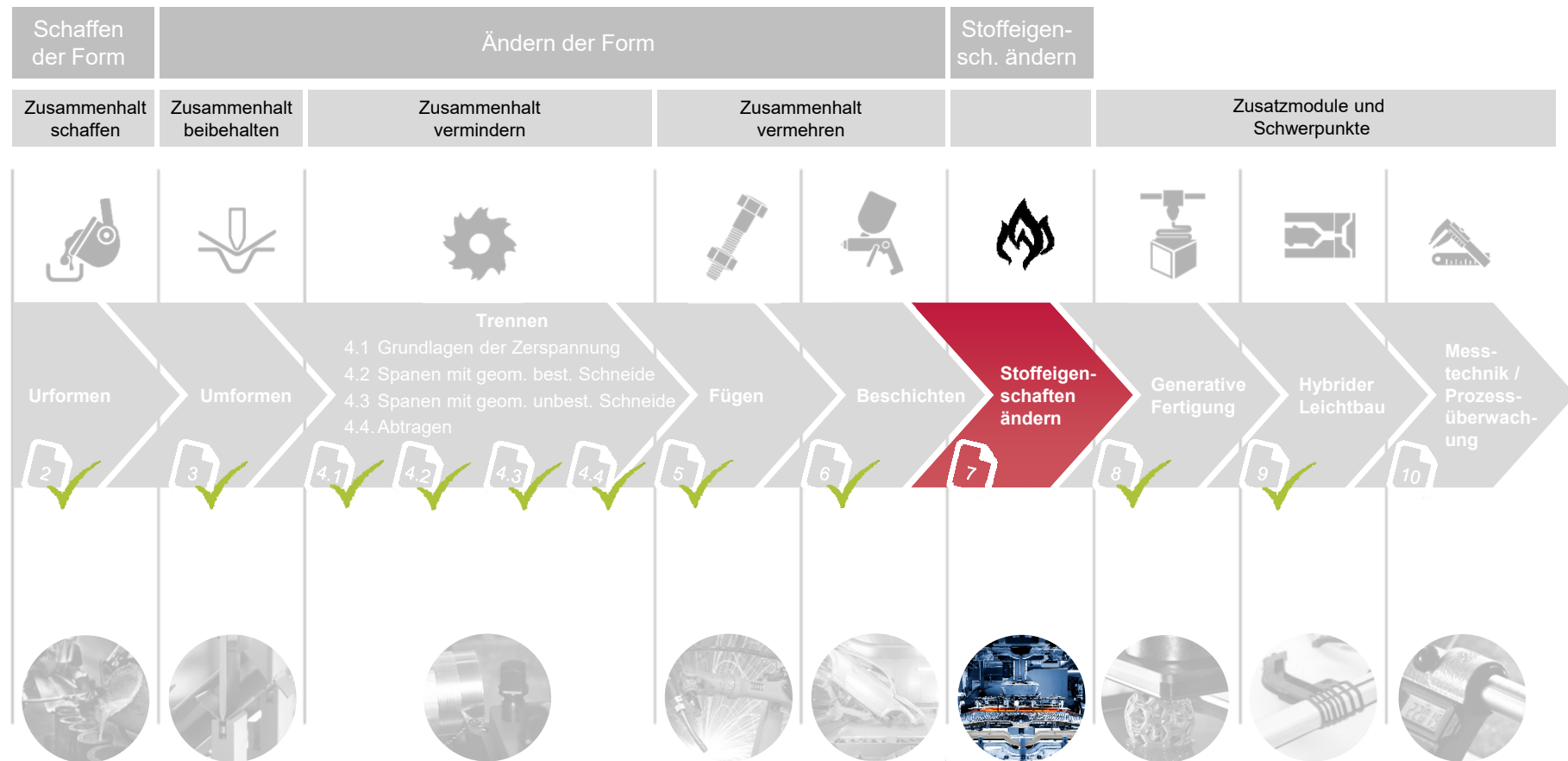
Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **WMF**

Einheiten der Vorlesung Fertigungstechnik

Beschichten

Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

1



Bildquellen: Pexels



Technische
Universität
Braunschweig

Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik

16. Juni 2018 | Folie 6

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **WMF**

Ziele der heutigen Vorlesung



Quelle: hk-haertetechnik



Technische
Universität
Braunschweig



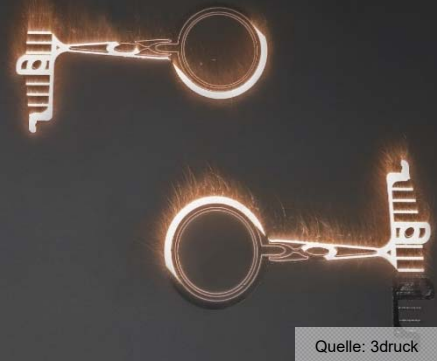
Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik

16. Juni 2018 | Folie 7

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **WMF**

Stoffeigenschaften ändern nach DIN8580



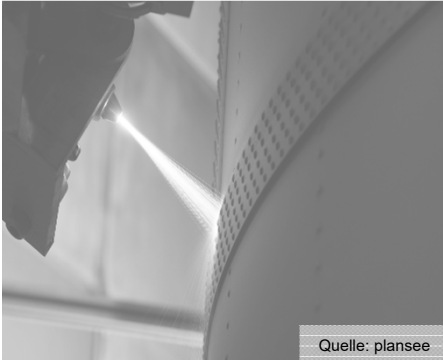
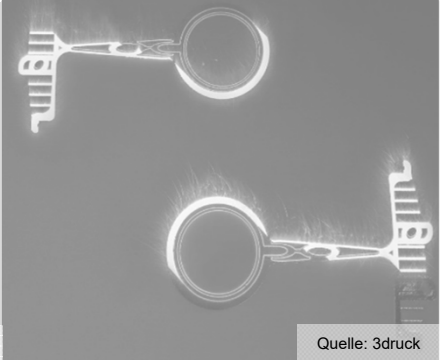
Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Verfestigen durch Umformen	Wärmebehandeln	Thermomechanisches Behandeln	Sonstige (vgl. Skript)
 <small>Quelle: biegerei-kreye</small>	 <small>Quelle: edelstahl-rosswag</small>	 <small>Quelle: plansee</small>	 <small>Quelle: 3druck</small>

Stoffeigenschaften ändern ist das Fertigen durch Eigenschaftsänderungen z.B. mithilfe von Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Kristallgitter, Diffusion von Atomen oder chemischen Reaktionen mit Wirkmedien

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Verfestigen durch Umformen	Wärmebehandeln	Thermomechanisches Behandeln	Sonstige (vgl. Skript)
 <small>Quelle: biegerei-kreye</small>	 <small>Quelle: edelstahl-rosswag</small>	 <small>Quelle: plansee</small>	 <small>Quelle: 3druck</small>

Stoffeigenschaften ändern ist das Fertigen durch Eigenschaftsänderungen z.B. mithilfe von Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Kristallgitter, Diffusion von Atomen oder chemischen Reaktionen mit Wirkmedien

Verfestigen durch Umformen (Kaltumformung)

Verfestigung durch Walzen oder Ziehen:



Ziehen



Walzen

Prozess:

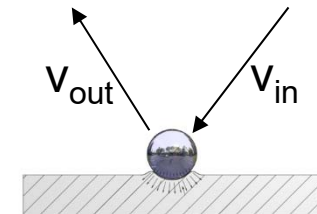
Beim Kaltwalzen/-ziehen wandern die Versetzungen im Material durch das Kristallgitter und auch neue Versetzungen entstehen:

→ Die Zugfestigkeit des Stahls wird gesteigert

Anwendung:

- Stahlplatten, Stahlstäbe

Verfestigungsstrahlen:



Quelle: oberflaeche.com

Prozess:

Kugelförmige Partikel werden durch Pressluft oder Fliehkraft auf die Bauteiloberfläche geschossen:


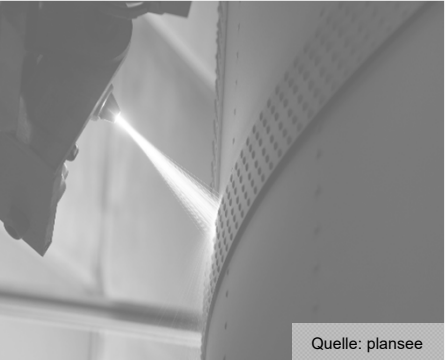
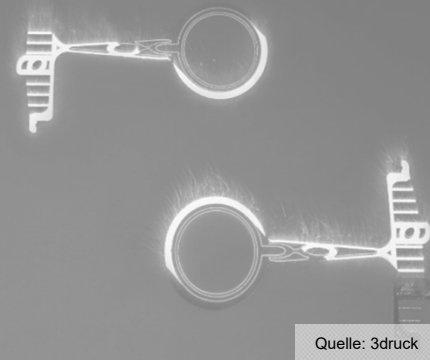
- Plastische und elastische Verformungen in der Bauteilrandschicht
- Erhöhte Beständigkeit und Lebensdauer

Anwendung:

- Bei Federn, Antriebswellen, Kurbelwellen, Zahnrädern, Turbinenschaufeln, usw.

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Verfestigen durch Umformen	Wärmebehandeln	Thermomechanisches Behandeln	Sonstige (vgl. Skript)
 <small>Quelle: biegerei-kreye</small>	 <small>Quelle: edelstahl-rosswag</small>	 <small>Quelle: plansee</small>	 <small>Quelle: 3druck</small>

Stoffeigenschaften ändern ist das Fertigen durch Eigenschaftsänderungen z.B. mithilfe von Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Kristallgitter, Diffusion von Atomen oder chemischen Reaktionen mit Wirkmedien

Stoffeigenschaften ändern

Wärmebehandlung

Behandlung durch „Wärme“ erfolgt üblicherweise in drei Schritten:

1. Erwärmen

Temperatur der Randschicht eilt vor, nach Anwärmzeit t_{an} ist die Halttemperatur ϑ_h erreicht, der Kern braucht dazu noch die Durchwärmzeit t_d , bis dahin ist die Erwärmzeit t_e verstrichen

2. Halten

Wärmzeit t_h mit konstanter Temperatur. Dabei können sich Spannungen und Gefügeunterschiede ausgleichen

3. Abkühlen

Abkühlzeit t_{ab} , je nach Verfahren kürzer (Härten) oder länger (Glühen)



Stoffeigenschaften ändern

Ziele der Wärmebehandlung

Verringern oder Erhöhen der Festigkeit
(z.B. Härten, Normalisieren,
Weichglühen)

Verbesserung der spangebenden
Bearbeitbarkeit
(z.B. Weichglühen, Grobkornglühen)

Beseitigen oder Verringern
von Seigerungen
(z.B. Diffusionsglühen)

Beseitigen der Auswirkung der
Kaltverformung
(Rekristallisationsglühen,
Normalisieren)

**Einstellen bestimmter
Eigenschaften**

Erzeugen bestimmter Gefügezustände
(z.B. Normalisieren, Weichglühen, Härten)

Beseitigen von Eigenspannungen
(z.B. Spannungsarmglühen)

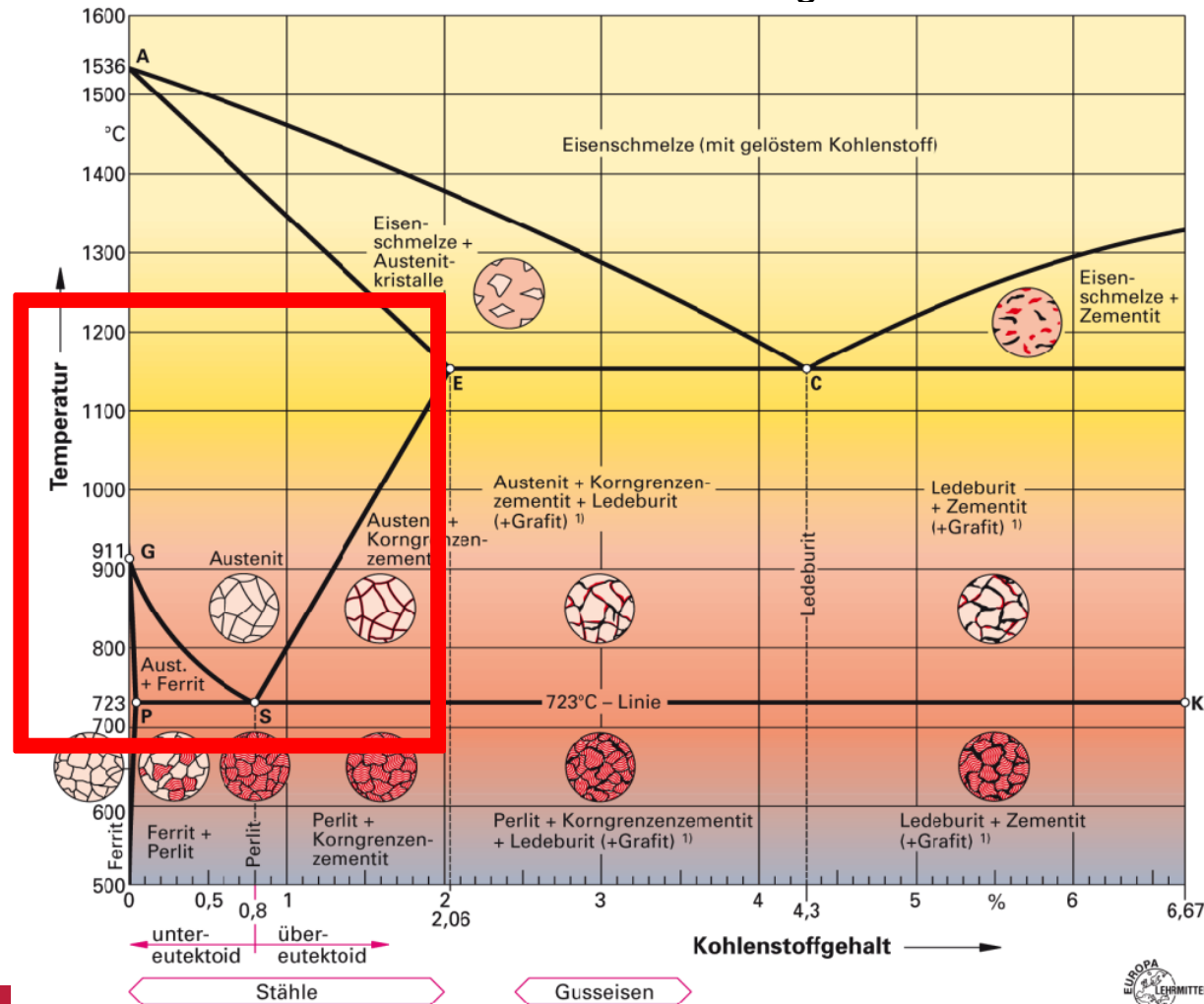
Ändern der Korngröße
(z.B. Normalisieren, Rekristallisationsglühen,
Grobkornglühen)



Wärmebehandlung

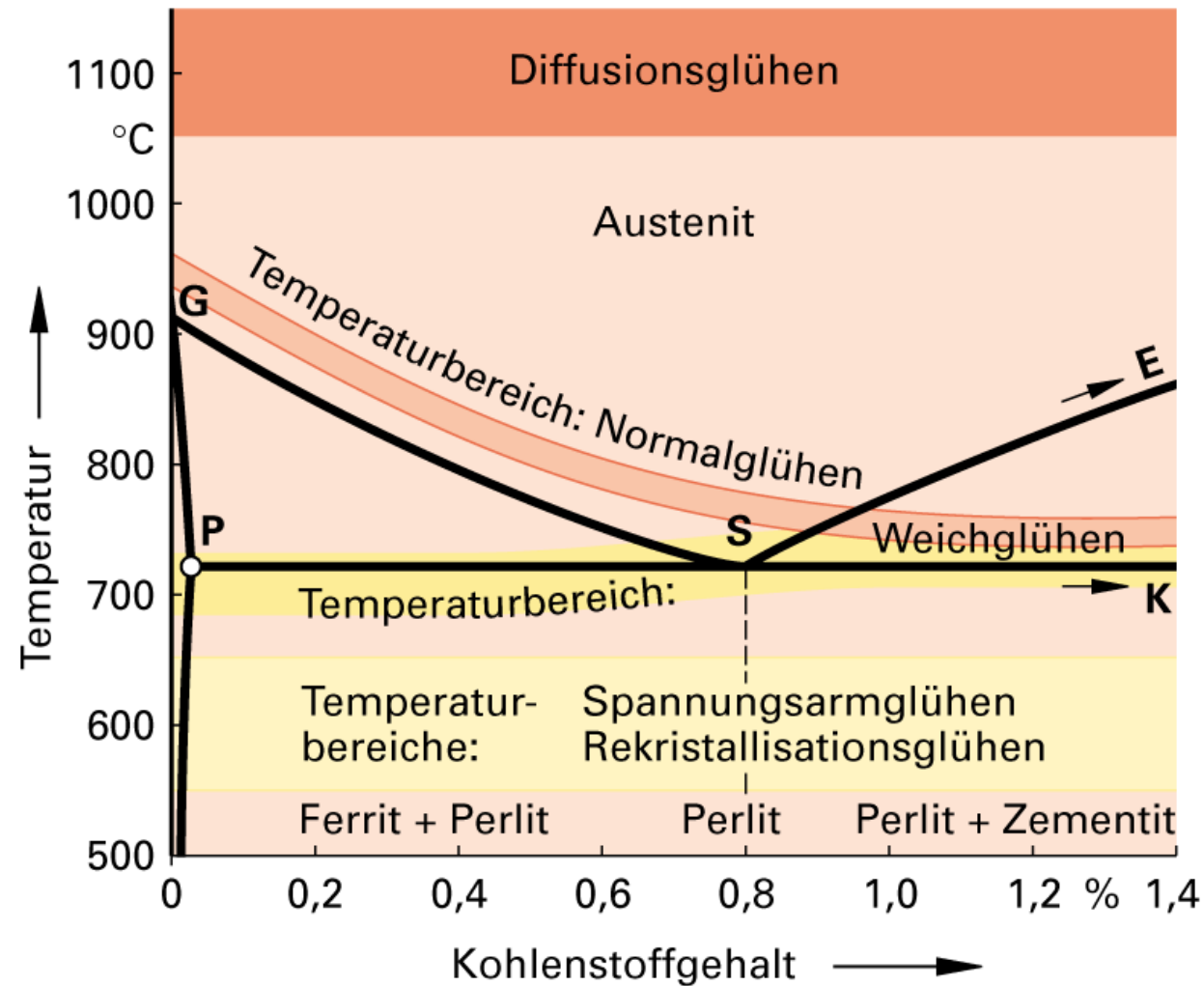
Glühverfahren

Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm



Wärmebehandlung

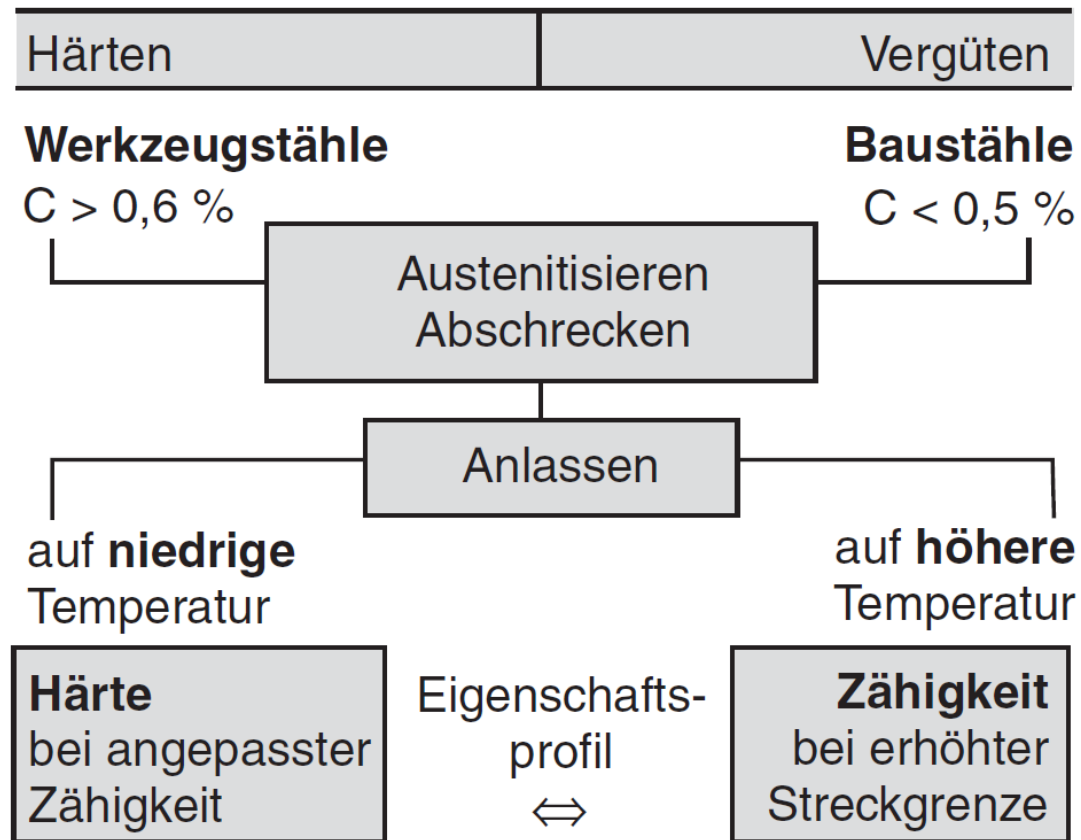
Glühverfahren



Wärmebehandlung

Härten und Vergüten

Härten und Vergüten: Werkstoff erhält die Eigenschaftskombination Härte-Zähigkeit



Quelle: Weißbach



Technische
Universität
Braunschweig

Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik

16. Juni 2018 | Folie 17

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik



Stoffeigenschaften ändern

Randschichthärten

Randschichthärten

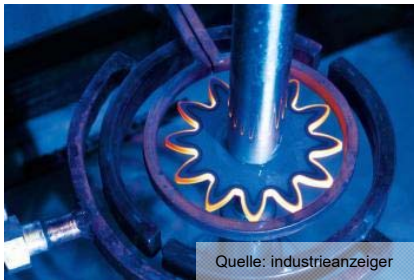
Flammhärten

Induktions-
härten

Laserhärten

Umschmelz-
härten durch
Lichtbogen

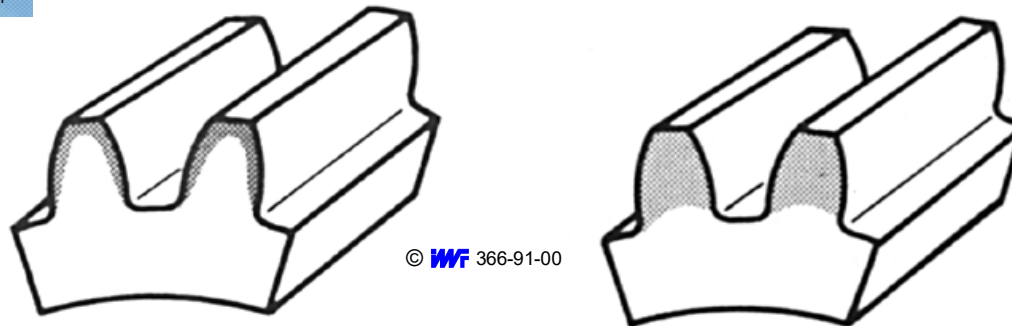
Tauchhärten
in Salz /
Metallbad



Induktionshärten



Laserhärten



Einhärtetiefe an einem Zahnrad



Technische
Universität
Braunschweig




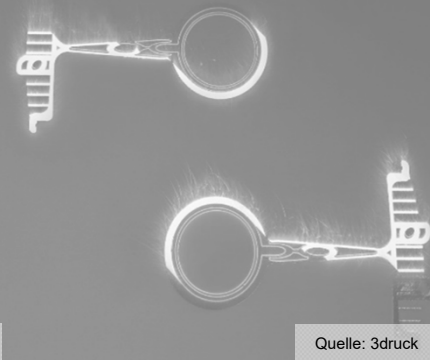
Dr.-Ing. Anke Müller | Fertigungstechnik

16. Juni 2018 | Folie 18

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **Wf**

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Verfestigen durch Umformen	Wärmebehandeln	Thermomechanisches Behandeln	Sonstige (vgl. Skript)
 Quelle: biegerei-kreye	 Quelle: edelstahl-rosswag	 Quelle: plansee	 Quelle: 3druck

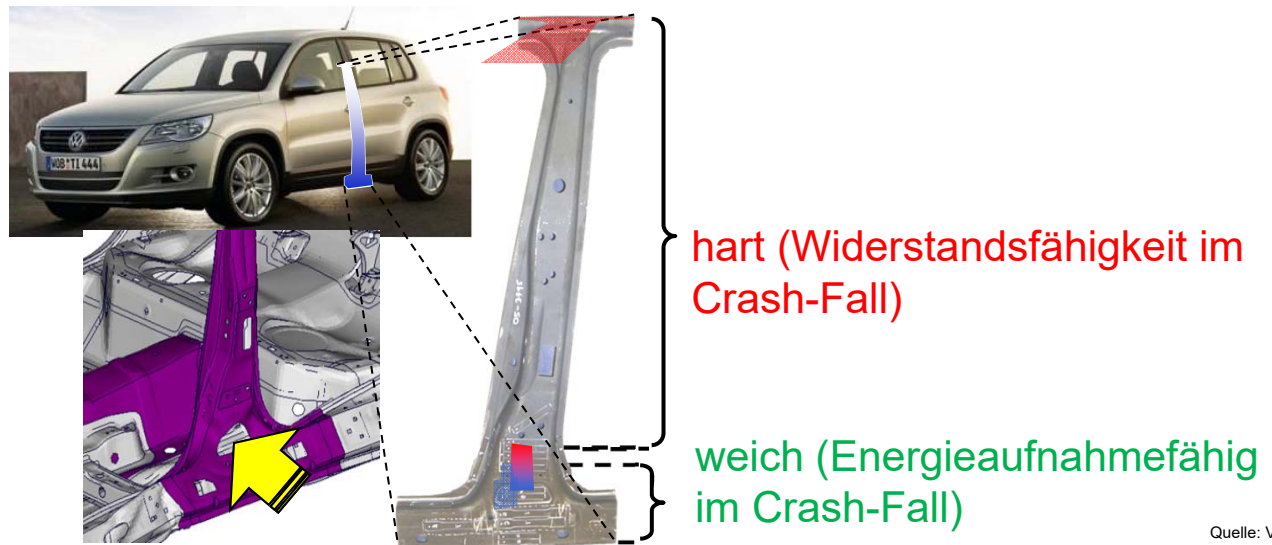
Stoffeigenschaften ändern ist das Fertigen durch Eigenschaftsänderungen z.B. mithilfe von Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Kristallgitter, Diffusion von Atomen oder chemischen Reaktionen mit Wirkmedien

Stoffeigenschaften ändern

Thermomechanische Verfahren

Verfahren der Umformung werden unmittelbar mit der Wärmebehandlung verknüpft.

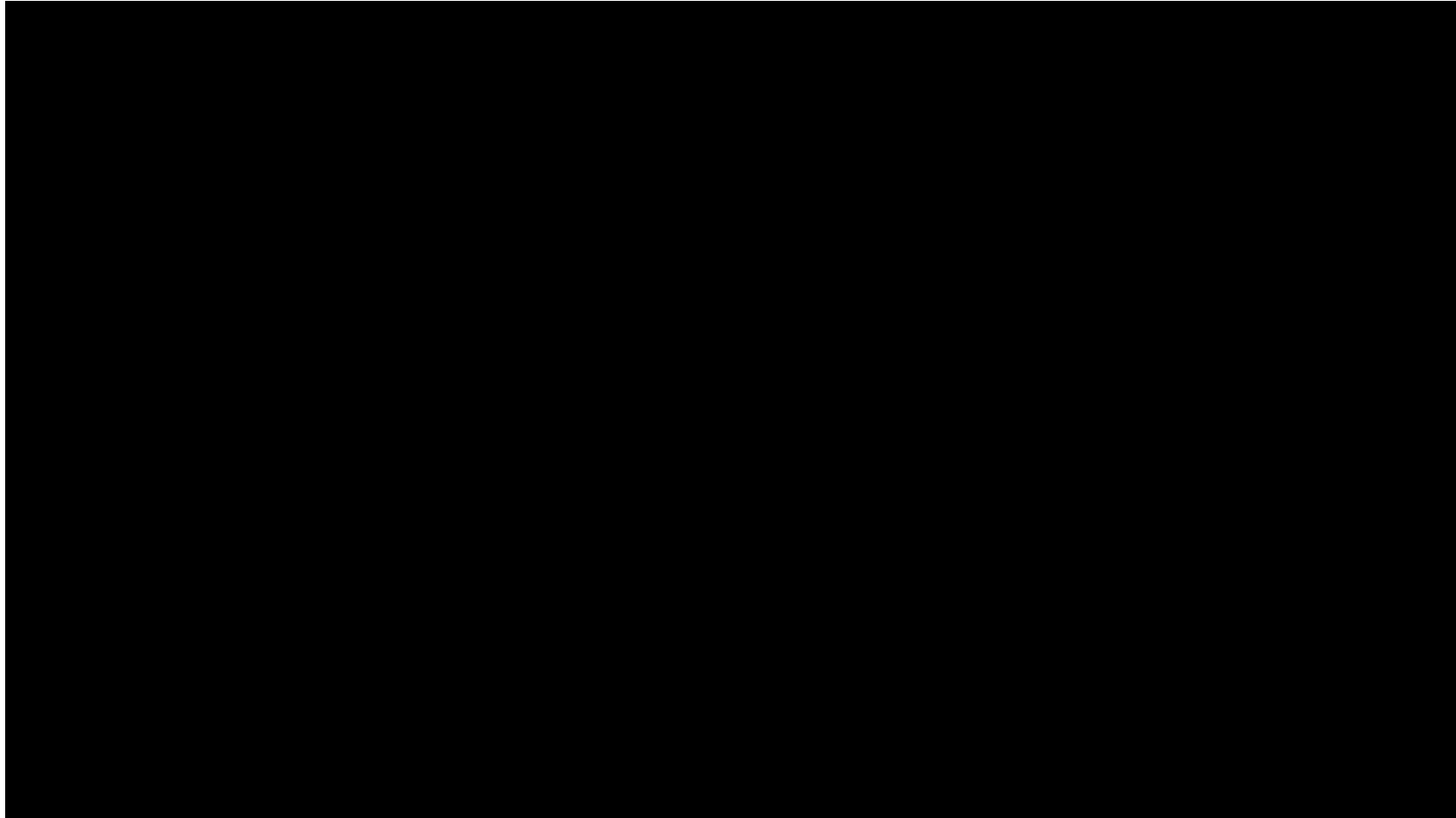
Verfahren	Ablauf	Ziel
Austenitformhärten	Sofortige Umformung unterhalb der Rekristallisationstemperatur	Äußerst feinkörniges Martensitgefüge, höhere Festigkeit und Zähigkeit
Formhärten(Presshärten)	Nach Austenitisierung unter Schutzgas bei $>950\text{ }^{\circ}\text{C}$ wird im wassergekühlten Werkzeug umgeformt und auf $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ abgekühlt	Sehr hohe Festigkeit, besonders für dünnwandige Verstärkerteile für Karosserien



Quelle: VW



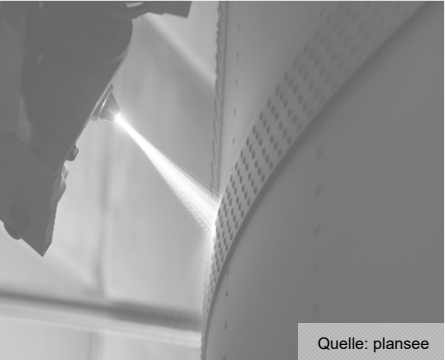
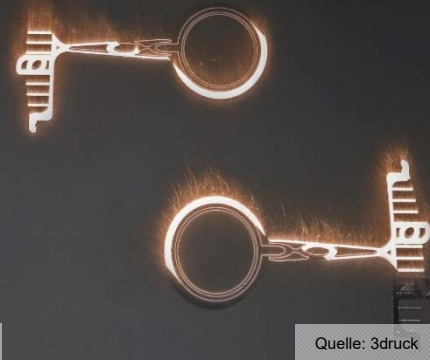
Video

Formhärten



Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

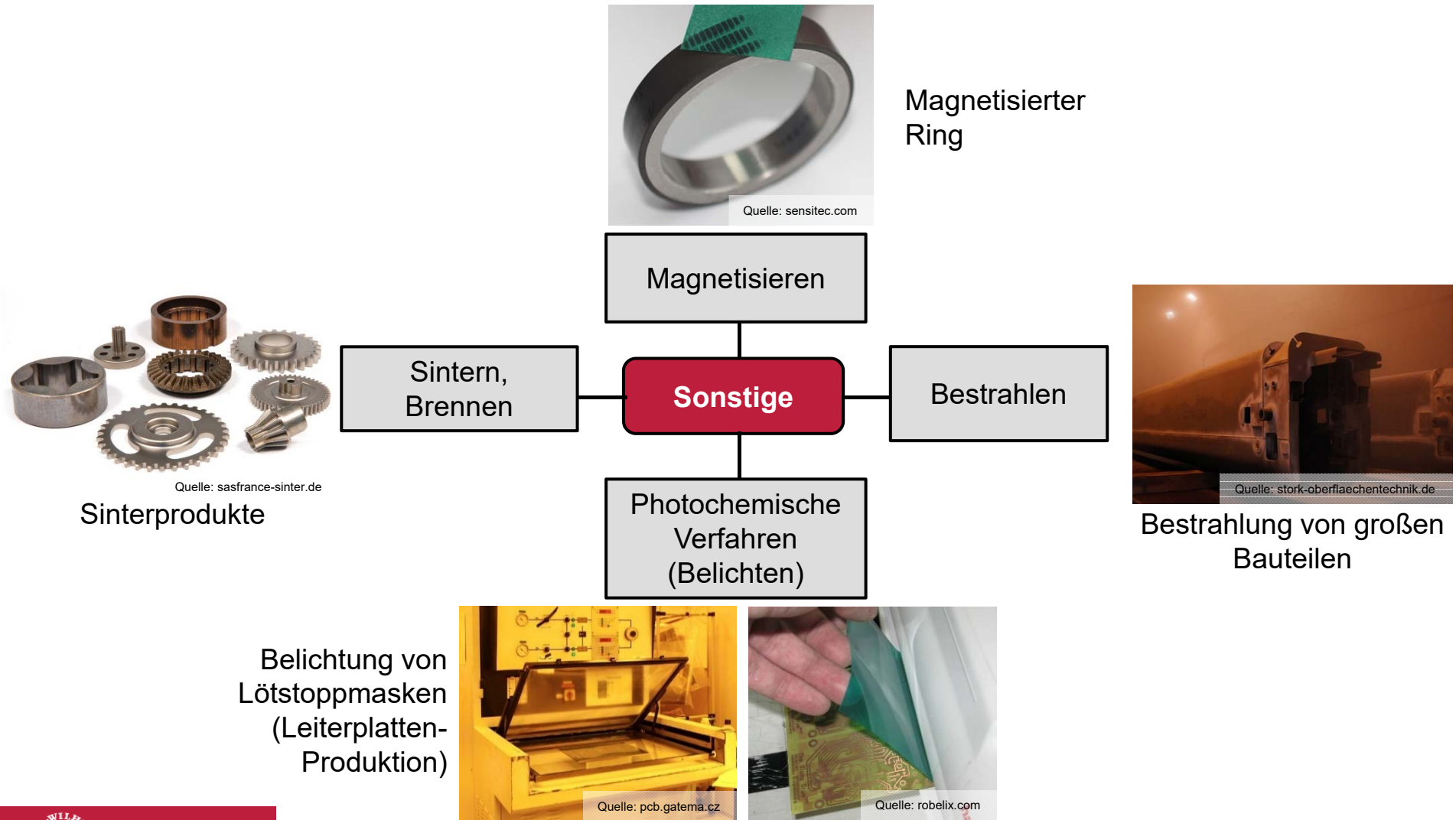
Stoffeigenschaften ändern nach DIN 8580

Verfestigen durch Umformen	Wärmebehandeln	Thermomechanisches Behandeln	Sonstige (vgl. Skript)
 Quelle: biegerei-kreye	 Quelle: edelstahl-rosswag	 Quelle: plansee	 Quelle: 3druck

Stoffeigenschaften ändern ist das Fertigen durch Eigenschaftsänderungen z.B. mithilfe von Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Kristallgitter, Diffusion von Atomen oder chemischen Reaktionen mit Wirkmedien

Stoffeigenschaften ändern

Sonstige





Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **iwf**



Vorlesung Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder, Dr.-Ing. Anke Müller, 16. Juni 2018
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik