WMÜ

Wärmebehandlungsanlagen für Industrie und Umwelttechnik GmbH

WMU

WMU GmbH

Wärmebehandlung

- Im stationären Prozess

- Im kontinuierlichen Prozess

WMU

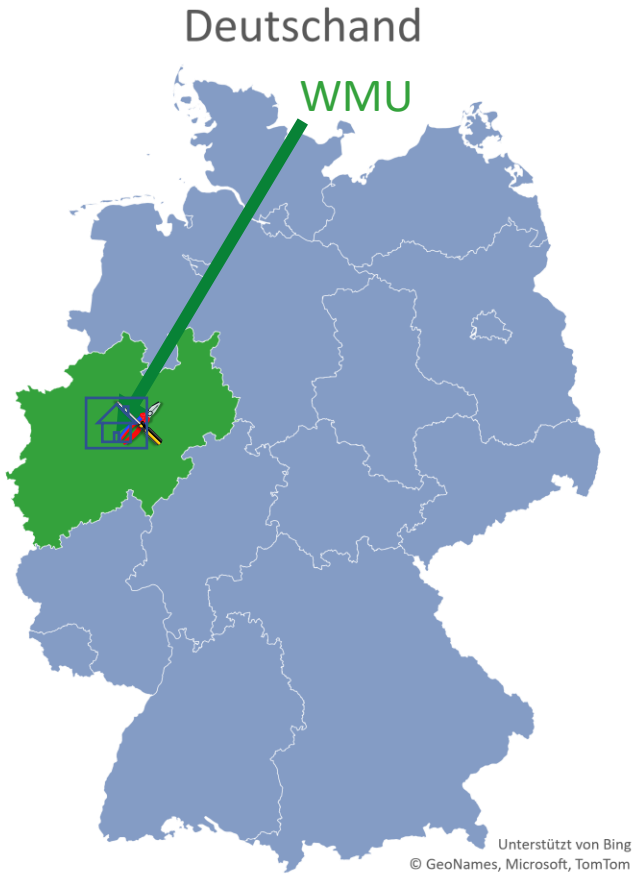
WMU GmbH

Wärmebehandlung

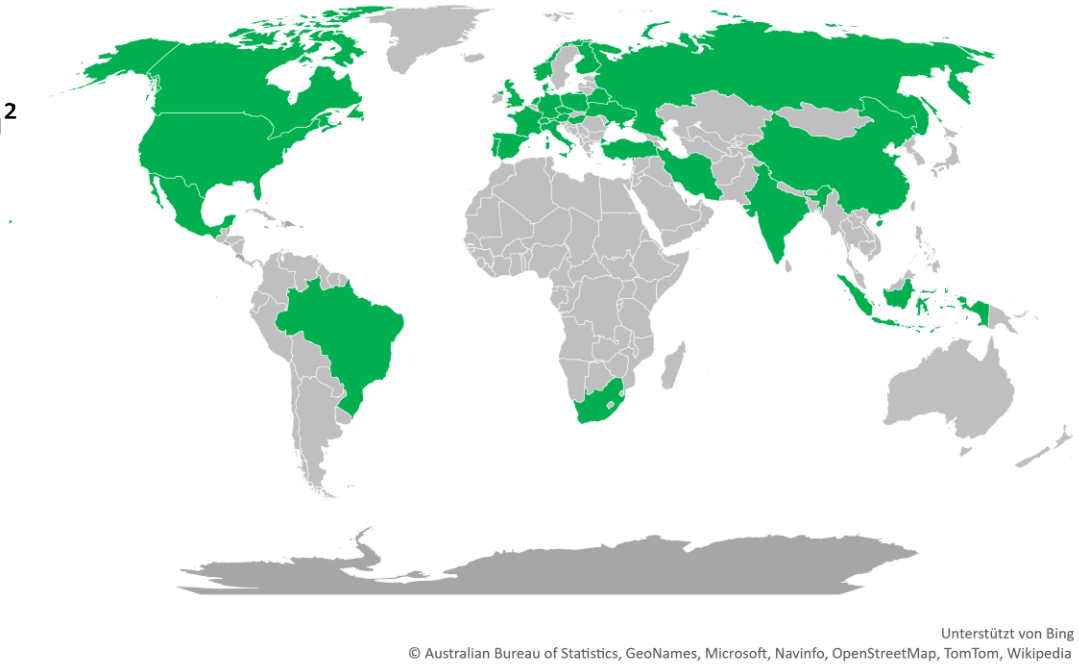
- Im stationären Prozess

- Im kontinuierlichen Prozess

WMU GmbH – Zahlen, Daten, Fakten



- Daten
  - 1994 Firmengründung
- Zahlen
  - Mitarbeiter: 77
  - Fertigungsfläche: über 3.000 m²
- Leistungsspektrum
  - Neuanlagen (Durchlauf- und Stationär-Anlagen)
  - Entwicklung
  - Service/Wartung
  - Lohnbehandlung



Länder mit Kunden von WMU

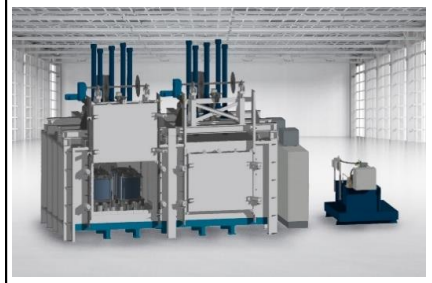
Kontaktdaten:
Kai-Uwe.Paffrath@WMU-GmbH.de
+49 162 692 4881

Produktportfolio

Stationär

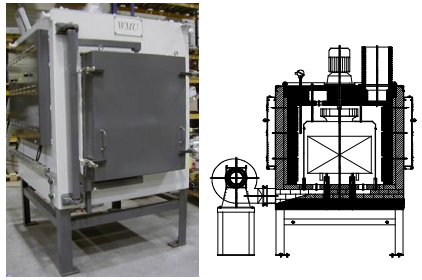
Vakuumkammerofen

Retortenanlassofen

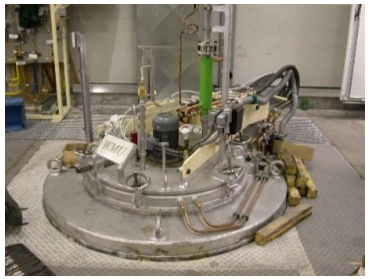


Pressstempelofen

Herdwagenofen



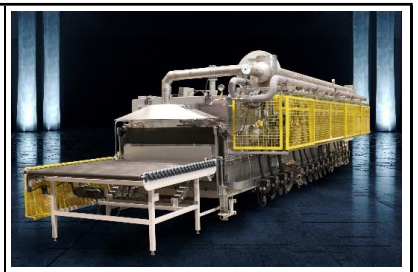
Luftumwälzofen



Schachtofen

Kontinuierlich

Förderbandofen



Rollenherdofen

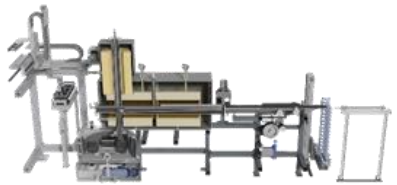
Drehtrommelofen

Profil- und Drahtglühofen

Sonderanlagen

Sonderofenanfertigungen

Überholte Gebrauchtanlagen



Automatisierte Ofenanlagen

Vielfältige Produktpalette für nahezu jeden Anwendungsfall. Sie finden nicht das richtige Konzept?

Sprechen Sie uns an!

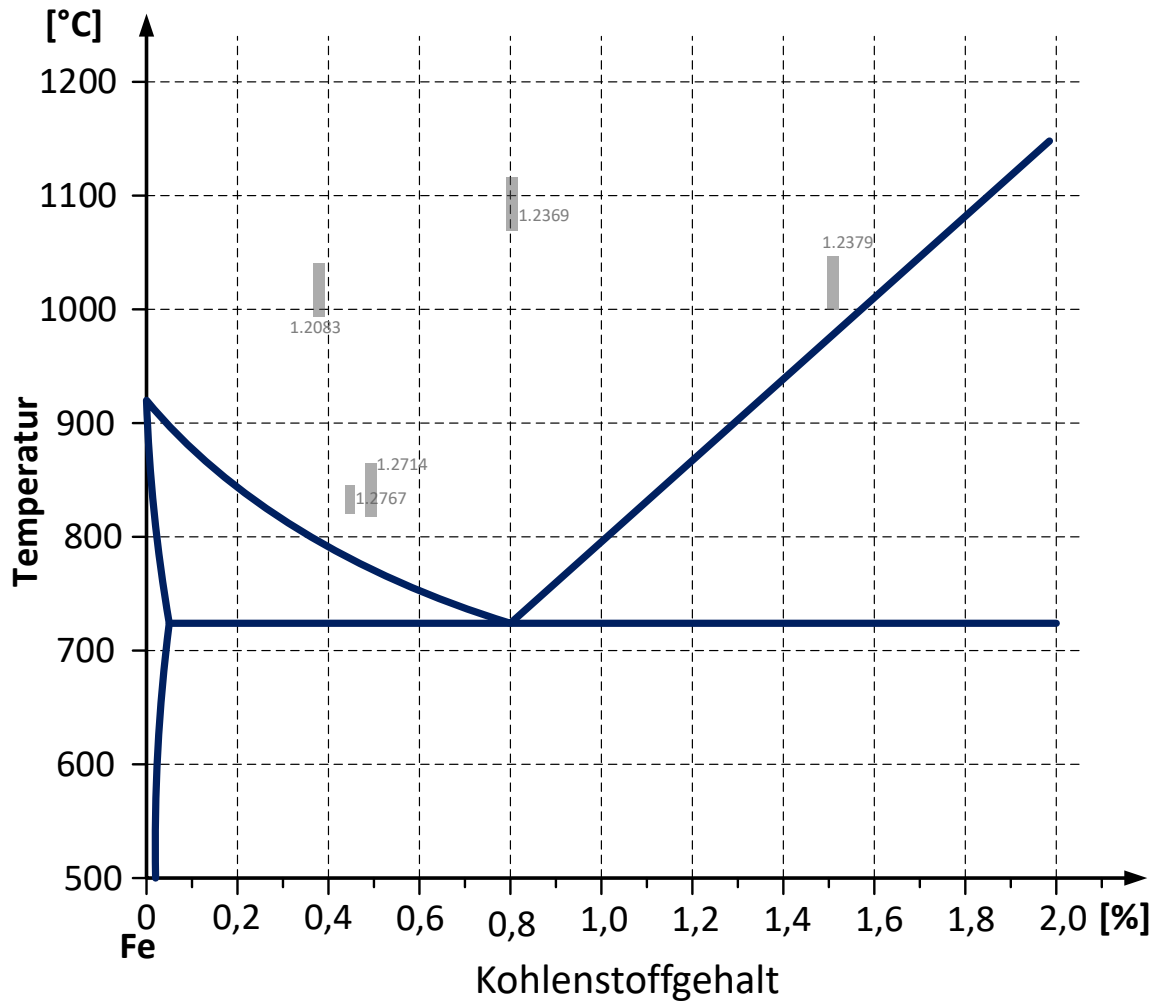
WMU GmbH

Wärmebehandlung

- Im stationären Prozess

- Im kontinuierlichen Prozess

Härten von Werkzeug- / Kaltarbeitsstählen



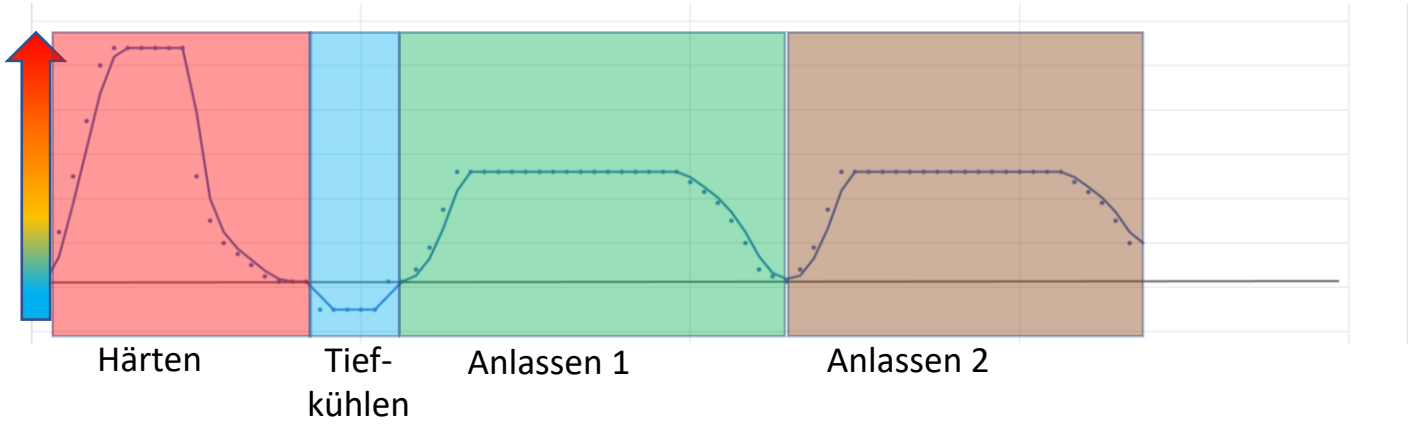
- **Prozess**
  - Härten
  - T = 830 °C – 1120 °C
  - Haltezeit: 1,5 min/mm
  - Anlassen
  - T = 525 °C
  - Haltezeit: ca. 4h

• Werkzeug- / Kaltarbeitsstähle	
1.2083	X42Cr13
1.2369	81MoCrV42-16
1.2379	X153CrMoV12
1.2714	55NiCrMoV7
1.2767	45NiCrMo16

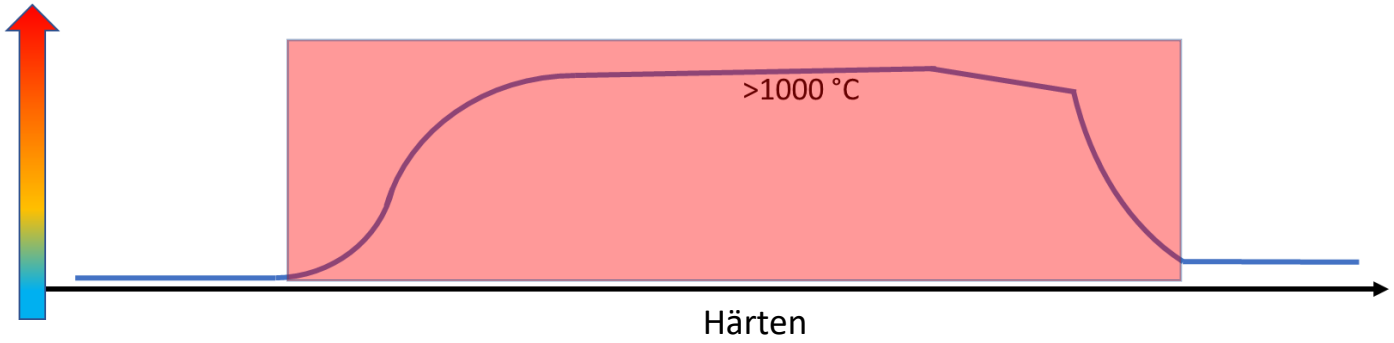
- **Besonderheiten**
  - Weites Temperaturfeld für die Wärmebehandlung
  - Individuelle Lösungen für unterschiedliche Produktgruppen
    - Stationäre Ofenkonzepte
    - Kontinuierliche Ofenkonzepte

Die Abhängigkeit aus Werkstück/Werkstoff und der Anlagentechnologie

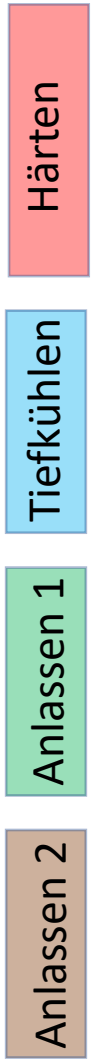
- Stationäres Anlagenkonzept



- Kontinuierliches Anlagenkonzept

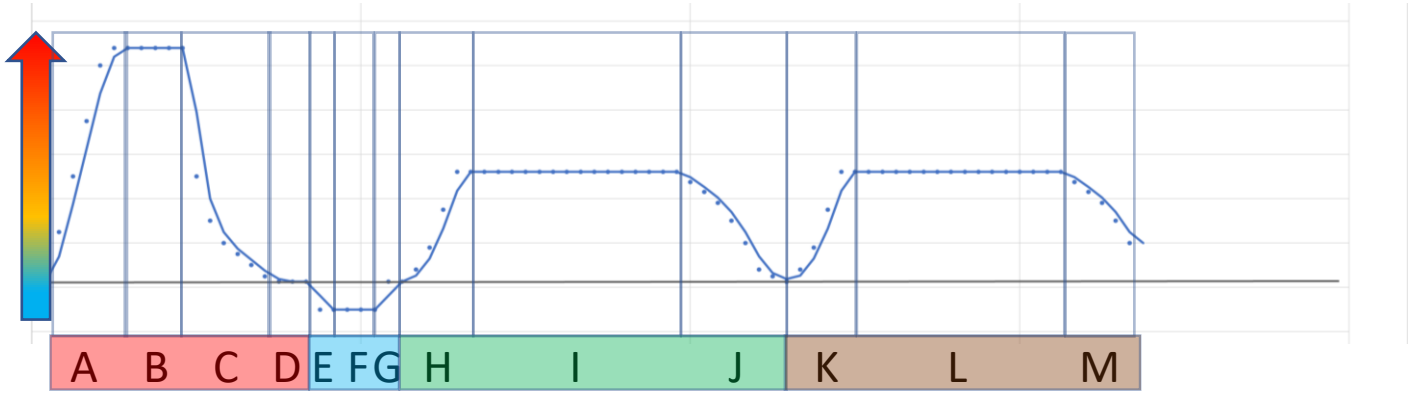


Prozessablauf

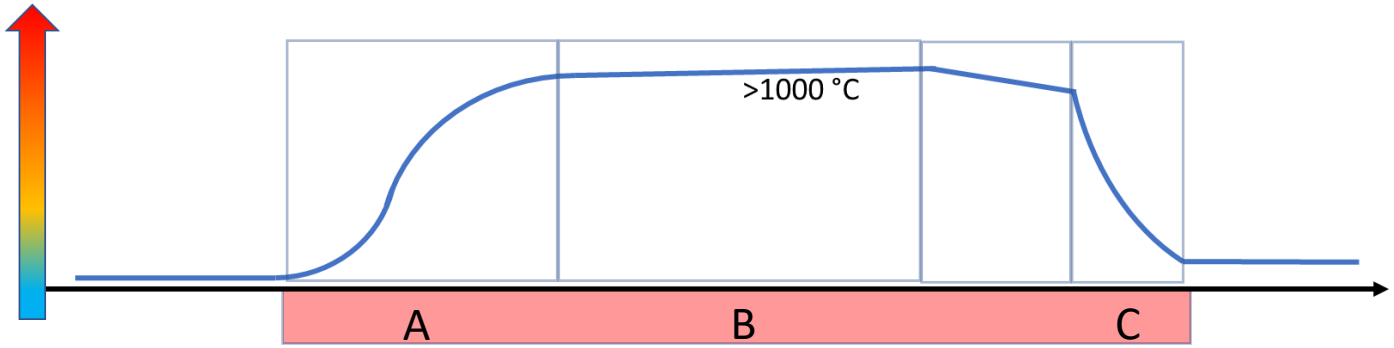


Die Abhängigkeit aus Werkstück/Werkstoff und der Anlagentechnologie

- Stationäres Anlagenkonzept



- Kontinuierliche Wärmebehandlung



Prozessablauf

Härten
- A) Heizen
- B) Halten
- C) Kühlen
- D) Halten bzw. Übergabe

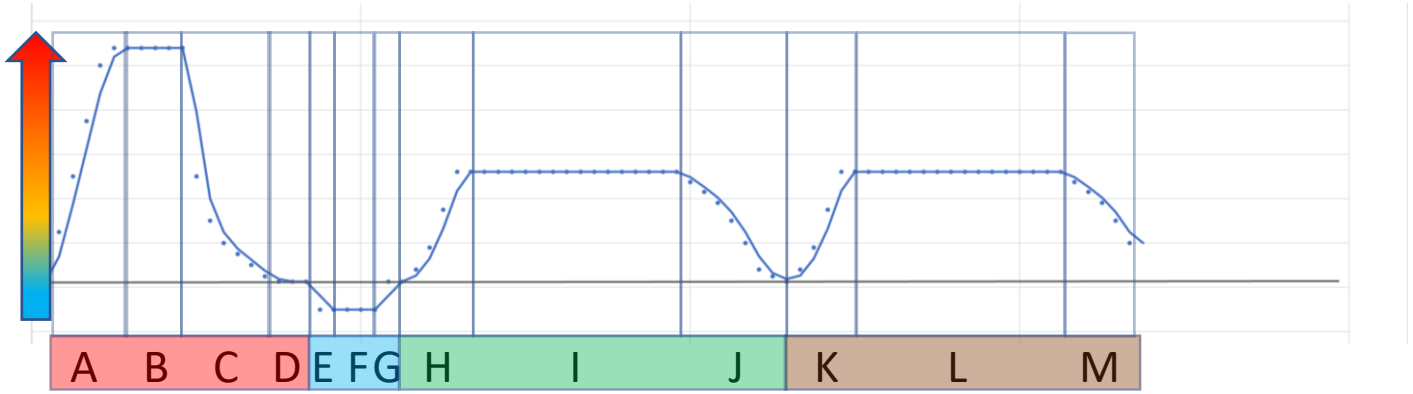
Tiefkühlen
- E) Tiefkühlen
- F) Halten nach Tiefkühlen
- G) Aufwärmen auf RT

Anlassen 1
- H) Heizen
- I) Halten
- J) Abkühlen

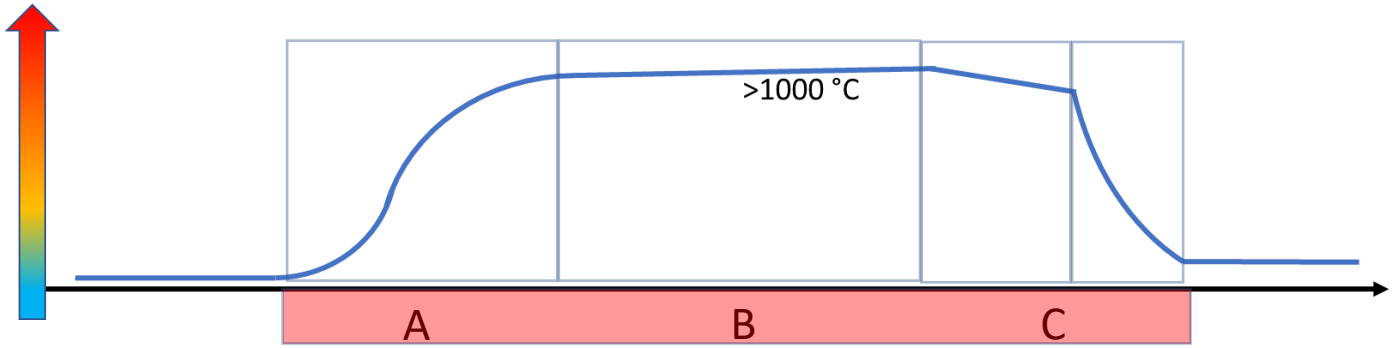
Anlassen 2
- K) Heizen
- L) Halten
- M) Abkühlen

Die Abhängigkeit aus Werkstück/Werkstoff und der Anlagentechnologie

- Stationäre Wärmebehandlung



- Kontinuierliche Wärmebehandlung



Werkstück/Werkstoffabhängig

Werkstück/Werkstoffabhängig & Anlagentechnologie

Prozessablauf

Härten	A) Heizen
	B) Halten
	C) Kühlen
	D) Halten bzw. Übergabe
Tiefkühlen	E) Tiefkühlen
	F) Halten nach Tiefkühlen
	G) Aufwärmen auf RT
Anlassen 1	H) Heizen
	I) Halten
	J) Abkühlen
Anlassen 2	K) Heizen
	L) Halten
	M) Abkühlen

WMU GmbH

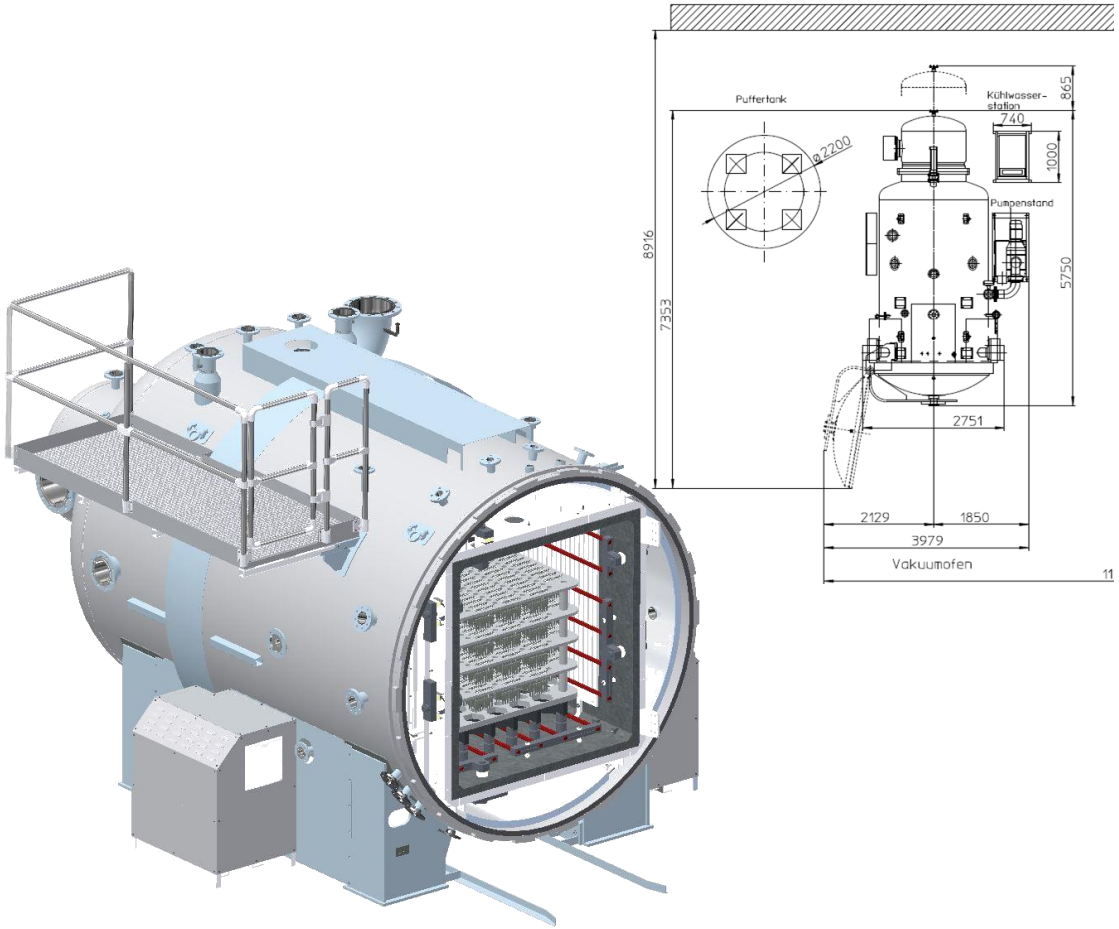
Wärmebehandlung

- Im stationären Prozess

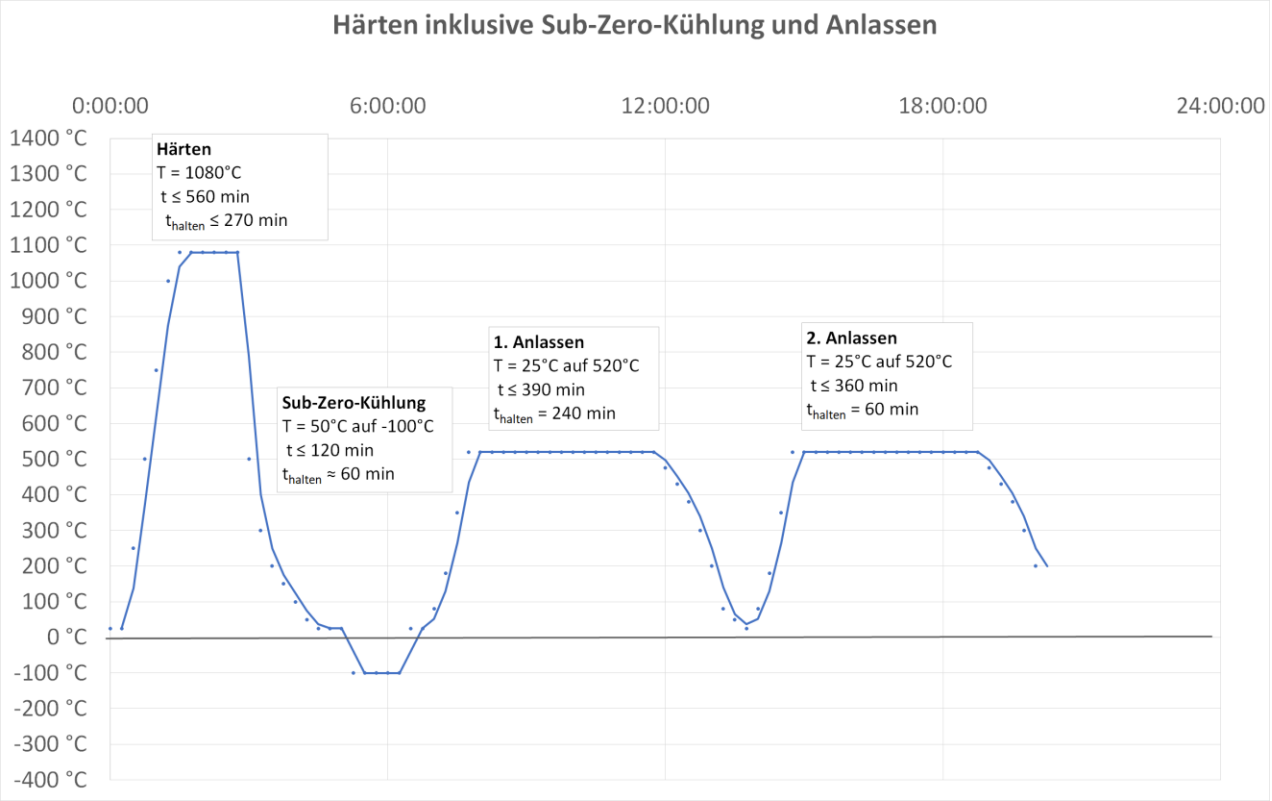
- Im kontinuierlichen Prozess

Stationärer Prozess I – Vakuumkammerofen

- Vakuumkammerofen (Ein-Ofen-Lösung)

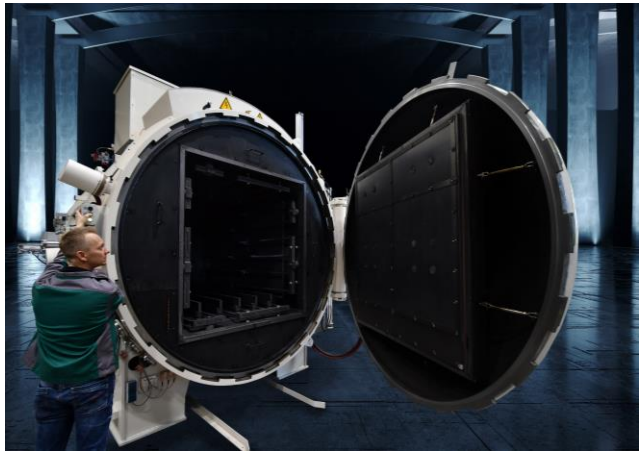


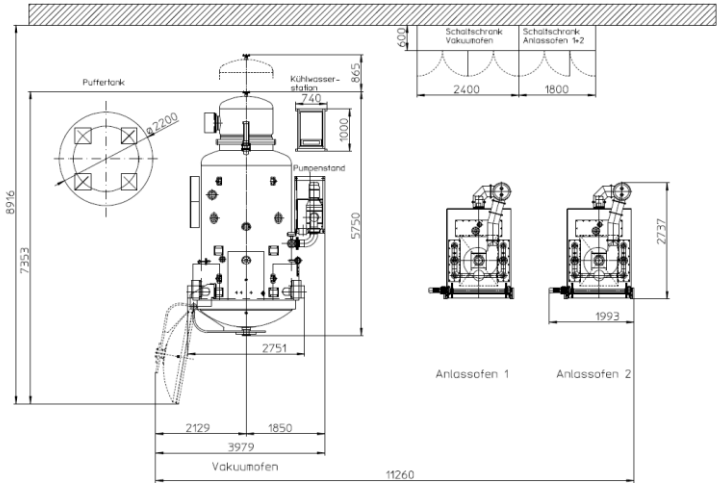
- Prozesskurve – Temperatur-Zeit-Diagramm

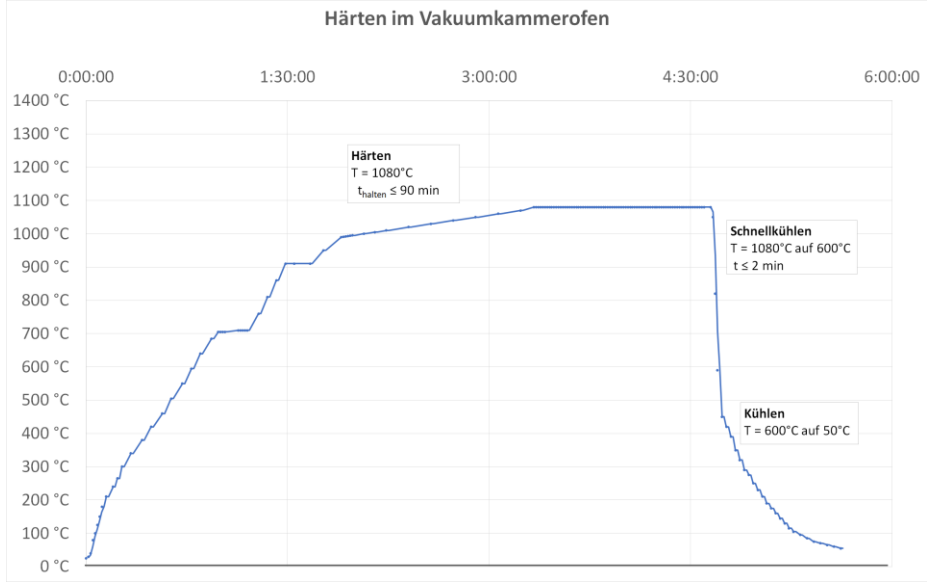


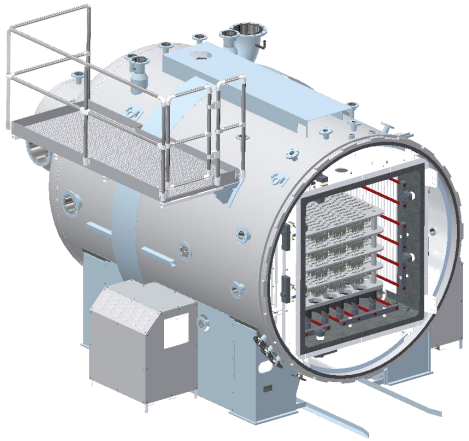
Stationärer Prozess II – Vakuumkammerofen mit Anlassöfen

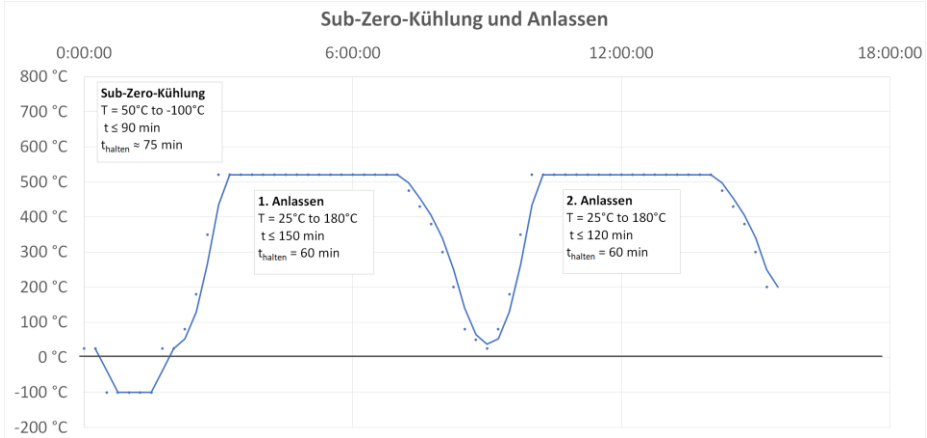
- Vakuumkammerofen und zwei Anlassöfen mit Sub-Zero-Kühlung (Drei-Ofen-Lösung)





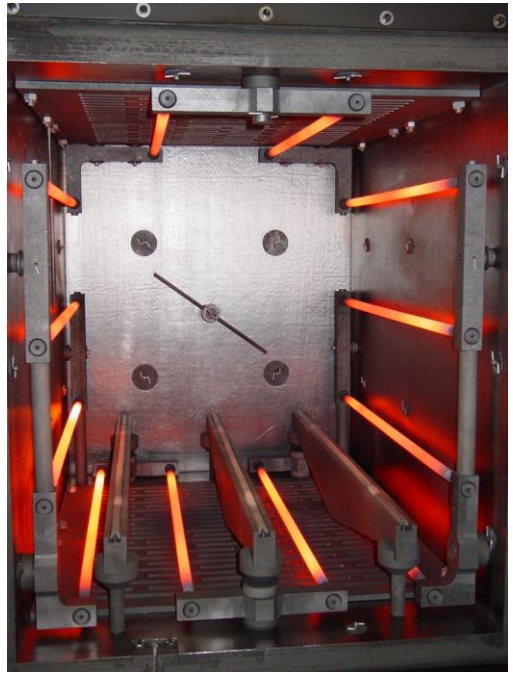




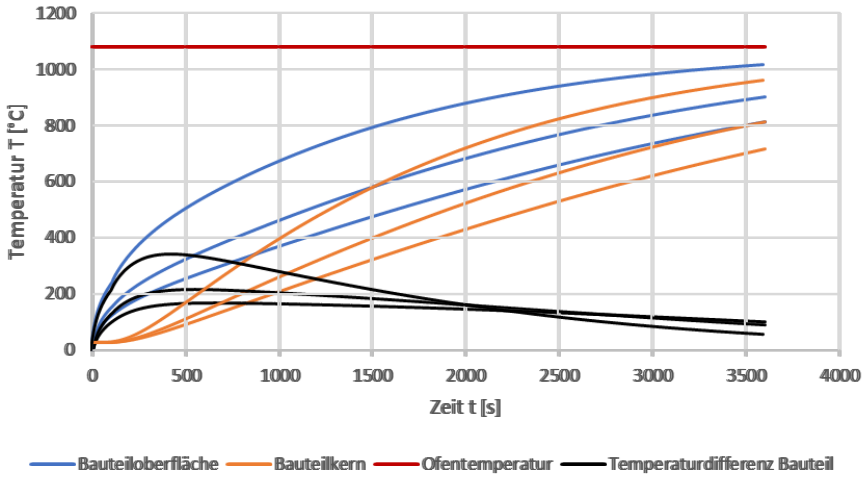


Härten im Vakuumkammerofen - Aufheizen

- Heizung
  - Heizleistung
  - Anzahl Heizzonen
  - Anordnung der Heizung
    - Decke, Wände, Boden
    - Rückwand
    - Tür
    - Mittenheizung



- Art der Wärmeübertragung bei Konvektion

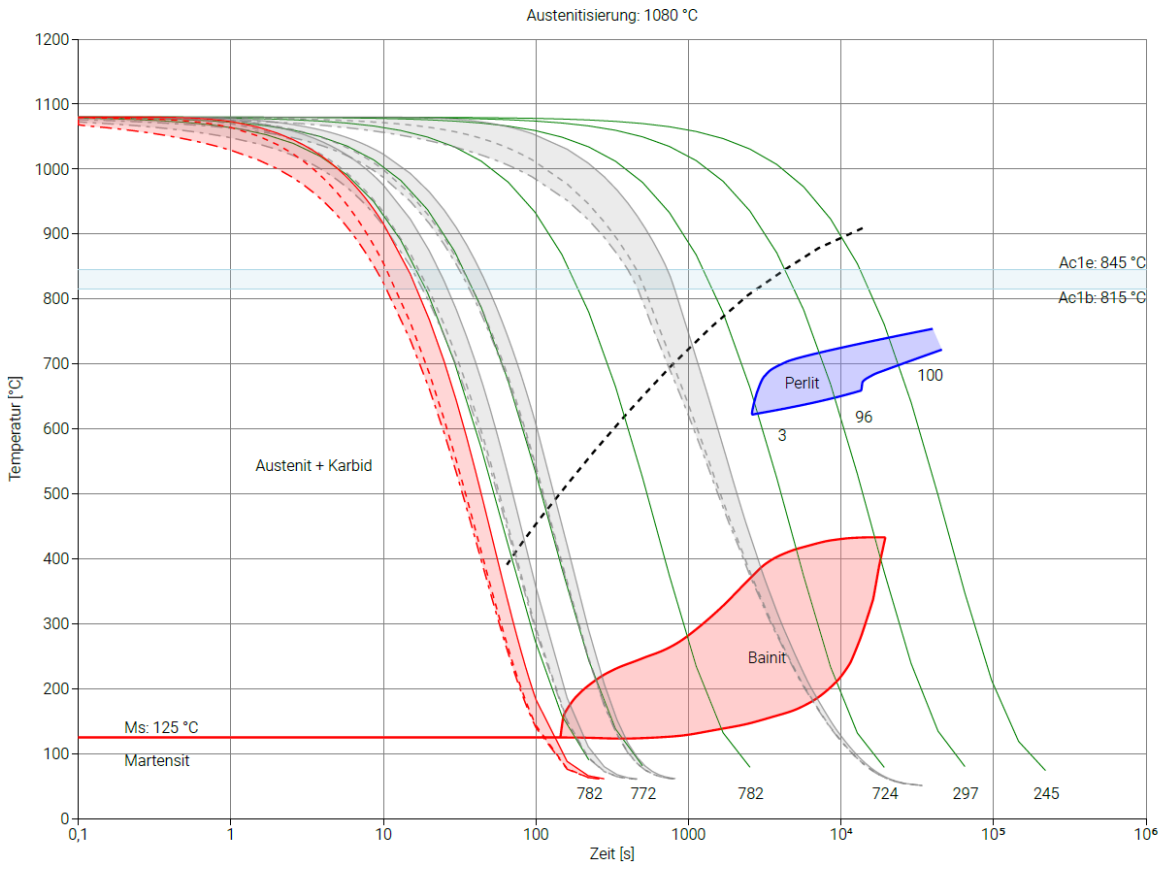


- Aufheizzeit im Vergleich – Art der Konvektion

T_{Ziel} = 1080 °C	$T_{Oberfläche}$	T_{Kern}
Gas leicht strömend	≈ 810 °C	≈ 700 °C
Gas strömend	≈ 900 °C	≈ 820 °C
Gas stark strömend	> 1000°C	≈ 950 °C

Härten im Vakuumkammerofen - Abschreckdruck

- Abhängigkeit der Abschreckgeschwindigkeit vom Kühlgasdruck (am Beispiel 1.2379)
  - Abkühlung unter: Luft (Atmosphärendruck)
  - Abkühlung unter: 1,5 bar Kühlgasdruck
  - Abkühlung unter: 6 bar Kühlgasdruck
  - Abkühlung unter: 10 bar Kühlgasdruck

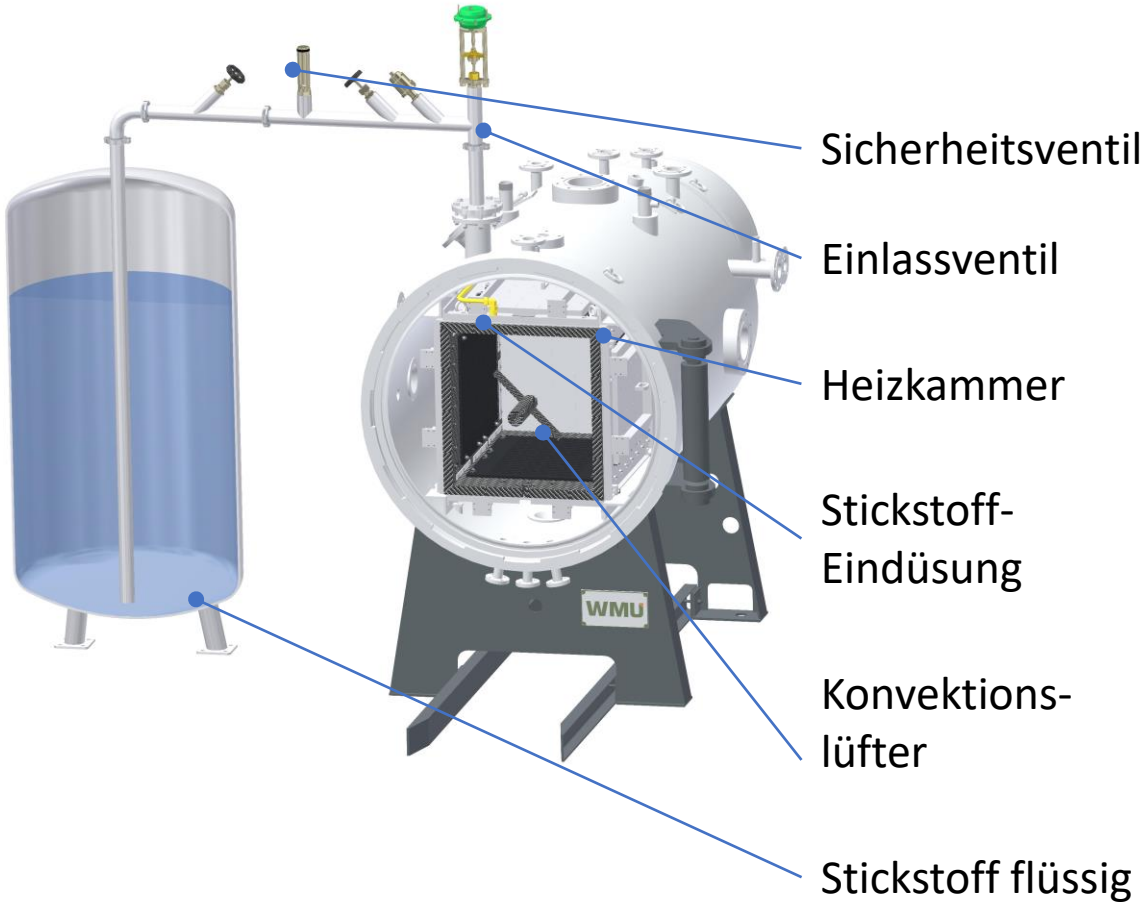


- Abkühlzeit im Vergleich

Medium	T < 600 °C	T < 100 °C
Luft	>1.000 s	>10.000 s
1,5 bar	100 s	≈ 650 s
6 bar	≈ 80 s	≈ 400 s
10 bar	≈ 60 s	≈ 120 s

Härten im Vakuumkammerofen – Tiefkühlen

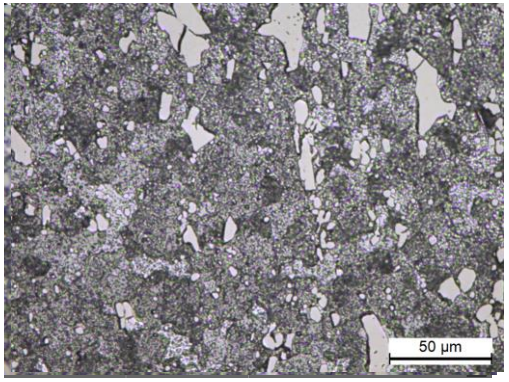
- Aufbau der Anlage



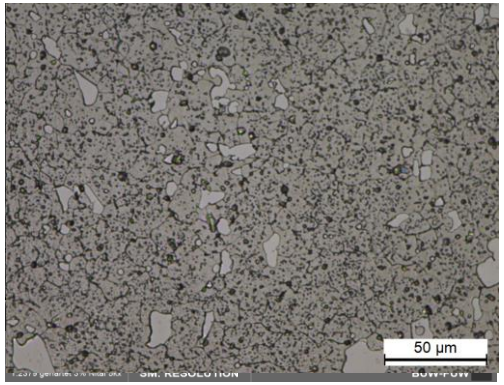
- Video – Stickstoffeinleitung

Vorteile durch Tiefkühlen – Am Beispiel eines 1.2379

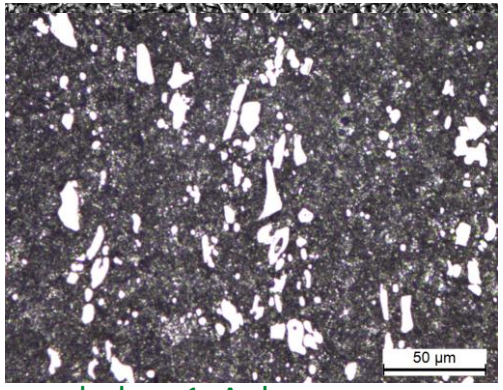
- Gefügebilder der einzelnen Prozesse (LiMi) [500 x Vergr.]
  - Härten mit zwei Anlassvorgängen



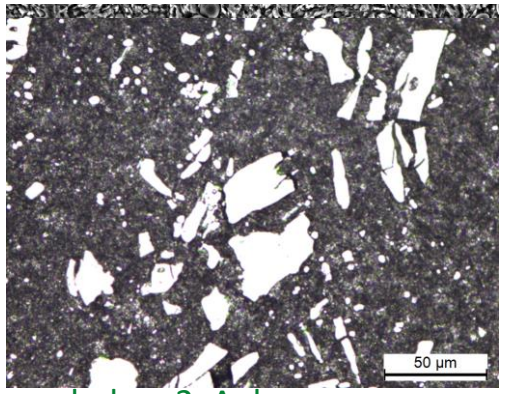
Ausgangszustand



nach dem Härten

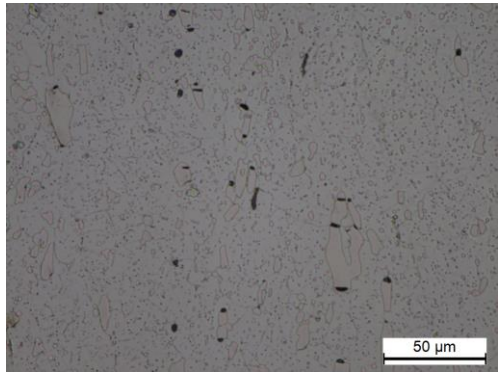


nach dem 1. Anlassen

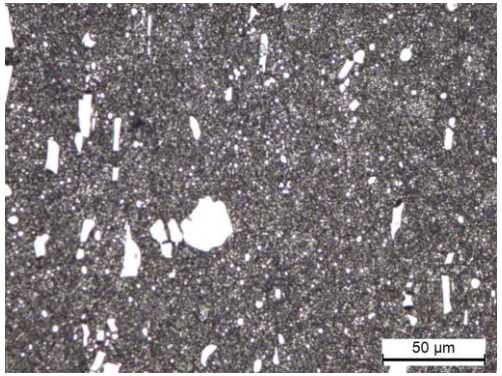


nach dem 2. Anlassen

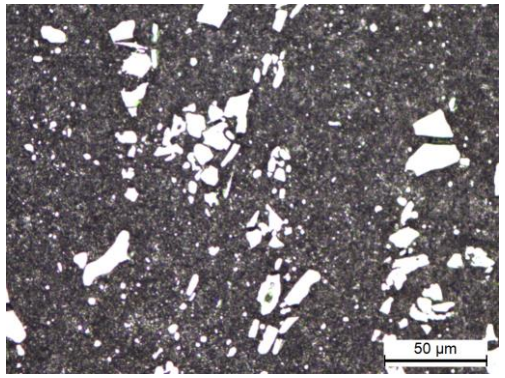
  - Härten mit Tiefkühlen und zwei Anlassvorgängen



nach dem Tiefkühlen (unter Mf)



nach dem TK + 1. Anlassen



nach dem TK + 2. Anlassen

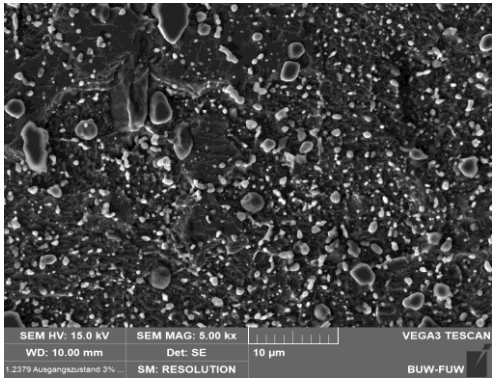
- Vorteile des Tiefkühlens
  - Restaustenit-Umwandlung (Steigerung der Härte, höchste Maßstabilität)
  - Steigerung der Korrosionsbeständigkeit
  - Ggf. 2. Anlassen nicht notwendig
  - Ggf. Weiterverwendung des Stickstoffs nach dem verdampfen als Schutzgas

Einzelfallentscheidung:
2. Anlassen notwendig

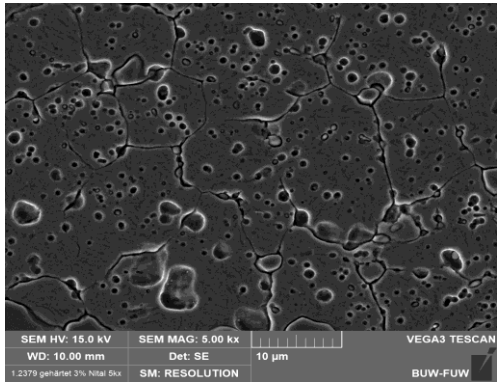
Unterstützt durch: FUW Uni Wuppertal

Vorteile durch Tiefkühlen – Am Beispiel eines 1.2379

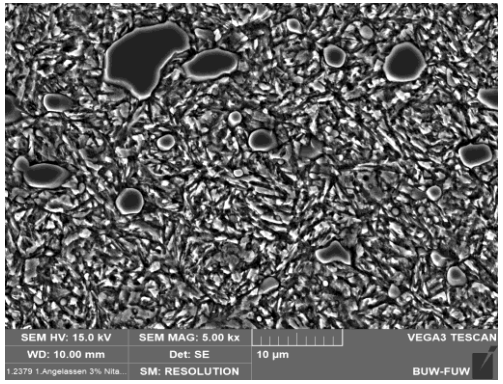
- Gefügebilder der einzelnen Prozesse (REM) [5.000 x Vergr.]
  - Härten mit zwei Anlassvorgängen



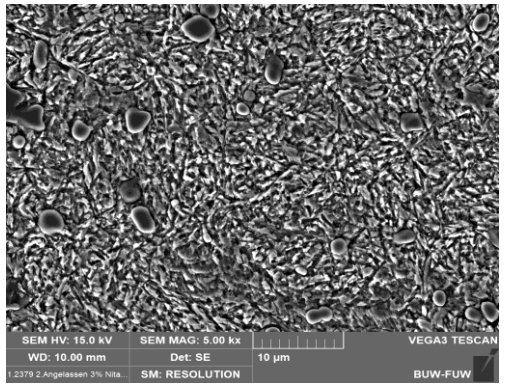
Ausgangszustand



nach dem Härten

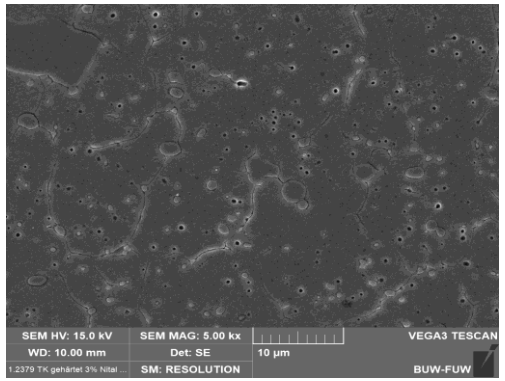


nach dem 1. Anlassen

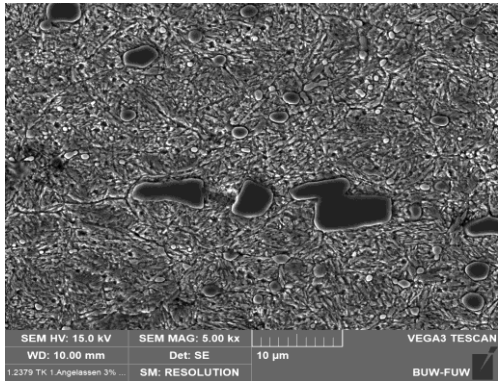


nach dem 2. Anlassen

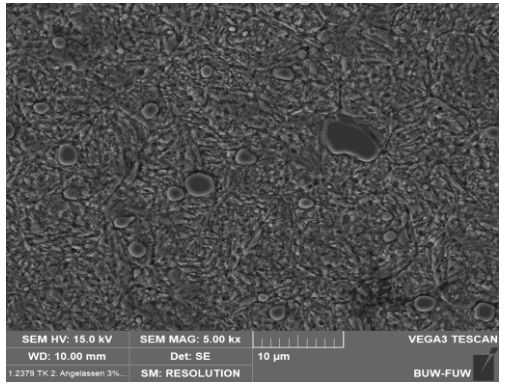
  - Härten mit Tiefkühlen und zwei Anlassvorgängen



nach dem Tiefkühlen



nach dem TK + 1. Anlassen



nach dem TK + 2. Anlassen

- Vorteile des Tiefkühlens
  - Restaustenit-Umwandlung (Steigerung der Härte, höchste Maßstabilität)
  - Steigerung der Korrosionsbeständigkeit
  - Ggf. 2. Anlassen nicht notwendig
  - Ggf. Weiterverwendung des Stickstoffs nach dem verdampfen als Schutzgas

Einzelfallentscheidung:
2. Anlassen notwendig

Unterstützt durch: FUW Uni Wuppertal

WMU GmbH

Wärmebehandlung

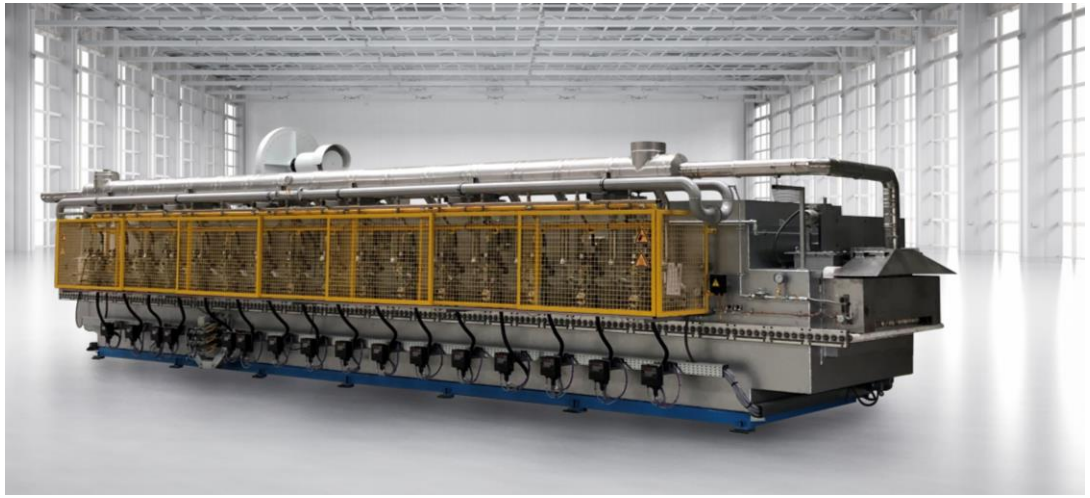
- Im stationären Prozess

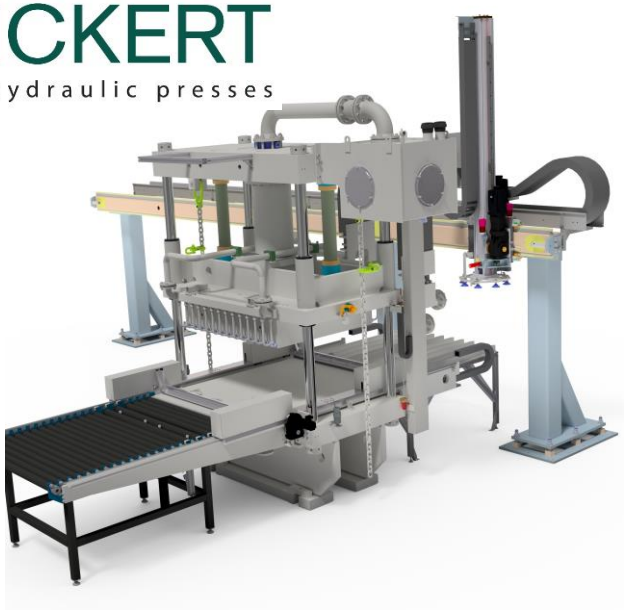
- Im kontinuierlichen Prozess

Kontinuierliche Wärmebehandlung – Anlagentechnik

- Rollenherdofen mit Quetten-Presse

Kooperationsprojekt



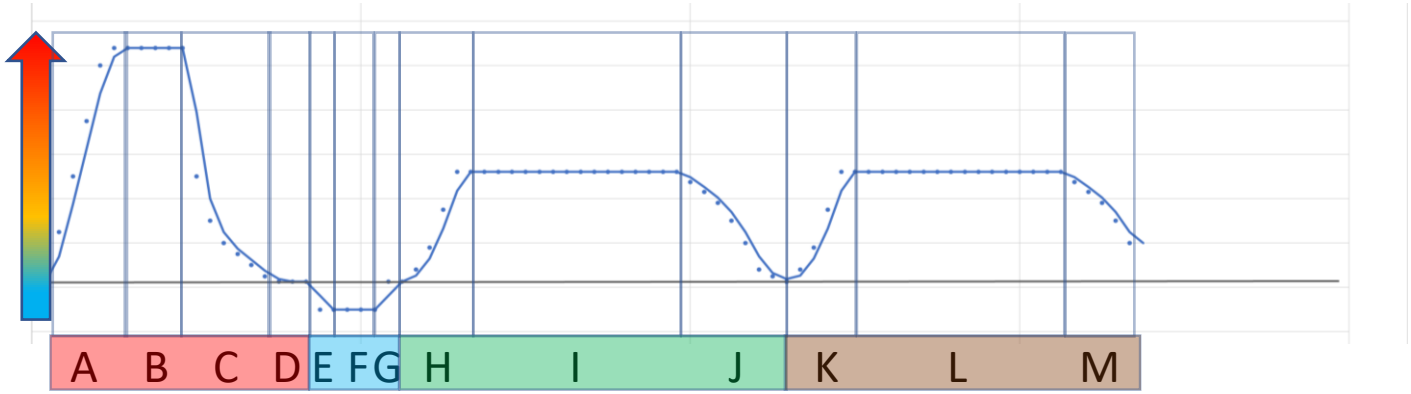


- **Besonderheiten Rollenherdofen**
  - Gasbeheizter Rollenherdofen mit Rekuperations-Strahlrohrbrennern (Wasserstoff-Ready)
  - Hocheffiziente Dämmung
  - Auf Wunsch mit Ofentür am Ein-/Auslauf
  - Schutzgasatmosphäre (N_2 / N_2+H_2)

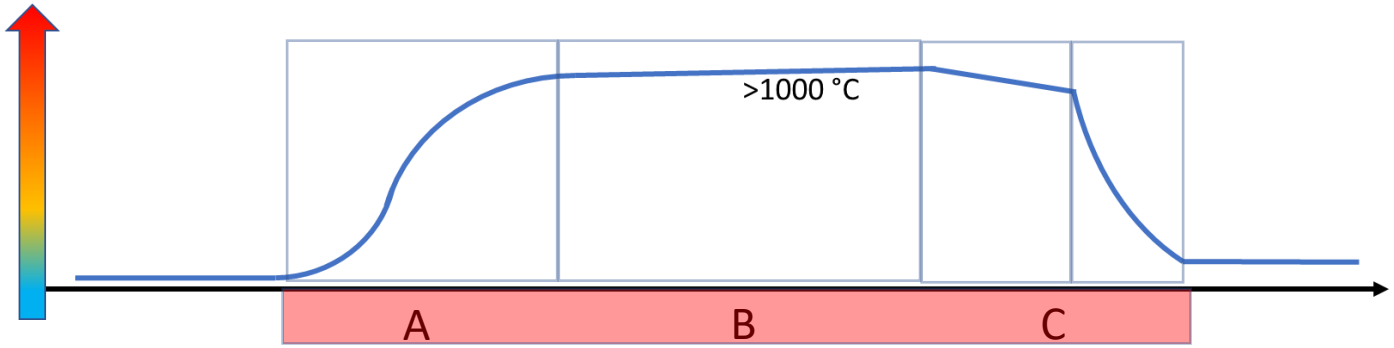
- **Besonderheiten Quetten-Presse**
  - Nachsaugpresse (Energieeffizienz)
  - Quettenplatten aus Kupfer- oder Stahllegierung
  - Wechselseitig durchströmte Quettenplatten
  - Pulsfunktion der Presse

Die Abhängigkeit aus Werkstück/Werkstoff und der Anlagentechnologie

- Stationäre Wärmebehandlung



- Kontinuierliche Wärmebehandlung



Werkstück/Werkstoffabhängig

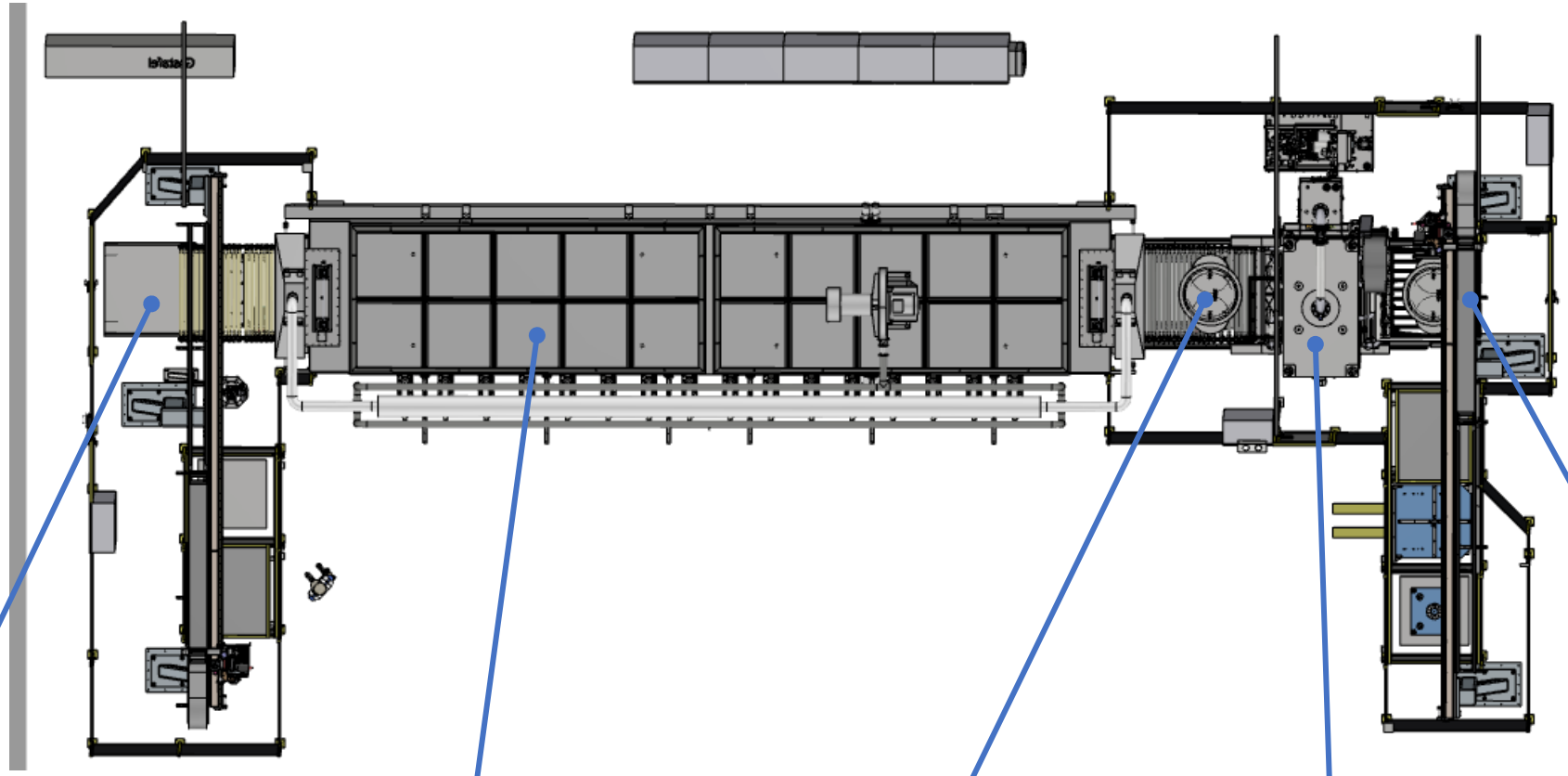
Werkstück/Werkstoffabhängig & Anlagentechnologie

Prozessablauf

Härten	A) Heizen
	B) Halten
	C) Kühlen
	D) Halten bzw. Übergabe
Tiefkühlen	E) Tiefkühlen
	F) Halten nach Tiefkühlen
	G) Aufwärmen auf RT
Anlassen 1	H) Heizen
	I) Halten
	J) Abkühlen
Anlassen 2	K) Heizen
	L) Halten
	M) Abkühlen

Kontinuierliche Wärmebehandlung – Gesamtanlage

- Presshärtelinie VKR10-WKP1600-S



Automatisiertes Beladen

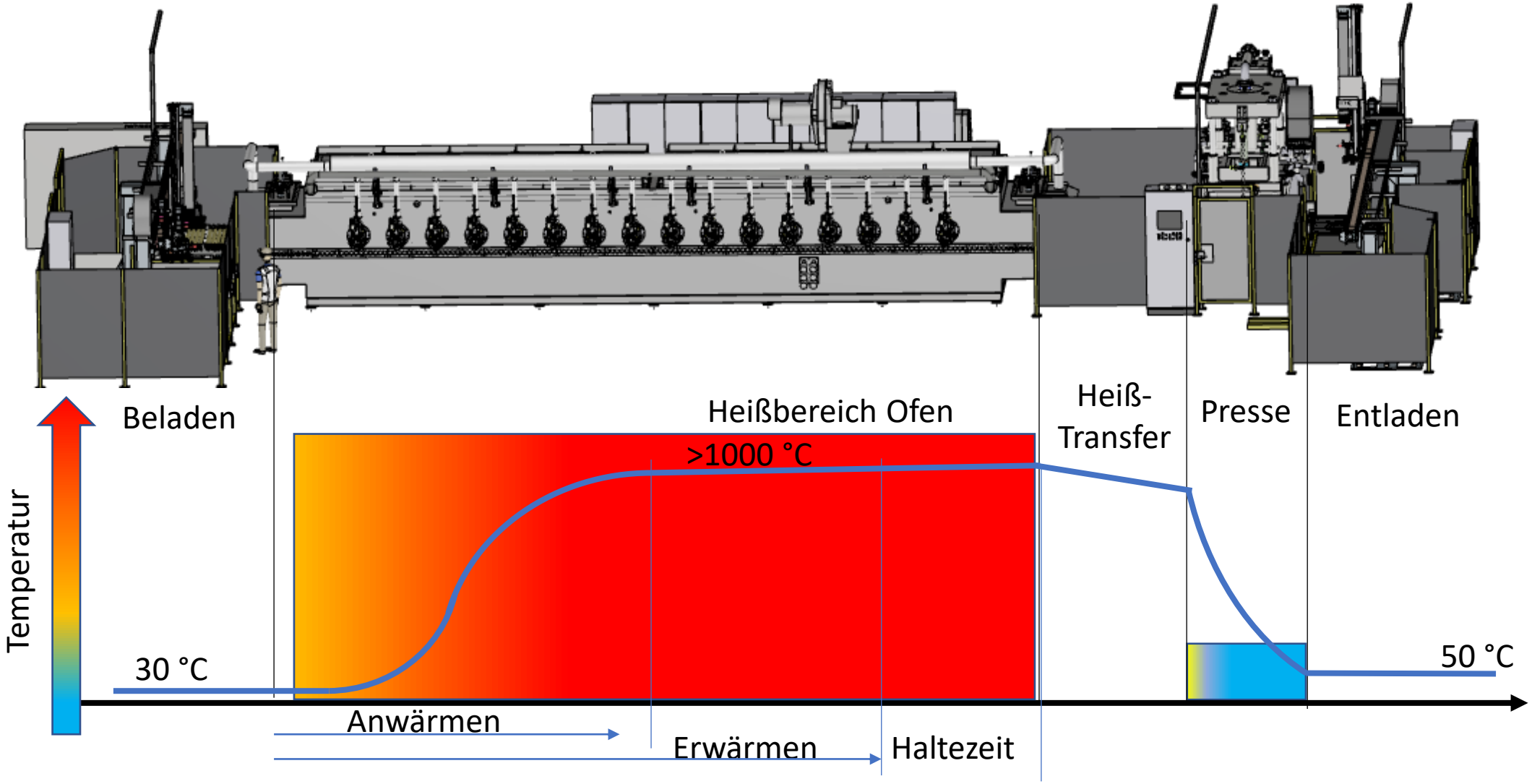
Durchlauf-Rollenherdofen

Vollautomatisierte Bauteilübergabe

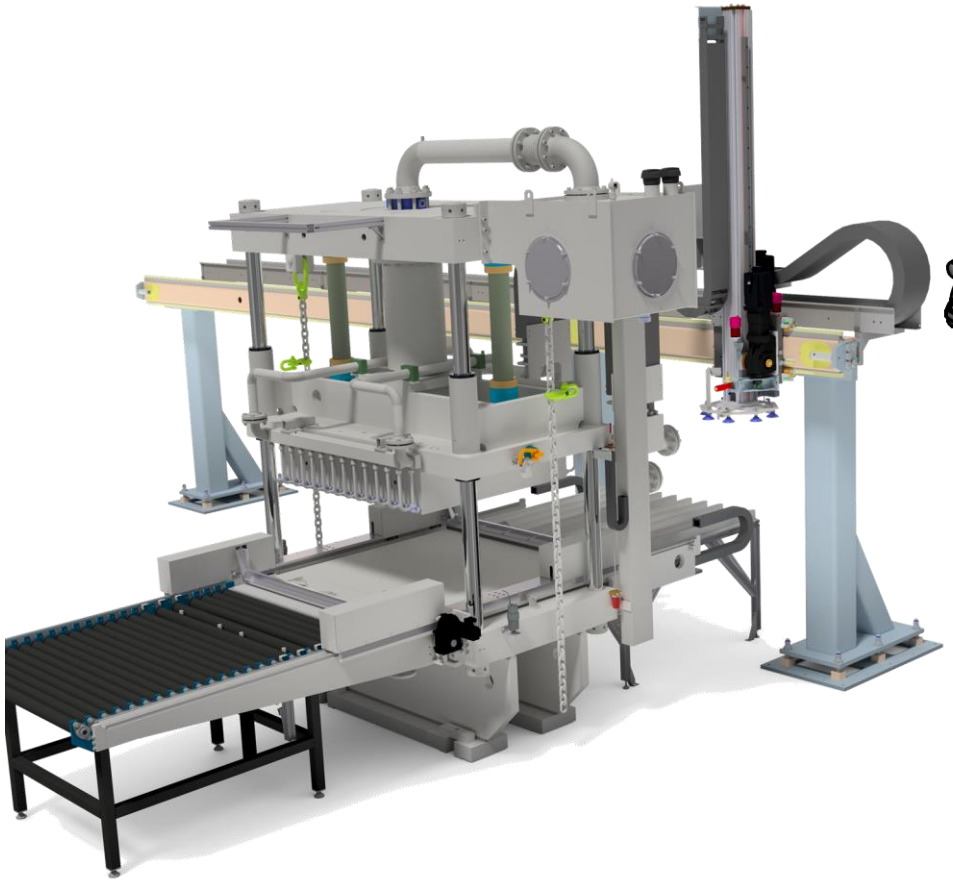
Quetten-Presse

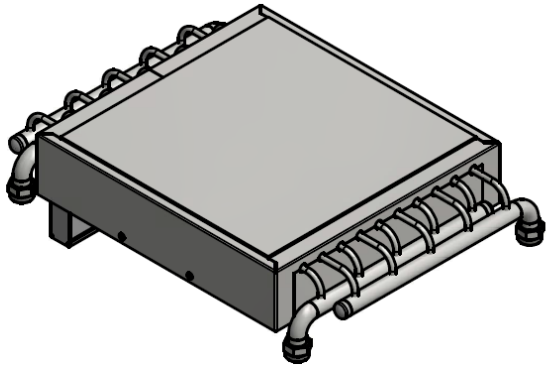
Automatisiertes Entladen

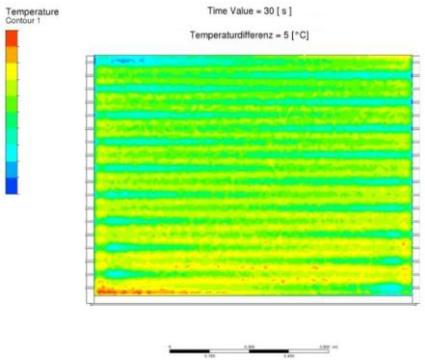
Kontinuierliche Wärmebehandlung – Prozessablauf



Kontinuierliche Wärmebehandlung - Quettenkühlung



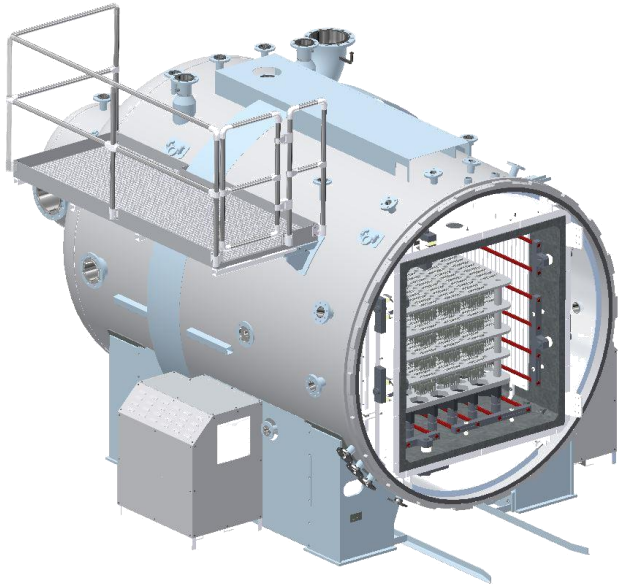




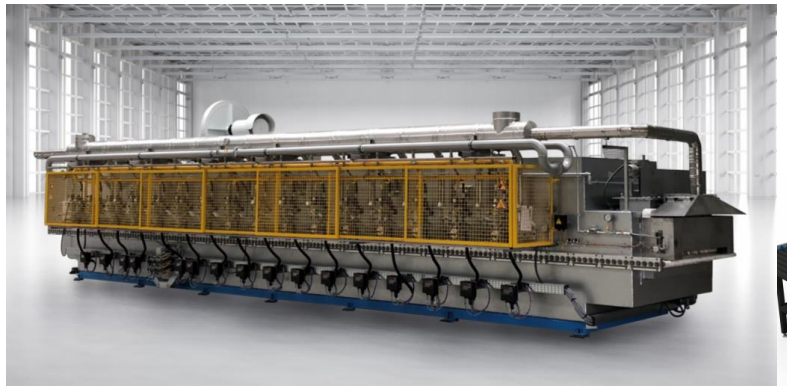
- Quettenprozess
- Quettenmaterial
  - Kupferlegierung
  - Stahllegierung
- Quetten-Presskraft/Pressprozesse
  - Konstante Kraft
  - Pulsen
- Durchströmung der Quettenplatten und Kühlmedium
  - Einseitige Durchströmung
  - Wechselseitige Durchströmung
  - Lineare / Zirkulare Durchströmung
- Quettenvorlauftemperatur
  - Temperaturen zwischen 30 °C und 55°C sind üblich
  - Temperaturen bis 85 °C können Werkstoffabhängig erforderlich sein

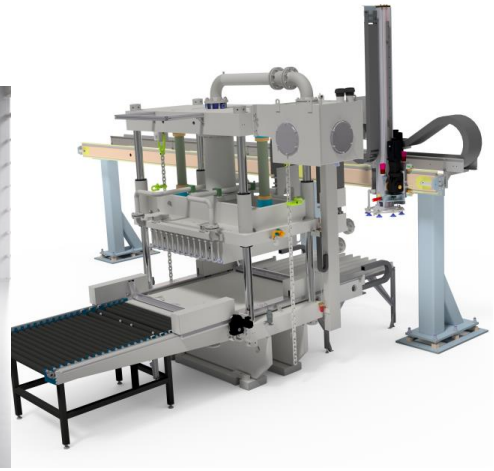
Fazit – Einsatzgebiete

- Vakuumkammerofen
  - Wechselnde Bauteilgeometrie
  - Große Materialstärken
  - Wechselndes Werkstoffspektrum
  - Geringere Anforderungen an die Formtoleranzen



- Presshärtelinie
  - Großflächige Bauteile
  - Dünne Materialstärke (bis ca. 15 mm)
  - Homogene Produktion / Großes Produktionsvolumen
  - Seltener Werkstoffwechsel
  - Presshärten mit Warmumformung (Formgebung)





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

WMU GmbH
Dr.-Ing. Kai Uwe Paffrath
Mail: Kai-Uwe.Paffrath@WMU-GmbH.de
Phone: +49 (0) 162 692 4881