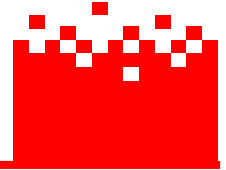
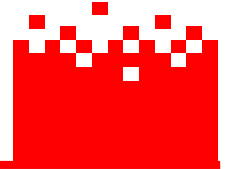


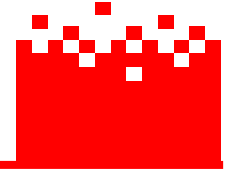
Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen





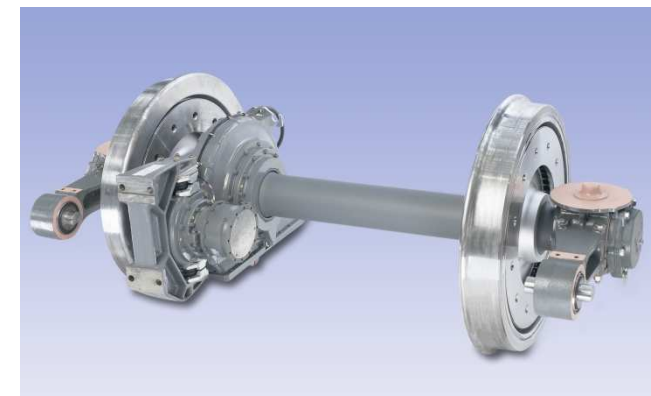
Drei Fragen ???

- Was wird gemacht ?
- Was kann dabei „schief“ gehen ?
- Was wird überprüft ?

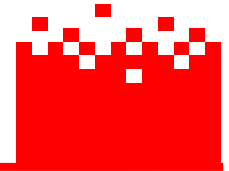


Produktionsschritte:

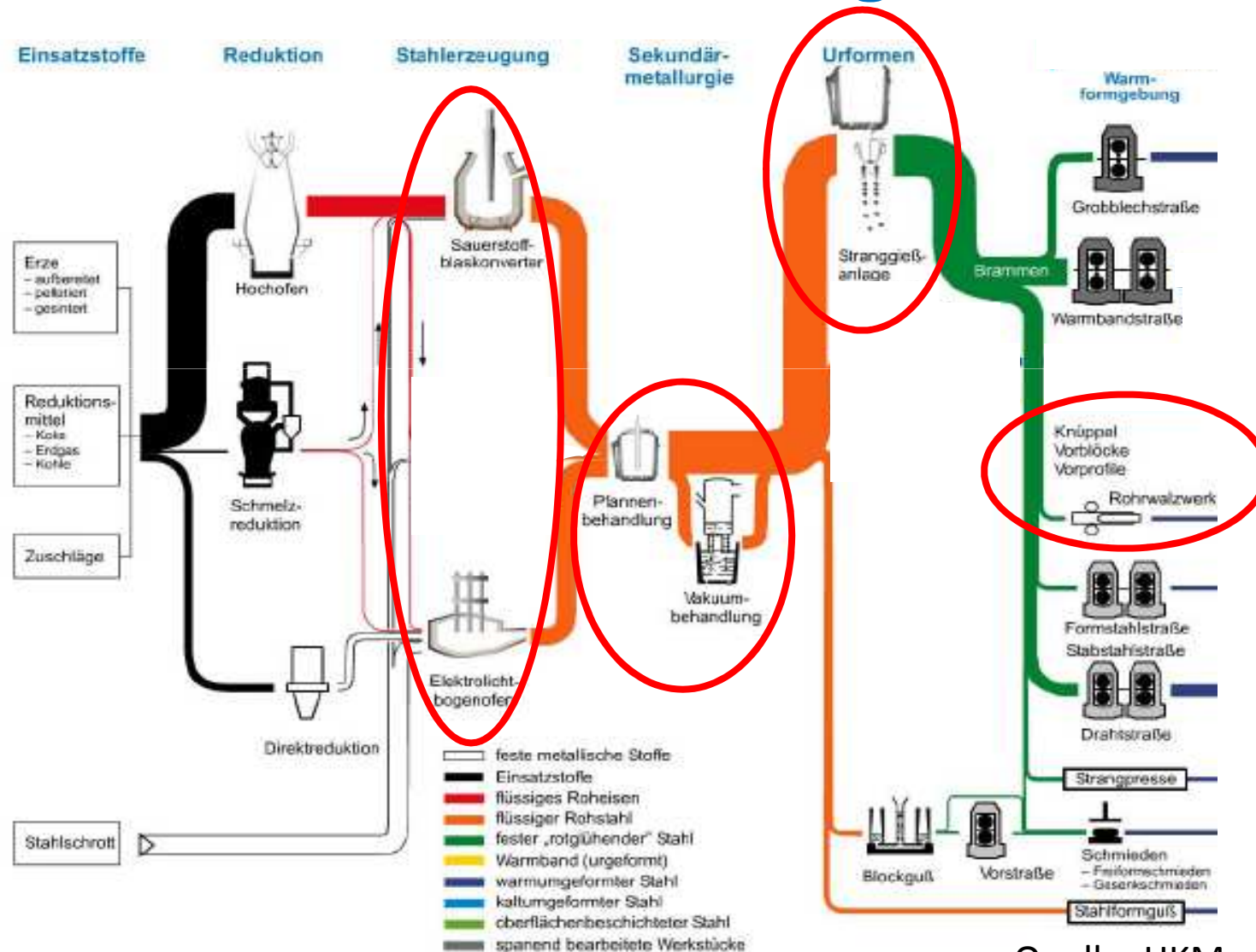
- Stahlerzeugung
- Sekundärmetallurgie
- Abguss des Stahls (Strang-oder Kokillenguss)
- Vorverformung zu einem Halbzeug (Walzen/Schmieden)
- Kontourschmieden des Radsatzwellenrohling
- Wärmebehandlung des Radsatzwellenrohling
- Vordrehen der Radsatzwelle
- Fertigdrehen der Radsatzwelle
- Farbbeschichtung der Radsatzwelle
- Montage des Radsatzes

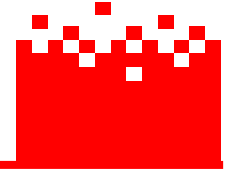


Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen



Vom Grundstoff zum Halbzeug

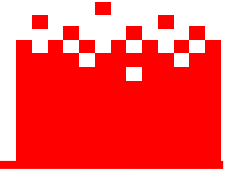




Stahlerzeugung

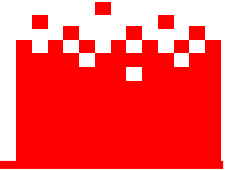
- Im LD-Konverter werden durch die Einwirkung von Sauerstoff Begleitelemente wie C, S, P, Mn usw. durch Oxidation aus der Schmelze entfernt. Bei diesem exothermen Prozess wird Schrott als Kühlmittel eingesetzt. Der Elektrolichtbogenofen wird als Schmelzaggregat für Stahlschrott eingesetzt. Die Zusammensetzung der Schmelze hängt von Einsatzmaterial (Schrott) ab.
- Einstellung des C-Gehaltes durch Behandlungsdauer (LD) oder durch Schrottsortierung / Chargieren (E-Ofen).
- Die chemische Zusammensetzung kann nur mit Abweichungen eingestellt werden. Der Sauerstoffgehalt der Schmelze ist groß.
- Überprüfung der chemischen Zusammensetzung der Schmelze in kurzen Abständen. Feststellung des Endzustandes der Schmelze für die Steuerung der nächsten Prozessstufe.

Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen



Elektrolichtbogenofen der Georgsmarienhütte





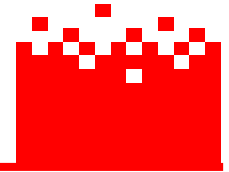
Sekundärmetallurgie (Pfannenofen/Vakuumentgasung)

- entfernen von Schwefel, Phosphor, Sauerstoff (Desoxidation mit Si, Al) und Spurenelemente durch Fällung , sowie zuführen der Legierungselemente durch Injektion von Feststoffen d.h. einstellen der gewünschten Schmelzanalyse.
- durch die Vakuumentgasung werden C, S, H, N und flüchtige Verunreinigungen, wie z.B. Sn, Cu, Pb, sowie Metalloxide über eine C-O-Reaktion entfernt.
- Einstellung der für den Gießvorgang notwendigen Überhitzungstemperatur durch el. Heizen (Lichtbogen) im Pfannenofen.
- Homogenisierung von Temperatur und Legierungszusammensetzung sowie Verbesserung des Reinheitsgrades durch Spülen mit Argon.
- zeitgenaue Bereitstellung des Stahls für den Abguss.

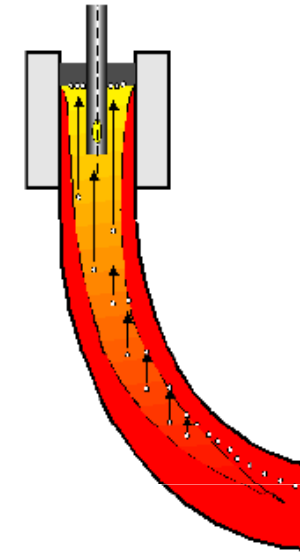
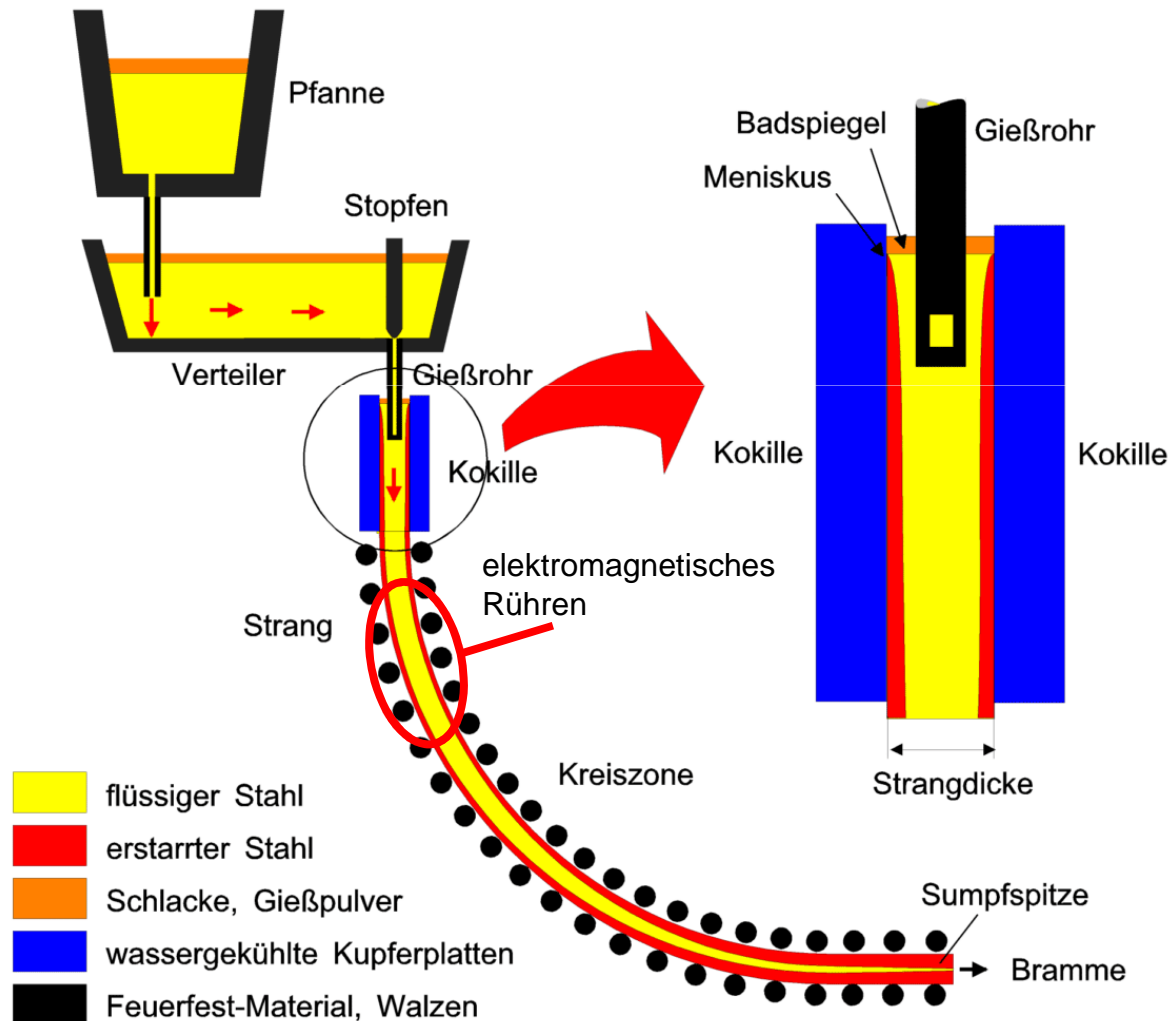
- **Eintrag von Fremdstoffen über die Legierungselemente oder durch Kühlschrott**
- **zu große Restmenge von Oxiden aus der Desoxidation**
- **keine ausreichende Durchmischung bei mangelhafter Spülung**

- **mehrfache Überprüfung der chemischen Zusammensetzung der Schmelze in kurzen Abständen. Analyse des Gasgehaltes (H<1,5 ppm, O<15 ppm, N<80 ppm)**

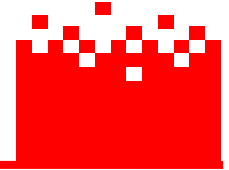
Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen



Urformen (Strangguss)

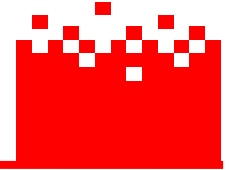


Gebogene Anlage: Gasblasen
können nicht mehr nach oben
steigen und setzen sich im Stahl
bei der Erstarrung fest
→ Gefahr von Lunkern und
Makroeingüssen



Urformen (Strangguss)

- Gießgeschwindigkeit zu groß: mangelhafte Entgasung in der Kreiszone mit Lunkerbildung im oberen Quadranten
 - Gießgeschwindigkeit zu klein: Rissbildung in der Rückbiegezone
 - Eintrag von Schlacke in die Randzone des Stranges
 - Eintrag von Gießpulver in den Strang
 - Eintrag von Ausmauerung (CaO_2 , SiO_2) in den Strang
 - starkes Wachstum von Dendriten durch hohe Abkühlraten
 - Aufnahme von Gasen wie H, N, O im Eingußbereich (Verteiler, Tauchrohr)
 - Abscheidung von Oxiden im oberen Quadranten der Kreiszone
-
- Analyse des Gehaltes von H und N im Verteiler während des Gießens
 - Schmelzanalyse während des Gießens
 - Überwachung der Gießgeschwindigkeit, der Temperatur im Verteiler und der Abkühlung im Bereich der Strangführung

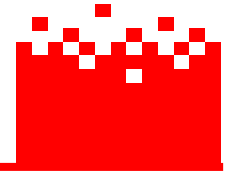


Vorverformen durch Walzen

- Verformung durch Walzen mit einem Verformungsgrad von > 3
- **Rissbildung beim Aufheizen der Vorblöcke**
- **Überprüfung des Mikroreinheitsgrad (ISO 4967) an mehreren Proben je Schmelze. Fehlergröße für Sulfide, Aluminiumoxide, Silikate und globulare Oxide zwischen 76 – 261 μm Länge 12- 15 μm Breite oder 38 μm Durchmesser**
- **Bestimmung der Korngröße (Gefügestruktur)**
- **Bestimmung des O_2 Gesamtgehaltes**
- **Überprüfung der Schwefelverteilung (Baumannabdruck)**
- **Stückanalyse**
- **Ultraschallprüfung auf innere Fehler > 3 mm (Lunker) in der Mitte des Walzblocks**



Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen

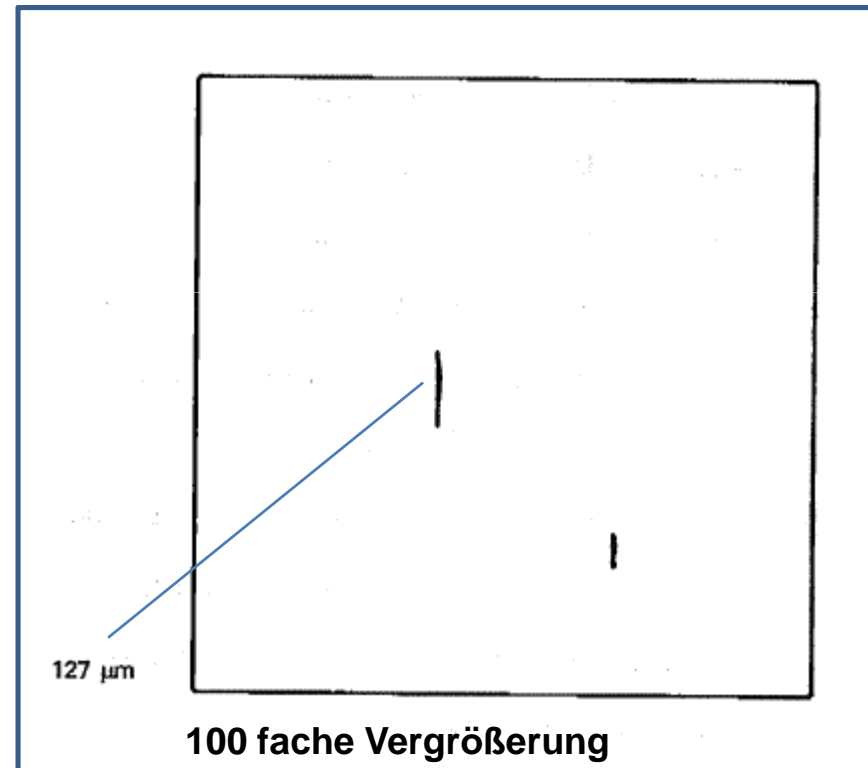


Fehler im gewalzten Vormaterial

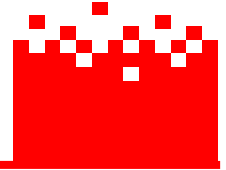
großer Lunker in Blockmitte



Gruppe A : Sulfideinschluß



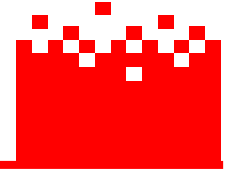
Quelle: ISO 4967



Konturschmieden

- konturnahes Schmieden auf der Langschmiedemaschine
- Gesamtverformung im Walz-und Schmiedeprozess von > 4
- Rissbildung beim Aufheizen der Vorblöcke
- Entstehung von Schmiedeüberlappungen oder Einbringung von Zunder in das Schmiedestück
- Prüfung nach dem Schmieden: keine

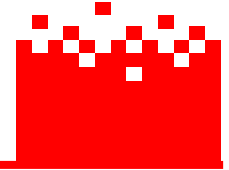




Wärmebehandlung und Vordrehen

- Aufheizen im Härteofen, Abkühlen im Polymerbecken und Anlassen.
- Vordrehen der Welle
- **Temperaturführung der Öfen oder Abkühlung**
- **Stückanalyse beim ersten Abnahmelos einer Schmelze**
- **Überprüfung des Mikroreinheitsgrad (ISO 4967) an zwei Proben einer Schmelze. Fehlergrößen für Sulfide, Aluminiumoxide, Silikate und globulare Oxide zwischen 76 – 261 µm Länge, 12- 15 µm Breite oder 38 µm Durchmesser**
- **Bestimmung der Korngröße/Mikrogefüge**
- **Erprobung der mechanischen Kennwerte für Zugfestigkeit, Kerbschlagarbeit**
- **axiale Ultraschalldurchlässigkeit je Welle**
- **Baumannabdruck beim ersten Abnahmelos einer Schmelze**
- **Ultraschall-Volumenprüfung auf innere Fehler ≥ 1 mm je Welle**





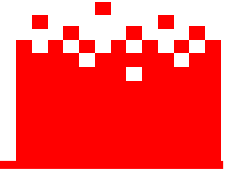
Fertigdrehen der Radsatzwelle

- Herstellen der Bauteilgeometrie durch Bearbeitung (Drehen, Schleifen, Festwalzen)
- **Beschädigung der Bauteiloberfläche durch unsachgemäße Handhabung**

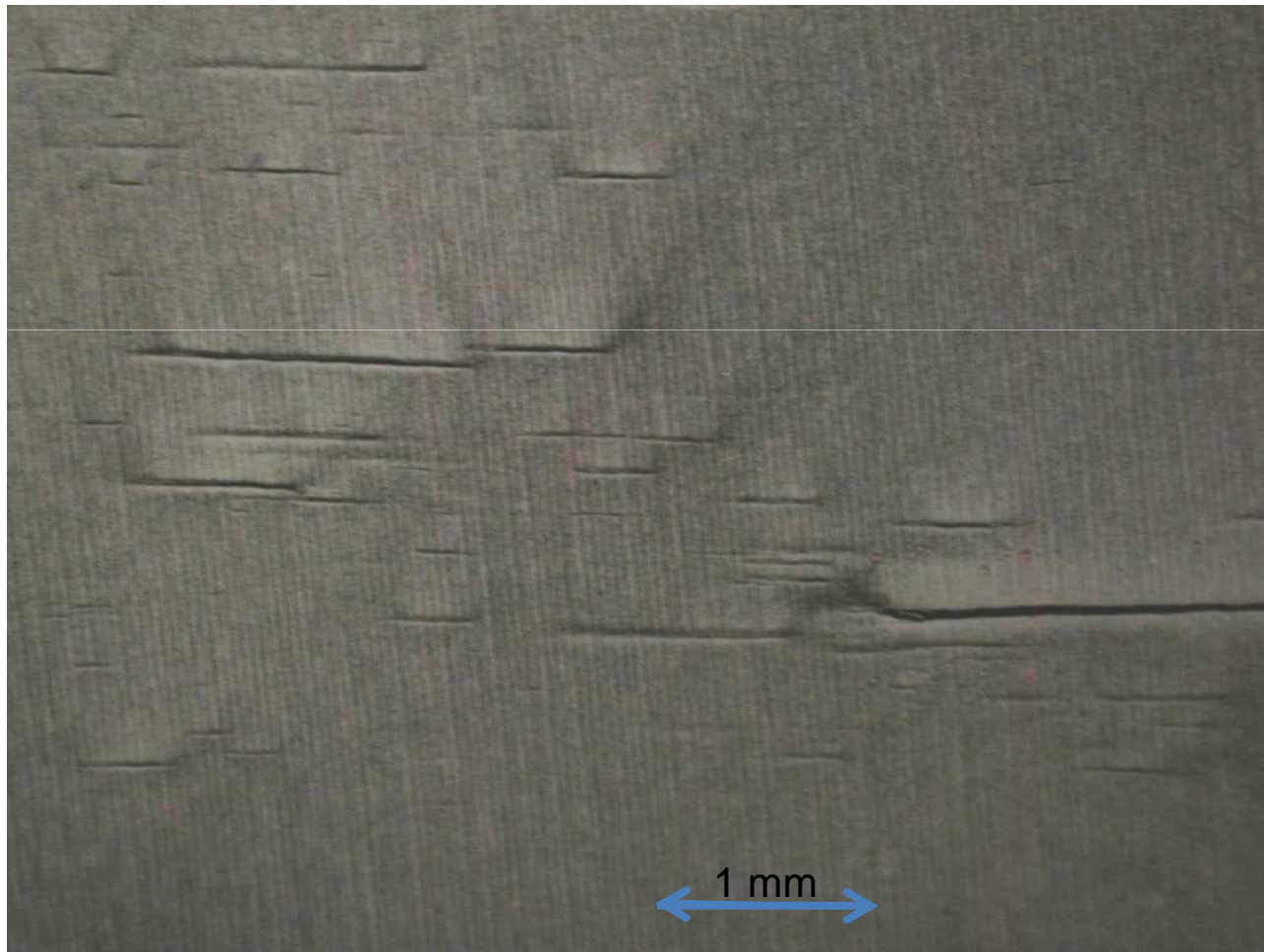
Prüfung nach der mechanischen Bearbeitung:

- Prüfung der Eigenspannung an der Oberfläche (Produktqualifikation)
- Überprüfung der Oberflächenrauigkeit je Welle (Zeichnungsmaße)
- Magnetpulverprüfung der Oberfläche jeder Welle auf Längsfehler > 6 mm.
Querfehler sind nicht zulässig
- Prüfung der Oberfläche der Hohlbohrung visuell, mit Wirbelstromverfahren oder durch Ultraschallprüfung
- Ultraschallprüfung von der Hohlbohrung aus mit unterschiedlichen Einschallwinkeln auf Fehlergröße ≥ 1 mm

Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen

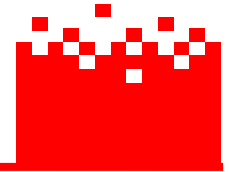


Oberflächenfehler in einem von Radsitz (nichtmetallische Einschlüsse Aluminiumoxid)

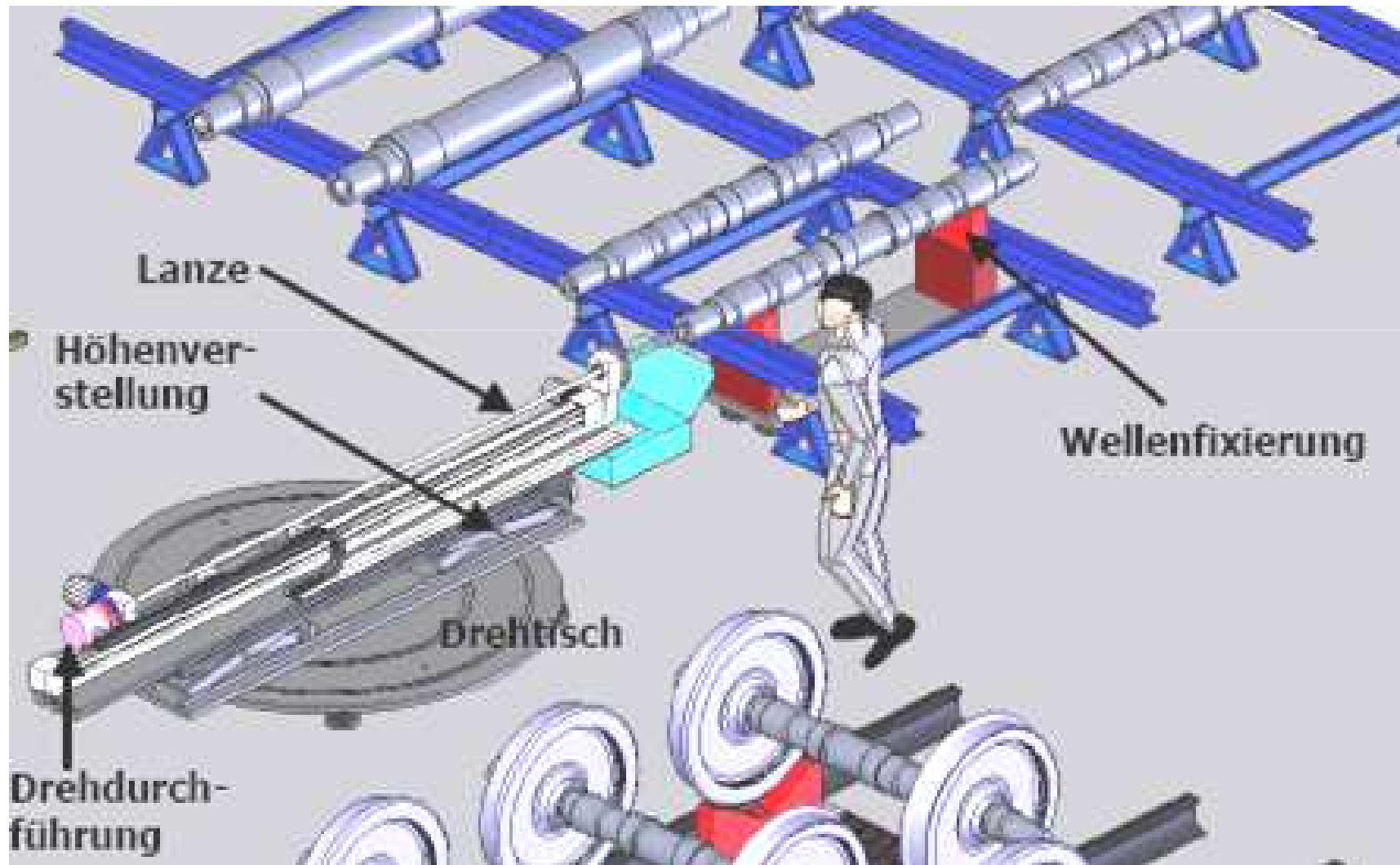


30 fache Vergrößerung

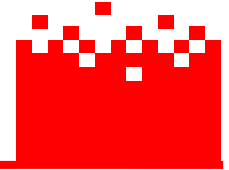
Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen



Automatische Ultraschallprüfung von Radsatzwellen

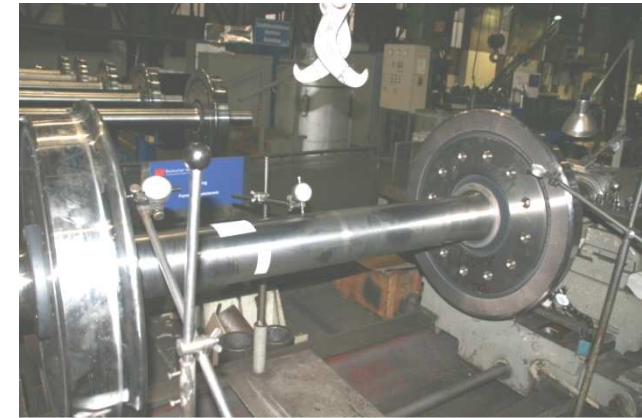


Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen

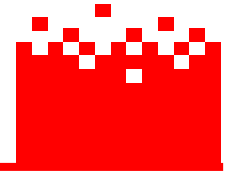


Montage und Farbbeschichtung des Radsatzes

- Fertigstellen des Radsatzes (Räder aufpressen, Montagen und Beschichtung)
- einbringen von Aufpressriefen
- Ultraschallanzeigen durch Fehler in der Farbschicht
- Ultraschallprüfung von der Hohlbohrung aus mit unterschiedlichen Einschallwinkeln auf Fehlergröße ≥ 1 mm nach jeder Beschichtung (Molybdänbeschichtung, Korrosionsschutz, Schlagschutz)
- Ultraschallprüfung (Nullprüfung) nach Abschluß der Montagearbeiten am fertigen Radsatz



Werkstofftechnische Überprüfungen bei der Produktion von Radsatzwellen



Übersicht Prüfaktivitäten

- Schmelzanalyse (3 mal mit Zeugnis)	mehrfach während der Stahlerzeugung, nach dem Walzen, nach der Wärmebehandlung
- Gasgehalt (1 mal mit Zeugnis)	mehrfach während der Stahlerzeugung, während des Stranggießens
- Überprüfung des Mikroreinheitsgrad (2 mal mit Zeugnis)	nach dem Walzen, nach der Wärmebehandlung
Bestimmung der Korngröße/Mikrogefüge (2 mal mit Zeugnis)	nach dem Walzen, nach der Wärmebehandlung
- Erprobung der mechanischen Kennwerte (1 mal mit Zeugnis)	nach der Wärmebehandlung
- axiale Ultraschalldurchlässigkeit je Welle (1 mal mit Zeugnis)	nach dem Vordrehen
- Ultraschallprüfung UT je Welle/Radsatz (1 mal mit Zeugnis)	mehrfach nach der mech. Bearbeitung
- Oberflächenprüfung MT je Welle (1 mal mit Zeugnis)	nach der mech. Bearbeitung

- 13 Überprüfungen der Werkstoffeigenschaften mit Zeugnis
- mehrfache Wiederholprüfungen (ca. 30) zur Prozesssteuerung
- Prüfung auf innere Fehler und Oberflächenfehler an 100% der Bauteile

Frohe Weihnachten

