



Signifikante Einsparung an Heizenergie durch Wärmerückgewinnung beim Homogenisieren von Aluminium-Halbzeugen

18.10.2023

Werner Schütt, Thomas Schütt

Aufgrund des Klimawandels wird die Nachfrage nach energiesparenden Produktionslinien mit entsprechend abgesenkter CO₂-Emission immer deutlicher. Zusätzlich verstärkt durch die aktuell hohen Energiepreise, welche die Volkswirtschaften in Europa stark belasten.

Diese Nachfrage kommt insbesondere aus energieintensiven Bereichen; zum Beispiel bei der Erwärmung und Wärmbehandlung von Metallen. Der immer mehr vorgesehene Einsatz von Gasbrennern mit sehr hohem Wirkungsgrad, eine wesentlich stärker dimensionierte Isolierung, der KI-optimierte Prozessverlauf usw. sind geplante und schon eingesetzte Maßnahmen, welche den Energieverbrauch reduzieren.

Nach der Wärmebehandlung wird das Wärmgut üblicherweise abgeschreckt oder abgekühlt. Hierbei geht deren Wärmeinhalt - welcher den deutlichst größten Anteil am gesamten Wärmebedarf hat - fast komplett verloren. Die Nutzung dieser Wärme begrenzt sich meist nur auf die Erwärmung von Heizwasser, Temperierung von Produktionshallen usw.

Mit folgendem Beitrag präsentiert BSN ein Ofenkonzept, welches beim Abkühlen von homogenisierten oder geglühten Bauteilen eine Rückgewinnung dieses Wärmeinhaltes von bis zu 60 % bietet. Auch die zeitlich zum Wärmebedarf rückgewonnene Wärmemenge ergibt eine maximale Nutzung.

Ergänzend sind im Vergleich weitere Vorteile des Ofenkonzeptes aufgeführt.

1. Homogenisieren von Alu-Halbzeugen
2. Etablierte Ofentypen zum Homogenisieren
3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz
4. Beispielhafte Projekte
5. Ofenkonzepte im Vergleich
6. Video Modulare Homogenisierungslinie

1. Homogenisieren von Alu-Halbzeugen

- Finale Wärmebehandlung des Rohmaterials, wie Strangpressbolzen und -barren vor der Weiterbearbeitung
- Grund: Vergossenes Rohmaterial erstarrt unterschiedlich schnell
- Folge: Inhomogene Verteilung der einzelnen Legierungselemente im gesamten Gefüge
- Abhilfe: Homogenisieren des Materials mit einer Haltezeit von mehreren Stunden

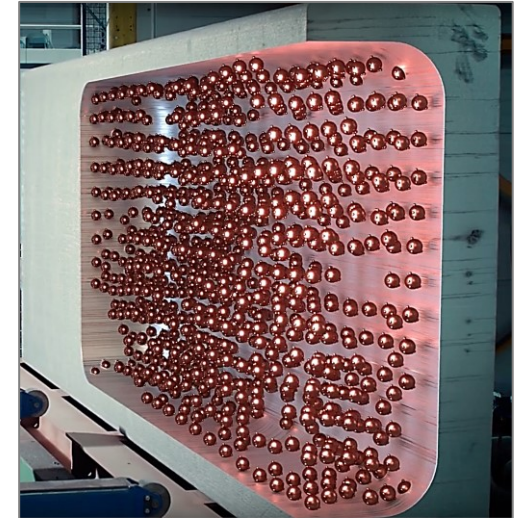


Bild 01: Inhomogener Aluminium-Barren nach dem Gießen
Quelle: www.gleich.de

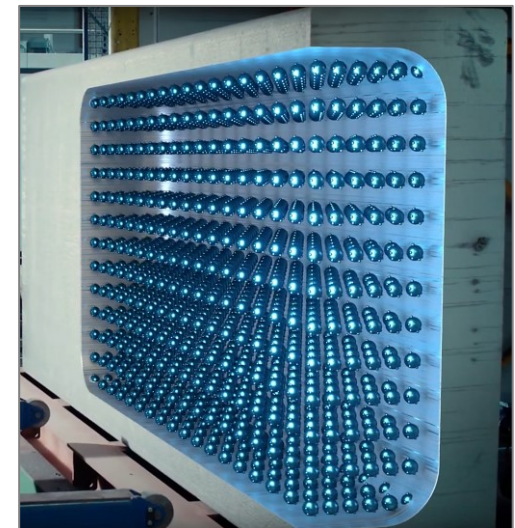


Bild 02: Homogenisierter Aluminium-Barren
Quelle: www.gleich.de

2. Etablierte Ofentypen zum Homogenisieren

Batch-Kammerofen für diskontinuierlichen Betrieb

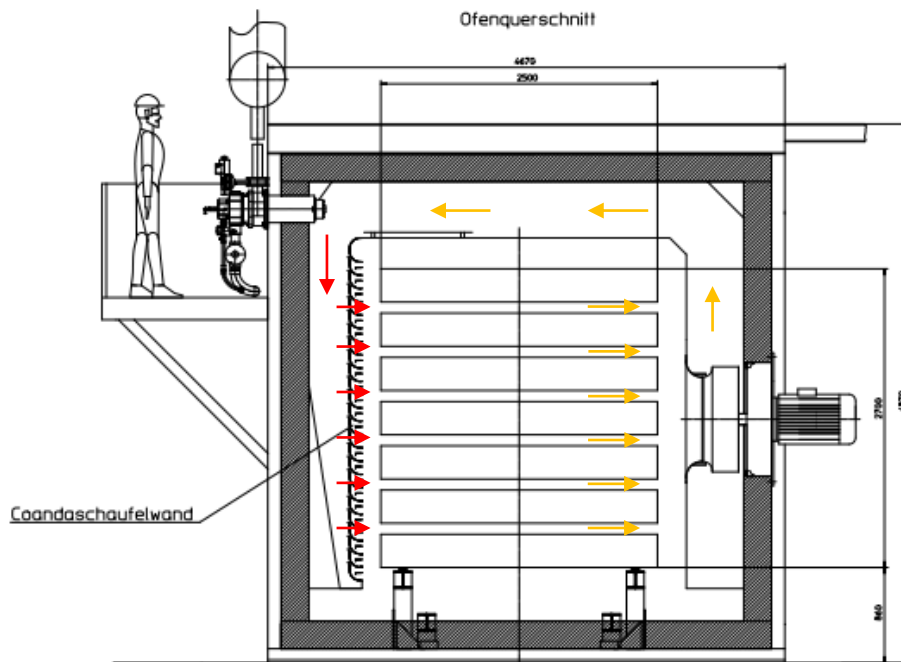


Bild 03: Schema eines Kammerofens BSN



Bild 04: Kammerofen BSN

2. Etablierte Ofentypen zum Homogenisieren

Batch-Kammerofen für diskontinuierlichen Betrieb

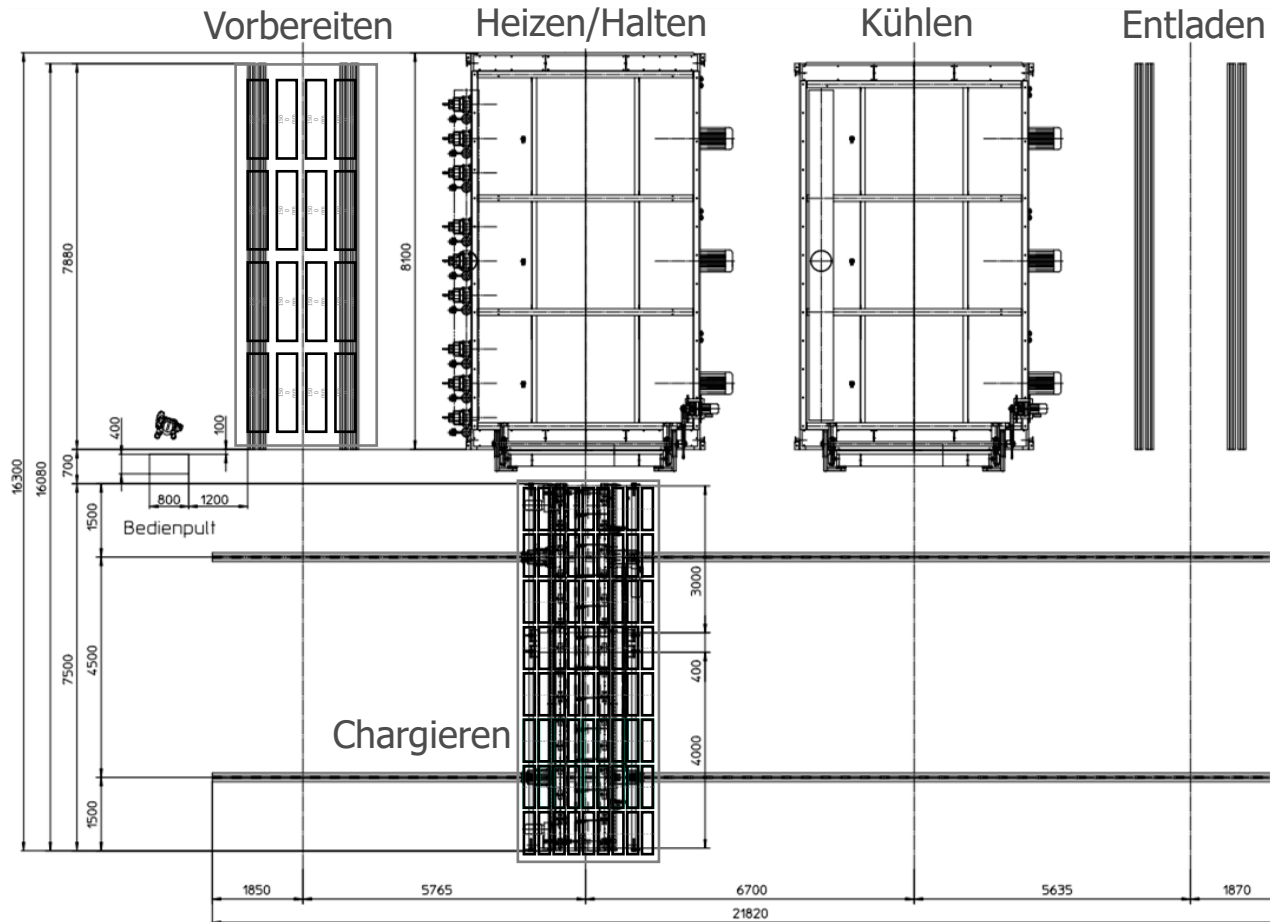


Bild 05: Layout einer Kammerofen-Homogenisierungslinie BSN

2. Etablierte Ofentypen zum Homogenisieren

Kontinuierliche Durchlaufofenanlage



Bild 06: Kontinuierliche Homogenisierungslinie der Fa. Hertwich
Quelle: www.hertwich.com/solutions

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Motivation:

Bisher etablierte Konzepte haben einen hohen Energiebedarf

Bisherige Wärmeübertragung:

Durchlaufofen: Intensive Überströmung im Gegenstrom
Jet-Heating (Düsensystem mit Prallstrahl)

Kammerofen: Gleichmäßige Durchströmung der gesamte Charge (Massflow)

Ziel:

Drastische Einsparung an Heizenergie

Grundidee:

Kombinieren der effizienten Jet-Heating-Technologie des Durchlaufofens mit dem flexiblen und modularen Prinzip des Kammerofens für Bolzen als auch für Barren

- Kleinere Batchgrößen
- Bis zu 4x schnellere Aufheizzeiten
- Mehr Flexibilität im Fertigungsprozess
- **Wesentliche Reduktion des Energiebedarfs durch Wärmerückgewinnung!**

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Jet-Heating: Das Prinzip

- Äußerst intensive konvektive Erwärmung mittels Prallstrahl auf das Produkt
- Hohe Wärmestromdichte und effizientes Aufheizen
- Bis zu 4x schnelleres Aufheizen als mit normaler Umströmung

$$\alpha = f(v_D; \varnothing_D; \sigma; T)$$

$$\alpha = K_0 \times \left(\frac{v_D}{v_{D0}}\right)^x \times \left(\frac{\varnothing_{D0}}{\varnothing_D}\right)^y \times \left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^z \times K_T \times K_{S/\varnothing_D} \times K_{Geom.}$$

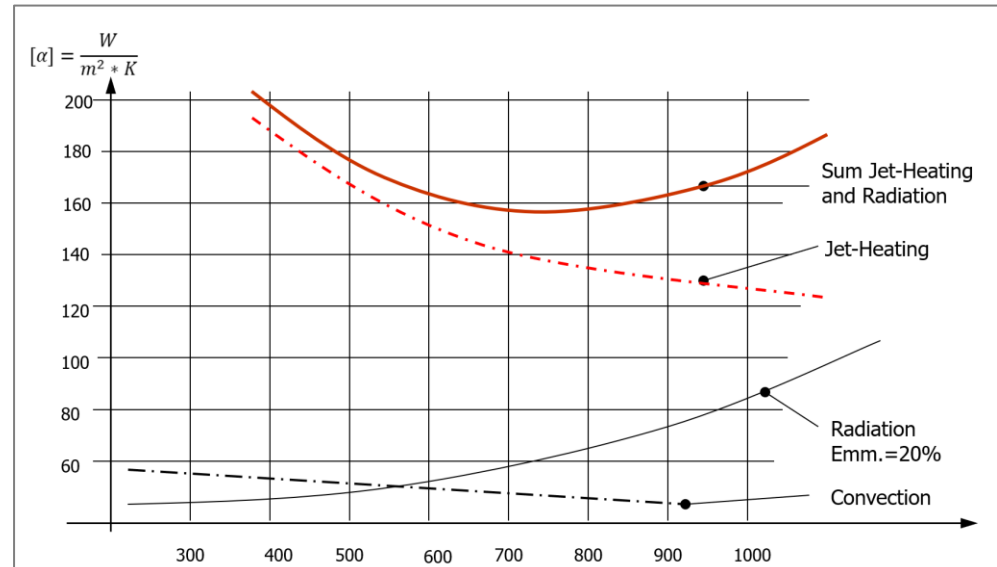
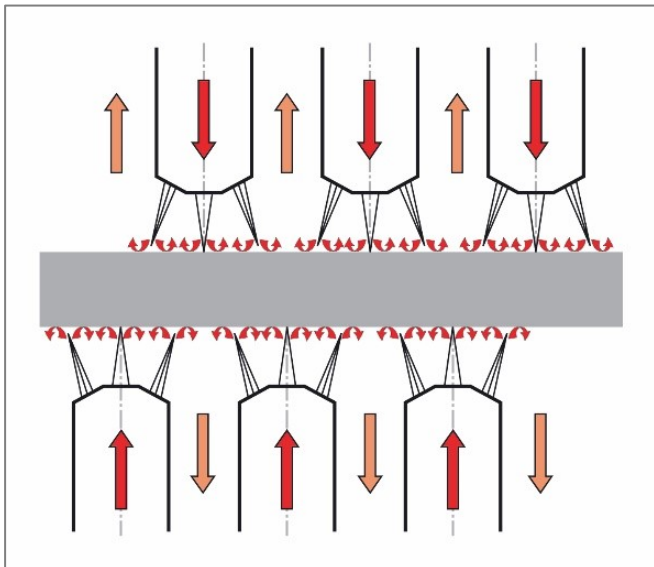


Bild 07: Prinzip Jet-Heating mit BSN

Bild 08: Vergleich Jet-Heating und konventionelle Überströmung

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

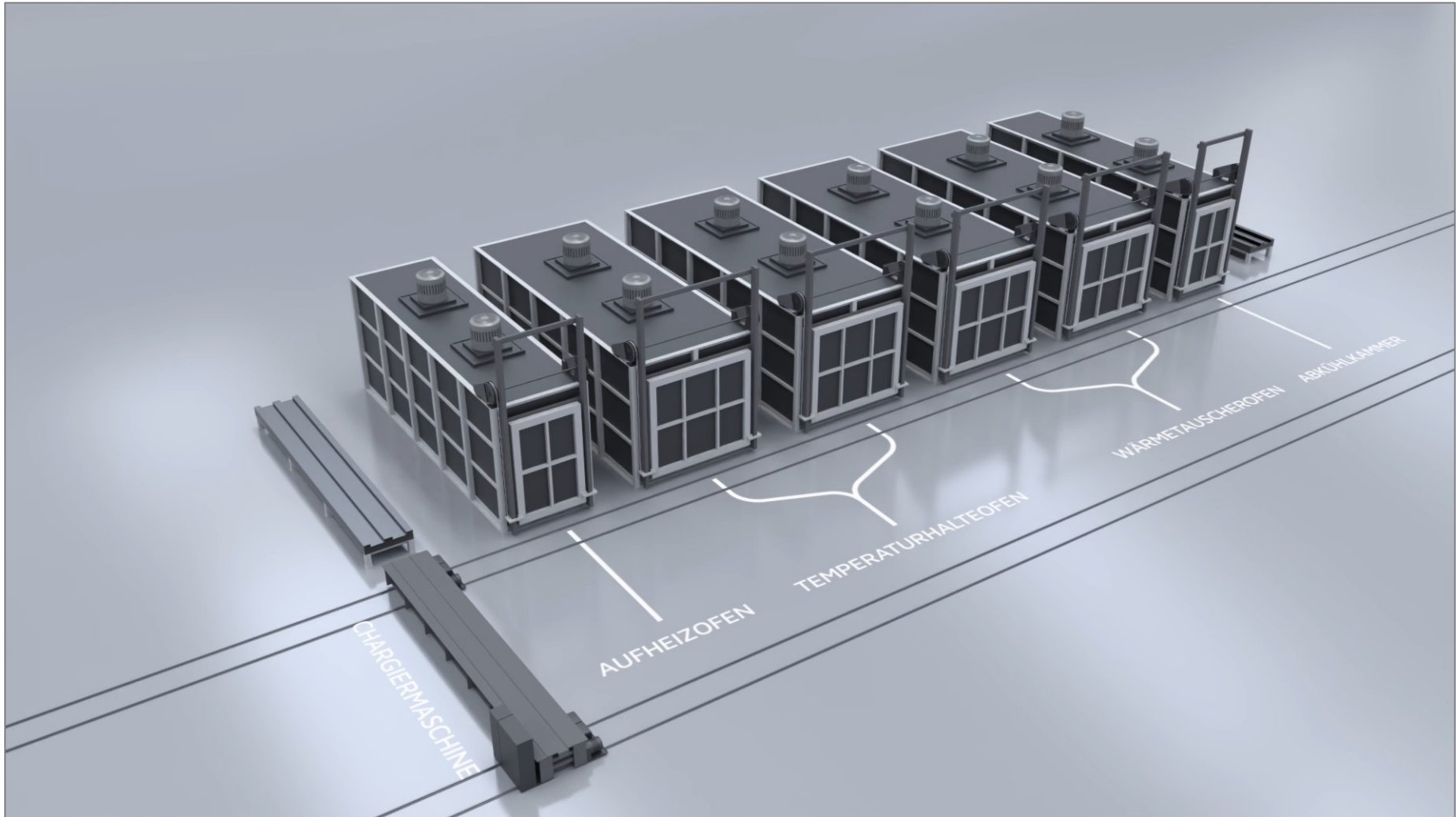


Bild 09: Layout einer modularen Homogenisierungslinie von BSN

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Das Konzept im Detail:

- Aufbau: Anwärmöfen, Halteöfen und Wärmetauscheröfen
- Vollautomatischer Materialfluss mittels Chargiermaschine
- Bei gleich dimensionierten Produkten lassen sich die für ein spannungsarmes Abkühlen erforderlichen Kühlgradienten mit Luftumwälzung exakt einstellen
- Die in den abzukühlenden Produkten entnommene Wärme wird ohne Verluste auf die zu erwärmenden Produkte übertragen

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Das Wärmetauscherprinzip im Detail:

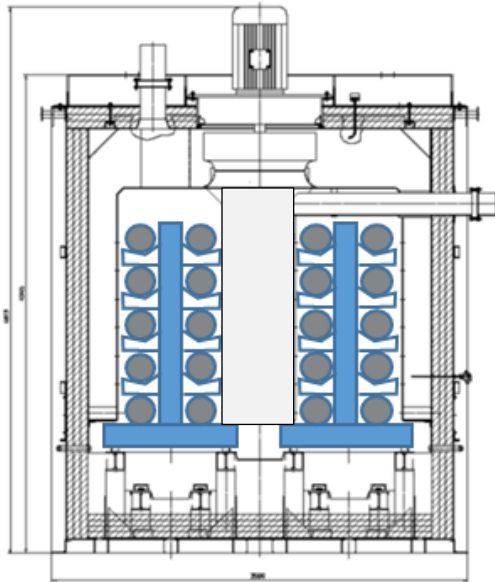


Bild 10: Wärmetauscherofen mit Jet-Heating

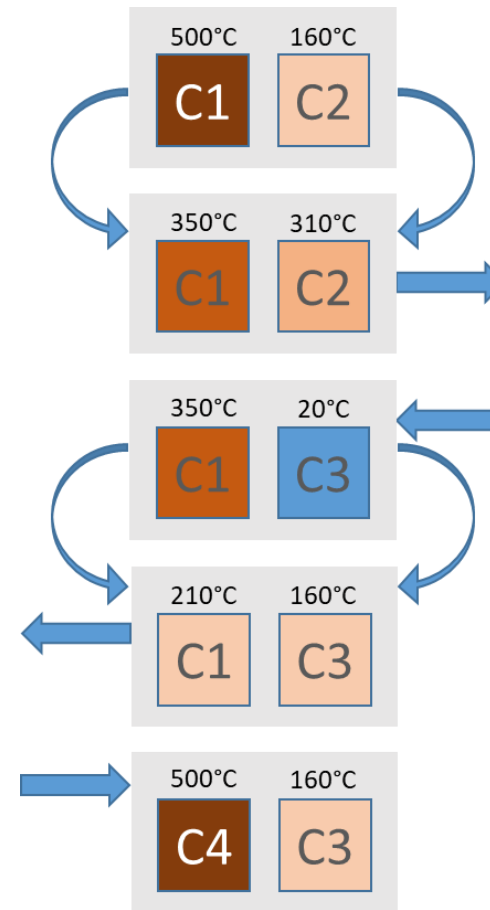


Bild 11: Ablaufschema des Wärmetauscher-Konzepts

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Anlageneigenschaften:

1. Sehr schnelle Erwärmung im Aufheizofen
→ Einzelerwärmung mit Jet-Heating
→ Erwärmen mit Übertemperatur ist möglich
→ z.B. Aufheizzeit für Barren mit 600 mm Dicke → 2,5h
anstelle von bis zu 20h beim Kammerofen
2. Die im Ofen eingestellte Übertemperatur wird durch ein Andrückthermoelement abgesichert
3. Durch zweistufiges Wärmetauscherprinzip verlassen behandelte Bolzen mit 210°C die Produktionslinie und neue Bolzen werden mit 310°C dem Erwärmungsofen zugeführt
4. Die Zuführung vorgewärmter Bolzen und der Materialfluss in kleinen Chargen reduziert die erforderliche Anschlussleistung auf maximal ein Drittel

→ mögliche Energieeinsparung von ca. 60%

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Aufheizofen mit Jet-Heating-Prinzip

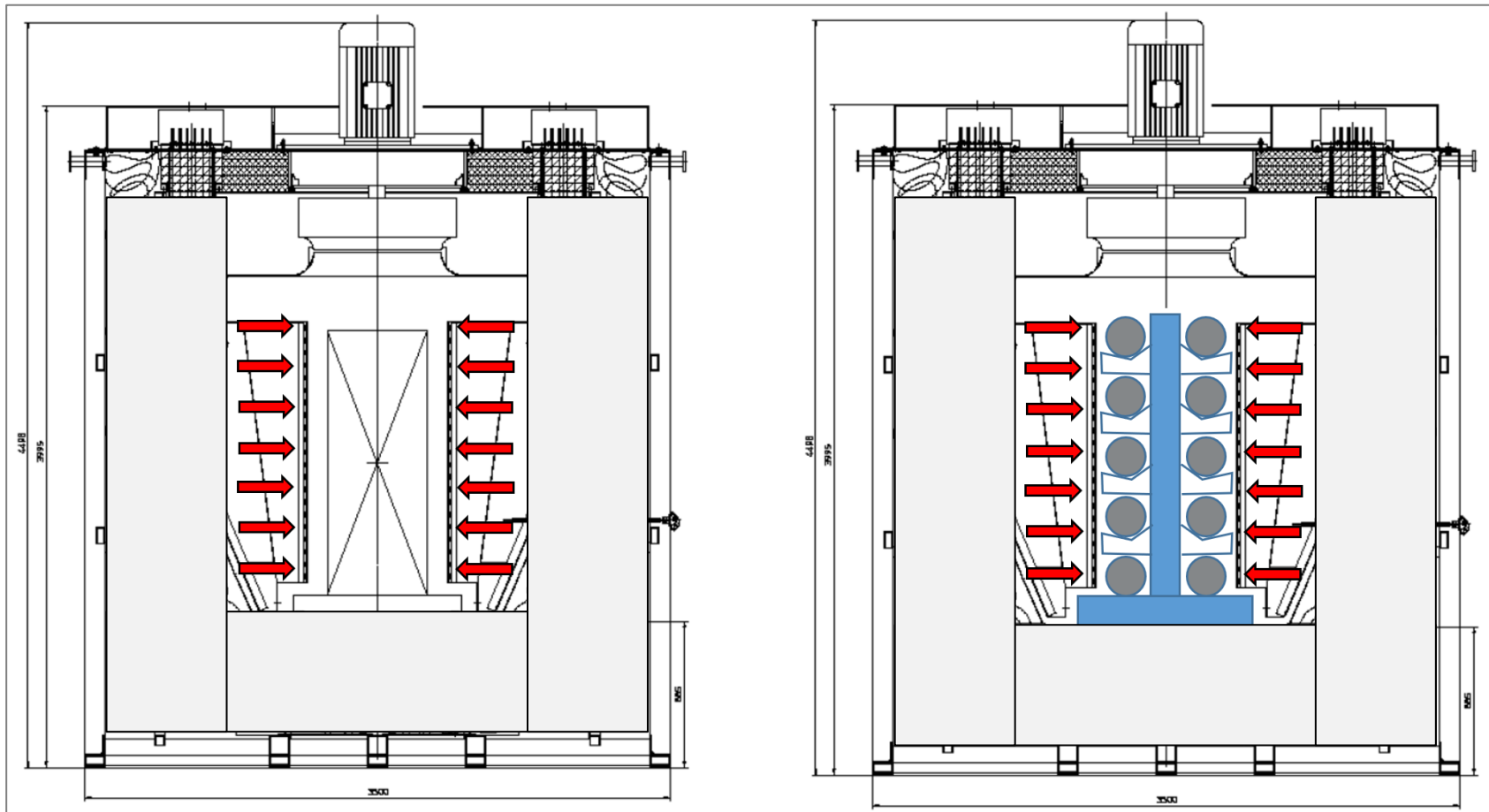


Bild 12: Kammerofen mit Jet-Heating zum Erwärmen von Aluminiumbolzen und -barren

3. Konzept BSN zur Erhöhung der Effizienz

Halteofen mit Konvektion

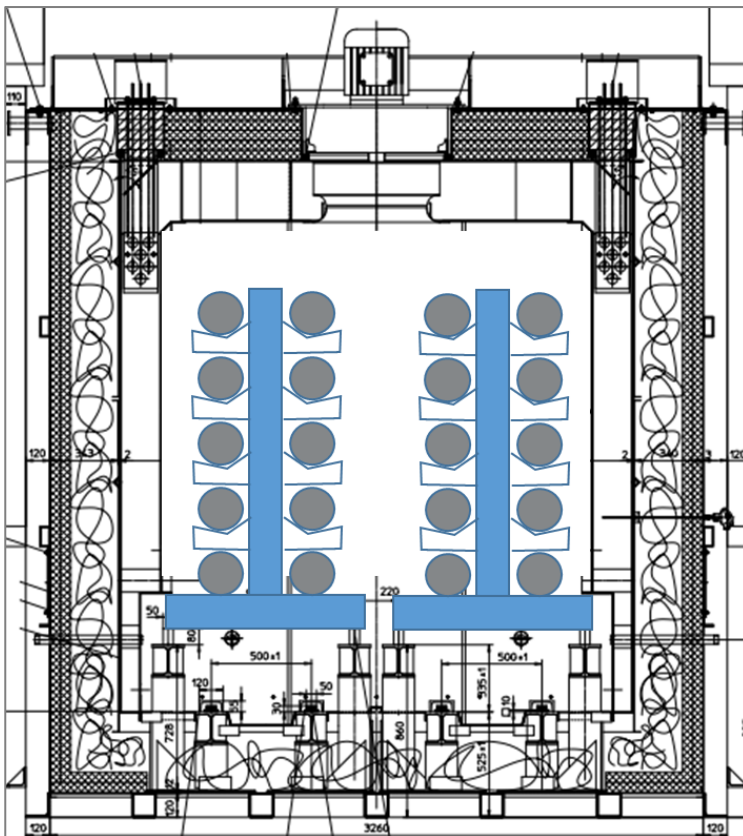


Bild 13: Kammerofen mit Zwangsumwälzung zum Halten

Wärmetauscherofen mit Jet-Heating

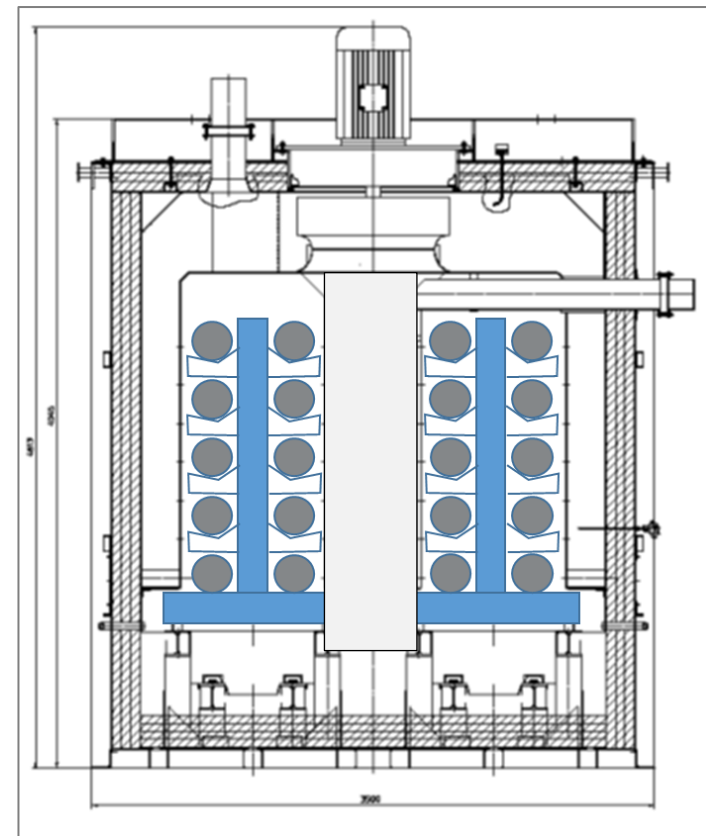


Bild 14: Wärmetauscherofen mit Jet-Heating

4. Beispielhafte Projekte



Bild 15: Realisierte Ofenlinie von BSN zum Homogenisieren von Aluminium-Barren / Quelle: www.gleich.de

4. Beispielhafte Projekte

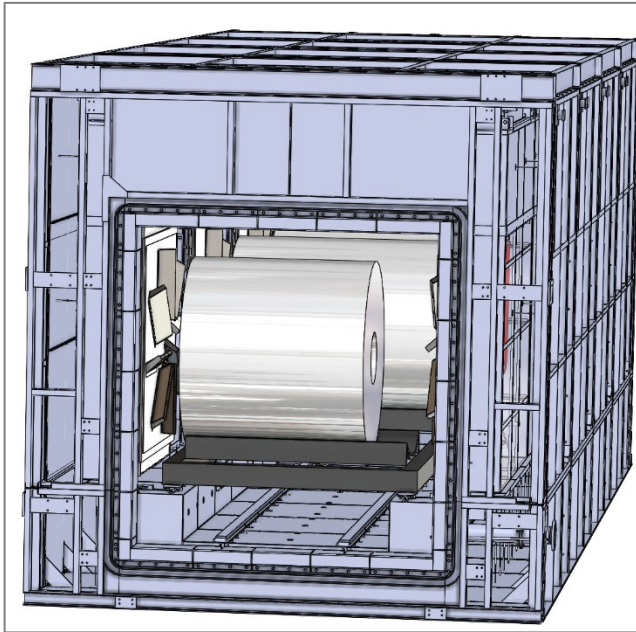


Bild 16: Glühofen für Aluminiumcoils

Glühofen für
Aluminium-Coils

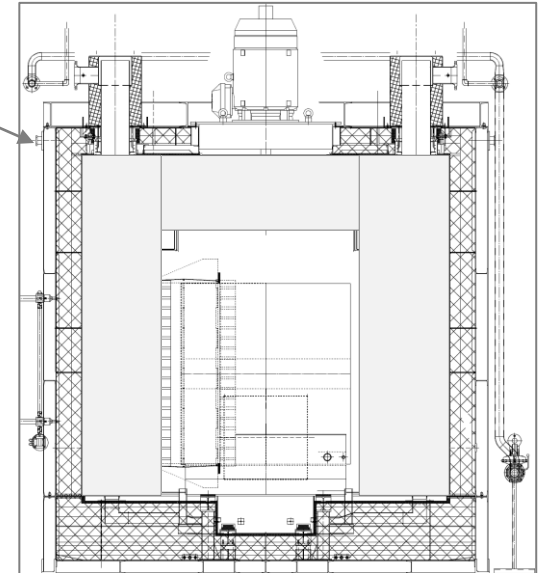


Bild 17: Schnitt Glühofen für Aluminiumcoils

Wärmetauscherofen

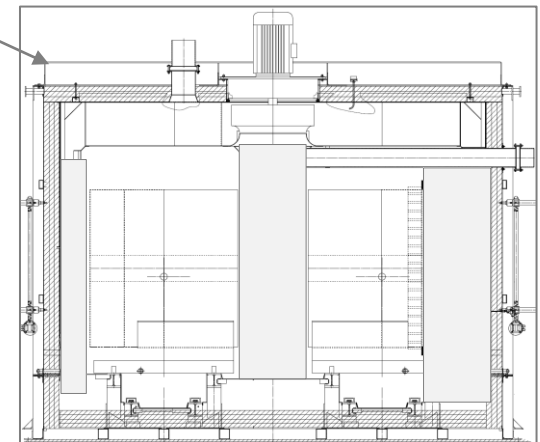


Bild 18: Wärmetauscherofen für Aluminiumcoils

Beaufschlagung der Stirnflächen mit:

- Lochdüsen
- Schlitzdüsen
- Prallschlitzdüsen

5. Ofenkonzepte im Vergleich

Eigenschaften	Kammerofen	Durchlaufofen	Neues BSN Wärmetauscher-Konzept
Hohe Reproduzierbarkeit	*	***	***
Aufheizzeiten	*	**	***
Immer gleiche Temperaturhaltezeiten	*	***	***
Einfacher Wechsel von Produktgrößen	**	*	***
Hohe Energieeffizienz durch Wärmerückgewinnung	*	*	***
Modular erweiterbar	**	*	***
Anschlussleistung	*	**	***

6. Video Modulare Homogenisierungslinie

**WÄRMERÜCKGEWINNUNG
BEI DER HOMOGENISIERUNG**

**NEUARTIG
INNOVATIV
MODULAR**

Bild 20: Produktvideo Konzept BSN Wärmerückgewinnung bei der Homogenisierung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!