

Der energieeffiziente Gießereibetrieb 2.0

Energieaspekte bei brennstoffbeheizten Schmelz- und Warmhalteöfen (NE)

Die Gründe für den Einsatz elektrischer Energie bei Schmelzprozessen können verfahrenstechnischer und metallurgischer Natur sein.

- Bereitstellung von Prozesswärme ohne direkte Flammeneinwirkung vor Ort
- Keine Verunreinigungen der Legierungen durch unerwünschte Abgasbestandteile
- Möglichkeit Legierungswechsel unproblematisch vornehmen zu können
- Hohe Wärmeleistungsdichten
- Hoher Wirkungsgrad der Energiewandlung elektrischer Energie in Wärme am Einsatzort

Mögliche Nachteile können sein:

Durch die intensive Badbewegung können Verunreinigungen in die Schmelze eingebracht werden, die sich vom Gussbauteil nicht entfernen lassen.

Induktiv beheizte Öfen zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Gute Regelung der Energiezufuhr
- Gezielte Einstellung der Schmelztemperatur

1. Induktionsbeheizte Schmelzöfen

Die Anwendung des Induktionsprinzips zum Schmelzen von Metallen ist mit elektrischen und thermischen Verlusten der Ofenanlage verbunden, die in ihrer Höhe zum Einen von dem zu erschmelzenden Metall, zum Anderen vom Ofentyp abhängen.

Bei Metallen mit einem niedrigen spezifischen elektrischen Widerstand wie im Falle von Kupfer und Aluminium treten höhere elektrische und thermische Verluste auf, als dies bei Eisenwerkstoffen der Fall ist.

Der Gesamtwirkungsgrad eines Induktionsofens setzt sich zusammen aus dem elektrischen Wirkungsgrad (Effizienz des Einbringens der elektrischen Energie in das Schmelzgut) und dem thermischen Wirkungsgrad (Wärmeverluste beispielsweise über Wände und Abstrahlung).

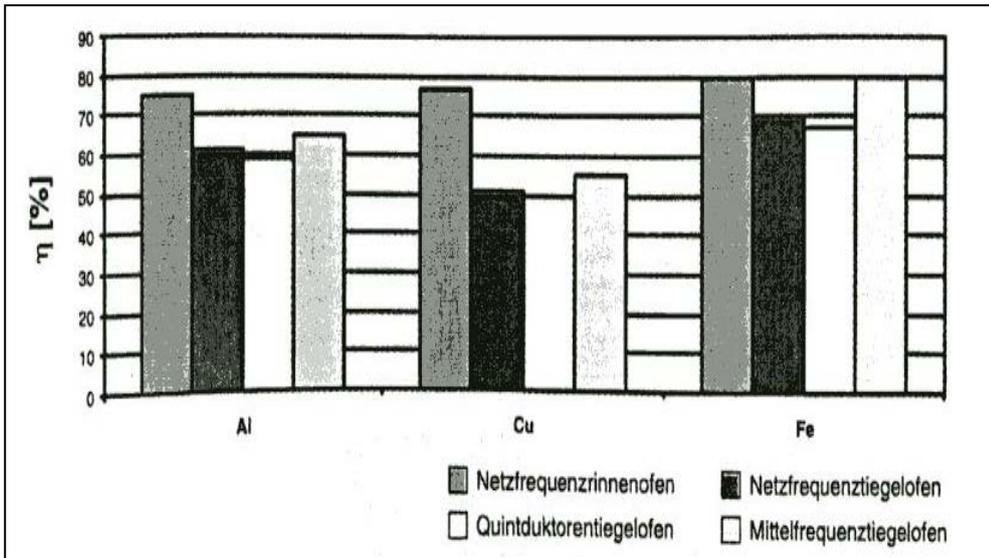


Abbildung 1: Wirkungsgrad von Induktionsöfen in Abhängigkeit vom Werkstoff und Ofentyp

Quelle [41]

2. Induktions-Tiegelöfen

Der Gesamtwirkungsgrad eines Induktions-Tiegelofens, resultierend aus den elektrischen und thermischen Wirkungsgraden liegt nach [18] bei Aluminium im Bereich von 55 % bis 70 %.

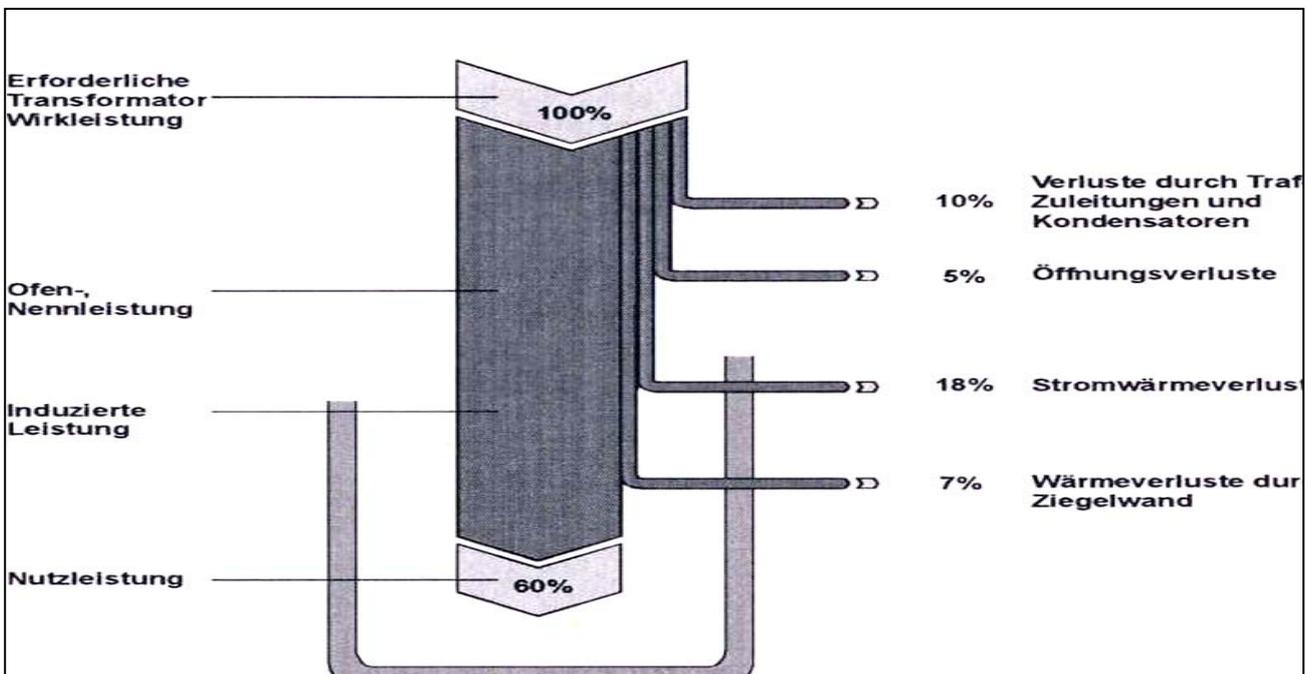


Abbildung 2: Energiefluss im Induktions-Tiegelofen am Beispiel Aluminium

Quelle: [18]

Der Mittelfrequenz-Induktionstiegelofen (MF-ITO) weist deutlich höhere Leistungsdichten als ein Netzfrequenz-Induktionstiegelofen (NF-ITO) auf. Die höhere Leistungsdichte beim Mittelfrequenz-Induktionstiegelofen (MF-ITO) bewirkt kürzere Schmelzzeiten. Damit verbunden sind geringere Wärmeverluste.

Ofenart	Schmelztemperatur	Schmelzenthalpie und Überhitzungswärme	Wirkungsgrad	Tatsächl. spezifischer Energieverbrauch
	[°C]	[kWh _{el} /t]	[%]	[kWh _{el} /t]
Induktionsofen	750	329	60-70	470-550
Widerstandsofen	750	329	60-70	440-510

Tabelle 1: Mittlerer spezifischer Energiebedarf von Elektroschmelzöfen verschiedener Bauart für Aluminium-Legierungen

3. Induktions-Rinnenöfen

Induktions-Rinnenöfen werden in Formgießereien selten als Schmelzöfen und Gießöfen eingesetzt. Ein Vorteil des Induktions-Rinnenofens gegenüber dem Induktions-Tiegelofen ist sein besserer elektrischer Wirkungsgrad (Effizienz des Einbringens der elektrischen Energie in das Schmelzgut).

Beim Induktions-Rinnenofen entstehen in der Induktionsspule, dem Gehäuse und dem Kühlmantel elektrische Verluste. Thermische Verluste sind im Oberofen zu registrieren. Die Wirkungsgrade für das Schmelzen von Aluminium liegen etwa bei 70 % wie nachfolgendem Energieflussdiagramm zu entnehmen ist.

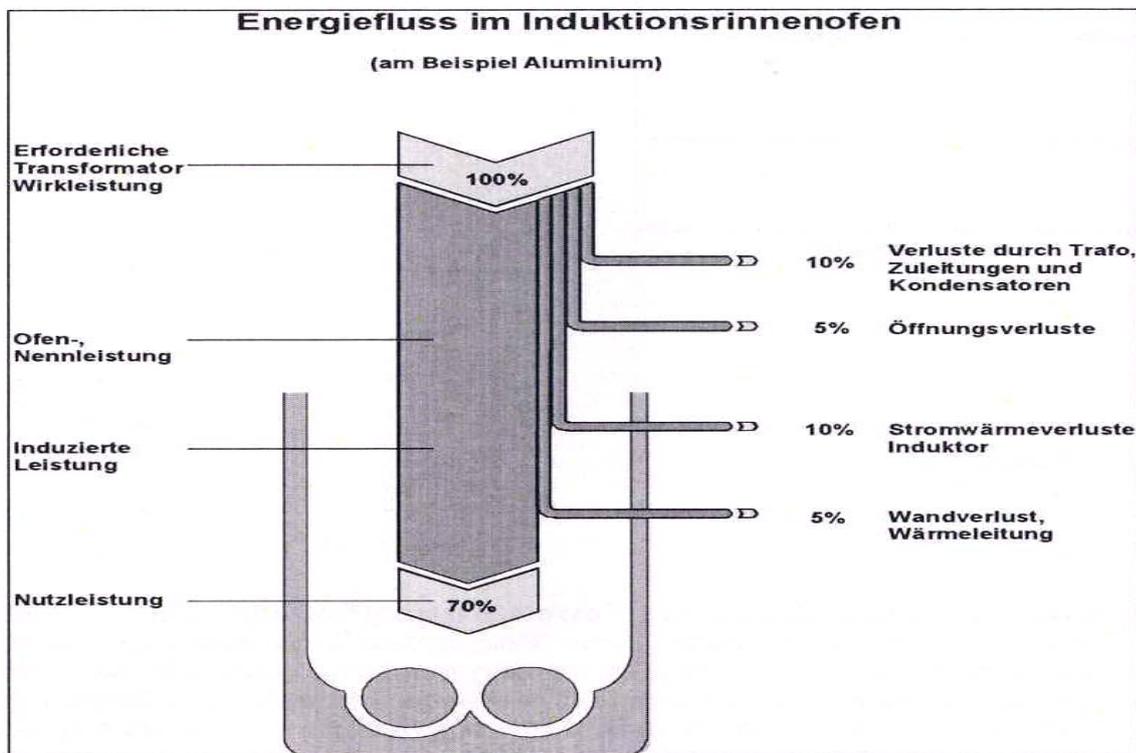


Abbildung 3: Energiefluss im Induktions-Rinnenofen am Beispiel Aluminium

Quelle: [18]

Ofenart	Mittlerer Wirkungsgrad	Spezifischer Energieverbrauch
	[%]	[kWh _{el} /t]
Induktions-Rinnenofen	83	430
Induktions-Tiegelofen	65	530

Tabelle 2: Wirkungsgrade und Energieverbrauchswerte für Induktions-Rinnenöfen

4. Induktionsbeheizte Schmelzöfen in Kupfer-, Messing- und Zink- Gießereien

In den nachfolgenden Tabellen ist der typische mittlere Energieverbrauch von Elektroschmelzöfen verschiedener Bauart für Kupfer und Messing zusammengefasst.

NE-Metall	Mittlerer Wirkungsgrad	Spezifischer Energieverbrauch
	[%]	[kWh _{el} /t]
Kupfer	54	385
Messing	63	260

Tabelle 3: Vergleich von Wirkungsgraden und Energieverbrauchswerten von Induktions-Tiegelöfen

NE-Metall	Mittlerer Wirkungsgrad	Spezifischer Energieverbrauch
	[%]	[kWh _{el} /t]
Kupfer	88	260
Messing	80	225*
Zink	85	100

Tabelle 4: Vergleich von Wirkungsgraden und Energieverbrauchswerten von Induktions-Rinnenöfen

* Reiner Schmelzaufwand, ohne Nebenzeiten und Materialverluste ca. 195 – 200 [kWh_{el}/t]

Quelle: [18]

Am Beispiel eines 60 Tonnen fassenden Induktions-Rinnenofens zeigt Abbildung 4, dass die Fahrweise mit der vollen verfügbaren Nennleistung energetische Vorteile bietet.

Wird der Induktions-Rinnenofen statt mit 2000 KW mit der vollen Nennleistung von 4000 KW betrieben, so geht der spezifische Stromverbrauch von 285 auf 269 kWh/t Kupfer zurück.

Dabei ist mit zu berücksichtigen, dass auch die Ofenperipherie sowie die Fertigungsabläufe den Betrieb des Ofens mit voller Leistung gestatten müssen, um hier eine Energieeinsparung zu erzielen.

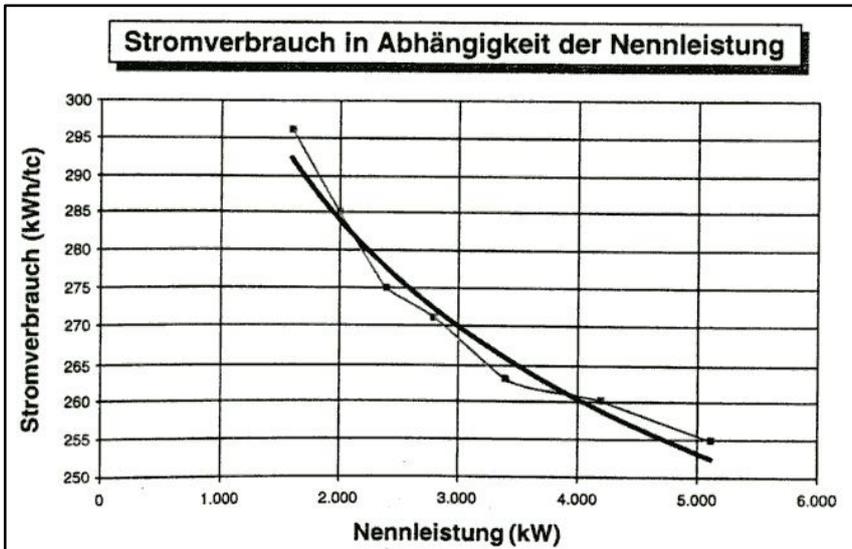


Abbildung 4: Einfluss der beaufschlagten Leistung eines 60t Rinnenofens auf den Stromverbrauch

Quelle: [41]

[18] Effiziente Energieverwendung in der Industrie – Teilprojekt „Metallschmelzbetriebe“; Effiziente Energienutzung in Nicht-Eisen-Metall-Schmelzbetrieben; Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz; Augsburg 2005

[41] W. Schmitz; D. Trauzeddel; Energiesparendes Schmelzen von Kupferwerkstoffen in modernen Induktionsöfen; GP-Special; 1-2/2007