

## Ofenlabor der Abt. Thermische Prozesstechnik

Eine gesellschaftliche Herausforderung der nächsten Jahre wird die Minimierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe und der Übergang zur strombasierten Gesellschaft sein. Dies betrifft. u.a. Unternehmen zur Materialherstellung und -verarbeitung. Mit dem Einsatz von elektrischem Strom werden neue Prozesse zur Erzeugung von Wärme durch Induktion oder Mikrowellen möglich. Der Wärmetransport erfolgt im Gegensatz zu auf Verbrennung basierenden Verfahren nicht mehr von außen nach innen, sondern durch Nutzung dielektrischer und/oder elektrischer Materialeigenschaften innerhalb der Stoffe. Damit sind bei Mischungen einerseits Hots Spots in den Proben/Halbzeugen/Bauteilen möglich, andererseits auch ein sehr schnelles Aufheizen. Ferner lassen sich hohe Temperaturen oberhalb 1.000 °C prozesstechnisch leichter erzielen.

Ein vom Land Niedersachsen finanziertes Investitionsprojekt erlaubte der CUTEC die Einrichtung eines Ofenlabors im Jahr 2023. Hier sind Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Hochtemperaturtechnik bis zu 2.100 °C im Labormaßstab und unter Einsatz von Mikrowellen- und Induktionsöfen möglich. Im Einzelnen sollen hervorgehoben werden:

### 1. Hochtemperaturofen, elektrisch beheizt

Der von der Fa. CARBOLITE GERO gelieferte Ofen (s. Bild 1) ist mit einem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Rohr als Reaktionsraum in horizontaler Ausführung konstruiert. Die Heizung erfolgt von außen über  $\text{MoSi}_2$ -Stäbe. Das Rohr besitzt eine Länge von 1.415 mm bei einer beheizten Ausdehnung von 600 mm. Die kurzzeitig zulässige Maximaltemperatur beträgt 1.800 °C, die Dauertemperatur ist 1.700 °C.

Das Rohr besitzt einen Innendurchmesser von 80 mm. Es kann unter oxidierenden Bedingungen und alternativ durch Zufuhr von  $\text{N}_2$  auch bei reduzierender Atmosphäre arbeiten.



**Bild 1:** Hochtemperaturofen mit elektrischer Widerstandsheizung

### 2. Hochtemperaturofen: Hybridheizung Mikrowelle / elektrisch

Spezialwissen der Fa. Linn High Therm ermöglichte die Bestellung eines mikrowellen- und elektrisch beheizten Kammerofens (s. Bild 2). Die Kammer besitzt Nutzraumabmessungen von 290\*339\*290 mm, das Volumen beträgt 28 l. Die kurzzeitig zulässige Maximaltemperatur liegt bei 1.700 °C; die Dauertemperatur ist 1.600 °C.

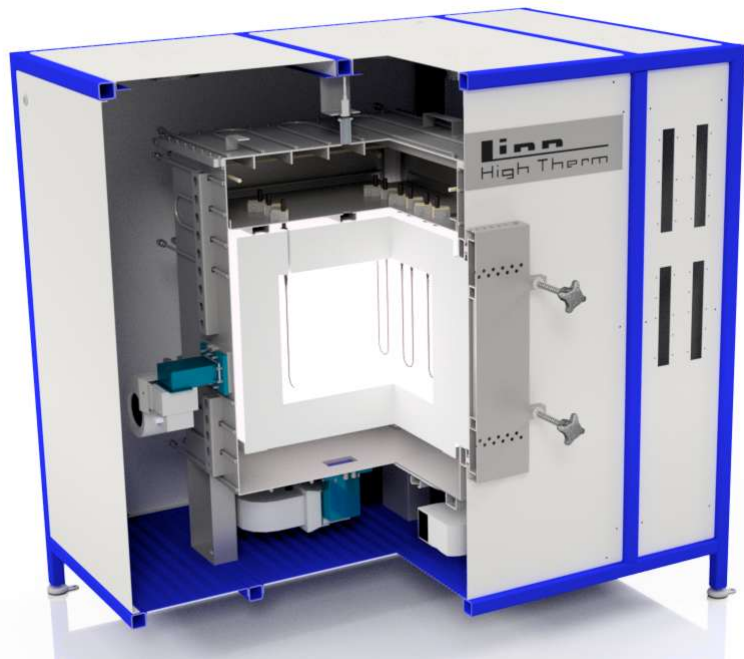
Die Widerstandsheizung erfolgt von außen über sechs MoSi<sub>2</sub>-Stäbe.

Die Mikrowellenleistung wird von acht luftgekühlten 900-W-Magnetrons geliefert, was eine Gesamtleistung von 7,2 kW ergibt. Die Magnetrons sind an den Seitenwänden, der Rückwand und dem Boden der Ofenkammer angebracht.

Mikrowellenerwärmung und Widerstandsheizung sind unabhängig voneinander betreibbar.

Das System kann unter oxidierenden Bedingungen und alternativ durch Zufuhr von N<sub>2</sub> auch bei reduzierender Atmosphäre arbeiten.

**Bild 2:** Mikrowellen-Hybridofen



### 3. Hochtemperaturofen: Induktionsofen

Der wieder von Fa. Linn High Therm gelieferte Laborofen (s. Bild 3) arbeitet mit Graphittiegeln eines Durchmessers von 16 cm und einer Höhe von 20 cm. Seine kurzzeitig einstellbare Maximaltemperatur beträgt 2.500 °C; die Arbeitstemperatur liegt bei höchstens 2.100 °C.

Er ist gedacht zur Induktionserwärmung elektrisch leitender Werkstoffe, spez. von Metallen.

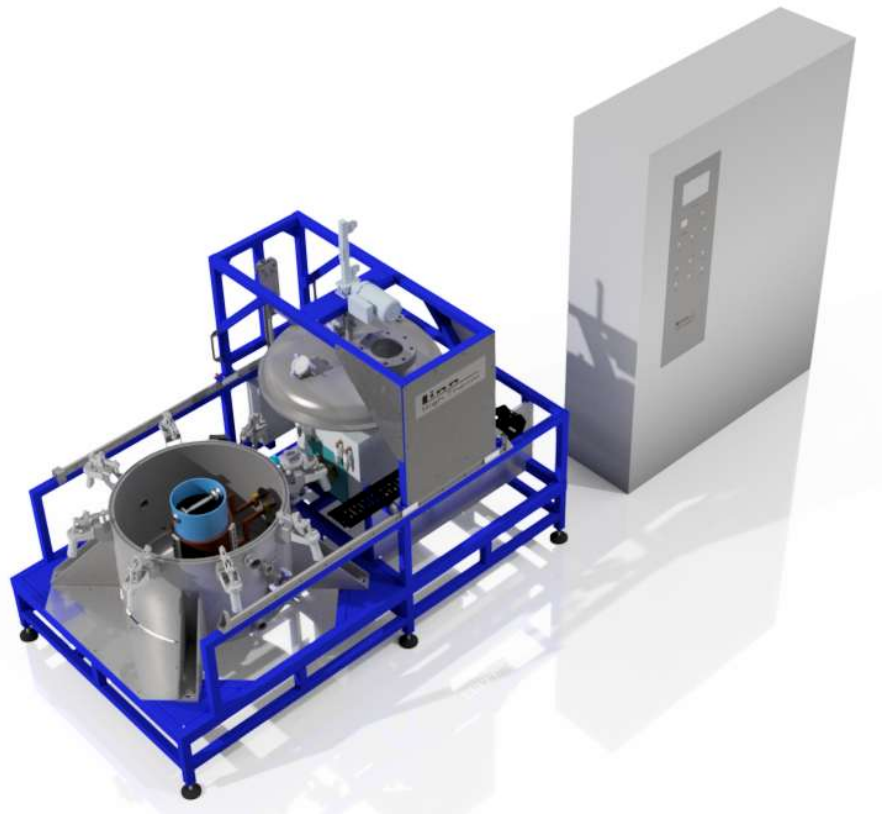
Die Induktionsspule ist in eine doppelwandige und wassergekühlte vakuumfeste Kammer aus Edelstahl eingebaut. Die Kammer hat Anschlüsse für Spülgas Ein- und Austritt. Der Deckel kann mit einer elektrischen Hebeeinrichtung angehoben und dann manuell verschoben werden.

Die Induktionsspule liefert Energie im Niederfrequenzbereich von 8 bis 12 kHz. Sie besitzt eine Dauerleistung von 50 kW.

Der Ofen ist konstruiert für die Schutzgase Argon und Stickstoff. Wasserstoff ist alternativ möglich. Das zulässige Vakuum beträgt max. 10<sup>-1</sup> mbar.

Generator und Vakuumkammer sind wassergekühlt.

**Bild 3:** *Induktionsofen*



**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Hinnerk Bormann

- Abt. Thermische Prozesstechnik -

**Tel.:** +49 5323 72-6223

**email:** [hinnerk.bormann@tu-clausthal.de](mailto:hinnerk.bormann@tu-clausthal.de)