

# Nabertherm

MORE THAN HEAT 30-3000 °C



## METAL INJECTION MOLDING (MIM)

Öfen zum Entbindern und Sintern

[www.nabertherm.com](http://www.nabertherm.com)

■ Made  
■ in  
■ Germany





## Fakten

- Fertigung von Arts & Crafts-, Labor-, Dental- und Industrieöfen seit 1947
- Produktionsstandort Lilienthal/Bremen - Made in Germany
- 600 Mitarbeitende weltweit
- 150.000 Kunden aus über 100 Ländern
- Überdurchschnittlich breites Ofensortiment
- Eine der größten R&D Abteilungen in der Ofenindustrie
- Hohe Fertigungstiefe

## Weltweiter Vertrieb und Service

- Produktion ausschließlich in Deutschland
- Vertrieb und Service in Kundennähe
- Eigene Vertriebsgesellschaften und langjährige Vertriebspartner weltweit
- Individuelle Kundenbetreuung und -beratung vor Ort
- Schnelle Fernwartungsmöglichkeit komplexer Öfen
- Öfen und Ofenanlagen bei Referenzkunden auch in Ihrer Nähe
- Gesicherte Ersatzteilversorgung, viele Ersatzteile ab Lager verfügbar

## Maßstäbe in Qualität und Zuverlässigkeit

- Projektierung und Konstruktion von kundenindividuellen Thermoprozessanlagen mit Fördertechnik und Beladeeinrichtung
- Innovative Steuer-, Regelungs- und Automatisierungstechnik, angepasst an die Kundenbedürfnisse
- Lange Lebensdauer
- Kunden-Testzentrum zur Prozessabsicherung

## Erfahrungen in der Wärmebehandlung

- Thermoprozesstechnik
- Additive Fertigung
- Advanced Materials
- Faseroptik/Glas
- Gießerei
- Labor
- Dental
- Arts & Crafts



# Öfen für MIM-Anwendungen

Mit dem Metallpulverspritzguss MIM („Metal Injection Molding“) können kleine und geometrisch komplexe, metallische Bauteile in großer Stückzahl schnell und kostengünstig hergestellt werden.

Beim MIM werden aus einem metallbasierten Feedstock, also einem metallischen Pulver mit Bindersystem, mittels Spritzgussmaschine und Form meistens mehrere gleiche Formteile in einem Vorgang hergestellt.

Dieses Grünteil verliert im anschließenden Entbinderungsprozess einen großen Teil des Binders, der nur für die Formgebung benötigt wurde und wird zum sogenannten Braunteil. Das Entbindern kann auf verschiedene Arten durchgeführt werden, entweder thermisch unter inerter Atmosphäre oder Wasserstoff, katalytisch unter einer Salpetersäure-Stickstoff-Atmosphäre oder in einem Wasser- oder Lösemittelbad. Die Basis eines thermischen oder katalytischen EntbinderungsOfens ist ein gasdichter Heißwand-RetortenOfen aus der NR-Ofenfamilie.



Im nachgelagerten, kombinierten Restentbinderungs- und Sinterprozess, der in einer Prozessgasatmosphäre oder im Vakuum erfolgt, wird der Braunling zum fertigen Bauteil gesintert.

Aufgrund der hohen Sintertemperaturen erfolgt dieser Prozessschritt in der Regel in einem Kaltwand-RetortenOfen aus der VHT-Modellreihe. In unterschiedlichen Ausführungen kann der Ofen spezifisch für diesen Prozessschritt auf das Material angepasst werden. Für das Sintern von Edelstählen unter einer Wasserstoffatmosphäre werden z. B. Öfen mit Heizer und Isolierung aus Molybdän und Heizbändern aus Wolfram verwendet. Öfen mit Heizer aus Graphit und Isolierung aus Graphitfilz eignen sich hervorragend für niedriglegierte Stähle, die in einer nichtreduzierenden Prozessgasatmosphäre gesintert werden können.

Die Nabertherm MIM-Serien, bestehend aus NR zum Entbindern und VHT zum Sintern, zeichnen sich durch hohe Flexibilität und Kompatibilität aus. Es stehen je vier Öfen zum thermischen und katalytischen Entbindern sowie zum Sintern zur Verfügung, die in Bezug auf die Größe optimal aufeinander abgestimmt sind. So kann die Charge direkt vom EntbinderOfen in den SinterOfen umgesetzt oder unabhängig von Arbeits-/ Schichtzeiten auch mit unterschiedlichen Ofengrößen gefertigt werden.

RetortenOfen VHT 40/16-MO H<sub>2</sub> MIM

| Modell Entbinder-<br>Ofen<br>katalytisch | Modell Entbin-<br>derungsOfen<br>thermisch <sup>1</sup> | Modell Lösemittel-<br>entbinderungsan-<br>lage <sup>2</sup> | Modell SinterOfen <sup>3</sup> | Volumen<br><br>in l | Nutzraum in mm |     |     | Anzahl<br><br>Ebenen | Anzahl Einschub-<br>platten<br>170 x 250 mm<br>gesamt (Ebene) | Einschub-<br>platten<br>Nutzfläche<br>in m <sup>2</sup> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|-----|-----|----------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                                          |                                                         |                                                             |                                |                     | b              | t   | h   |                      |                                                               |                                                         |
| NRA 40 CDB                               | NR 40/11..                                              | EBA-200NT<br>EDA-200NT                                      | VHT 40/15 .. MIM               | 40                  | 340            | 500 | 240 | 6                    | 24 (2x2)                                                      | 1                                                       |
| NRA 80 CDB                               | NR 80/11..                                              | EBA-250NT<br>EDA-250NT                                      | VHT 80/15 .. MIM               | 80                  | 340            | 750 | 320 | 8                    | 48 (2x3)                                                      | 2                                                       |
| NRA 160 CDB                              | NR 160/11..                                             | EBA-450NT                                                   | VHT 160/15 .. MIM              | 160                 | 500            | 680 | 480 | 12                   | 96 (2x4)                                                      | 4                                                       |
| NRA 320 CDB                              | NR 320/11..                                             | EBA-900NT                                                   | VHT 320/15 .. MIM              | 320                 | 680            | 750 | 640 | 16                   | 192 (4x3)                                                     | 8                                                       |

<sup>1</sup>IDB (Entbindern unter nichtbrennbaren Prozessgasen), H<sub>2</sub> (Entbindern unter Wasserstoff)

<sup>2</sup>Modelle der Lömi GmbH, abgestimmt auf Nabertherm SinterOfen, technische Details gemäß Angebot Lömi GmbH

<sup>3</sup>MO: Molybdän, GR: Graphit

# Heißwand-Retortenöfen zum katalytischen Entbindern

Die Heißwand-Retortenöfen kommen hervorragend für Wärmebehandlungsprozesse in Frage, die eine definierte Prozessgasatmosphäre erfordern. Der Ofenraum besteht aus einer gasdichten Retorte.

Ausgestattet mit der entsprechenden Sicherheitstechnik eignen sich diese Retortenöfen für das katalytische (CDB) oder auch für das thermische (IDB, H<sub>2</sub>) Entbindern von MIM-Bauteilen.

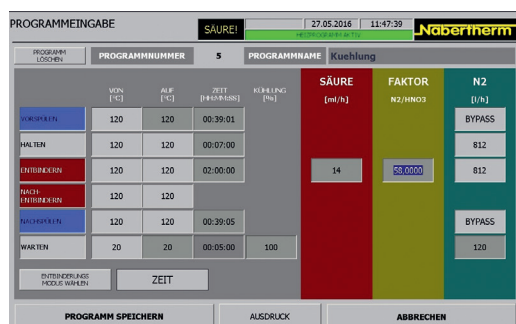


## Heißwand-Retortenöfen für das katalytische Entbindern (CDB)

Die Heißwand-Retortenöfen der Baureihe NRA .. CDB sind speziell für das katalytische Entbindern von keramischen und metallischen Pulverspritzgussbauteilen entwickelt worden. Sie sind mit einer innenbeheizten, gasdichten Retorte ausgerüstet.

Die katalytischen Entbinderöfen sind so konzipiert und gebaut, dass die Salpetersäure mittels Säurepumpe in den Ofen gefördert wird, dort verdampft und durch die Atmosphärenumwälzung gleichmäßig im Ofenraum verteilt wird. Die verdampfte Salpetersäure entbindet die Bauteile, indem sie den polyacetalhaltigen Binder (POM) chemisch unter Bildung von Formaldehyd zersetzt. Zur Minimierung der Emissionen in die Luft ist der Ofen mit einer thermischen Nachverbrennung ausgerüstet. Die Bildung explosiver Gasgemische wird mittels einer überwachten Dosierung der Salpetersäure und durch einen konstanten, überwachten Stickstoffstrom vermieden. Durch die Gestaltung und Konstruktion des Ofens mit gasdichter Retorte wird sichergestellt, dass kein Sauerstoff eindringt. Die Zuhaltung der Tür ist während der gesamten Entbinderung wirksam.

Retortenofen NRA 40/02 CDB mit Beistellschrank für die Säurepumpe



Wärmeprogramm Eingabemaske des CDB-Ofens

## Standardausführung

- Sicherheitspaket für einen gefahrlosen Betrieb mit Salpetersäure
- SPS-Prozesssteuerung mit Sicherheitsüberwachung (F-SPS) und Grafik-Touch Panel
- Retorte aus säurebeständigem Edelstahl 1.4571 mit Schwenktür
- Beheizung innerhalb der Retorte über Chromstahl-Rohrheizkörper
- Horizontale Umwälzung für eine gleichmäßige Verteilung der Prozessatmosphäre
- Säurepumpe im separaten Beistellschrank
- Gasbeheizte Abgasfackel mit Flammenüberwachung

| Modell      | Volumen | Nutzraum in mm |     |     | Anzahl Ebenen | Anzahl Einschubplatten 170 x 250 mm gesamt (Ebene) | Einschubplatten Nutzfläche in m <sup>2</sup> | Außenabmessungen in mm |      |                | Gewicht in kg | Heizleistung in kW |
|-------------|---------|----------------|-----|-----|---------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|------|----------------|---------------|--------------------|
|             | in l    | b              | t   | h   |               |                                                    |                                              | B                      | T    | H <sup>1</sup> |               |                    |
| NRA 40 CDB  | 40      | 340            | 500 | 240 | 6             | 24 (2x2)                                           | 1                                            | 1400                   | 1700 | 2400           | 1000          | 2                  |
| NRA 80 CDB  | 80      | 340            | 750 | 320 | 8             | 48 (2x3)                                           | 2                                            | 1600                   | 2000 | 2500           | 1200          | 13                 |
| NRA 160 CDB | 160     | 500            | 680 | 480 | 12            | 96 (2x4)                                           | 4                                            | 1800                   | 2200 | 2600           | 1600          | 20                 |
| NRA 320 CDB | 320     | 680            | 750 | 640 | 16            | 192 (4x3)                                          | 8                                            | 2300                   | 2400 | 2800           | 2800          | 35                 |

<sup>1</sup>Inkl. Abgasfackel

# Heißwand-Retortenöfen zum thermischen Entbindern



Retortenofen NRA 80/11 IDB



Thermische Nachverbrennung mit optionaler Kondensatfalle



Retortenofen NRA 300/09 H<sub>2</sub> für die Wärmebehandlung unter Wasserstoff

## Heißwand-Retortenöfen für das thermische Entbindern unter nichtbrennbaren Prozessgasen (IDB) und zum Ansintern

In der IDB-Ausführung sind die Retortenöfen mit einem Sicherheitskonzept ausgeführt, bei dem der Ofenraum mit einem Schutzgas inertisiert wird. Abgase werden in einer thermischen Nachverbrennung verbrannt. Sowohl das Spülen als auch die Fackelfunktion sind überwacht, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

### Standardausführung IDB

- Sicherheitspaket für die Handhabung von brennbaren binderhaltigen Ausgasungen
- Prozessführung unter überwachtem Überdruck von 10-50 mbar relativ
- SPS-Prozesssteuerung mit Sicherheitsüberwachung (F-SPS) und Grafik-Touch Panel
- Überwachung aller Prozessgas-Eingangsrücke
- Bypass zum sicheren Spülen des Ofenraumes mit Inertgas
- Thermische Nachverbrennung der Abgase

## Heißwand-Retortenöfen für das thermische Entbindern unter Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und zum Ansintern

Bei der Verwendung von brennbaren Prozessgasen wie z. B. Wasserstoff wird der Retortenofen mit zusätzlich erforderlicher Sicherheitstechnik ausgerüstet.

### Standardausführung H<sub>2</sub>

- Sicherheitspaket für einen Betrieb unter Wasserstoff
- Einleitung brennbarer Prozessgase bei geregelterm Überdruck von 10-50 mbar relativ
- SPS-Prozesssteuerung mit Sicherheitsüberwachung (F-SPS) und Grafik-Touch Panel
- Redundante Gaseinlassventile für Wasserstoff
- Überwachung aller Prozessgas-Eingangsrücke
- Wasserstoffsensord/Wasserstoffgaswarnsensord im Ofengehäuse
- Bypass zum sicheren Spülen des Ofenraumes mit Inertgas
- Fackel zur thermischen Nachverbrennung der Abgase
- Schutzgas-Notflutbehälter zum Spülen des Ofens im Fehlerfall

### Zusatzausstattung

- Kondensatfalle (für IDB und H<sub>2</sub> Modelle), welche abhängig von der Menge und von dem Kondensationsverhalten des eingesetzten Bindertyps ist

# Kaltwand-Retortenöfen zum Restentbindern und Sintern

Die Kaltwand-Retortenöfen der Baureihe VHT sind als Hochtemperaturöfen unter anderem mit Graphit- oder Molybdän/Wolfram-Beheizung konzipiert. Der vakuumdichte Behälter ermöglicht Wärmebehandlungsprozesse entweder unter brennbaren bzw. nichtbrennbaren Prozessgasen oder im Vakuum.

Für das Restentbindern und das Sintern von MIM-Bauteilen stehen zwei Ausstattungsvarianten, angepasst an die unterschiedlichen Sinterprozesse, zur Auswahl.



Retortenofen VHT 100/16-MO MIM mit Automatikpaket



Retortenofen VHT 100/18-GR MIM mit CFC Prozesseinsatzkasten und Erweiterungspaket für den Betrieb mit Wasserstoff



Gas-Management System

## Basisausstattung beider Serien

- Schaltanlage und Controller im Gehäuse integriert (ab VHT 160/15 .. MIM separate Schaltanlage)
- SPS-Prozesssteuerung mit Sicherheitsüberwachung (F-SPS) und Grafik-Touch Panel
- Automatisches Vorprogramm inkl. Lecktest und sicherer Inertisierung des Prozessbehälters
- Sicherheitsrelevante Sensorik und Ventile redundant
- Prozessgas-Management mit Massen-Durchfluss-Reglern (MFC)
- Einstufige Drehschieberpumpe zum Vorevakuieren
- Wassergekühlter Prozessbehälter aus Edelstahl
- Temperaturwählgrenzer mit einstellbarer Abschalttemperatur als Übertemperaturschutz
- Prozesseinsatzkasten mit Einlegeplatten
- Automatische Türverriegelung
- Beheizter, regelbarer Abgasstrang mit Kondensatfalle
- Abgasfackel (gasbeheizt) zur Nachverbrennung
- Schutzgas-Notflutbehälter zum Spülen des Ofens im Fehlerfall

## Kaltwand-Retortenöfen für das Sintern unter Wasserstoff

Die Ausführung VHT ../15-MO MIM basiert auf der Serie mit Heizer und Isolierung aus Molybdän/Wolfram und einem Wasserstoff-Sicherheitspaket. Kern dieser Ausführung ist ein bewährtes Sicherheitspaket, welches zu jeder Zeit einen sicheren Betrieb ermöglicht und im Fehlerfall ein entsprechendes Notprogramm einleitet.

Diese Ausführung ist die beste Wahl für das Sintern von Edelstählen.

## Standardausführung MO MIM

- Einsetzbar für Sinterprozesse unter brennbaren bzw. nichtbrennbaren Prozessgasen oder unter Hochvakuum
- Tmax 1500 °C (optional bis 1800 °C)
- Max. Vakuum je nach eingesetztem Pumpentyp bis  $2 \times 10^{-6}$  mbar
- Atmosphärenbetrieb: H<sub>2</sub>-Einleitung bei geregelter Überdruck (10-50 mbar relativ) im Ofen ab Raumtemperatur
- Unterdruckbetrieb (optional): Wasserstoff-Einleitung bei geregelter Unterdruck im Ofen ab 750 °C Ofenraumtemperatur

## Kaltwand-Retortenöfen für das Sintern unter Inertgas

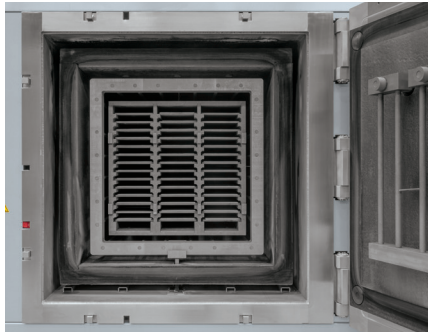
Die Öfen der Baureihe VHT ../15-GR MIM sind ausgestattet mit Heizer und Isolierung aus Graphit, sowie einem Sicherheitspaket für das Restentbindern und Sintern mit nichtbrennbaren Prozessgasen.

Diese Ausführung ist eine sehr gute Wahl für das Sintern von niedriglegierten Stählen.





Molybdän-Einsatzkasten, geteilt



Graphit-Einsatzkasten, geteilt



Beheizter Abgasstrang mit Binderfalle

## Standardausführung GR MIM

- Einsetzbar für Sinterprozesse unter nichtbrennbaren Prozessgasen oder im Vakuum
- Tmax 1500 °C (optional bis 2400 °C)
- Max. Vakuum je nach eingesetztem Pumpentyp bis  $2 \times 10^{-4}$  mbar

## Prozesseinsatzkasten für das Restentbindern

Aufgrund des freiwerdenden Restbinders vor dem Sinterschritt wird der Ofenraum mit einem zusätzlichen Prozesseinsatzkasten ausgestattet, durch den das Abgas über einen direkten Auslass in die Abgasfackel abgeführt wird. Mit diesem System wird die Verunreinigung des Ofenraums durch Abgase, die beim Entbinderungsprozess entstehen, deutlich vermindert. Neben einer Optimierung der Temperaturgleichmäßigkeit sorgt der Prozesseinsatzkasten für eine sehr gute Gasströmung über die Bauteile aufgrund der Gasverteilerplatte an der Rückwand. Während das Material des Einsatzkastens für den Graphitofen aus Graphit ist, kommt bei einem metallisch beheizten Ofen ein Kasten aus Molybdän (ggf. wolframverstärkt) zum Einsatz.

Die Grundausstattung der Sinteröfen beinhaltet ein komplettes Set an Warenträgerplatten wie in der Tabelle aufgeführt. Anpassungen des Nutzraums und des Einsatzkastens bei Nutzung von Warenträgerplatten mit anderen Abmessungen sind optional möglich.

## Beheizter Gasauslass

Um eine Kondensation des Binders im Abgasstrang bestmöglich zu minimieren, ist der Gasauslass im Bereich zwischen Austritt aus dem Prozessbehälter bis zur Fackel mittels Heizbändern beheizt und ggf. zusätzlich isoliert.

Für eine optimale Temperaturführung des Abgases bis zur Fackel, ist die Abgasstrecke, je nach Ofengröße, in unterschiedliche Zonen aufgeteilt. In diesen können die Temperaturen der Heizbänder je nach Position unterschiedlich geregelt werden können.

## Zusatzausstattung

- Kondensatfalle (für IDB und H<sub>2</sub> Modelle), welche abhängig von der Menge und von dem Kondensationsverhalten des eingesetzten Bindertyps ist

| Modell <sup>1</sup> | Volumen | Nutzraum in mm |     |     | Anzahl Ebenen | Anzahl Einschubplatten 170 x 250 mm gesamt (Ebene) | Einschubplatten Nutzfläche in m <sup>2</sup> | Außenabmessungen in mm |      |                | Gewicht GR/MO in kg |
|---------------------|---------|----------------|-----|-----|---------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|------|----------------|---------------------|
|                     | in l    | b              | t   | h   |               |                                                    |                                              | B                      | T    | H <sup>2</sup> |                     |
| VHT 10/15 .. MIM    | 10      | 170            | 250 | 240 | 6             | 6 (1x1)                                            | 0,25                                         | 1600                   | 2600 | 2700           | 1600/2300           |
| VHT 20/15 .. MIM    | 20      | 250            | 340 | 240 | 6             | 12 (1x2)                                           | 0,50                                         | 1600                   | 2600 | 2700           | 2000/3000           |
| VHT 40/15 .. MIM    | 40      | 340            | 500 | 240 | 6             | 24 (2x2)                                           | 1,00                                         | 1900                   | 3300 | 2850           | 2700/3500           |
| VHT 80/15 .. MIM    | 80      | 500            | 510 | 320 | 8             | 48 (2x3)                                           | 2,00                                         | 2000                   | 3500 | 3000           | 3000/4000           |
| VHT 160/15 .. MIM   | 160     | 500            | 680 | 480 | 12            | 96 (2x4)                                           | 4,00                                         | 2300                   | 4100 | 3400           | 7500/8500           |
| VHT 320/15 .. MIM   | 320     | 680            | 750 | 640 | 16            | 192 (4x3)                                          | 8,00                                         | 2500                   | 4300 | 3500           | 9000/10000          |

<sup>1</sup>MO: Molybdän, GR: Graphit

<sup>2</sup>Inkl. Abgasfackel

## Zentrale

### Nabertherm GmbH

Bahnhofstr. 20  
28865 Lilienthal, Deutschland  
Tel +49 4298 922 0  
[contact@nabertherm.de](mailto:contact@nabertherm.de)

## Vertriebsorganisation

### China

Nabertherm Ltd. (Shanghai)  
No. 158, Lane 150, Pingbei Road, Minhang District  
201109 Shanghai, China  
Tel +86 21 64902960  
[contact@nabertherm-cn.com](mailto:contact@nabertherm-cn.com)

### Frankreich

Nabertherm SARL  
20, Rue du Cap Vert  
21800 Quetigny, Frankreich  
Tel +33 6 08318554  
[contact@nabertherm.fr](mailto:contact@nabertherm.fr)

### Großbritannien

Nabertherm Ltd., UK  
Tel +44 7508 015919  
[contact@nabertherm.com](mailto:contact@nabertherm.com)

### Italien

Nabertherm Italia  
via Trento N° 17  
50139 Florence, Italien  
Tel +39 348 3820278  
[contact@nabertherm.it](mailto:contact@nabertherm.it)

### Schweiz

Nabertherm Schweiz AG  
Altgraben 31 Nord  
4624 Härkingen, Schweiz  
Tel +41 62 209 6070  
[contact@nabertherm.ch](mailto:contact@nabertherm.ch)

### Benelux

Nabertherm Benelux, Niederlande  
Tel +31 6 284 00080  
[contact@nabertherm.com](mailto:contact@nabertherm.com)

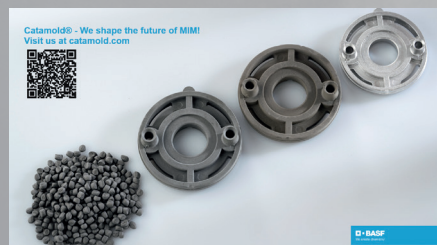
### Spanien

Nabertherm España  
c/Marti i Julià, 8 Bajos 7º  
08940 Cornellà de Llobregat, Spanien  
Tel +34 93 4744716  
[contact@nabertherm.es](mailto:contact@nabertherm.es)

### USA

Nabertherm Inc.  
64 Reads Way  
New Castle, DE 19720, USA  
Tel +1 302 322 3665  
[contact@nabertherm.com](mailto:contact@nabertherm.com)

## Unsere Partner



Für alle weiteren Länder nutzen Sie bitte unsere Internetseite:  
[nabertherm.com/contacts](http://nabertherm.com/contacts)