





## Wärmeprozessstechnik

### ► Inhalt

Wir sind WKM .....	03	Weitere Vielfalt für Ihre Anforderung .....	18
Typische Anwendungen der Wärmeprozessstechnik.....	05	Warum Silikone Tempern? .....	20
Wichtige Geräteoptionen im Überblick .....	05	Verhältnis Silikonmenge zu Frischluftzufuhr.....	21
Verfügbare Bauarten .....	05	Sicherheitstrockenschränke gemäß DIN EN 1539.....	22
Sicherheit .....	05	ATEX-Sicherheitsschrank .....	23
Wärme- und Trockenschränke für den Laborbereich.....	06	Industrieöfen nach Explosionsschutzrichtlinie .....	23
Vielfalt für Ihre Aufgaben .....	08	SAE AMS 2750 F .....	24
Coil-Coating-Test .....	10	CO <sub>2</sub> -Emissionen reduzieren .....	25
Thermische Alterung in Kabelprüfschränken .....	11	Industrieöfen mit Kondensationsanlagen .....	27
Unsere Service-Dienstleistungen .....	12	Anlassen, Glühen, Härten .....	28
Kammer- und Industrieöfen .....	14	Wärmebehandlung von Metall .....	29
Luftführungsprinzip Standard-Industrieöfen .....	15	Referenzen .....	30
Vielfalt der Anlagenausführung.....	16		

### ► Wir sind WKM

WKM ist seit 1996 als selbständiges Vertriebsunternehmen tätig. Als Werksvertretung und Handelspartner arbeiten wir mit namhaften Geräteherstellern zusammen. Das niedersächsische Lachendorf ist seit 2014 unser neuer Firmensitz.

Ohne Anrufbeantworter erreichen Sie uns für ein persönliches Gespräch. Eine technische Beratung vor Ort ist für uns eine Selbstverständlichkeit. Gerne vereinbaren wir einen Termin für einen Besuch in Ihrem Haus oder stimmen uns zu einem virtuellen Meeting ab. Die Beratung endet bei uns nicht mit der Bestellung. Nach Auslieferung der Anlage erhalten Sie auf Wunsch eine Inbetriebnahme und Geräteeinweisung.

Um einen detaillierten Eindruck von unserer Arbeit und den Qualitätsmerkmalen der Produktpalette zu erhalten, laden wir Sie zu einem Besuch in unser Technikum ein. Hier können wir ebenfalls für Sie individuelle Schulungs- und Fortbildungsmaßnahmen durchführen.

WKM bietet ein umfassendes Programm zur Ermittlung aller projektspezifischen Grundlagen. Ihre Anforderungen setzen wir passgenau und konsequent um. Wir stehen Ihnen in allen Phasen Ihrer Projekte zur Seite.

Unser Erfolgskonzept: **Zuhören, Beraten, Handeln.**



## Wärmeprozessstechnik

Die individuelle Herstellung vielfältigster Industrieprodukte erfordert in gleicher Weise die unterschiedlichsten Wärmeprozesse. Die Wärmebehandlung ist ein fester Bestandteil in der Material- und Qualitätsprüfung. Ob es darum geht, Ihr Laborequipment nach dem Waschvorgang zu trocknen, Bauteile für den Produktionsprozess zu erwärmen, Lacke zu trocknen oder Ihre Kunststoffproben thermisch zu altern, mit unseren Lösungen für Ihre zum Teil auch spezialisierten Anwendungszwecke, helfen wir Ihnen weiter.

### Typische Anwendungen der Wärmeprozessstechnik

In der industriellen Wärmebehandlung stehen für die verschiedensten Prozesse eine Vielzahl von Gerätelösungen zur Verfügung. Je nach Anwendung werden Temperaturen bis 1.400 °C benötigt, um folgende Aufgaben auszugswise realisieren zu können:

- Anlassen
- Altern
- Auslagern
- Brüten
- Burn In
- Erwärmen
- Entbinden
- Glühen
- Härten
- Nitrieren
- Sintern
- Tempern
- Testen
- Trocknen
- Vakuumtrocknung
- Veraschen
- Vergüten
- Vorwärmen

### Wichtige Gerätefunktionen im Überblick

Trocknen	Temperaturbereich	Coil-Coating Test
Tempern/Erwärmen	Nutzraumvolumen	Thermische Alterung

### Verfügbare Bauarten

Wenn Schrank- oder Truhenausführung nicht für Ihr Vorhaben ausreichen, muss es eben eine Nummer größer sein. Dazu beraten wir Sie gern. Verfügbare Bauarten werden mit folgenden Icons aufgeführt:

Schrank	Schubladenschrank	Truhe
Durchlaufanlage	Kammer (begehbar)	Containersysteme

### Sicherheit

Zum Schutz der Anlagenbetreiber und der Prozesssicherheit sind beim Umgang mit Geräten und Anlagen einige Vorschriften zu berücksichtigen. Folgende Anforderungen können berücksichtigt werden:

DIN EN 1539	Explosionsschutz	AMS 2750 F
-------------	------------------	------------

# Wärmeprozestechnik für den Laborbereich

## ▶ Wärme- und Trockenschränke für den Labor- und Technikumsbereich

<b>Leistungsparameter</b>	<b>Geräteigenschaften</b>
Temperaturbereich RT +10°C bis +350°C	Nutzraumvolumen ab 30 l bis 2.200 l
<b>Bauart</b>	<b>Sicherheit</b>

### Weitere Zusatzoptionen:

- Analogausgang 4-20 mA
- Durchführungen
- gasdichte Ausführung
- Heizleistung / Umluftmenge erhöht
- HEPA-Frischluftfilter
- Sichtfenster in der Tür

Im Laborbereich und der Herstellung von Produkten sind vielfältige Wärmeprozesse erforderlich. Die Wärmebehandlung ist ebenfalls ein fester Bestandteil in der Material- und Qualitätsprüfung und bildet u.a. folgende Anwendungen ab:

Altern, Aushärten, Burn In, Erwärmen, Tempern, Trocknen, Vakuumtrocknung, Vorwärmen



Was auch immer Sie untersuchen wollen.  
Wir projektieren das.

# Wärmeprozessstechnik für den Laborbereich - Sonderausführung

## Vielfalt für Ihre Aufgaben

<b>Leistungsparameter</b>  Temperaturbereich RT +10°C bis +350°C	<b>Geräteeigenschaften</b>  Nutzraumvolumen ab 30 l bis 3.000 l
<b>Bauart</b> 	<b>Sicherheit</b> 

Mit der Möglichkeit Standardgeräte um weitere Optionen zu ergänzen, bieten wir umfassende Lösungen für Ihre Anforderungen. Ob es sich um eine mechanische Verstärkung des Nutzraums oder um die Berücksichtigung eines bestimmten Handlings für den Gerätenutzer geht, wir zeigen Ihnen einige Lösungswege mit nachfolgenden Beispielen auf.

**Durchreicheschränke**

Durchreicheschränke ermöglichen eine Integration zwischen Reinraum und Graubereich. Einbauzargen-Set im Lieferumfang enthalten.

**Große Durchführungen**

Große Durchführungen in der Geräteseitenwand oder in der Prüfraumdecke z.B. als Rechteckdurchführung zur Integration eines Prüfaufbaus im Schrank.

**Handlochdurchführungen**

Tür mit großem Sichtfenster und zwei Handlochdurchführungen.



# Lösungen für Ihre Anforderungen

**Reinraumschränke**

Für die Aufstellung in Reinräumen sollten nur modifizierte Geräte unter Berücksichtigung der geforderten Reinraumklasse zum Einsatz kommen. Je nach Aufstellungssituation können die Geräte als kompakte Anlage oder alternativ nur mit der Türöffnungsseite im Reinraum positioniert werden.



**Modulare Temperaturkammern**

Modulare Temperaturkammern für die Integration in Ihre Material- und Bauteilprüfanlage für Zug und Druck Prüfanwendungen. Mit einem breiten Temperaturbereich von -70°C bis +200°C und der räumlichen Anpassung an Ihre Anlage zeigen wir Ihnen verschiedenste Lösungen auf.



**Schwerlastrost**

Schwerlastrost zur Aufnahme von schweren Teilen auf einer Ebene. Flächenlast in Absprache.



**Schwerlastträgergestell**

Schwerlastträgergestell zur Aufnahme von Schwerlastgitterroste. Anzahl der Ebenen sowie Festlegung der Flächenlast pro Ebene in Absprache.



**Teleskopschienen**

Auszüge mit Drahtgitter oder Lochblech. Anzahl der Ebenen sowie Festlegung der Flächenlast pro Ebene in Absprache.



# Individuelle Wärmeprozess-technik

## ► Coil-Coating-Test

<b>Leistungsparameter</b>	<b>Geräteeigenschaften</b>
 Temperaturbereich RT +10°C bis +400°C	 Nutzraumvolumen ab 115 l
<b>Bauart</b>	<b>Sicherheit</b>
	



Coil Coating (Bandbeschichtung) ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem Bleche aus Stahl, Edelstahl oder Aluminium kontinuierlich mit Lacken oder Folien, einseitig oder beidseitig beschichtet und anschließend ausgehärtet werden. Um dieses Trocknungsverfahren simulieren zu können, eignen sich unsere Coil-Coating-Öfen.



Ofenausführung gemäß DIN EN 1539 | Auszug in der Tür für Coil-Coating-Test | Nenntemperatur bis 400°C

Umluft-Trockenschrank für Coil-Coating Test

# Lösungen für Ihre Anforderungen

## ► Thermische Alterung in Kabelprüfschränken

<b>Leistungsparameter</b>	<b>Geräteeigenschaften</b>
 Temperaturbereich RT +10°C bis +400°C	 Nutzraumvolumen ab 50 l
<b>Bauart</b>	<b>Sicherheit</b>
	

Die Prüfung und Zertifizierung von innovativen Kunststoffen ist nur mit speziellen Temperaturschränken möglich. Hierbei sind eine gleichmäßige räumliche Temperaturgenauigkeit sowie die Einhaltung einer vorgegebenen Luftwechselrate notwendig. Die VDE 0304-4-1 entspricht der DIN EN 60216-4-1 und wird immer häufiger als Prüfnorm für die thermischen Langzeitprüfungen von Kunststoffen herangezogen.

Weitere Zusatzoptionen:

- Anemometer zur stetigen Messung und Anzeige der Luftwechselrate im Nutzraum
- Rohrdurchführungen für kundenseitige Messfühler
- Werkskalibrierschein mit 9 Messpunkten bei vorgegebener Temperatur unter Berücksichtigung der gewünschten Luftwechselrate
- Flexibler Objekttemperaturfühler zur Dokumentation der Nutzraumtemperatur
- Datenlogger mit Auswertungssoftware für Temperatur und Luftwechselrate

## ► Normentabelle

NORMENBEZEICHNUNG	TITEL DER NORM	DURCHLÜFTUNG	LUFTWECHSEL PRO STUNDE	TEMPERATUR-BEREICH	RÄUMLICHE TEMPERATURGENAUIGKEIT
ASTM D5374-13 ASTM D5423-14	Standard Test Methods for Forced- Convection Laboratory Ovens for Electrical Insulation	erzwungene Konvektion	Typ I: 5 bis 20 Typ II: 100 bis 200	20°C über Raumtemperatur bis 500°C	≤80°C ±2,0°C >80≤180°C ±2,5°C >180≤300°C ±3,0°C
DIN 53508:2000-03	Prüfung von Kautschuk und Elastomeren	erzwungene Konvektion natürliche Konvektion	erzw.: mind. 30 nat.: 3-10	70°C bis 250°C	≥70≤100°C ±1,0°C >100≤200°C ±2,0°C >200≤250°C ±3,0°C
DIN EN 60216-4-1:2006-12	Elektroisierstoffe - Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens	erzwungene Konvektion natürliche Konvektion	5 bis 20	80°C bis 500°C	≤80°C ±2,0°C >80≤180°C ±2,5°C >180≤300°C ±3,0°C
DIN EN 60811-401:2012-12	Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel - Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe	erzwungene Konvektion natürliche Konvektion	8 bis 20		
ISO 188:2011-10-01	Rubber, vulcanized or thermoplastic - Accelerated ageing and heat resistance tests	natürliche Konvektion	3 bis 10	100°C bis 300°C	≤100°C ±1,0°C ≥125≤300°C ±2,0°C
ISO 6722:2011-10-15	Road vehicles - 60V and 600V single core cables - Part1: Dimensions, test methods and requirements for copper conductor cables	erzwungene Konvektion natürliche Konvektion	8 bis 20	85°C BIS 300°C	≤100°C ±2,0°C >100≤200°C ±3,0°C >200≤300°C ±4,0°C
UL 746B	Polymeric Materials - Long Term Property Evaluations	erzwungene Konvektion natürliche Konvektion	Typ I: 5 bis 20 Typ II: 100 bis 200	20°C über Raumtemperatur bis 500°C	≤80°C ±2,0°C >80≤180°C ±2,5°C >180≤300°C ±3,0°C

# WKM Service

## ▶ Full Service

Unser Service-Innendienst ist werktags von 7.00 bis 17.30 Uhr für Sie telefonisch erreichbar. WKM ist auch nach Kauf und Inbetriebnahme Ihr Ansprechpartner für die einwandfreie Funktion Ihrer Geräte und Anlagen. Unsere regelmäßig geschulten Servicemitarbeiter stehen Ihnen stets zur Seite. Wir helfen auch ohne Wartungsvertrag.

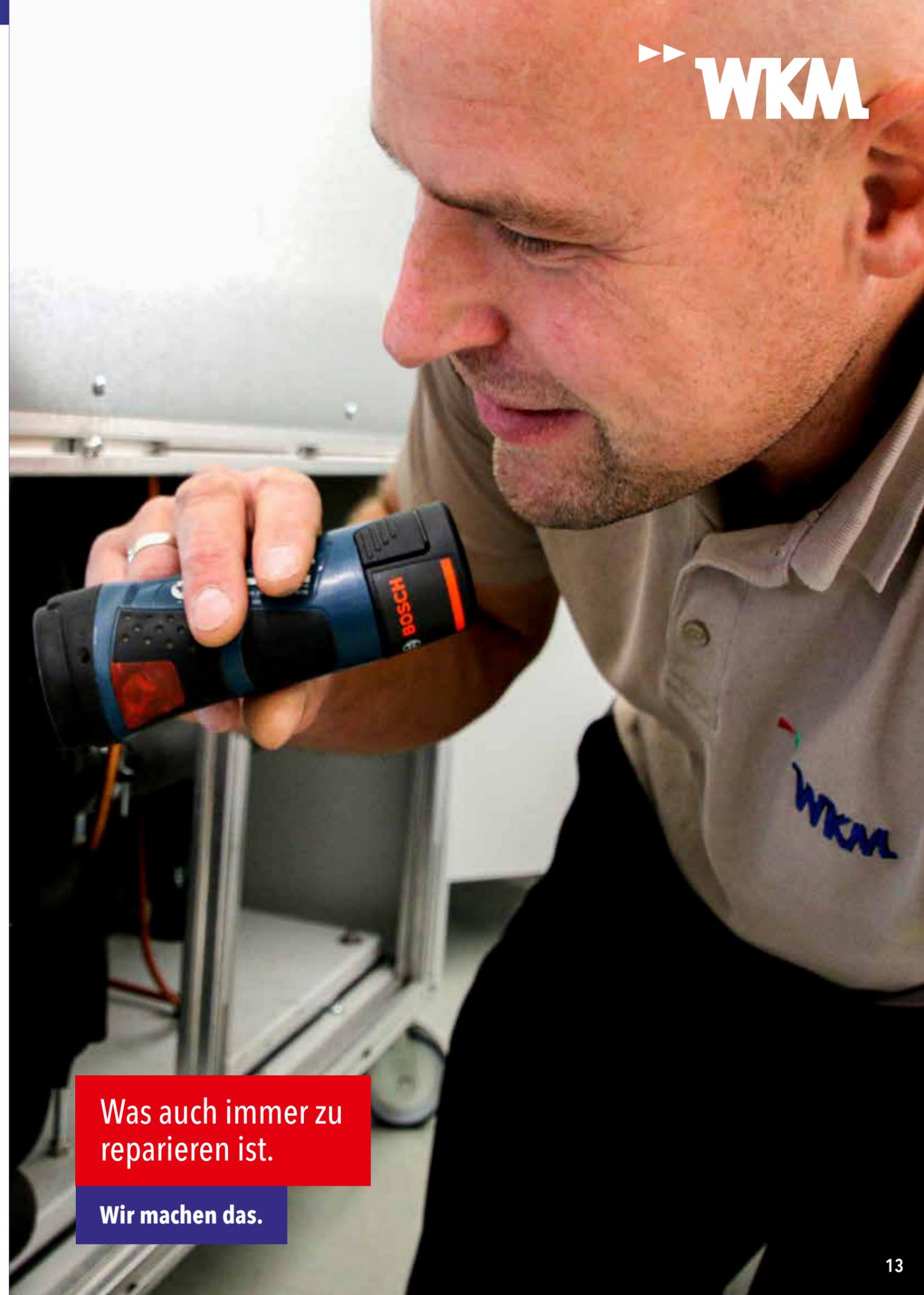
## ▶ Reparatur, Wartung, Ersatzteilversorgung

Wir stehen Ihnen für die folgenden Gerätehersteller mit unseren Servicemitarbeitern zur Verfügung:

- Ahlborn GmbH
- Binder GmbH
- caldatrac® Industrieofenbau GmbH & Co. KG
- ELIOG Industrieofenbau GmbH
- ELPRO Messtechnik GmbH
- Memmert GmbH
- RSI TestSysteme GmbH & Co. KG
- Thermo Electron LED GmbH (ehem. Heraeus/Kendro)

## ▶ Unsere Service-Dienstleistungen

- Reparaturen
- Wartungen
- Kalibrierung von Temperatur / Feuchte
- Räumliche Verteilungsmessung (Mapping) Temperatur / Feuchte
- Dichtheitsprüfung gemäß F-Gas Verordnung
- DGUV-V3 Messungen (ehem. BGV-A3)
- Validierung - Basis Ihrer Qualitätssicherung
- Qualifizierung gemäß GMP und FDA Vorgaben
- Messung und Protokollierung der Luftwechselrate
- Mietgeräte



Was auch immer zu reparieren ist.

Wir machen das.



# Wärmeprozestechnik für Ihre Fertigung

## Kammer- und Industrieöfen

<b>Leistungsparameter</b>  Temperaturbereich RT +10°C bis +350°C	<b>Geräteeigenschaften</b>  Nutzraumvolumen ab 125 l Begehbare Kammer ab 4m³ bis 45 m³
<b>Bauart</b> 	<b>Sicherheit</b> 

Weitere Zusatzoptionen:

- Abluftreinigung
- Ausführung nach DIN EN 1539
- Ausführung nach AMS 2750 F
- Beschickungs- und Handlingssysteme
- Frisch- und Abluftfiltersysteme in verschiedenen Filterklassen
- Kreuzstromwärmetauscher, Energierückgewinnung
- Schutzgasbetrieb
- Umluftfiltersysteme

### Groß statt klein!

Reichen die Nutzraummaße der Laborgeräteserie nicht mehr aus, stellen wir Ihnen gern Gerätelösungen aus unserer Industrieräteserie vor. Nutzraummaße können in einem Rastermaß von 250 mm ohne viel Aufwand auf die von Ihnen benötigte Nutzraumgeometrie angepasst werden. Die Regelungstechnik wird dem Prozess angepasst und erstreckt sich von einem komfortablen Festwertregler über einen Programmregler bis hin zu einer komplexen Siemens Prozesssteuerung.

Typische Anwendungen in der industriellen Wärmebehandlung sind:

**Altern, Aushärten, Burn In, Erwärmen, Tempern, Trocknen, Vorwärmen**

Für diese Anwendungen werden robuste Anlagen benötigt um Produktionsausfallzeiten zu reduzieren.

Innenmaße: 1.000 x 750 x 1.500 in mm  
B x T x H | Nenntemperatur: 200°C

Industrieöfen mit  
Beschickungswagen



Innenmaße: 1.000 x 750 x 1.000 in mm  
B x T x H | Nenntemperatur: 200°C

Industrieöfen mit  
Gitterrostebenen



Innenmaße: 560 x 400 x 555 in mm  
B x T x H | Nenntemperatur: 200°C

Industrie-Laborofen  
ILO



Innenmaße: 4.000 x 3.500 x 4.000 in mm  
B x T x H | Nenntemperatur: 150°C

Industrieöfen mit ebenen Zugang  
durch Absenkung in Grube

### Luftführungsprinzip Standard-Industrieöfen

Der Umluftvolumenstrom wird durch den Umluftventilator aus dem Ofenraum rechts abgesaugt, über das Heizregister erwärmt und im Ventilatorrad im Temperaturgefüge homogenisiert.

Durch den entstehenden Geschwindigkeitsunterschied der Umluft beim Austritt aus dem Zuluftkanal wird die Luft flächig und horizontal über den Nutzraum verteilt, wobei ein Teil der Luft sich an die Luftkanalwand anlegt, in Bodennähe durch den Nutzraum strömt und somit auch bei Großanlagen eine sehr gute räumliche Temperaturverteilung erzielt wird.

Für bestimmte Anwendungen kann dem Umluftvolumenstrom Frischluft zugeführt werden. Diese wird nach dem Einströmen in den Zuluftstutzen über das Heizregister verteilt, gleichmäßig erwärmt und der Umluft zugeführt. Die entsprechende Abluftmenge wird nach Durchströmen des Nutzraums und Wärmeabgabe an das Tempergut noch vor dem Heizregister über den Abluftstutzen aus dem Ofen geführt.



# Wärmeprozessertechnik für Ihre Fertigung

## Vielfalt der Anlagenausführung

<b>Leistungsparameter</b>  Temperaturbereich RT +10°C bis +350°C	<b>Geräteigenschaften</b>  Nutzraumvolumen bedarfsgerecht Begehbare Kammer ab 4m³ bis 45 m³
<b>Bauart</b> 	<b>Sicherheit</b> 

Weitere Zusatzoptionen:

- Abluftreinigung
- Ausführung nach DIN EN 1539
- Ausführung nach AMS 2750 F
- Ex-Geräteausführung
- Beschickungs- und Handlingssysteme
- Frisch- und Abluftfiltersysteme in verschiedenen Filterklassen
- Kreuzstromwärmetauscher, Energierückgewinnung
- Schutzgasbetrieb

Die Vielfalt der Anlagenausführung wird über Ihre Anwendung sowie Ihren Anforderungen bestimmt. Das Ergebnis kann z.B. ein

- Durchlaufofen
- Herdwagenofen
- Paternosterofen
- Schubladenofen
- Temperofen mit Rotationsbeschickungsmodul
- Truhenofen

sein. Jede Anlage wird für Sie eine prozesssichere und energieeffiziente Lösung werden, bei der wir den von Ihnen favorisierten Reglerhersteller berücksichtigen.

Horizontale Luftführung | Vollauszug | Flächenlast 200 kg

Schubladnofen



Vertikale Luftführung | Rollenbahn | begehbare Ofendecke

Kammerofen



# Individuelle Industrieöfen



Indirekte gasbeheizte Ausführung | Ofenausführung gemäß DIN EN 1539 | Flächenlast 18.000 kg

Herdwagenofen



Zweigeteilte pneumatische Hubtür | Automatisches Drehgestell für Bauteil-Handling | Teilautomatisierte Ausgabe der Bauteile | Bestückungsseite und Rückseite/Wartungstür

Paternosterofen



# Wärmeprozessertechnik für Ihre Fertigung

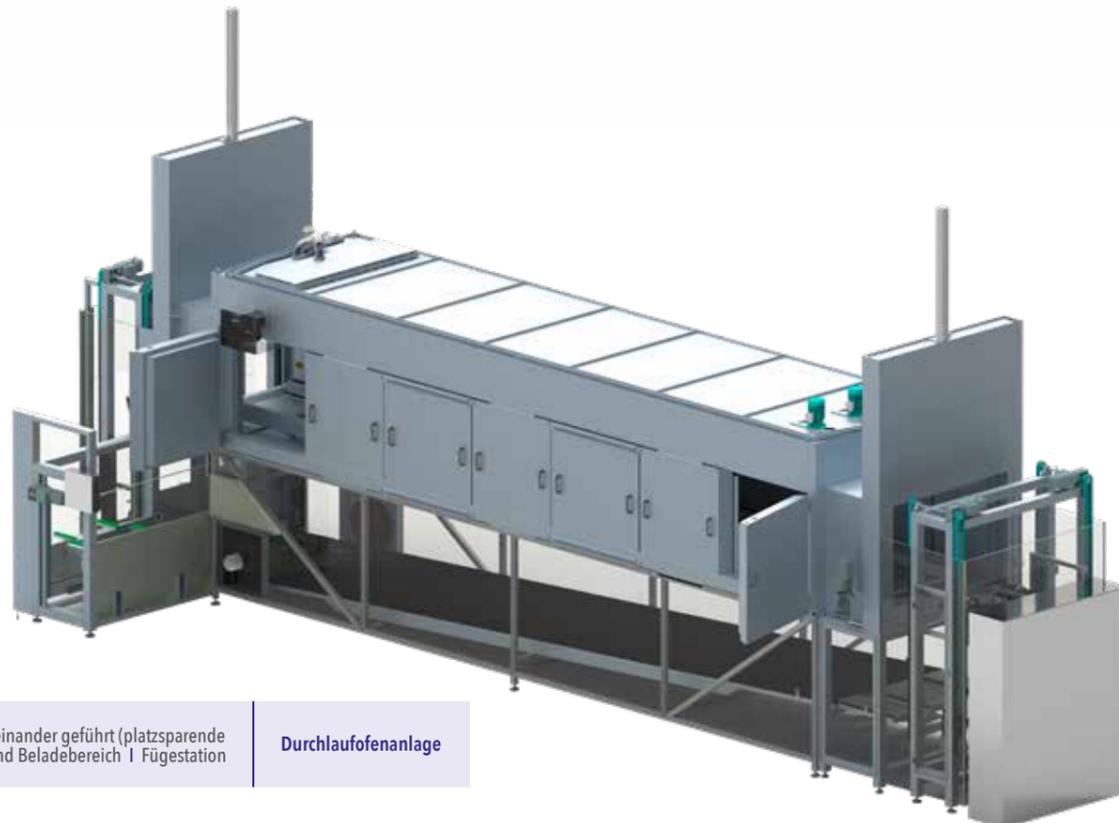
► Weitere Vielfalt für Ihre Anforderung

<p><b>Leistungsparameter</b></p> <p>Temperaturbereich RT +10°C bis +350°C</p> <p><b>Bauart</b></p>	<p><b>Geräteigenschaften</b></p> <p>Nutzraumvolumen bedarfsgerecht Begehbare Kammer ab 4m³ bis 45 m³</p> <p><b>Sicherheit</b></p>
--	---



Kühlzone unterhalb der Heizzone geführt (platzsparende Variante) | kundenseitige Sensor-Prüfstation in Ofenkammer mit extrem hoher Temperaturstabilität | Be- und Entladebereich

Durchlaufofenanlage



Heiz- und Kühlzone übereinander geführt (platzsparende Variante) | Entnahme- und Beladebereich | Fügestation

Durchlaufofenanlage



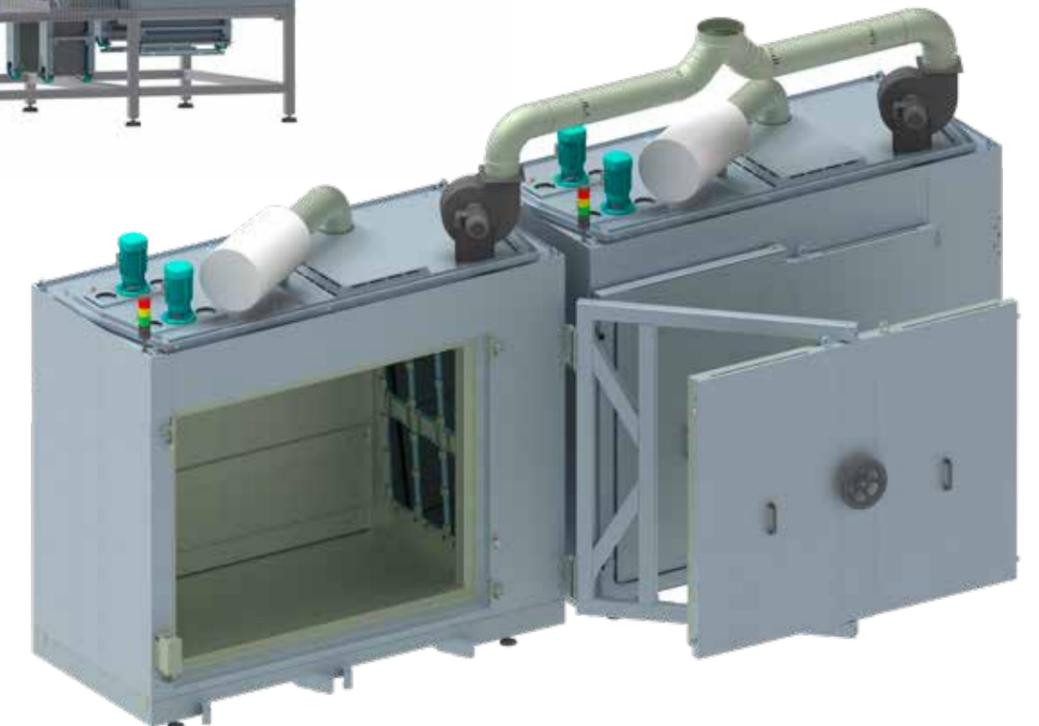
In nicht leitender Ausführung | Spezielle Auflageprofile für Kundenbauteile | Flächenlast 4.500 kg

Truhenofen



Einbindung in ein kundenseitiges Transfersystem | Heizzone mit Aufzug-Stapelsystem | offene Kühlzone, Kühlung durch Axialventilatoren

Stapelofen

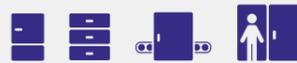


Horizontale Luftführung | Doppelscharniertür | Heizleistungsverriegelung

Kammerofen

# Tempern von Silikonteilen zur Nachvulkanisation

## Warum Tempern?

<b>Leistungsparameter</b>  Temperaturbereich RT +10°C bis +300°C	<b>Geräteeigenschaften</b>  Nutzraumvolumen ab 115 l Begehbare Kammer ab 4m³ bis 45 m³
<b>Bauart</b> 	<b>Sicherheit</b> 



Frischlufztzufuhr 8 m³/h  
Frischluffilter Klasse M6  
**Silikon-Temperofen**

Die Nachvulkanisation bzw. Temperung von Kautschukprodukten aus Silikon dient dazu, flüchtige Bestandteile die als Vernetzungsprodukte durch die Vorvulkanisation entstanden sind zu entfernen. Mit der thermischen Behandlung wird weiterhin eine optimale Ausbildung der physikalischen und chemischen Eigenschaften für das Endprodukt erzielt.

Die flüchtigen Bestandteile bestehen vorwiegend aus entzündlichen niedermolekularen Silikonverbindungen, ggf. Peroxidsplattprodukten, die während des Tempervorgangs aus dem Ofen entfernt werden müssen. In der Praxis hat sich zur Ermittlung der notwendigen Frischluftmenge folgende Faustformel ermittelt:

- Frischluftzufuhr 80-125 l/min für 1 kg Silikon
- Verarbeitungstemperatur ca. 200°C
- dichte Frischluft bei 200°C = Umrechnungsfaktor von 0,62 m³

Speziell bei Klein- und Kleinstteilen ist ein differenziertes Handling für den Tempervorgang zu berücksichtigen. Wenn die Teile als Schüttgut auf einer Beschickungswanne aufgebracht werden, ist eine gleichmäßige „Umlüftung“ der Teile nicht ausreichend gewährleistet, sodass eine gute Chargenqualität nur bedingt zu erzielen ist. Daher ist eine rotierende Trommeleinheit eine sinnvolle Alternative, zumal auch das Handling der Teile im Fertigungsprozess besser berücksichtigt werden kann.

Bei der Auswahl der Trommel/Korbeinheit sind folgende Punkte in Bezug auf die Temperteile zu berücksichtigen:

- Gewicht
- Schüttvolumen
- Schüttdichte
- Verhalten der Teile als „bewegte Masse“ (Verhaken, Verknüllen, statisches Zusammenkleben....)

Die Größe der Trommeleinheit richtet sich auf die Chargenmenge aus und ob das Handlungssystem gleichzeitig auch als internes Transportsystem verwendet wird.



Horizontale Luftführung  
2 entnehmbare Drehtrommeln 15 l  
**Silikon-Temperofen**

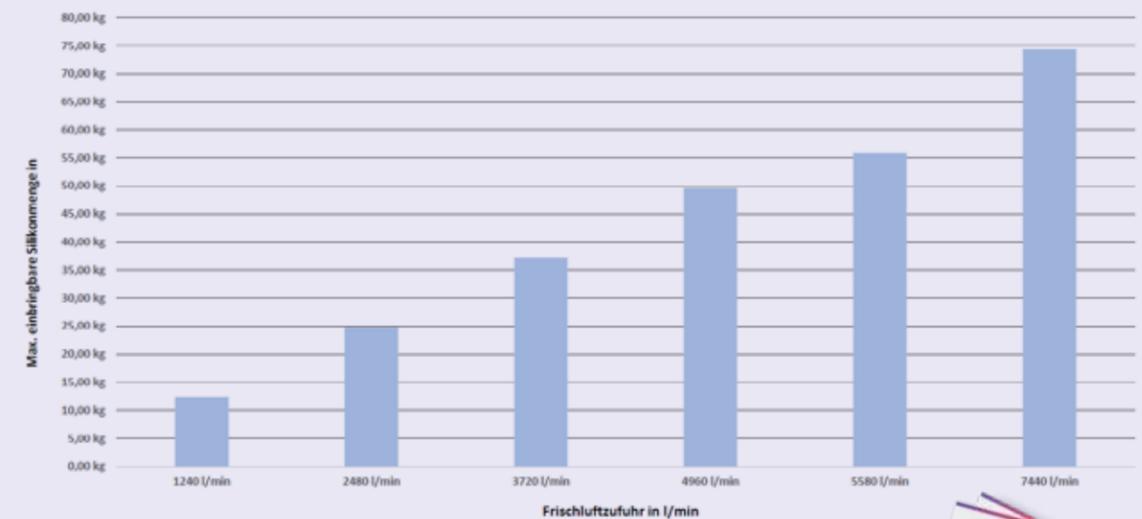


Horizontale Luftführung | Innen gelagerte Rotationstrommel | Trommel herausnehmbar  
**Silikon-Temperofen**



Horizontale Luftführung | Energierückgewinnung 2-stufig | Rotationsbeschickungswagen 4 x 125 l | separater Abkühlstellplatz  
**Silikon-Temperofen**

## Verhältnis Silikonmenge zu Frischluftzufuhr



Sie möchten weitere Informationen?  
Dann melden Sie sich gern bei uns!



# Sicher arbeiten

## ▶ Sicherheitstrockenschränke gemäß DIN EN 1539

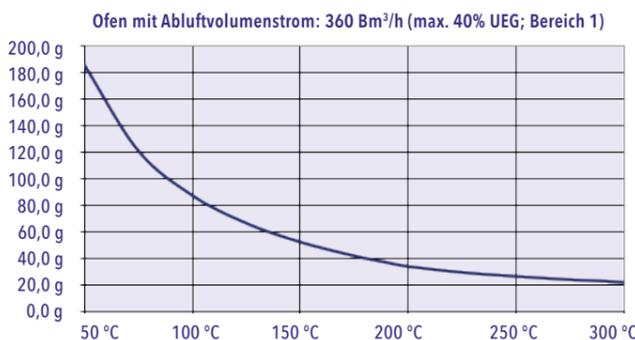
### Die ATEX-Richtlinie

Der Explosionsschutz beschäftigt sich als Teilgebiet der Sicherheitstechnik mit dem Schutz vor der Entstehung von Explosionen und deren Auswirkungen. Ziel ist es Menschen und Maschinen gegen die Gefahren durch Explosion und Feuer zu schützen.

### DIN EN 1539

Wenn sich die eingebrachte Menge Lösemittel beim Trocknungsprozess beispielsweise bei Oberflächenbeschichtungen, Formlacken oder Tränklarzen für eine Charge begrenzen lässt, muß nicht zwingend ein Ex-Trockenschrank entsprechend der ATEX-Richtlinie ausgewählt werden.

Beispiel: Die höchstzulässige Masse brennbarer Stoffe wird anlagenspezifisch festgelegt. Mit einer entsprechenden Arbeitsanweisung wird ein sicherer Betrieb, bei freiwerdenden Lösemittelmengen, garantiert.



Lackrockenschrank 115 I



Lackrockenschrank 105 I



Programmstartfunktion über Barcode  
Barcode-Chargenprotokollierung

2 Fach-Lackrockenschrank mit je einer  
Schublade und einer separaten Kammer

# ATEX Richtlinie

## ▶ ATEX-Sicherheitsschrank

Lässt sich die Lösemittelmenge nicht begrenzen bzw. eine zündfähige Atmosphäre nicht vermeiden, reicht die Berücksichtigung der DIN EN 1539 nicht mehr aus. Über eine Gefährdungsbeurteilung ermittelt man die notwendigen Informationen, um eine Einteilung in Zone 0 bis 2 vornehmen zu können.

Mit Festlegung der Sicherheitszone lässt sich die Explosionschutzmaßnahme ableiten. Im Bereich der Wärmeprozess-technik haben sich bewährt: **Sekundärer Explosionsschutz:** Durch Ausschluss von heißen Oberflächen und anderen Zündquellen erzielt man einen Explosionsschutz mittels einer indirekten Temperierung. **Primärer Explosionsschutz:** Durch Reduzierung des Sauerstoffgehalts < 3% wird eine Zündung ausgeschlossen.



Ex II 2Gc IIA T3 | Nutzraumzone 1 | Thermal-  
ölerzeuger im neutralen Bereich

Ex-Industrieofen

## ▶ ATEX-Richtlinie 2014/34/EU

**Ex II 1 G**

Kennzeichnung gemäß Richtlinienanforderungen

**Ex h IIA T3 Ga**

Kennzeichnung gemäß normativer Anforderungen

① **Gerätegruppe I:**  
Geräte zur Verwendung in Untertagebetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlage, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.

**Gerätegruppe II:**  
Geräte zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.

② **Geräteklasse 1 entspricht Zone 0:**  
Sehr hohes Maß an Sicherheit -  
Einsatz in Zone 0/20, 1/21, 2/22 möglich

**Geräteklasse 2 entspricht Zone 1:**  
Hohes Maß an Sicherheit -  
Einsatz in Zone 1/21, 2/22 möglich

**Geräteklasse 3 entspricht Zone 2:**  
Normalmaß an Sicherheit -  
Einsatz in Zone 2/22 möglich

③ **Art der explosionsfähigen Atmosphäre:**  
G= Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebel  
D= Staub-Luft-Gemische

④ Das Symbol „Ex“ zeigt an, dass das Gerät einer oder mehreren Zündschutzarten entspricht.

⑤	Zündschutzarten des nicht elektr. Explosionsschutzes	Symbol	Norm
	konstruktive Sicherheit „c“	h	EN ISO 80079-37
	Zündquellenüberwachung „b“	h	EN ISO 80079-37
	Flüssigkeitskapselung „k“	h	EN ISO 80079-37

⑥ **Explosionsgruppe:**  
II A: z.B.: Aceton, Benzin, Ethan, Methanol, Phenol  
II B: z.B.: Ethylether, Ethylen, Schwefelwasserstoff, Stadtgas  
II C: z.B.: Acetylen, Schwefelkohlenstoff, Wasserstoff

⑦	Temperaturklasse	Max. Oberflächentemperatur in °C
	Temperaturklasse T1	450 °C (Zündtemperatur >450 °C)
	Temperaturklasse T2	300 °C (Zündtemperatur >300 °C)
	Temperaturklasse T3	200 °C (Zündtemperatur >200 °C)
	Temperaturklasse T4	135 °C (Zündtemperatur >135 °C)
	Temperaturklasse T5	100 °C (Zündtemperatur >100 °C)
	Temperaturklasse T6	85 °C (Zündtemperatur > 85 °C)

⑧ **Equipment Protection Level (EPL):**  
EPL „Ga“ entspricht der Kategorie 1G  
EPL „Gb“ entspricht der Kategorie 2G  
EPL „Gc“ entspricht der Kategorie 3G  
EPL „Da“ entspricht der Kategorie 1D  
EPL „Db“ entspricht der Kategorie 2D  
EPL „Dc“ entspricht der Kategorie 3D

# WKM erklärt einfach

## SAE AMS 2750 F

Bei den Auditvorschriften in der Wärmebehandlung unterscheidet man in zwei Kategorien:

1. Qualitätssysteme mit offizieller Akkreditierung, z.B. Luftfahrtstandard AS7102 (Nadcap) und AMS2750
2. Qualitätshandbücher von Unternehmen, z. B. zu den Normen TS16949 in der Automobilindustrie und CQI-9 in der Wärmebehandlung

### Nadcap

(National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program):

Nadcap ist ein weltweit führendes Kooperationsprogramm wichtiger Unternehmen, das darauf ausgelegt ist, einen kosteneffizienten Konsens zu speziellen Verfahren und Produkten zu verwalten und kontinuierliche Verbesserungen in der Luft- und Raumfahrtbranche sowie in der Rüstungsindustrie zu erzielen.

**Ofeninstandhaltungs- und Verfahrensanforderung laut SAE AMS 2750 F** Normen wie die SAE AMS 2750 F (Aerospace Material Specifications) sind Standards für die Verarbeitung von hochwertigen Materialien in der Industrie. Sie reglementieren branchenspezifische Anforderungen an die Wärmebehandlung. Mit Einführung der CQI-9 verpflichtet sich heute auch die Automobilindustrie, die Wärmebehandlungsprozesse strengerer Regeln zu unterziehen.

Detailliert beschreiben diese Normen die Anforderungen an thermische Prozessanlagen wie zum Beispiel:

- Temperaturgleichmäßigkeit im Nutzraum (TUS)
- Instrumentierung (Vorgabe der Mess- und Regeleinrichtungen)
- Kalibrierung der Messstrecke (IT) vom Regler über Messleitung bis zum Thermoelement
- Prüfungen der Systemgenauigkeit (SAT), Geräte, Fühler etc.
- Dokumentation der Prüfzyklen

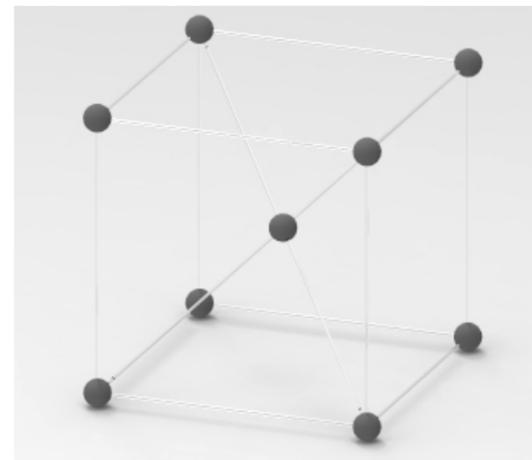
### TS16949

ISO/TS 16949:2002 ist eine technische Spezifikation der ISO für die globale Automobilindustrie, die die bisherigen, individuellen Qualitätssystemstandards in Ländern wie Amerika (QS-9000), Deutschland (VDA6.1), Frankreich (EAQF) und Italien (AVSQ) ersetzt. Sie soll Mehrfachzertifizierungen zur Zufriedenstellung diverser Kunden überflüssig machen.

### Anforderungen der SAE AMS 2750 F

Je nach Qualitätsanforderungen an die Wärmebehandlung wird kundenseitig der Instrumentierungstyp und die Temperaturgleichmäßigkeitsklasse vorgegeben. Der Instrumentierungstyp beschreibt die notwendige Zusammenstellung der eingesetzten Regelung, Aufzeichnungsmedien und Thermoelemente. Die Temperaturgleichmäßigkeit des Ofens und die Güte der eingesetzten Instrumentierung ergeben sich aus der geforderten Ofenklasse. Je höher die Anforderungen hinsichtlich der Ofenklasse gestellt werden, desto präziser muss die Instrumentierung ausgeführt werden.

Ofenklassen	Temperaturgleichmäßigkeit	
	°C	°F
1	+/- 3	+/- 5
2	+/- 6	+/- 10
3	+/- 8	+/- 15
4	+/- 10	+/- 20
5	+/- 14	+/- 25
6	+/- 28	+/- 50



Messgitter 9 Punkt

Instrumentierung	Typ				
	A	B	C	D	E
Je Regelzone ein Thermoelement verbunden mit dem Temperaturregler	x	x	x	x	x
Aufzeichnung der Temperatur gemessen am Regelthermoelement	x	x	x	x	
Sensoren zur Aufzeichnung der kältesten und wärmsten Stelle (Fühler im Zu- und Abluftkanal)	x		x		
Je Regelzone ein Chargenthermoelement mit Aufzeichnung	x	x			
Je Regelzone ein Übertemperaturschutz (Temperaturwählbegrenzer)	x	x	x	x	



# Wärmerückgewinnung

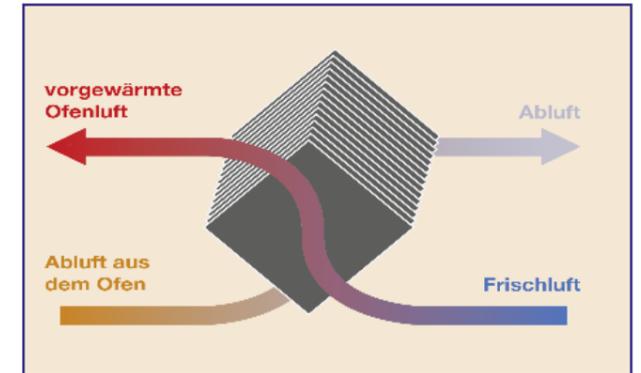
## CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren

Wir schonen nachhaltig wertvolle Ressourcen. Durch die optionale Wärmerückgewinnung werden der Primärenergieverbrauch gesenkt und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert. Die als Option erhältlichen Edelstahl-Plattenwärmetauscher arbeiten nach dem Kreuzstromprinzip und werden für die Volumenströme der entsprechend technisch ausgelegten Ofenanlage ausgelegt.

Die beiden Medien sind durch Austauscherflächen, welche von Wellenplatten auf Distanz gehalten werden, getrennt. Die wellenförmige Struktur dieser Distanzplatten sowie deren kreuzweise Anordnung in Richtung des Zuluft- und Abluftstromes ergeben besonders günstige Betriebseigenschaften.

Das besondere Konstruktionsprinzip ergibt eine erheblich stabilere Struktur im Vergleich zu konventioneller Bauweise. Keine Deformation der Tauscherflächen gegenüber Differenzdruck (min. 10.000 Pa) zwischen dem Zuluft- und Abluftstrom (viele Auflagepunkte auf den Wellplatten) sowie eine hohe Temperaturfestigkeit. Ein optimiertes, isoliertes Gehäuse für den Wärmetauschereinsatz, das im Bereich der Kondensatsammelwanne auf sämtliche Wärmebrücken verzichtet, um einen ohne Kristallisation des Kondensats restlosen Ablauf zu gewährleisten.

Die Auslegung der Wärmetauscher erfolgt anlagenspezifisch und wird in der Regel einstufig mit einem Wirkungsgrad von ca. 50 % oder zweistufig mit einem Wirkungsgrad von ca. 70 % ausgelegt.



Kreuzstromwärmetauscher zur Energierückgewinnung aus der Ofenabluft

Kammerofen unterfahrbar



Was auch immer Sie umweltfreundlich und energieeffizient wärmebehandeln wollen.

Wir projektieren das.

## Saubere Luft

### ▶ Industrieöfen mit Kondensationsanlagen

Beim Produktionstempervorgang können aus den Ausgangsprodukten flüchtige Stoffe freierwerden, diese gelangen häufig unbehandelt bzw. ungereinigt in die Abluft. Je nach Zusammensetzung der Abgase kann, nach einer erfolgten Abluftmessung, geprüft werden bei welchen Kondensationstemperaturen die Inhaltsstoffe ausscheiden, sodass dies nicht mehr in die Abluft abgegeben werden.

Grundsätzlich gilt, dass alle Stoffe in der Abluft bekannt sein müssen und immer nur Stoffe mit sehr ähnlichen Schmelzpunkten und Viskositäten in einer Kondensationsstufe kondensiert werden können. Sollten viele verschiedene Stoffe auftreten, müssen mehrere Einzelstufen ausgeführt werden.

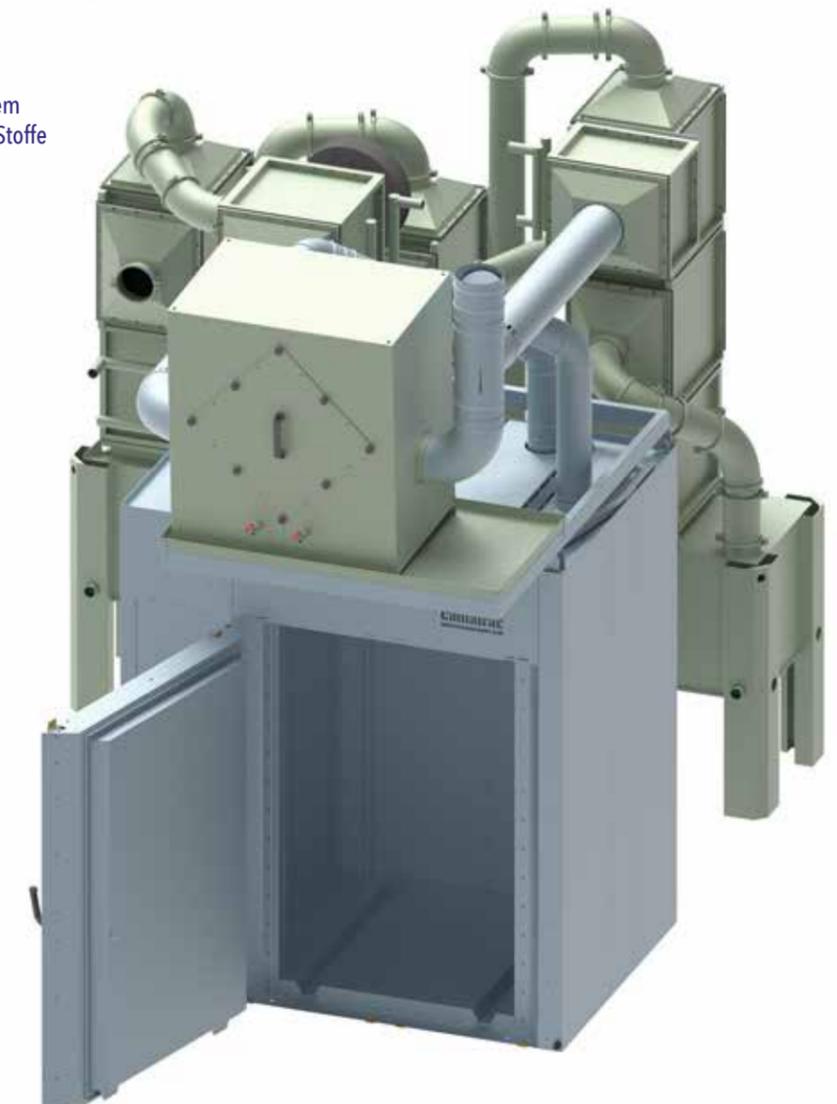
**Stufe I**  
Kreuzstromwärmetauscher in Verbindung mit einem temperaturgeregelten KVS - System und Bypasschaltung. Stoffe die einen Schmelzpunkt:  $> 55^{\circ}\text{C}$  haben, können bereits an diesem Punkt auskondensiert werden. Positiver Nebeneffekt: deutliche Steigerung der Energieeffizienz des Temperofens.

**Stufe II**  
Rohrbündel- oder Rippenrohrwärmetauscher mit einem internen temperaturgeregelten Kühlwasserkreislauf. Stoffe die einen Schmelzpunkt:  $< 55^{\circ}\text{C}$  bis  $+20^{\circ}\text{C}$  haben, können in dieser Stufe auskondensiert werden.

**Stufe III**  
Rohrbündel- oder Rippenrohrwärmetauscher mit einem internen temperaturgeregelten Kühlwasserkreislauf. Stoffe die einen Schmelzpunkt:  $< 20^{\circ}\text{C}$  bis  $0^{\circ}\text{C}$  haben, können in dieser Stufe auskondensiert werden.

**Stufe IV**  
Tiefkühl-Rohrbündel- oder Rippenrohrwärmetauscher mit internen temperaturgeregelten Kühlkreislauf. Stoffe die einen Schmelzpunkt:  $< 0^{\circ}\text{C}$  bis  $> -40^{\circ}\text{C}$  haben, können in dieser Stufe (frostfrei) auskondensiert werden.

**Stufe V**  
**Thermische Nachverbrennung**  
Stoffe die einen Schmelzpunkt:  $< -40^{\circ}\text{C}$  haben, sind, vorbehaltlich der Kenndaten, zu verbrennen. Wenn über das Kondensationsprinzip keine Verbesserung zu erzielen ist, kommt eine thermische Nachverbrennung in Frage (\*ausgeschlossen Siloxane oder ähnliches).



4-stufige Kondensationsanlage mit integrierter Rekuperation

Industrieöfen

# Hochtemperatur

## ▶ Anlassen, Glühen, Härten

<b>Leistungsparameter</b>	<b>Geräteigenschaften</b>
 Temperaturbereich RT +10°C bis +1800°C	 Nutzraumvolumen ab 16 l bis 11.000 l
<b>Bauart</b>	<b>Sicherheit</b>
	 

Weitere Zusatzoptionen:

- Ablufthauben
- Ausführung für Schutzgasatmosphären
- Beschickungs- und Handlingssysteme
- Frisch- und Abluftfiltersysteme
- Kühlgebläse
- Mehrzonenregelung
- Wasserkühlung



3-schichtiger Isolationsaufbau  
Heizelemente auf Tragrohren  
**Laborofen 1.400°C**



5-seitige Beheizung  
Einfache Beladung von oben  
**Brennruhe 1.300°C**

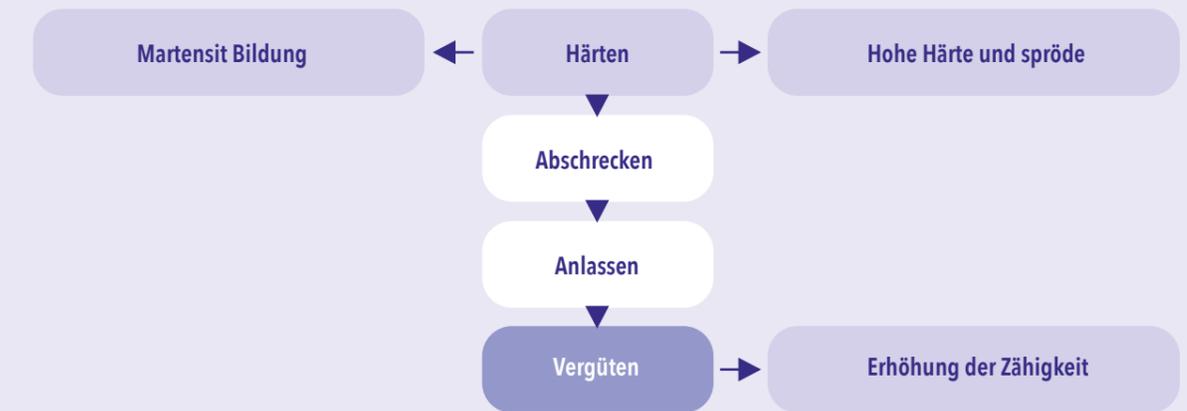


5-seitige Beheizung | Einfache Beschickung  
über herausziehbaren Ofenboden  
**Kammerofen 1.300°C**

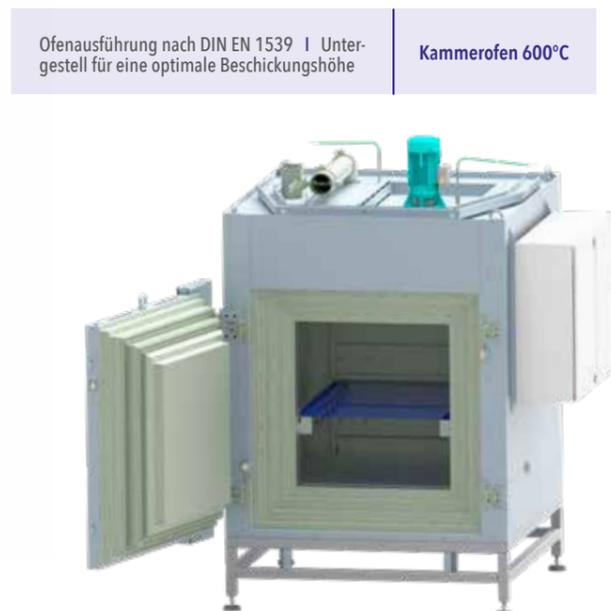
## ▶ Wärmebehandlung von Metall

Je nachdem ob das Erzielen einer hohen Härte oder Steigerung der Zähigkeit bei einem Bauteil im Vordergrund steht, haben sich entsprechende Wärmebehandlungsverfahren wie Härten und Vergüten entwickelt.

Der Unterschied zwischen Härten und Vergüten besteht im letzten Prozessabschnitt, dem sogenannten Anlassen. Das Vergüten beschreibt/ beinhaltet den Prozess des Härten mit anschließendem Abschrecken und dem folgendem Anlassen. Je nach Prozesstemperatur in den jeweiligen Arbeitsschritten, bilden sich unterschiedliche Gefüge aus. Auf Grund der unterschiedlichen Gefüge erhält der Stahl unterschiedliche Eigenschaften. Je nach Einsatzgebiet des Stahls ist eine hohe Steifigkeit, Härte, Zähigkeit oder Festigkeit gewünscht.



automatisierter Türstopfen | Über-  
und Untertemperaturüberwachung  
**Schubladenanlassenofen**



Ofenausführung nach DIN EN 1539 | Unter-  
gestell für eine optimale Beschickungshöhe  
**Kammerofen 600°C**

# Nutzen auch Sie unsere Kompetenz



## ► Umweltsimulation

Temperatur	Schocktest	Klima	Pflanzenwuchs
Sonnenlicht	Vibration	Dichtheitsprüfung	Temperierung Medium Öl
Korrosion	Höhensimulation	Containersysteme	Temperierung Medium Wasser/Glykol

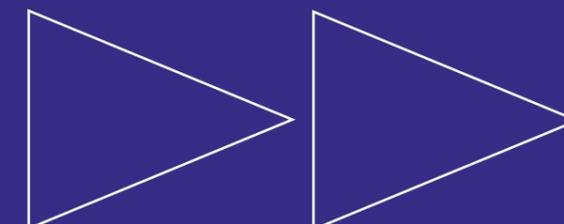
## ► Wärmeprozessstechnik

Trocknen	Tempern Erwärmen	Vulkanisieren	Vakuum
Lösemittel	Coil-Coating Test	Glühen-Härten-Anlassen	Elastomer Kunststoff

Im Bereich der Wärmeprozessstechnik und der Umweltsimulation beraten wir Sie gern, um für Ihren Anwendungsfall eine individuelle Lösung zu projektieren. Wenden Sie sich gern unter der Telefonnummer 05145-28666-10 an uns.

## ► Referenzen

- |   |                           |   |
|---|---------------------------|---|
| 3M Deutschland GmbH                         | Fraunhofer Gesellschaft   | Otto Fuchs KG                                 |
| Airbus Deutschland                          | Freudenberg SE            | PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG                 |
| BASF Coatings GmbH                          | HELLA GmbH & Co. KGaA     | Saint-Gobain Performance Plastics Pampus GmbH |
| Bertrandt AG                                | Hengst SE                 | Sennheiser electronic GmbH & Co. KG           |
| Robert Bosch Fahrzeugelektrik Eisenach GmbH | Limbacher Bremsbelag GmbH | Siemens AG                                    |
| BRUSS Sealing Systems GmbH                  | LANXESS Deutschland GmbH  | Sonplas GmbH                                  |
| Continental AG                              | LEONI Kabel GmbH          | Südbadische Gummiwerke GmbH                   |
| Coroplast Fritz Müller GmbH & Co. KG        | Lufthansa Technik AG      | Volkswagen AG                                 |
| Daimler AG                                  | Magnetfabrik Bonn GmbH    | Webasto SE                                    |
| Dräxlmaier Group                            | Miele & Cie. KG           | Zeschky Galvanik GmbH & Co. KG.               |
| Eissmann Automotive Deutschland GmbH        | MTU Maintenance           | ZF Friedrichshafen AG                         |





WKM

Wärmeprozess- und Klimaprüftechnik Michel GmbH & Co. KG  
Im Bulloh 30 - 32  
29331 Lachendorf

Tel.: +49 (0) 5145 - 28 666 - 10  
Fax: +49 (0) 5145 - 28 666 - 77  
E-Mail: [info@wkm-michel.de](mailto:info@wkm-michel.de)  
Homepage: [www.wkm-michel.de](http://www.wkm-michel.de)

zertifiziert nach  
**DIN EN ISO 9001:2015**