



**Wissenswertes  
über die Vakuumtechnik von Ipsen.**

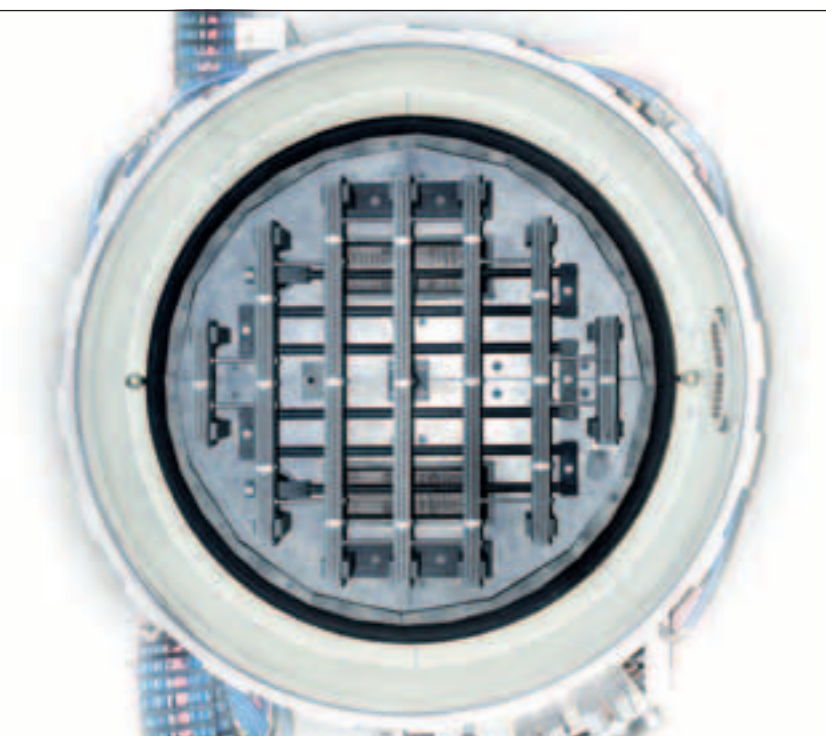


Hard work wins



# Für das komplette Programm im Vakuum.

Mit Ipsen Vakuumöfen sind neben konventionellen auch anspruchsvolle Wärmebehandlungen durchführbar. Die Umwandlung des Gefüges unter Vakuum und das Abschrecken mit Kühlgas führen zu einer optimalen Härte und einer blanken Oberfläche der Werkstücke.



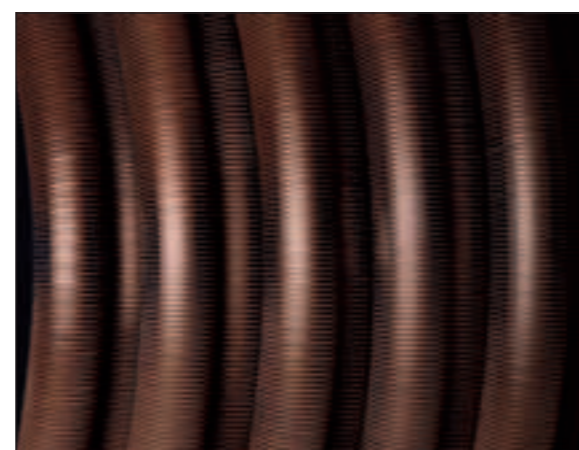
Herdboden eines vertikalen Vakuumofens

Wo ist der Einsatz von Ipsen Vakuumtechnologie sinnvoll? Nun, überall dort, wo durch das Härten spezielle Stahlqualitäten hergestellt werden sollen oder wo man sich eine möglichst große Vielzahl von Einsatzoptionen offen halten möchte. So ermöglichen Vakuumöfen zum Beispiel auch das Löten von thermisch oder mechanisch hochbelastbaren Verbindungen. Die bedeutendsten Anwendungsgebiete für Ipsen Vakuumtechnik finden sich daher in der Luft- und Raumfahrtindustrie, im Strahltriebwerksbau, der Kerntechnik, der Medizintechnik, aber auch in Lohnhärtereien oder im Automobilbau.

Die Vorteile einer Wärmebehandlung in einem Ipsen Vakuumofen liegen auf der Hand: Die Randzonen der Werkstücke bleiben oxidations- und entkohlungsfrei, auch Werkstücke mit einer komplexeren Geometrie können verzugsarm behandelt werden. Die Ipsen Vakuumtechnik zeichnet sich darüber hinaus besonders dadurch aus, dass sie eine hohe Qualitätskonstanz liefert und sich somit die gewünschten Behandlungsergebnisse immer wieder reproduzieren lassen.

Dabei können folgende Verfahren durchgeführt werden (in alphabetischer Reihenfolge): AvaC® (Niederdruck-Aufkohlen), AvaC®-N (Niederdruck-Carbonitrieren), Blankhärten, Blankglühen, Lösungsglühen, Blankanlassen, Entgasen, Hart- und Hochtemperatur-Löten, Sintern und SolNit®.

Wie ist ein Vakuumofen aufgebaut? Im Zentrum der Ipsen Vakuumtechnologie steht eine rechteckige oder eine runde Heizkammer. Ihre Wärmeisolation baut sich aus verschiedenen Stahlblech- oder Graphitschichten auf. Beim Einsatz von Graphit wird dieses, da sie beim Hochdruckgasabschrecken einem hohen Oberflächenverschleiß ausgesetzt ist, entweder vollständig oder an besonders kritischen Stellen mit Abdeckungen aus CFC (Carbonfiber reinforced Carbon), einem Hochleistungsfaserverbundwerkstoff, geschützt. Dadurch lässt sich die Standzeit der Kammer deutlich verlängern.

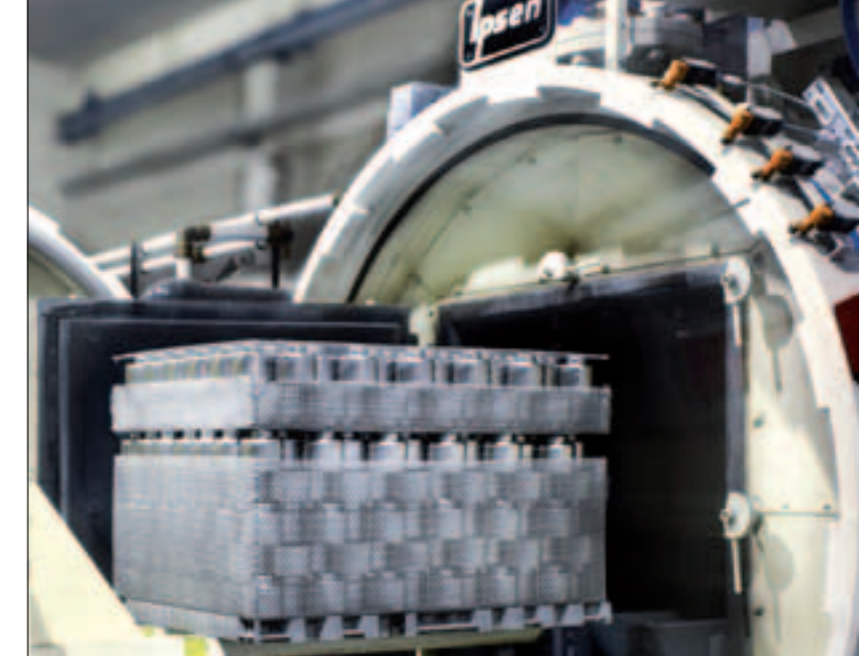


Die gerippten und damit großflächigen Wärmeaustauscher aus Kupfer sorgen für eine intensive Rückkühlung des Kühlgasstroms.

Zur Beheizung der Kammer setzt Ipsen Niederspannungsheizelemente aus Molybdän oder Graphit ein, die über die Innenseite der Kammerwände verteilt sind. Damit eine optimale Gleichmäßigkeit bei der Werkstückdurchwärmung auch bei hohen Beladedichten erzielt wird, sind die Heizungskreise in mehrere Zonen aufteilbar und können unabhängig voneinander geregelt werden. Ipsen Vakuumöfen mit Graphitisolierung sind in der Regel mit einem konvektiven Heizsystem ausgestattet. Bei diesem System wird zur Beschleunigung der Aufwärmung nach der Evakuierung des Ofens Stickstoff zugeführt, mit dem bis zu einer Temperatur von 850 °C konvektiv erwärmt werden kann. Dadurch kann nicht nur die Aufheizzeit stark reduziert, sondern es können auch Anlásszyklen bei niedrigen Temperaturen mit hoher Temperaturgleichmäßigkeit gefahren werden.

Wie überhaupt die Vakuumtechnik von Ipsen so optimiert werden konnte, dass ihr Energie- und Ressourcenverbrauch extrem niedrig ist. So werden nicht nur die neuesten Umweltstandards erfüllt, sondern es wird auch ein besonders kostengünstiger Betrieb ermöglicht.

Hohe Gasgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit, schnelles und präzises Umsteuern des Gasstroms. Nur wenn hier alles stimmt, stimmt auch das Ergebnis: eine optimal abgeschreckte Charge. Ipsen rüstet dafür alle seine Vakuumöfen mit einem optimierten Kühlsystem aus. Wahlweise steht dabei eine vertikale oder horizontale Kühlgasfüh-



Beladung eines Turbo® Treaters

rung zur Verfügung. Bei Werkstücken wie ringförmigen, großvolumigen oder besonders langen Teilen kann der Einsatz einer radialen Kühlgasführung vorteilhaft sein. Dabei erfolgt der Kühlgas-einlass in die Heizkammer über ein Plenum und Gasdüsen, die über die gesamte Zylinderfläche der Heizkammer angeordnet sind.

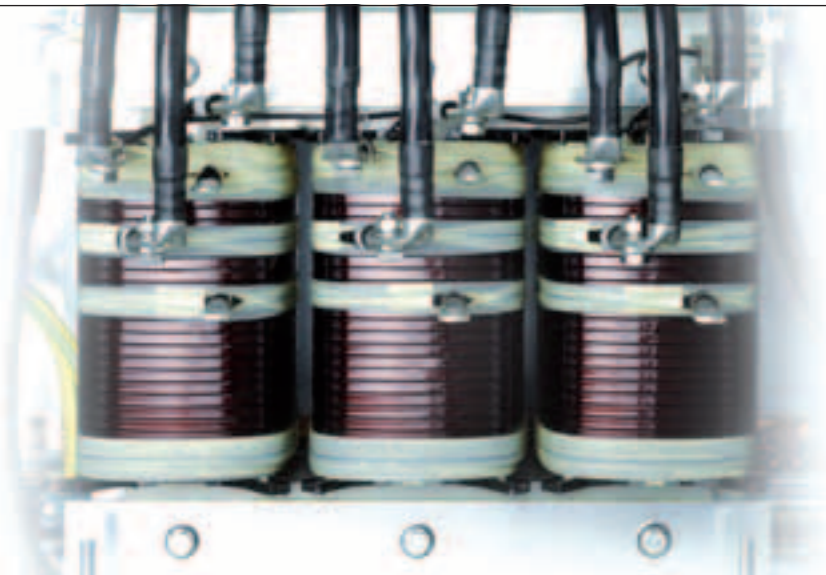
Besonderes Augenmerk haben Forschung und Entwicklung von Ipsen auf die Gasdynamik in der Heizkammer gelegt, denn nur durch eine optimale Kühlgasführung kann Verzug stark minimiert oder sogar vermieden werden. In enger Zusammenarbeit mit externen Instituten wurden mit Hilfe mathematischer Modelle (CFD) und durch Verifizierung an Versuchsöfen Untersuchungen über den Kühlgasstrom durchgeführt und die gewonnenen Erkenntnisse insbesondere auf die Konstruktion der Gaseinleitungseinrichtung, das Design der Gasverteilungsgitter und die Anordnung der Wärmetauscher angewandt. Das Ergebnis: Eine Gasdynamik, in der die Charge auf ganzer Breite völlig gleichmäßig vom Kühlgas durchströmt wird.



Stromkupplung eines vertikalen Vakuumofens

## Schnell und sparsam: der LCP-Start.

Energie ist teuer. Und deshalb ist alles gut, was Energie spart. Gut also, dass es den patentierten LCP-Start von Ipsen gibt – er reduziert den vergleichsweise großen Energiehunger des Kühlmotors für die Hochdruckgasabschreckung deutlich.



Die Transformatoren zum LCP-Start des Kühlgasventilators

Spitzenstrom ist besonders teuer. Er entsteht zwangsläufig beim Starten eines Kühlgasventilators zu Beginn der Hochdruckabschreckung – und das sowohl beim Direkt- als auch beim Softstart. Bei diesen konventionellen Startverfahren kann der Motor erst nach Aufbau eines Drucks von ca. 1.000 mbar abs. gestartet werden und dies wiederum nur mit einem 10- bzw. 5-fachen des Nennstroms. Der von Ipsen patentierte LCP-Start (Low Current Power Start) spart hier nun richtig Energie. Mit seiner Hilfe kann der Stromverbrauch im Spitzenlastbereich auf das ca. 2,5-fache des Nennstroms und somit drastisch gesenkt werden.

Doch wie funktioniert der LCP-Start?

Anders als bei konventionellen Systemen startet der Kühlmotor kurz vor Beginn der Kühlphase

bereits im Vakuum. Möglich wurde dies durch eine ausgeklügelte Reduzierung der Versorgungsspannung in der Startphase. Ein beabsichtigter Begleiteffekt dieses Verfahrens ist die deutlich erhöhte Abkühlintensität zu Beginn der Kühlung. Das Kühlgas strömt nach Abschaltung der Ofenheizung in einem Füllvorgang bis zum Erreichen des gewünschten Kühlgasdrucks bei voll laufendem Kühlventilator in die Anlage ein. Die Zeit zwischen dem Ende der Heizphase und Erreichen des gewünschten Kühlgasdrucks konnte somit drastisch reduziert werden.

Übrigens – auch hier wird richtig viel Energie gespart: Eine optional erhältliche Cosinus-Phi-Umschaltung der Heizungstransformatoren (Ipsen Patent) reduziert den Blindstrom in der Haltephase des Vakuumofens. Durch eine spezielle Schaltung der Heizungstransformatoren kann der Leistungsfaktor Cosinus Phi und damit der Wirkungsgrad in der Haltephase stark erhöht werden, was zugleich in dieser Phase die Blindstromanteile um bis zu 40 % senken kann.



Blick auf den kräftigen Kühlmotor des Turbo<sup>®</sup> Treaters

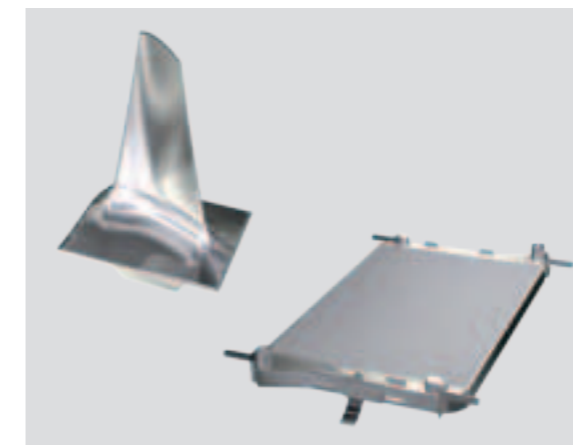
## Besser ist das: Lötten in Vakuum.

Viele qualitativ hochwertige Produkte aus rostfreiem Stahl, Keramik oder Aluminium lassen sich wirtschaftlich und umweltschonend nur durch Lötten im Vakuum herstellen. Ipsen bietet dafür manuelle, halb- und vollautomatische Ein- oder Mehrkammeröfen.

Dabei kommen zwei Verfahren zum Einsatz: das Hartlöten, vowiegend von Aluminium im Hochvakuum, und das Hochtemperaturlöten.

Beim flussmittelfreien Hartlöten von Aluminium werden magnesiumhaltige Lote in Form von lotplattierten Bändern eingesetzt. Dabei wird – vor Beginn des Lötflusses – die Aluminiumoxidhaut beim Erwärmen aufgerissen und anschließend durch das ausdampfende Magnesium abgetragen.

Das Hochtemperaturlöten im Grob-, Fein- oder Hochvakuum ist besonders für thermisch und mechanisch höher belastete Verbindungen geeignet. In der Regel werden Lote auf Nickel-, Kupfer- oder Edelmetallbasis als kristalline Folien, Plattierungen, Pulver oder Pasten benutzt, deren Liquidustemperatur über 900 °C liegt.



Das Verfahren der flussmittelfreien Lötung ist besonders umweltschonend, da keine aggressiven Flussmittel aufgebracht werden. Das Entsorgen



Die neue Ipsen Blechstrahl-Heizkammer für das Hartlöten und das Hochtemperaturlöten

von Flussmittelrückständen entfällt natürlich und eine Nachbehandlung der Teile ist auch nicht erforderlich. Auch die Lötverbindungen sind qualitativ besser: Sie beeinflussen nicht die mechanische Festigkeit oder die Korrosionsbeständigkeit durch Flussmitteleinschlüsse im Bereich des Grundwerkstoffs und bieten daher eine deutlich zuverlässigere Verbindungsfestigkeit.

Die Vorteile des Vakuumlöten in Ipsen Lötanlagen liegen dabei auf der Hand: Die Ofenatmosphäre lässt sich definiert einstellen, die Temperatur sehr schnell regulieren, eine vorbildliche Temperaturgleichmäßigkeit ist gewährleistet. Darüber hinaus zeichnet sich die Vakuumtechnologie von Ipsen selbstverständlich auch beim Lötten durch ihre vorbildliche Effizienz aus.

# TITAN – Der große Kleine von Ipsen.

Neuester Spross der Vakuumtechnologie von Ipsen ist der Titan, ein hochkompakter Vakuumofen und das ideale Universalwerkzeug für Lohnhärter und für alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die selbst wärmebehandeln oder sich neue Geschäftsfelder erschließen möchten.

Leicht zu installieren, einfach zu bedienen – das waren die Aufgaben, die sich Ipsen gestellt und mit dem Titan gelöst hat. Das Einrichten des Ipsen Titan ist also denkbar einfach: Auf einer Bodenplatte vormontiert kann er dank seiner Rollen mit Hilfe eines Gabelstaplers an den Standort geschoben werden und ist innerhalb eines Arbeitstages einsatzbereit.

Einfach auch seine Bedienung. Sie wurde so konzipiert, dass Nutzer ohne vertiefte Wärmebehandlungskennnisse sich leicht zurechtfinden und zu exzellenten Ergebnissen kommen. Der Programmierung und Steuerung des Titan dient ein schwenkbares 17"-Terminal, das direkt am Ofen angebracht ist. Die Benutzerführung unterstützt 21 Sprachen sowie die gängigen Maßeinheiten. Sie ist selbsterklärend und intuitiv. Und die gefährlichen Prozesse können direkt ausgewertet und für spätere Anwendungen dokumentiert werden.

Alle sechs gebräuchlichen Prozesse der Wärmebehandlung – also Glühen, Härten, Hartlöten, Lösungsglühen, Entspannen und Anlassen – werden schnell und unkompliziert durchgeführt. Und das mit einer beeindruckend hohen Effizienz. Dem Nutzer stehen via Terminalsteuerung über 1.000 Prozessvarianten zur Verfügung. Der Ipsen Titan bietet dabei alle Optionen, die man braucht. Denn er erzeugt Temperaturen bis zu 1.315 °C und das bei einer durchgängig hervorragenden Gleichförmigkeit von  $\pm 5$  °C.

Dies macht ihn besonders geeignet für den Einsatz in Branchen, die höchste Ansprüche an die Qualität der Wärmebehandlung stellen – also für den Maschinen- und Werkzeugbau, für Hersteller von Medizintechnik und für Unternehmen der Luft- und Raumfahrttechnik.



Der Titan ist besonders für die Behandlung kleinerer Chargen oder einzelner Werkstücke geeignet und ermöglicht daher ein sehr ressourcenschonendes Arbeiten.

# Patente Verfahren: AvaC<sup>®</sup> und SolNit<sup>®</sup>.

Ipsen proudly presents: Zwei innovative, patentierte Prozesse, die nur mit Ipsen Vakuumöfen gefahren werden können – der Niederdruck-Aufkohlungsprozess AvaC<sup>®</sup> sowie das SolNit<sup>®</sup>-Verfahren. Gesteuert werden sie durch die Verfahrenssoftware Vacu-Prof<sup>®</sup>.

Vacu-Prof<sup>®</sup> ermöglicht eine präzise und individuelle Steuerung der Verfahren.



AvaC<sup>®</sup>, die Niederdruckaufkohlung mit Acetylen, ist eine bewährte Alternative zu konventionellen Verfahren der Aufkohlung. Die Vorteile gegenüber der Gasaufkohlung liegen auf der Hand: AvaC<sup>®</sup> bietet neben einer vollständig randoxidationsfreien Oberfläche die höchste Kohlenstoffübertragung. Der Prozess lässt sich einfach führen und liefert dabei sehr gut reproduzierbare Ergebnisse – unter anderem eine besonders gleichmäßige Aufkohlung auch bei komplexen Geometrien wie z. B. Sacklochbohrungen.

Zudem zeichnet er sich durch seine Umweltfreundlichkeit aus, da der Prozessgas- sowie der Energieverbrauch vergleichsweise niedrig sind. Darüber hinaus verbessert die trockene Hochdruckgasabschreckung das Verzugsverhalten, und ein Waschen der Werkstücke ist nach der Abschreckung nicht erforderlich. Wird der Aufkohlungsprozess bei erhöhter Temperatur (z. B. 1.050 °C) gefahren, so kann die Zyklusdauer (unter Berück-

sichtigung der Anforderung an das Gefüge) im Vergleich zu konventionellen Verfahren deutlich verkürzt werden.

Als Prozessvariante steht AvaC<sup>®</sup>-N, die Niederdruck-Carbonitrierung mit Acetylen und Ammoniak, zur Verfügung. Sie verbindet die Vorteile der Niederdruckaufkohlung mit denen der Carbonitrierung. Die damit gehärteten Stähle weisen eine höhere Temperaturbeständigkeit, verbesserte Härte und einen erhöhten Verschleißwiderstand auf. Beide Verfahren lassen sich ohne weiteres in jede Produktionslinie integrieren.

Für die Herstellung besonders korrosionsbeständiger und zugleich besonders harter Stähle bietet sich das innovative SolNit<sup>®</sup>-Verfahren an. Durch Randaufstickung bis zu einer Tiefe von 0,1 bis 3 mm können austenitische wie martensitische rostfreie Stähle randschichtgehärtet werden. Die Einlagerung von Stickstoffatomen führt dabei zu einer deutlich erhöhten Festigkeit und zugleich zu einem verbesserten Korrosionswiderstand. Mit den beiden Prozessvarianten SolNit<sup>®</sup>-M und SolNit<sup>®</sup>-A lassen sich auf diese Weise hochbelastbare Stähle unter anderem für Wälzlager und Werkzeuge, Pumpen und Turbinen, für medizinische Instrumente oder chemische Anlagen herstellen.

Zur Steuerung dieser Verfahren wird übrigens die Ipsen Software Vacu-Prof<sup>®</sup> eingesetzt, die sich durch einfache Bedienung, hohe Sicherheit und Präzision auszeichnet.

## Gut vorankommen: der Transport.

Das Be- und Entladen von Vakuumöfen kann vollautomatisch erfolgen. Mit der Produktionssoftware AutoMag® lassen sich Ipsen Vakuumöfen zudem nahtlos in Produktionslinien einfügen.

Ipsen Transportsysteme sorgen für zuverlässige Produktionsprozesse.



Für die Integration von Vakuumöfen in Produktions- und Fertigungsprozesse stellt Ipsen ausgereifte Transport- und Speichersysteme zur Verfügung – sowohl automatische Be- und Entladesysteme als auch Zwischenspeichersysteme sowie Rollenbahnen. Die Systeme können so ausgelegt werden, dass ein beliebiger Zugriff auf die Chargen möglich ist oder diese, nach dem Prinzip „first in/first out“, in einer gespeicherten Reihenfolge bearbeitet werden. Für die vollautomatische Steuerung, Automation und Verkettung der Ofenanlagen und ihrer Peripherie wird die bewährte AutoMag®-Produktionssoftware eingesetzt. Sie bietet eine komplette Anlagenübersicht, steuert den automatischen Transport und ermöglicht den Datenaustausch mit PPS-/ERP-Systemen wie SAP oder Infor.

## Der Service. Alles mit System.

Am besten kommt doch alles aus einer Hand: Ipsen bietet neben seinen Öfen und Anlagen einen optimalen Service, der an 365 Tagen rund um die Uhr erreichbar ist.

Zum guten Schluss noch ein paar Worte zum Service von Ipsen. Kaum ein anderes Produkt des Maschinenbaus lebt so lange wie ein Vakuumofen von Ipsen. Dies zeigt die hohe Qualität unserer Öfen. Dennoch bedürfen sie einer fachgerechten Wartung. Und deshalb begleiten wir Sie und unsere Öfen mit dem bestmöglichen Kundendienst. Sollte

trotzdem ein Reparaturfall auftreten: Unsere Service-Hotline 01 72-253 39 10 ist für Sie an 365 Tagen im Jahr rund um die Uhr erreichbar, damit Ihnen unsere Servicetechniker und Ingenieure so schnell wie möglich helfen können. Und wir haben noch mehr auf Lager: das weltweit größte Ersatzteilsortiment der Branche für Ihre Ipsen Vakuumtechnik.

Immer dabei: Eine Auswahl wichtiger Verschleißteile wird in unseren Servicewagen mitgeführt.

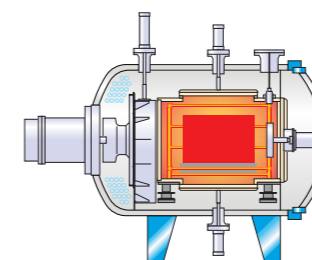


## Kleine Übersicht über die Bauarten.

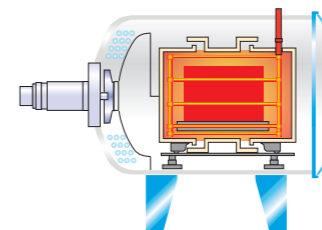
Die Vakuumtechnik von Ipsen wird in diversen Standardgrößen geliefert. Dank ihrer modularen Bauweise kann sie jedoch in diversen technischen Ausführungen exakt an die Bedürfnisse der Kunden angepasst werden.

Vakuumöfen von Ipsen sind sowohl als Einkammerwie als Mehrkammeröfen lieferbar. Und: Neben den Standardgrößen bietet Ipsen auch die Spezialanfertigung von Sonderausführungen an. Grundsätzlich kann jedoch zwischen zwei verschiedenen Bauarten gewählt werden: vertikal oder horizontal.

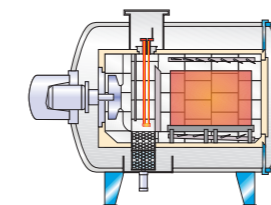
Turbo® Treater – erhöhte Abschreckungsgeschwindigkeit, gleichmäßige Abkühlung. Flexibles, dynamisches Kühlsystem mit vertikaler Chargenanstromung. Optimal einsetzbar und anpassbar an Materialien, Geometrien und Chargierungen. Umwälzer für die Konvektionswärmeübertragung. Kühlgasdrücke bis 20 bar. Der TITAN ist der kleinste Ofen aus der Familie der Turbo® Treater.



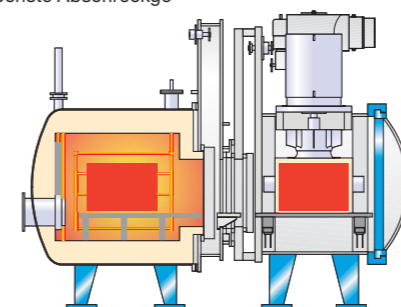
Bauart GL – universell einsetzbarer Hochtemperaturofen für horizontale Beschickung. Vertikale Kühlgasführung von oben nach unten durch Labyrinthöffnungen. Kühlgasdrücke bis 1,49 bar absolut.



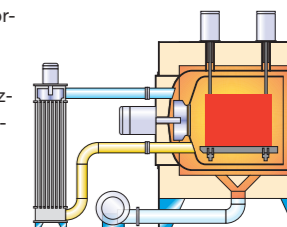
Bauart VDFC – Anlassöfen für Behandlungen unter Inertgas. Hohe Oberflächengüte der behandelten Teile. Hohe Temperaturgleichmäßigkeit. Kompakte, robuste Konstruktion, minimaler Wartungsaufwand.



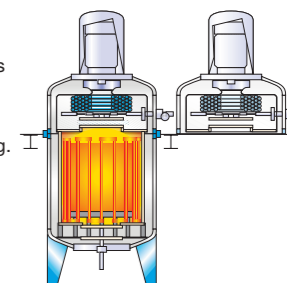
Bauart RVHT-QGP – Zweikammer-Vakuumofen mit separater Heizkammer und Hochdruck-Gasabschreckkammer (bis 20 bar) für höchste Abschreckgeschwindigkeiten.



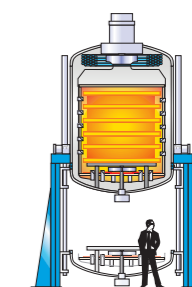
Bauart Multi Treater® – Spezifische Vorteile: Hängender Chargentisch für 5 t. Mit einer Retorte ausgerüsteter Ofen für Wärmebehandlungen unter Schutzgas. Durch wirkungsvolle interne Gasumwälzung hohe Temperaturgleichmäßigkeit und kurze Erwärmungszeiten. Zusätzliche Schnellkühlung. Breites Anwendungsspektrum. Blankanlassen, Nitrieren, Nitrocarburieren, Vor- und Nachoxidieren etc.



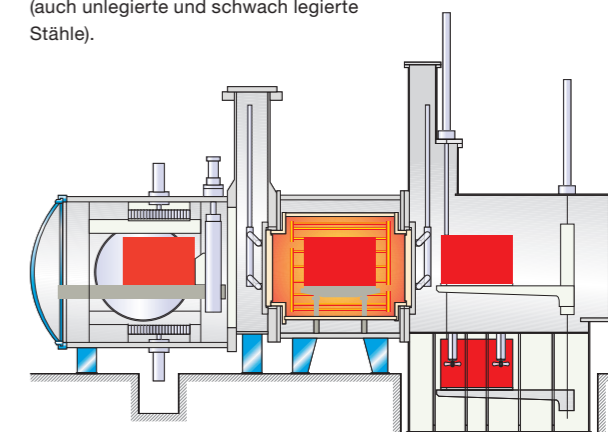
Bauart VVFC/VVTC – universell einsetzbarer vertikaler Vakuumofen, wahlweise mit Umwälzer für forciertes Abschrecken. Einfache Chargierung von oben. Je nach Chargiergestell hängende oder stehende Chargierung. Äußerst geringer Verzug bei langen und schlanken Teilen. Kühlung wahlweise unter Vakuum, Inertgas oder umgewälztem Inertgas. Integrierte Gasrückführung. Bewegliche Luken an Decke und Boden. Kühlgasdrücke bis 20 bar.



Bauart VR/VRK – universell einsetzbarer vertikaler Vakuumofen. Kühlgasführung radial und axial. Internes Kühlgas-Rückkühlsystem. Umwälzer für die Konvektionswärmeübertragung, dadurch geringe Gasverbräuche beim kombinierten Härten und mehrmaligen Anlassen. Kühlgasdrücke bis 20 bar.



Bauart FRVOQ/FRVC – Dreikammer-Vakuumofen mit Hochdruckgas- und Ölabschreckkammer. Geeignet für das Härten der gesamten Stahlpalette (auch unlegierte und schwach legierte Stähle).



# Über das Unternehmen.

**Ipsen – wenn doch jede Entscheidung so einfach wäre. Denn Ipsen steht für State-of-the-art-Technologie im Markt für Wärmebehandlungsanlagen – und das von Anfang an. Kein anderes Unternehmen hat diesen Markt mit seinen Innovationen so geprägt.**

Seit über 60 Jahren sorgt Ipsen mit innovativen Technologien wie dem AvaC®-Verfahren (Niederdruckaufkohlung), dem SolNit®-Verfahren (Randaufstickung) oder dem neu entwickelten Hybrid-Carb-Verfahren (Gasaufkohlung mit Recycling) für neue Wege, dem Stahl immer bessere Eigenschaften zu geben. Höchstleistung bei höchster Zuverlässigkeit bildet die Grundlage dafür, dass Öfen und Wärmebehandlungsanlagen bei Kunden in aller Welt einen exzellenten Ruf genießen. Zu diesen zählen unter anderem

Unternehmen aus der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, aber auch aus dem Werkzeug- und Maschinenbau sowie Lohnhärtereien.

In den Mittelpunkt der Arbeit stellt Ipsen jedoch nicht nur die Technik, sondern auch die hohen Erwartungen seiner Kunden.

Also bauen und entwickeln wir nicht nur, sondern kümmern uns auch um einen schnellen, reibungslosen und aufmerksamen Service.



Wenn Sie Kontakt mit uns aufnehmen möchten, dann schreiben, mailen oder rufen Sie uns an:

Ipsen International GmbH

Flutstraße 78

47533 Kleeve

Deutschland

Telefon 02821 804-0

info@ipsen.de · www.ipsen.de

**Hard work wins**

