

# Innovative Vakuumlösungen

 **Leybold**

für die Entgasung von Stahl in der  
Sekundärmetallurgie

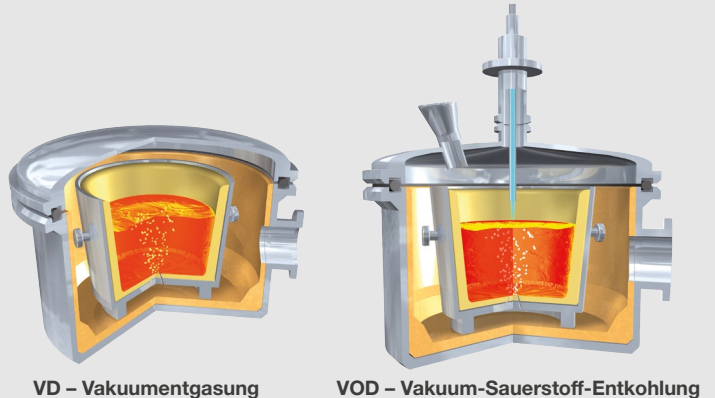




# Höchste Effizienz durch Vakuum

## VD/VOD-Prozesse

Vakuumentgasung (VD) für niedriglegierten Stahl, Vakuum-Sauerstoff-Entkohlung (VOD) für Edelstahl. Die VD-Behandlung wird eingesetzt, um den Gehalt an flüchtigen Gasen (z. B. Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff) im Stahl zu verringern und dadurch die Stahleigenschaften zu verbessern. Die VOD-Behandlung beinhaltet einen zusätzlichen Sauerstoffblassschritt zur Kohlenstoffentfernung. Das Sauerstoffblasen wird auch für die Entkohlung von unlegierten oder niedriglegierten Stählen (VD-OB) und für die chemische Erwärmung genutzt.



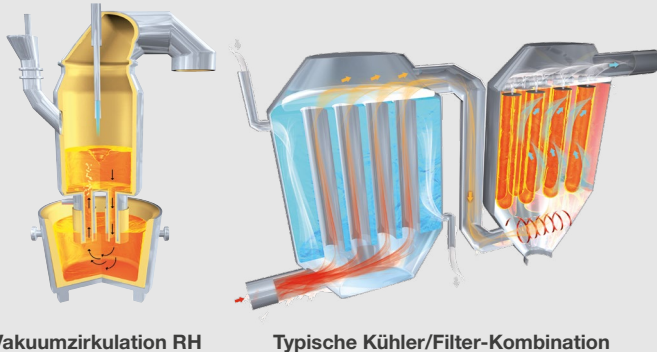
## Herausforderungen bei Vakuumsystemen

### VD-Prozess

- Das Vakuumsystem muss den gesamten Gasstrom und erhebliche Staubmengen bewältigen, die durch die Metaldämpfe der Schmelze entstehen.
- Der typische Sauggeschwindigkeitsbedarf bei Entgasungsdruck (ca. 0,67 mbar) liegt zwischen 50.000 m<sup>3</sup>/h und 250.000 m<sup>3</sup>/h.
- Die erforderliche Evakuierungszeit beträgt etwa vier bis sechs Minuten. Eine schnelle Evakuierung ist wichtig, da die Schmelze während der Behandlung kontinuierlich abkühlt. Um Schlackenschaumbildung und starke Gasausbrüche und Spritzer zu vermeiden, ist ein kontrollierter Abpumpvorgang erforderlich.

### VOD-Prozess

- Die Entkohlung erfordert ein Vakuumsystem, das kontinuierlich in einem Grobvakuumbereich von etwa 50 bis 200 mbar arbeitet und gleichzeitig hohe Gasströme von typischerweise 5.000 m<sup>3</sup>/h bis 20.000 m<sup>3</sup>/h abführen kann.
- Das Vakuumsystem muss Gasstromspitzen mit hohen Konzentrationen von gasförmigem Sauerstoff standhalten können.



### **RH-O-Prozess (Ruhrstahl Heraeus):**

Ideal für integrierte Stahlwerke oder Anlagen mit hoher Produktivität und häufigen Vakuumbehandlungen in schneller Abfolge. Entgasung und Entkohlung sind effektiver als bei der Pfannen- und Tankentgasung (VD), da Argon intensiver eingesetzt wird und der Freiraum des Reaktionsbehälters wesentlich größer ist. Bei RH-Systemen befinden sich an der Unterseite des Vakuumbehälters zwei Schnorchel, die in die Pfanne mit dem Stahlbad eingetaucht werden. Durch die Evakuierung des Behälters wird der Stahl in die Behandlungskammer gehoben.

### **Herausforderungen bei Vakuumsystemen**

#### **RH-/RH-OB-Prozess (Ruhrstahl Heraeus)**

- Die Prozessherausforderungen haben Ähnlichkeit mit denen der VD- und VOD-Prozesse. Da die Tonnagen höher sind und der Schutz der Sauerstofflanze einen enormen zusätzlichen Inertgasstrom erfordert, kann der typische Sauggeschwindigkeitsbedarf bei Entgasungsdruck (ca. 0,67 mbar) bis zu mehr als 1.000.000 m<sup>3</sup>/h betragen.

#### **Gaskühlung**

- Alle Zwangsentkohlungsprozesse mit Sauerstoffblasen müssen über einen langen Zeitraum in einem Grobvakuumbereich betrieben werden.
- Es ist eine effiziente Gaskühlung erforderlich, da die abgesaugten heißen Gase andernfalls den Filter und das Vakuumsystem überhitzen würden.

#### **Staubfilterung**

- Staubfilterung ist erforderlich, um die teilweise enormen Staubmengen aufzufangen, die während des Prozesses entstehen.
- Da die Staubpartikel häufig selbstentzündlich sind, muss das Filtersystem entsprechend ausgelegt werden.





# Vakuumsysteme für die effiziente Stahlgasung

**Leybold bietet innovative Vakuumlösungen für sekundärmetallurgische Anwendungen. Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung als weltweit führender Anbieter von maßgeschneiderten Konzepten basierend auf Kundenanforderungen mit mehr als 100 Systemen im Praxiseinsatz.**

Unsere hochmodernen mechanischen Pumpen sind für hohe Zuverlässigkeit ausgelegt, sodass sie langfristig in rauen Stahlwerkumgebungen betrieben werden können. Durch die Installation von Standardpumpen in mehreren Anordnungen können selbst höchste Anforderungen an die Sauggeschwindigkeit zu einem wettbewerbsfähigen Preis erfüllt werden.



6-2-2-Systemkonfiguration



# Zusammenstellung und Anpassung

Mechanische Vakuumsysteme, die Roots-Gebläse und trockenverdichtende Schraubenvakuumpumpen kombinieren, sind heute der anerkannte Industriestandard. Diese modernen mechanischen Pumpenlösungen tragen zur Senkung der Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen bei und bieten gleichzeitig neue Möglichkeiten zur Prozesssteuerung. Leybold bietet hochgradig standardisierte Lösungen für Stahlgasungssysteme.

Standardvakuumkomponenten werden in hohen Stückzahlen hergestellt, was niedrige Kosten, schnelle Verfügbarkeit und höchste Qualität ermöglicht, die durch strenge Produktionsstandards gemäß ISO 9001 sichergestellt wird. Unsere Pumpen können vor Ort von geschulten Servicemitarbeitern repariert werden. Ein Backup-Pool mit Pumpen ist an vielen Standorten weltweit verfügbar, falls ein Vor-Ort Service nicht möglich ist.



## DRYVAC-Vakuumpumpen

Trockenverdichtende DRYVAC-Schraubenvakuumpumpen sind robuste und kompakte Vakuumlösungen mit integrierten intelligenten Überwachungs- und Steuerungsfunktionen. Sie sind ideal für anspruchsvolle industrielle Anwendungen geeignet. Saugvermögen: 450 bis 1600 m<sup>3</sup>/h.



8-2-4-Systemkonfiguration (ATEX)

## Roots-Gebläse RUVAC WH

Mit den Rootspumpen RUVAC WH kann ein hohes Saugvermögen und der beste Enddruck bei maximaler Sicherheit in modernen industriellen Anwendungen erreicht werden. Die intelligente Pumpenkonstruktion verbindet höchste Robustheit mit den kompaktesten Rootspumpen auf dem Markt. Der Betrieb mit Frequenzwandler optimiert den Stromverbrauch und schützt die Rootspumpe vor thermischer Überlastung. Saugvermögen: variabel von 720 bis 9.800 m<sup>3</sup>/h (mit Frequenzwandler).



**Das richtige System für Ihre Anforderungen!**



# Die Idee dahinter



Prozessangepasstes Steuersystem

## Intelligente Systemsteuerung

Leybold bietet verschiedene Optionen zur Vereinfachung der Steuerung und Überwachung von Prozesssystemen, um die Leistung und den Bedienkomfort zu optimieren:

- Steuerung und Datenerfassung von Systemparametern, beispielsweise über digitale E/A-Schnittstellen oder Bussysteme wie Ethernet, Profibus, RS 232, WLAN oder GSM
- Einfache Digitalanzeige über Touchscreen bis hin zur Visualisierung auf mobilen Geräten per App einschließlich Fernzugriff

Unser Portfolio umfasst die Implementierung von kundenspezifischer Softwareprogrammierung.

## 10-2-3-Systemkonfiguration für spezielle Kundenanforderung



## Unsere Systemlösungen

Zwei Standardprodukte werden optimal zu standardisierten Skids kombiniert. Um die optimale Kombination aus höchster Sauggeschwindigkeit und geringstem Stromverbrauch zu erreichen, wird ein dreistufiges Systemdesign angewendet. Gemäß dem „Bausteinkonzept“ kann jedes Skid individuell entsprechend der spezifischen Saug- und Abpumpenanforderungen des jeweiligen Entgasungsprozesses ausgelegt und optimiert werden.

### Flexibles Systemdesign:

- **Erste Stufe:** 2 bis 4 DRYVAC DV 1200/1600 als Vorpumpen für schnelles Abpumpen
- **Zweite Stufe:** 2 parallele Roots-Gebläse RUVAC WH 7000 für energieeffiziente Verdichtung
- **Dritte Stufe:** 4 bis 8 parallele Roots-Gebläse RUVAC WH 7000 für hohe Sauggeschwindigkeit bei niedrigem Druck

Diese Kombination bietet Nennsauggeschwindigkeiten von 39.200 m<sup>3</sup>/h bis maximal 78.400 m<sup>3</sup>/h. Das Konzept ermöglicht auch die Erweiterung der Skids zu jeder Zeit bei einer Änderung der Anforderungen. Je nach den spezifischen Anforderungen der einzelnen Stahlgaser entwickelt Leybold Lösungen mit einem oder mehreren parallelen Skids. Die spezielle Konstruktion mit parallelen Pumpen auf jedem Skid gewährleistet auch bei Ausfall einer einzelnen Pumpe die maximale Verfügbarkeit des Systems. Die ausgefallene Pumpe kann automatisch mit entsprechenden Ventilen vom Kreislauf getrennt werden, sodass der Entgasungsprozess mit nur geringem Kapazitätsverlust fortgesetzt werden kann. Jede Pumpe kann in weniger als einer Stunde vom Benutzer ausgetauscht werden.

# Ihre Vorteile

## Vorteile der Systemlösungen

- Mechanische Vakuumsysteme von Leybold bieten Verfügbarkeit auf Knopfdruck ohne energieaufwändigen Standby-Betrieb
- Garantierte Sauggeschwindigkeit und Abpumpzeit
- Schnellste Verfügbarkeit von optimierten Systemen und Standardprodukten auf dem Markt
- Einfach erweiterbar, für spätere Erweiterungen vorbereitet
- Die kompakteste Lösung mit geringsten Geräuschemissionen
- Minimierte Gesamtbetriebskosten. Unsere Pumpen und Systeme sind standardmäßig für den geringstmöglichen Stromverbrauch optimiert
- Optionaler Schaltschrank einschließlich Software (Plug & Go)
- Durch programmierte Evakuierungsrampen und die Nutzung der variablen Pumpendrehzahl in Kombination mit dem Abgasrecycling wird Schlackenschaumbildung verhindert
- Optionaler Bypass möglich
- Das System kann für den Transport problemlos in drei Teile aufgeteilt werden und passt in einen Standardcontainer
- Schnelle Installation vor Ort
- Höchste Verfügbarkeit aufgrund des Redundanzventilkonzepts
- Benutzerfreundlicher Service, Austausch einer einzelnen Pumpe in weniger als einer Stunde
- Gemäß ATEX Kat. 2 zertifizierte Versionen für Systeme verfügbar
- Weltweiter Kundendienst durch das einzigartige Leybold-Servicenetzwerk

## ATEX

### Risikobewertung unter Vakuum

#### Explosionsschutz-Sicherheitskonzept

Die Abgase von Entgasern in Vakuumsystemen, insbesondere mit Sauerstoffeinblasung, wie VD-OB, VOD und RHO, können entflammable Gase wie Kohlenmonoxid (CO) oder Wasserstoff (H<sub>2</sub>) enthalten, die während eines begrenzten Zeitraums des Entgasungszyklus explosiv sind. Der Benutzer muss sicherstellen, dass bei Entzündung derartiger Abgase durch eine potenzielle Zündquelle keine gefährliche Explosion verursacht werden kann. Durch die Verwendung eines ATEX-zertifizierten mechanischen Vakuumsystems wird dieses Problem effektiv gelöst. Mit ATEX-zertifizierten Systemen kann der Benutzer durch eine geringfügige zusätzliche Investition höchste Sicherheitsstandards für den Schutz der Mitarbeiter gewährleisten. Leybold bietet vollständig ATEX-zertifizierte Systeme für spezielle Anwendungen an, in denen derartige explosive Gasgemische vorkommen.





Ein typisches Systemdesign besteht aus Roots-Gebläsen **RUVAC** WH 7000 und trockenverdichtenden Vakuumpumpen **DRYVAC** DV 1200. Die Systeme können problemlos für höhere Ansprüche oder bestimmte Anforderungen an die Abpumpzeit nachgerüstet werden, z. B. durch zusätzliche **DRYVAC** DV 1200 in der ersten Stufe.

VD-Schmelzkapazität [t]	Typischer VD-Massenstrom [kg/h]*	Effektives Saugvermögen bei 0,67 mbar [m³/h]	Anzahl der Module	Typische Systemkonfiguration		
				Anz. WH dritte Stufe	Anz. WH zweite Stufe	Anz. DV erste Stufe
<b>Beispiel für kleinere Schmelzen mit einem einzigen Systemmodul:</b>						
30	30	37.600	1	5	2	2
35	35	43.900	1	6	2	2
40	40	50.100	1	7	2	2
45	45	56.400	1	8	2	2
<b>Beispiel für größere Schmelzen mit parallelen Systemmodulen:</b>						
75	75	94.000	2	7	2	2
100	100	125.300	3	6	2	2
130	130	163.000	3	8	2	2

\* Die angegebenen Massenstromdaten sind repräsentative Werte, die je nach Systemlayout und Prozessdetails abweichen können.

Beispiel für die Betriebskostenberechnung:  
**Dampfejektoren im Vergleich mit einem mechanischen System**

Entgasertyp: 80 t VD, 2 Systeme mit 8-2-2-Konfiguration  
 Schmelzen: 80 Schmelzen/Tag  
 Auslastung: 280 Tage/Jahr  
 Jährliche Produktion: 448.000 t

Vakuumsystemtyp:	Dampfejektor	Trockenverdichtend mechanisch
Kosten:		
Energie	4.032.000 €	982.600 €
Wartung und Ersatzteile	54.700 €	8.100 €
<b>Gesamtkosten pro Jahr:</b>	<b>4.086.700 €</b>	<b>990.700 €</b>
<b>Jährliche Einsparung</b>		<b>3.096.000 €</b> Ø 6,91 €/t

