



► **Aufbau**
Anwendung
Wirkungsweise



THE EJECTOR COMPANY

Grundlagenwissen
Strahlpumpen

Körting Akademie

Körting Strahlpumpen

DER BEGINN

Am 1. November 1871 gründeten Ernst und Berthold Körting die Firma Gebr. Körting als offene Handelsgesellschaft zum Bau von Strahlapparaten.

Im gleichen Jahr konstruierte und entwickelte Ernst Körting unter konsequenter Anwendung der Strömungslehre den „Injektor“ als Dampfstrahl-Kesselspeisepumpe.

Das Hauptarbeitsgebiet des Unternehmens war zu dieser Zeit die eigene Konstruktion und Herstellung von Strahlpumpen und Injektoren, mit denen durch die Treibwirkung eines Dampf- oder Wasserstrahls Flüssigkeiten und Gase gefördert und gemischt werden. Dieses Arbeitsgebiet stellt noch heute einen großen Teil der hauseigenen Fertigung am Standort Hannover dar.

Basierend auf der umfangreichen Erfahrung von über 150 Jahren und stetiger Weiterentwicklung, wird jede Strahlpumpe individuell auf ihren Einsatzzweck hin ausgelegt und optimal für die jeweilige Nutzung ange-

passt. Sie kann je nach Ausführung in den unterschiedlichsten Werkstoffen gefertigt werden:

- GJS / GJL
- C-Stahl
- CrNi-Stahl
- Sonderwerkstoffe wie zum Beispiel Titan, Hastelloy und Graphit

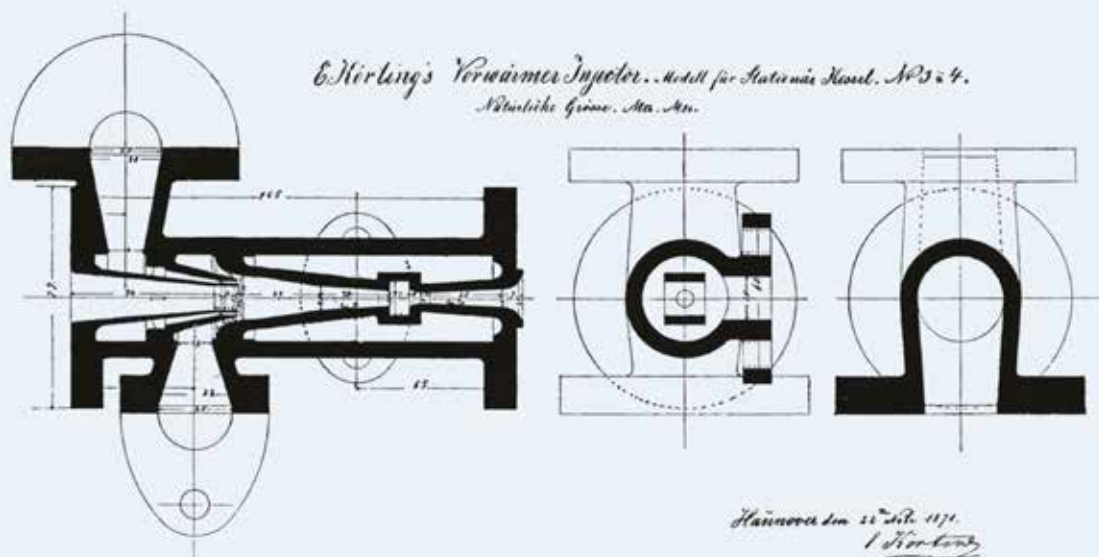
Die Herstellung von Strahlpumpen und ihr Einsatz in den Anwendungsgebieten erfordert eine eingehende Kenntnis der Strömungsvorgänge und Erfahrung in der Anwendung der Gesetze der Thermodynamik und Hydrodynamik. Mit dem vorliegenden Prospekt möchten wir Ihnen eine Unterlage an die Hand geben, die Ihnen die Grundlagen des Mysteriums Strahlpumpe erläutert.



Mehr Informationen, auch zu den weiteren Produkten der Körting Hannover GmbH, finden Sie auf koerting.de

INJEKTOR-ZEICHNUNG VON 1871

Ernst Körting entwickelte seine Strahlapparate selbst - wie hier die Dampfstrahlpumpe, die auch in Lokomotivkesseln eingesetzt wurde.



EINSATZBEREICHE

Aufgrund ihrer besonderen Vorteile sind Körting Strahlpumpen und Ejektoren heutzutage weltweit in fast allen Industrien und Anwendungsgebieten zu finden.

Strahlpumpen werden eingesetzt zum

- Erzeugen von Vakuum
- Verdichten von Gasen und Dämpfen
- Fördern von Flüssigkeiten
- Fördern von Feststoffen
- Mischen von Gasen
- Mischen von Flüssigkeiten und Gasen
- Mischen und Verdünnen von Flüssigkeiten
- Lösen und Verdünnen von Feststoffen und Chemikalien
- Erhitzen von Flüssigkeiten
- Kondensieren und Absorbieren von Dämpfen oder Gasen
- Abkühlen von überhitztem Dampf auf Sattedampftemperatur



Erfahren Sie in diesem Video mehr über die Vorteile der Körting Strahlpumpen [koerting.de/de/strahlpumpen.html](https://www.koerting.de/de/strahlpumpen.html)

VOORTEILE DER KÖRTING STRAHPUMPEN

- ✓ unabhängig von elektrischer Energie
- ✓ energieeffizient und kostensparend
- ✓ wartungsfrei und zuverlässig
- ✓ einfache und robuste Bauweise
- ✓ verschleißarm und langlebig
- ✓ geringer Platzbedarf und geringes Gewicht
- ✓ hohe Betriebssicherheit
- ✓ keine beweglichen Teile oder störende Verengungen

Bei Körting gefertigter Dampfstrahlverdichter mit einer Baulänge von über 30 m auf dem Betriebsgelände in Hannover



AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE

Der Begriff „Strahlpumpe“ beschreibt einen Apparat, in dem eine Pumpwirkung durch den Einsatz eines treibenden Fluids als Energieträger erzielt wird. Eine Strahlpumpe benötigt demnach keinen mechanischen Antrieb, also keine bewegten Teile. Dieses Grundprinzip gilt für jede Strahlpumpe, unabhängig von Ausführungsform und Anwendungsbereich. Der Anwendungsbereich bestimmt die Formgebung des Strömungsquerschnittes.

In der folgenden Grafik ist der prinzipielle Aufbau einer Strahlpumpe dargestellt. Für die Funktion sind die Treibdüse (2) sowie der Einlauf- und Auslaufkonus (4 + 5) entscheidend. Diese Bauteile werden von dem Treibfluid nacheinander durchströmt.

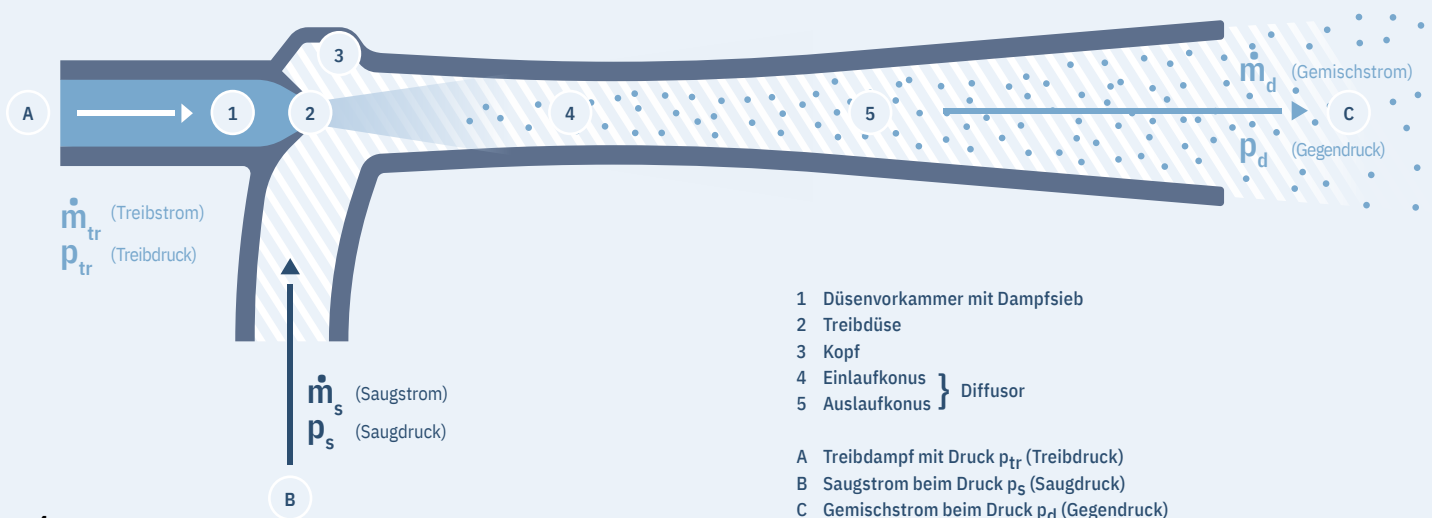
Der Strömungsquerschnitt ändert sich längs dieses Weges. In der Treibdüse (2) fällt der Druck ab und die Geschwindigkeit steigt an. Im umgekehrten Sinne wird in den Konen (4 + 5) die Strömung wieder verzögert. Dabei erhöht sich der Druck bis auf den Gegen- druck am Austritt der Strahlpumpe.

Zwischen der Treibdüse (2) und dem Diffusor (4 + 5) liegt der Bereich mit dem niedrigsten statischen

Druck; das ist etwa der Saugdruck p_s (tatsächlich etwas niedriger als der Saugdruck, da der Druckverlust am Eintritt überwunden werden muss). Hier wird der Saugstrom durch den Sauganschluss B in den Kopf (3) eingelassen und dem an dieser Stelle sehr schnell strömenden Treibmedium beigemischt. Dies geschieht durch Impulsaustausch, d.h. ein Teil der hohen Bewegungsenergie des Treibstrahls wird dabei auf den Saugstrom übertragen. Gemeinsam durchströmen dann Treib- und Saugstrom als Gemisch unter Verzögerung und Druckgewinn den Diffusor. Der Druckanstieg vom Saugdruck p_s auf den Gegen- druck p_d ist für den Saugstrom gleich der Förderhöhe (bzw. der Druckdifferenz) der Strahlpumpe.

In einer Strahlpumpe wird also die nicht direkt über- tragbare statische Druckenergie des Treibmediums in kinetische Energie umgesetzt. Diese kann durch Impulsübertragung bei der Mischung an den Saugstrom abgegeben werden. Der Diffusor verwandelt dann die kinetische Energie des Gemisches aus Treib- und Saugstrom wieder in die Form der statischen Druck- energie.

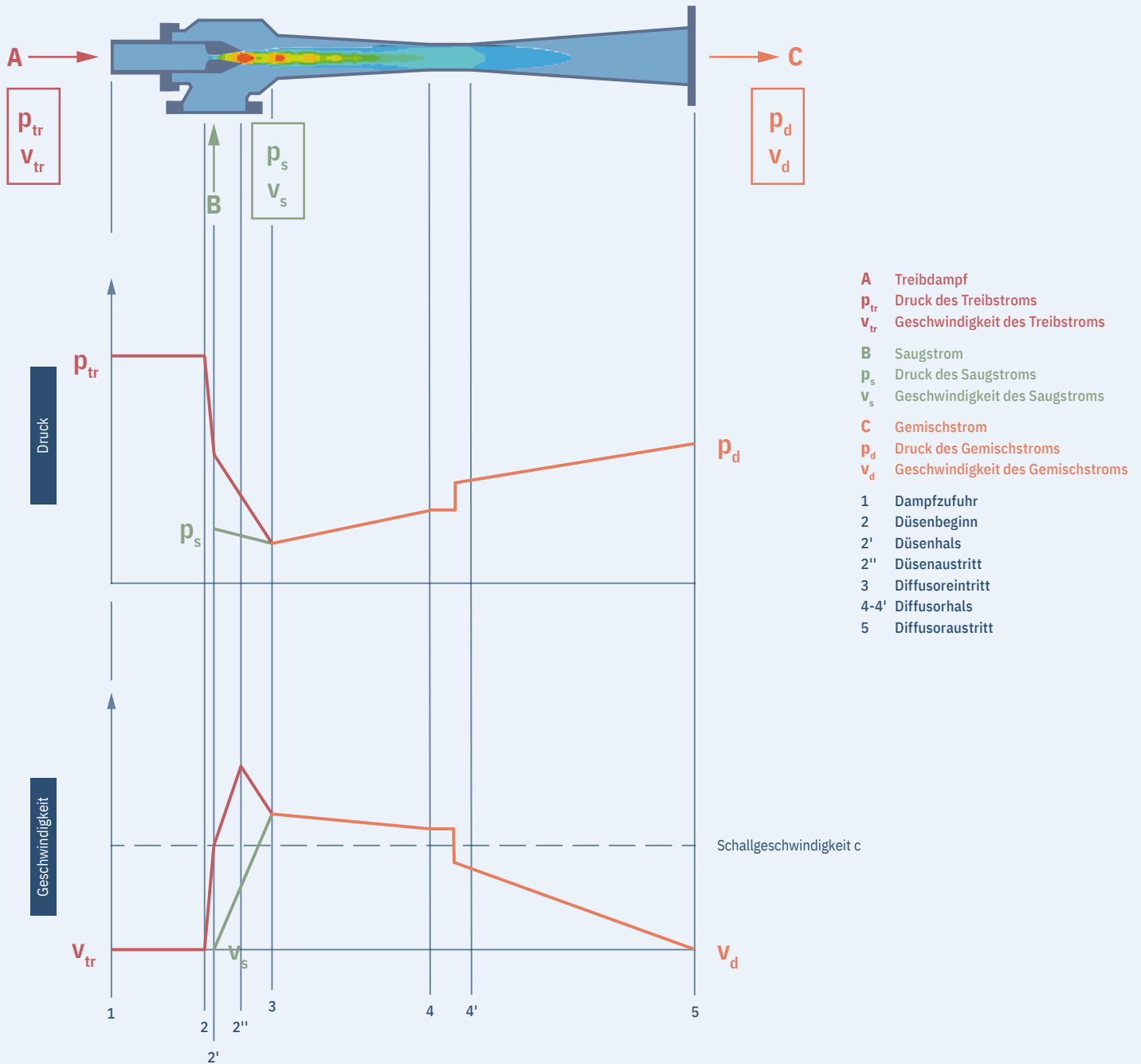
AUFBAU DER KÖRTING STRAHPUMPE



ÜBERKRITISCH DURCHSTRÖMTE DAMPFSTRAHLPUMPE

oben: CFD-Simulation (Machzahl)

unten: Geschwindigkeits- und Druckprofil (vereinfachte Darstellung)



In der abgebildeten Dampfstrahl-Vakuumpumpe wird in der Treibdüse (2 - 2'') das kritische Druckverhältnis überschritten, erkennbar an der Erweiterung des Düsenquerschnitts nach der engsten Stelle (Düsenhals 2'). Dadurch wird der Treibdampf (1) auf weit über Schallgeschwindigkeit c hinaus beschleunigt und der Druck auf einen Wert leicht unterhalb des Saugdrucks p_s abgesenkt (3). Treib- und Saugstrom werden im Einlaufkonus (hier auch Einlaufdiffusor) bei Überschallgeschwindigkeit vermischt und

gemeinsam bis zum Hals des Diffusors (4 - 4') auf etwa Schallgeschwindigkeit verzögert. In diesem Bereich kommt es zu einem Verdichtungsstoß, bekannt auch von Überschallflugzeugen, bei dem die Strömung auf Unterschallgeschwindigkeit reduziert wird. Der restliche Druckanstieg bis auf den Gegendruck p_d erfolgt im divergierenden Diffusorabschnitt (Auslaufkonus) durch Geschwindigkeitsabbau infolge der Querschnittserweiterung (4' - 5).

BESCHREIBENDE KENNZAHLEN

Um Strahlpumpen unabhängig von ihrer Größe und ihrem Einsatzbereich beurteilen zu können, werden üblicherweise die folgenden Verhältnisse herangezogen:

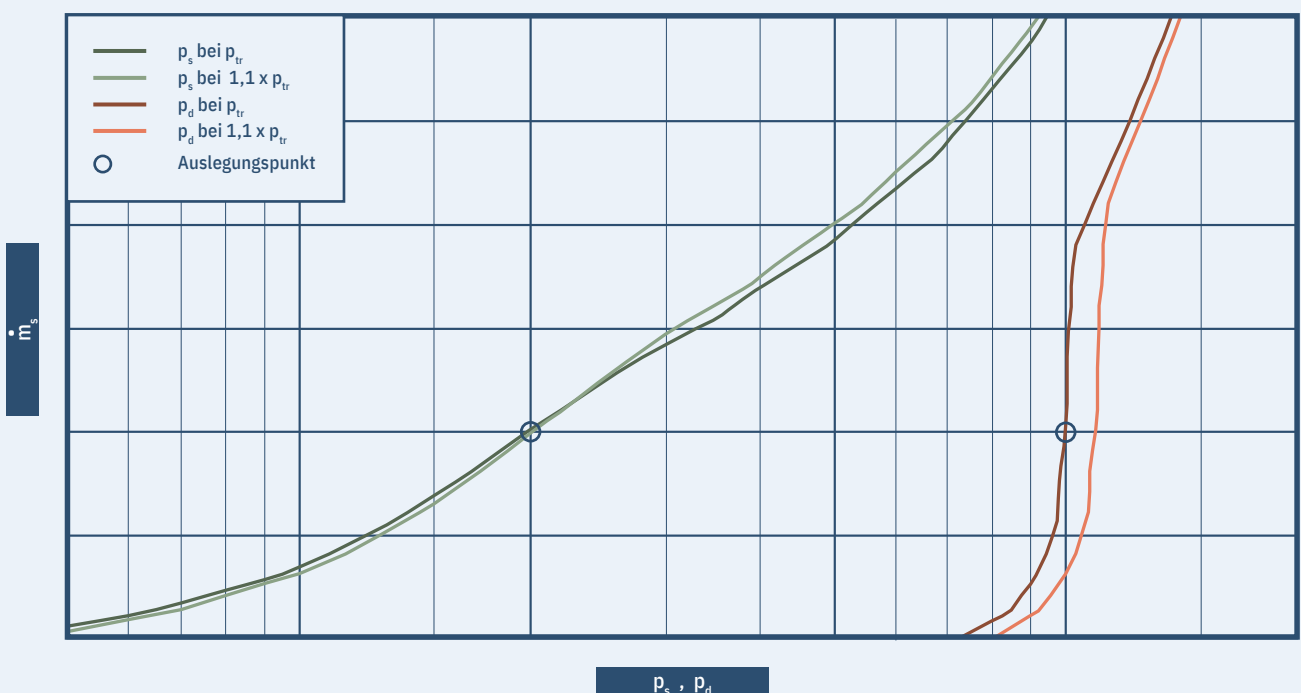
- Das Verhältnis p_d/p_s stellt bei einer Strahlpumpe das Verdichtungsverhältnis dar. Das Verdichtungsverhältnis von Dampfstrahlpumpen liegt zwischen 1 (nur leichte Verdichtung bei Dampfstrahlventilatoren) und etwa 18 (speziell optimierte Dampfstrahlverdichter im Vakuumbereich), wobei der übliche Einsatzbereich zwischen 1,5 und 10 liegt.
- Das Verhältnis p_s/p_{tr} wird Expansionsverhältnis genannt. Es muss deutlich kleiner als 1 sein, damit die Strahlpumpe in einem energetisch sinnvollen Bereich arbeitet.
- Der relative Saugstrom $1/\mu = \dot{m}_s/\dot{m}_{tr}$ ist u. a. abhängig von den beiden erstgenannten Verhältnissen.

Die drei Verhältnisse stehen in Abhängigkeit zueinander. Wird beispielsweise der Treibdruck geändert, so ändert sich nicht das Expansionsverhältnis, sondern der Saugdruck. Bei gleichem Verdichtungsverhältnis wird sich ebenso der Gegendruck anpassen. Durch den geänderten Treibdruck variiert auch die Treibstrommenge, die die Düse durchströmt. Da aber der relative Saugstrom ebenfalls gleichbleibt, wird sich auch der Saugstrom den neuen Gegebenheiten anpassen.

Aufgrund der Kennliniencharakteristik der Strahlpumpe bedeutet dies in der Realität jedoch, dass sich bei gleichbleibendem Saugstrom und verändertem Treibdruck der Saugdruck nur minimal ändert, hingegen der Gegendruck sich in gleichem Maße wie der Treibdruck ändert.

BEISPIELDIAGRAMM ZUR ERLÄUTERUNG DER LEISTUNGSABHÄNGIGKEIT EINER STRAHPUMPE VOM TREIBDRUCK

Im Diagramm ist die Auswirkung einer 10 %-igen Erhöhung des Treibdrucks dargestellt (hellere Linien). Aufgrund der Steigung der Kennlinie ergeben sich durch Änderung des Treibdrucks bei konstanter Saugmenge speziell im Bereich des Auslegungspunktes oft nur sehr geringe Änderungen im Saugdruck (grüne Linien), die Änderung des erreichbaren Gegendrucks (orange Linien) entspricht jedoch der des Treibdrucks.



BAUARTEN UND BEZEICHNUNG

Strahlpumpen können mit den unterschiedlichsten Medien angetrieben werden.

Als Treibfluid verwendet man

- Dampf mit Überdruck
- Normaldruck-Dampf*
- Vakuum-Dampf*
- Druckgas oder -luft
- Normalluft
- Wasser oder andere verfügbare Flüssigkeiten

* Sofern der Gegendruck der Strahlpumpe oder der betrachteten Strahlpumpenstufe niedrig genug liegt.

Das folgende Schema gibt eine Übersicht über die Benennungen der Strahlpumpen nach DIN 24290. Bei der Bezeichnung spezieller Strahlpumpen können die allgemeinen Ausdrücke für Treibmittel und Fördergut (Gas, Dampf, Flüssigkeit, Feststoff) durch individuelle Begriffe ersetzt werden.**

** Beispiel:

Eine Flüssigkeitsstrahl-Feststoffpumpe, die mit Wasser als Treibmittel Kies fördert kann als Wasserstrahl-Kiespumpe bezeichnet werden.



Dampfstrahlpumpe in der Fertigung in Hannover



Für ausführliche Informationen zu den einzelnen Strahlpumpen klicken Sie in der Übersicht auf den entsprechenden Link

		nach Treibmedium		
		Gas-Strahlpumpe	Dampf-Strahlpumpe	Flüssigkeits-Strahlpumpe
nach Saugmedium	Strahl-Gaspumpe	Gasstrahl-Ventilator	Dampfstrahl-Ventilator	Flüssigkeitsstrahl-Ventilator
	Strahl-Kompressor	Gasstrahl-Kompressor	Dampfstrahl-Kompressor (Brüdenkompressor, Thermokompressor)	Flüssigkeitsstrahl-Kompressor
	Strahl-Vakuumpumpe	Gasstrahl-Vakuumpumpe	Dampfstrahl-Vakuumpumpe	Flüssigkeitsstrahl-Vakuumpumpe
	Strahl-Flüssigkeitspumpe	Gasstrahl-Flüssigkeitspumpe	Dampfstrahl-Flüssigkeitspumpe	Flüssigkeitsstrahl-Flüssigkeitspumpe
Strahl-Feststoffpumpe		Gasstrahl-Feststoffpumpe	Dampfstrahl-Feststoffpumpe	Flüssigkeitsstrahl-Feststoffpumpe



Körting Hannover GmbH

Badenstedter Str. 56

30453 Hannover

+49 511 2129-0

service@koerting.de

KOERTING.DE

