

GRUNDFOS  
**WERKZEUG-  
MASCHINEN-  
INDUSTRIE**  
PUMPENHANDBUCH

# INHALT

<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Werkstoffe in der Fertigungstechnik .....</b>	<b>6</b>
a) Werkstoffeigenschaften .....	6
<b>2. Werkzeugmaschine .....</b>	<b>10</b>
a) CNC-Maschinen .....	12
Drehen .....	12
Bohren .....	14
Fräsen .....	16
Pumpen für CNC-Maschinen .....	17
b) Schleifen .....	18
Pumpen für das Schleifen .....	19
c) Funkenerodieren .....	20
Pumpen für das Funkenerodieren .....	21
<b>3. Spänemanagement .....</b>	<b>22</b>
a) Förderbänder .....	24
Pumpen für Förderbänder .....	24
b) Hebeanlagen .....	26
Pumpen für Hebeanlagen .....	26
c) Filtration .....	28
d) Zentrale Filteranlage .....	29
Druckbandfilter .....	30
Hydrostatische Filter (zentrale Anlage) .....	31
e) Einzelfilter .....	32
Hydrostatische Filter (Einzelfilter) .....	33
Papierbandfilter .....	34
Vakuumfilter .....	35
Spaltfilter .....	36
Pumpen für Filteranlagen .....	37

<b>4. Druckerhöhungsanlagen .....</b>	<b>38</b>
<b>5. Teilereinigung .....</b>	<b>40</b>
Pumpen für die Teilereinigung .....	41
<b>6. Energieeffiziente Kühlschmierstoffsysteme .....</b>	<b>42</b>
<b>7. Kühlung.....</b>	<b>46</b>
a) Prozesskühlung.....	47
b) Hauptkühlanlagen .....	48
Regelungsarten und Beispiele.....	48
<b>8. Von der Drehzahlregelung zur intelligenten Anlagensteuerung .....</b>	<b>54</b>
E-Solutions .....	56
iSOLUTIONS .....	57
<b>9. Definitionen und Fehlerbehebung.....</b>	<b>58</b>
a) Metallspäne .....	59
b) Luftblasen .....	59
c) Viskosität.....	59
d) Dichte.....	59
e) Pumpengeräusche.....	59
f) Durchfluss in kleineren Behältern.....	60
g) Wasserschlag.....	60
h) Wellendichtungen .....	60

---

KONSTRUKTIONSHANDBUCH

Copyright 2016 GRUNDFOS A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Das Urheberrecht und internationale Verträge schützen dieses Dokument. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung von GRUNDFOS Holding A/S in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln reproduziert werden.

Die inhaltliche Genauigkeit dieses Dokuments wurde mit angemessener Sorgfalt überprüft. GRUNDFOS haftet jedoch nicht für Verluste und Schäden, unabhängig davon, ob es sich um mittelbare oder unmittelbare bzw. Begleit- oder Folgeschäden handelt, die auf die Anwendung der Inhalte dieses Dokuments oder das Vertrauen darauf zurückzuführen sind.



# **EINLEITUNG**

## Einleitung

Ziel dieses Konstruktionshandbuch ist es, einen Überblick über die verschiedenen Anwendungen und Prozesse im Bereich der maschinellen Bearbeitung und der Automobilbranche zu geben. Darüber hinaus sollen Grundlagen über die verschiedenen Pumpentypen und die typischen Herausforderungen beim Einsatz von Pumpen in diesen Anwendungen vermittelt werden. Abschließend werden die verschiedenen Werkstoffe beschrieben, die in diesen Prozessen verwendet werden.



A large industrial ladle is tilted, pouring a thick stream of bright orange molten metal into a mold. The scene is set in a dark industrial environment, with the intense heat of the metal creating a bright glow and some sparks. The ladle is suspended by a mechanical arm, and the background shows the complex structure of a factory.

1

# WERKSTOFFE IN DER FERTIGUNGSTECHNIK

# 1. Werkstoffe in der Fertigungstechnik

Werkstoffe werden in mehreren Fertigungsverfahren zu Werkstücken verarbeitet. Wenn in diesem Handbuch von Werkstoffen die Rede ist, sind damit die fünf Hauptwerkstoffgruppen gemeint:

- Metalle (z. B. Eisen, Stahl, Kupfer)
- Nichtmetalle (z. B. Graphit)
- Organische Werkstoffe (z. B. Holz, Kunststoff)
- Anorganische Nichtmetalle (z. B. Keramik, Glas)
- Halbleiter (z. B. Silizium)
- Darüber hinaus gibt es auch verschiedene Verbundwerkstoffe. Diese sind aus Schichten verschiedener Werkstoffen zusammengesetzt (Sandwichbauweise).

## A) WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN

Werkstoffe werden entsprechend den folgenden physikalischen und technischen Eigenschaften klassifiziert:

### Physikalische Werkstoffeigenschaften

- Härte
- Dichte
- Festigkeit
- Elastizität
- Zähigkeit

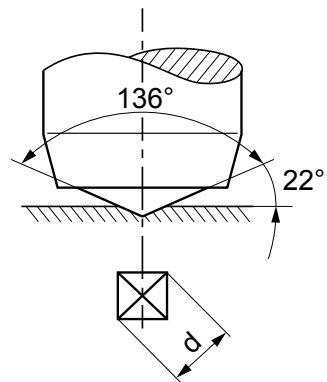
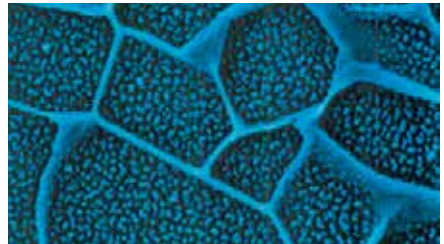
### Technische Werkstoffeigenschaften

- Thermische Leitfähigkeit
- Gießbarkeit
- Formbarkeit
- Zerspanbarkeit

### Physikalische Werkstoffeigenschaften

**Die Härte** gibt an, wie widerstandsfähig Feststoffe sind, wenn bei der Dauerverformung eine Kraft auf sie wirkt. Die makroskopische Härte zeichnet sich im Allgemeinen durch starke intermolekulare Bindungen aus.

Die **Massendichte** oder Dichte eines Werkstoffs wird als seine Masse pro Volumeneinheit definiert.  $\rho$  (griechischer Buchstabe Rho) wird häufig als Symbol für die Dichte verwendet:  $\rho = m/v$



In der Werkstoffkunde beschreibt die **Festigkeit** eines Werkstoffs dessen Beanspruchbarkeit, bevor es zum Versagen kommt. Zu den Arten der Beanspruchung zählen Zug, Druck oder Scherung. Die Festigkeit ist eine Eigenschaft, bei der Last, Elastizität und auf den Werkstoff einwirkende Kräfte eine Rolle spielen.

Die **Elastizität** als physikalische Eigenschaft eines Werkstoffs bezieht sich auf dessen Fähigkeit, nach der Belastung (z. B. durch eine äußere Kraft) in seine ursprüngliche Form zurückzukehren.

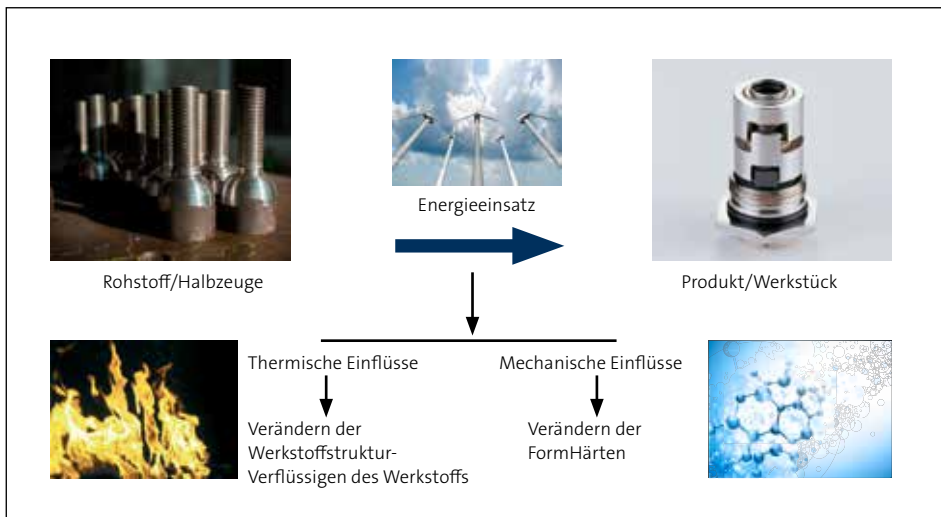
In der Physik und der Werkstoffkunde wird mit der **Plastizität** die plastische Verformbarkeit eines Werkstoffs beschrieben, die nach der Krafteinwirkung zu einer dauerhaften Verformung führt.

Die **thermische Leitfähigkeit** bezeichnet die Fähigkeit eines Werkstoffs, Wärme zu leiten.

Wie leicht sich ein Werkstoff zu einem Werkstück mit hoher Qualität gießen lässt, hängt von der **Gießbarkeit** ab. Die Werkstoffplanung bei Stoffen mit hoher Gießbarkeit lässt sich einfach umsetzen, verursacht geringe Werkzeugkosten, verbraucht wenig Energie und führt zu wenig Ausschuss.

**Formbarkeit:** Metallische Werkstoffe können plastisch verformt werden, ohne dass sie dadurch beschädigt werden. Dadurch lassen sich aus diesen Werkstoffen Halbzeuge oder Endprodukte mit der gewünschten Form fertigen.

Mit der **Zerspanbarkeit** wird beschrieben, wie leicht sich bei einem Metall durch spanende Bearbeitung eine akzeptable Oberflächenbeschaffenheit erreichen lässt. Bei Werkstoffen mit guter Zerspanbarkeit wird für das Zerspanen wenig Kraft benötigt. Sie können zudem in kurzer Zeit zerspannt werden und eine gute Oberflächenbeschaffenheit ist leicht zu erreichen. Der Verschleiß der Maschinen ist gering. Bei diesen Werkstoffen spricht man von einer guten spanbaren Bearbeitbarkeit. Faktoren, die normalerweise zu einer verbesserten Werkstoffleistung führen, verringern häufig die Zerspanbarkeit. Eine Herausforderung für Ingenieure ist es somit, Möglichkeiten zu finden, die Zerspanbarkeit zu verbessern, ohne die Leistung zu beeinträchtigen, um so wirtschaftlich Werkstücke herzustellen. Die Zerspanbarkeit wird z. B. daran gemessen, welche Art von Spänen sich bildet, welche Oberflächenqualität durch das Zerspanen erzielt wird, wie hoch die Leistungsaufnahme der Werkzeugmaschine ist usw.





Wenn einer der Werkstoffe aus den fünf Hauptwerkstoffgruppen einem Fertigungsprozess unterzogen wird, geschieht dies meist, um eine der drei genannten Auswirkungen oder eine Kombination davon zu erreichen: Ändern der Form, Härten des Werkstoffs oder Anpassen der Oberflächenrauheit.

Das wichtigste Ziel der Fertigungstechnik ist es, einem bestimmten Werkstoff oder einer Kombination aus Werkstoffen durch einen geeigneten Fertigungsprozess eine gewünschte Form zu verleihen. Dieser Prozess soll jedoch keine der Werkstoffeigenschaften so verändern, dass es nach der Nutzung über einen bestimmten Zeitraum zu Produktversagen kommt.

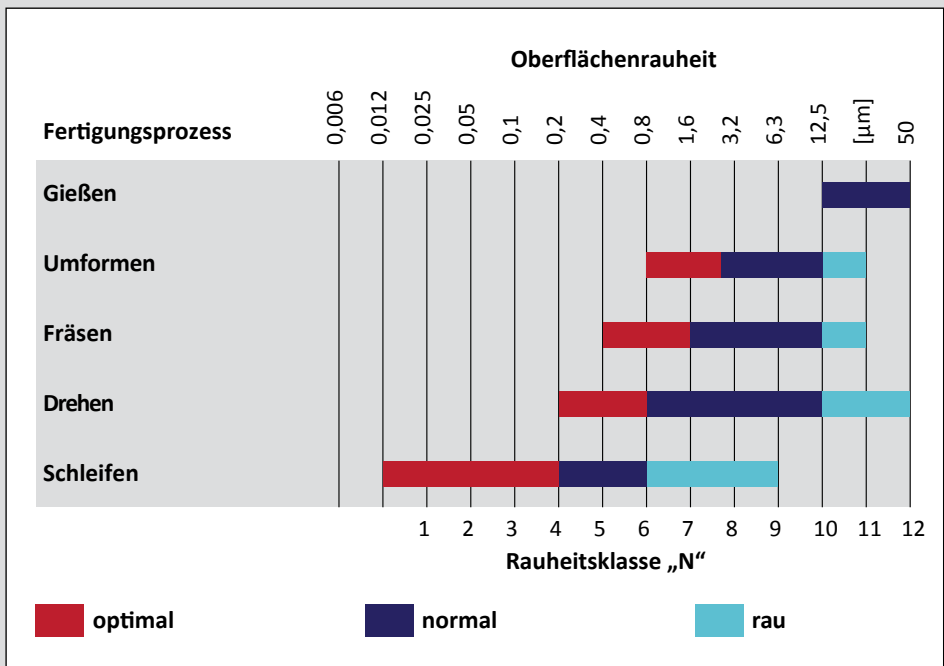
Dabei sollte der Werkstoff nur so genau wie nötig, aber nicht so genau wie möglich, bearbeitet werden (hinsichtlich Form, Maßen und Konstruktion). Das spart Zeit und Geld.

Die Frage ist allerdings, was „so gut wie möglich“ genau bedeutet.

Innerhalb des Fertigungsprozesses reagieren alle Werkstoffe auf den Energieeinsatz des Prozesses an sich. Alle Werkstoffreaktionen können in thermische und mechanische Reaktionen unterteilt werden. Die Reaktionen dürfen dabei keine Änderungen der Werkstoffeigenschaften mit sich bringen, die zu Produktversagen führen.

Die Herausforderung ist es also, geeignete Prozesse und dazu passende Prozessparameter zu finden. Dazu müssen die Anforderungen an Werkzeuge, Pumpen, Maschinen usw. bestmöglich kombiniert werden, um den schnellsten aber gleichzeitig sichersten Weg der maschinellen Bearbeitung zu finden und ein Produkt mit guten physikalischen und technischen Eigenschaften zu erhalten.

In Bezug auf die Oberflächenrauheit können die folgenden Zustände erreicht werden:





# 2 WERKZEUG- MASCHINEN

## 2. Werkzeugmaschinen

**Werkzeugmaschinen können nach dem zugrunde liegenden Fertigungsverfahren in umformende und trennende Maschinen unterteilt werden.**

Beim Trennen führt die Werkzeugmaschine einen Schneidvorgang aus, der dazu dient, Material abzutragen, um dem Werkstück eine bestimmte Form zu geben.

Die für den Schneidvorgang verwendeten Werkzeuge bestehen aus extrem harten Werkstoffen, da sie härter sein müssen als der zu bearbeitende Werkstoff.

Je nach Form des Werkstücks kommen beim Trennen unterschiedliche Bearbeitungsverfahren zum Einsatz:

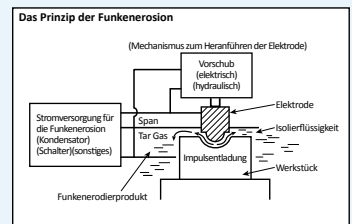
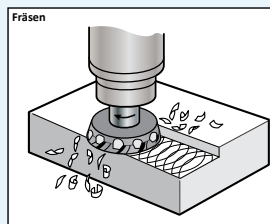
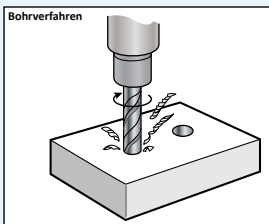
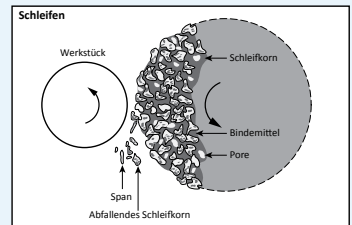
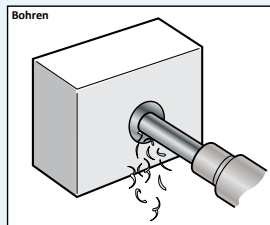
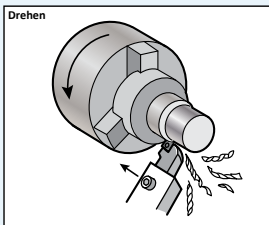
- Drehen
- Fräsen

- Bohren
- Ausbohren
- Schleifen
- Funkenerodieren
- Laserschneiden

Die Werkzeugmaschine zählt zu den wichtigsten Maschinen in der Metallindustrie. Da mit der Werkzeugmaschine verschiedene Maschinenkomponenten gefertigt werden können, wird sie auch „Mutter aller Maschinen“ genannt.

Es gibt unterschiedliche Steuerungsmöglichkeiten:

- Manuelle Steuerung
- NC-Steuerung (Numeric Control)
- CNC-Steuerung (Computerized Numeric Control)

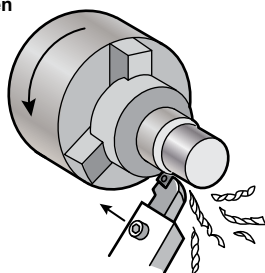




## A) CNC-MASCHINEN

Die verschiedenen Verfahren werden in der Regel in einer CNC-Maschine ausgeführt. Die drei wichtigsten zerspanenden Verfahren sind Drehen, Bohren und Fräsen.

### Drehen



## DREHEN

Drehen ist ein Fertigungsverfahren, bei dem Material durch eine rotierende Schnittbewegung abgetragen wird. In der Regel entstehen so symmetrische Teile.

Während des Prozessablaufs können Bearbeitungsschritte am Werkstück durchgeführt werden, um die gewünschte Form zu erhalten. Darunter fallen das Anfertigen von Löchern, Nuten, Gewinden, Kegeln, unterschiedlichen Durchmessern und sogar Oberflächen mit Konturen.

Typische Werkstoffe, die durch Drehen bearbeitet werden, sind Metalle, Legierungen, Kupfer, Gusseisen, Aluminium, Keramik, Verbundwerkstoffe, Titan und Thermoplast.

### Funktionsprinzip

Drehen kann in Innendrehen und Außendrehen unterteilt werden. Beim Außendrehen wird der äußere Durchmesser des Werkstücks verändert, während das Innendrehen eine Veränderung des inneren Durchmessers bewirkt. Teile, die ausschließlich mit dem Drehverfahren gefertigt werden, sind häufig Werkstücke mit begrenzter Stückzahl, Prototypen und kundenspezifische Sonderanfertigungen.

Aufgrund der großen Toleranzen und der Oberflächenbeschaffenheit eignet sich das Drehen sehr gut für die Präzisionsbearbeitung von Teilen, deren Grundform bereits besteht.

Normalerweise beträgt der Förderstrom des Kühlschmierstoffs im Drehverfahren 10 bis 120 l/min bei einem Druck von 0,5 bis 15 bar, wobei der Kühlschmierstoff in den Drehwerkzeugen einen KSS-Druck (Druck des Kühlschmierstoffs) von bis zu 80 bar erfordert.

**Vorteile:**

- Bearbeitung aller Werkstoffe möglich
- Hohe Toleranzschwelle
- Kurze Vorlaufzeit

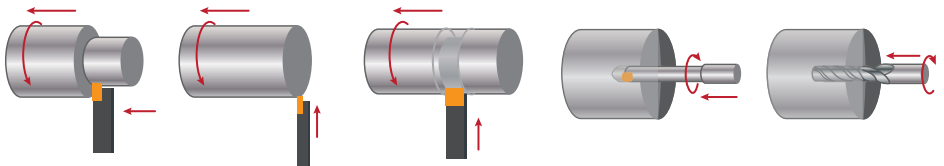
**Nachteile:**

- Nur für Rotationsteile geeignet
- Mehrfache Bearbeitung des Werkstücks kann notwendig sein
- Hohe Anlagenkosten
- Hoher Werkzeugverschleiß

- Kurze Vorlaufzeit
- Große Menge Ausschuss

**Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

- Unterschiedliche Drücke und Förderströme
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein





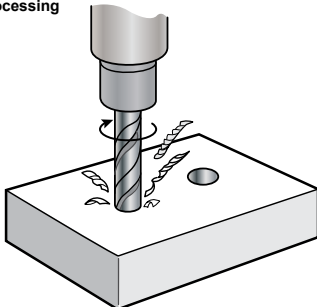
## BOHREN

Beim Bohren wird mithilfe einer Werkzeugmaschine Material von einem Werkstück durch Bohren abgetragen.

Zum Verfahren gehören Bohren, Gewindebohren, Gewindeschneiden, Ausbohren und Senken.

Typische Werkstoffe, die durch Bohren bearbeitet werden, sind Metalle, Legierungen, Kupfer, Gusseisen, Aluminium, Keramik, Verbundwerkstoffe, Titan und Thermoplast.

### Drill processing

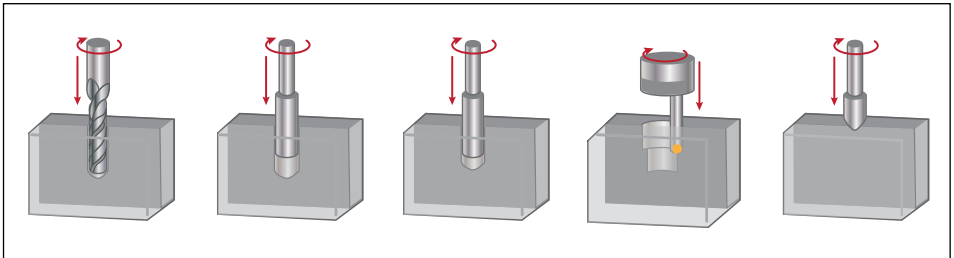


## Funktionsprinzip

Bohrungen stellen meist nur einen Teil der am Werkstück durchgeführten Arbeiten dar. Bohren kann jedoch auch als sekundäres Bearbeitungsverfahren an einem gegossenen oder geschmiedeten Werkstück durchgeführt werden. Beim Bohren werden die Späne entlang der vom Bohrer erzeugten Nuten entfernt.

Zu den Bohrmaschinen gehören Ständer-, Radial- und Mehrspindelbohrmaschinen. Außerdem kann das Bohrverfahren mithilfe einer Vielzahl von Maschinen durchgeführt werden, darunter Fräsmaschinen und CNC-Drehmaschinen.

Normalerweise beträgt der Förderstrom des Kühlschmierstoffs im Bohrverfahren 10 bis 250 l/min bei einem Druck von 0,5 bis 25 bar, wobei die Kühlschmierstoffe in den Bohrwerkzeugen je nach Bohrdurchmesser einen KSS-Druck von bis zu 100 bar erfordern.



**Vorteile:**

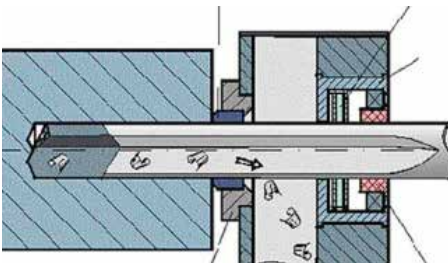
- Bearbeitung aller Werkstoffe möglich
- Hohe Toleranzschwelle
- Kurze Vorlaufzeit
- Massenfertigung

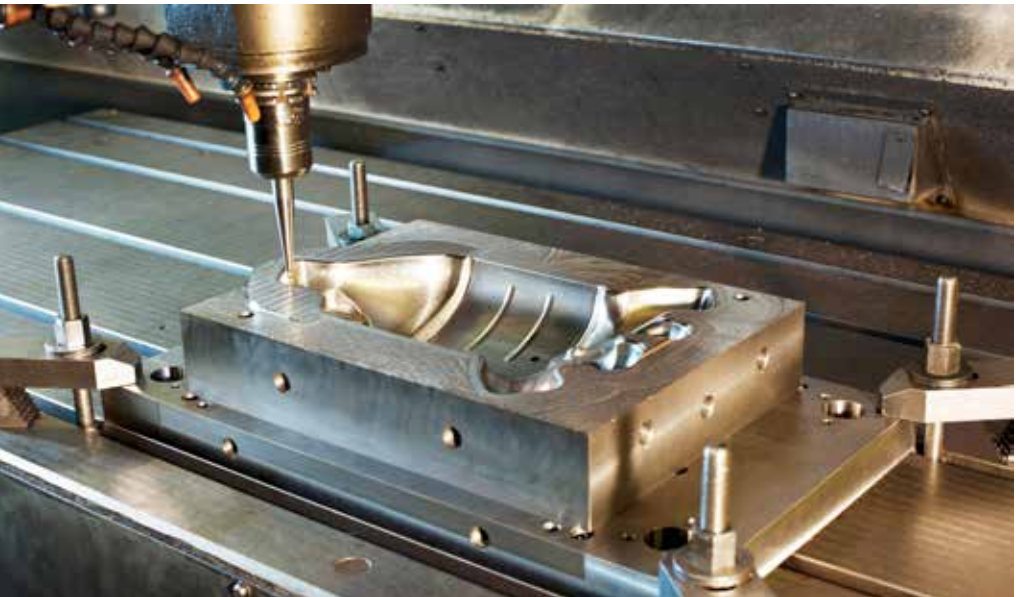
**Nachteile:**

- Begrenzte Formkomplexität
- Mehrfache Bearbeitung des Werkstücks kann notwendig sein
- Hohe Anlagenkosten
- Hoher Werkzeugverschleiß
- Große Menge Ausschuss

**Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

- Unterschiedliche Drücke und Förderströme
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein





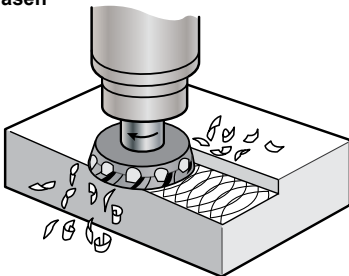
## FRÄSEN

Die Fräsmaschine ist eine Werkzeugmaschine mit einem rotierenden Schneidwerkzeug, das Fräser genannt wird. Mit Fräsmaschinen können gerade Flächen, gewölbte Flächen und Rillen bearbeitet werden.

Es gibt viele verschiedene Fräser, darunter auch der Planfräser (Schachtfräser und Nutenfräser).

Typische Werkstoffe, die durch Fräsen bearbeitet werden, sind Metalle, Legierungen, Kupfer, Gusseisen, Aluminium, Keramik, Verbundwerkstoffe, Titan und Thermoplast.

### Fräsen



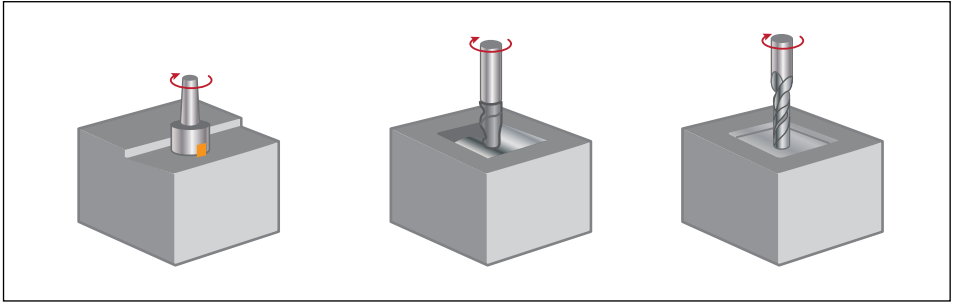
## Funktionsprinzip

Das Fräsen wird typischerweise zur Herstellung von Teilen verwendet, die nicht axialsymmetrisch sind und viele Merkmale wie Bohrungen, Schlitzte, Taschen und sogar dreidimensionale Oberflächenkonturen aufweisen. Mit Fräsmaschinen werden meist Bauteile in begrenzter Stückzahl, Prototypen oder Werkzeuge für andere Verfahren, wie z. B. Gussformen, gefertigt.

Aufgrund der hohen Toleranzen und Oberflächenbeschaffenheiten eignet sich das Fräsen sehr gut für die Präzisionsbearbeitung von Teilen, deren Grundform bereits besteht.

Normalerweise beträgt der Förderstrom des Kühlschmierstoffs im Fräsverfahren 10 bis 250 l/min bei einem Druck von 0,5 bis 10 bar. Die Kühlschmierstoffe in den Fräsworkzeugen erfordern einen KSS-Druck von bis zu 80 bar.





**Vorteile:**

- Bearbeitung aller Werkstoffe möglich
- Hohe Toleranzschwelle
- Kurze Vorlaufzeit

**Nachteile:**

- Begrenzte Formkomplexität
- Mehrfache Bearbeitung des Werkstücks kann notwendig sein
- Hohe Anlagenkosten
- Hoher Werkzeugverschleiß
- Kurze Vorlaufzeit
- Große Menge Ausschuss

**Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

- Unterschiedliche Drücke und Förderströme
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber
- Abriebpartikeln
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein



**PUMPEN FÜR CNC-MASCHINEN**

Die Pumpen, die normalerweise für den Einsatz in CNC-Maschinen verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **MTH** (mehrstufige Eintauchpumpe)
- **MTA** (einstufige Eintauchpumpe mit halb offenem Laufrad)
- **MTS** (Schraubenspindelpumpe für hohe Druckbereiche)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

**Auslegung**

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

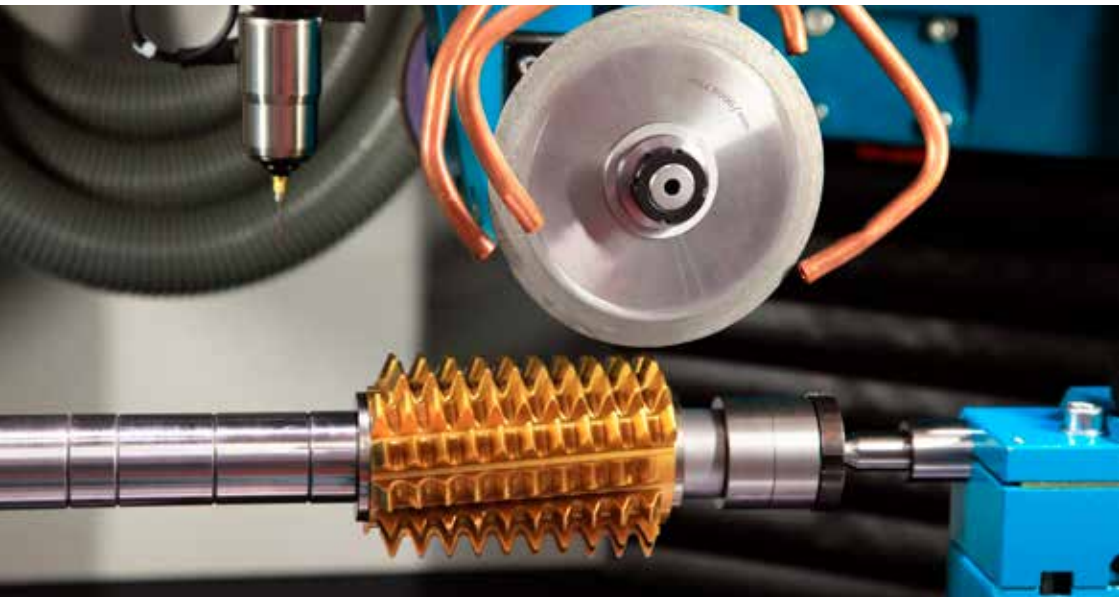
- Förderstrom
- Förderhöhe
- Anzahl und Größe der Partikel im Wasser
- Behältertiefe
- Anzahl der Ein- und Ausschaltvorgänge

**Typische Störungsszenarien**

Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Wasserschlag
- Zu viele Ein- und Ausschaltvorgänge
- Blockieren der Pumpen aufgrund von schlechter Filtration

Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).

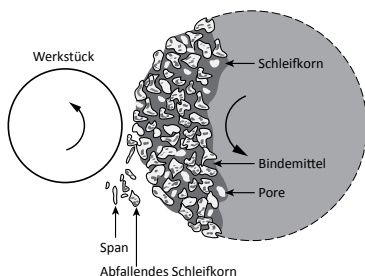


## B) SCHLEIFEN

Durch Schleifen wird einem Werkstoff eine hochwertige Oberflächenbeschaffenheit verliehen. Außerdem sind mit diesem Verfahren engen Toleranzen möglich.

Beim Schleifen handelt es sich um eine Variante des Polierens, bei dem ein Schleifmittel eingesetzt wird. Üblicherweise hat das Schleifmittel die Form einer Scheibe und ist aus Aluminiumoxid, Siliziumkarbid oder kubischem Bornitrid hergestellt.

### Schleifen

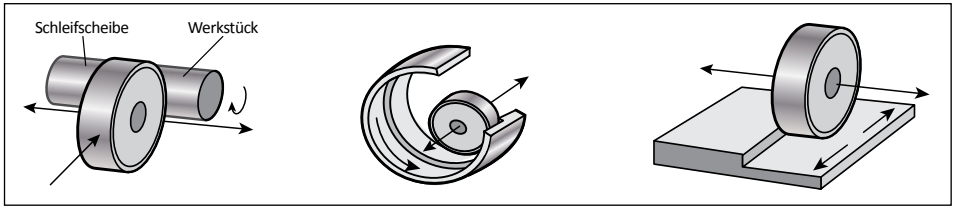


Typische Werkstoffe, die durch Schleifen bearbeitet werden, sind Metalle, Stahllegierungen, Gusseisen, Magnesium, Keramik, Titan und Glas.

### Funktionsprinzip

Anstelle eines Schneidwerkzeugs verwenden Schleifmaschinen einen Schleifstein zum Abtragen von überflüssigem Material. Die wichtigsten Eigenschaften von Schleifmaschinen sind eine hohe Präzision und die Fähigkeit, Flächen mit herausragender Qualität zu produzieren. Die Werkstoffe können damit in zylindrische, würfelförmige und komplexe Formen gebracht werden, die sehr dünnwandig oder massiv sein können.

Schleifmaschinen werden nach Art der spanenden Bearbeitung in Außenrund-, Innenrund- und Flachsleifmaschinen unterschieden. Normalerweise beträgt der Förderstrom des Kühlschmierstoffs im Schleifverfahren 10 bis 200 l/min bei einem Druck von 5 bis 20 bar. Das Abrichten und Spülen der Schleifscheibe erfordert einen KSS-Druck von bis zu 80 bar.



**Vorteile:**

- Bearbeitung von sehr hartem Material möglich
- Sehr gute Toleranzen
- Hochwertige Oberflächenbeschaffenheit

**Nachteile:**

- Begrenzte Formkomplexität
- Hohe Anlagenkosten
- Hoher Werkzeugverschleiß
- Große Menge Ausschuss

**Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

- Unterschiedliche Drücke und Förderströme
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein



**PUMPEN FÜR DAS SCHLEIFEN**

Die Pumpen, die normalerweise in Schleifmaschinen verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **MTH** (mehrstufige Eintauchpumpe)
- **MTA** (einstufige Eintauchpumpe mit halb offenem Laufrad)
- **MTS** (Schraubenspindelpumpe für hohe Druckbereiche)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

**Auslegung**

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Förderstrom
- Förderhöhe
- Fördermedium (Wasser oder Öl?)
- Anzahl und Größe der Partikel im Wasser
- Behältertiefe
- Anzahl der Ein- und Ausschaltvorgänge

**Typische Störungsszenarien**

Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Gebrochene Wellendichtungen aufgrund von kleinen Schleifpartikeln
- Verschlissene Pumpenkammer aufgrund von kleinen Schleifpartikeln

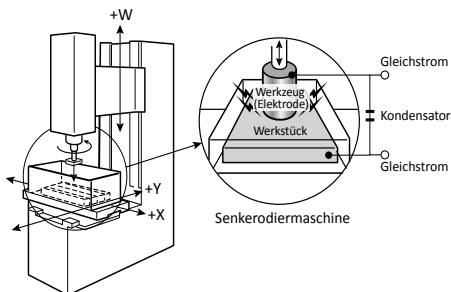
Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).



## C) FUNKENERODIEREN

Bei der funkenerosiven Bearbeitung findet eine elektrische Entladung zwischen dem Werkstück und einer Elektrode statt.

Die Funken verursachen das Schmelzen und Verdampfen des Materials, wodurch es abgetragen wird. In der Regel werden beim Funkenerodieren Hartmetalle bearbeitet, bei denen das Zerspanen mit herkömmlichen Verfahren nicht möglich ist. Dazu zählen beispielsweise Hastelloy, Inconel, Gusseisen, Magnesium, Keramik, Titan oder andere Werkstoffe mit ausreichender Leitfähigkeit.

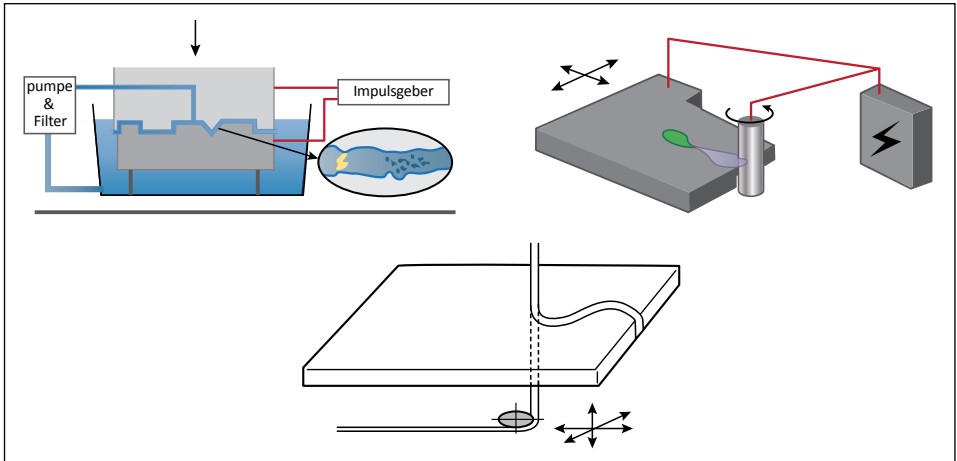


### Funktionsprinzip

Durch das Anlegen eines Spannungsimpulses zwischen dem Werkstück und einer Elektrode kommt es zu einem Funkenüberschlag, der das überschüssige Material abträgt.

Beim Funkenerodieren wird zwischen Senkerodieren und Drahterodieren unterschieden. Beim Senkerodieren wird zur Bearbeitung des Werkstücks eine Elektrode mit einer vorgegebenen Form als Werkzeug verwendet. Typisch hierfür sind Festkörper mit komplexen geometrischen Formen. Beim Drahterodieren kommt ein Kupferdraht als Elektrode zum Einsatz. Dieser wird durch das Werkstück geführt und kann alle geometrischen Formen schneiden.

Während des Verfahrens befindet sich das Werkstück in einem Dielektrikum, z. B. Petroleum oder demineralisiertem Wasser. Normalerweise beträgt der Förderstrom des Kühlschmierstoffs im Funkenerosionsverfahren 10 bis 200 l/min bei einem Druck von 5 bis 25 bar.



**Vorteile:**

- Äußerst komplexe Formen
- Sehr gute Toleranzen
- Hochwertige Oberflächenbeschaffenheit
- Keine Eigenspannung am Werkstück

**Nachteile:**

- Eingeschränkte Einsatzmöglichkeiten durch leitfähige Eigenschaften der Werkstoffe
- Hohe Anlagenkosten
- Hoher Werkzeugverschleiß
- Große Menge Ausschuss
- Relativ langsames Verfahren

**Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

- Unterschiedliche Drücke und Förderströme
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Option für nichtrostende Stahlsorten

**PUMPEN FÜR DAS FUNKENERODIEREN**

Die Pumpen, die sich für die funkenerosive Bearbeitung eignen, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in verschiedenen Ausführungen)
- **MTS** (Schraubenspindelpumpe für hohe Druckbereiche)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

**Auslegung**

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

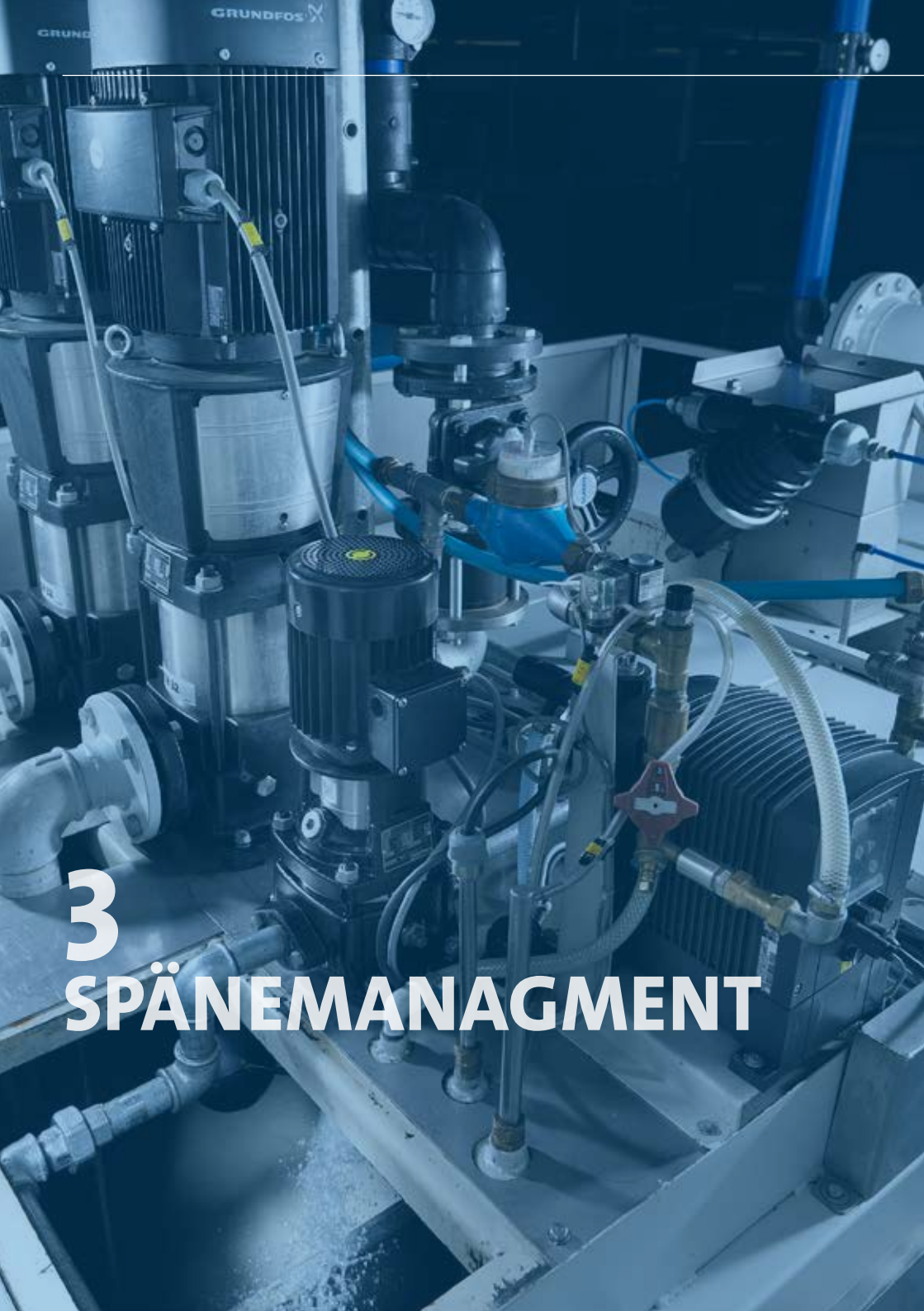
- Förderstrom
- Förderhöhe
- Fördermedium (Wasser oder Öl?)
- Anzahl und Größe der Partikel im Wasser
- Behältertiefe
- Anzahl der Ein- und Ausschaltvorgänge

**Typische Störungsszenarien**

Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Pumpengeräusche
- Vibration der Pumpe

Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).



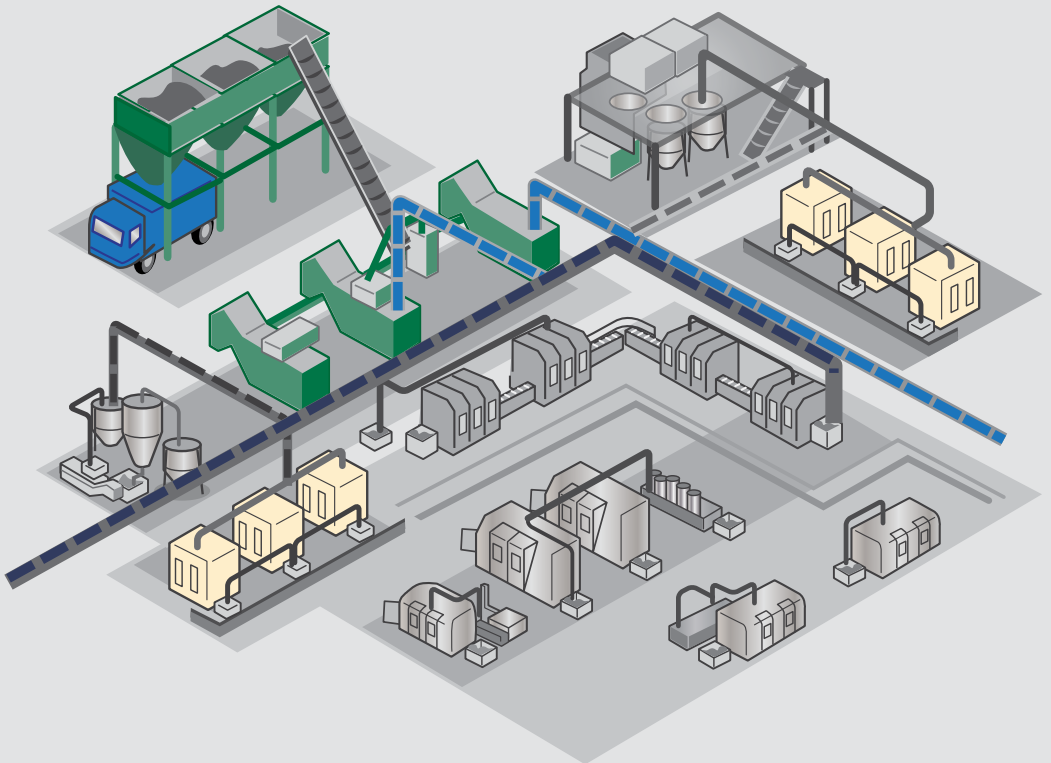
# 3 SPÄNEMANAGEMENT

### 3. Spänemanagement

**Es gibt vier verschiedene Systeme für das Spänemanagement:**

- Förderbänder
- Hebeanlagen
- Zentrale Filteranlagen
- Einzelfilter

Diese Systeme werden benötigt, um den Kühlschmierstoff der Werkzeugmaschinen zu reinigen. Der erforderliche Reinheitsgrad der Flüssigkeit nach der Reinigung variiert je nach Bearbeitungsverfahren.





## A) FÖRDERBÄNDER

### Beschreibung

Förderbänder werden eingesetzt, um Späne aus der Werkzeugmaschine zu entfernen. Hierbei unterscheidet man je nach Bearbeitungsverfahren und dem verwendeten Werkstoff vier verschiedene Arten von Förderbändern:

- Trogkettenförderer
- Gurtförderer
- Magnetförderer
- Schneckenförderer

### Funktionsweise

Die Förderanlage wird als Filteranlage für Werkzeugmaschinen eingesetzt, bei denen eine Reinheit von ungefähr 500 Mikrometern ausreichend ist.

- **Trogkettenförderer:**  
Wird für kurze Späne, Kleinteile, Schlamm, alle Arten von Werkstoffen und häufig als Vorfilter verwendet.
- **Gurtförderer:**  
Wird für lange Späne, Späneknäuel, Wollspäne und insbesondere für Teile aus Aluminium verwendet.
- **Magnetförderer:**  
Wird für ferromagnetische Späne und Teile verwendet.
- **Schneckenförderer:**  
Wird für große Mengen aller Spänearten verwendet, meistens in Kombination mit Hebeanlagen und Spänezerkleinerern.

## PUMPEN FÜR FÖRDERBÄNDER

Die Pumpen, die normalerweise für den Einsatz in Förderbändern verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)
- **MTH** (mehrstufige Eintauchpumpe)
- **MTA** (einstufige Eintauchpumpe mit halb offenem Laufrad)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

### Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Förderstrom
- Förderhöhe
- Behältertiefe
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss zum Transportieren von Schmiermittel geeignet sein, das Späne enthält
- Muss zum Transportieren von Medien geeignet sein, die Luft enthalten
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein

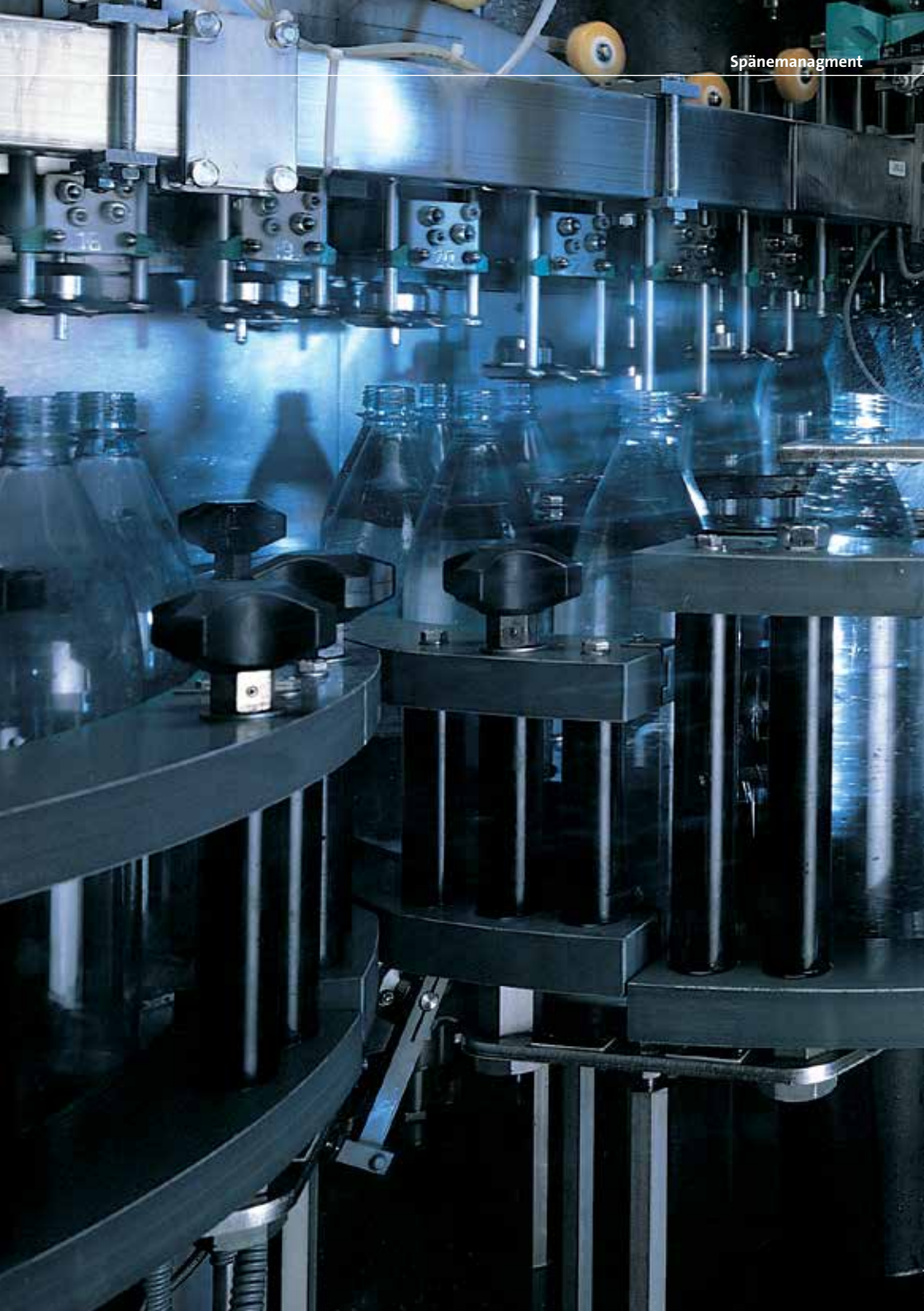
### Typische Störungsszenarien

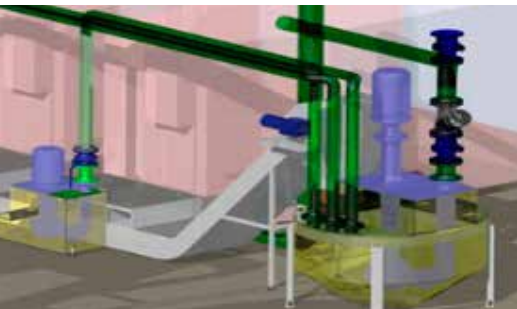
Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Blockieren der Pumpen aufgrund von schlechter Filtration
- Pumpengeräusche aufgrund von Luft im Fördermedium

Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).







## B) HEBEANLAGEN

### Beschreibung

Hebeanlagen werden eingesetzt, um verunreinigte Kühlschmierstoffe von der Werkzeugmaschine zurück in die Filteranlage zu pumpen.

### Funktionsweise

Die Flüssigkeit aus der Werkzeugmaschine wird in den Kühlschmierstoffbehälter neben der Werkzeugmaschine geleitet. Fassungsvermögen und Ausführung des Behälters hängen von der in der Maschine verwendeten Flüssigkeit ab. Die Hebepumpe wird im Behälter montiert und stellt den Rücktransport der Flüssigkeit zur zentralen Filteranlage sicher.

Um partikelhaltige Flüssigkeit in der Leitung transportieren zu können, muss die Geschwindigkeit der Flüssigkeit mehr als 2,5 m/s betragen.

## PUMPEN FÜR HEBEANLAGEN

Die Pumpen, die normalerweise in Hebeanlagen verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)
- **MTH** (mehrstufige Eintauchpumpe)
- **MTA** (einstufige Eintauchpumpe mit halb offenem Laufrad)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

### Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

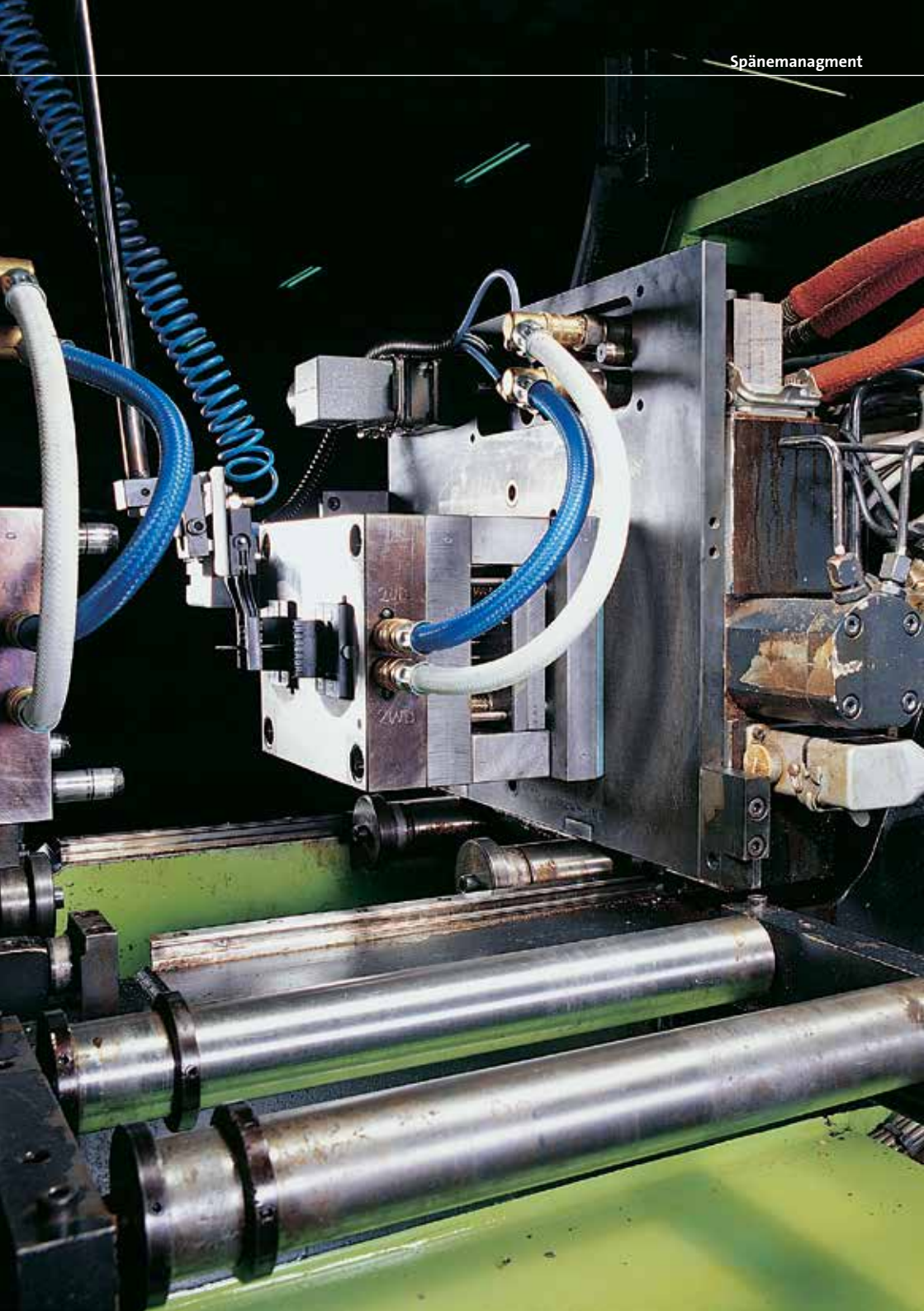
- Förderstrom
- Förderhöhe
- Behältertiefe
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss zum Transportieren von Schmiermittel geeignet sein, das Späne enthält
- Muss zum Transportieren von Medien geeignet sein, die Luft enthalten
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein

### Typische Störungsszenarien

Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Blockieren der Pumpen aufgrund von schlechter Filtration
- Pumpengeräusche aufgrund von Luft im Fördermedium

Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).





## C) FILTRATION

### Definition

- Die Filtration wird angewendet, um die Kühlschmierstoffe aus den Werkzeugmaschinen zu reinigen.
- Der erforderliche Reinheitsgrad des Kühlschmierstoffs nach der Reinigung variiert je nach Bearbeitungsverfahren.
- Im Behälter der Filteranlage setzen sich die Späne ab und im Puffertank werden Luftblasen freigesetzt.

### Vorteile der Filtration

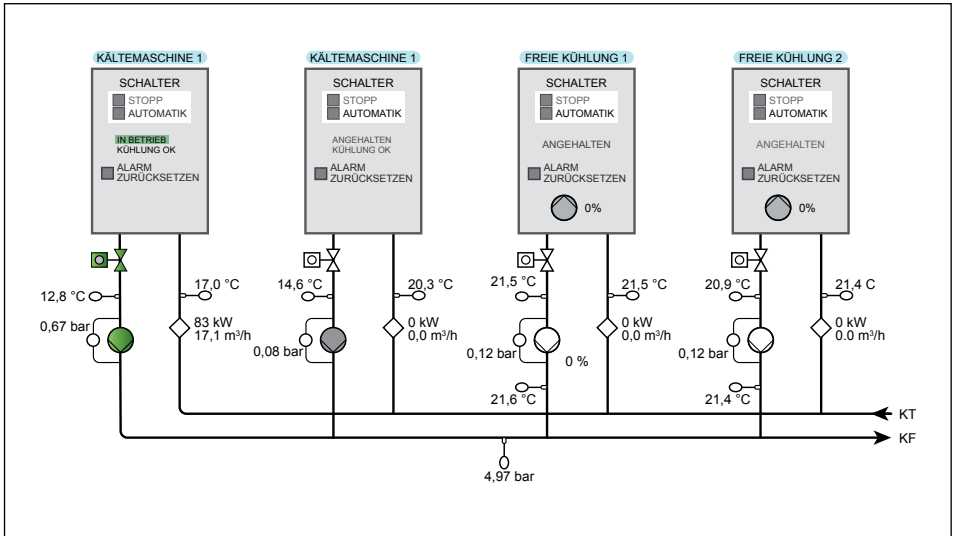
- Optimierte Behandlung von Kühlschmierstoffen
- Geringere Betriebskosten
- Verlängerte Lebensdauer von Kühlschmierstoff, Werkzeugen und Pumpen
- Kein Verstopfen der Leitungen und Armaturen
- Hochwertige Oberflächen der Werkstücke
- Einfacheres Einhalten der Toleranzen der Werkstücke
- Weniger Stillstandzeiten

- Geringerer Verschleiß an seitlichen und rotierenden Komponenten
- Höhere Schleifraten, da die Poren der Schleifscheiben offen gehalten werden
- Weniger Gesundheitsrisiken für die Bediener, da die gereinigten Kühlschmierstoffe weniger aggressiv sind

### Herausforderungen bei der Filtration

- Reinheit des Kühlschmierstoffs
- Größe der Späne im Kühlschmierstoff
- Konzentration der Späne
- Mischverhältnis von Kühl- und Schmiermittel
- Zu filterndes Material
- Optimaler Druck für die Maschinen zur richtigen Zeit
- Geschwindigkeit des Kühlschmierstoffs in den Rohrleitungen
- Druckverluste in den Rohrleitungen und Düsen

Grundsätzlich werden bei der Filtration zwei Hauptgruppen unterschieden: Einzelfilter und zentrale Filteranlagen.



## D) ZENTRALE FILTERANLAGE

Eine zentrale Filteranlage wird dann eingesetzt, wenn eine große Kühlschmierstoffmenge gefiltert werden muss, z. B. bei mehr als fünf Werkzeugmaschinen.

Der Kühlschmierstoff wird von kleinen Hebeanlagen neben den Werkzeugmaschinen mit einem Druck von bis zu 5 bar in die Filteranlage gepumpt. Der Förderstrom hängt vom Verfahren ab.

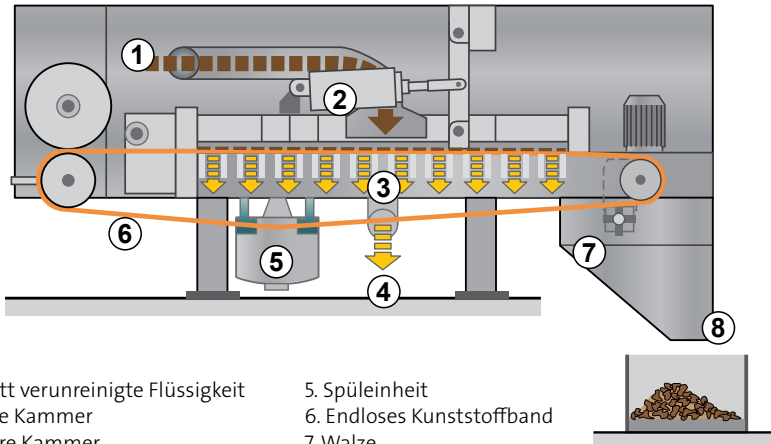
Der gereinigte Kühlschmierstoff wird je nach Bearbeitungsverfahren und zu bearbeitendem Werkstoff mit einem Druck von 5 bis 100 bar in die Maschinen zurückgepumpt.

Die Filteranlagen sind für unterschiedliche Maschinenanforderungen ausgelegt und daher in verschiedenen Ausführungen verfügbar.

### Filteranlagen

- Druckbandfilteranlage
- AnschwemmfILTER

## Ablaufdiagramm Druckbandfilteranlage



1. Eintritt verunreinigte Flüssigkeit
2. Obere Kammer
3. Untere Kammer
4. Auslass für gereinigte Flüssigkeit

5. Spüleinheit
6. Endloses Kunststoffband
7. Walze
8. Auslass für Schlamm

## DRUCKBANDFILTERANLAGE

### Beschreibung

Druckbandfilter werden zum Reinigen von Kühlschmierstoffen in der metallverarbeitenden Industrie und in der Walzindustrie eingesetzt. Gereinigte Kühlschmierstoffe haben eine längere Lebensdauer, verbessern die Oberflächenqualität des bearbeiteten oder gewalzten Werkstoffs und fördern den Wärmeaustausch zwischen Kühlschmierstoff und Maschine.

### Funktionsweise

Die verunreinigte Flüssigkeit wird von der Maschine in den Schmutzbehälter der Druckbandfilteranlage transportiert. Eine Filterpumpe leitet die verunreinigte Flüssigkeit in die abgedichtete, geschlossene Filterkammer der Druckbandfilteranlage. Die Flüssigkeit strömt dabei durch das Filterband. Die Verunreinigungen werden vom Filterband zurückgehalten und bilden den Filterkuchen.

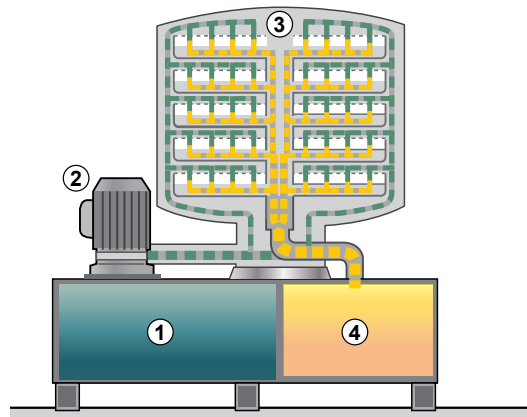
Die gereinigte Flüssigkeit wird in den entsprechenden Behälter weitergeleitet. Die Versorgungspumpen transportieren die gereinigte Flüssigkeit zurück zur Werkzeugmaschine.

Je größer der Filterkuchen auf der einen Seite des Filterbands wird, umso mehr steigt der Differenzdruck in der Filterkammer. Wenn der maximale Differenzdruck erreicht oder eine vorab festgelegte Zeit verstrichen ist, beginnt der Regenerationsprozess. Der Flüssikeitseinlass wird geschlossen und der Filterkuchen mit Druckluft trocken geblasen. Anschließend öffnet sich die Filterkammer automatisch. Der Filterkuchen wird auf dem Endlosfilterband abtransportiert und fällt in den Schlammbehälter.

### Vorteile:

- Sehr hohe Durchsatzmenge
- Einfache lokale oder zentrale Montage
- Keine Filterhilfsmittel notwendig
- Vollautomatischer, wartungsarmer Betrieb
- Kontinuierliche Versorgung der Maschinen mit gereinigter Flüssigkeit
- Guter Filterkuchenaufbau durch hohen Differenzdruck
- Hoher Reinigungsgrad
- Für die Fein- und Klarfiltration einsetzbar
- Hohe Prozesssicherheit

### Ablaufdiagramm hydrostatische Filter



1. Behälter mit verunreinigter Flüssigkeit  
2. Filterpumpe

3. Filterbehälter mit Filterplatten  
4. Reinbehälter

## HYDROSTATISCHE FILTER (ZENTRALE ANLAGE)

### Beschreibung

Hydrostatische Filter nutzen das Prinzip der Schwerkraft für die Filtration. Je nach Anforderung an den Reinheitsgrad werden Filterpapiere mit unterschiedlichen Strukturen eingesetzt. Diese Filter reinigen Emulsionen sowie Schleif- und Schneidöle, die für das Zerspanen von Stahl, Gussteilen, Aluminium und anderen Nichteisenmetallen benötigt werden.

Für aggressive Flüssigkeiten wie Abwasser oder Chemikalien empfehlen wir unsere Edelstahlausführungen.

### Funktionsweise

Bei Anschwemmfiltern werden die Prinzipien der Filterkuchenbildung und der Tiefenfiltration genutzt. Sie ermöglichen eine Filtration bis auf 3 µm. Anschwemmfilter sind je nach Anwendungsbereich in unterschiedlichen Varianten erhältlich:

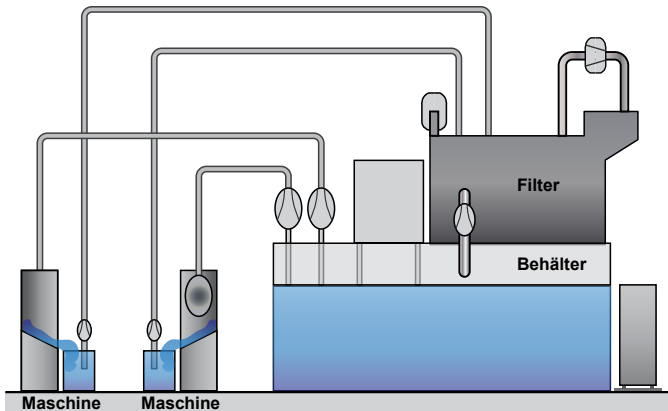
- Manuell
- Halbautomatisch
- Vollautomatisch

Verunreinigter Kühlschmierstoff fließt durch die Filterplatten, die mit Filterhilfsmitteln beschichtet sind. Während der Filtration bildet sich auf den Filterplatten der sogenannte Filterkuchen (aus Verunreinigungen, die von den Filterhilfsmitteln zurückgehalten werden). Dies trägt dazu bei, die Effizienz der Filtration zu erhöhen. Wenn der Filterkuchen eine bestimmte Größe erreicht, sinkt der Durchsatz des Filters, der Druck im Filterbehälter steigt und die Filterplatten müssen gereinigt werden. Je nach Ausführung erfolgt die Reinigung entweder manuell oder vollautomatisch.

### Vorteile:

- Zuverlässiges und langlebiges Filterverfahren
- Hohe Filterleistung
- Hohe Oberflächenqualität der Werkstücke
- Kontinuierliche Versorgung der Werkzeugmaschinen mit gereinigtem Kühlschmierstoff
- Vollautomatischer Betrieb
- Je nach Filter wenig bis keine Stillstandzeiten
- Geringer Wartungsaufwand

### Ablaufdiagramm hydrostatische Filter



## E) EINZELFILTER

Einzelfilter sind relativ kleine Anlagen und eignen sich zur Filtration von Kühlschmierstoffen aus 1 bis 2 Werkzeugmaschinen.

Neben dem Filter bestehen sie aus einem Förderband, das die großen Späne vom Kühlschmierstoff trennt. Der Kühlschmierstoff wird von der Werkzeugmaschine mit niedrigem Druck in die Filteranlage gepumpt. Der Förderstrom hängt vom Verfahren ab.

Der gereinigte Kühlschmierstoff wird je nach Bearbeitungsverfahren und zu bearbeitendem Werkstoff mit einem Druck von 5 bis 100 bar in die Maschinen zurückgepumpt.

Die Filteranlagen sind für unterschiedliche Maschinenanforderungen ausgelegt. Daher sind sowohl Filter- als auch Förderanlagen in verschiedenen Ausführungen erhältlich.

### Filteranlagen

- Papierbandfilter
- Vakuumfilter
- Spaltfilter
- Hydrostatische Filter
- Trommelfilter
- Zentrifugalfilter

### Förderanlagen

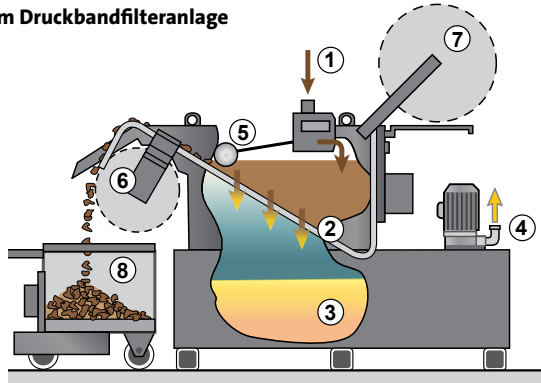
- Magnetförderer
- Schneckenförderer
- Trogkettenförderer

Grundsätzlich werden bei der Filtration zwei Hauptgruppen unterschieden: Einzelfilter und zentrale Filteranlagen.





### Ablaufdiagramm Druckbandfilteranlage



- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. Zulauf                        | 5. Schwimmerschalter |
| 2. Filterbereich                 | 6. Trommel           |
| 3. Reinbehälter                  | 7. Filterpapier      |
| 4. Versorgungspumpe der Maschine | 8. Schlammbehälter   |

## HYDROSTATISCHE FILTER (EINZELFILTER)

### Beschreibung

Hydrostatische Filter nutzen das Prinzip der Schwerkraft für die Filtration. Je nach Anforderung an den Reinheitsgrad werden Filterpapiere mit unterschiedlichen Strukturen eingesetzt. Diese Filter reinigen Emulsionen sowie Schleif- und Schneidöle, die für das Zerspanen von Stahl, Gussteilen, Aluminium und anderen Nichteisenmetallen benötigt werden.

Für aggressive Flüssigkeiten wie Abwasser oder Chemikalien empfehlen wir unsere Edelstahl Ausführungen.

### Funktionsweise

Die Verunreinigungen lagern sich zunehmend auf dem Filterpapier ab und bilden so einen Filterkuchen. Der hohe Filtergrad des Kühlschmierstoffs verstärkt diesen Effekt. Wenn der Filterkuchen zu groß wird, steigt der Füllstand über den Filterbereich und die Durchsatzmenge sinkt. Ein Schwimmerschalter aktiviert und steuert den Getriebemotor der

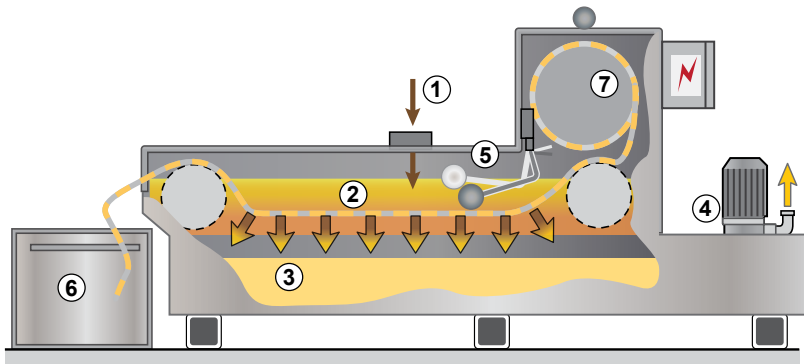
Trommel. Das verunreinigte Filterpapier wird auf der Trommel aufgewickelt und gleichzeitig wird das neue Filterpapier herausgezogen. Der Filterkuchen fällt dann in den Schlammbehälter.

Eine Versorgungspumpe leitet das gereinigte Medium zur Werkzeugmaschine zurück, wodurch der Filterkreislauf geschlossen wird.

### Vorteile

- Zuverlässig und leicht anzuwenden
- Vollautomatischer Betrieb
- Geringer Wartungsaufwand
- Kontinuierliche Versorgung der Maschinen mit Kühlschmierstoff
- Reduzierte Entsorgungskosten, da durch die Trommel das Filterpapier und der Filterkuchen bereits getrennt werden

## Ablaufdiagramm Papierbandfilter



1. Zulauf
2. Bandvorschub
3. Reinbehälter
4. Versorgungspumpe der Maschine

5. Schwimmerschalter
6. Schlammbehälter
7. Filterpapier

## PAPIERBANDFILTER

### Beschreibung

Papierbandfilter nutzen das Prinzip der Schwerkraftfiltration. Je nach gefordertem Filtrationsgrad wird Filterpapier mit unterschiedlicher Porosität ausgewählt. Die Filter reinigen Emulsionen und Öle mit niedriger Viskosität, die für das Zerspanen von Stahl, Gussteilen, Aluminium und anderen Nichtmetallen benötigt werden.

### Funktionsweise

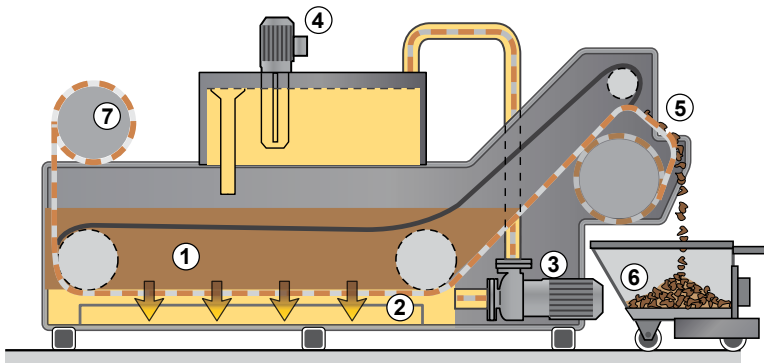
Feste Kühlschmierstoffe oder andere Prozessmedien werden auf das Förderband der Filteranlage geleitet. Das Band ist mit Filterpapier bedeckt und bildet eine Vertiefung, wodurch die Schwerkraftfiltration verstärkt wird. Die Flüssigkeit passiert den Filter, wird gereinigt und fließt in den Reinbehälter, der sich unter dem Band befindet.

Eine Versorgungspumpe leitet das gereinigte Medium zur Werkzeugmaschine zurück, wodurch der Filterkreislauf geschlossen wird.

### Vorteile:

- Einfach und zuverlässig
- Vollautomatischer Betrieb
- Geringer Wartungsaufwand
- Kontinuierliche Versorgung der Maschinen mit Kühlschmierstoff
- Ideal für unkomplizierte Anwendungen und niedrige Durchsatzmengen

### Ablaufdiagramm Vakuumfilter



1. Schmutzbehälter
2. Ansaugkammer
3. Ansaugpumpe
4. Versorgungspumpe der Maschine

5. Kratzerförderer
6. Wagen für den Schlammtransport
7. Filterpapier

## VAKUUMBANDFILTER

### Beschreibung

Vakuumbandfilter reinigen Emulsionen und Öle mit niedriger Viskosität, die für das Zerspanen von Stahl, Gussteilen, Aluminium und anderen Nichtmetallen benötigt werden. Die Späneabsaugung durch ein Vakuum stellt eine saubere und innovative Lösung für diesen speziellen Anwendungsbereich dar.

### Funktionsweise

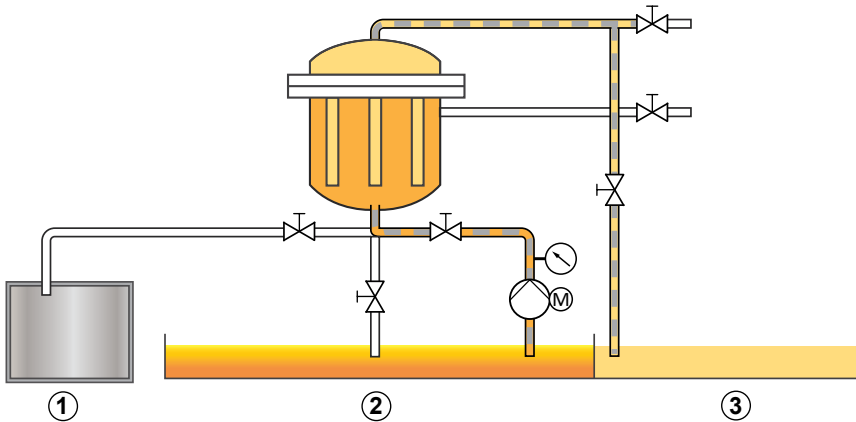
Der Kühlmittelbehälter der Filteranlage besteht aus zwei Kammern: eine Kammer für die verunreinigte Flüssigkeit (Schmutzbehälter) und eine darunter liegenden Ansaugkammer. Die Späne werden direkt an der Maschine abgesaugt und über eine Rohrleitung abtransportiert (z. B. zur Zentrifuge oder zum Bunker).

Eine Vakuum-Transportlösung benötigt nur sehr wenig Platz und ist extrem flexibel. Sie ist wartungsarm und nicht teurer als andere Förderanlagen.

### Vorteile

- Einfache Installation
- Vollautomatischer Betrieb
- Geringer Wartungsaufwand
- Kontinuierliche Versorgung der Maschinen mit Kühlschmierstoff
- Ideal für ölige Späne und Graphit-Ansammlungen
- Hohe Oberflächenqualität des Werkstücks
- Hohe Filterleistung bei kleiner Filterfläche durch hohes Vakuumniveau

## Ablaufdiagramm Spaltfilter



1. Schlammbehälter 2. Schmutzbehälter 3. Reinbehälter

## SPALTFILTER

### Beschreibung

Kantenspaltfilter werden insbesondere beim Werkzeugschleifen zur Mikrofiltration von Schleifölen eingesetzt. Sie kommen ohne den Einsatz von Verbrauchsmaterialien aus und eignen sich für moderne Bearbeitungsverfahren wie Hochgeschwindigkeitsschneiden und -fräsen. Das maschinelle Bearbeiten dieser hochfesten Werkzeuge stellt während der Herstellung und dem Schleifen hohe Anforderungen an die dabei eingesetzten Schleiföle. Diese müssen nicht nur hohen hydraulischen Belastungen standhalten, sondern sind auch sehr feinen Partikel und Verunreinigungen ausgesetzt.

Da Schleifstaub aus Hartmetallen sehr feinkörnig ist, eignet sich die Filtration mit herkömmlichen Filteranlagen wie Bandfiltern und Zentrifugen nicht für diese Art der Anwendung.

### Funktionsweise

In einem Filterbehälter (Druckbehälter) werden die Patronenfilter vertikal angeordnet.

Verunreinigtes Öl fließt von außen nach innen durch die Filterpatronen, an deren zylindrischem Umfang sich die Verunreinigungen ablagern. Nachdem es gründlich gefiltert wurde, wird das Öl über den Reinbehälter zu den Düsen der Schleifmaschine geleitet.

Mit zunehmender Verschmutzung der Filterpatronen steigt der Differenzdruck, was zu einer Verringerung der Durchsatzleistung führt. Die Reinigung erfolgt schnell durch Ausblasen des Schmutzes und Spülen der Filterpatronen. Durch den schnellen und automatisch ablaufenden Reinigungsprozess ist eine kontinuierliche Ölversorgung der Schleifmaschine jederzeit gewährleistet.

### Vorteile:

- Filtration bis zu 1 µm
- Automatikbetrieb ohne den Einsatz von Verbrauchsmaterialien
- Geringer Wartungsaufwand
- Weniger Schleifölverluste
- Geringe Folgekosten
- Auch bei schwer filtrierbaren Materialien nutzbar

## PUMPEN FÜR FILTERANLAGEN

Die Pumpen, die normalerweise für den Einsatz in Filteranlagen verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)
- **MTH** (mehrstufige Eintauchpumpe)
- **MTA** (einstufige Eintauchpumpe mit halb offenem Laufrad)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

### **Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:**

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Förderstrom
- Förderhöhe
- Behältertiefe
- Unempfindlichkeit der Wellendichtung gegenüber Abriebpartikeln
- Muss zum Transportieren von Schmiermittel geeignet sein, das Späne enthält
- Muss zum Transportieren von Medien geeignet sein, die Luft enthalten
- Muss für zähflüssige Medien geeignet sein

### **Typische Störungsszenarien**

Typische Fehler oder Störungen von Pumpen in dieser Art von Anwendungen sind:

- Blockieren der Pumpen aufgrund von schlechter Filtration
- Pumpengeräusche aufgrund von Luft im Fördermedium

Mehr Informationen zu den verschiedenen Störungsszenarien finden Sie in Kapitel 9 (ab Seite 58).

A photograph showing a row of industrial Grundfos CR pumps. Each pump consists of a black electric motor mounted on a vertical stainless steel shaft. The pumps are arranged in a line, receding into the background. In the foreground, a large horizontal pipe with several flanged connections is visible. The Grundfos logo and brand name are printed on the pipe. The entire image has a blue color cast.

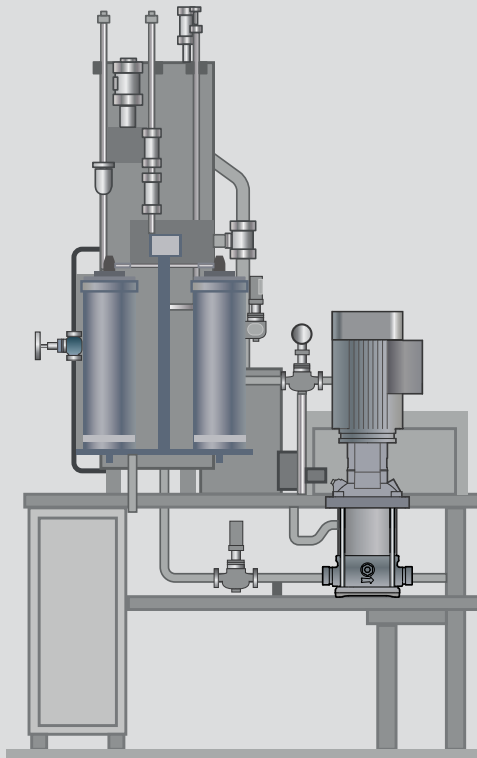
# 4 DRUCKERHÖHUNGS- ANLAGEN

GRUNDFOS

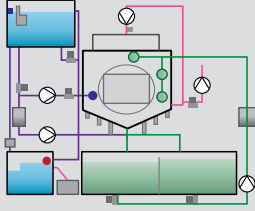
## 4. Druckerhöhungsanlagen

**Wenn die Kühlflüssigkeit direkt aus dem Filterbehälter entnommen und in den Bearbeitungsprozess zurückgepumpt wird, werden bei einigen Anwendungen kleine Druckerhöhungsanlagen verwendet. Wie diese Druckerhöhungsanlagen typischerweise aufgebaut sind, ist unten dargestellt.**

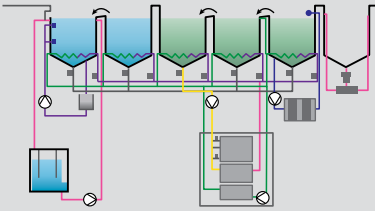
Häufig werden in Druckerhöhungsanlagen Pumpen vom Typ MTR, CR und MTS eingesetzt.



**Spritzreinigung**



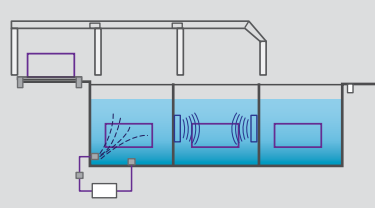
**Tauchreinigung**



**Tauch- und Spritzreinigung**



**Tauch- und Ultraschallreinigung**



# 5 TEILEREINIGUNG

←←←←←  
Modulnummer  
nach  
rechts  
MODUL 6

MODUL 5



## 5. Teilereinigung

### Teilereinigungsanlagen werden in der Metallindustrie dazu eingesetzt, die Teile nach dem Bearbeitungsverfahren zu reinigen.

Je nach Bearbeitungsverfahren haften an der Oberfläche der Teile Öle, Emulsionen, Schmutz, Späne usw., die vor dem nächsten Verfahrensschritt entfernt werden müssen. Bei einigen Teilen, wie z. B. von Motoren, können die Oberflächen mithilfe von Teilereinigungsanlagen auch entgratet werden. Unabhängig vom zu reinigenden Material gibt es mehrere Faktoren, die den Prozess beeinflussen.

### Faktoren, die bei der Teilereinigung zu berücksichtigen sind

- Temperatur
- Chemie
- Zeit
- Reinigungsverfahren (Spülen, Entfetten, Ultraschall, Druck)
- Anforderung an die Komponenten (Korrosionsschutz)

### Weitere wichtige Aspekte:

- Manuelles/automatisches Beladen
- Individuelle oder Chargenreinigung
- Größe der zu reinigenden Teile
- Wartungs-/Reparaturkonzept

### Methoden zur Teilereinigung

- Spritzreinigung -> Einfache Formen/ in die Werkzeugmaschine integriert
- Tauchreinigung -> Komplexere Formen/ zentrale Anlage
- Ultraschallreinigung -> Hartnäckige Verunreinigungen
- Hochdruckreinigung -> Entgraten
- Bei der Reinigung können unlösliche Partikel wie Staub und ölhaltige Späne entfernt werden.
- Der Reinigungsprozess erfolgt mit relativ geringem Druck und großem Volumen (außer bei der Hochdruckreinigung).
- Die Spritzreinigung basiert entweder darauf, dass die Teile von den Spritzdüsen bewegt werden oder dass sich die Spritzdüsen um die zu reinigenden Teile herum bewegen.

- Bei der Tauchreinigung wird das zu reinigende Teil in ein Becken mit einer Flüssigkeit getaucht.
- Bei der Hochdruckreinigung wird ein Flüssigkeitsstrahl unter hohem Druck direkt auf eine bestimmte Oberfläche gehalten.
- Normalerweise wird dafür eine alkalische Flüssigkeit verwendet.



### PUMPEN FÜR DIE TEILEREINIGUNG

Die Pumpen, die normalerweise in der Teilereinigung verwendet werden, sind nachfolgend aufgeführt. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um die für diese Anwendungen von Grundfos am häufigsten verkauften Pumpentypen handelt. Sollten Sie andere Pumpentypen oder -bauweisen bevorzugen, sind auch diese erhältlich.

- **MTR** (mehrstufige Eintauchpumpe in variablen Ausführungen)
- **CR** (mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen)
- **NB/NK** (einstufige Pumpen)

*Auf den Seiten 62 bis 63 finden Sie weitere Informationen zu diesen Pumpen.*

#### Grundsätzliche Anforderungen an die Pumpen, die in diesem Prozess eingesetzt werden:

Bei der Auslegung der Pumpen für diese Anwendungsarten müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Förderstrom
- Förderhöhe
- Ausführung aus nichtrostendem Stahl
- Kompakte Bauweise
- Verschiedene Wellendichtungen
- Halboffenes Laufrad

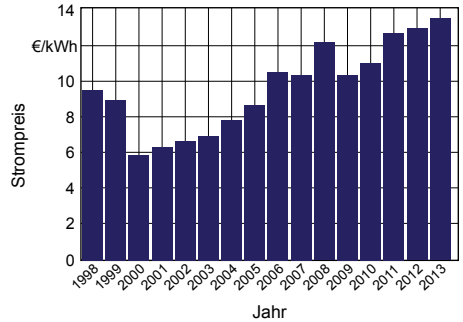


---

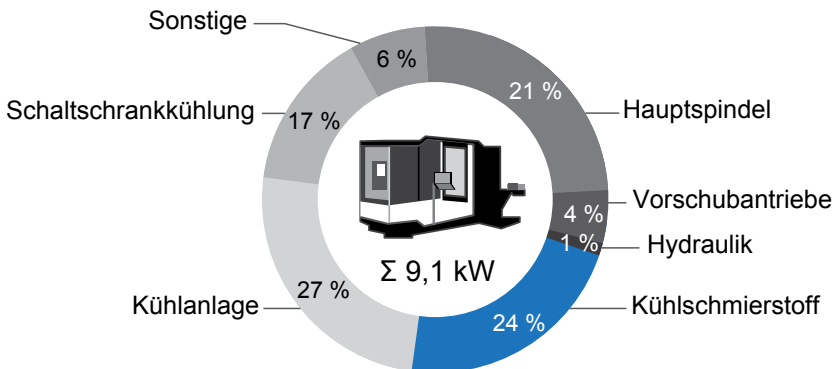
# 6 ENERGIEEFFIZIENTE KÜHLSCHMIERSTOFF- SYSTEME

## 6. Energieeffiziente Kühlschmierstoffsysteme

Seit dem Jahr 2000 ist der Preis für Strom um mehr als 120 % gestiegen. Dieser Kostenfaktor und der Umweltschutz sind wichtige Gründe dafür, möglichst viel Energie einzusparen. In Deutschland verbraucht die Industrie beispielsweise 42 % des Gesamtstromverbrauchs. Innerhalb dieses Sektors wird ca. ein Viertel der Energie dazu benötigt, Pumpen zu betreiben.



Bei Werkzeugmaschinen verbrauchen die Kühlschmierstoffsysteme einen großen Teil der Energie. Um zukünftige Konzepte für energieeffiziente Werkzeugmaschinen voranzutreiben, arbeitet das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover mit dem Werkzeugmaschinenhersteller DMG Mori Seiki, dem Werkzeughersteller Sandvik Coromant, Grundfos und dem Lieferanten von Schneidmittelsystemen Bosch Rexroth Interlit zusammen, um den Zusammenhang zwischen Kühlschmierstoff und Standzeiten zu analysieren. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden innovative Strategien entwickelt, um einen Großteil des Energiebedarfs von Kühlschmierstoffen einzusparen.



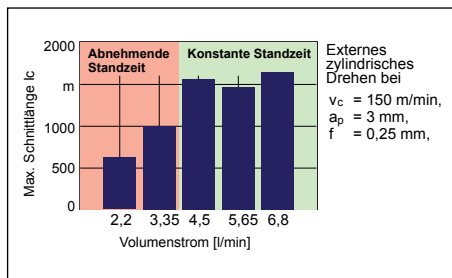


### Standzeit des Werkzeugs in Abhängigkeit vom Volumenstrom des Kühlschmierstoffs

Das Verschleißverhalten des Werkzeugs wurde in Bezug auf den Volumenstrom des Kühlschmierstoffs für eine Reihe von verschiedenen Dreh-, Fräs- und Bohrvorgängen analysiert.

Die Untersuchungen zeigen, dass der Volumenstrom des Kühlschmierstoffs innerhalb eines bestimmten Bereichs variiert werden kann, ohne dass dies einen Einfluss auf die Standzeiten des Werkzeugs hat. Der optimale Volumenstrom hängt vom Werkzeug, vom Betrieb und von Prozessparametern ab. Im hier aufgeführten Beispiel beträgt der optimale Volumenstrom 4,5 l/min.

Eine Reduktion des Volumenstroms auf 4,5 l/min führt hier zu einer Verringerung der Aufnahmeleistung der Pumpe um 67 %.

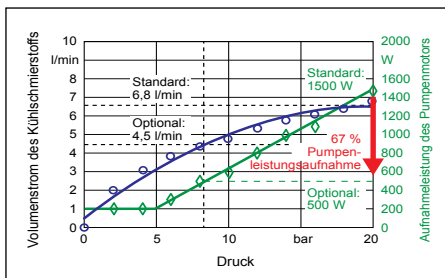


### Strategien zur Energieeinsparung

Ein Werkstück wird zu Demonstrationszwecken bearbeitet. So soll gezeigt werden, wie viel des Gesamtenergieverbrauchs einer Werkzeugmaschine eingespart werden kann.

Die Bearbeitung des Werkstücks erfolgt auf drei unterschiedliche Arten:

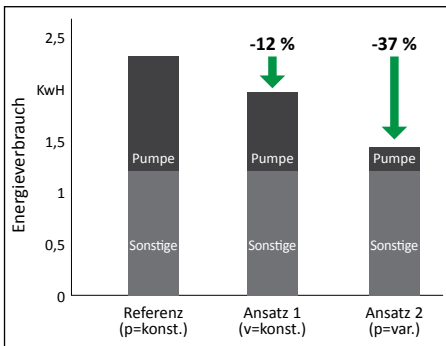
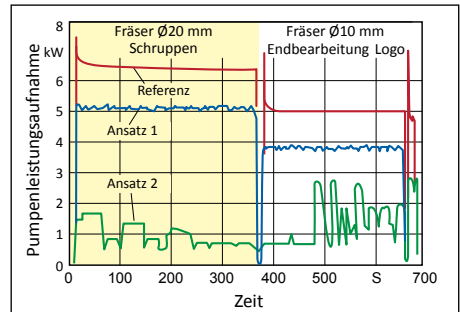
- **Konventionell:** Der Druck wird bei maximalem Füllstand konstant gehalten (rote Linie).
- **Ansatz 1:** Volumenstromregelung anstelle von Druckregelung (blaue Linie).
- **Ansatz 2:** Für jeden NC-Befehl wird der optimale Volumenstrom bestimmt (grüne Linie).



Bei Ansatz 1 und Ansatz 2 wird die Aufnahmeleistung der Pumpe für den Fertigungsprozess des Werkstücks deutlich reduziert.

Der Gesamtenergieverbrauch der Maschine wird so um 12 % bei Ansatz 1 und um 37 % bei Ansatz 2 reduziert.

**Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs um bis zu 37 %**





---

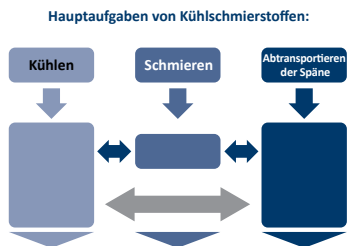
# 7 KÜHLUNG

## 7. Kühlung

Wenn von Kühlung die Rede ist, sind damit zwei unterschiedliche Prozesse gemeint: Zum einen die Prozesskühlung, also die Verwendung einer Flüssigkeit (Kühlschmierstoff), um die Maschinentemperatur in offenen Systemen niedrig zu halten. Zum anderen versteht man darunter die Hauptkühlanlage (kurz Kühlanlage), wie wir sie aus anderen Branchen kennen. Im Prinzip transportiert die Hautkühlanlage die durch die Prozesskühlung gesammelte Wärme ab.

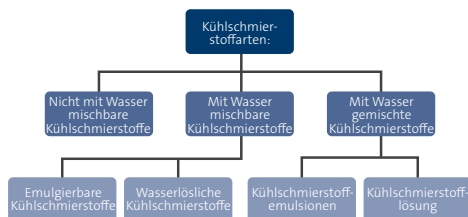
### A) PROZESSKÜHLUNG

In der Prozesskühlung hat der Kühlschmierstoff drei Funktionen: Reduzieren der Wärmebelastung, Schmieren und Abtransportieren der Späne. Dies wird in der unten stehenden Abbildung verdeutlicht.



Steigern der Produktivität, der Qualität des Werkstücks und der Prozesssicherheit

Die verwendeten Kühlschmierstoffe lassen sich wie folgt unterteilen:



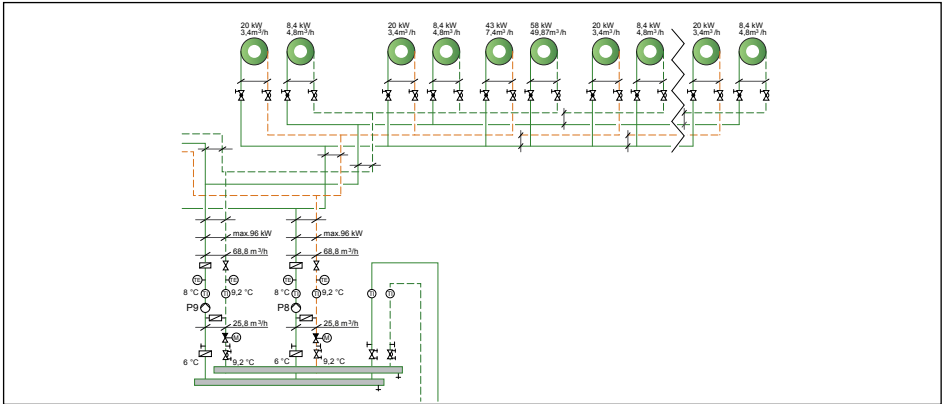
Am häufigsten werden mit Wasser gemischte Kühlschmierstoffemulsionen verwendet.

## B) HAUPTKÜHLANLAGE

### REGELUNGSARTEN UND BEISPIELE

Im Folgenden sind einige Beispiele dazu aufgeführt, wie unterschiedliche Kühlkreise geregelt werden können. Zudem wird aufgezeigt, wie man ihren Betrieb verbessern und dadurch Energie einsparen kann.

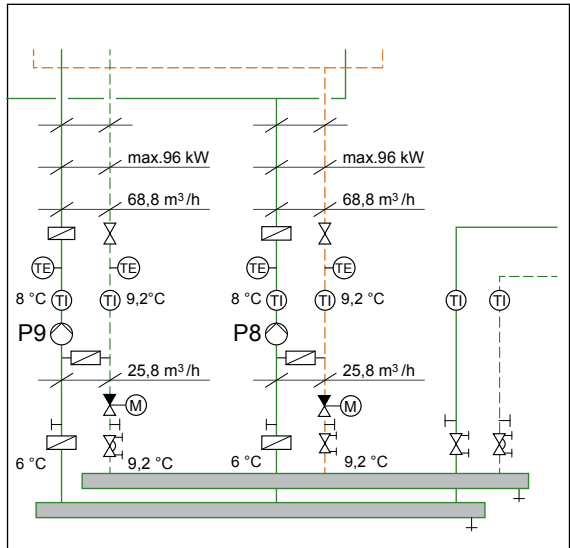
Dieses Beispiel zeigt eine Anlage zur Kühlwasserversorgung mehrerer Endverbraucher (in diesem Fall Gießmaschinen) mit zwei Hauptpumpen (Abb. 24).



Die Anlage betreibt die Pumpen mit voller Drehzahl. Die einzelnen Kreisläufe werden über Drosselventile und ein Ein/Aus-Ventil geregelt. Das Drosselventil wird bei der Inbetriebnahme einmalig eingestellt. Dadurch wird viel Energie verschwendet. Außerdem ist der Durchfluss durch die einzelnen Kreisläufe uneinheitlich, da er davon abhängt, wie viele Kreisläufe jeweils aktiv sind. Die Empfehlung von Grundfos für die Konfiguration einer solchen Anlage ist in den folgenden drei Szenarien beschrieben:

#### Szenario 1:

Im ersten Szenario empfehlen wir, sich auf die beiden Hauptpumpen zu konzentrieren, da hier die meiste Energie verbraucht wird. Diese werden im Beispiel ohne Regelung betrieben, sodass je nach Lastprofil der Durchfluss für die einzelnen Maschinen anders ausfällt (Abb. 25).





Es sollten Frequenzumrichter an jeder Pumpe montiert werden. Denn so kann mithilfe einer Drehzahlregelung ein konstanter Differenzdruck aufrechterhalten werden. Der Sensor muss so montiert werden, dass er den Differenzdruck direkt an der Pumpe misst (Abb. 26). Die perfekte Lösung wäre, die Messung zwischen der

Auslass- und der Rücklaufleitung am weitesten von der Pumpe entfernten Punkt vorzunehmen (Abb. 27). Häufig ist dieser Punkt jedoch nur schwer zu bestimmen und die Installation von über 100 Meter langen Messkabeln kann sehr kostspielig sein.

Abb. 26

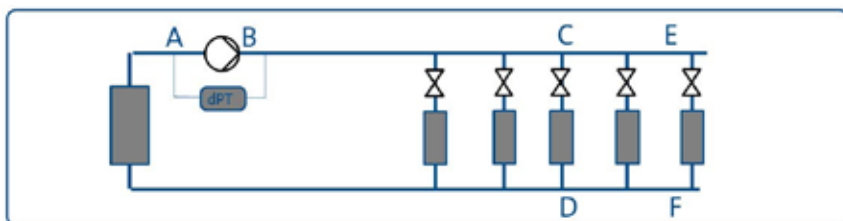
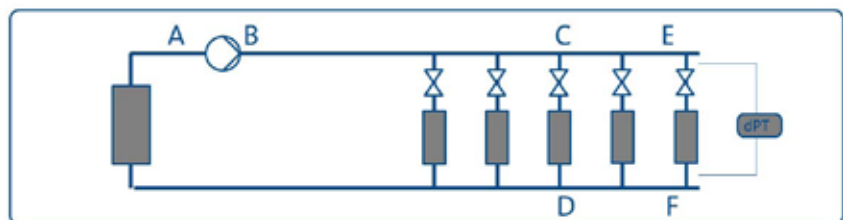


Abb. 27

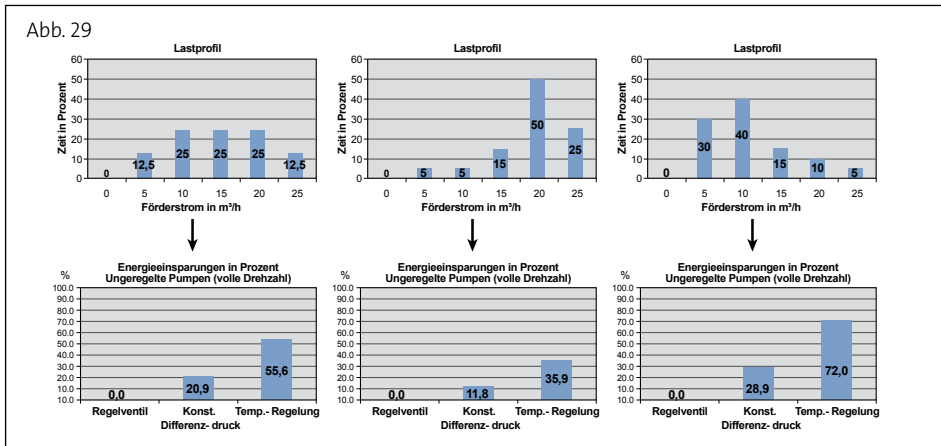
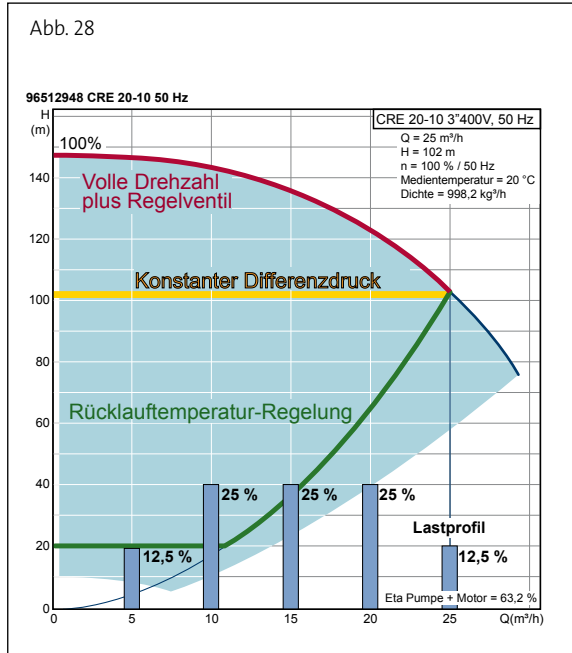


Wenn der Sensor wie oben beschrieben montiert ist, kann jederzeit das erforderliche Druckniveau am Eingang jeder Gießmaschine gewährleistet werden.

Abb. 28 verdeutlicht, was geschieht, wenn keine Regelung stattfindet. Ohne Drehzahlregelung entspricht der Pumpenbetrieb der roten Linie. Wird ein Ventil in der Anlage geschlossen, bewegt sich der Betriebspunkt der Pumpe auf der roten Kennlinie nach links, sodass die Pumpe immer mehr Druck als nötig erzeugt. Dadurch steigt der Durchfluss zu den übrigen Maschinen und die Differenztemperatur sinkt. Ein konstanter Differenzdruck stellt dagegen sicher, dass der Druck in der Anlage immer gleich bleibt – unabhängig davon, wie viele Ventile geöffnet oder geschlossen sind. Der Betrieb mit konstantem Differenzdruck wird durch die gelbe Linie dargestellt.

Die grüne Kennlinie verdeutlicht die Betriebsweise der Pumpe, wenn die Anlage in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt wird. Auch wenn diese Option häufig die wirtschaftlichste ist, kann sie in einer Anlage wie dieser nicht genutzt werden. Denn sie eignet sich nur für Anlagen mit jeweils einem „Verbraucher“.

Wie oben beschrieben soll Szenario 1 sicherstellen, dass die richtige Kühlwassermenge in der Anlage verfügbar ist und dass Energie eingespart wird. Abb. 29 zeigt einen Vergleich der drei Regelungsarten bei unterschiedlichen Lastprofilen.



Der Vergleich in Abbildung 29 zeigt, dass bei einem durchschnittlichen Lastprofil Energieeinsparungen von etwa 20,9 % erreicht werden können, wenn man die Pumpe auf einen konstanten Differenzdruck einstellt.

Die Energieeinsparungen in dieser spezifischen Konfiguration mit den Pumpen P8 und P9 (siehe Abb. 25) kann wie folgt berechnet werden. Bei den folgenden Werten handelt es sich um Schätzwerte auf Grundlage des Diagramms in Abb. 28.

<b>Gesamtdurchfluss:</b>	87,55 m <sup>3</sup> /h
<b>Förderhöhe:</b>	7,5 bar
<b>Betriebsstunden im Jahr</b>	4800 Stunden

Ungeregelter Betrieb:

$$P_1 \times \frac{\text{Durchfluss} \times \text{Förderhöhe} \times 2,72 \times \text{Stunden}}{\eta \text{ (Pumpe + Motor)}} = \frac{87,55 \times 75 \times 2,72 \times 4.800}{0,8 \times 1.000} = 107.161 \text{ kWh}$$

Einsparungen mit konstantem Differenzdruck:

$$P_1 \times \text{Differenzdruck} \rightarrow 107.161 \times 0,209 = 22.397 \text{ kWh pro Jahr}$$

Die Berechnungen sind selbstverständlich nur als Orientierung gedacht. Wenn der Druck niedriger sein darf und die Betriebsstunden höher sind, fallen die Einsparungen beispielsweise viel höher aus. Zu bedenken ist auch: Wenn die Belastung des Motors durch die Regelung reduziert werden kann, senkt dies auch die Wartungskosten.

### Szenario 2:

Die Ausgangssituation in Bezug auf die Regelung der Hauptpumpen ist identisch mit Szenario 1. In diesem Szenario sollen die Kreisläufe für die einzelnen Maschinen jedoch in Abhängigkeit von der Auslasstemperatur geregelt werden. Dadurch wird nicht nur Energie eingespart. Auch die Temperaturdifferenz entlang jeder Maschine wird konstanter. Außerdem kann der erforderliche Durchfluss durch jede Maschine aufrechterhalten werden. Letztendlich bedeutet das: Unabhängig vom Lastprofil der einzelnen Maschinen wird stets ein optimaler Betrieb gewährleistet.

### Szenario 3:

Die Ausgangssituation in Bezug auf die Regelung der Hauptpumpen ist identisch

mit Szenario 1. In diesem Szenario werden jedoch andere Pumpen verwendet, die einen geringeren Druck liefern. Anstatt einen Druck von 7,5 bar zu erzeugen, liefern sie nur den Druck, der zum Überwinden der Verluste in den Hauptrohren erforderlich ist. Anders als im Szenario 2 sollte hier eine Pumpe anstelle eines Regelventils für jeden Maschinenkreislauf montiert werden. Diese Pumpe muss mit einer Drehzahlregelung ausgestattet sein, die den Druckverlust innerhalb der Maschine ausgleichen kann.

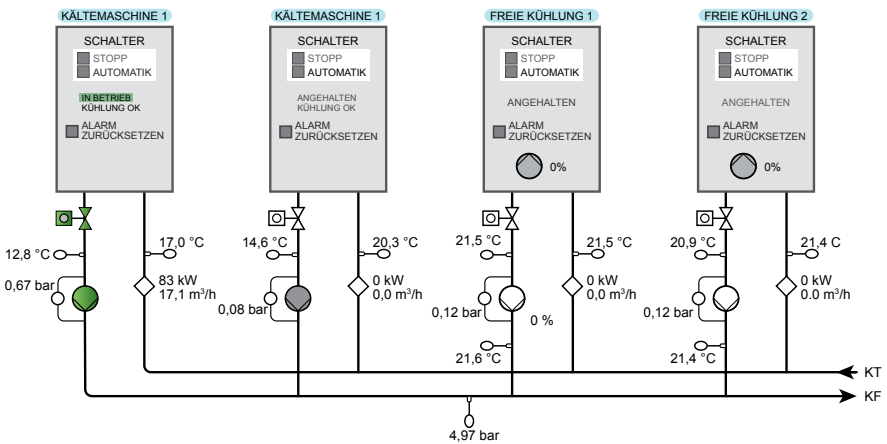
Das bedeutet: Die Hauptpumpen können bei Mindestdrehzahl betrieben werden und in den Gießmaschinen kann der jeweils erforderliche Druck oder Durchfluss mithilfe der einzelnen Pumpen aufrechterhalten werden. Die kleinen Pumpen der Maschinen müssen entweder in Abhängigkeit der Auslasstemperatur der Maschinen oder gemäß einem konstanten Differenzdruck entlang der Maschinen geregelt werden. Welche Regelungsart ausgewählt wird, hängt davon ab, wie viele Kühlkreisläufe es pro Maschine gibt und wie unterschiedlich der Druckverlust in den einzelnen Maschinen ausfällt.

### Konfigurationsbeispiel von Grundfos

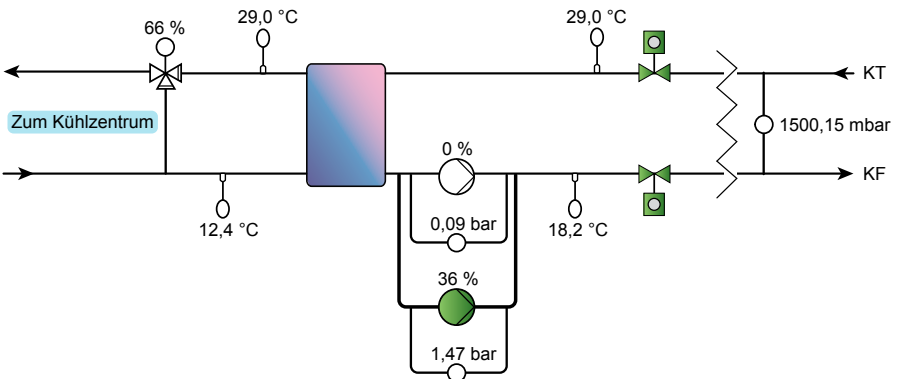
Wir bei Grundfos stellen viele unserer Gießmaschinen selbst her. Abb. 30 zeigt, wie unsere Maschinen mit Kühlwasser versorgt werden.

Betrachten wir zunächst die Primärseite der Anlage: Sie besteht aus Kältemaschinen und Geräten für die freie Kühlung. Bei optimalen Außentemperaturen kommt die freie Kühlung zum Einsatz. Andernfalls werden die Kompressionskältemaschinen verwendet.

Abb. 30



Das Glykol-Wasser-Gemisch wird von den Pumpen in einen Wärmetauscher geleitet (Abb. 31).



Der Druck des Kühlwassers, das in die Maschinen geleitet wird, wird von den Pumpen aufrechterhalten. Die Pumpen werden dabei mithilfe eines Differenzdrucksensors geregelt. Das in die Maschinen geleitete Kühlwasser wird in den einzelnen Maschinen für die

Sekundärprozesse verwendet. Bei der ersten Inbetriebnahme wird jeder Kreislauf manuell eingestellt. Der Primärkreis (die Gussform) verfügt über eine separate Thermosteinheit, da die erforderliche Temperatur von Form zu Form unterschiedlich ausfällt.





# 8. VON DER DREHZAHNREGELUNG ZUR INTELLIGENTEN ANLAGENSTEUERUNG

## 8. Von der Drehzahlregelung zur intelligenten Anlagensteuerung

**Eine Pumpe ist immer Bestandteil einer größeren Anlage und arbeitet mit einer ganzen Reihe weiterer Komponenten zusammen. Daher blicken wir über die Pumpe hinaus und betrachten die gesamte Anlage, wenn wir neue Lösungen entwickeln. Unsere E-Solutions und Grundfos iSOLUTIONS sind zwei Paradebeispiele dafür.**

**Grundfos iSOLUTIONS ist die intelligente Lösung, um die Leistung von Pumpenanlagen und Anwendungen zu optimieren. Sie bietet alle Vorteile unserer pumpenspezifischen E-Solutions, bringt jedoch zahlreiche neue Funktionen mit sich, die auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind. Das Ergebnis ist eine höhere Betriebssicherheit, Leistung und Energieeffizienz.**

### Optimale Drehzahlregelung

Die Drehzahlregelung ist ein wesentlicher Bestandteil von Grundfos iSOLUTIONS. Der Frequenzumrichter passt die Pumpendrehzahl an den aktuellen Bedarf an und bietet so eine Reihe von Vorteilen, darunter:

- **Verkürzte Produktionszeiten.** Die Tatsache, dass der erforderliche Druck und Durchfluss genau im richtigen Moment bereitgestellt werden, führt zu verkürzten Produktionszeiten.
- **Längere Lebensdauer.** Die Drehzahlregelung sorgt für den richtigen Durchfluss und Druck. Dadurch sind Temperatur und Schmierung ebenfalls optimal, was zu einer verlängerten Lebensdauer führt.
- **Energieeinsparungen.** Die Drehzahlregelung reduziert den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen
- **Reduzierte Gesamtkosten.** Die Drehzahlregelung kann Regelventile, Sensoren und verfahrenstechnische Ausrüstung ersetzen und die schnelle Installation senkt zusätzlich die Gesamtkosten.



#### PUMPE

##### FOKUS: PRODUKT

Normpumpen und externe Regelkomponenten mit einem Zweck: eine Flüssigkeit von einem Ort zum anderen transportieren.



#### E-SOLUTIONS

##### FOKUS: ERWEITERTES PRODUKT

Integrierte Regelkomponenten ermöglichen es den Pumpen, sich an Bedarfsänderungen anzupassen. Das Ergebnis: mehr Komfort und geringerer Energieverbrauch jeder Pumpe.



#### iSOLUTIONS

##### FOKUS: GESAMTE ANLAGE

Das Zusammenspiel von Pumpen, Frequenzumrichtern, Steuerungen, Regelkomponenten, Schutzrichtungen, Messinstrumenten und Kommunikationsschnittstellen in der Anlage wird optimiert. Das Ergebnis: Energieeinsparungen in der gesamten Anlage, geringere Komponentenkosten, eine bessere Kommunikation, umfassendere Anpassungsmöglichkeiten und eine höhere Benutzerfreundlichkeit.

## Individuelle Anpassungsmöglichkeiten

Mit Grundfos iSOLUTION können Sie Ihre Pumpe perfekt an detaillierte Anforderungen anpassen. Die Anpassungsmöglichkeiten beinhalten die Wahl der Werkstoffe, Verbindungsoptionen und spezielle Software. Die neuesten Software-Entwicklungen ermöglichen es unseren Konstrukteuren, Anpassungen an Ihre individuellen Herausforderungen sehr genau vorzunehmen. Unten sehen Sie, wie eine E-Solutions oder iSOLUTIONS auf die spezifischen Anforderungen der Zerspansbranche angepasst werden kann.

### E-SOLUTIONS VON GRUNDFOS – EINGEBAUTE INTELLIGENZ

Eine E-Solution von Grundfos vereint die Pumpe, den Motor und den Frequenzumrichter in einem Produkt. Da der Frequenzumrichter die

Pumpendrehzahl ständig an den Bedarf anpasst, lässt sich der Energieverbrauch der Pumpe erheblich reduzieren.

#### Konstantdruck

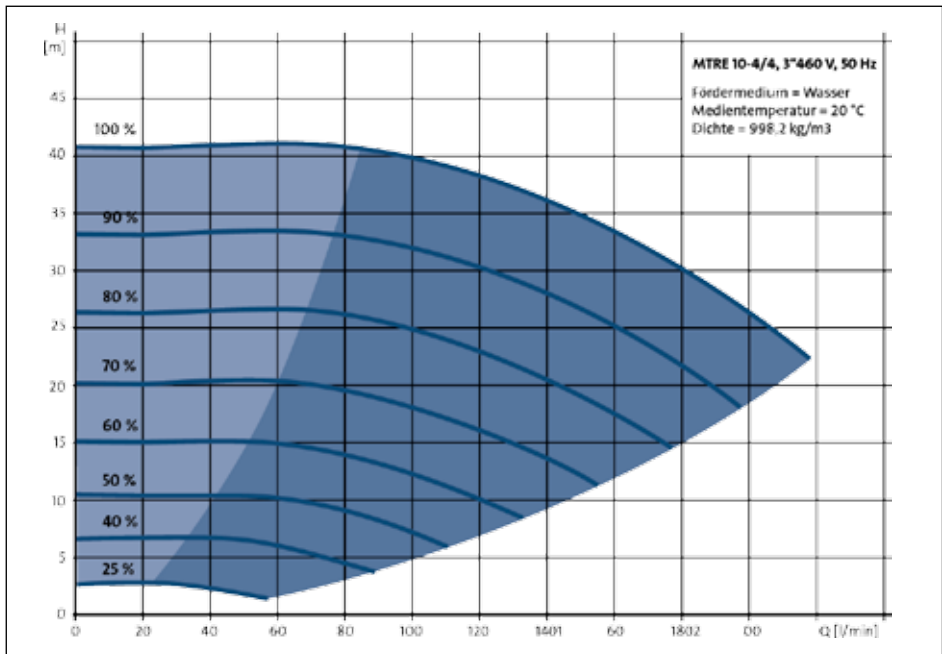
Die E-Pumpe läuft schnell an und liefert für jeden Betriebspunkt der ausgewählten Werkzeuge einen konstanten Druck.

#### Hohe Drehzahl – übersynchroner Betrieb

Sichern Sie sich eine hohe Drehzahl bei kompakter Pumpenbauart – ideal für Installationen mit begrenztem Platzangebot (z. B. Montage in Schränken oder Bearbeitungszentren).

#### Voreingestellte Betriebspunkte

Die E-Pumpe kann mit mehreren voreingestellten Sollwerten betrieben werden, um den richtigen Druck für verschiedene Bedarfsmuster zu liefern.





## ISOLUTIONS

### Grenzwert überschritten

Lassen Sie Ihre Anlage das Betriebsmuster verändern oder Sie direkt informieren, wenn ein bestimmter Prozessparameter einen voreingestellten Grenzwert unter- oder überschreitet.

### Sollwertverschiebung

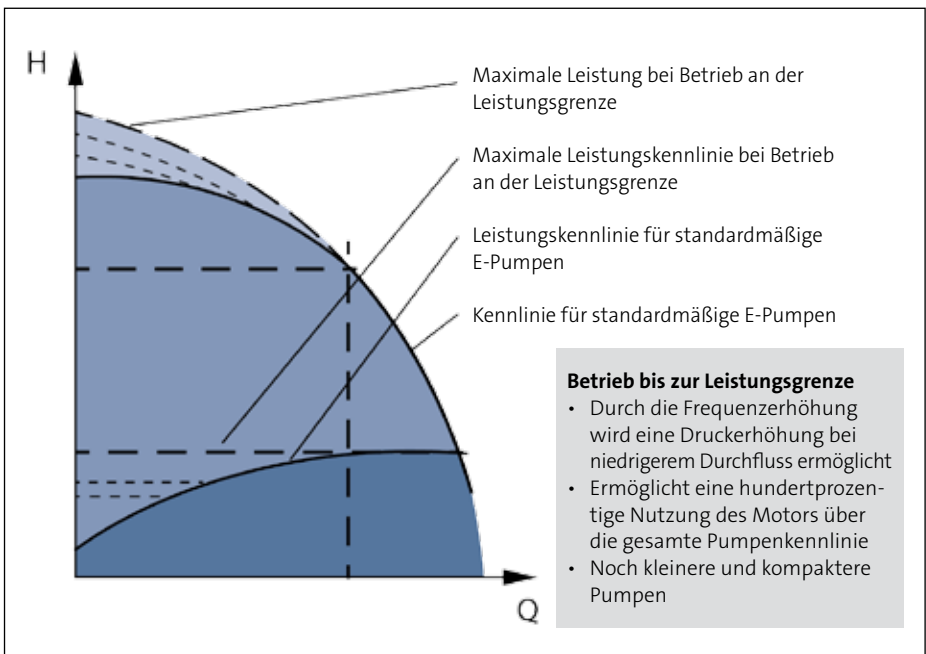
Vermeiden Sie Kavitation oder einen Überdruck an der Kammereinheit, indem Sie den Sollwert der Pumpe anpassen. Zu den Parametern gehören u. a. Druck und Durchfluss.

### Betrieb bis zur Leistungsgrenze

Nutzen Sie die Pumpenleistung unbesorgt voll aus – der Überlastschutz schützt die Pumpe optimal. So ist der Betrieb mit unterdimensionierten Motoren oder das Erreichen eines höheren Drucks mit derselben Pumpe möglich.

### Verfügbare PC-Werkzeuge

Wenn Sie selbst Anpassungen vornehmen möchten, stehen Ihnen auf Ihrem PC geeignete Programmier- und Überwachungswerkzeuge zur Verfügung. Damit können Sie Ihre Software ganz nach Ihren Vorstellungen optimieren. Wir bieten Ihnen jedoch auch gern individuell angepasste Programme an, falls Sie das Programmieren lieber uns überlassen. Dank unserer jahrelangen Erfahrung kennen wir die Herausforderungen, denen Sie gegenüber stehen, und können Ihnen Lösungen bieten, mit denen Sie diese meistern.



The background of the page is a complex technical drawing of a centrifugal pump assembly, rendered in a light blue color. The drawing includes various views: a front view of the pump housing and motor, a side view showing the impeller and shaft, and several detail views of specific components like bearings and seals. Dimensions are indicated with lines and numbers, and various parts are labeled with letters and codes. The overall layout is dense and technical.

# 9. DEFINITIONEN UND FEHLERBEHEBUNG

## 9. Definitionen und Fehlerbehebung

### A) METALLSPÄNE

Solange die Filter einer Anlage ordnungsgemäß funktionieren, sollten keine Problem mit Spänen auftreten. Zusätzlich befindet sich am Zulauf unserer Pumpen ein Sieb, das alles, was seinen Weg durch die Filter findet, aufhält.

Kleinere Partikel aus Aluminium und die Reste der Schleifscheibe führen zu einem Verschleiß der Pumpe. Insbesondere die Lager und Wellendichtungen reagieren empfindlich auf diese kleinen Partikel. Bei Aluminium wurde in den letzten Jahren ein Anstieg der enthaltenen harten Partikel festgestellt. Der Grund dafür ist, dass neue Aluminiumsorten entwickelt wurden. Über die zulässige Konzentration der Aluminiumpartikel in unseren Pumpen können wir keine Angaben machen.

### B) LUFTBLASEN

#### Emulsion:

Normalerweise stellen Luftblasen in Emulsionen keine Schwierigkeit dar, da sie sich als Schicht an der Flüssigkeitsoberfläche sammeln und sich der Zulaufstutzen der Pumpe am Boden des Behälters befindet.

#### Öl:

Luftblasen im Öl sind problematisch, da es schwierig ist, sie aus dem Öl zu entfernen (d. h. sie bleiben für eine lange Zeit im Öl). Daher besteht das Risiko, dass sie auch die Pumpe erreichen.

Außerdem haften die Blasen an jeder Art von Spänen im Öl, sodass diese sich am Boden des Behälters ansammeln. Das verursacht eine Vielzahl von Problemen, da sich hier der Zulaufstutzen der Pumpe befindet. Grundsätzlich schaden die Blasen der Pumpe nicht, sie verschlechtern aber die Leistung und verursachen Geräusche.

### C) VISKOSITÄT

Bei Emulsionen und Öl mit einer Betriebstemperatur von ca. 25 °C spielt die Viskosität im Normalfall keine Rolle. Mit Öl sollten Sie dennoch vorsichtig sein, wenn sich der Aufstellungsort des Ölbehälters beispielsweise

in einem kalten Keller befindet. Dadurch kühlt sich auch das Öl ab und weist dann eine höhere Viskosität auf.

Dies macht häufig einen überdimensionierten Motor erforderlich. Allerdings kann das Aufstellen eines Heizelements die günstigere Variante sein.

### D) DICHTe

In Bezug auf Pumpen oder überdimensionierte Motoren spielt die Dichte keine Rolle. Die einzige Situation, in der die Dichte Probleme verursachen kann, ist bei der Auslegung. Denken Sie daran, den gewünschten Druck von Bar in Meter Förderhöhe umzurechnen und die Pumpenauslegung erst danach vorzunehmen.

$$H = \frac{P}{\rho \times g}$$

mit:

H für die Förderhöhe in [m]

p für den Druck in [Pa = N/m<sup>2</sup>]

ρ für die Flüssigkeitsdichte in [kg/m<sup>3</sup>]

g für die Fallbeschleunigung in [m/s<sup>2</sup>]

### E) PUMPENGERÄUSCHE

Normalerweise verursachen Pumpen keine Geräusche, außer das Summen des Lüftermotors. Wenn die Pumpe dennoch Geräusche macht, liegt das sehr oft daran, dass die Flüssigkeit Luft enthält. Wenn es sich um eine Kreiselpumpe handelt, können Sie testen, ob sich Luft in der Pumpe befindet, indem Sie sie kurz gegen ein geschlossenes Ventil laufen lassen. Sobald das Ventil geschlossen ist, stoppt der Durchfluss durch die Pumpen und auch das Geräusch sollte verschwinden. Wenn weiterhin Geräusche auftreten, könnte dies an den Lagern der Pumpe oder der Wellendichtung liegen (mehr Informationen zur Wellendichtung finden Sie in Abschnitt h).

**Bei Verdrängerpumpen wie der MTS- oder BMP-Pumpe von Grundfos darf das Auslassventil niemals geschlossen werden!**

Beispiele für durch Luft verursachte Probleme finden Sie im Abschnitt zum Durchfluss in kleineren Behältern.

## F) DURCHFLUSS IN KLEINEREN BEHÄLTERN

Der Durchfluss in kleinen Behälter muss aufgrund des Risikos von Verwirbelungen im Wasser stets berücksichtigt werden, da diese die Zulaufbedingungen der Pumpe verschlechtern können. Ein zu großer Durchfluss in kleinen Behältern kann zudem dazu führen, dass sich im Wasser Luftblasen bilden, die Geräusche verursachen und den Durchfluss sowie die Förderhöhe verringern.

Im Bereich Werkzeugmaschinen stellt außerdem die Anzahl von metallischen oder anderen Partikeln im Wasser ein Risiko dar. Für den optimalen Betrieb der Pumpe und eine lange Lebensdauer ist die Bauweise des Behälters entscheidend.

## G) WASSERSCHLAG

Wasserschlag (oder allgemeiner ausgedrückt Flüssigkeitsschlag) bezeichnet eine Druckwelle, die entsteht, wenn ein sich bewegendes Medium (in der Regel eine Flüssigkeit, aber in manchen Fällen auch ein Gas) plötzlich gestoppt wird oder seine Bewegungsrichtung ändern muss. Wasserschlag entsteht in der Regel, wenn am Ende eines Rohrleitungssystems plötzlich ein Ventil geschlossen wird, und eine Druckwelle durch

das Rohr läuft. Teilweise wird Wasserschlag auch als Druckstoß bezeichnet. Die Druckwelle kann größere Probleme verursachen: von Strömungsgeräuschen und Vibration bis hin zum Rohrbruch. Mit Wasserschlagdämpfern und anderen Vorrichtungen lassen sich ihre Auswirkungen jedoch reduzieren. Bei Werkzeugmaschinen-Anwendungen tritt Wasserschlag vor allem dann auf, wenn Magnetventile geschlossen werden.

Wenn mehrstufige Kreiselumpen von Wasserschlag betroffen sind (oder auch jede andere Pumpe), führt dies häufig dazu, dass die Lager brechen und Kammern sowie Laufräder beschädigt werden. Wasserschlag zu vermeiden, ist demnach nicht nur für die Anlage, sondern auch für die Pumpe wesentlich.

## H) WELLENDICHTUNGEN

Ausfälle der Wellendichtung sind die bei Kreiselumpen am häufigsten auftretende Störung. Das gilt auch für die Zerspanungsbranche. Zu den häufigsten Pumpenproblemen gehören in der maschinellen Bearbeitung folgende:

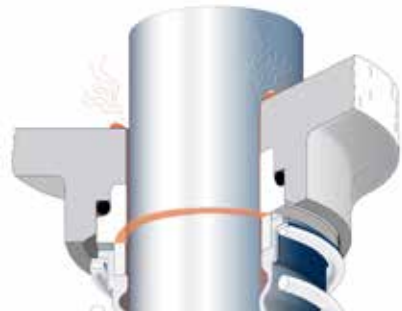
- Verkleben der Dichtungen
- Geräuschbildung der Dichtungen
- Blockieren der Dichtung

### Verkleben

Verkleben tritt auf, wenn die beiden Dichtungsringe aneinander haften oder teilweise miteinander verschweißst sind. Dies führt dann zu einem Ausfall, wenn die Verbindung stärker ist als das Anlaufmoment des Motors. Zudem kann es zu mechanischen Beschädigungen der Dichtungsteile kommen.

Verkleben kann verschiedene Ursachen haben. Insbesondere Dichtungssysteme mit zwei harten Dichtungsflächen neigen zum Verkleben. Hauptursachen für das Verkleben sind entweder Ausfällungen von klebrigen Materialien aus dem Fördermedium auf den Gleitflächen oder Korrosion der Dichtungsflächen.

Nur bei Pumpen mit Ein-/Aus-Regelung kann Verkleben auftreten. Bis zum Verkleben der Dichtungsringe dauert es je nach Fördermedium einige Stunden oder mehr. Wenn die Temperatur steigt, wird der Vorgang beschleunigt.



### Geräuschbildung

Wenn nur noch wenig oder gar kein Kühlschmierstoff vorhanden ist, neigen Wellendichtungen mit Dichtringen aus harten Werkstoffen dazu, laute Geräusche zu erzeugen. In Abhängigkeit von der Dichtungskonstruktion, den verwendeten harten Werkstoffen und der Anlage können die Geräusche konstant oder zufällig auftreten.



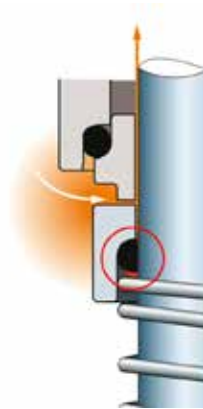
**Sollten bei einer MTR-Pumpe von Grundfos immer wieder Dichtungsprobleme auftreten, könnte dies mit einer Rückleitung zum Behälter behoben werden.**

### MTR – mit Rückleitung zum Behälter

Leckagefreie Pumpen sind für alle industriellen Prozesse äußerst wichtig. Undichte Pumpen können kostspielige Stillstandszeiten verursachen, wodurch auch die Produktkosten steigen. Die MTR-Pumpe mit Rückleitung zum Behälter beseitigt dieses Risiko, da die Flüssigkeit auch dann im Behälter bleibt, wenn die Wellendichtung verschlissen ist und undicht wird. Die MTR-Pumpe mit Rückleitung zum Behälter ist jedoch nicht nur leckagefrei – sie verfügt außerdem über einen innovativen, drehzahlregulierten Motor, der den Energieverbrauch und somit auch die Produktkosten senkt.

- Keine Stillstandszeiten aufgrund von Leckagen
- Keine Verunreinigung
- Längere Wartungsintervalle
- Reduktion der Produktkosten
- Antihaftlösung für die Wellendichtung bei der Inbetriebnahme

Bei Gleitringdichtungen werden Geräusche von losen Teilen verursacht. Dadurch kann die Lebensdauer der Dichtung beeinträchtigt werden. Besonders bei Metallfaltendichtung führen lose Teile zu Materialermüdungen.



### Blockieren

Von einer blockierten Gleitringdichtung spricht man, wenn die Axialbewegung des rotierenden Teils der Dichtung blockiert ist.

Blockieren tritt häufig bei O-Ringdichtungen oder in einigen Fällen auch bei Metallfaltendichtungen auf, auch wenn der zugrunde liegende Mechanismus hier ein anderer ist.

Bei O-Ringdichtungen können sich auf der Welle neben dem O-Ring Ablagerungen oder Ausfällungen bilden, die den O-Ring am freien Gleiten hindern.

Wenn sich die Temperatur oder der Druck in der Anlage verändert, ändern sich auch die Abmessungen der Pumpenteile. Daher muss der O-Ring auf der Welle oder Hülse frei gleiten können, um einwandfrei zu funktionieren.

## Produkte für Werkzeugmaschinen

### MTR – mehrstufige Eintauchpumpe in verschiedenen Ausführungen



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–1.420 l/min
- Förderhöhe: 0–25 bar
- Flexible Einbaulänge
- Hoher Wirkungsgrad

Die am häufigsten für die Kühlung von Werkzeugmaschinen eingesetzte Pumpe im Portfolio von Grundfos. Ist für fast alle Prozesse geeignet und kann an spezifische Anforderungen angepasst werden.

### MTH – mehrstufige Eintauchpumpe



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–170 l/min
- Förderhöhe: 0–10 bar
- Flexible Einbaulänge
- Hoher Wirkungsgrad

Wird vor allem bei kleineren Maschinen mit geringerem Durchfluss und niedrigerem Druck eingesetzt.

### MTA – einstufige Eintauchpumpe



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–355 l/min
- Förderhöhe: 0–13,5 m
- Halboffenes Laufrad
- Ohne Wellendichtung

Wird normalerweise eingesetzt, wenn es keine separate Filterpumpe gibt, sondern die gleiche Pumpe sowohl für die Kühlung als auch für die Filtration verwendet wird.

### MTS-Schraubenspindelpumpe



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–850 l/min
- Förderhöhe: 0–150 bar
- Hoher Wirkungsgrad
- Geräuscharm
- Kompakte Bauweise

Spezielle Hochdruckpumpe, die sehr häufig für Bohrprozesse eingesetzt wird, bei denen eine Innenkühlung der Bohrmeißel erforderlich ist. Bei der MTS-Pumpe handelt es sich um eine Schraubenspindelpumpe mit höheren Anforderungen an die Sauberkeit des Kühlwassers. Bitte beachten Sie, dass der erforderliche Druck für die Innenkühlung bei Titan oder Aluminium ca. 150 bar beträgt.

### CR – mehrstufige Inline-Kreiselpumpe in verschiedenen Ausführungen



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–180 m<sup>3</sup>/h
- Förderhöhe: 0–50 bar
- Betriebssicherheit
- Einfache Installation
- Hoher Wirkungsgrad

Die trocken aufgestellte CR-Pumpe ist eine Alternative zur direkt im Behälter montierten MTR-Pumpe.

### Blockpumpen NB/NB/NK



#### Spezifikationen

- Förderstrom: 0–800 m<sup>3</sup>/h
- Förderhöhe: 0–25 bar
- Hoher Wirkungsgrad

Typischerweise für die Teilereinigung verwendet.



**GRUNDFOS GmbH**  
Schlüterstr. 33  
D-40699 Erkrath  
Tel. +49 211 929 690  
infoservice@grundfos.com  
www.grundfos.de

**GRUNDFOS Pumpen Vertrieb Ges.m.b.H.**  
Grundfosstr. 2  
A-5082 Grödig  
Tel. +43 6246 883 0  
www.grundfos.at

**GRUNDFOS Pumpen AG**  
Bruggacherstrasse 10  
CH-8117 Fällanden  
Tel. +41 44 806 81 11  
www.grundfos.ch

1115/GRUNDFOS INDUSTRIE/72049-BrandBox

Der Name Grundfos, das Grundfos-Logo sowie „be think innovate“ sind eingetragene Warenzeichen der Grundfos Holding A/S bzw. Grundfos A/S, Dänemark. Weltweit alle Rechte vorbehalten.