

Bei einer Verseilmaschine ermöglicht die Anordnung mehrerer Sättel oder Zangen an einer Brems Scheibe eine besonders hohe Leistungsdichte

### Berechnung der Auslegung

# Mit der richtigen Bremse zum schnellen Stopp

Mit Industrie-Scheibenbremsen können bei kleinem Bauraum Halte-, Stopp- und Regelaufgaben beherrscht werden. Die Wärmeabfuhr ist dabei ein entscheidendes Kriterium für die Auslegung, da beim Bremsen die gesamte kinetische Energie in Wärme umgesetzt wird.

» Franz Eisele

Die Scheibenbremse hat sich im Automobilbau längst durchgesetzt. Im PW-Bereich sind heute ausschliesslich Scheibenbremsen im Einsatz.

Im industriellen Umfeld werden Scheibenbremsen z.B. bei der Herstellung von PET-Flaschen, bei der Stahlverarbeitung, in der Papierherstellung, der Kabel- und Drahtproduktion, in Textil- und Druckmaschinen, im Aufzugs- und Fahrtreppenbau sowie bei Förderanlagen eingesetzt. Aber auch in Windkraftanlagen wird diese Bauform für die Funktionen «Rotorbremsung» oder «Festsetzung der kompletten Gondel» benutzt.

### Scheibenbremsen haben verschiedene Einsatzmöglichkeiten

Dabei unterscheidet man im Wesentlichen drei verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Beim Einsatz als Haltebremse werden lediglich im Stillstand zwei Bauteile durch die Bremse so miteinander verbunden, dass eine Relativbewegung verhindert wird. Im Gegensatz dazu steht die Funktion als Stoppbremse. Dies ist der übliche Einsatzfall in einem Automobil. In diesem Fall wird eine sich bewegende Masse in einer entsprechenden Zeit zum Stillstand gebracht. Die dabei entstehende Reibungswärme muss

von der Bremse beherrscht werden. Die Bremsenergie, welche sich letztendlich in einer Temperaturerhöhung bemerkbar macht, ist auch für eine Regelbremse, die dritte Einsatzmöglichkeit, entscheidendes Auslegungskriterium. Im Falle einer Regelbremse wird Kraft und Geschwindigkeit einer

### Autor

Dipl.-Ing. Franz Eisele, Ringspann GmbH  
DE-61348 Bad Homburg



Anwendung durch die Bremse geregelt. Da dies über einen langen Zeitraum erfolgen kann, ist die Betrachtung des Wärmeauslasses in diesem Fall von besonderer Bedeutung.

### Verschiedene Konstruktionen im industriellen Umfeld

Industriescheibenbremsen sind als Bremsätze oder Bremszangen verfügbar. Das Bremsmoment ergibt sich aus der erzeugten Klemmkraft und dem Durchmesser der Bremscheibe. Durch geeignete Wahl des Bremscheibendurchmessers kann das entstehende Bremsmoment in bestimmten Grenzen auf die Anwendung abgestimmt werden. Hohe Leistungsdichte wird durch die Anordnung von mehreren Sätteln oder Zangen an einer Bremscheibe erreicht. Die Möglichkeit einer solchen Anordnung ist ein oft genutzter Vorteil der Scheibenbremse.

Die Art und Weise, wie eine Bremse betätigt oder gelüftet wird, ist ein charakteristisches Ordnungsmerkmal für Bremsen. Man unterscheidet im industriellen Umfeld feder-, pneumatisch, hydraulisch, elektromagnetisch oder von Hand betätigte bzw. gelüftete Bremsen. Abhängig von den Anforderungen der Anwendung kann eine der genannten Möglichkeiten für Betätigung und Lüftung ausgewählt werden.

### Der Bremsbelag entscheidet über die Wirkung

Entscheidend für die Funktion sind des Weiteren die Bremsbeläge. Hier gibt es eine Vielzahl verschiedener Möglichkeiten. Der gezielte Einsatz eines geeigneten Bremsbelags erfordert entsprechende Erfahrung. In manchen Fällen wird man sogar einen Test des Belags in der spezifischen Anwendung machen müssen. Eine Reib-klotz-Verschleissanzeige ist technisch möglich und in Anwendungen wie z.B. Aufzügen auch zwingend gefordert. Da zumindest beim Einsatz als Stopp- oder Regelmotorbremse ein Verschleiss der Beläge stattfinden wird, sind konstruktive Feinheiten wie eine automatische Verschleissnachstellung hilfreich. Eine federnde Anstellung des Reibbelags zur definierten Anlage bzw. Abhebung an der Bremscheibe ist ein weiteres kleines konstruktives Detail, welches zu einer zuverlässigen Funktion der Bremse beiträgt.

### Der Einsatz gibt die Auslegung der Bremse vor

Abhängig von der gewünschten Einsatzmöglichkeit unterscheiden sich die wesentlichen Auslegungskriterien für eine Scheibenbremse. Wird sie als Haltebremse verwendet, wird das mögliche Haltemoment der Bremse berechnet. Die Berechnung erfolgt über die vorhandene Klemmkraft  $F$  [N], den mittleren Reibradius  $r_r$  [m] und den Reibbeiwert  $\mu$ . Das Haltemoment  $MH$  [Nm] ergibt sich dann nach folgender Formel:

$$MH = F \times 2 \times r_r \times \mu$$

Wichtig dabei ist der Reibbeiwert  $\mu$ . Er ist abhängig vom Material der Bremscheibe, dem Zustand der Bremse (eingelaufen ja/nein) und vor allem vom gewählten Reibbelag. Für eine Haltebremse sind eventuell spezielle Reibbeläge erforderlich, da viele Standardreibbeläge für eine spezifische Bremsgeschwindigkeit ausgelegt sind.

Für die dynamischen Bremsvorgänge, wie sie im Falle einer Stoppaufgabe auftreten, muss zusätzlich zur Größe des Bremsmomentes geprüft werden, ob die Bremse die vorhandene Bewegungsenergie aufnehmen kann. Handelt es sich um einen seltenen oder gar einmaligen Bremsvorgang, wird die gesamte Bremsenergie in der Bremscheibe quasi zwischengespeichert. Die Bremscheibe kann dabei eine bestimmte Wärmearbeit aufnehmen. Beim Abbremsen z.B. einer rotierenden Masse mit der Trägheit  $J_{\text{red}}$  [kgm<sup>2</sup>] aus einer bestimmten Drehzahl  $n_1$  [min<sup>-1</sup>] bis zum Stillstand ergibt sich die Bremsarbeit  $W_B$  [Nm] nach folgender Formel:

$$W_B = \leq W_{B\text{Szul}}$$

Dabei muss sichergestellt werden, dass diese Bremsarbeit  $W_B$  die zulässige Bremsarbeit  $W_{B\text{Szul}}$  für die gewählte Bremscheibe nicht übersteigt. Entsprechende zulässige Werte werden vom Hersteller zur Verfügung gestellt.

### Bei hochbelasteten Bremsen gibt es verschiedene Temperaturverläufe

Für Regelvorgänge oder bei hoher Schalthäufigkeit reicht die Wärmeaufnahme der Scheibe nicht mehr aus, um den Bremsvorgang zu beherrschen. Es muss kontinuierlich von der Bremse Wärme abgeführt wer- →

## SCHADENSBEGRENZUNG

VERMEIDEN SIE TEURE SERVICE- UND STILLSTANDSZEITEN.



## RUNDLAUFGARANTIE

SERVOMAX® . KOMPAKT, PRÄZISE, WIRTSCHAFTLICH.



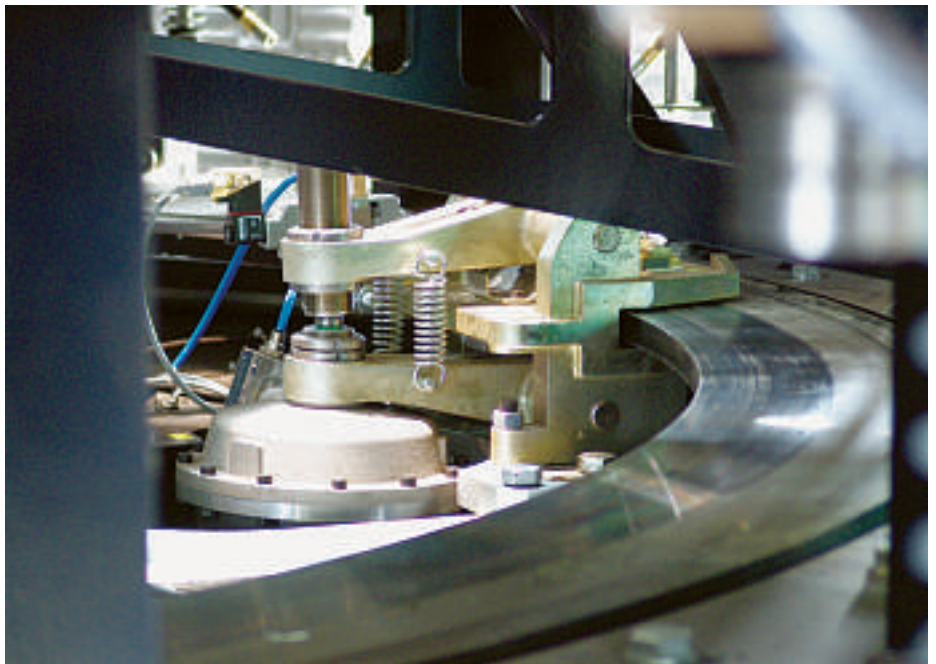
## EINZIGARTIG - ZEIT SPAREN MIT SYSTEM

SCHNELLE MONTAGE - MEHR PRODUKTIVITÄT



DIE PERFEKTE KUPPLUNG  
VON 0,1 - 160.000 Nm.

den. Die mögliche Wärmeabfuhr der Bremse hängt nun wiederum von verschiedenen Faktoren ab. Dies sind zum Beispiel: Bremscheibenabmessungen, die Anbindung der Bremscheibe an die Welle oder die Reibflächen größe der Beläge. Der Wärmehaushalt der Bremse kann für solche Bremsvorgänge nicht mit einfachen Kennzahlen beschrieben werden. Abhängig vom Drehzahlverlauf an der Bremscheibe ergeben sich während des Bremsvorgangs verschiedene Temperaturverläufe. Für einen solchen Fall empfiehlt es sich, direkt in Zusammenarbeit mit dem Hersteller die Eignung der Bremse für die Anwendungen zu prüfen. <<



Bei einer PET-Flaschen-Blasmaschine gewährleistet die Scheibenbremse eine sichere Produktion

#### Infoservice

Ringspann AG  
Sumpfstrasse 7, 6303 Zug  
Tel. 041 748 09 00, Fax 041 748 09 09  
info@ringspann.ch, www.ringspann.ch

# MEIER + CO



- Bauer-Getriebemotoren
- AC/DC-Motoren
- Yaskawa/Vacon-Frequenzumrichter
- Kupplungen, Ketten, Riemen
- Reparatur- und Serviceleistungen

MEICOLIFT    MEICODRIVE    MEICOSERVICE

Meier + Co. AG, 5013 Niedergösgen, Tel. 062 858 67 00  
www.meico.ch, info@meico.ch, Fax 062 858 67 11

## Der richtige Antrieb für Ihre Projekte



**Bosch-Elektromotoren sorgen für Bewegung.** Sie bieten Ihnen eine breite Palette an technisch und wirtschaftlich interessanten Lösungen. Nutzen Sie die exzellente Qualität zum günstigen Preis. Die Erfahrung unserer Ingenieure aus millionenfacher Anwendung in Kraftfahrzeugen und vielen anderen industriellen Einsätzen steht Ihnen zur Verfügung. Elektromotoren, Relais und Sensoren von Bosch sind auf Wunsch schnell per 24-Stunden-Lieferservice bei Ihnen.

Robert Bosch AG • Industriestrasse 31 • 8112 Otelfingen  
Fax 044 847 15 29 • verkauf.erstausruestung.kfz@ch.bosch.com



**BOSCH**

Technik fürs Leben

www.bosch-elektromotoren.de