

## Thema

BACHELORARBEIT // PROJEKTARBEIT // STUDIENARBEIT

des Studienganges Studiengang

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Name des Standortes

von

Vorname Nachname

Abgabedatum: 01. Januar 1990

Bearbeitungszeitraum  
Matrikelnummer, Kurs  
Dualer Partner

12 Wochen  
1234567, xy1990  
Firmenname, PLZ Stadt

# Sperrvermerk

**Ein Sperrvermerk sollte nur bei berechtigtem Bedarf gesetzt werden!**

**Beachten Sie, dass mit Sperrvermerk versehene Arbeiten nicht für weitere wissenschaftliche Zwecke außerhalb des Firmenkontextes oder zur Publikation verwendet werden dürfen.**

**Wir empfehlen, wenn möglich, auf den Sperrvermerk zu verzichten.**

**Besprechen Sie diese Problematik mit Ihrer Firma!**

(Mustertext) Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung der Ausbildungsstätte vorliegt.

## Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine BACHELORARBEIT // PROJEKTARBEIT // STUDIENTARBEIT mit dem Thema: *Thema* selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

---

Abgabeort, den 01. Januar 1990

---

Vorname Nachname

# Kurzzusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

# Abstract

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                     |          |
|-----------------------------------------------------|----------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                        | <b>V</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                          | <b>V</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                        | <b>V</b> |
| <b>Symbolverzeichnis</b>                            | <b>V</b> |
| <b>Formelverzeichnis</b>                            | <b>V</b> |
| <b>1 Einleitung</b>                                 | <b>1</b> |
| 1.1 Unterkapitel 1 . . . . .                        | 1        |
| 1.1.1 Unterunterkapitel 1 . . . . .                 | 1        |
| <b>2 Weitere Beispiele</b>                          | <b>3</b> |
| 2.1 Literatur Zitate . . . . .                      | 3        |
| 2.1.1 Beispiel . . . . .                            | 3        |
| 2.2 Abbildungen und Abbildungsverzeichnis . . . . . | 3        |
| 2.2.1 Beispiel . . . . .                            | 3        |
| 2.3 Tabllen . . . . .                               | 3        |
| 2.3.1 Beispiel . . . . .                            | 3        |
| 2.4 Abkürzungen . . . . .                           | 3        |
| 2.4.1 Beispiel . . . . .                            | 3        |
| 2.5 Symbole . . . . .                               | 4        |
| 2.5.1 Beispiel . . . . .                            | 4        |
| 2.6 Formeln . . . . .                               | 4        |
| 2.6.1 Beispiele . . . . .                           | 4        |
| <b>Literaturverzeichnis</b>                         | <b>5</b> |
| <b>Anhang</b>                                       | <b>6</b> |
| A1 Erster PDF-Anhang . . . . .                      | 6        |

# Abbildungsverzeichnis

|     |                     |   |
|-----|---------------------|---|
| 2.1 | DHBW Logo . . . . . | 3 |
|-----|---------------------|---|

# Tabellenverzeichnis

|     |                                     |   |
|-----|-------------------------------------|---|
| 2.1 | Beispiel für eine Tabelle . . . . . | 3 |
|-----|-------------------------------------|---|

# Abkürzungsverzeichnis

**GUI** Graphical User Interface

# Symbolverzeichnis

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| $c$ | <code>\symc</code> — Lichtgeschwindigkeit (yes) |
|-----|-------------------------------------------------|

# Formelverzeichnis

|     |                           |   |
|-----|---------------------------|---|
| 2.1 | Einstein Formel . . . . . | 4 |
|-----|---------------------------|---|

# 1 Einleitung

## 1.1 Unterkapitel 1

### 1.1.1 Unterunterkapitel 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

## 1 Einleitung

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

### Unterunterunterkapitel 1

Dies sollte vermieden werden!

## 2 Weitere Beispiele

### 2.1 Literatur Zitate

#### 2.1.1 Beispiel

Das hier ist ein beliebiger Text. [1]

### 2.2 Abbildungen und Abbildungsverzeichnis

#### 2.2.1 Beispiel



Abbildung 2.1: Standard Logo der DHBW  
(Quelle: DHBW Website)

### 2.3 Tabellen

#### 2.3.1 Beispiel

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |

Tabelle 2.1: Beispiel für eine Tabelle

### 2.4 Abkürzungen

#### 2.4.1 Beispiel

Eine GUI (Graphical User Interface) ist eine Bedienoberfläche für Benutzer. Mit einer GUI kann der benutzer bequem Sachen einstellen.

## 2.5 Symbole

### 2.5.1 Beispiel

Nichts ist schneller, als Licht. Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  beträgt ungefähr 300.000 km / s.

## 2.6 Formeln

### 2.6.1 Beispiele

Dies ist ein Beispiel für eine Formel:

$$E = mc^2 \quad (2.1)$$

Einsteins Formel der Relativitätstheorie

# Literaturverzeichnis

[1] Walter Ameling. *Grundlagen der Elektrotechnik I*. Springer-Verlag, 2013.

# Anhang

## A1 Erster PDF-Anhang

---

# Hysteresebremsen und -kupplungen

---

## 1.0 EINLEITUNG

Wir sind Ihnen dafür dankbar, dass Sie Magtrol Hysteresebremsen und -kupplungen zur Überwachung und Regelung von Drehmomenten ausgewählt haben. Wir sind überzeugt, dass Sie die Qualität, Langlebigkeit und Leistungsfähigkeit unserer Produkte schätzen werden.

Im Gegensatz zu vielen anderen vergleichbaren Ausrüstungen erzeugen Magtrol Hysteresebremsen und -kupplungen ein absolut sanft wirkendes, kontrollierbares und drehzahlunabhängiges\* Drehmoment, welches ohne mechanische Reibung zustande kommt. Demzufolge besitzen die Magtrol Hysteresebremsen und -kupplungen abgesehen von den Wellenlagern sozusagen keine sich abnutzende Komponenten.

Hysteresebremsen und -kupplungen werden oft mit anderen Geräten verwechselt, welche ihr Drehmoment mittels magnetisch aktivierter Reibung, Magnetpartikeln oder Wirbelstrom generieren. Im folgenden Abschnitt wird das oft ungenügend gut verstandene Hystereseprinzip sowie dessen Eigenschaften eingehend beschrieben. Dadurch soll der Benutzer in der Lage sein, seine Hysteresebremse und -kupplung optimal einzusetzen.

## 2.0 FUNKTIONSWEISE

Hysteresebremsen und -kupplungen setzen sich im Wesentlichen aus zwei Teilen zusammen: einer Polstruktur und einem Rotor, welche magnetisch wechselwirkend eine Brems- oder Kupplungskraft hervorrufen. Die aus einem inneren Pol, einem äusseren Gehäuse und einer Erregerspule zusammengesetzten Polstruktur stellt den statischen oder angetriebenen Teil der Hysteresebremse, respektive -kupplung dar. Die Polstruktur setzt sich ihrerseits aus einer durch einen engen Luftspalt getrennten inneren und äusseren Polstruktur zusammen. In diesem Luftspalt bewegt sich ein topfförmiger Rotor, welcher mechanisch mit der auf Kugellagern gelagerten Welle verbunden ist. Bei Bremsen stellt er den rotierenden Teil, bei Kupplungen den Ausgang dar.

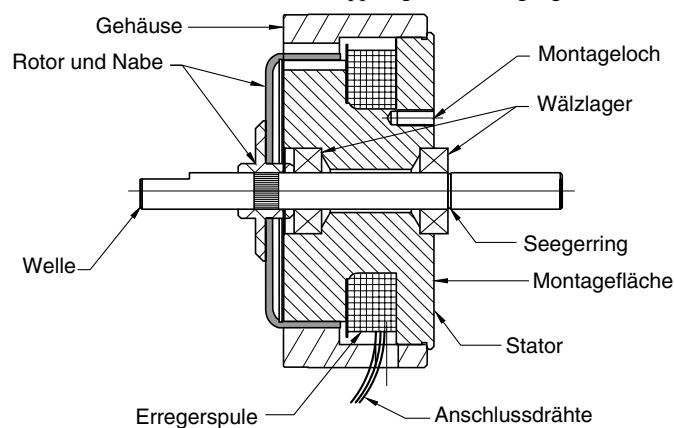


Bild 1. Hysteresebremse

\* Hysteresebremsen und -kupplungen werden geringfügig durch Wirbelströme beeinflusst. Obwohl das volle Bremsmoment unabhängig von der Schlupfgeschwindigkeit ist, können Wirbelströme eine Zunahme des dynamischen Bremsmoments über den statisch kalibrierten Wert von 7 bis 8%/1'000 Umin<sup>-1</sup> bewirken (gilt für grosse Bremsen, Werte von 2% sind typisch für kleine Bremsen).

Bei Erregung der Bremsenspule entsteht ein stromstärkeabhängiges magnetisches Feld im Luftspalt. Der sich im Luftspalt befindende Rotor wird dadurch magnetisiert. Die magnetische Hysteresese des Rotormaterials bewirkt, dass sich der Rotor gegen jegliche Bewegung sträubt. Dadurch entsteht ein Bremsmoment bei Bremsen (ein Antriebsmoment bei Kupplungen) zwischen der Polstruktur und dem Rotor. Das übertragene Drehmoment bleibt konstant, sanft und wird nur durch den Erregerstrom der Spule beeinflusst. Das von der Schlupfgeschwindigkeit unabhängige Nenndrehmoment wird kaum durch Wirbelströme gestört.

Unter normalen Betriebsbedingungen wird der Rotor dauernd magnetisch neuausgerichtet, da er sich in der Polstruktur bewegt und den Erregerstromänderungen ausgesetzt ist. Bei diesen dynamischen Bedingungen ergeben ein Abschalten oder Variieren des Erregerstroms stets sanfte Drehmomentübergänge. Allerdings können gewisse Betriebsbedingungen zur Bildung ausgeprägter Pole auf dem Bremsenrotor und zum bekannten Rasten führen (Cogging-Effekt, Drehmomentrippel). Das Rasten stellt ein Eigenmerkmal von Hysteresebremsen dar, welches in den meisten Fällen vermieden und/oder soweit unter Kontrolle gebracht werden kann. Daraus ergeben sich keine nachhaltigen Störungen von Drehmomentregelsystemen. Das Thema Rasten wird im Kapitel 7.0 – Rasten (Cogging) eingehender behandelt.

### 3.0 INSTALLATION

Bevor die Bremse oder Kupplung installiert und unter Spannung gesetzt wird, muss sie auf ihr freies und ruckloses Rotieren hin geprüft werden. Tritt dabei ein Problem auf, so sollte man sich dem *Kapitel 6.0 – Wartung* der vorliegenden Betriebsanleitung zuwenden und/oder dem Magtrol-Kundendienst anrufen, bevor mit der Installation der Einheit weitergefahren werden kann.

### 4.0 MONTAGE

Magtrol-Hysteresebremsen können in beliebiger Position montiert werden. Ihre Eigenschaften werden dabei nicht beeinflusst. Die robuste, beidseitige Wellenverlängerung erleichtert den mechanischen Anschluss der Bremse. Die Befestigung der Bremse erfolgt auf der einen Seite über die rotierende Welle (Rotor) und auf der anderen Seite mittels der Montagefläche. Dazu werden bei allen Bremsen mit Ausnahme der HB-840- und HB-3500-Reihe entsprechende Standardzubehörteile geliefert. Bei den HB-840- und HB-3500-Bremsen müssen die Wellen beidseitig zugänglich bleiben, was eine Grundplattenmontage voraussetzt. Für alle anderen Bremsen können Lagerblöcke speziell als Option bestellt werden. Die Montage der Grundplatten oder der Lagerblöcke an die Bremsen erfolgt im Magtrol-Werk. Das Material zur Befestigung der Grundplatte oder des Lagerblocks an den Messstand ist nicht im Lieferumfang der Bremsen begriffen. Wird die Bremse ohne Lagerblöcke montiert, so muss auf die korrekte Auslegung der separat eingekauften Befestigungsschrauben geachtet werden (weitere Auskünfte über Bolzenspezifikationen, Gewindedurchmesser und -längen können der Magtrol-Website <http://www.magtrol.com/tensioncontrol/> entnommen werden).

Obwohl die Bremsen und Kupplungen für einen Betrieb mit axialen Lasten vorgesehen wurden, sind moderate exzentrische Belastungen bei entsprechend reduzierten Drehzahlen tolerierbar. Wellenlager werden am wirkungsvollsten gegen Überlastung und Schwingungen geschützt, indem die axiale Ausrichtung der Wellen, sowie die Auslegung und Flexibilität der Kupplungen mit grösster Sorgfalt erfolgt. Der Einsatz steifer Kupplungen, welche kleine Fluchtungsfehler der Wellen nicht kompensieren können, wird nicht empfohlen.



**Merke:** Kleine Lasten, entweder radial und/oder axial, zugelassen werden. Bitte wenden Sie sich an den Hersteller für weitere Informationen oder eine anwendungsgemässe Hilfe. Es muss darauf geachtet werden, eine angepasste Fluchtung zu gewährleisten.



**Merke:** Kupplungen mit angepasster Grösse und Flexibilität sollen benutzt werden, um die Kugellager angemessen vor überhöhten Stress und Schocks zu bewahren. Steife Kupplungen, die leichte Abweichungen in der Wellenausrichtung und einen leichten Versatz zwischen den Wellen nicht kompensieren, sind nicht zu empfehlen.

## 5.0 ELEKTROANSCHLÜSSE

Magtrol-Hysteresebremsen benötigen ein DC-Speisegerät. Das durch die Bremse übertragene Moment ist proportional zum durch die Erregerspule fließenden Strom. Die Fliessrichtung des Erregerstroms (Polarität) hat auf die Funktionsweise der Bremse jedoch keinen Einfluss. Allerdings hat man sich auf folgende Konvention geeinigt: roter Leiter = V+ / schwarzer Leiter = V-. Diese Konvention ist speziell beim Einsatz von abgeglichenen und kalibrierten Bremsen von Nutzen. Eine korrekte Drehmomentsteuerung kann speziell bei „Open-Loop“-Systemen nur durch eine stabile Stromquelle garantiert werden (zum Beispiel ein Magtrol-Speisegerät Typ 5211, Genauigkeit  $\pm 1\%$  des Skalenendwerts). Dank einer solchen Stromquelle wird der Drehmomentdrift, welcher durch die Änderung der Erregerspulentemperatur, der Netzspannung, usw. bewirkt wird, unter Kontrolle gebracht.

Vor jeglichem Anschliessen einer Bremse an ihr DC-Speisegerät muss sichergestellt werden, dass die vom Speisegerät abgegebene Spannung mit dem auf dem Typenschild der Bremse angegebenen Nennwert-Spannungsbereich übereinstimmt. Nun kann die Bremse bei ausgeschaltetem und auf dem niedrigsten Erregerstrom eingestellten Speisegerät an das Netz geschaltet werden. Bevor die Bremse unter Spannung gesetzt wird, müssen alle stromführenden Teile auf deren vorschriftsgemässe Isolierung hin geprüft werden.

Nun ist die Bremse betriebsbereit. Sobald die Bremsenspule erregt wird, ist ein Bremsmoment fühlbar. Dieses steigt mit zunehmendem Erregerstrom. Das maximale Bremsmoment ist vom Bremsentyp abhängig. Magtrol garantiert dabei Maximalwerte, welche die in den Datenblättern veröffentlichten Nennwerte in manchen Fälle sogar übersteigen.



**Merke:** Falls irgendwie möglich sollten Variationen des Erregerstroms der Bremse nur bei drehender Rotorwelle erfolgen. Wird das Speisegerät erst bei stillstehendem Rotor abgeschaltet, können auf ihm ausgeprägte Pole entstehen, welche zu einem schwachen, weiter oben erwähnten Rasten der Bremse (Cogging) führen (siehe Abschnitt 7.0 – Rasten).

## 6.0 WARTUNG

Die auf rein magnetische Wirkung basierende Arbeitsweise der Magtrol-Hysteresebremsen und -kupplungen, bei welchen das Bremsmoment durch das magnetische Feld im Luftspalt zustande kommt, besitzen keine aktiven, in mechanischem Kontakt stehende Komponenten. Ausser der Wellenlagerung besitzen die Magtrol-Hysteresebremsen und -kupplungen keine Verschleissteile. Abgesehen vom

gelegentlichen Ersatz der Wellenlager sind demzufolge keine Wartungsarbeiten einzuplanen.

Magtrol-Hysteresebremsen und -kupplungen generieren jahrelang ein sanftes Drehmoment unter der Bedingung, dass sie entsprechend ihren Drehzahl-, Drehmoment- und Temperaturgrenzwerten betrieben werden. Die am häufigsten auftretenden Betriebsprobleme werden durch einen plötzlichen Unterbruch des Spulenerregerstroms bewirkt, welcher von einem defekten Speisegerät, einem Kurzschluss oder einem Unterbruch im Spulenstromkreis herrührt. Bei Auftreten eines abnormalen Bremsenverhaltens, wie ein unregelmässiges, fehlendes oder schlecht wiederholbares Drehmoment, müssen als erstes die obgenannten Ursachen in Betracht gezogen werden. Eine Ausnahme bildet das Rasten (Cogging), welches oft als Bremsendefekt diagnostiziert wird. Rasten stellt aber keinen Defekt der Bremse dar und kann durch Wiedererregung der Bremsenspule und darauffolgender Reduktion des Erregerstroms auf Null bei rotierender Bremsenwelle einfach und vollständig behoben werden.

## 7.0 RASTEN (COGGING)

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass das Rasten einer Hysteresebremse oder -kupplung keinen Defekt der Einheit darstellt. Eine genaue Kenntnis ihrer Arbeitsweise ermöglicht es, bei jeder Drehzahl und Last ein absolut sanftes Drehmoment zu erhalten. Allerdings muss festgehalten werden, dass ein Rasten (Cogging) der Bremse oder Kupplung unter gewissen Bedingungen verursacht werden kann. Ein ungewollt herbeigeführtes Rasten kann aber **sehr leicht wieder zum Verschwinden gebracht werden**.

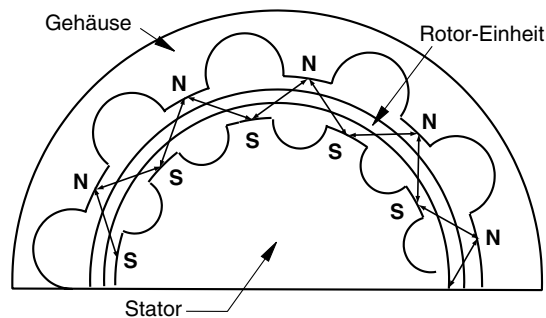


Bild 2. Struktur der Statorzähne

Die für das Rasten verantwortlichen ausgeprägten Pole entstehen oft durch ein zu spätes Abstellen des Erregerstroms bei schon stillstehendem Rotor. Der aus permanentmagnetischem Material zusammengesetzte Rotor behält eine magnetische Ausrichtung, welche sich in der Bildung von ausgeprägten Polen unter jeder Zahnkombination der Polstruktur auswirkt. Beim Drehen der Bremsenwelle fühlt man beim Durchgang der ausgeprägten Rotorpole von einem Statorzahn zum anderen ein „Ruckeln“, welches auch bei nicht erregter Spule vorhanden ist.

Verschiedene Methoden erlauben es, die Bildung ausgeprägter Pole zu verhindern oder dessen Auswirkungen zu minimieren. Treten aber trotz allen Vorsichtsmassnahmen ausgeprägte Pole auf, so stehen verschiedene, einfache Methoden zur Verfügung, um die Pole zum Verschwinden zu bringen.

1. Wird der Erregerstrom bei einer Schlupfgeschwindigkeit der Bremse oder Kupplung von  $100 \text{ Umin}^{-1}$  oder höher auf Null gebracht, verschwinden im Allgemeinen die ausgeprägten Pole. Bei Drehzahlen unter  $100 \text{ Umin}^{-1}$  wird das Rasten weniger ausgeprägter. Da die Grösse der Pole und demzufolge das sich daraus ergebende Rastdrehmoment abhängig vom Erregerstrom ist, wird ein Herunterfahren letzterem bei rotierender Welle eine signifikante Reduktion des Rastdrehmoments herbeiführen.
2. Aus Unachtsamkeit entstandene, ausgeprägte Pole können durch ein erneutes Erregen der Bremsen- oder Kupplungsspule beseitigt werden. Die Erregerstromstärke muss vorerst über derjenigen liegen, bei welcher die Welle zum Stillstand gebracht wurde. Bei rotierender Welle wird dann der Erregerstrom stufenweise auf Null heruntergefahren.
3. Magtrol steht mit ihrer langjährigen Erfahrung gern beratend zur Verfügung.

## 8.0 DREHMOMENT/ERREGERSTROM-KURVEN

Das Bild 3 veranschaulicht eine typische Drehmoment/Erregerstrom-Kurve einer Hysteresebremse. Bei gegebenem Erregerstrom ergeben sich verschiedene Drehmomentwerte, je nachdem ob der Erregerstrom zu- oder abnehmend ist. Diese Eigenschaft rührt von der magnetischen Hysterese des Rotormaterials her. Es ist dabei wichtig festzuhalten, dass die Regelgenauigkeit des Bremsen-Controllers bei 1% liegen muss. Genau kalibrierte Kurven für eine bestimmte Bremse sind auf Wunsch und gegen Verrechnung bestellbar.

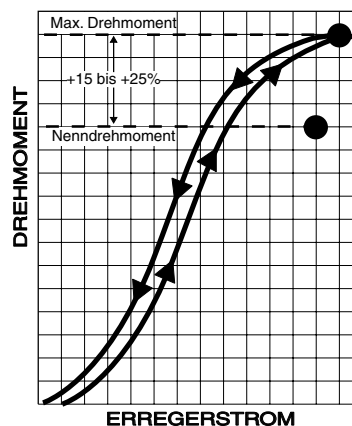


Bild 3. Drehmoment/Erregerstrom-Kurven

Deutsche Originalausgabe Rev A – October 2019



**MAGTROL SA**  
Route de Montena 77  
1728 Rossens/Freiburg, Schweiz  
Tel: +41 (0)26 407 3000  
Fax: +41 (0)26 407 3001  
E-mail: [magtrol@magtrol.ch](mailto:magtrol@magtrol.ch)

**MAGTROL INC**  
70 Gardenville Parkway  
Buffalo, New York 14224 USA  
Tel: +1 716 668 5555  
Fax: +1 716 668 8705  
E-mail: [magtrol@magtrol.com](mailto:magtrol@magtrol.com)

[www.magtrol.com](http://www.magtrol.com)

**Niederlassungen in:**  
Deutschland • Frankreich  
China • Indien  
Weltweites  
Vertreternetz

