



DREHMOMENT BERECHNEN



MagneticSense



WIE BERECHNET MAN DAS DREHMOMENT?

Wer das Drehmoment berechnen möchte, muss zunächst einmal das Einsatzgebiet bestimmen. Denn ein Drehmoment tritt in vielen unterschiedlichen Einsatzbereichen zum Vorschein und wird dementsprechend in verschiedenen Bereichen berechnet. Zum Beispiel unterscheidet sich in

der Industrie die Anwendung des Drehmoments zu der Anwendung bei notwendigen Zugkräften in Schraubverbindungen. Dennoch bleibt die Berechnung in den Grundlagen gleich. Betrachten wir also zunächst einmal die Grundlagen des Drehmoments als physikalischer Faktor.

DAS HEBELGESETZ ALS GRUNDLAGE DER DREHMOMENTBERECHNUNG

Die Grundlage für das Berechnen des Drehmoments ist das Hebelgesetz, welches bereits von Archimedes formuliert wurde. Ein Hebel dient dazu, an einem Drehpunkt mit einer kleinen Kraft eine große Wirkung zu erzielen. Dabei kann zwischen einarmigen und zweiarmigen Hebeln unterschieden werden. Das Zentrum des Hebels stellt immer der Drehpunkt dar. Dieser ist für die Berechnung des Drehmoments ebenfalls von entscheidender Bedeutung, da

am Drehpunkt die Kraft entsteht, welche als Drehmoment bezeichnet wird. Verbindungen. Gute Beispiele für Hebel in den verschiedensten Anwendungsbereichen sind beispielsweise Flaschenöffner, aber auch Schraubenschlüssel, Apothekerwaagen oder Brechstangen. Bei all diesen Geräten handelt es sich um Hebel mit einem festen Drehpunkt und einem ebenso dort anliegenden Drehmoment bei Kraftübertragung.

DIE WICHTIGEN EINHEITEN FÜR DAS DREHMOMENT

Die Einheit für die Berechnung der Kraft beim Drehmoment ist das Newtonmeter. 1 Nm ist exakt das Drehmoment, welche anliegt, wenn 1N Kraft bei einem Hebel von einem Metern Länge auf einen Körper an seinem individu-

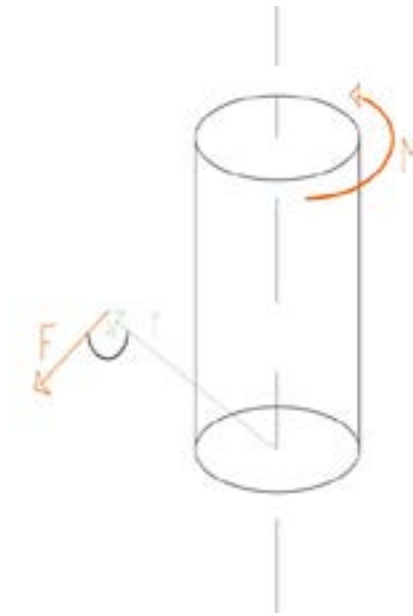
ellen Drehpunkt einwirkt. Das Formzeichen für das Drehmoment lautet M, während die SI-Einheit in Newtonmetern angegeben wird.

DAS EIGENTLICHE DREHMOMENT BERECHNEN

Möchten Sie nun das Drehmoment oder auch die umgangssprachliche Drehkraft berechnen, müssen sowohl die Länge des Hebels als auch die aufgewendete Kraft zum Bewegen des Hebels miteinander in Relation gebracht werden. Hierzu werden folgende Bezugspunkte benötigt:

- M als Drehmoment in Newtonmetern
- r als Hebelarmlänge in Metern
- F als Kraft in Newton

Die Formel zur Berechnung des Drehmoments lautet somit: $M = r \cdot F$



Somit lassen sich die einzelnen Faktoren in dieser Formel gegeneinander auflösen, sodass beim Berechnen anhand von zwei bereits bekannten Werten der dritte Wert einfach berechnet werden kann. Allerdings wirken sehr häufig mehrere unterschiedliche Kräfte auf den Drehimpuls eines Körpers ein. Dies macht die Formel zur Berechnung deutlich komplexer, da das Drehmoment als Vektorsumme aller einzelnen Drehmomente berechnet werden muss. Somit wird das Berechnen deutlich komplizierter und aufwändiger, was un-

ter anderem auch in der umfassenden Ermittlung der grundlegenden Werte liegt. Beim Berechnen des Drehmoments sind zudem die Vorzeichen zu beachten. Denn auch ein Drehmoment kann ein Vorzeichen aufweisen. Grundsätzlich spricht man hierbei von einem positiv oder negativ ausgerichteten Moment. Bei Drehungen gegen den Uhrzeigersinn liegt ein positives Moment vor. Bei Drehungen gegen den Uhrzeigersinn spricht man allerdings von einem negativen Moment.

DREHMOMENT UND MECHANISCHE ARBEIT - EINE WICHTIGE ABGRENZUNG

Die beiden Faktoren Drehmoment M und mechanische Arbeit W werden umgangssprachlich sehr häufig miteinander verwechselt und dann bei der Berechnung gegeneinander umgerechnet. Dies ist allerdings nicht erlaubt. Es kann nicht von einem Drehmoment auf eine mechanische Arbeit umgerechnet werden. Dies ist deshalb

wichtig, da bei der mechanischen Arbeit die Kraft und der Weg bei der Berechnung parallel zueinander verlaufen. Bei der Drehmomentsberechnung spielt allerdings das Hebelgesetz eine zentrale Rolle, bei welchem Kraft und Weg in Form des Hebelarms senkrecht aufeinander stehen.



SPEZIELLE ANWENDUNGEN UND SPEZIALFÄLLE IN DER INDUSTRIE

Auch wenn die grundlegenden Berechnungsmöglichkeiten des Drehmoments über alle Effekte hinweg gleich bleiben, so spielen dennoch bei der Berechnung unterschiedliche Faktoren eine wichtige Rolle. Diese werden vor allem bei der industriellen Messung wichtig, da hier bereits kleinste Abweichungen und Störungen die Messergebnisse und somit auch die Berechnungen nachhaltig verfälschen können. Diese Drehmomente unterscheiden sich unter anderem in der Art der Beanspruchung, in der Art der Bewegung und auch in der Art der Wirkung. Art der Beanspruchung: Die Drehmomente in diesen Segmenten unterteilen sich in das Biegemoment und das Torsionsmoment, also die Momente, in welchen sich ein Bauteil verbiegt oder sich verdreht. Art der Bewegung: Hierbei werden Gier-, Nick- und Wankmomente unterschieden. Diese Faktoren werden wichtig bei Messungen von speziellen Achsen eines starren Körpers bei den entsprechenden Bewegungen. Art der Wirkung: Hierbei wird zwischen verschiedenen Wirkungsarten der Drehmomente unterschieden. Diese beeinflussen unter anderem auch die Messgenauigkeit und die Effektivität der verschiedenen Berechnungen. So wird unter anderem unterschieden zwischen:

- ✓ Dem Abtriebsmoment
- ✓ Dem Antriebsmoment
- ✓ Dem Anfahrmoment
- ✓ Dem Anzugsdrehmoment
- ✓ Dem Kippmoment
- ✓ Dem Lastmoment
- ✓ Dem Einspannmoment

All diese verschiedenen Varianten können zwar grundsätzlich mit der oben genannten Formel zur Berechnung ermittelt werden, oftmals wirken allerdings noch andere Kräfte auf die Berechnung ein, was diese zusätzlich erschwert.

AUTOMATISIERTE LÖSUNG FÜR DIE DREHMOMENTBERECHNUNG

Oftmals ist es einfacher ein Drehmoment nicht zu berechnen, sondern dieses zu messen. Dank moderner Sensoren lassen sich somit viele Aufgaben einfacher und schneller lösen. Die Effizienz der verschiedenen Messmethoden hängt dabei nicht zuletzt von den einzelnen Werkstücken und deren Erfassbarkeit ein. Vor allem die aktiven und passiven magnetischen Messmethoden können in vielen Bereichen besonders erfolgreich zum Einsatz gebracht werden. So spart man sich

das umständliche Berechnen, wenn die genutzten Systeme entsprechend geeicht und passgenau eingebaut sind. Zur Kontrolle des Systems ist allerdings häufig eine manuelle Berechnung zu Anfang notwendig, um die Messgenauigkeit der Systeme und Sensoren zu prüfen. Je einfacher und schneller Sie somit ein Drehmoment berechnen können, umso stärker profitieren Sie davon im produktiven Arbeitseinsatz.

WIE MISST MAN DAS DREHMOMENT?

Das Drehmoment spielt bei vielen Anwendungen eine wichtige Rolle. Für einen reibungslosen Ablauf und höchste Effektivität ist es wichtig diese Nenngröße zu messen. Denn nur durch die genaue Ermittlung des Drehmoments,

können Prozesse, Abläufe und Bauteile optimal aufeinander abgestimmt werden. Hierzu ist es wichtig das Drehmoment so exakt und ohne Einfluss von anderen Kräften (Cross-Talk) zu messen. Hierzu gibt es verschiedene Lösungen.

DER EINSATZ VON DREHMOMENTSENSOREN IN DER INDUSTRIE UND WEITEREN EINSATZGEBIETEN

Die Messung verschiedener anliegender Drehmomente ist in vielen Bereichen enorm wichtig. Darunter fällt nicht nur die Industrie mit ihren unterschiedlichen Fertigungsanlagen und Produktionsstraßen, sondern unter anderem auch Motoren und Motorentechnik. Elektrische Antriebe beim Auto oder auch beim E-Bike erfordern ebenfalls eine präzise Messung der anliegenden

Drehmomente, um effektiv und effizient agieren zu können. Denn die Drehmomentmessung dient in diesen Bereichen vor allem als Kontrollgröße und muss daher immer sicher und ohne Abweichungen ermittelt werden können. Hierzu ist natürlich eine saubere und klare Drehmomentmessung von entscheidender Bedeutung.

STATISCH ODER ROTIEREND: DREHMOMENT MESSEN IM WANDEL DER ZEIT

Zu Beginn der Entwicklung war nur eine statische Drehmomentmessung möglich. Hierzu wurden Dehnungsmessstreifen eingesetzt, welche mittels einfacher Prinzipien eine Ermittlung des Drehmoments ermöglichten. Doch die Kern-Einsatzbereiche für die Messung waren im sogenannten rotierenden Wellenstrang zu finden. Dementsprechend mussten Sensoren entwickelt

werden, welche in der Lage waren, in einem solchen Wellenstrang das Drehmoment zu messen. Basierend auf diesen Systemen und den damals angestoßenen Entwicklungen sind in der heutigen Zeit verschiedene Systeme im Einsatz, welche es erlauben sicher und ohne Schwierigkeiten das anliegende Drehmoment zu messen.



FÜNF UNTERSCHIEDLICHE MÖGLICHKEITEN DAS DREHMOMENT ZU MESSEN

Insgesamt finden sich aktuell fünf unterschiedliche Verfahren, um das Drehmoment zu messen. Es gibt noch weitere Lösungen und Möglichkeiten, diese sind allerdings für den normalen Einsatz weder einsetzbar noch effizient genug. Die meisten dieser Lösungen funktionieren nur

unter perfekten Laborbedingungen und sind somit für den Einsatz in der Industrie nicht tragfähig. Wenn Sie also exakt ein Drehmoment messen möchten, sollten Sie sich auf eines der fünf vorgestellten Verfahren verlassen.

DEHNMESSSTREIFEN: DER KLASSIKER DER DREHMOMENTMESSUNG

Dehnmessstreifen sind bereits seit enorm langer Zeit im Einsatz und werden auch heute noch verwendet. Allerdings ist für eine erfolgreiche Messung eine enorm hohe Genauigkeit beim Einbau und der Wartung not-

wendig. Die Zwar lässt sich mit Hilfe eines Dehnmessstreifens das Drehmoment in vielen Bereichen messen, besonders robust gegen äußere Einflüsse sind diese Systeme allerdings nicht.

OPTOELEKTRISCHE DREHMOMENTMESSUNG

Bei dieser Form der Messung werden verschiedene Sensoren und Sensor-Kombinationen eingesetzt, um sowohl den Drehwinkel, als auch die Drehrichtung, die Drehzahl und das Drehmoment zu messen. Dies ist in vielen Einsatzbereichen

wichtig und hilfreich, wird allerdings auch durch die Größe des Messsystems erkaufte. Die äußerst präzise Messung (0,01%) mit einem robusten Signal kann allerdings nicht in allen Bereichen und Anwendungsgebieten genutzt werden.

DIE MAGNETOELASTISCHE DREHMOMENTMESSUNG

Diese Messmethode eignet sich nur bei sogenannten ferromagnetischen Stoffen, da diese besonderen Stoffe eine makroskopische Magnetisierung erlauben, welche sich durch die entsprechenden Sensoren prüfen lässt. So lässt sich über eine Veränderung der verschiedenen mag-

netischen Zustände das Drehmoment ebenfalls sehr störungsfrei und effektiv messen. Auch bei diesem Verfahren zeigt sich allerdings, dass es nicht in allen Bereichen zum Einsatz kommen kann. Wichtig ist immer eine Anpassung des Verfahrens an die vorliegenden Gegebenheiten.



MESSUNG MITTELS SAW-VERFAHREN

Unter dem Begriff „Surface Acoustic Wave“ wird eine besondere Messmethode geführt. Hierbei wird von einem Sensor eine Schallwelle erzeugt, welche sich anschließend über die Oberfläche des Messmediums ausbreitet. Eine Veränderung des Drehmoments verändert auch die Ausbreitung und die Eigenschaften dieser Schallwelle.

Diese Veränderung lässt sich sehr einfach mit den passenden Sensoren messen und auswerten. Das Drehmoment kann sehr einfach mit dieser Methode bestimmt werden. Allerdings ist dieses Verfahren sehr stör anfällig und aus diesem Grund auch nur bedingt in verschiedenen Bereichen einsetzbar.

DIE PIEZOELEKTRISCHE DREHMOMENTMESSUNG

Bestimmte Kristalle erzeugen unter einer vorhandenen Druckbelastung eine proportionale elektrische Ladung. Durch einen Verstärker kann diese Spannung in eine Ausgangsspannung umgewandelt werden. Auch dieses System arbeitet mit

sehr geringen Toleranzen und ist somit vielfältig und flexibel. Allerdings ist es sehr stör anfällig und somit nur unter bestimmten Bedingungen in den einzelnen Anwendungsbereichen nutzbar.

DAS DREHMOMENT MESSEN: DIE AUSWAHL DES RICHTIGEN VERFAHRENS

Wichtig ist, dass Sie sich bei der Drehmomentmessung für ein passendes Verfahren entscheiden, welches zu aktuellen und gewünschten Anwendung passt und eine geringe Fehlertoleranz aufweist. Um das Drehmoment sicher zu messen, muss das System zudem möglichst geringe Störungen aufweisen. Die Auswahl der passenden Lösungen ist somit nicht immer einfach und vor allem nicht pauschal möglich. Grundsätzlich ha-

ben sich vor allem die magnetoelastischen Messverfahren in vielen Bereichen etabliert, da diese oftmals sehr flexibel eingesetzt werden können. Hierbei wird nochmals zwischen passiver und aktiver Messmethode unterschieden. So lässt sich für jeden Einsatzbereich schnell und einfach eine passende Lösung entwickeln und nutzen.

DIE INTEGRATION DER MESSMETHODEN IN DIE EIGENE DATENVERARBEITUNG

Die reine Messung des Drehmoments ist allerdings in den meisten Anwendungsbereichen nicht zielführend. Denn die Daten müssen auch in die entsprechenden Systeme übertragen werden. Je nach eingesetzter Messmethode müssen hierzu unter anderem Verstärker genutzt werden, welche das Drehmoment übermitteln und somit für an-

dere Systeme nutzbar machen. Oftmals sind es Gesamtpakete, welche für optimale Ergebnisse sorgen und eine störungsfreie Übertragung der Messergebnisse ermöglichen. In einem solchen Fall kann die Messtoleranz besonders niedrig ausfallen und somit die Ergebnisse stabilisieren.

Magnetic Sense GmbH
Kelterstraße 59
72669 Unterensingen

+49 7022 40590 0
+49 7022 40590 29
info@magnetic-sense.de