



# **E-MOBILITY - WIE INNOVATIVE SENSOREN DAS MESSEN VON DREHMOMENT UND KRAFT BAHN- BRECHEND VERBESSERN**



MagneticSense

<b>1</b>	<b>HERAUSFORDERUNG E-MOBILITY</b>	
		<b>04</b>

<b>2</b>	<b>ELEKTROAUTOS</b>	
	Antrieb und Fahrkomfort	<b>06</b>
	Lenksysteme	<b>08</b>

<b>3</b>	<b>E-BIKE</b>	
	Regelung des Antriebs	<b>10</b>

<b>4</b>	<b>LASTKRAFTWAGEN</b>	
	Sicherheit und Effizienz	<b>12</b>

<b>5</b>	<b>BAHNANWENDUNGEN</b>	
	Sicherheit in den Bremsanlagen	<b>14</b>

<b>6</b>	<b>UNSERE SENSOREN</b>	
	Drehmomentsensor	<b>16</b>
	Kraftsensor	<b>17</b>

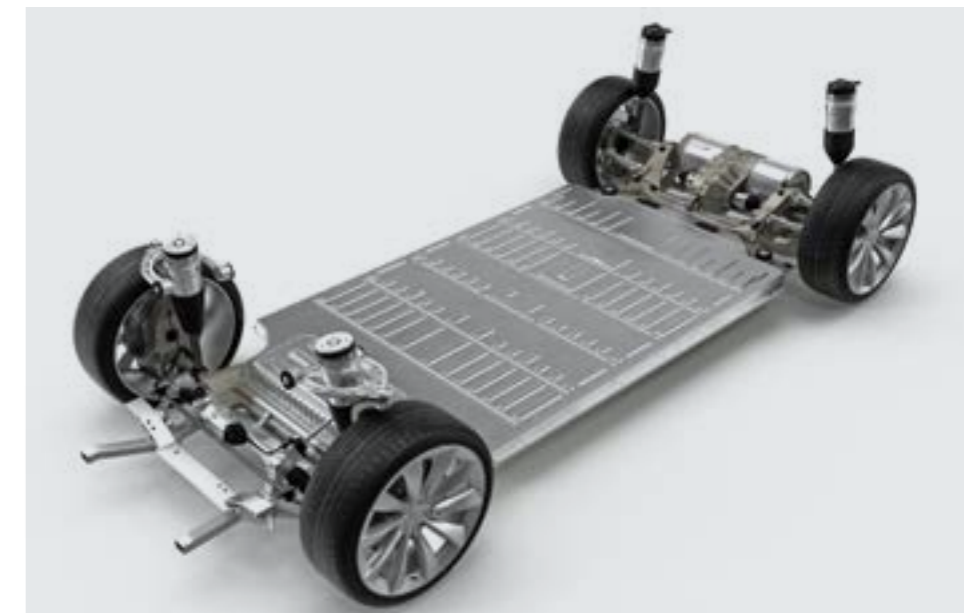
<b>7</b>	<b>FAZIT</b>	
		<b>20</b>



MagneticSense

**Kontaktieren Sie uns online!**  
Schreiben Sie uns eine Email  
unter  
**info@magnetic-sense.de** oder  
folgen Sie uns auf diesen  
Social Media Plattformen:

[twitter.com](#)  
[facebook.com](#)  
[xing.com](#)  
[linkedin.com](#)



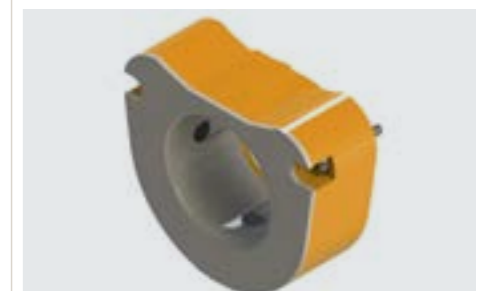
## 08 LENKSYSTEME

In nahezu jedem Neuwagen existieren Servolenkungen, welche die durch den Fahrer aufgebrachte Lenkkraft unterstützen und so für den Komfort im Lenkbereich relevant sind. Um diese aufgebrachte Kraft auf das Lenkrad zu bestimmen, gibt es ein Drehmomentsystem.



## 14 E-BIKE

Die anspruchsvolle  
Regelung des Antriebs  
eines E Bikes stellt eine  
große Herausforderung  
dar.



## 18 DREHMOMENTSENSOR

Die Intelligenz von Sensoren  
hat sich in den letzten 20  
Jahren sehr stark verändert.  
In der ersten Stunde der  
Sensoren war der Kernnutzen  
eines Sensors die Wandlung  
einer physikalischen Größe in  
ein elektrisches Signal.


Hier eine Vorschau  
auf die Highlights aus  
den Themengebieten  
Lenksysteme, E-Bike und  
Drehmomentsensor.

## Herausforderung E-Mobility

E-Mobility umfasst ein sehr breites Themenspektrum von der Elektrifizierung von Motorrädern bis zum autonomen Fahren. Für den effizienten Betrieb vom Antriebsstrang aktueller Elektro- oder Schienenfahrzeuge werden eine permanente Überwachung und Diagnose von Motoren durch smarte Sensoren benötigt. In der Zukunft werden die Anforderungen an die Sensoren in Punkto Messbereiche und Dynamik deutlich steigen, diese ist dem technologischen Fortschritt in der Leistungselektronik geschuldet. Bei Sensorherstellern liegt aktuell ein sehr großer Fokus darauf, die Fahrzeuge mit Intelligenz auszustatten, um das autonome Fahren zu ermöglichen. Ein geringerer Fokus wird auf die Themen Effizienz der Antriebe und Fahrdynamischer Komfort gelegt. Hierbei könnten mit kleinen smarten Sensorlösungen deutliche Fortschritte erzielt werden.

Ein großer Unterschied zwischen Fortbewegungsmittel, die auf Basis von herkömmlichen Verbrennungsmotoren funktionieren zu E-Mobility Fahrzeugen ist die Art und Weise wie das notwendige Drehmoment aufgebracht wird, welches letztendlich für die eigentliche Fortbewegung verantwortlich ist. Während beim Verbrennungsmotor das Drehmoment davon abhängig ist in welchem Drehzahlbereich der Motor sich befindet und welche Drehzahl der Turbolader gerade hat, steht das Drehmoment bei einem Elektromotor instant zur Verfügung. Diese Tatsache bringt zwar einige Vorteile mit sich, so kann z.B. der Fahrer eines E-Automobils in sehr kurzer Zeit beschleunigen, aber birgt auch Gefahren. Es gibt im Bereich E-Mobility einige Betriebszustände, die es beim Verbrennungsmotor nicht gibt oder gegeben hat. Eines dieser Szenarien ist das Stehen und Beschleunigen an einem Bordstein.

Während beim Verbrennungsmotor das Drehmoment aufgebaut wird und zu Beginn klein ist und erst mit einer Fahrbewegung sich in Richtung Optimum verändert, steht es beim Elektromotor sofort zur Verfügung. Die Gefahr der plötzlichen Beschleunigung durch ein Lösen des Rades von der Bordsteinkante ist beim Elektromotor deutlich größer als beim Verbrennungsmotor. Die Messung von Drehmomenten und deren Notwendigkeit für effizientes und dynamisches Fortbewegen ist ein Aspekt der Sensorik für E-Mobility. Ein weiterer Aspekt dreht sich um die Fahrdynamik und dem Fahrkomfort. Auch bei Fahrdynamischen Anwendungen sind Kraft- und Drehmomentsensoren im Einsatz. So können z.B. Drehmomentsensoren in Wank Stabilisatoren die Lage des Fahrzeugs bestimmen und durch eine Regelung eingreifen, um den Fahrkomfort zu erhöhen.



"Mit e-torque-vectoring-system werden die antriebsmomente gezielt auf die einzelnen räder übertragen"

E-Mobility wird auch immer wieder in Verbindung gebracht mit dem autonomen Fahren. Für das autonome Fahren steigt die Anzahl der eingesetzten Sensoren exponentiell. Der Trend bei Lenksystemen geht klar in die Richtung "Steered by Wire" auch um das Auto vorzu bereiten für den Einsatz in autonomen Fahrzeugen. Bei Steered by Wire Lenksystemen ist die Lenksäule nicht mehr direkt mit der Lenkachse verbunden. D.h. in diesen Lenksystemen werden die vom Fahrer auf das Lenkrad übertragenen Signale elektronisch erfasst und aufgrund dieser Information der Lenkwinkel des Fahrzeug eingestellt.

Eine weitere Anwendung ist die Echtzeit Achslastmessung bei LKWs. Eine neue Richtlinie fordert, dass in Zukunft jeder LKW durch einen Polizisten gewogen werden kann um eine Überladung des LKWs messen zu können. Diese on Board Wiegeeinrichtung kann durch Kraftsensoren auf den Achsen des LKWs umgesetzt werden. Über ein angeschlossenes Load-Management-System kann zudem der Ladungsschwerpunkt ermittelt werden, um bei Gefahr, einen Warnhinweis zu geben.

### Lenkverhalten mit E-Torque-Vectoring verbessern

Mit E-Torque-Vectoring-Systemen und den darin enthaltenen neuen Drehmomentsensoren, werden die Antriebsmomente gezielt auf die einzelnen Räder übertragen, um das Fahrzeug aktiv zu lenken. Dies geschieht über die Korrektur des Gierwinkels um die vertikale Achse. Der Fahrer erhält ein verbessertes und natürlicheres Fahrgefühl. Ein Unter- oder Übersteuern des Fahrzeuges wird so aktiv verhindert. Speziell bei Elektrofahrzeugen die keine Kardanwelle besitzen können so von mehreren Elektromotoren das Antriebsmoment gesteuert werden.

Die Spielwiese für Sensoren in E-Mobility Anwendung ist sehr groß. Neue Anwendungen und Anforderungen sind Treiber für Innovationen in diesem Bereich. Die magnetisch induktive Kraft-Drehmomentsensorik von Magnetic Sense ist dediziert, um diesen neuen Anforderungen eine Lösung zu bieten.



## Elektroautos

### Antrieb und Fahrkomfort



Nicht nur in Verbrennungsmotoren zur Kennfeldregelung, sondern auch in Elektrofahrzeugen wird ein immer größerer Bedarf an Drehmomentinformationen benötigt. Das Drehmoment ist zum einen die Leistungsgröße für das Fahrzeug, aber zum anderen auch eine entscheidende Größe, wenn es um Fahrkomfort geht.

In Elektroantrieben für Autos ist es in Zukunft so, dass der Abtrieb des Elektromotors fast direkt mit der Antriebsachse verbunden ist. Somit ist in vielen Fällen kein oder nur ein sehr rudimentäres Getriebe dazwischen. Diese direkte Verbindung führt dazu, dass das vom Elektromotor abgegebene Drehmoment direkt auf die Antriebswelle wirkt, d.h. einen direkten Kraftfluss zur Folge hat. Dieser direkte Kraftfluss ist bezüglich Sicherheitsaspekte zu betrachten. Ein Ausfall des Elektromotors oder eine ungewollte Leistungsabgabe wirkt sich direkt auf das Fahrverhalten des Fahrzeugs aus. Es ist daher notwendig für den Serieneinsatz viele zusätzliche Sensoren zu verbauen, um Fehlerfälle abzufangen oder zu plausibilisieren, um geeignete Notabschaltungen zu einzuleiten.

Nicht nur vom Elektromotor auf den Antrieb, sondern auch Kräfteinwirkungen von der Straße wirken direkt auf den Elektromotor zurück. Diese bidirektionalen Kraftflüsse gilt es in Serienanwendungen zu messen, kontrollieren und entsprechend in den funktionalen Sicherheitskreisen zu beurteilen. Mit einem Drehmomentsensor, der direkt an der Antriebswelle die Kraft messen kann, ist es möglich diese sicherheitsrelevanten Informationen zu sammeln und an die Steuerung weiterzugeben. Bei dem Einsatz von einem Elektromotor für das gesamte Fahrzeug ist dies noch einfach. Bei der Verwendung von Radantrieben wird es bereits schwieriger. Jeder Antrieb an jedem Rad hat ein eigenes Leistungsverhalten, welches aufeinander kalibriert werden kann, jedoch durch Alterungseffekte verstimmt werden kann. Die Abstimmung dieser Elektromotoren bestimmt das Fahrverhalten des Fahrzeugs. Ohne eine direkte Messung von Parametern am Elektromotorausgang ist es nahezu unmöglich das Fahrverhalten des Fahrzeugs bestimmen zu können.

Mit dem Einsatz von Drehmomentsensoren an diesen Elektromotoren kann das Verhalten jedes einzelnen Elektromotor instant gemessen werden und als Stelleingang in das Steuergerät dienen, um eine Regelung der Motoren durchzuführen.

Nicht nur der Antrieb direkt, auch der Fahrkomfort kann mittels Kraftsensoren verbessert werden. So kann z.B. über den Einsatz von Drehmomentsensoren am Sperrdifferential das Moment auf dem einzelnen Rad exakt geregelt werden, was zu einem optimalen Kurvenverhalten des Autos führt. Die Informationen, die zum Torque Vectoring benötigt werden, können nicht nur das fahrdynamische

Verhalten verbessern. Grundsätzlich können Sie auch verwendet werden, um den Schlupf des Rades zu messen und entsprechend als Stellgröße für eine Anti Schlupf Regelung zu dienen.

Neben diesen klassischen Einsatzmöglichkeiten für Drehmomentsensoren gibt es weitere Einsatzbereiche in der E-Mobility. So können Sensoren verwendet werden, um das Gewicht des Fahrzeugs direkt zu messen und zu bestimmen wie viel Ladung zusätzlich aufgenommen wurde. Diese Information ist wichtig für die Verbrauchsbestimmung oder als Eingangsgröße für das Beschleunigungs- und Abbremsverhalten des Fahrzeugs. Weitere Einsatzmöglichkeiten gibt es im Bereich der Lenkung zur Messung der Lenkkräfte.



"Mit einem Drehmomentsensor (...) ist es möglich diese sicherheitsrelevanten Informationen zu sammeln"

## Elektroautos Lenksysteme



Lenkungen in Autos bestehen aus einer Vielzahl an Subsystemen, die zusammen eine sehr gut aufeinander abgestimmte Einheit bilden. In nahezu jedem Neuwagen existieren Servolenkungen, welche die durch den Fahrer aufgebrachte Lenkkraft unterstützen und so für den Komfort im Lenkbereich relevant sind. Um diese aufgebrachte Kraft auf das Lenkrad zu bestimmen, gibt es ein Drehmomentsystem, das direkt an der Lenkung die Momente erfasst und als Stellgröße für die hydraulische oder elektrische Lenkunterstützung wirkt.

Die bestehenden Drehmomentsysteme in Lenkungen sind so aufgebaut, dass sie den höchsten Sicherheitsanforderungen im Lenkbereich entsprechen. Die heute eingesetzten Systeme sind z.T. seit Jahren im Einsatz und basieren auf etablierten Technologien.

Der Trend bei Lenksystemen geht klar in die Richtung "Steered by Wire". Das liegt

vor allem an der Tatsache, dass kommende Autogenerationen auf das autonome Fahren vorbereitet werden sollen. Bei „Steered by Wire“ Lenksystemen ist die Lenksäule nicht mehr direkt mit der Lenkachse verbunden. D.h. in diesen Lenksystemen werden die vom Fahrer auf das Lenkrad übertragenen Signale elektronisch erfasst und der Lenkwinkel des Fahrzeugs auf Basis dieser Information eingestellt.

Der Trend dieser Systeme zeigt die Notwendigkeit der Integrationsfähigkeit der Sensorsysteme, die notwendig sind, um die Fahrersignale zu erfassen. Auch ist es notwendig eine Überlagerung der Fahrersignale mit einem "Force Feedback" zu erfassen. Das Force Feedback ist notwendig, da der Fahrer, wenn die Lenkstange nicht mehr verbunden ist und daher kein Moment auf der Lenksäule anliegt, ein haptisches Feedback benötigt. Die herkömmlichen Drehmomentsensoren sind für diese Anwendungen nicht geeignet, es ist erforderlich neue Lösungen zu schaffen.

"...Drehmoment der Lenksäule kontaktlos auf engstem Bauraum messen"



Durch die neue Technologie von Magnetic Sense für die Entwicklung magnetisch induktiver Drehmomentsensoren entstehen neue Anwendungsmöglichkeiten in diesem Bereich. Die Drehmomentsensoren von Magnetic Sense können so dimensioniert werden, dass Sie das Drehmoment der Lenksäule kontaktlos auf engstem Bauraum messen. Das technologische Konzept sieht eine redundante Signalverarbeitung vor und kann, abhängig von der Anforderung in den Anwendungen, in sicherheitsrelevanten Anwendungen angewendet werden.

Weitere Anwendungen entstehen auch im Bereich der Agrarwirtschaft, die in der Vorbereitung für die vollautomatischen Erntemaschinen steht. Überall dort, wo Motoren Maschinen bewegen, entstehen Einsatzmöglichkeiten für die kontaktlose Drehmomentmessung.

## E-Bike

### Regelung des Antriebs



Fahrräder mit elektrischem Motor zur Unterstützung des Fahrers finden zunehmend Anklang bei verschiedenen Verbrauchergruppen. Der Absatz von E-Bikes in Deutschland hat sich innerhalb von 5 Jahren bis 2016 verdoppelt. Fahrräder dieser Art können nicht nur bei der Tretkraft des Fahrers unterstützen, sondern auch eine höhere Geschwindigkeit ermöglichen. Diese Eigenschaften erfordern die zuverlässige Messung des Drehmoments.

Die anspruchsvolle Regelung des Antriebs eines E Bikes stellt eine große Herausforderung dar. Zum einen soll der Motor den Fahrradfahrer genau dann unterstützen, wenn es notwendig ist und zum anderen soll er sich abschalten, sobald der Fahrer die Unterstützung nicht mehr benötigt. Der Übergang zwischen menschlicher Tretkraft und Motorkraft soll also fließend sein, damit Mensch und Fahrrad eine Einheit bilden. Um dies gewährleisten zu können, reichen simple Sensoren nicht aus. Das durch Tretkraft des Fahrers ausgelöste Drehmoment muss auf anderem Wege ermittelt werden. Drehmomentsen-

soren besitzen die nötigen Voraussetzungen zur Lösung dieses Problems. Bisher waren die Anwendungsgebiete von Drehmomentsensoren begrenzt. Dies änderte sich durch die Einführung magnetoelastischer Drehmomentsensoren.

Magnetoelastische Drehmoment- und Kraftsensoren, wie die, welche Magnetic Sense herstellt, messen Veränderungen in der elektrischen Induktivität und wandeln diese Daten in Messergebnisse um. Es entsteht der große Vorteil einer berührungslosen Drehmomentmessung, wodurch zunehmend mehr Einsatzgebiete möglich sind. So auch die Anwendung in der E Mobilität und in diesem spezifischen Fall in E Bike Antrieben. Dabei können Drehmomentsensoren an der Hinterachse, an der Antriebseinheit oder im Tretlager, nahe der Welle angebracht werden.

Es bedarf keiner Behandlung der Welle. Dort kann der E Bike Sensor berührungslos und präzise das Drehmoment aufnehmen. Sobald der Fahrer in die Pedale tritt, wirken Kräfte auf die Welle und das Magnetfeld dieses ferromagnetischen Materials verändert sich. Diese Veränderungen werden vom Drehmomentsensor aufgenommen und an die Sensorelektronik zur Auswertung weitergegeben. Der Sensor von Magnetic Sense kann auch im Niedrig-Drehzahlbereich, wie er

bei Pedelecs vorhanden ist, Drehmoment messen. Des Weiteren kann der Drehmomentsensor in einem Temperaturbereich von  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  eingesetzt werden und arbeitet mit einer Messgenauigkeit von einigen wenigen Prozent des Skalendwertes. Das bedeutet, der Drehmomentsensor gewährleistet neben berührungsloser Messung auch unter rauen Bedingungen präzise Messergebnisse.



"Der sensor von magnetic sense kann auch im niedrig-drehzahlbereich (...) drehmomentmessen"



## Lastkraftwagen Sicherheit und Effizienz



Zeit ist Geld, das trifft für viele Dienstleistungen zu. Vor allem aber auch in der Speditionsindustrie. Termin- und Kostendruck sind externe Treiber, welche die Zukunft der Gütertransportsparte auf den Schienen, in der Luft, zu Wasser und auf der Straße definieren. Der größte Unsicherheitsfaktor in diesem Zusammenspiel ist der Betriebszustand der Maschine und die Menschen, die für die Bedienung und den Betrieb notwendig sind. Der LKW der Zukunft kann sehr effizient und schnell von A nach B fahren und die Disponenten haben zu jeder Zeit alle Informationen über den Betriebs- und Ladungszustand des Fahrzeugs. Das ist die Vision vieler Speditionen und Treiber für die Innovation in diesem Bereich. Um diese Visionen in die Tat umzusetzen, sind die Sensorhersteller gefragt. Das autonome Fahren von Autos steckt noch in den Kinderschuhen. Bei LKWs ist dieser Schritt auch nicht mehr weit entfernt. Die Elektromobilität und damit verbundene autonome Antriebe und Lenksysteme sind bereits bei vielen OEMs auf der Straße im Test. Der Sensormarkt für Fahrerassistenzsysteme ist hart umkämpft und steht

bei vielen Strategiesitzungen im Fokus. Es gibt aber auch neben diesen E-Mobility-Systemen, Anforderungen an die Sensoren im LKW der Zukunft. So muss z.B. neben der funktionalen Sicherheit im Antrieb auch die Überwachung der Ladung und Überladungssicherung entwickelt werden. Die Antriebe der Zukunft sind Elektromotoren. Die heute auf dem Markt existierenden Elektromotoren sind so ausgelegt, dass es viele parasitäre Sensoren benötigt, um die Überwachung der Antriebseinheit und damit deren funktionalen Sicherheit zu gewährleisten. Eine direkte Überwachung der Antriebsmomente bei LKW-Motoren (Elektromotoren sowie Verbrennungsmotoren) würde es erlauben, auf viele zusätzliche Systeme zu verzichten. Auch können Drehmomentsensoren direkt am Abtrieb dazu beitragen, die Effizienz des Gesamtsystems zu verbessern und so Energie einzusparen. Drehmomentsensoren an den Rädern oder der Antriebseinheit direkt in Verbindung mit einem absoluten Winkelsignal, sind auch in der Lage, einen Schlupf des Reifens zu erkennen, was der Regelung ermöglicht, direkt auf solche Events zu reagieren.

"Die Antriebe der Zukunft sind Elektromotoren"



Neben Drehmomentsensoren erfahren auch Kraftsensoren eine immer weiter wachsende Beliebtheit im LKW-Bereich. So können Lastsensoren auf der LKW-Achse nicht nur erkennen, ob der LKW überladen ist oder im Normbereich liegt, Sie können auch detektieren, wenn der LKW be- oder entladen wurde. So haben Disponenten die Möglichkeit, ihre LKWs online zu überwachen und die empfangenen Daten für Plausibilisierungen zu verwenden. Regulatorische Gesetze der EU zwingen die LKW-Hersteller sogar dazu, solche Systeme im LKW zu implementieren, um der Polizei bei einer Kontrolle den direkten Ladungszustand des LKWs anzuzeigen.

Das soll verhindern, dass eine Überladung des LKWs zu Unfällen im Straßenverkehr führen oder etwa eine Schädigung der Straße nach sich ziehen kann. Viele weitere Einsatzmöglichkeiten für Kraftsensoren im LKW ermöglichen in den kommenden Jahren weitere Innovationen und Sensorkonzepte für die Lösung dieser Anwendungen von morgen.

## Bahnanwendungen

### Sicherheit in den Bremsanlagen



Die Bahn gilt als eine der sichersten und komfortabelsten Reisemöglichkeiten unserer Zeit. Sie hat sich in den letzten Jahrzehnten in puncto Sicherheit stark weiterentwickelt. Sensoren für die Funktion und Sicherheit gehören für die Ingenieure der Bahn und ihre Zulieferer zur Tagesordnung.

So können zum Beispiel Drehmomentsensoren in den Bremsanlagen die Last auf der Achse messen und die Bremskraft entsprechend regeln. Die Bremsanlagen der Bahn sind in mehrere Stufen unterteilt. Vom leichten Anbremsen bis zum tatsächlichen Stop gibt es verschiedene Systeme, die sich gegenseitig unterstützen. Vor mehreren Jahrzehnten konnte es passieren, dass sich die Passagiere beim Bremsmanöver der Züge festhalten mussten, um nicht umzufliegen. Diese mehrphasigen Bremssysteme, die es heute auf dem Markt gibt, verhindern das. Drehmoment- bzw. Kraftsensoren in den Bremsen oder den Radachsen verbaut, können die Kräfte messen, die beim Bremsvorgang auf die Mechanik wirken und aufgrund dieser auftretenden Kräfte die

Bremskraft regeln. So können Closed Loop Bremsregelungen verwirklicht werden.

Neben der Bremskraftregelung kommen auch Kraftsensoren im Bereich vom Load Management zum Einsatz. So können z.B. Kraftsensoren im Einstiegsbereich zählen wie viele Personen in den Zug ein- bzw. wieder ausgestiegen sind. Kraftsensoren können auch ermitteln wie schwer die Last auf der Waggonachse ist und wie diese sich im Laufe der Ladung verändert. Das ist vor allem im Gütertransport interessant, bei dem die Kosten für den Transport durch das Gewicht und Volumen der Ladung berechnet werden. So kann der Bahnbetreiber die Angaben seiner Kunden überprüfen.

Kraftaufnehmer werden auch im Bereich der Stromabnehmer eingesetzt. Die Anpresskraft der Stromabnehmer auf die Oberleitung definiert die Güte der elektrischen Verbindung. Ist diese zu schwach kann es sein, dass die elektrischen Übergangswiderstände zu groß sind und dort dementsprechend ein Leistungsabfall stattfindet.

Bei zu starker Beanspruchung kann es zu Fehlern in der Funktion kommen. Große Kräfte und Lasten treten bei Zügen auch im Bereich der Wagenkopplungen auf. Kraftaufnehmer an diesen Positionen können die Zuglasten bestimmen und eine Warnung bei Überlasten ausgeben oder wenn z.B. ein Wagen ungewollt abgekuppelt wurde.

Die Anwendungsmöglichkeiten für Drehmoment- und Kraftsensoren im Bahnbereich sind sehr vielfältig. Auch die Integration von Sensoren in den Infrastrukturbereichen der Bahn ist ein spannendes Thema. So gibt es zum Beispiel Systeme, die an Bahngleisen überwachen wie viele

Züge über die Schiene gefahren sind oder wie viele Achsen eine Stelle passiert haben. Diese Information kann genutzt werden, um zum Beispiel Notabschaltungen auf Gleisabschnitten zu realisieren, wenn dort noch ein Waggon steht und ein anderer Zug bereits einfährt. Diese Sensoren basieren z.T. auf optischen als auch auf Ultraschall Technologien. Durch die Integration von Kraftsensoren auf den Schienen kann die Signalqualität und dementsprechend die Robustheit dieser Messmethode verfeinert werden. Durch die Technologie von magnetisch induktiven Kraftsensoren, die sehr einfach an jede Messstelle integriert werden können, ist es möglich diese Messverfahren auch bei bereits bestehenden Gleisabschnitten nachzurüsten.



"Die anwendungsmöglichkeiten für drehmoment und kraftsensoren im bahnbereich sind sehr vielfältig"



## Unsere Sensoren

### Drehmomentsensor

Direkte Drehmomentmessung: Einzigartige Technologie für die Erfassung von mechanischen Kräften in Wellen. Der Sensor bildet mit der Welle ein abgestimmtes Messsystem welches auch in großen Stückzahlen wirtschaftlich hergestellt werden kann. Mit der Magnetic Sense's Technologie entsteht ein einzigartiger Drehmomentsensor für Serienanwendungen.



#### Vorteile des Drehmomentsensors

- ✓ Kontaktloses Messprinzip
- ✓ Unempfindlich gegenüber mechanischer Überlast
- ✓ Digitales digitalisiertes Ausgangssignal
- ✓ Robust gegenüber Störfeldern
- ✓ Keine mechanische/ magnetische Bearbeitung der Messstelle notwendig
- ✓ Keine spezifischen Anforderungen an das Material der Welle
- ✓ Keine Alterungseffekte

### Kraftsensor

Kraftsensoren (oder auch Kraftaufnehmer genannt) messen verschiedene Kräfte, die auf ein Objekt wirken. Dazu gehören Biege-, und Axialkräfte (Zug- und Druckkräfte). Basierend auf den magnetischen Active Torque Prinzipien, kann unsere Sensortechnologie diese Kräfte präzise und berührungslos messen. Der Kraftsensor funktioniert mit jedem beliebigen ferromagnetischen Testobjekt.



#### Vorteile des Kraftsensors

- ✓ Berührungsloses Messung
- ✓ Keine Behandlung der Messstelle nötig
- ✓ Kompaktes und kundenspezifisches Design
- ✓ Äußerst robust bei extrem Bedingungen
- ✓ Maximale Langzeitstabilität
- ✓ Funktioniert mit jedem ferromagnetisch Material
- ✓ Keine Problem mit Überlast

## Fazit

Kostengünstige kontaktlose Drehmomentsensoren und Kraftsensoren gehört die Zukunft. Mit unserm magnetisch-induktiven Messprinzip, haben wir etwas völlig neues geschaffen, um Momente und Kräfte in Serienanwendungen wirtschaftlich zu messen. Für die Entwicklung von intelligente E-Mobilitäts-Lösungen ist dieses ein entscheidender Schritt in die Zukunft.

Magnetic Sense GmbH  
Kelterstraße 59  
72669 Unterensingen

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