



# DREHMOMENTSENSOR FÜR E-BIKES



MagneticSense

# WAS IST EIN HIGH-PERFORMANCE E-BIKE SENSOR

Vor 10 Jahren konnte sich noch niemand vorstellen dass die Elektromobilität in dieser Geschwindigkeit voran geht. Nicht nur das Automobil und die damit verbundenen Antriebstechnologien werden von der Elektromobilität gefordert, sondern auch „Mikromobilitäts-anwendungen“ wie das Fahrrad. Das Fahrrad als Wording wird immer weniger verwendet, die neuen Schlagwörter sind E-Bike oder Pedelec. Beide Begriffe werden oft für dasselbe verwendet, es existiert allerdings ein großer Unterschied dessen man sich bewusst sein muss. Ein E Bike wird durch einen Elektromotor angetrieben und kann nur durch diese zusätzliche elektrische Kraft bewegt werden, während die Unterstützung durch einen Elektromotor bei einem Pedelec durch die Tretkraft des Fahrers gesteuert werden kann. Es gelten für das E-Bike ganz andere gesetzliche Rahmenbedingungen wie für das Pedelec. Diese Differenzierung der beiden Elektromobilitätsvarianten setzt sich in der notwendigen Elektronik und Mechanik für die notwendige Funktionsweise fort.



## Für was wird der E-Bike Sensor benötigt?

So ist beispielsweise beim Pedelec Sensorik gefordert, welche Tretkraft und Trittfrequenz vom Fahrer erfassen und diese Information in einer Regelung verarbeiten kann. Diese Sensoren werden oft auch als „E-Bike Sensoren“ beschrieben. In vielen Foren kann man über den E Bike Sensor Beiträge lesen. Sehr schnell wird klar, dass der E Bike Sensor das Herzstück des E-Bike Antriebs darstellt und dass mit dessen Funktionsweise das Fahrverhalten maßgeblich definiert wird.

Die Messgenauigkeit der Pedelec Sensoren ist wichtig für die Pedelecs, da sie den elektrischen Antrieb und das Fahrverhalten des Fahrrads direkt beeinflusst. Eine Fehlfunktion des E Bike Sensors wird von dem Anwender sofort bemerkt, und auch Messunsicherheiten dieses Sensors werden vom Anwender als Unstimmigkeiten in der Regelung wahrgenommen. Die Herausforderung der Entwickler und Hersteller von Pedelec Antrieben ist es daher, die Sensorik so abzustimmen, dass das Fahrverhalten dem eines Fahrrads gleicht.

## Wie ist der E-Bike Sensor aufgebaut?

Im allgemeinen besteht der E Bike Sensor aus einer Kombination von zwei Sensoren, einem Drehmomentsensor für die Erfassung der mechanisch erbrachten Arbeit und einem Kadenzsensor zur Erfassung der Trittfrequenz. Durch die Bestimmung der mechanischen Arbeit und der Trittfrequenz kann die vom Fahrer aufgebrauchte Leistung ermittelt werden. Die Regelungen der Pedelecs sind in der Regel so ausgelegt, dass Sie mit einer gewissen Verstärkungsstufe diese vom Fahrer aufgebracht Leistung verstärken.

Bei den meisten Systemen ist diese Verstärkungsstufe einstellbar - je nachdem wie stark der Unterstützungsmodus erwünscht ist. Das Grundprinzip auf dem die Messung und Regelung basiert hört sich sehr einfach an. Die Umsetzung gestaltet sich allerdings als sehr schwierig.

## Welche Herausforderungen gibt es beim E-Bike Sensor?

Die große Herausforderung der ersten Systeme bestand darin, dass es zu diesem Zeitpunkt noch keine Drehmomentsensortechnologien auf dem Markt gegeben hat die zu kommerziell günstigen Rahmenbedingungen eingesetzt werden konnten. Die Sensortechnologien, die aufgrund des Bedarfes an einer Drehmomentmessung entstanden sind, haben viele Hürden der Messtechnik überwinden müssen. So ist z.B. alleine die Tatsache, dass sich die Messstelle dreht eine große Herausforderung.

Drehmomentssensoren die auf der Messstelle aufgebracht sind und dort die mechanischen Spannungen messen können, benötigen eine intelligente Lösung im Aufbau um mit der notwendigen Energie versorgt zu werden und die Signale an die Steuerung zu übermitteln. Berührungslose Drehmomentssensoren haben das Problem, dass sich die Messposition aufgrund der drehenden Welle verändert, was sich auf die Messung auswirken kann.



Diese Herausforderungen haben dazu geführt, dass die Messfehler der ersten Drehmomentsensoren relativ groß waren und entsprechend von den Anwendern gefühlt werden konnten. Viele Einflüsse der Sensoren auf die Messunsicherheit konnte in guten Regelsystemen abgefangen werden, allerdings nicht alle.

## Eine Technologie bringt den Durchbruch bei E-Bikes!

Die Entwicklung neuer Technologien für den Drehmomentsensor zielt daher darauf ab die Messperformance des Sensors deutlich zu verbessern um vor allem die Streuung von Sensor zu Sensor zu verbessern, dass die Implementation in der finalen Applikation keine Unterschiede von Fahrrad zu Fahrrad erlaubt. Die Firma Magnetic Sense hat diese Herausforderung an die Messgenauigkeit des Sensors dahingehend gelöst, dass sie eine Kombination von Drehmomentsensor und Winkelsensor integrieren.

Diese Kombination erlaubt es eine Kompensation der Messgenauigkeit über die Winkelinformation durchzuführen und so einen „Smarten Sensor“ zu entwickeln der zu einem Gesamtmessfehler  $< 1\%$  führt. Durch die zusätzliche Winkelinformation kann zudem auch die Trittggeschwindigkeit ermittelt und damit aus dem Drehmoment die Leistung errechnet werden.

Die Firma Magnetic Sense hat es damit geschafft, einen Drehmomentsensor für das e Bike zu entwickeln, der mit einer hohen Messgenauigkeit die Anforderungen der Pedelecs der Zukunft erfüllen kann. Durch das intelligente Sensorsystem entstehen auch neue Möglichkeiten zur Nutzung der zusätzlichen Informationen, so kann z.B. der gemessene Winkel und damit die Pedalstellung an den Fahrer ausgegeben werden um diese für Trainingszwecke zur verwenden.