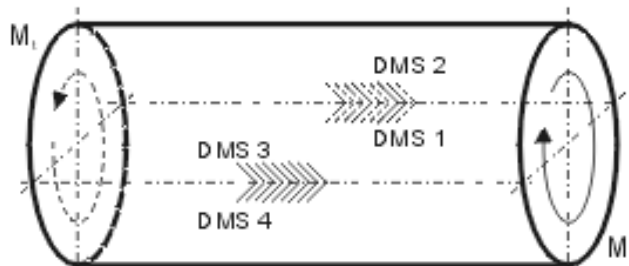
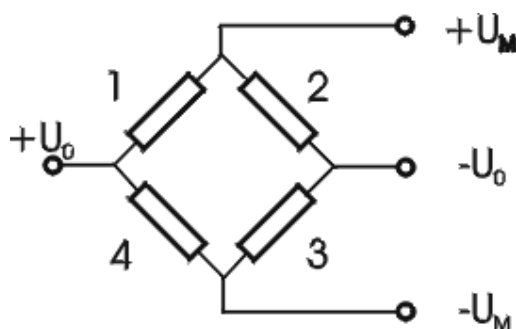


Applikation einer Drehmomentmeßstelle

Das über eine Welle übertragene Drehmoment führt zu einer Verdrehung der Welle. Diese Verdrehung führt zu einer Dehnung an der Wellenoberfläche. Im elastischen Verformungsbereich des Wellenmaterials ist die Dehnung direkt proportional der Belastung. Die Dehnung wiederum lässt sich mittel DMS messen.



Die daraus folgende Anordnung ist im Bild zu sehen. Bei der dargestellten Anordnung und der eingezeichneten Wirkung des Drehmoments werden DMS2 und DMS4 gestreckt und DMS1 und DMS3 gestaucht.



Dehnmessstreifen ändern ihren elektrischen Widerstand proportional zur Dehnung. Da die Änderungen des Widerstandes in der Regel sehr klein sind, nutzt man die Wheatstonesche Brücke zur Verschaltung der DMS. Damit lassen sich auch sehr kleine Widerstandsänderungen genau erfassen.

Die Befestigung der DMS auf der Welle geschieht durch Kleben. Dazu muss die Welle an den Klebestellen gereinigt und vor allem entfettet werden. Eine eventuell vorhandene Oxydschicht muss entfernt werden. Das Material wird aufgeraut, chemisch neutralisiert und die Klebung kann erfolgen. Bei der Klebung werden meist unterschiedliche Flüssigkeiten, z.B. erst ein Katalysator und anschließend Klebstoff hauchdünn aufgetragen, bevor der DMS mit gleichmäßiger Kraft angedrückt wird. Der Aushärtungsprozess des Klebers wird wesentlich von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst.

Dieser ganze Prozess kann durchaus zwei bis drei Stunden in Anspruch nehmen. Für einfache Kurzzeitmessungen ohne besondere thermische Beanspruchung verwendet man einen kalt klebenden Sekundenkleber (Cyanoacrylat). Spezielle Befestigungsmöglichkeiten und DMS gibt es für Dauermessungen oder für Messstellen, die dann hohen Temperaturen standhalten müssen. Meist handelt es sich dabei um heiß klebende Verfahren oder sogar Verschweißungen.

Sind die DMS auf der Welle fixiert, erfolgt die elektrische Verdrahtung zu der oben genannten und abgebildeten Wheatstoneschen Messbrücke. Ist die Verdrahtung auf der Welle abgeschlossen, wird die Messstelle versiegelt. Das heißt, sie wird durch eine mechanische Abdeckung gegen mechanische Beschädigung, insbesondere das Eindringen von Flüssigkeiten und gegen thermische Beeinflussung geschützt.



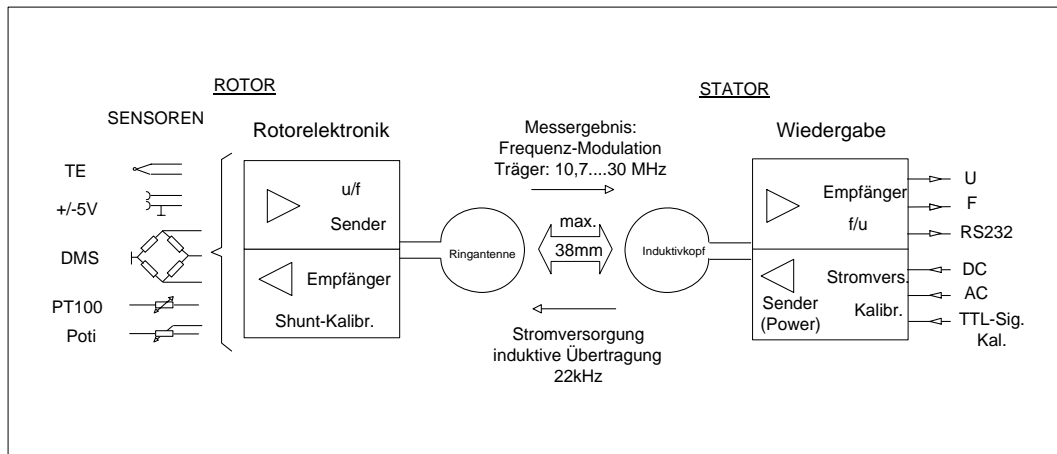
Zur Applikation einer DMS-Messstelle gehört der Anschluss einer Stromversorgung sowie einer Messsignalverbindung zur Auswertetechnik. Noch vor wenigen Jahren verwendete man überwiegend Schleifringübertrager. Auf der Welle oder besser am Wellenende werden Schleifringe angebracht, die mit der Welle rotieren. Der Stator besteht aus Kohlebürsten, die im ständigen Kontakt mit den rotierenden Schleifringen stehen. So ist eine unmittelbare Übertragung von Speisespannung und Messsignalen möglich. Die Verwendung von Schleifringübertragern bereitete jedoch auch Probleme. Erstens brauchte man viel Platz für die Installation bzw. überhaupt ein freies Wellenende. Zweitens war der Übergangswiderstand vergleichsweise hoch und schwankte zudem, was auf geometrische und Abweichungen in der Leitfähigkeit zurückzuführen ist. Bei höheren Drehzahlen kam es zu Übertragungsproblemen durch Abheben der Bürsten vom Schleifring. Aussetzer waren die Folge. Drittens unterliegt das gesamte System beträchtlichem Verschleiß.

Seit man Sender so klein bauen kann, dass sie problemlos auf der Welle platziert werden können, verwendet man Telemetriesysteme zur drahtlosen Übertragung von Messwerten von rotierenden Teilen. Dabei werden die Messdaten als Modulationssignal einem auf der Welle angeordneten FM-Sender (FM = Frequenzmodulation) oder PCM-Sender (PCM = Puls Code Modulation) zugeleitet. Die elektromagnetischen Wellen werden von einem Empfänger in ein weiterverarbeitbares Signal zurück gewandelt.

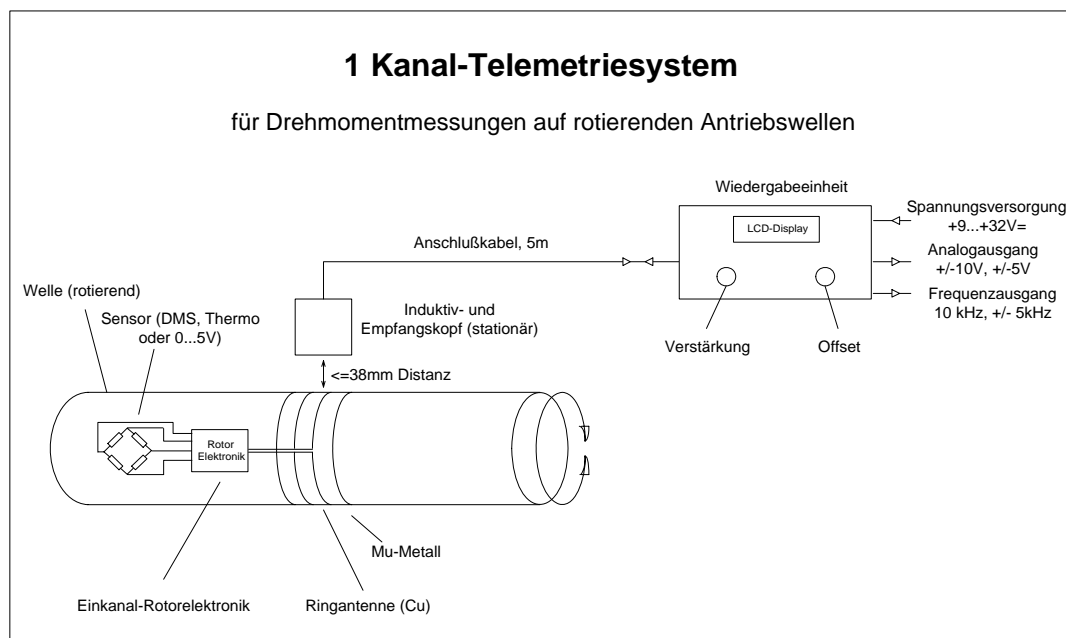
Die Spannungsversorgung der Messbrücke kann durch eine Batterie erfolgen, die ebenfalls auf der Welle befestigt wird und mit rotiert. Für Langzeitmessungen, bei denen eine Batterie nicht die erforderliche Kapazität aufweisen würde, verwendet man die induktive Spannungsversorgung. Eine feststehende Spule wird mit einem vergleichsweise niederfrequenten Signal, meist im Kilohertzbereich, versorgt. Diese Spule befindet sich in direkter räumlicher Nähe zur Welle. Auf der Welle ist eine Induktionsspule platziert, die meist aus nur einer Windung besteht. In ihr wird infolge des Induktionsprinzips eine Spannung induziert, die Messbrücke versorgt (Trafoprinzip). Der Wirkungsgrad dieser Konstruktion ist

vergleichsweise gering. Folglich muss der Induktivkopf (Stator) räumlich sehr dicht an der rotierenden Welle installiert werden. Mit einer Loop-Antenne oder Batterieversorgung auf der Welle lassen sich dagegen große Abstände realisieren.

Blockschaltbild einer analogen 1-Kanal-Telemetrie mit FM-Modulation:



Schematischer Aufbau einer 1-Kanal-Telemetrie zur Messung von Drehmomenten auf einer rotierenden Antriebswelle:



Die Applikation schließt mit der **Kalibrierung** der Messstelle ab. Kalibriert wird direkt oder mit einer Maßverkörperung. Direkt kalibrieren bedeutet, dass man die Welle mit einem genau bekanntem Prüfmoment beaufschlagt. Da das in den wenigsten Fällen möglich ist, nutzt man den Weg der Maßverkörperung. Das heißt, man simuliert eine Dehnung der Wellenoberfläche

und damit ein Drehmoment indem man einem Brückenwiderstand einen Präzisionswiderstand parallelschaltet. Der (englische) Fachbegriff lautet "shunten". Damit erzeugt man ein Brückenausgangssignal, welches einer Dehnung bzw. einem Drehmoment entspricht. Natürlich ist diese Art der Kalibrierung nicht so genau wie die direkte Kalibrierung. Für die meisten Messaufgaben ist diese Methode aber hinreichend genau. Eine direkte Kalibrierung ist auf jeden Fall erforderlich, wenn Genauigkeiten im Promillebereich benötigt werden.