

Sensorik im Motormanagement

Situation:

Im Zeichen knapper werdender Ressourcen wird es erforderlich, speziell mit fossilen Energieträgern sparsamer umzugehen.

Der heutige und zukünftige Umfang der Nutzung fossiler Energien beschert uns einen Schadstoffausstoß in einer Menge und Qualität, der so nicht weiter toleriert wird.

Vor diesem Hintergrund steigen die Anforderungen an den

Wirkungsgrad der Energieumformung

und an die

Schadstoffarmut der Reaktionsprodukte

Situation:

Beim Antrieb von Kraftfahrzeugen mittels Energieumformung aus fossilen Energieträgern kann dieser Notwendigkeit durch Optimierung des Verbrennungsprozesses Rechnung getragen werden.

In erster Linie bedeutet dies :

- **die Optimierung der Gemischaufbereitung**
- **die Wahl des optimalen Zündzeitpunktes**
- **die Ausnutzung der „Klopfgrenze“ des Kraftstoffs**
- **die Nachbehandlung der Verbrennungsprodukte**

Lösung:

Dazu ist es erforderlich, die notwendigen Parameter in Abhängigkeit des

augenblicklichen Betriebszustandes

so zu steuern, daß ein Optimum an

Wirkungsgrad und Schadstofffreiheit

erreicht werden kann.

Besonders mit Hilfe der modernen Elektronik ist es möglich, eine Vielzahl von physikalischen Größen zu verarbeiten. Elektronische Regelsysteme dieser Art sind unter dem Begriff „**Motormanagement**“ bekannt.

Lösung:

Die Erfassung des

augenblicklichen Betriebszustandes

geschieht mit einer Vielzahl von Sensoren, von denen einige im Folgenden vorgestellt werden.

Physikalische Größen von Interesse zum „Motormanagement“

Temperatur

Ansaugtemperatur
Kraftstofftemperatur
Abgastemperatur
Motortemperatur

Kinematik

Drehzahl
Drehmoment
Verbrennungsdruck

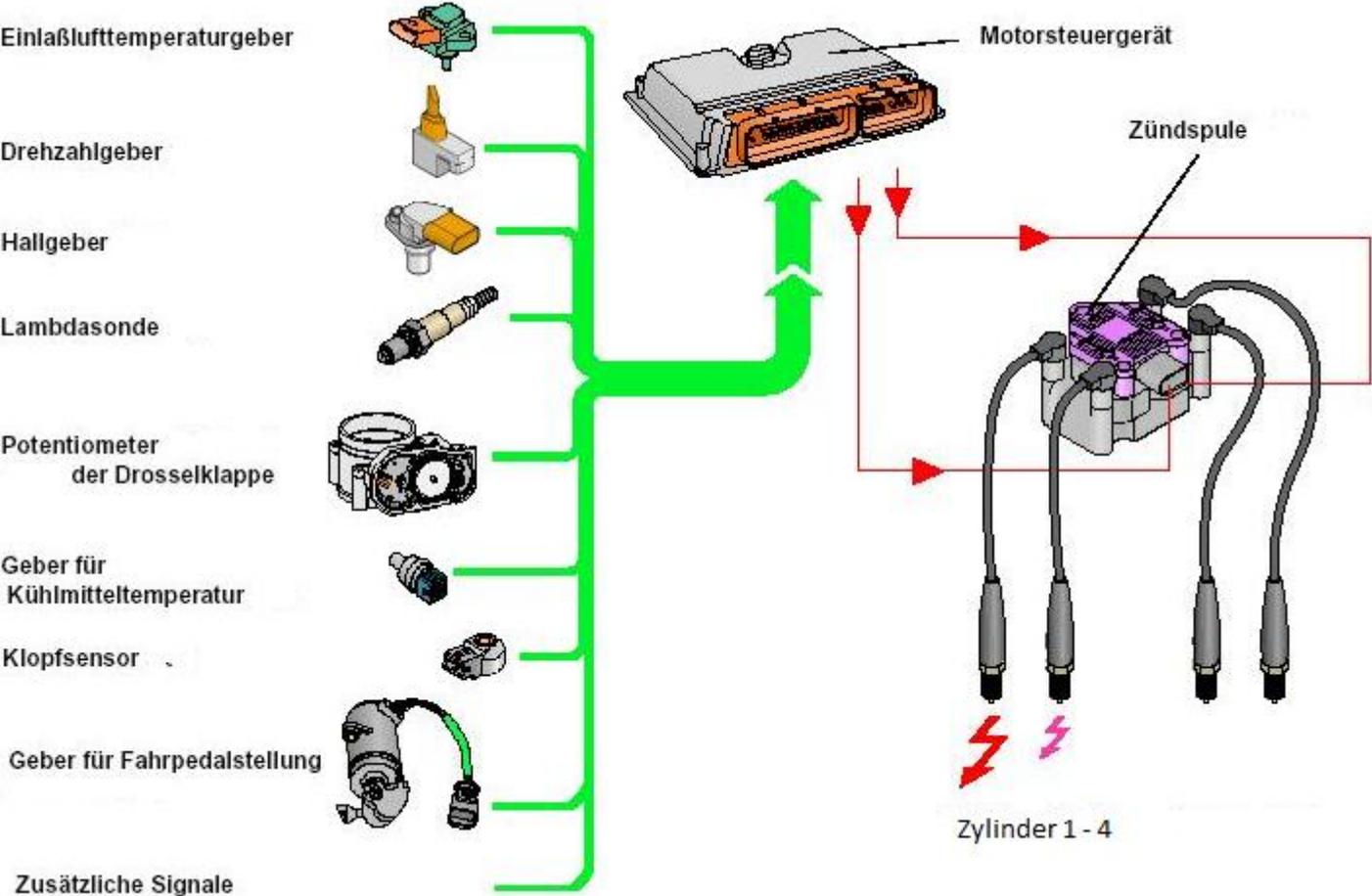
Umgebung

Luftdruck
Wassergehalt Ansaugluft

Abgas

Sauerstoffgehalt
Rußanteil

Beispiel eines „Motormanagements“



Temperatursensoren

Ansauglufttemperatur



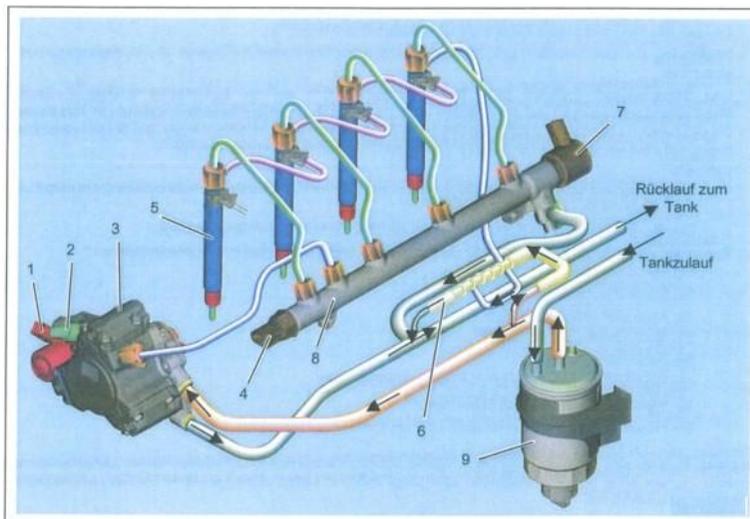
Messgröße: Temperatur °K
Stellgröße: Spannung, analog V

Beeinflusst: **Zündwinkel, Gemischbildung**
kältere Ansaugluft ist dichter, enthält mehr
O₂ /Volumeneinheit

Funktionsprinzip:
meistens ein Sensor mit negativem Temperaturkoeffizient (NTC-
Widerstand). Sein Widerstand nimmt mit zunehmender
Temperatur ab.

Temperatursensoren

Kraftstofftemperatur



2 - Kraftstofftemperatursensor

Messgröße: Temperatur °K

Stellgröße: Spannung, analog V

Beeinflusst: Zündwinkel, Gemischbildung

kälterer Kraftstoff ist dichter, erhöhter O₂-Bedarf
Verdampfung langsamer, inhomogenes Gemisch,
deshalb frühere Zündung

Funktionsprinzip:

meistens ein Sensor mit negativem Temperaturkoeffizient (NTC-Widerstand). Sein Widerstand nimmt mit zunehmender Temperatur ab.

Temperatursensoren

Kühlmitteltemperatur

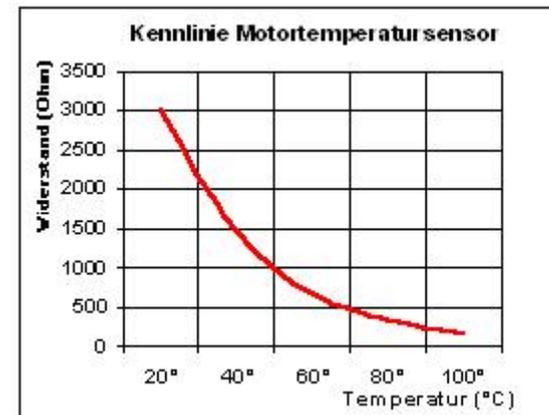


Messgröße: Temperatur °K
Stellgröße: Spannung, analog V

Beeinflusst: Zündwinkel, Gemischbildung

Funktionsprinzip:

meistens ein Sensor mit negativem Temperaturkoeffizient (NTC-Widerstand). Sein Widerstand nimmt mit zunehmender Temperatur ab.



Temperatursensoren

Abgastemperatur



Messgröße: Temperatur °K

Stellgröße: Spannung, analog V

Beeinflusst: Katalysatorüberwachung

Funktionsprinzip:

Hochtemperatursensor, 100-900°C, NTC

Kinematiksensoren

Drehzahl



Messgröße: Drehzahl n^{-1}
Stellgröße: Weg, mechanisch mm

Beeinflusst: Zündwinkel
bei höheren Drehzahlen muss früher
gezündet werden, um Arbeitsdruck (typisch)
10° nach OT zu erreichen

Funktionsprinzip:

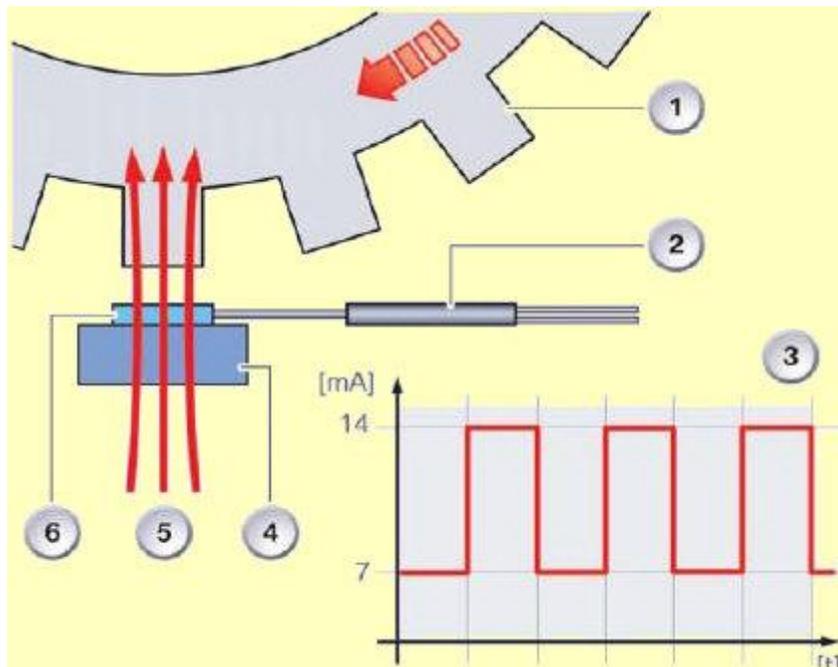
Drehzahlsensor: Fliehkewichte werden gegen die Kraft einer Feder durch Zentrifugalkraft ausgelenkt, die Auslenkung wird zur Vorverstellung des Zündzeitpunktes benutzt.

In modernen Fahrzeugen kaum noch anzutreffen

Sensorik im Motormanagement

Kinematiksensoren

Drehzahl



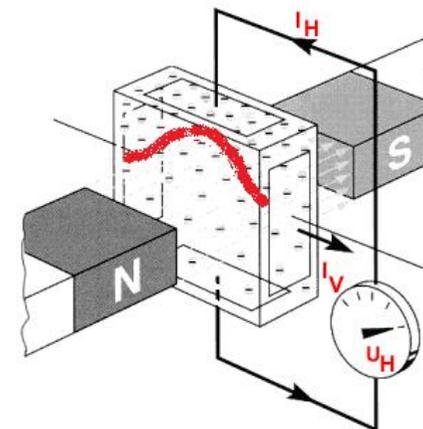
Messgröße: Drehzahl n^{-1}

Stellgröße: Spannung, digital V

Beeinflusst: Zündwinkel
bei höheren Drehzahlen muss früher
gezündet werden, um Arbeitsdruck (typisch)
10° nach OT zu erreichen

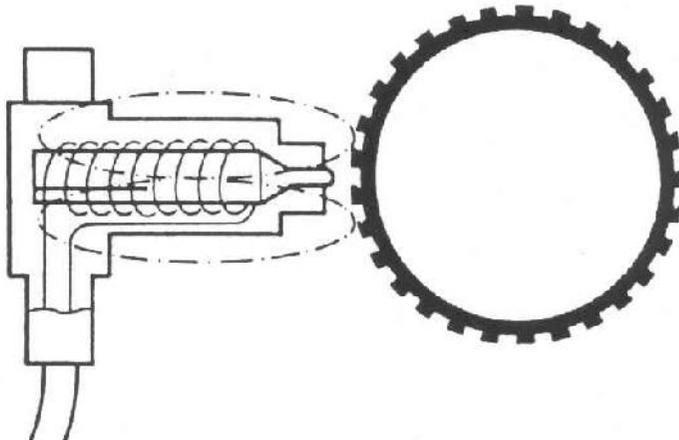
Funktionsprinzip:

Hall-Sensor, in einem stromdurchflossenen Halbleiter „drängt“ ein Magnetfeld die Elektronen aus ihrer geraden Fließrichtung. Dadurch ergibt sich eine Differenz der Elektronendichte (=Spannung) an den Seiten des Halbleiters.



Kinematiksensoren

Drehzahl

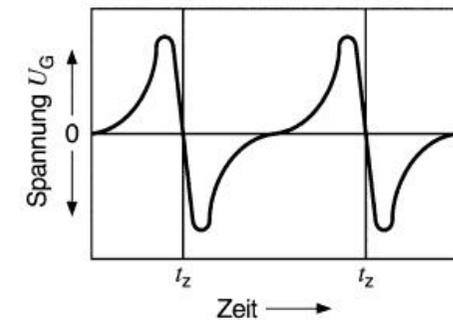
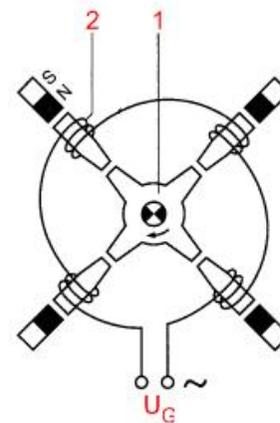


Messgröße: Drehzahl n^{-1}
Stellgröße: Spannung, analog V

Beeinflusst: Zündwinkel, Gemischbildung

Funktionsprinzip:

Induktivegeber, Magnete auf dem rotierenden Teil induzieren eine Spannung in der auf einem Eisenkern angebrachten Spule.



Kinematiksensoren

Drehmoment (Last)



Messgröße: Moment Nm
Stellgröße: Weg, mechanisch mm

Beeinflusst: Zündwinkel

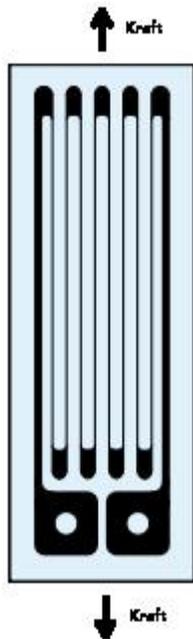
Funktionsprinzip:

Druckdose: Analog zum Saugrohrdruck wird eine Membran gegen die Kraft einer Feder mehr oder weniger ausgelenkt. Der Stellweg dient der Zündverstellung.

Verwendung auch als Aktuator, z.B. bei der Saugrohlängenverstellung.

Kinematiksensoren

Drehmoment (Last)



Messgröße: Moment Nm
Stellgröße: elektrisch, analog V

Beeinflusst: Zündwinkel, Gemischbildung

Funktionsprinzip:

ein zu einem **Dehnmessstreifen** geformter Widerstandsdraht wird auf das belastete Bauteil aufgeklebt, die mit der Belastung einhergehende Verformung bewirkt eine Längenänderung des Widerstandsdrahtes und damit auch eine Änderung des elektrischen Widerstandes. Damit gehen Spannungs-, und/oder Stromänderungen einher.

Kinematiksensoren

Verbrennungsdruck



Messgröße: Druck, Frequenz Pa, Hz
Stellgröße: elektrisch, analog V

Beeinflusst: Zündwinkel, Gemischbildung

Funktionsprinzip:

Der „**Klopfsensor**“ registriert irreguläre Verbrennungszustände durch Messung von „Stoßwellen“, die durch die Verbrennung ausgelöst werden. Eine Piezokeramik, die die Eigenschaft besitzt, bei mechanischer Belastung elektrischen Strom abzugeben, ist zwischen Motorbauteil (Zylinderkopfnah) und einem Gegengewicht eingespannt. „Stoßwellen“ der Verbrennung verändern den Spannungszustand, der Kristall gibt einen Strom analog zur mechanischen Spannung ab. Aus Größe und Charakteristik erkennt man den Zustand einer irregulären Verbrennung (Klopfen)

Umgebungsensoren

Luftdruck



Messgröße: Luftdruck hPa
Stellgröße: elektrisch, analog V

Beeinflusst: Gemischbildung

Funktionsprinzip:

Der aktuelle Luftdruck wird zu einem Spannungssignal geformt. Damit wird die Stöchiometrie (Verhältnis Benzin-Sauerstoff) der aktuellen Situation angepasst

Abgassensoren

Rußanteil



Messgröße: Volumenanteil ppm
Stellgröße: elektrisch, analog V

Beeinflusst: Gemischbildung, Filterüberwachung

Funktionsprinzip:

Rußsensor: Rußhaltiges Abgas wird einer bestimmten hochfrequenten Strahlung ausgesetzt. Leitfähige Rußpartikel wirken wie Antennen und erzeugen Dämpfung und Resonanzen, wodurch das emittierte Signal verändert wird. Eine Empfängerantenne empfängt das veränderte Signal. Dieses Signal wird zur Gemischbildung und zur Überwachung von Partikelfiltern (speziell bei Dieseanwendungen) verarbeitet.

Abgassensoren

Sauerstoffgehalt



Messgröße: Luftdruck % O₂
Stellgröße: elektrisch, analog V

Beeinflusst: Gemischbildung

Funktionsprinzip:

Lambda-Sonde: Die elektrische Leitfähigkeit eines speziellen Keramikkörpers ist vom Sauerstoffgehalt der Umgebung abhängig. Die „lambda-Sonde“ misst den Sauerstoffgehalt im Abgas und stellt damit fest ob unter- oder überstöchiometrisch verbrannt wurde. Mit dem abgegebenen Spannungswert wird das Kraftstoff-Luft-Verhältnis geregelt (Sollwert Lambda = 1)

Abgassensoren

Lambda-Sonde



Weshalb kommt der Lambda-Sonde eine besondere Bedeutung zu ?

Sie liefert den Istwert des im Abgas enthaltenen Sauerstoffs.

Damit liefert sie die Regelgröße zur Steuerung der Gemischzusammensetzung

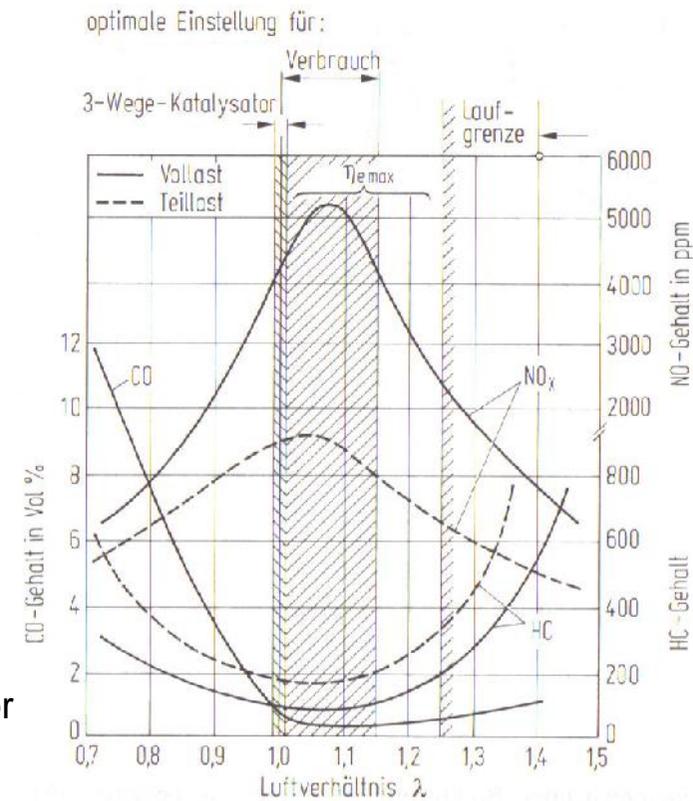
Die Gemischzusammensetzung wird dem optimalen Arbeitsbereich des (geregelten) Katalysators angepasst.

Abgassensoren

Lambda-Sonde und Katalysator



Arbeitsbereich Katalysator

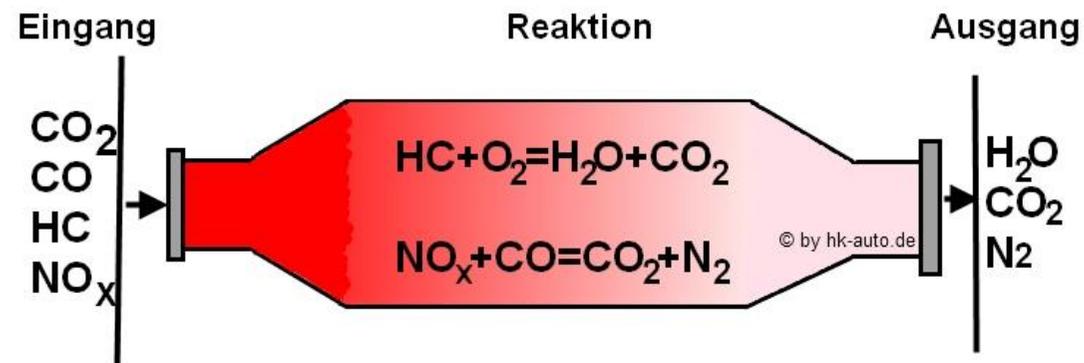


Bei einem Luftverhältnis (lambda-Wert) zwischen 1 und 1,2 enthält das Abgas die geringsten Gehalte an unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO)

Abgassensoren

Arbeitsweise Katalysator

Was tut der (geregelte) Katalysator ?



Kohlendioxid → Treibhausgas
Kohlenmonoxid → giftig
Kohlenwasserstoffe → Ozon“Killer“
Stickoxide → teilweise giftig

Wasser → in der Natur vorhanden
Kohlendioxid → „harmloser“ als HC , NO_x , CO ,....
Stickstoff → zu 79 % in der Luft vorhanden

Zusammenfassung

Mit Sensoren für die verschiedensten physikalischen Einflussgrößen lassen sich Messwerte gewinnen, die für die Motorsteuerung, im Hinblick auf **Wirkungsgradverbesserung** und **Schadstoffreduktion** von Belang sind.

Die hier vorgestellten Sensoren stellen nur einen kleinen Querschnitt der verfügbaren und im Einsatz befindlichen Sensoren, Funktionsprinzipien und Konstruktionen dar.

Es ist zu erwarten, dass die Sensorik im Motormanagement, wie auch in sehr vielen weiteren Anwendungen in Fahrzeugen, in Zukunft immer breiteren Raum einnehmen wird.

Ich bedanke mich für die Aufmerksamkeit !