

START MESSTECHNIK UND SENSORIK SIMULATION UND REGELUNG MUTIPLE CHOICE-TESTS

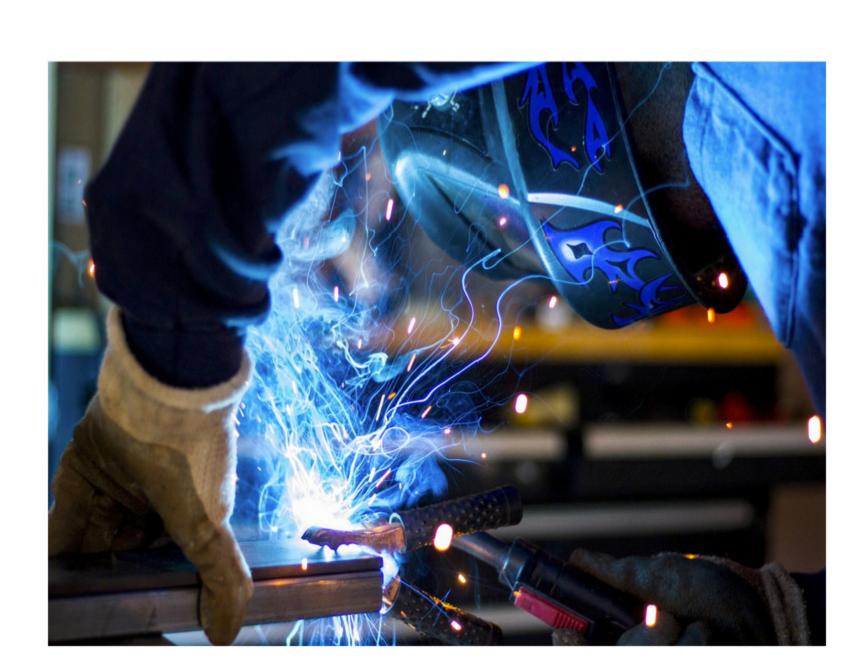
FORTBILDUNG UND BERATUNG

10. Sensoren für Temperatur, Feuchte und Gaskonzentrationen

EIN KOMPAKTER ÜBERBLICK

Vollständig als VIDEO

Vollständig als BUCH/E-BOOK



ein von der installierten Stückzahl her gesehen, stellen Temperatursensoren die am häufigsten eingesetzte Sensorart dar. Bei fast allen automatisierten technischen Systemen im industriellen wie auch Consumer-Umfeld muss die Temperatur für Überwachungs- oder Regelungszwecke gemessen werden. Speziell bei der Messung in Luft ist mitunter eine weitere Messgröße, die Luftfeuchte, von Interesse. Neben Sensoren für diese beiden Messgrößen werden nachfolgend auch Gassensoren im Überblick betrachtet.

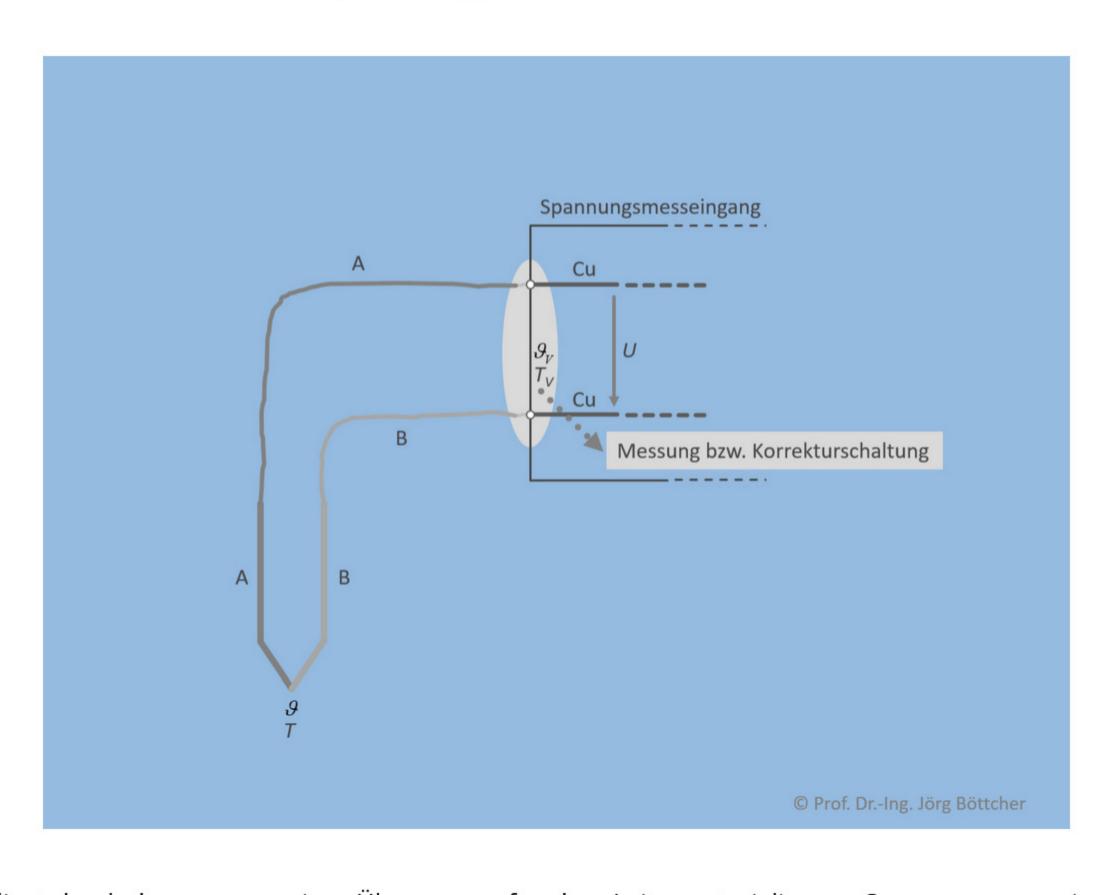
Temperatursensoren

Die meisten Temperatursensoren arbeiten thermoresistiv, d.h. sie ändern ihren ohmschen Widerstand in Abhängigkeit der Temperatur. Hierunter fallen zunächst die sog. Metallwiderstandsthermometer. Sie basieren auf dem mit steigender Temperatur größer werdenden Widerstand aller Metalle. Dies hängt mit der steigenden Anzahl an Elektronenzusammenstößen ab, die aus den bei höherer Temperatur ausgeprägteren Schwingungen der Elektronen resultieren. Deren mittlere Beweglichkeit nimmt hierbei ab. Aufgrund der starken Verbreitung derartiger Sensoren wurden vor längerer Zeit bereits die relevanten Typen international standardisiert. Der am häufigsten eingesetzte Typ ist der sog. Pt-100. "Pt" steht für Platin als Baumaterial; "100" besagt, dass er bei 0°C exakt 100 Ω besitzt. Mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand in sehr guter Näherung linear zu.

Der Heißleiter – er ist auch unter der Abkürzung NTC (Negative Temperature Coefficient) bekannt – besitzt einen abfallenden Kennlinienverlauf. Er besteht aus gesinterten und dotierten Metalloxiden. Wie bei allen Halbleitern vergrößert sich mit steigender Temperatur die Anzahl der freien Ladungsträger, was sich in einem fallenden Widerstand ausdrückt. Der Zusammenhang ist exponentiell.

Auch noch zu den resistiven Temperatursensoren gehört der Silizium-Tem-peratursensor. Die englische Bezeichnung "Spreading Resistance" weist auf die typische Bauart der mit n-dotiertem Silizium ausgeführten Sensorelemente hin. Von einem kleinen Kontaktbereich auf einer Seite des Elements weitet sich eine Raumladungswolke zur gegenüberliegenden Metallisierungsfläche aus. Ausgenutzt wird die Verminderung der Beweglichkeit der freien Ladungsträger bei ansteigender Temperatur, was einen leicht quadratischen Anstieg des Widerstands zur Folge hat.

Speziell für die Messung hoher Temperaturen von mehreren hundert °C eignen sich thermoresistive Sensoren nicht mehr. Ihre Messbereiche enden je nach Typ und Bauform meist darunter. In diesen Temperaturregionen haben sich seit langem sog. Thermoelemente als sehr robuste Sensoren durchgesetzt. Ein Thermoelement besteht lediglich aus zwei Drähten unterschiedlicher Metalle A und B, die an einem Punkt miteinander verbunden sind. Die Verbindung kann z.B. durch Verdrillen oder Schweißen erfolgen. Thermoelemente erzeugen nach dem sog. Seebeck-Effekt eine relativ kleine Messspannung in Abhängigkeit der Temperatur an der Kontaktstelle, die über einen Spannungsmesseingang erfasst wird.



Messaufbau mit Thermoelement

Bedingt durch den zwangsweisen Übergang auf andere Leitermaterialien am Spannungsmesseingang – i.d.R. ist dies Kupfer (Cu) – können wir jedoch diese Spannung nicht direkt messen, sondern nur zusammen mit den an den beiden Messeingangskontakten ebenfalls entstehenden Thermospannungen. Die Summe der drei Spannungen lässt sich zurückführen auf diesen Ausdruck:

$$U = k_{AB} \cdot (T - T_V) = k_{AB} \cdot (\vartheta - \vartheta_V)$$

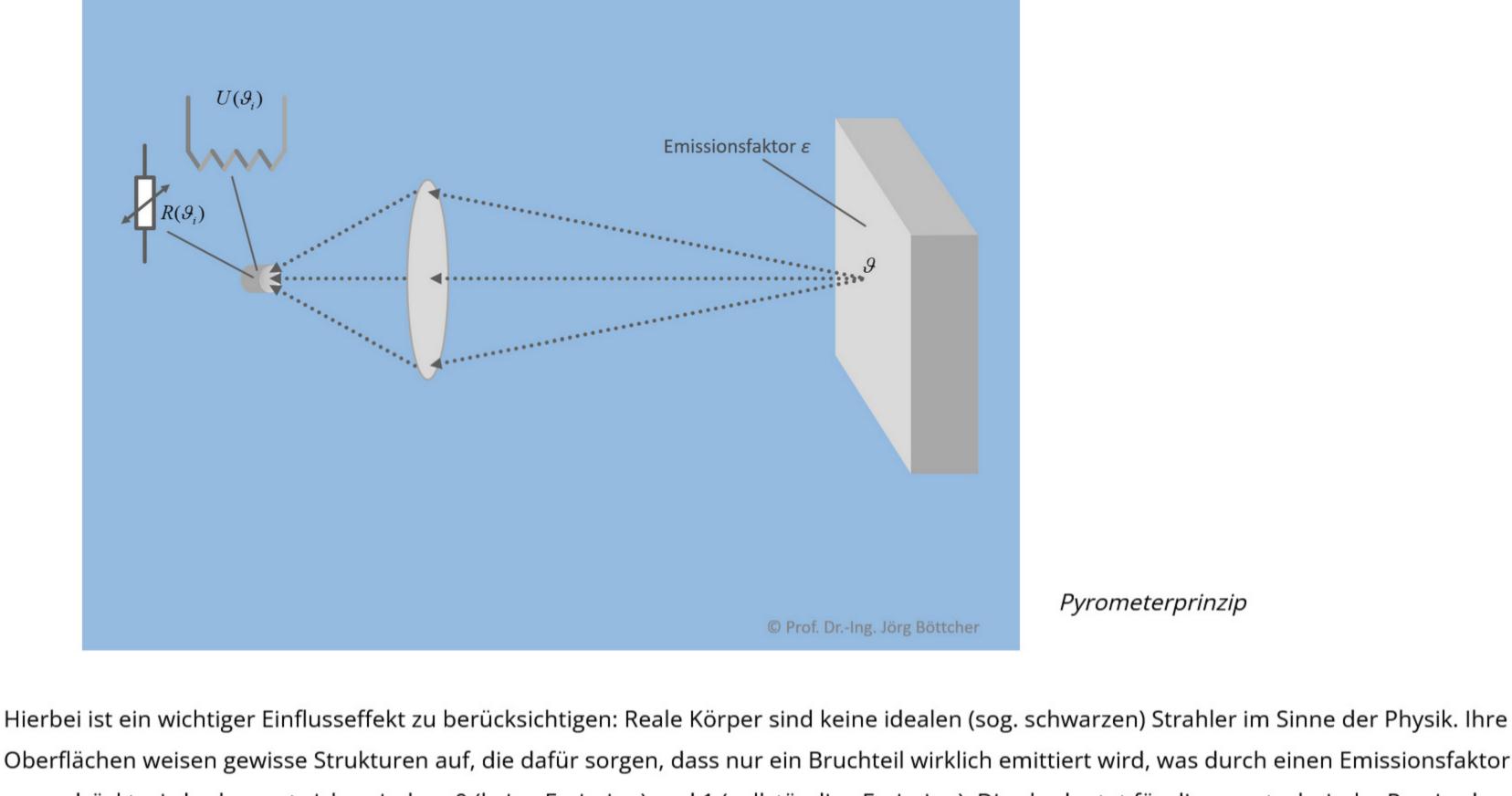
Die Messspannung U hängt also ab von der im Parameter k_{AB} ausgedrückten Materialkombination A-B sowie der Differenz aus Kontaktstellentemperatur ϑ und Vergleichsstellentemperatur ϑ_V . ϑ_V muss deshalb zwangsweise an der Kontaktstelle beim Messeingang typischerweise mit einem thermoresistiven Sensor mit gemessen werden, um die eigentlich interessierende Temperatur ϑ ermitteln zu können. Alternativ sind auch z.B. brückenbasierte Korrekturschaltungen denkbar. Aus diesem Grund werden für Thermoelemente meist darauf spezialisierte Messeingänge verwendet, die über diese sog. Vergleichsstellenkompensation bereits verfügen.

Pyrometer

Mitunter ist es nicht möglich, Temperatursensoren dort zu platzieren, wo man Temperaturen messen möchte. In diesem Fall bietet sich als Alternative die berührungslose Temperaturmessung nach dem sog. pyrometrischen Prinzip an. Ausgenutzt wird dabei die Tatsache, dass jeder Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt Strahlung emittiert, die man mit einer entsprechenden Optik – meist einer einfachen Sammellinse – "einfangen" kann.

erreichende Strahlung auf einen konventionellen Temperatursensor gebündelt wird. Ausgenutzt wird die im Sensor auftretende Temperaturerhöhung. Physikalische Grundlage hierfür ist das Plancksche Strahlungsgesetz.

Wie im unteren Bild gezeigt, wird dabei entsprechend der Brennweite der Optik ein Messpunkt an einer Oberfläche anvisiert, dessen die Optik



Pyrometerprinzip

Oberflächen weisen gewisse Strukturen auf, die dafür sorgen, dass nur ein Bruchteil wirklich emittiert wird, was durch einen Emissionsfaktor ε ausgedrückt wird. ε bewegt sich zwischen 0 (keine Emission) und 1 (vollständige Emission). Dies bedeutet für die messtechnische Praxis, dass stets eine Kalibriermessung anwenderseitig vorzunehmen ist unter Verwendung der konkreten Messoberfläche.

Feuchtesensoren Das wichtigste heute in Sensoren verbaute Feuchtemessverfahren arbeitet kapazitiv. Zwischen den zwei Platten eines Kondensators befindet sich ein hygroskopisches Dielektrikum. Dieses hat die Eigenschaft, über Diffusion Wasserdampf mit der Umgebung auszutauschen, so dass sich stets ein Gleichgewichtszustand einstellt. Je höher die Luftfeuchte und damit auch der Wasseranteil im Dielektrikum ist, umso höher ist dessen

$$C=\varepsilon_r(f)\varepsilon_0\,\frac{A}{d}$$
 ergibt. f ist hierbei die sog. relative Feuchte in %, was der bei Feuchtesensoren üblichen Messwertdarstellung entspricht.

Dielektrizitätskonstante ε_n was mit wirksamer Plattenfläche A, Plattenabstand d und elektrischer Feldkonstanten ε_0 eine Kondensatorkapazität von

Gassensoren

Für die Messung der Konzentrationen einzelner Gase in der Luft gibt es seit längerer Zeit Sensoren, die auf der Basis reversibler chemischer

Prozesse elektrische Signale gewinnen. Obwohl hierzu in den letzten zwei Jahrzehnten große Anstrengungen in der Forschung unternommen wurden, so sind die meisten der heute am Markt verfügbaren Gassensoren nicht nur bzgl. eines bestimmten Gases empfindlich, sondern reagieren meist auf eine größere Gruppe von Gasen. Eine selektive Messung einzelner Gase, wie man dies von teuren Laboranalysegeräten – z.B. NDIR-Analysatoren (Nicht-Dispersiv-Infrarot) oder Gaschromatographen – kennt, wird mit Sensoren i.d.R. nicht erreicht. Wichtige Vertreter sind: Metalloxidsensoren

- Elektrochemische Gassensoren
- Wärmeleitfähigkeitssensoren Pellistoren

START

WENN SIE ES GENAUER WISSEN WOLLEN:

• Lambdasonde

Vollständig als VIDEO

Vollständig als BUCH/E-BOOK

Messtechnik und Sensorik Simulation und Regelung Mutiple Choice-Tests Fortbildung und Beratung



Prof. Dr.-Ing Jörg Böttcher

Regelungstechnik und Elektrische

Messtechnik an der Universität

Inhaber der Professur für

der Bundeswehr München

joerg-boettcher

Suche über alle Seiten: Professor Böttcher auf LinkedIn: www.linkedin.com/in/prof-dr-ing-

Suchbegriff...

Über dieses Kompendium berichteten u.a.: messweb.de Sensorik-Netzwerk Bayern

Q

News: Rohde & Schwarz setzt Videoreihe auf globaler eLearning-Plattform

Impressum | Datenschutzerklärung | Kontaktformular

ein.