

Gesamtfehler oder Genauigkeit?

by [STS Sensors](#) on July 5, 2017



Dem Thema Genauigkeit gilt Anwendern oftmals das Hauptaugenmerk beim Kauf eines Drucksensors. Damit ist eine Vielzahl genauigkeitsrelevanter Begriffe verbunden, die wir [an anderer Stelle](#) bereits erläutert haben. Genauigkeit ist jedoch nur ein Teilaspekt eines weiteren Begriffs, der in Datenblättern zu Druckmessumformern auftaucht: Gesamtfehler. Im Folgenden klären wir auf, wie diese Angabe in Datenblättern zu verstehen ist und welche Rolle sie bei der Wahl des passenden Drucksensors spielen sollte.

Zuerst lässt sich festhalten, dass die Genauigkeit nicht Auskunft über den Gesamtfehler gibt. Dies hängt von verschiedenen Faktoren ab, beispielsweise unter welchen Bedingungen der Drucksensor eingesetzt wird. In Abbildung 1 ist zu sehen, aus welchen drei Aspekten der Gesamtfehler besteht: Justierbare Fehler, Genauigkeit und thermische Effekte.

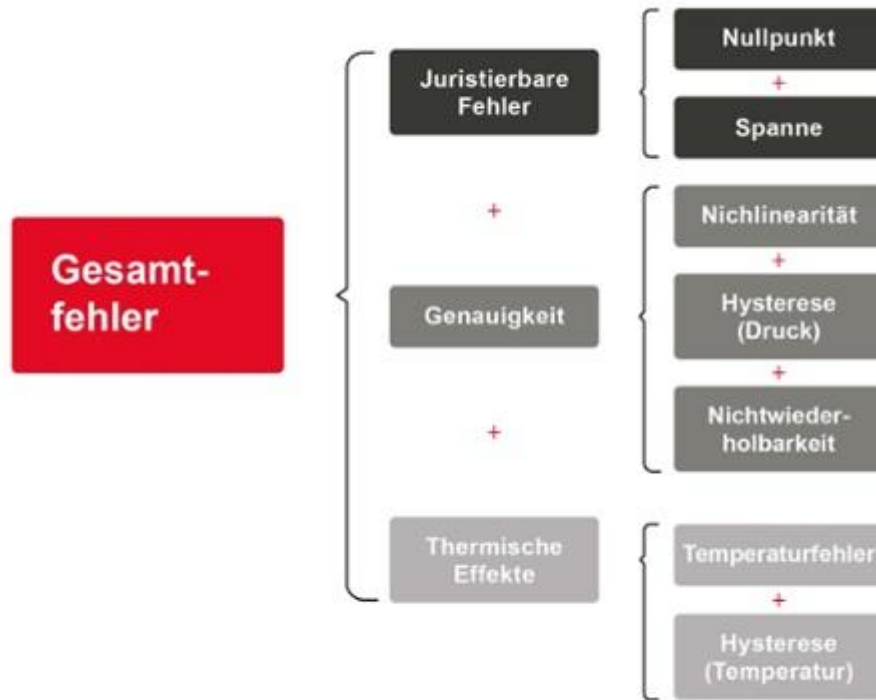


Abbildung 1: Entstehung Gesamtfehler

Justierbare Fehler

Wie aus der obigen Abbildung abzulesen ist, setzt sich der Teilaspekt justierbarer Fehler aus Nullpunkt- und Spannefehler zusammen. Die Bezeichnung justierbarer Fehler ergibt sich daraus, dass Nullpunkt- und Spannefehler jeweils leicht zu erkennen und zu justieren sind. Es sind also Fehler, mit denen Anwender nicht leben müssen. Beide Fehler sind bei Drucksensoren aus dem Hause STS bereits werkseitig korrigiert.

Die Langzeitstabilität, auch Langzeitfehler oder Langzeitdrift genannt, ist Ursache für Nullpunkt- und Spannefehler im Betrieb. Das bedeutet, dass diese beiden justierbaren Fehler nach längerer Benutzung des Sensors erneut auftreten bzw. sich „verschlimmern“ können. Mittels einer Kalibrierung und anschließender Justierung kann der Langzeitdrift folglich wieder korrigiert werden. [Mehr zum Thema Kalibrierung und Justierung lesen Sie hier.](#)

Genauigkeit

Der Teilaspekt Genauigkeit taucht in Datenblättern auch unter der Bezeichnung Kennlinienabweichung auf. Die begriffliche Unschärfe ist auch dem Umstand geschuldet, dass "Genauigkeit" keiner gesetzlich definierten Norm unterliegt.

Der Begriff umfasst die Fehler Nichtlinearität, Hysterese (Druck) und Nichtwiederholbarkeit (siehe Abbildung 2). Nichtwiederholbarkeit beschreibt die zu beobachtenden Abweichungen bei mehrmaligen Anfahen eines Druckes. Hysterese bezieht sich darauf, dass sich die Ausgangssignale des exakt selben Druckes unterscheiden können, wenn dieser von "oben" und von "unten" angefahren wird. Beide Faktoren sind bei piezoresistiven Druckmessumformern nur sehr gering ausgeprägt.

Den grössten Einfluss auf die Genauigkeit und somit auch auf den Gesamtfehler hat daher die Nichtlinearität. Gemeint ist damit die grösste positive oder negative Abweichung der Kennlinie von einer Referenzgeraden bei steigendem und fallendem Druck. [Mehr zu diesen Begriffen erfahren Sie an dieser Stelle.](#)

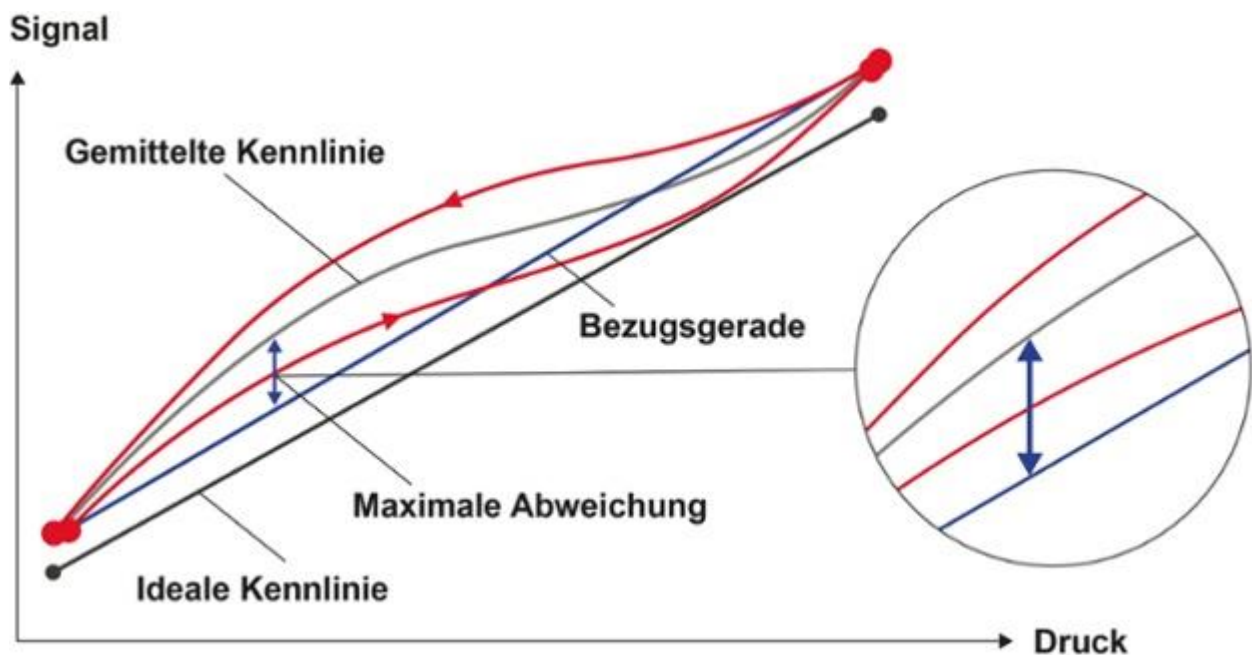


Abbildung 2: Die grösste Differenz innerhalb der Kennlinie bei mehrmaligem Anfahen des zu messenden Druckes bezeichnet man als Nichtlinearität.

Thermische Effekte

Temperaturschwankungen haben Einfluss auf die Messwerte eines Drucksensors. Auch gibt es eine Temperatur-Hysterese. Hysterese im allgemeinen Beschreibt die Abweichung eines Systems, wenn derselbe Messpunkt aus unterschiedlichen Richtungen angefahren wird. Bei der Temperaturhysterese beschreibt die Hysterese den Unterschied (Fehler) des Ausgangssignals bei einer bestimmten Temperatur, wenn von einer tieferen oder von einer höheren Temperatur her die bestimmte Temperatur angefahren wird. Bei STS ist dies typisch bei 25 °C.

Mehr zum Thema Temperaturverhalten piezoresistiver Druckaufnehmer erfahren Sie hier.

<http://campaign.stssensors.com/blog/de/temperaturverhalten-piezoresistiver-druckmessumformer>

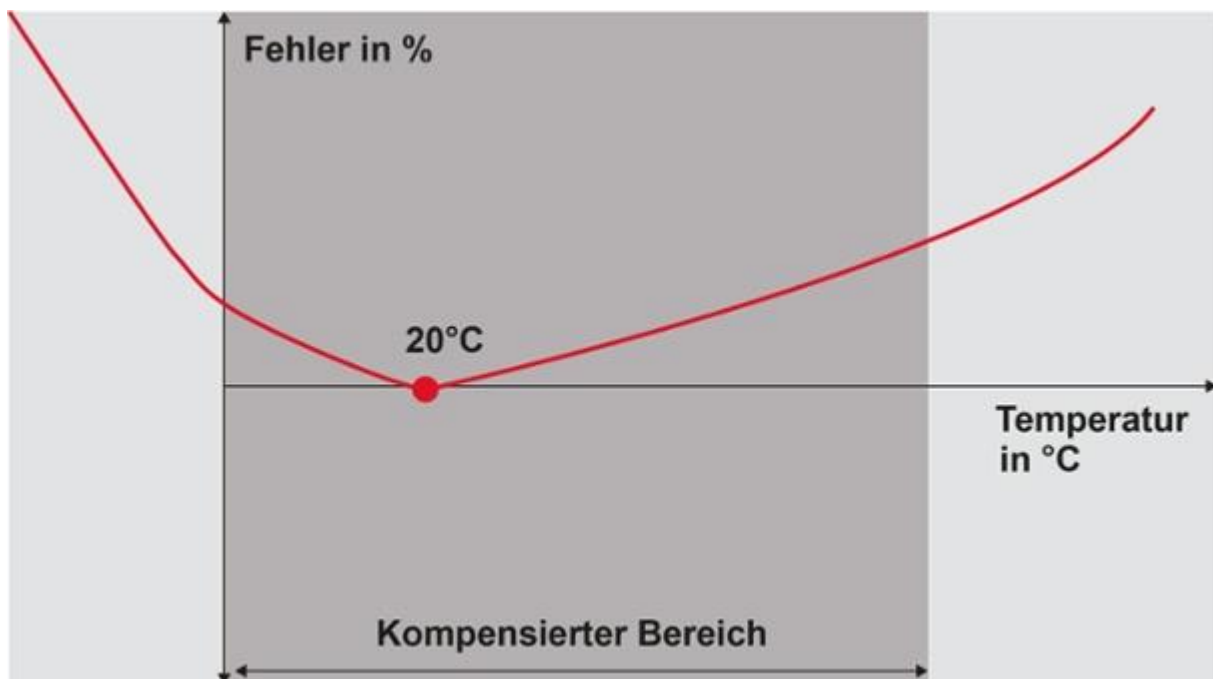


Abbildung 3: Typisches Verhalten Thermische Effekte bei Drucktransmittern.

Gesamtfehler oder Genauigkeit?

Die wichtige Frage, die sich aus diesen verschiedenen Aspekten ergibt, ist natürlich jene, worauf Anwender bei der Sensorwahl am meisten achten sollten. Dies ist von Fall zu Fall verschieden. Da der Aspekt justierbarer Fehler werkseitig bereits korrigiert ist, spielt er nur eine untergeordnete Rolle. Hier gilt lediglich, dass der Sensor in der Regel nach einem Jahr Anwendung neu kalibriert und justiert werden sollte.

Beim Kauf eines neuen Sensors sind somit die beiden Aspekte Genauigkeit und thermische Effekte entscheidend. Die Kernfrage in diesem Zusammenhang ist: „Führe ich Druckmessungen unter kontrollierten Bedingungen durch?“ Das bedeutet: Wenn der Anwender seine Messungen nahe der Referenztemperatur während der Kalibration (typ. 25 °C) durchführt, können die thermischen Effekte vernachlässigt werden. Die Angabe Gesamtfehler ist von Bedeutung, wenn die Druckmessung über einen weiten Temperaturbereich durchgeführt wird.

Schauen wir uns abschliessend noch ein Datenblatt zum [piezoresistiven Drucktransmitter ATM.1st aus dem Hause STS](#) an (Abbildung 4):

Technische Spezifikationen

DRUCKMESSBEREICH (BAR)

	0.1 ... 0.5 (1)	> 0.5 ... 2	> 2 ... 100
Überlast	3 bar	3 x FS (≥ 3 bar)	3 x FS
Berstdruck, (5)	> 200 bar	> 200 bar	> 850 bar
Genauigkeit, (6) (± % FS)	≤ 0.10	≤ 0.10 / ≤ 0.05 (9)	≤ 0.10 / ≤ 0.05 (9)
Gesamtfehler, (7) (± % FS ; typ. / max.)			
0...70 °C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (8)	≤ 0.5 / 1.0	≤ 0.2 / 0.4	≤ 0.1 / 0.3
-25...100 °C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (8)	≤ 1.3 / 1.5	≤ 0.75 / 1.0	≤ 0.75 / 1.0
-40...100°C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (8)	≤ 1.5 / 2.0	≤ 1.0 / 1.5	≤ 1.0 / 1.25
0...70 °C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (9)	n.a.	≤ 0.1 / 0.2	≤ 0.1 / 0.2
-25...100 °C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (9)	n.a.	≤ 0.3 / 0.6	≤ 0.3 / 0.6
-40...125 °C kompensiert / max. erlaubte Prozesstemperatur - 40...150°C, (9)	n.a.	≤ 0.5 / 0.8	≤ 0.5 / 0.8
Ansprechzeit, (typ.)	< 1ms / 10...90% FS	< 1ms / 10...90% FS	< 1ms / 10...90% FS
Langzeitstabilität, (10)	< 0.5% FS / < 4 mbar	< 0.2% FS / < 4 mbar	< 0.1% FS / < 0.2% FS

Abbildung 4: Ausschnitt aus einem Datenblatt (ATM.1st)

In den technischen Spezifikationen zum ATM.1st werden sowohl Genauigkeit als auch Gesamtfehler ausgewiesen. Die Genauigkeitsangaben sind für die jeweiligen Druckbereiche aufgeschlüsselt. Die bezifferten Werte ergeben sich aus Nichtlinearität, Hysterese und Nichtwiederholbarkeit bei Raumtemperatur. Ein Anwender, der Messungen unter kontrollierten Temperaturbedingungen (Raumtemperatur) durchführen möchte, kann sich daher an den angegebenen Genauigkeitswerten orientieren.

Der im Datenblatt ausgewiesene Gesamtfehler bezieht hingegen thermische Effekte mit ein. Darüber hinaus ist der Gesamtfehler um die Angaben „typ.“ und „max.“ ergänzt. Erstere Angabe beschreibt den typischen Gesamtfehler. Nicht alle Drucksensoren sind absolut identisch, ihre Genauigkeit kann leicht variieren. Die Präzision der Sensoren entspricht der Gauss'schen Normalverteilung. Das bedeutet: 90% der Messwerte über den gesamten Druck- und Temperaturbereich eines Sensors entsprechen dem unter typischer Gesamtfehler ausgewiesenen Wert. Die restlichen Messwerte liegen im maximalen Gesamtfehler.