

FEM simulation for the conception of a fast-response temperature sensor

Temperature sensors record the temperatures of the media to be measured with a latency period, so that temperature fluctuations or process changes are not immediately registered by measuring systems. This thermal response time is in accordance with DIN EN IEC 60751:2023-06 (6.5.5) and depends individually on the design of a temperature sensor.

In order to improve the temporal temperature resolution (e.g. to better regulate thermal production steps in industry), the design of temperature sensors must be optimized for this property. Instead of building complex prototype series based on empirical estimates, targeted design suggestions (time-saving) can be determined using simulation (finite element method, "FEM").

In the following study, the influences of sensor position, choice of material and material thickness for various thermal tests on a design were quantified and confirmed using measurements. Such a model allows the identification of heat flows that have a (un)favorable effect on the thermal response. Through this understanding, it is possible to implement a strong thermal coupling to the medium to be measured while maintaining a weak coupling to the ambient conditions.

FEM-Simulation zur Konzeptionierung eines schnellansprechenden Temperatursensors

Temperatursensoren erfassen die Temperaturen von zu messenden Medien mit einer Latenzzeit, sodass Temperaturschwankungen bzw. Prozessänderungen nicht augenblicklich von Messsystemen registriert werden. Diese thermische Ansprechzeit ist nach DIN EN IEC 60751:2023-06 (6.5.5) definiert und ist individuell von der Konstruktion eines Temperatursensors abhängig.

In der Absicht die zeitliche Temporalauflösung zu verbessern (um z.B. thermische Produktionsschritte in der Industrie besser zu regeln) gilt es bei der Konstruktion von Temperatursensoren das Design auf diese Eigenschaft zu optimieren. Anstatt aufwändige Prototypenserien nach empirischen Abschätzungen aufzubauen, können mittels Simulation (Finite-Elemente-Methode, „FEM“) gezielt Designvorschläge (zeitsparend) ermittelt werden.

In der folgenden Untersuchung wurden die Einflüsse von Sensorposition, Materialwahl und Materialstärke für verschiedene thermische Prüfungen an einem Design quantifiziert sowie messtechnisch bestätigt. Ein solches Modell erlaubt das Aufzeigen von Wärmeströmen, die sich (un-)vorteilhaft auf das thermische Ansprechverhalten auswirken. Durch dieses Verständnis ist es möglich eine starke thermische Kopplung an das zu messende Medium umzusetzen und gleichzeitig eine schwache Kopplung an die Umgebungsbedingungen beizubehalten.