

Schwindelfreie Temperaturmesssonde für eine Zentrifuge

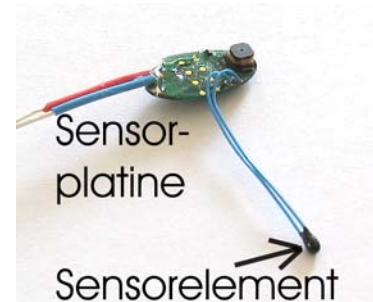
Sebastian Guttke (Ingenieurbüro Guttke), Ben Andrack (inotec FEGmbH Leipzig), Prof. Hebestreit (HTWK Leipzig)

In einer Kooperation des Ingenieurbüro Guttke, der inotec Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH und der HTWK Leipzig, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik wurde ein neuartiges Temperaturmessgerät für die Firma Eppendorf Zentrifugen GmbH in Leipzig entwickelt, welches bei bis zu 15.000 Umdrehungen je Minute im geschlossenen Rotor einer Zentrifuge Temperaturen misst. Für das Zentrifugieren von Proben wie z.B. Blut muss die vorgegebene Proben temperatur exakt eingehalten werden. Es war bisher kein geeignetes Messgerät am Markt erhältlich, welches die Möglichkeit bietet, während der Rotation die Proben temperatur zu messen.

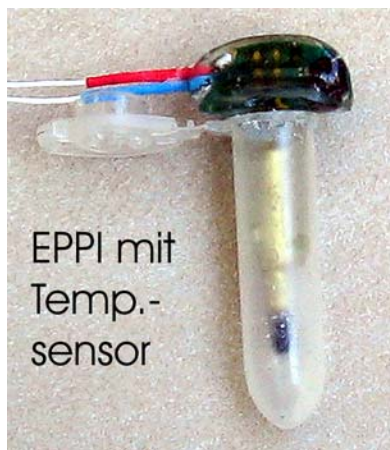
Die größten Herausforderungen bei diesem Projekt waren die extrem hohen Beschleunigungen von bis zu $21000 \cdot g$ (das ist das 21000-fache der Erdbeschleunigung von $1 \cdot g = 9,81 \text{ m/s}^2$) und die dadurch notwendige Minimierung der Masse des gesamten Sensors. Zur Veranschaulichung: Jedes zusätzliche Gramm Masse des Sensors entwickelt bei $21000 \cdot g$ die gleiche Kraft wie 21kg bei einfacher Erdbeschleunigung. Mit dieser zusätzlichen Kraft werden der Zentrifugenrotor als Unwucht und der Sensor selbst belastet.

Trotz minimierter Masse des Sensors und der damit eingeschränkten Batteriegröße, soll der Sensor ein Jahr verwendbar sein. Für die Datenverarbeitung kamen entweder eine Funklösung oder ein Gerät mit internem Messwertspeicher in Frage. Eine Funkverbindung zur kontaktlosen Übertragung der Messdaten aus dem rotierenden, hermetisch geschirmten Rotor heraus aufzubauen, wurde nach ersten Recherchen als unrealistisch eingeschätzt.

Basis des Temperatursensors war ein Messgerät für die medizinische Diagnostik, das bei inotec FEGmbH entwickelt wurde. Es arbeitet batteriebetrieben und kann über mehrere Monate die Körperkern temperatur von Menschen sehr exakt messen. Der Datenspeicher genügt für mehrere tausend Messwerte. In der Kooperation wurde der Messbereich dieser Sonde auf -10°C bis 70°C erweitert und ein spezielles wasserfestes Gehäuse für den Sensor entwickelt, welches eine kleine thermische Zeitkonstante, gute mechanische Stabilität der Messsonde bei geringer Masse ermöglicht.



Sensorplatine mit Kabeln ohne Gehäuse



Sonde im Probengefäß (Eppi)

Nach Messungen mit dem Temperatursensor im Klimaschrank der HTWK Leipzig konnte nachgewiesen werden, dass die thermische Zeitkonstante des Sensors in der flüssigen Probe kleiner als 10s ist und dass die Proben temperatur nach Kalibrierung des Sensors mit $0,1^\circ\text{C}$ Genauigkeit bestimmt werden kann. Das Messintervall ist frei einstellbar, zwischen 5 Sekunden und 10 Minuten. Je nach eingestelltem Messintervall reicht der Messwertspeicher für die Aufzeichnung mehrerer Stunden bis hin zu mehreren Monaten. Eine Echtzeituhr ordnet zu jedem Messwert einen sekundengenauen Zeitstempel zu. Nach der Messung kann man die gespeicherten Temperaturmesswerte kontaktlos an einen PC übertragen und anschließend auswerten.

Die mittlere Stromaufnahme des Temperatursensors im Messbetrieb ist kleiner als zwei Mikroampere. Damit könnte ein Jahr lang mit der Sonde gemessen werden ohne den Standby-Modus (Stromsparmodus) zu aktivieren.

Im Standby-Modus kann die Sonde bis zu 10 Jahren gelagert werden.



Fertige Messsonde mit Batterie

Das größte Optimierungspotential für die Zukunft birgt eine Spannungsversorgung, die sehr klein und leicht, mechanisch robust und wieder aufladbar ist. Damit wäre die Lebensdauer des Sensors nicht mehr begrenzt.

Es sollte mit dieser Spannungsversorgung ohne Nachladen eine Messzeit von mehr als einer Stunde und mindestens ein Auslesevorgang mit dem PC möglich sein. Leider sind noch keine geeigneten Bauelemente für diese Anwendung verfügbar. Kondensatoren mit etwa 4mF Kapazität sind noch zu groß. Akkus in geeigneter Bauform weisen eine zu kleine Strombelastbarkeit auf und sind mechanisch nicht zuverlässig bei den hohen auftretenden Beschleunigungen. Wünschenswert wäre auch eine Funkübertragung der Messwerte während der Rotation aber hierzu besteht noch Forschungsbedarf.