

## **Messung der Temperatur-Empfindlichkeit des SwissGyro, Vers. 2**

UFO Doctor, March 31st, 2009, ergänzt April 2nd, 2009

### **1. Vorwort**

Im Forum wurde berichtet, dass der im Conrad angebotene Quadrocopter 450 ARF bei Temperaturen unter +10 Grad Probleme mit den Piezo-Sensoren zeigt.

Leider ist es so, dass praktisch alle Sensoren auf Temperaturen reagieren:

- Nullpunkt-Stabilität (kann, falls von der Anwendung her erlaubt durch eine AC-Kopplung behoben werden, siehe dazu den Plottermeier-Mod):

<http://forum.xufo.net/bb/viewtopic.php?p=19525&highlight=#19525>

- Empfindlichkeit (meist nicht so dramatisch, z. B. Piezo Tokin CG 16D: +/-15% im Temperaturbereich -5 bis 75 Grad, wenn ich das Datenblatt richtig interpretiert habe)

Eine Messung der Temperaturempfindlichkeit von Sensoren und Geräten ist nicht trivial. Wenn das Gerät selber Wärme produziert, kommt nur eine Profi-Klimakammer mit Luft-Umwälzung in Frage.

Wenn aber das zu prüfende Gerät durch den Betrieb selber nur wenig Wärme produziert und wenn man etwas Geduld hat, genügt eine aufgeheizte Kühlbox, die man mit dem innen gelagerten, gut isolierten Prüfling langsam abkühlen lässt.

Dies wird nun im folgenden gezeigt: der Prüfling befindet sich in einer kleinen Kartonbox innerhalb einer Camping-Kühlbox, die nach der Aufheizung innerhalb einer halben Stunde wieder die Raumtemperatur annimmt. Wenn der Temperatursensor nahe am Prüfling angebracht wird, kann man sich auf die Temperaturangaben mit einer Messunsicherheit von +/- 0.5 Grad Celsius verlassen, vorausgesetzt, dass man die Messung der Spannungen genau dann vornimmt, wenn die Temperaturanzeige gerade um ein Grad nach unten springt

### **2. Zusammenfassung der Messresultate**

Die Sensoren des SwissGyro sind sehr temperaturstabil:

- Nullpunkt-Drift (wichtig für die Lageerkennung) praktisch unmessbar klein
- Empfindlichkeits-Drift (wichtig für die dynamische Flugregelung) unter 0.1%/°C

Die Nullpunkt-Stabilität der Sensoren A1321 von Allegro kann durch die Chopper-Technik erklärt werden, die Offset-Drift wirksam bekämpft.

Die Empfindlichkeits-Stabilität A1321 kann dadurch erklärt werden, dass dessen positiver Temperatur-Koeffizient durch den negativen Temperatur-Koeffizienten der verwendeten Neodym-Magnete teilweise kompensiert wird.

### 3. Messmethode

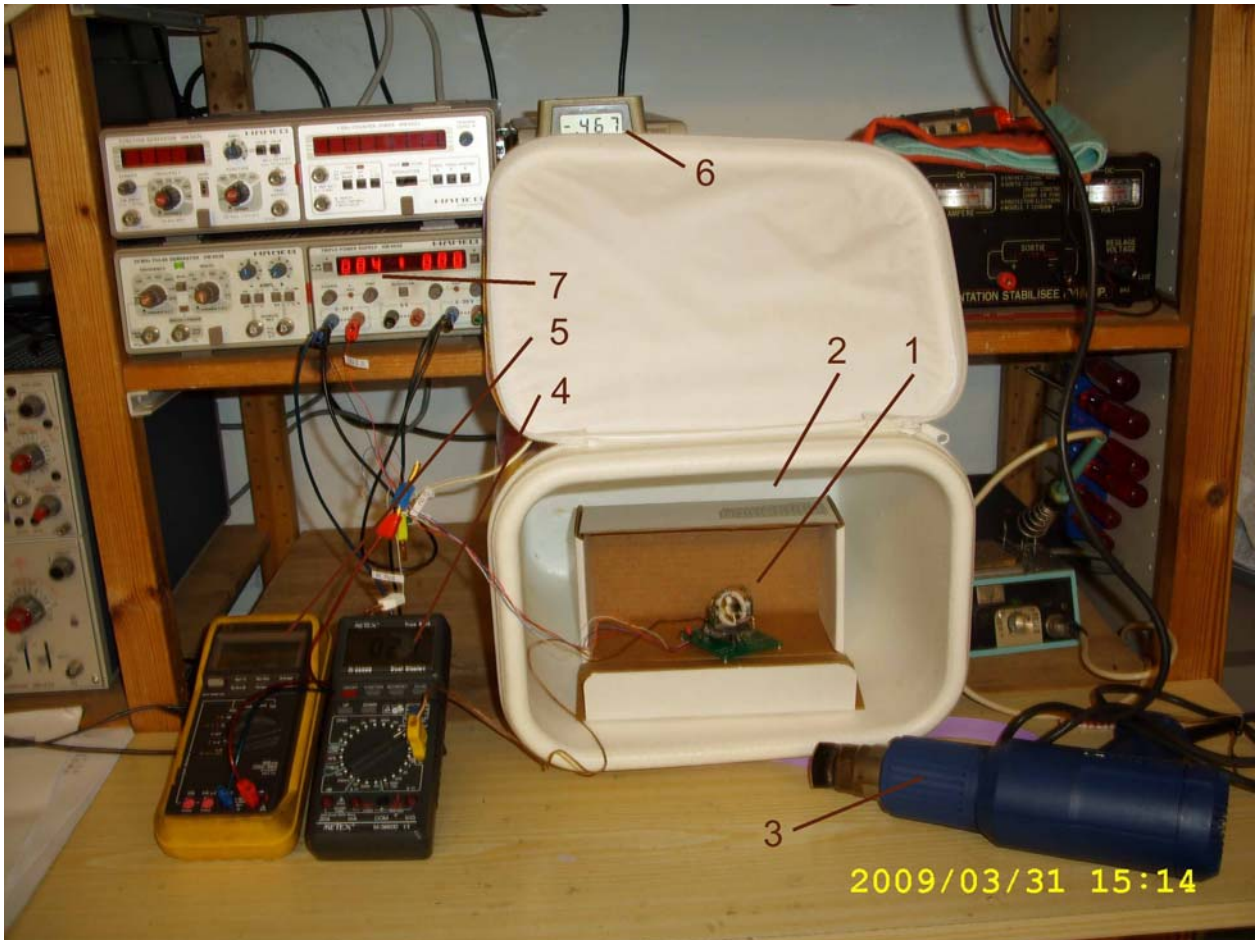


Fig. 1. Messvorrichtung zur Bestimmung des Temperaturgangs des SwissGyro

- 1: Prüfling SwissGyro, Roll und Nick blockiert
- 2: Camping-Kühlbox und Kartonschachtel, bei Messung beide geschlossen
- 3: Heissluft-Fön zum vorgängigen Aufheizen der Kühlbox
- 4: Vielfach-Messinstrument mit Thermoelement zur Temperaturmessung
- 5: Voltmeter für Messung der Signalspannungen
- 6: Strom-Messung Gyroboard
- 7: Strom-Messung der Winkelsensoren Allegro A1321 mit Neodym-Magneten

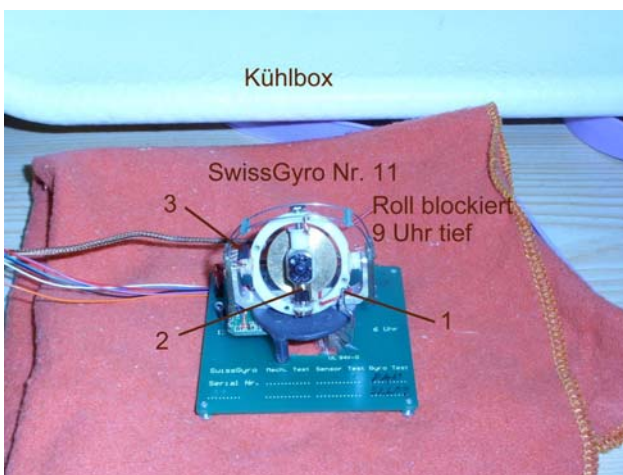


Fig. 2. Prüfbedingungen

- 1: Temperatursensor  
Thermoelement Typ K
- 2: Nick-Sensor,  
bei Winkel Null blockiert
- 3: Roll-Sensor  
bei Winkel 60 Grad blockiert

#### 4. Messresultate

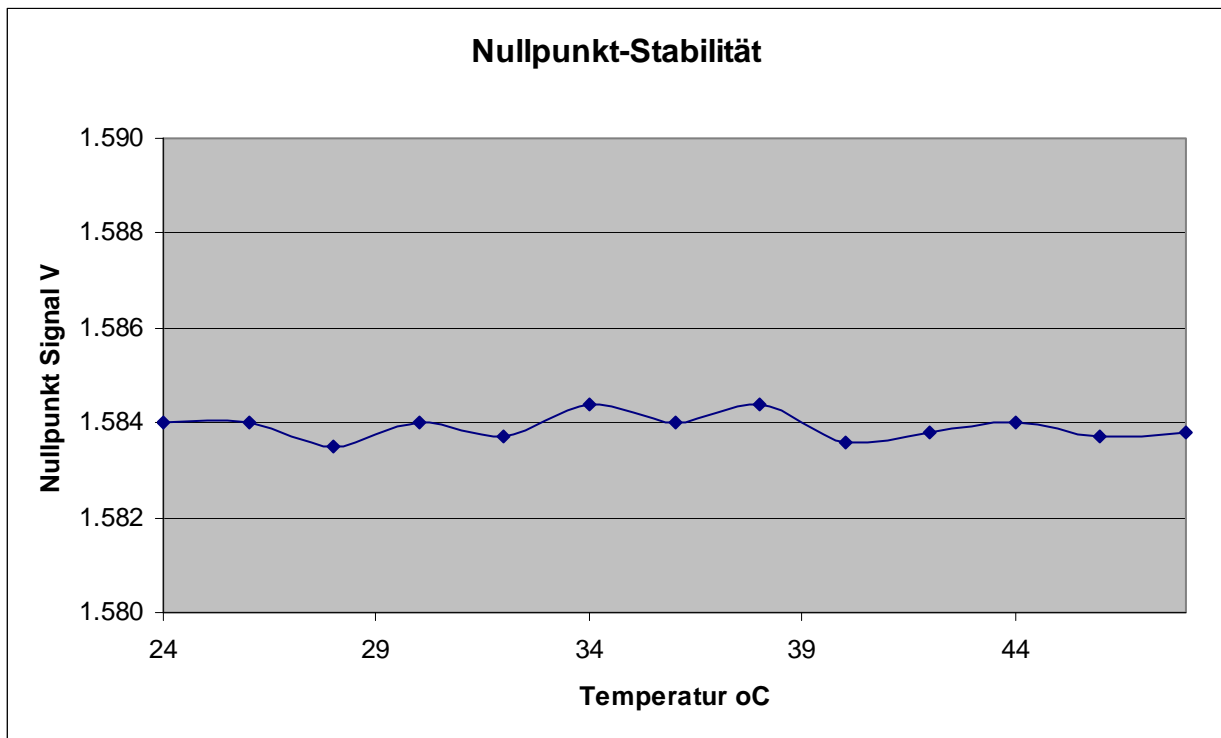


Fig. 3. Nullpunkt-Stabilität: sehr stabil  
Praktisch keine Abweichung messbar: 0.018V entspricht 1 Winkelgrad

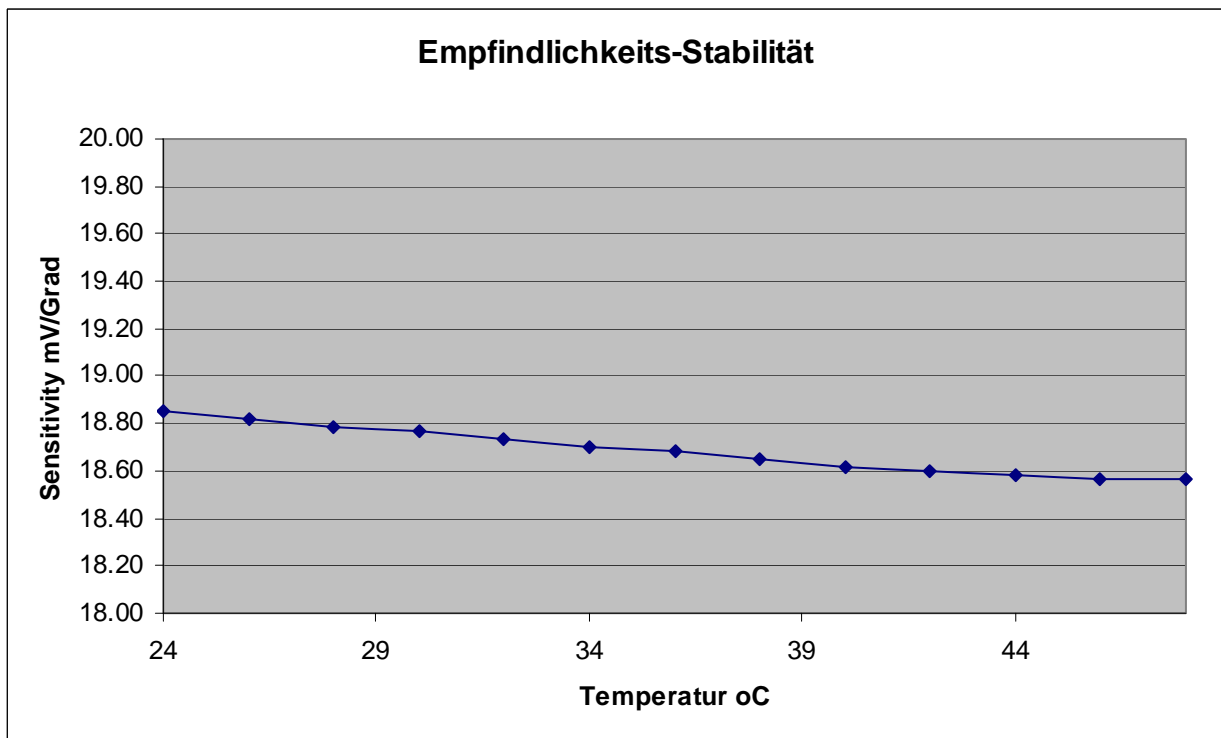


Fig. 4. Empfindlichkeits-Stabilität: 0.06%/ Grad Celsius, mehr als ausreichend

## 5. Messdaten von SwissGyro Serie Nr. 11

| Temp. Grad C | Winkel 0 Grad Spannung | Winkel 60 Grad Spannung | Gyro mA Strom | Sensor mA Strom | Messzeit Minuten |
|--------------|------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 50           | 1.585                  | 2.713                   | 0.484         | 4               | 0                |
| 48           | 1.584                  | 2.705                   | 0.488         | 4               | 4                |
| 46           | 1.584                  | 2.705                   | 0.488         | 4               | 5.5              |
| 44           | 1.584                  | 2.706                   | 0.487         | 4               | 6.5              |
| 42           | 1.584                  | 2.707                   | 0.486         | 4               | 8                |
| 40           | 1.584                  | 2.708                   | 0.485         | 4               | 10               |
| 38           | 1.584                  | 2.710                   | 0.483         | 4               | 11.5             |
| 36           | 1.584                  | 2.712                   | 0.481         | 4               | 13.5             |
| 34           | 1.584                  | 2.713                   | 0.479         | 4               | 15.5             |
| 32           | 1.584                  | 2.715                   | 0.478         | 4               | 18               |
| 30           | 1.584                  | 2.717                   | 0.475         | 4               | 21               |
| 28           | 1.584                  | 2.718                   | 0.473         | 4               | 25.5             |
| 26           | 1.584                  | 2.720                   | 0.471         | 4               | 32               |
| 24           | 1.584                  | 2.722                   | 0.470         | 4               | 41               |

Tab. 1. Rohdaten, Speisung 5V Gyro und 3.1V für 2 Hallsensoren Spannungen bei Winkel Null Grad: Nick 1.584V, Roll 1.591V

## 6. Messgeräte

Fluke 947A für Spannungsmessung Nick und Roll

Fluke 8022A für Strommessung Gyroboard (ohne Kreiselmotor)

HAMEG 8040 für Strommessung Sensoren

Metex M-3660D für Temperatur mit Thermoelement Typ K

## 7. Auskühlung der Kühlbox

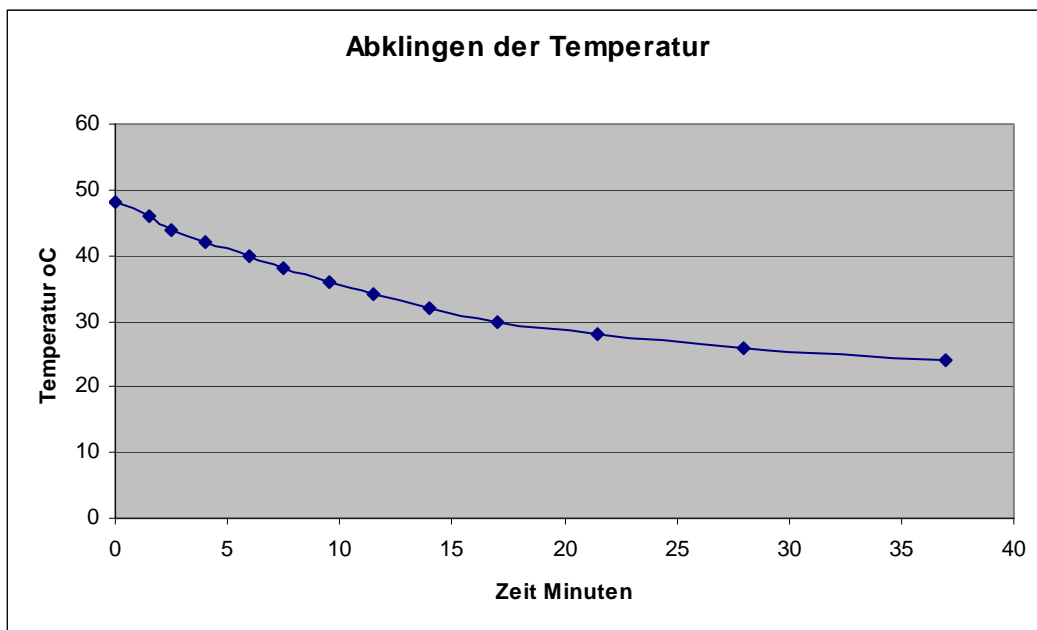


Fig. 5. Abklingen der Temperatur, Messbeginn 4 Minuten nach Aufheizen Gleichmässiges Abkühlen, genügend Zeit zur Notierung der Messwerte