

# BM6010A



Selbstabgleichende Bolometer  
Messbrücke  
für die HF-Leistungsmessung

# Inhaltsverzeichnis

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | Beschreibung .....  | 3 |
| 1.1   | Allgemeine Beschreibung der Bolometer HF Messbrücke ..... | 3 |
| 1.2   | General Specification.....                                | 4 |
| 1.3   | Bridge Data .....   | 4 |
| 1.4   | Power Range.....  | 4 |
| 1.5   | Output Current of Reference Voltage .....                 | 4 |
| 1.5.1 | Reference Voltage .....                                   | 5 |
| 1.5.2 | Power Stabilizer .....                                    | 5 |
| 2     | Übersicht.....  | 6 |
| 2.1   | Erklärung welche Anzeige was/wofür ist.....               | 6 |
| 3     | Prinzip der Messung. ....                                 | 7 |
| 3.1   | Anschlusses eines Messkopfes .....                        | 7 |

1. Beschreibung
2. Spezifikation
3. Funktionsbeschreibung
4. Fernsteuerung
5. Abgleich

# 1 Beschreibung

## 1.1 Allgemeine Beschreibung der Bolometer HF Messbrücke

Die BM 6010A ist eine selbstabgleichende Messbrücke zur Messung der HF-Leistung mittels eines Bolometers. Zusätzlich kann die Brückenspannung gemessen und die Leistung am Bolometer Sensor stabilisiert werden. Als Sensoren können sowohl Thermistor (NTC) als auch Baretter (PTC) Messköpfe angeschlossen werden. Die Steuerung und Bedienung des Systems erfolgen über einen Touchscreen. Die Fernsteuerung des Messsystems ist über eine Datenschnittstelle möglich.

Die Wekomm engineering GmbH BM 6010A ist ein vollwertiger Ersatz für das Technology Type II Power Measurement System **und der NBS-Type II self-balancing Bridge** bei verbesserten Spezifikationen.

Die BM 6010A ersetzt bei der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) die alten TECH II Brücken.

## 1.2 General Specification

|                       |  |
|-----------------------|--|
| DISPLAY:              | 7" colour display, capacitive touch  |
| RESOLUTION:           | 800 x 480 pixel  |
| EXTERNAL CONNECTIONS: | (Rear) Power, USB-Port, Ethernet   |
| UPDATE POSSIBLE:      | Over internet connection or USB  |
| RTC??:                | No   |
| POWER SUPPLY:         | 230V AC, 115V AC on special order  |
| WEIGHT:               | 3 kg   |
| DIMENSIONS:           | L 24.5cm x W 26cm x H 14cm<br>(all dimensions including feet, binding posts and rear connectors) |

## 1.3 Bridge Data

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| RESISTANCE OF BRIDGE ARMS:  | Known to $\pm 0.003\%$<br>Y and Z differ by less than 0.0015 %.                     |
| NOISE:                      | Less than 0.05 $\mu\text{W}$  |
| BOLOMETER MOUNT:            | May have positive or negative temperature coefficient<br>(barretter or thermistor). |
| BOLOMETER MOUNT RESISTANCE: | 50, 100, or 200 $\Omega$ set by means of front panel links.                         |
| MAXMIUM BRIDGE CURRENT:     | Up to 120 mA metered, up to 150 mA maximum.   |

## 1.4 Power Range

The Power Range depends on external bolometer mount used

|                            |             |              |              |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|
| BOLOMETER MOUNT RESISTANCE | 50 $\Omega$ | 100 $\Omega$ | 200 $\Omega$ |
| BIAS POWER AT 60mA         | 45 mW       | 90 mW        | 180 mW       |
| BRIDGE CURRENT             |             |              |              |
| MAXIMUM BIAS POWER         | 222 mW      | 222 mW       | 222 mW       |
| BRIDGE CURRENT BIAS POWER  | 100 mA      | 100 mA       | 100 mA       |

## 1.5 Output Current of Reference Voltage

Depends on the voltage setting according of the equation  $I_{out} = (10.4 - E_{out})/10$  amperes. Short circuit protected by +15 V bridge power supply current limiting or power limiting of internal amplifiers.

### 1.5.1 Reference Voltage

|                          |  |
|--------------------------|--|
| OUTPUT VOLTAGE:          | 0-9.99999 Volts.   |
| ACCURACY:                | 1 $\mu\text{V}/\text{V}$ immediately after adjustment.<br>10 $\mu\text{V}/\text{V}$ within one year. |
| OUTPUT CURRENT:          | $\geq 5\text{mA}$ maximum    Short circuit protected   |
| OUTPUT IMPEDANCE:        | 20 $\text{m}\Omega$ at front panel terminal.   |
| STABILITY:               | At constant temperature after 4hrs min. warmup.  |
| 1hr:                     | 1 $\mu\text{V}/\text{V}$ of setting plus 1 $\mu\text{V}$   |
| 24hr:                    | 2 $\mu\text{V}/\text{V}$ of setting plus 2 $\mu\text{V}$   |
| 30 Day:                  | 5 $\mu\text{V}/\text{V}$ of setting plus 5 $\mu\text{V}$   |
| TEMPERATURE COEFFICIENT: | 2 $\mu\text{V}/\text{V}$ + 1 $\mu\text{V}$ per $^{\circ}\text{C}$ .                                  |

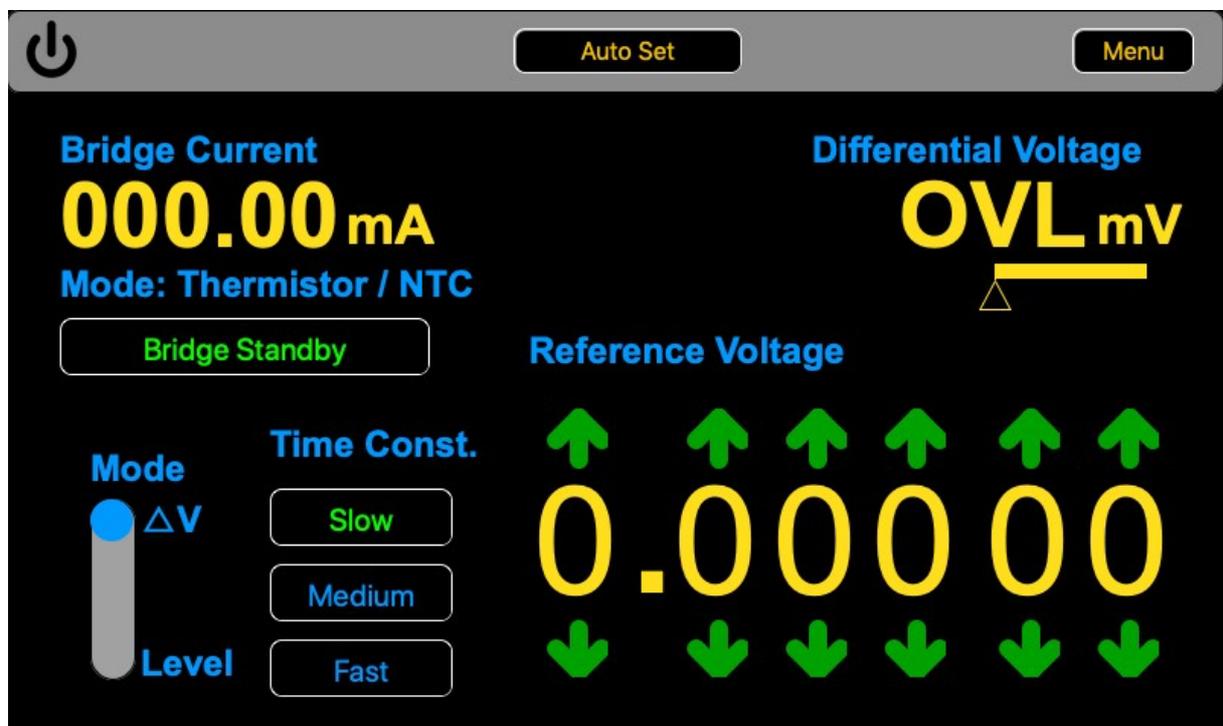
### 1.5.2 Power Stabilizer

|                      |  |
|----------------------|--|
| OUTPUT CURRENT:      | PIN: 5 mA maximum.<br>MOD: 300 mA maximum.   |
| STABILIZATION FACTOR | $\Delta\text{P RF out}/\Delta\text{P RF in}$   |
| LEVELLING DETECTOR:  | At 0.1 mW to 10 mW RF in a 200 $\Omega$ thermistor mount<br><10 <sup>-6</sup> typical. |

## 2 Übersicht



Nach dem Einschalten erscheint nach wenigen Sekunden der Bootbildschirm.



Am Ende des erfolgreichen Bootvorgangs wird der Hauptbildschirm angezeigt.

### 2.1 Erklärung welche Anzeige was/wofür ist.

# 3 Prinzip der Messung

Damit die Leute wissen, wofür die Brücke benutzt werden kann.

Übersichtsschaltbild...

## 3.1 Anschluss eines Messkopfes an die Brücke

Kontrolle/Pos/neg. einschalten

Widerstand der Brücke ändern (Kabelbrücken...)

Kabelanschlüsse an den Messkopf

Evtl. Kabelbrücken für die Buchsen oben

Anschluss eines Digitalvoltmeters

Einschalten des Stromes (max. Strom eines Messkopfes, damit er nicht kaputt geht)

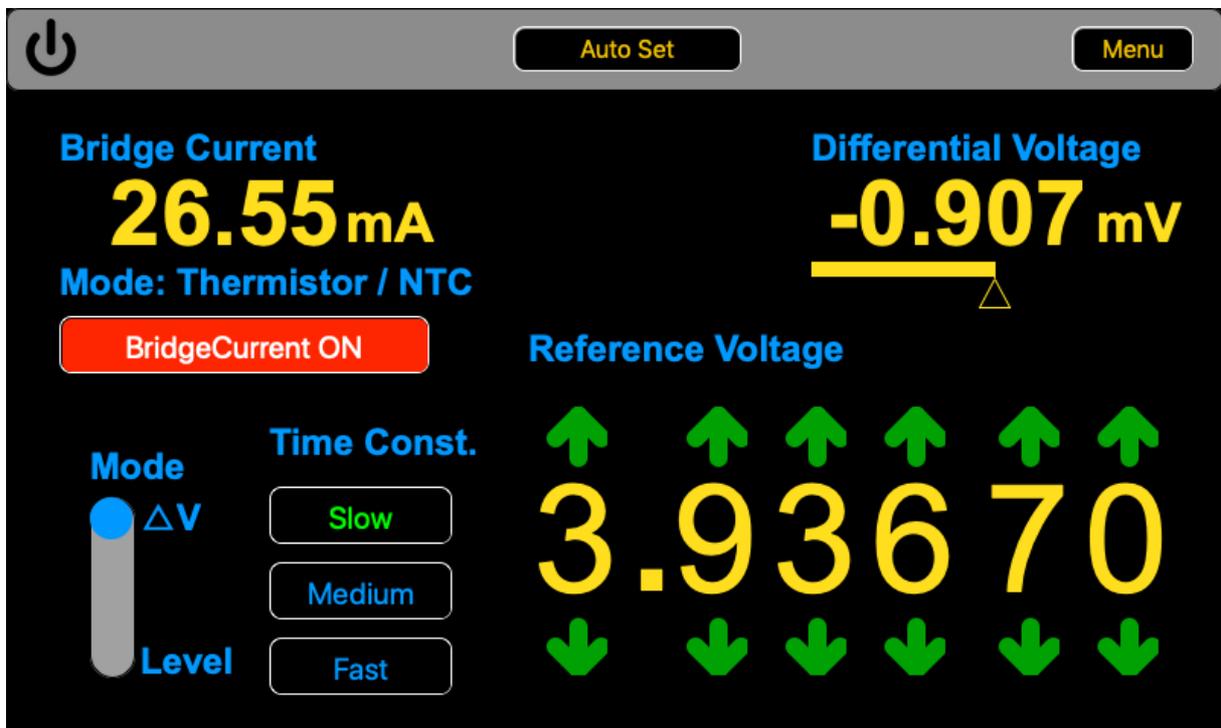
Regelung einschalten

### 3.1.1 Brückenspannung

### 3.1.2 Differenzspannung zwischen Brücke und Spannungsquelle

Vor dem Einschalten sollte man die Einstellungen für den Bolometer Kopf prüfen und sobald alle Einstellungen verifiziert sind, kann der Bolometer Kopf an der Brücke angeschlossen werden.

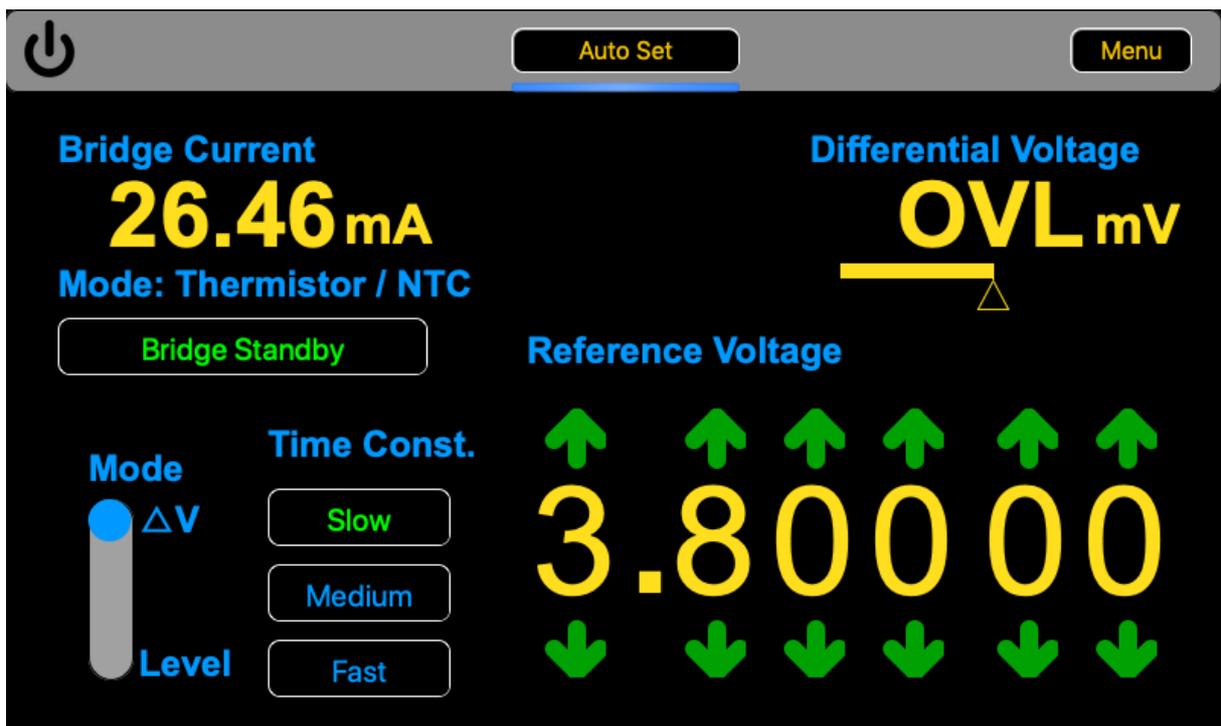
Danach kann man den Brückenstrom einschalten.



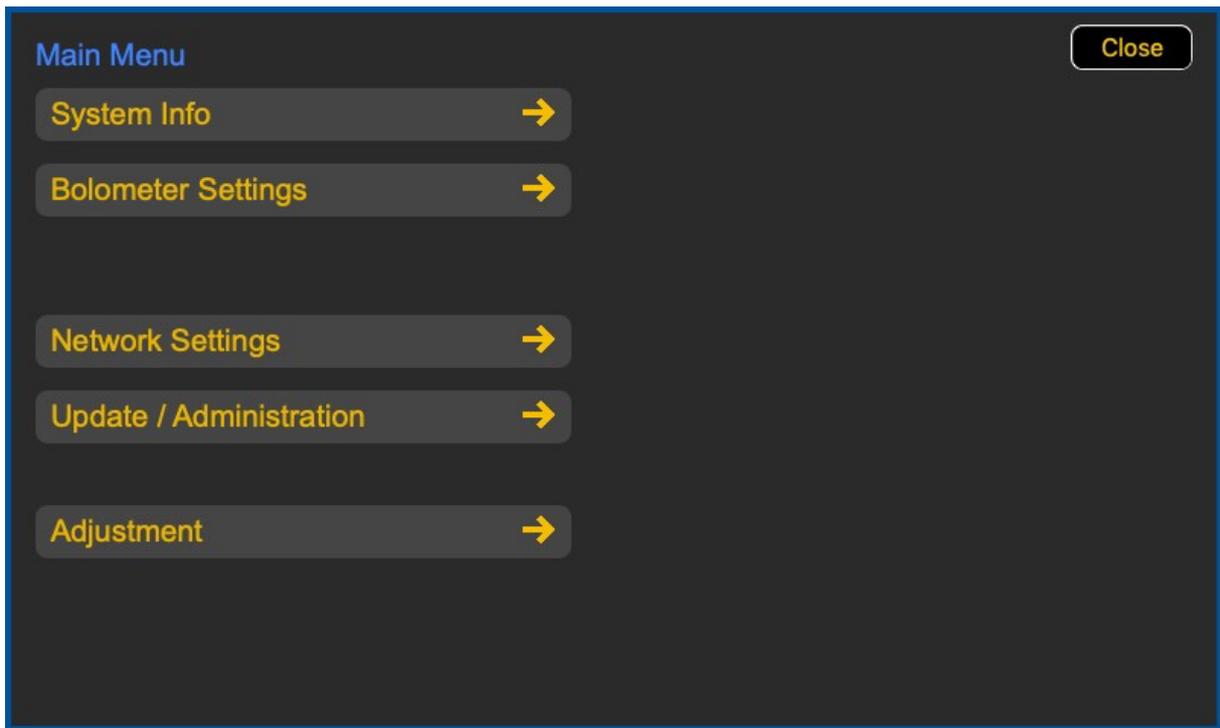
Der Brückenstrom wird angezeigt und die Referenz Spannung kann manuell eingestellt werden.

Die am Anfang starke Drift sind Aufwärmefekte des Bolometer Kopfs.

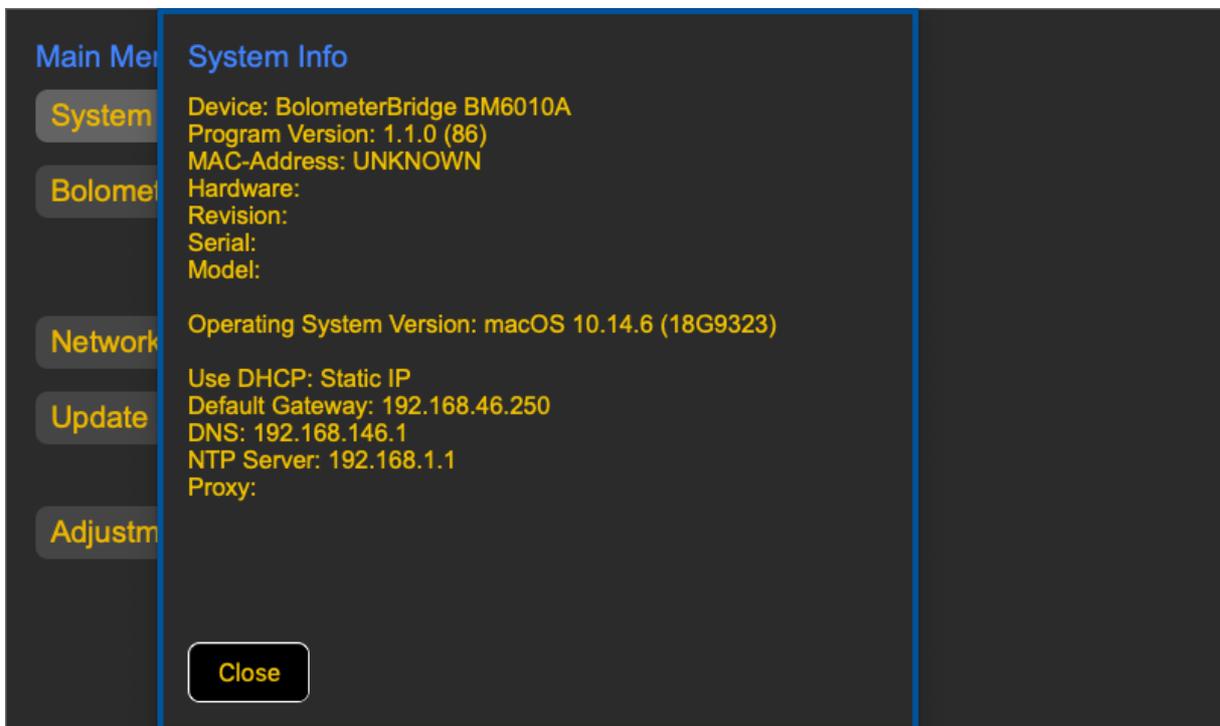
Nach einer ausreichenden Aufwärmzeit kann der Abgleich auch automatisch erfolgen.



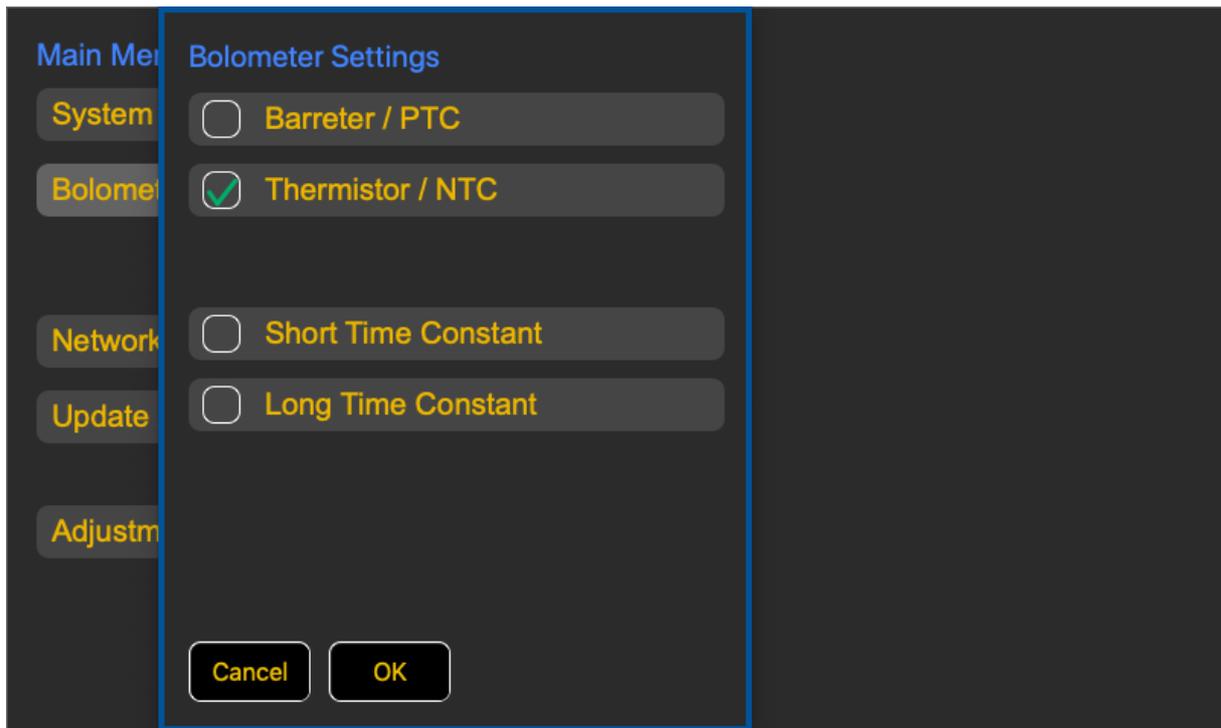
Mit der Funktion Auto Set erfolgt ein automatischer Abgleich der Referenzspannung. Während des Abgleichs wird ein blauer Laufbalken unter Auto Set angezeigt.



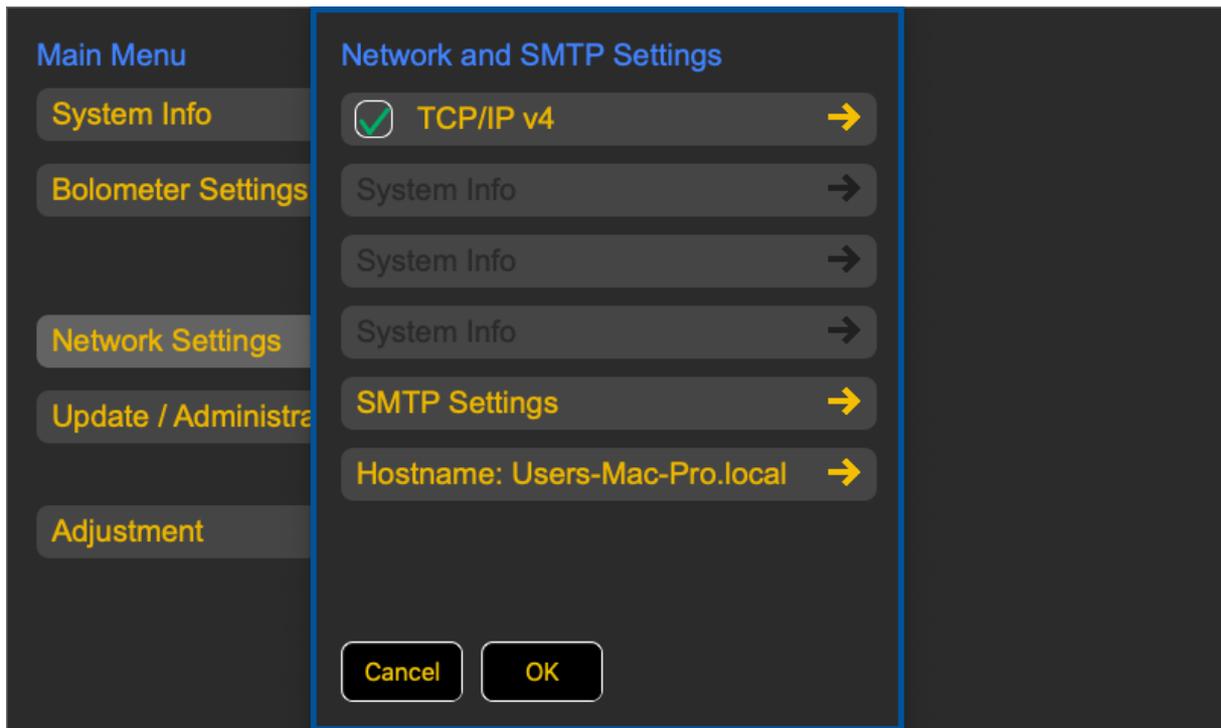
Unter der Auswahl Menu erscheint das Main Menu.



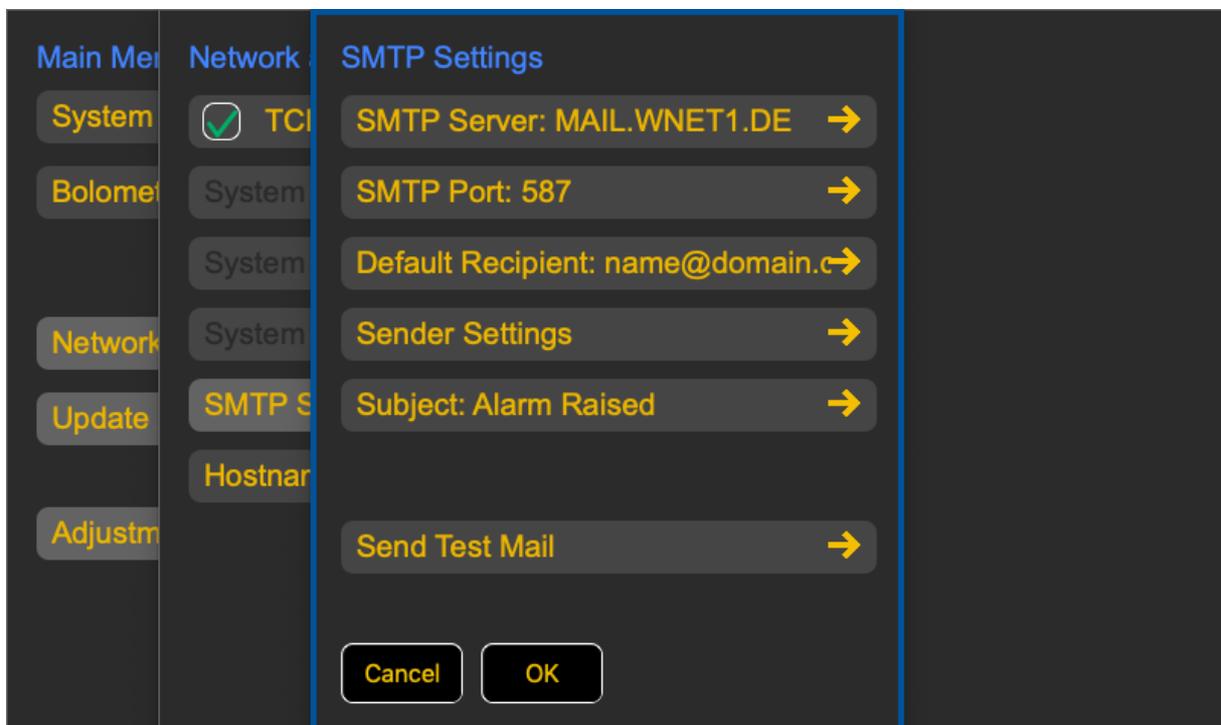
Die Systeminformationen die aktuell eingestellt sind.

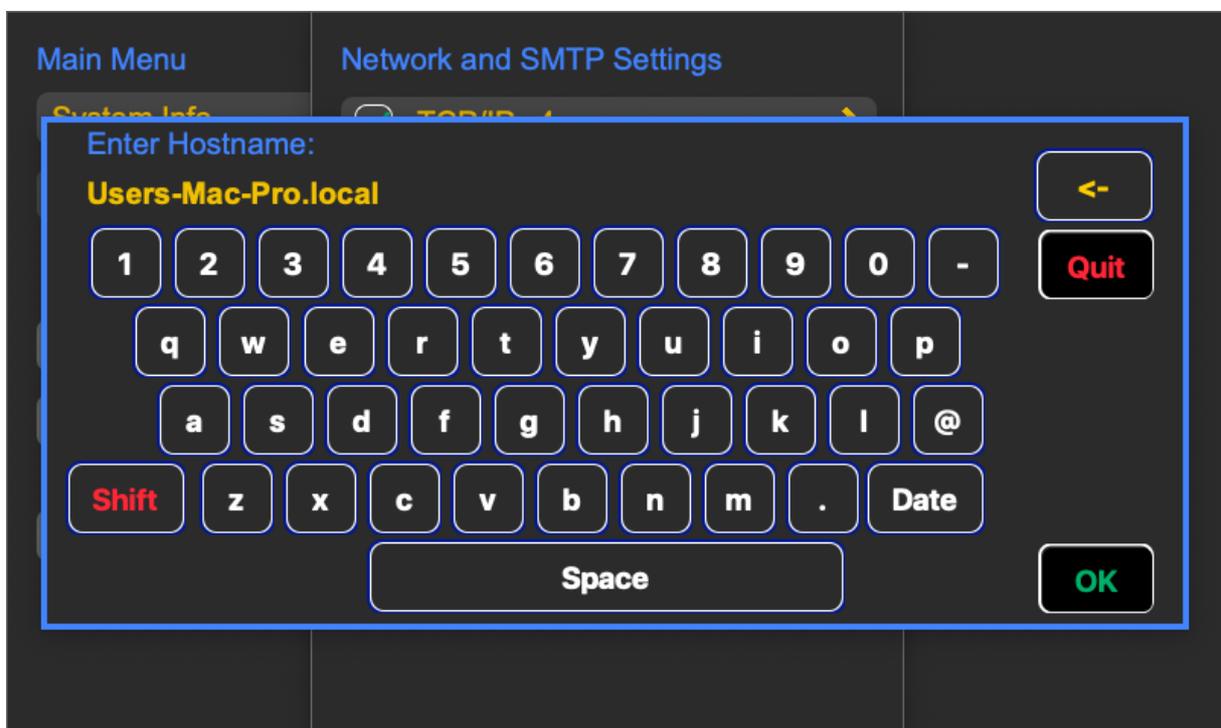
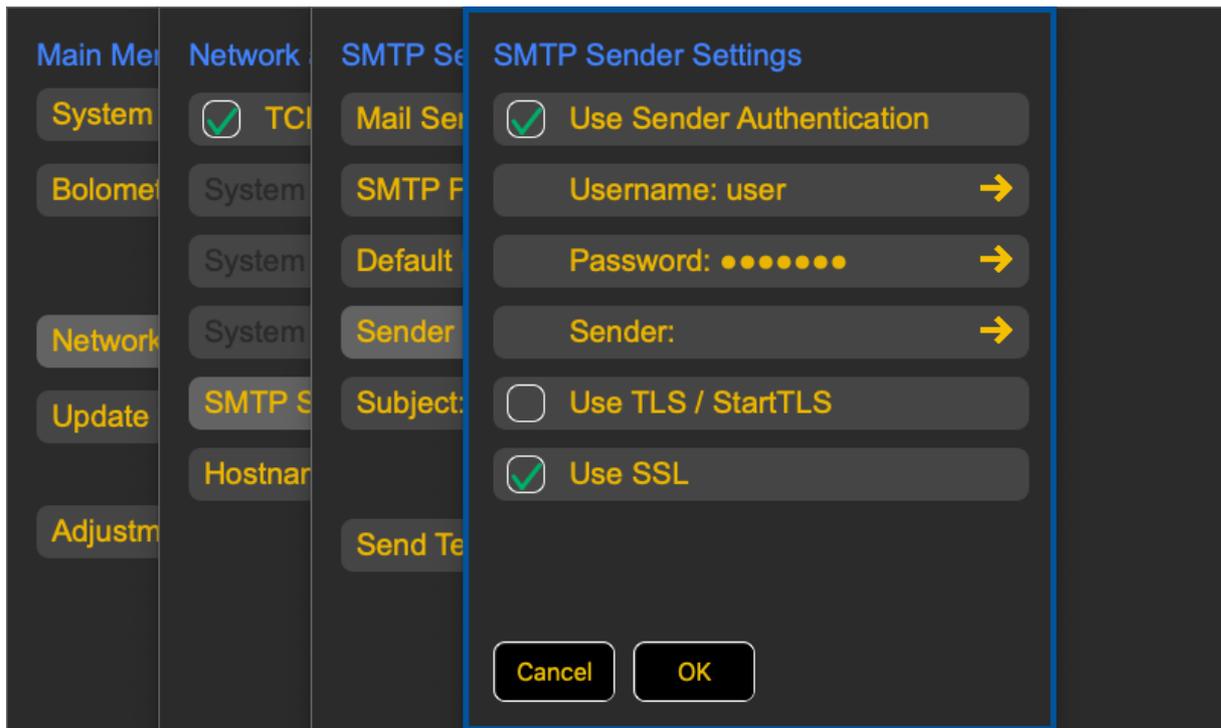


Die Auswahl des Bolometer Typs und der Zeitkonstanten für die Bolometer Brücke können getroffen werden.

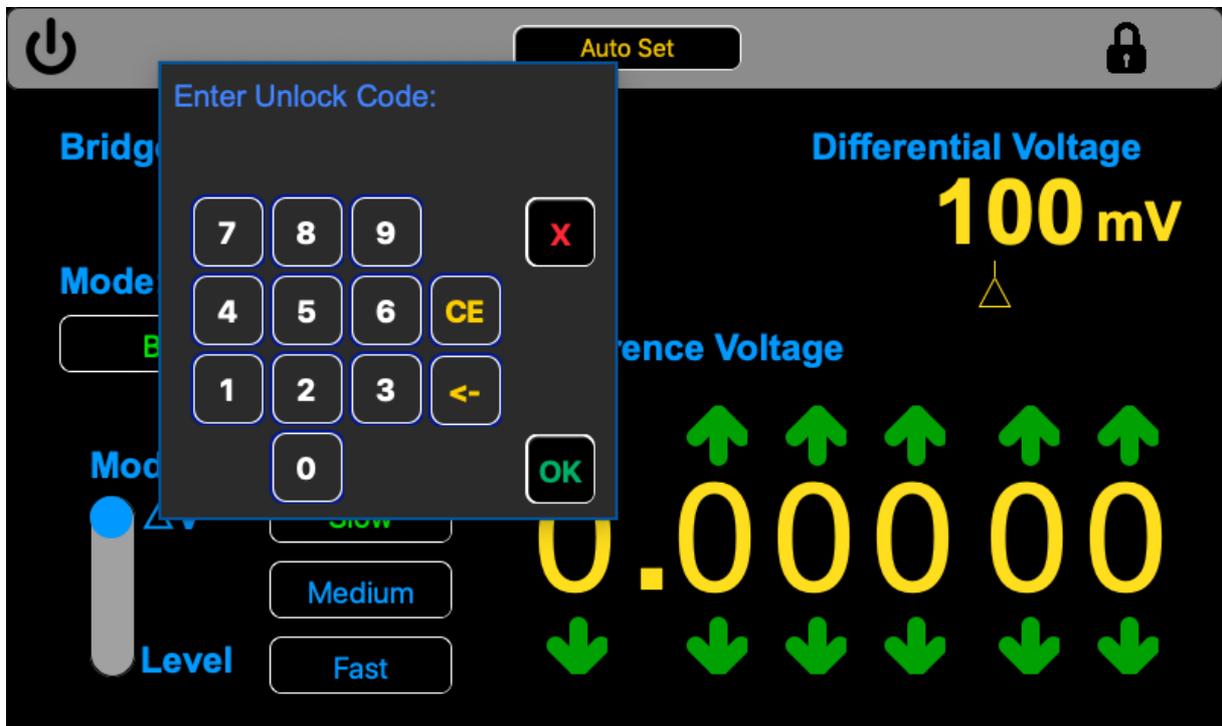
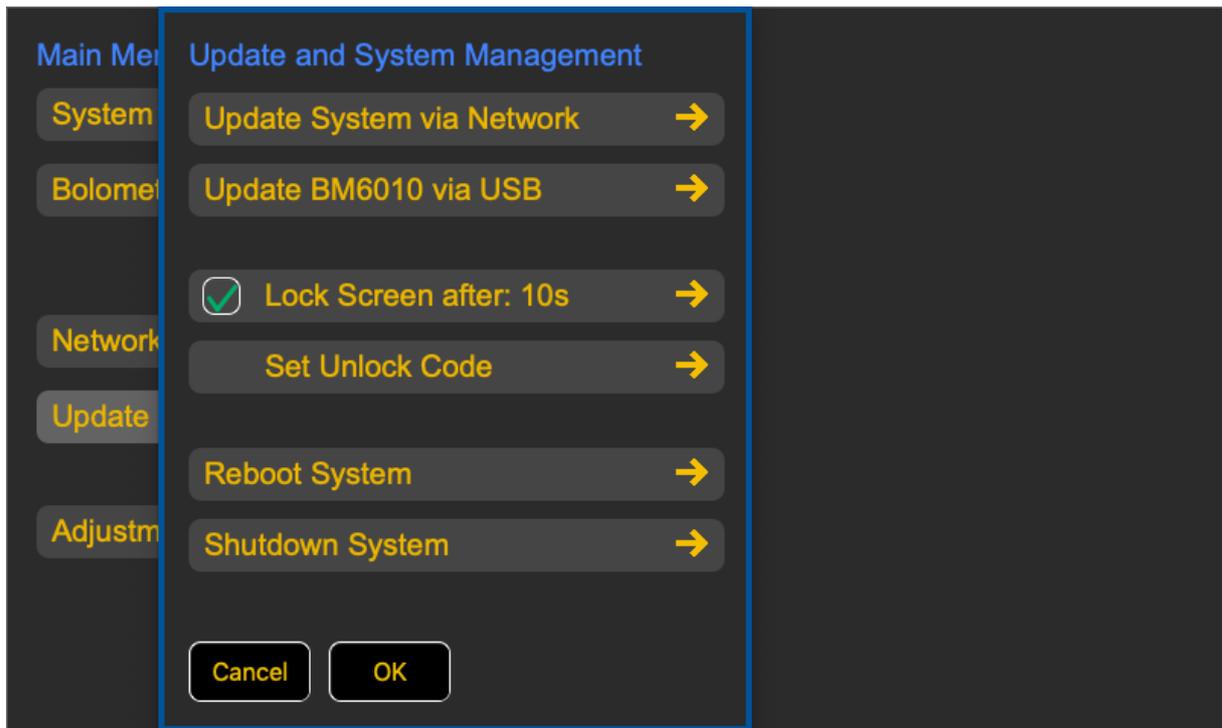


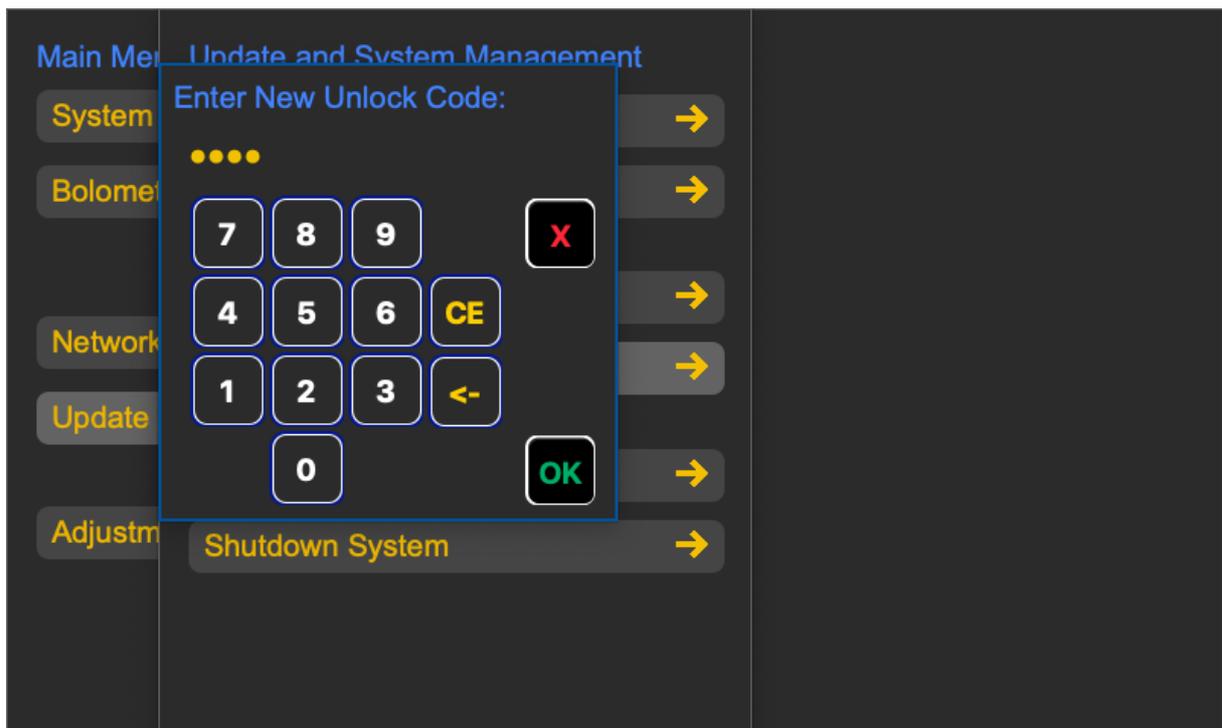
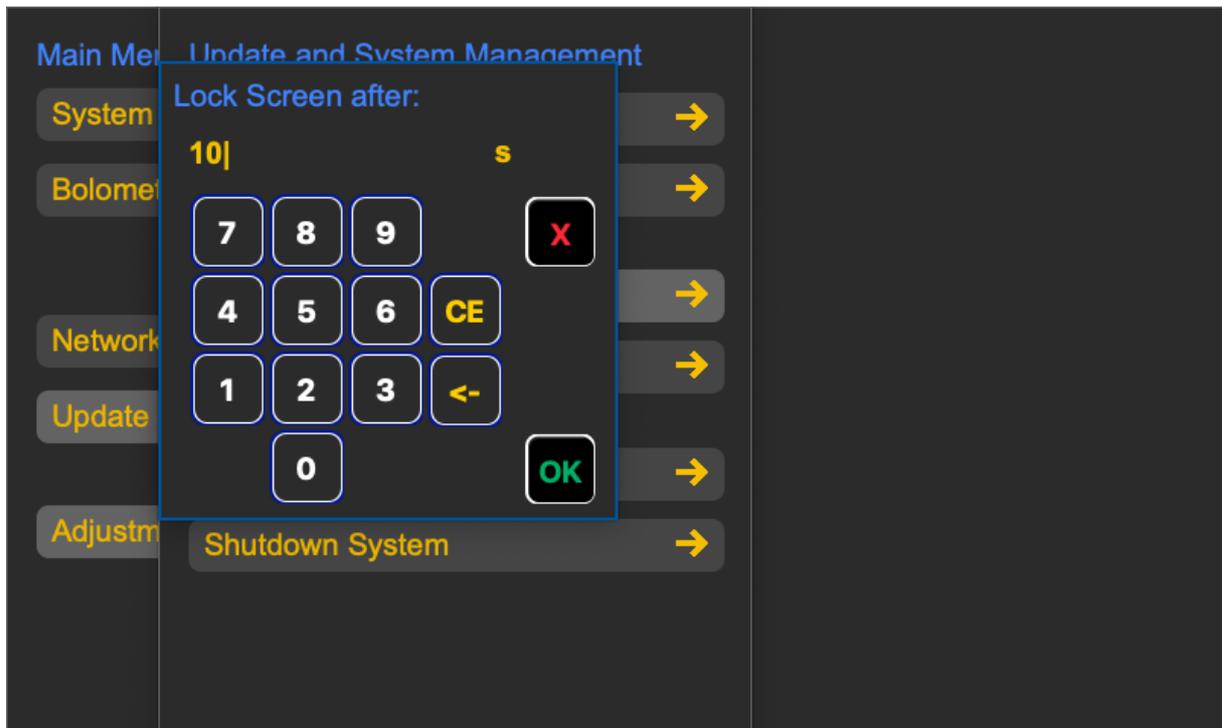
In den folgenden Seiten sind die Möglichkeiten der Netzwerk Kommunikation wählbar.

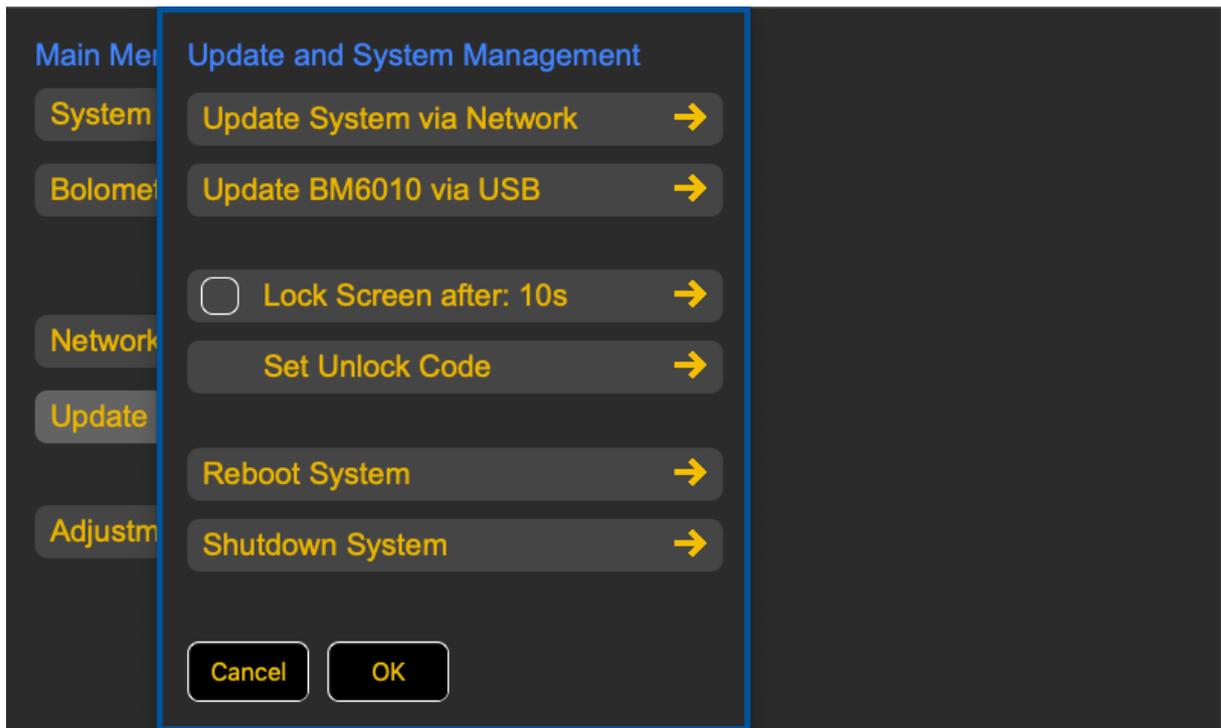




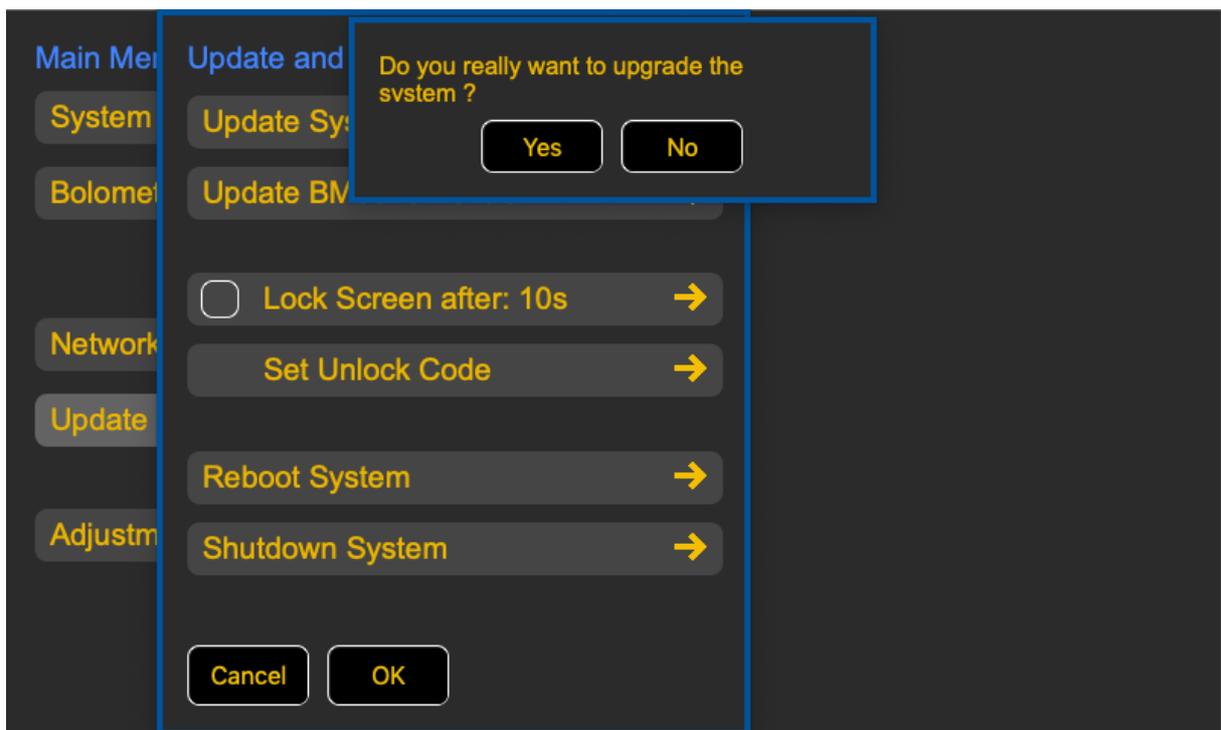
Die Eingabe erfolgt über die Bildschirmtastatur



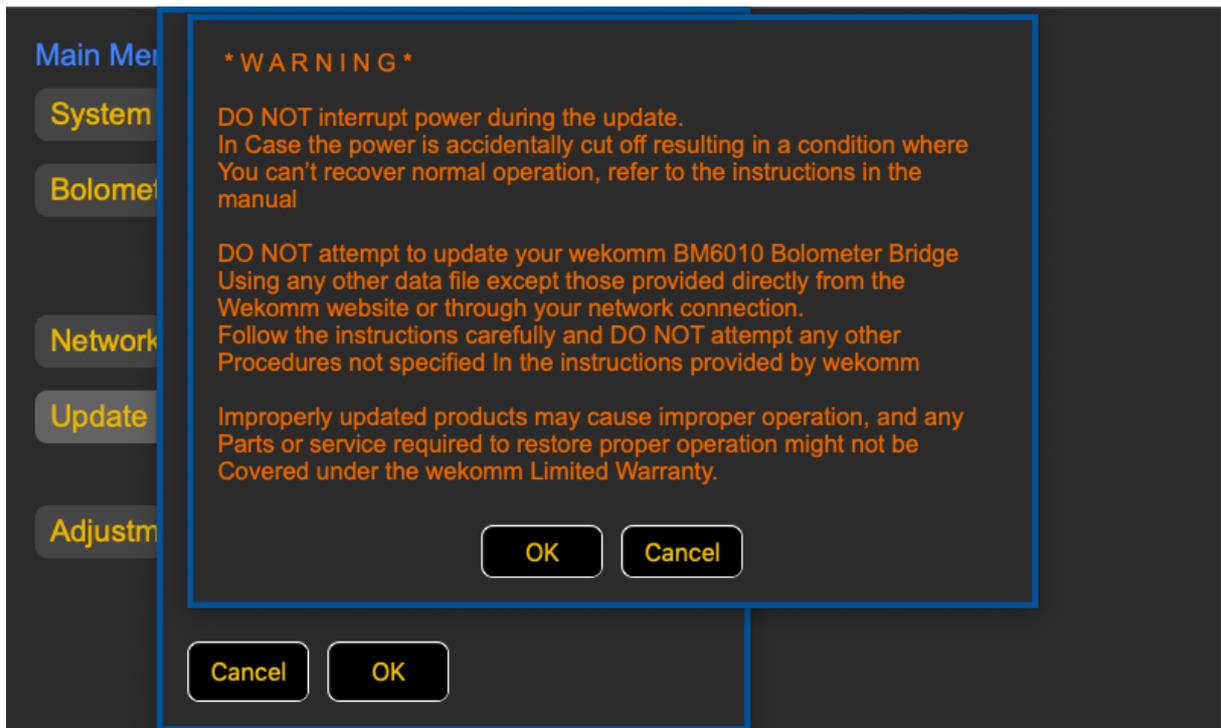




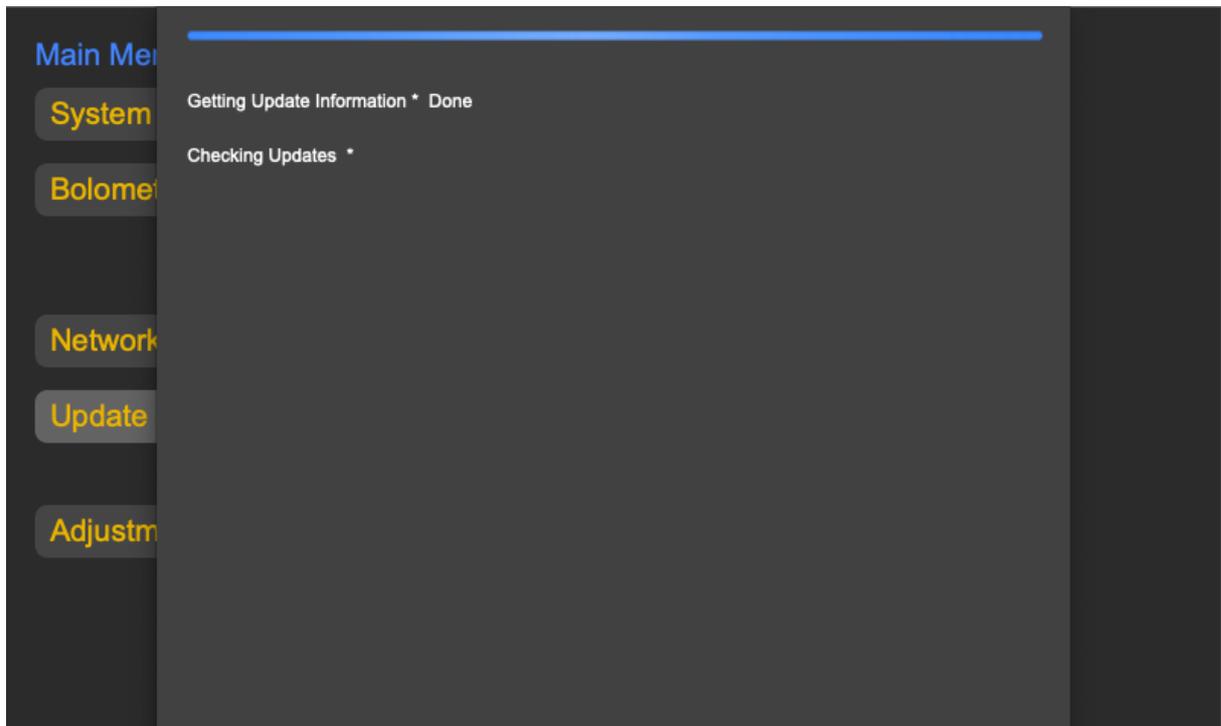
Die Firmware kann über ein Netzwerk oder die USB Schnittstelle aktualisiert werden.



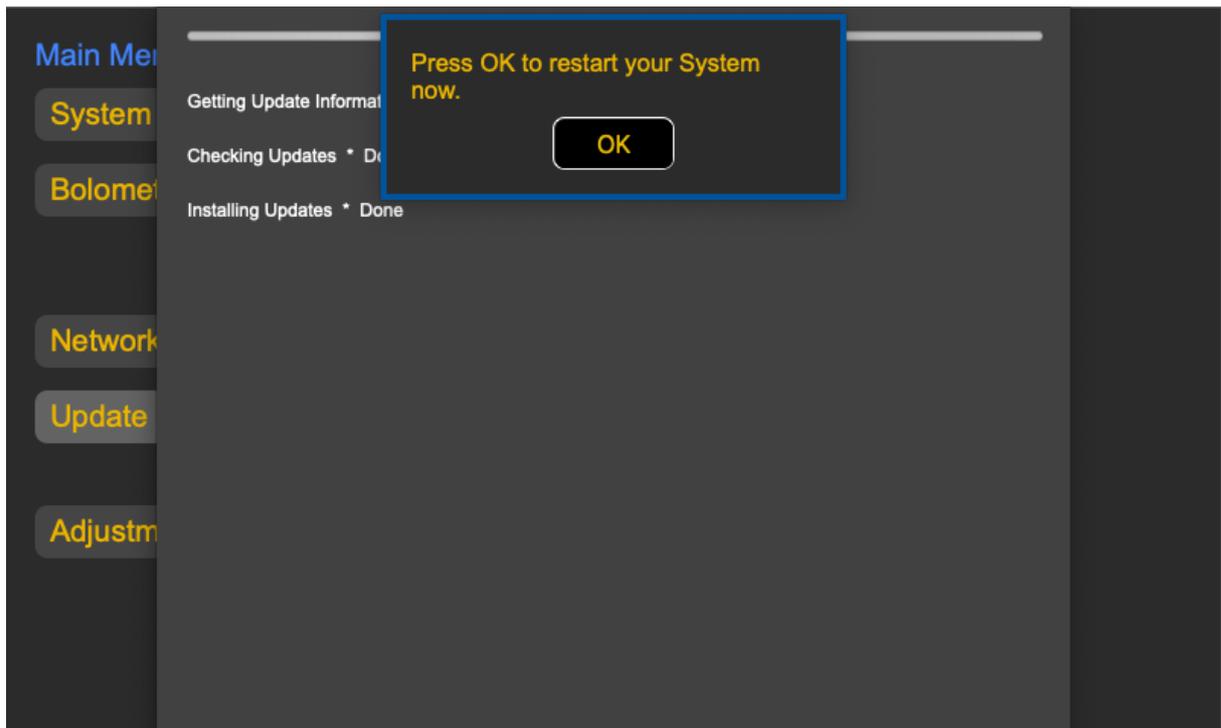
Die Sicherheitsabfrage



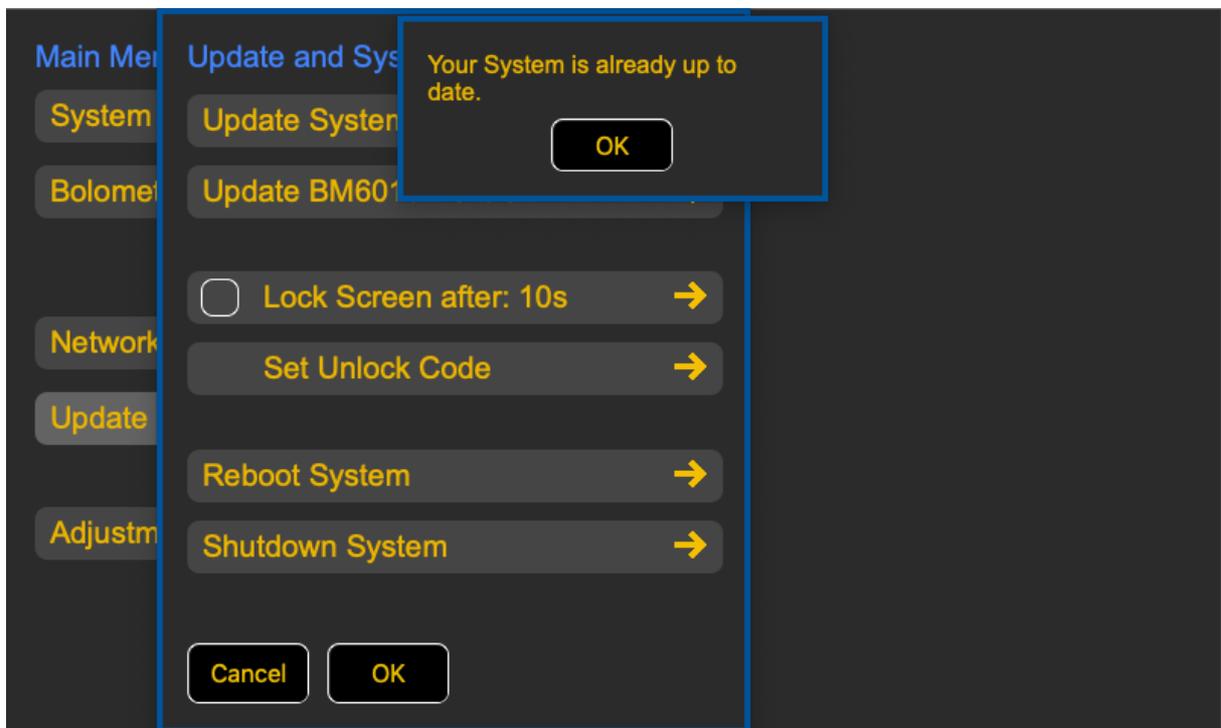
Bitte die Stromversorgung nicht unterbrechen!



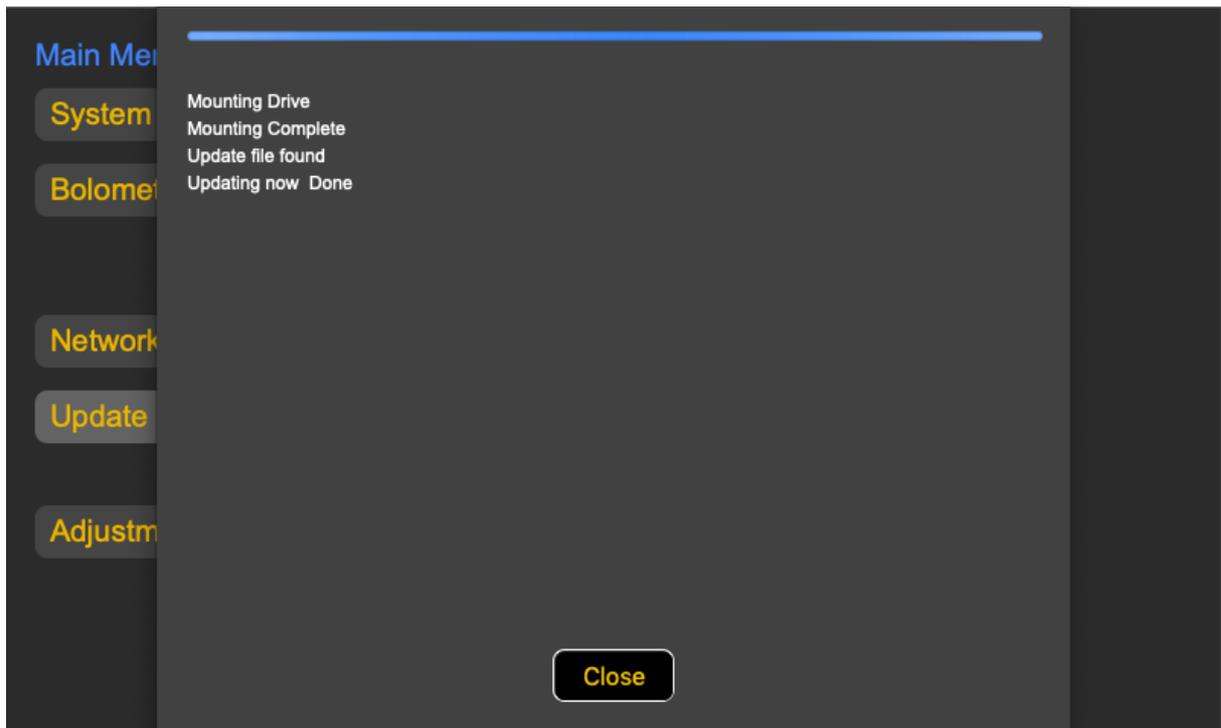
Der Vorgang läuft automatisch



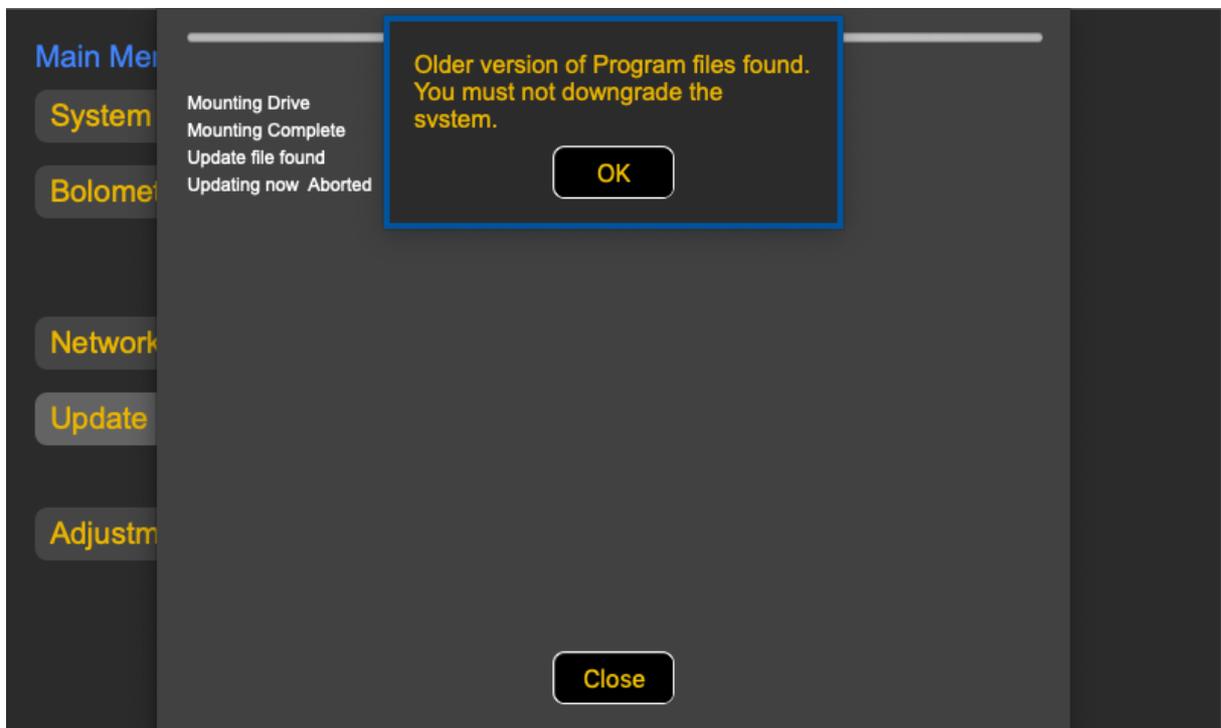
Nach der Aktualisierung muss das Gerät neu gestartet werden



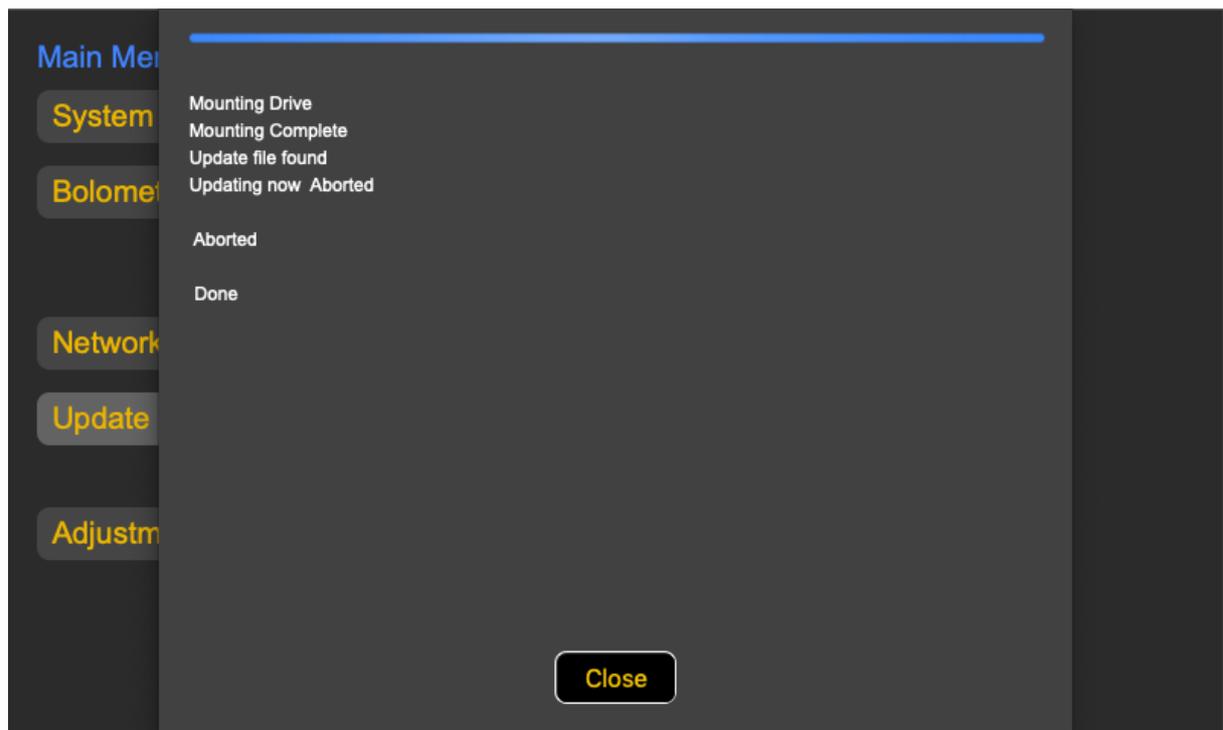
Keine Aktualisierung nötig



Die Aktualisierung mittels USB



Das Aufspielen einer Vorgängerversion ist nicht möglich.



Der Abbruch der Aktualisierung

# Fernsteuerung

## Verbindungsaufbau über LAN (Telnet)

Zuerst ist die Verbindung des Geräts mit einem Computer oder Netzwerk mittels LAN-Kabels zu gewährleisten.

Um die Verbindung mittels Sockets aufzubauen, wird die IP-Adresse des Gerätes benötigt. Diese findet sich im Geräte-Menü unter „System Info“. Der Standard Port für den Verbindungsaufbau ist 6010.

Bei einem erfolgreichen Verbindungsaufbau meldet sich das Gerät unter seiner Bezeichnung sowie „System READY“. Nun kann über die Socket-Verbindung mittels definierte SCPI-Befehle mit der Bolometer-Brücke kommuniziert werden.

Befehle können einzeln oder als Gruppe geschickt werden. Hierbei werden einzelne Befehle durch ein Semikolon (;) voneinander getrennt (Bsp. \*IDN?;BRID?). Es darf kein Leerzeichen nach dem Semikolon stehen, sondern direkt das Folgende erste Schlüsselwort.

Das Ende der Befehlskette wird mittels „carriage return“ / „Wagenrücklauf“ (=chr13) abgeschlossen und gesendet.

## Auflistung der Befehle:

Folgende Befehle werde wie folgt und nur wie folgt erkannt.

|       |  |
|-------|--|
| *CLS  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort  |
| *ESE  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort  |
| *ESE? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| *ESR? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| *IDN? | Dient zur Identifikation des Gerätes. Gibt Informationen über das Gerät und installierte Software aus. |
| *OPC  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort  |
| *OPC? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| *RST  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort  |
| *SRE  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort  |
| *SRE? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |

|       |  |
|-------|--|
| *STB? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“ |
| *TST  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort    |
| *TST? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“ |
| *WAI  | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Leere Antwort    |

Weitere standardisierte Befehle sind im Folgenden aufgelistet. Die Schreibweise der Kommandos folgt der SCPI bekannten Baumstruktur. Die einzelnen Schlüsselwörter der Befehle werden meist durch zwei verschiedene Varianten erkannt. Man kann lediglich die Abkürzungen (durch Großbuchstaben gekennzeichnet) oder das gesamte Wort nutzen. Weitere Zwischenmöglichkeiten werden nicht erkannt und führen zu einem Fehler. Groß-/ Kleinschreibung ist hierbei irrelevant. Schlüsselwörter in eckigen Klammern (Bsp: [:NEXT]), sind optional und führen ein und die selbe Aktion aus, als würde man dieses inklusiver der Klammern weg lasse.

Bsp.:

Es gibt für den Befehl „SYSTem:ERRor?“ folgende Möglichkeiten:

- SYSTEM:ERROR?
- System:error?
- syst:error?
- syst:err?
- system:err?

SYSTEM

:ERRor[:NEXT]?

Liest obersten Eintrag der Fehlerliste aus und löscht diesen von der Liste. Der Fehler gibt an, bis zu welchem Schlüsselwort der eingegebene Befehl erkannt wurde. Des Weiteren enthält die Antwort die Anzahl der weiteren Fehler im System. Ist keine Fehler in der Fehlerliste enthalten, wird dies ebenso geantwortet („No Error“).

:VERSion? Gibt die Versions-Nummer der installierten Anwendung zurück.

:OPERation? Gibt Status des Gerätes zurück. „Bridge Standby“ oder „BridgeCurrent ON“

:EVENT? Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“

:CONDition? Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“

:ENABLE 1 Aktiviert den Brückenstrom

:ENABLE 0 Deaktiviert den Brückenstrom

:ENABLE? Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“

## STATus

|                |  |
|----------------|--|
| :QUESTIONable? | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| :EVENT?        | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| :CONDition?    | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| :ENABLE        | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Gibt Leere Antwort |
| :ENABLE?       | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Antwort ist „-1“   |
| :PRESet        | Nicht implementiert wirft aber KEINEN Fehler; Gibt Leere Antwort |

Folgende Befehle sind nun nicht mehr die SCPI standardisierten, sondern die eigens für die Bolometer-Brücke definierten Kommandos. Mit diesen lassen sich die meisten Interaktionen mit dem Anzeigedisplay eingestellt werden, ebenso verwenden.

|                     |  |
|---------------------|--|
| ABORt               | SocketID.OutputData = False<br>Deaktiviert die Ausgabe der Daten; Leere Antwort        |
| AUTOset             | Startet die AutoSet Funktion<br>Leere Antwort  |
| MODE?               | Gibt den Modus der Brücke zurück<br>Gibt „MODE: VDELta“ oder „MODE: LEVEL“ als Antwort |
| MODE VDELta         | Setzt Brücke auf „VDELta“ Modus  |
| MODE LEVEL          | Setzt Brücke auf „LEVEL“ Modus   |
| INITialize:CONT:ALL | Startet die Daten Ausgabe  |
| BRIDge?             | Gibt Status des Gerätes zurück. „Bridge Standby“ oder „BridgeCurrent ON“               |
| BRIDge 1            | Aktiviert den Brückenstrom   |
| BRIDge 0            | Deaktiviert den Brückenstrom   |
| TCONstant           |  |
| :SLOW?              | Ist „SLOW“ Aktiv?<br>Gibt „TCON:SLOW_OFF“ oder „TCON:SLOW_ACTIVE“ zurück               |
| :SLOW 1             | Aktiviert „SLOW“   |
| :SLOW 0             | Deaktiviert „SLOW“   |
| :MEDlum?            | Ist „MEDlum“ Aktiv?<br>Gibt „TCON: MEDlum_OFF“ oder „TCON: MEDlum_ACTIVE“ zurück       |

:MEDlum 1      Aktiviert „MEDlum“

:MEDlum 0      Deaktiviert „MEDlum“

:FAST?

                  Ist „FAST“ Aktiv?

                  Gibt „TCON:FAST\_OFF“ oder „TCON:FAST\_ACTIVE“ zurück

:FAST 1          Aktiviert „FAST“

:FAST 0          Deaktiviert „FAST“

:SHORT?

                  Ist „SHORT“ Aktiv?

                  Gibt „TCON:SHORT\_OFF“ oder „TCON:SHORT\_ACTIVE“ zurück

:SHORT 1         Aktiviert „SHORT“

:SHORT 0         Deaktiviert „SHORT“

:LONG?

                  Ist „LONG“ Aktiv?

                  Gibt „TCON:LONG\_OFF“ oder „TCON:LONG\_ACTIVE“ zurück

:LONG 1          Aktiviert „LONG“

:LONG 0          Deaktiviert „LONG“

#### PARAMeter

CBRIde?                      Frägt nach dem Wert des aktuellen Brückenstromes

                                  Gibt diesen in der Form „+0.00000E000“ in Ampere

:VREference?                Frägt nach aktuellem Wert der Referenz-Spannung

                                  Gibt diese in der Form „+0.00000E000“ in Volt

:VREference 9.45654        Setzt Referenz-Spannung auf gegebenen Werte (Bsp. 9.45654) in Volt

                                  Gibt leere Antwort, außer Parameter Format wurde nicht ordentlich erkannt.

                                  -.----- (Min: 0.00000; Max: 9.99999)

:VDIFferential?              Frägt nach aktuellem Wert der Differential-Spannung

                                  Gibt diese in der Form „+0.00000E000“ in Volt oder gibt „Overflow“ an.



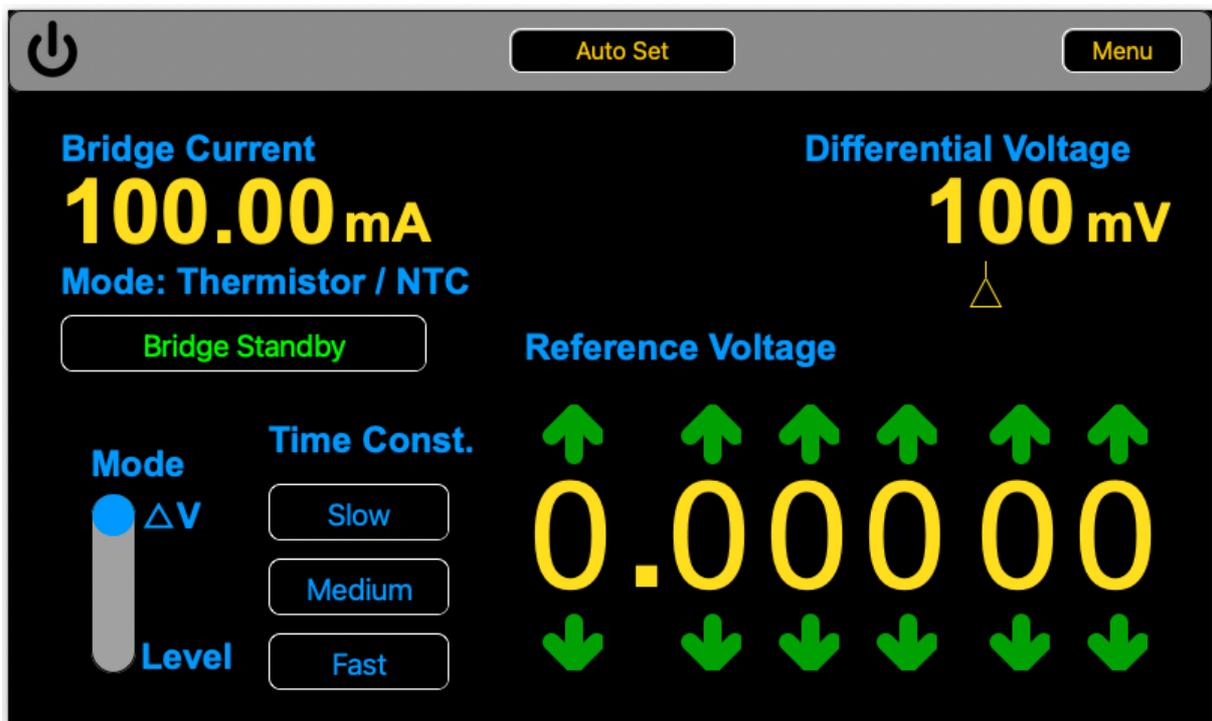
# Abgleich

Benötigte Messgeräte:

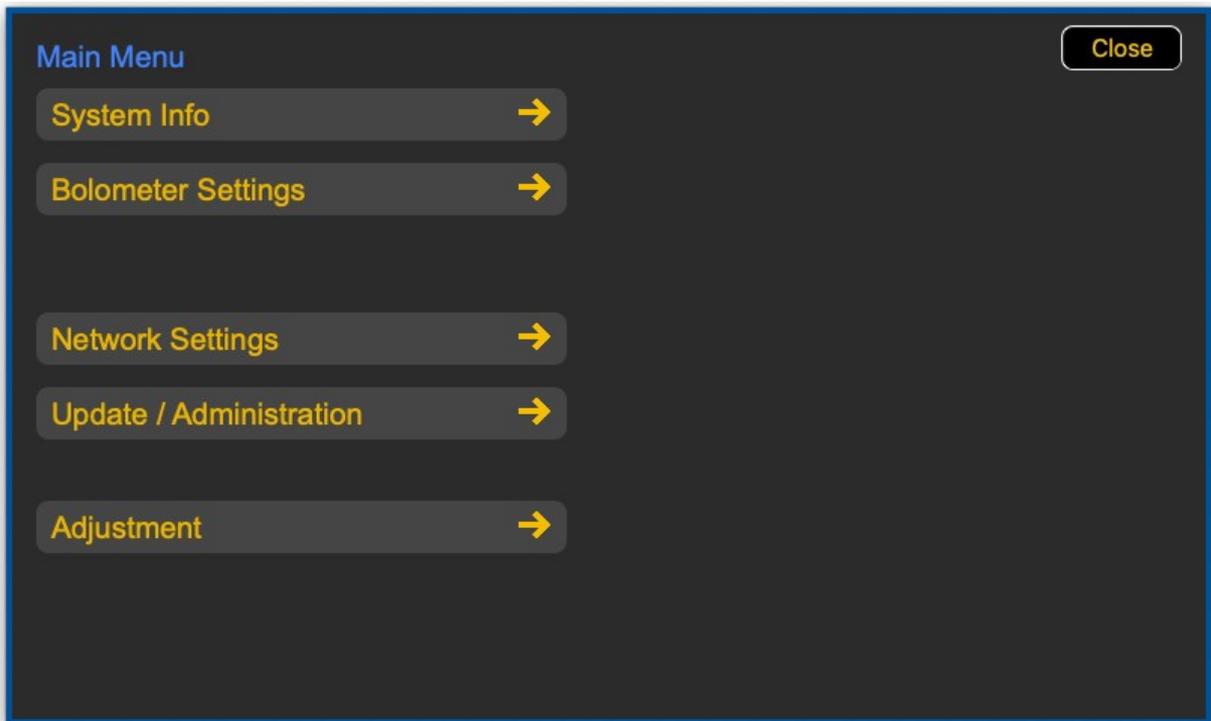
|  |                |
|--|----------------|
| DVM  | Keysight 3458A |
| Messkabel DVM                                      | Wekomm ...     |
| Kurzschlusskabel                                   | Wekomm ...     |
| Thermistor mount Substituter oder Thermistor mount | Wekomm ...     |

Der Abgleich der Bolometer Brücke erfolgt Menu gesteuert.

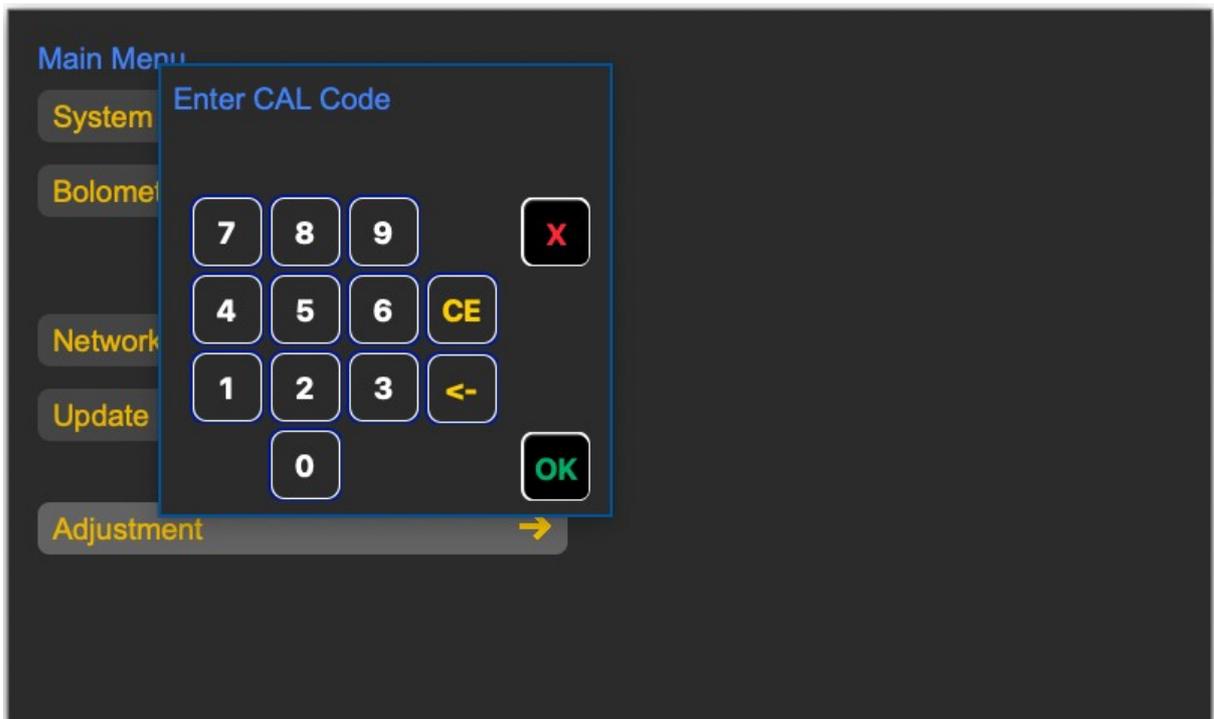
Vor der Justage der BM 6010A sollte den Geräten (Brücke, DVM) eine ausreichende Zeit zur thermischen Stabilisierung gegeben werden. Die Umgebungsbedingung sollte dem späteren Einsatzbedingungen entsprechen. Nur dadurch kann eine hohe Genauigkeit erreicht werden.



Nach Auswahl des Menus wird das Main Menu angezeigt.

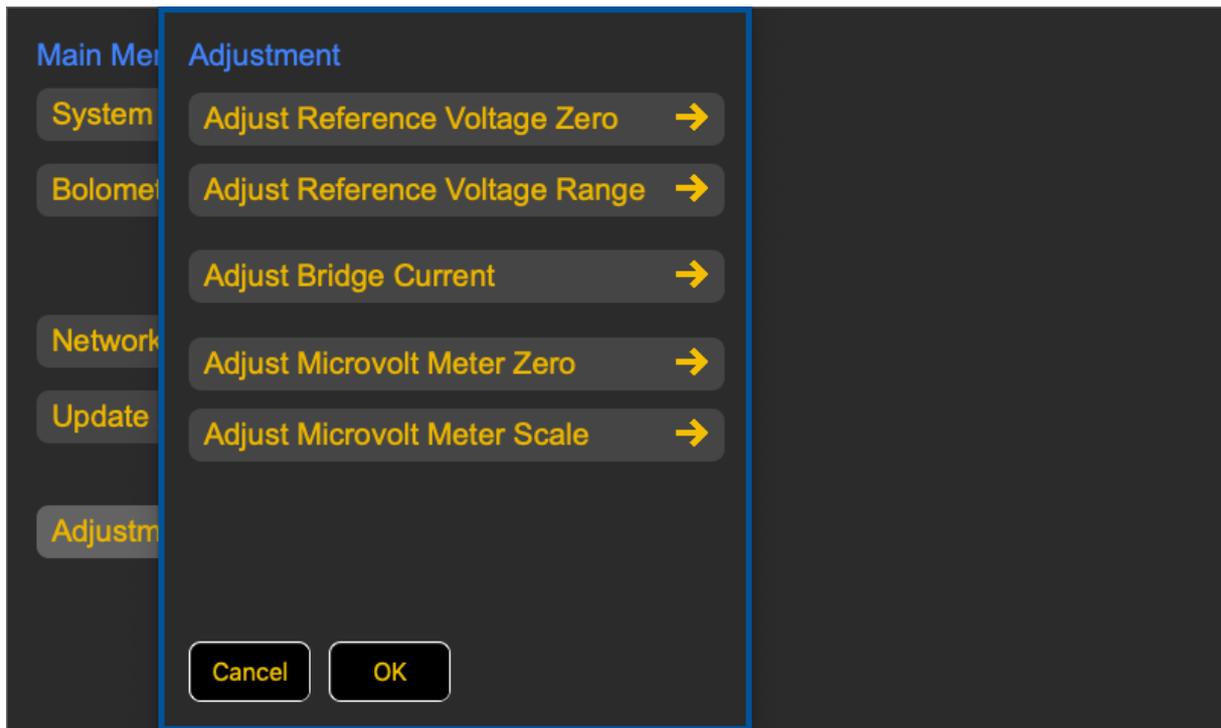


Im Main Menu bitte Adjustment wählen.



Danach muss der CAL-Code (1234) eingegeben und mit OK bestätigt werden.

Das Auswahlmenu für den Abgleich der BM 6010A wird aufgerufen.



Der Abgleich der BM 6010A wird in fünf Schritten durchgeführt.

Als erstes wird die Referenzspannung justiert, danach die Anzeige für Brückenstrom und Mikrovoltmeter. Die korrekte Anzeige des Mikrovoltmeters hängt von der Justage der Referenzspannung ab.

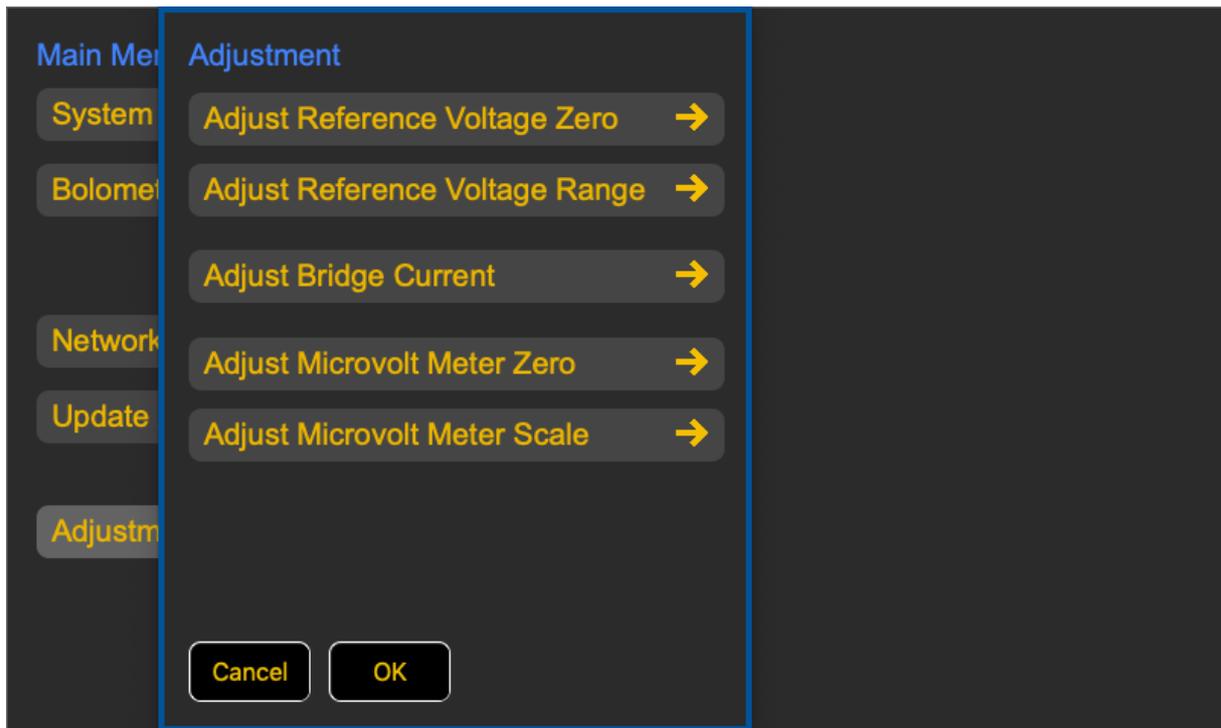
#### **Abgleich der Referenzspannung:**

Die Referenzspannung wird mit einem DVM gemessen. Zuerst wird der Nullpunkt des DVM ermittelt. Danach wird das DVM mit dem Ausgang des Referenzspannung Generator (RVG) verbunden. Danach wird eine Wartezeit von einigen Minuten empfohlen. Der Nullpunkt kann auf weniger als 10  $\mu\text{V}$  justiert werden.

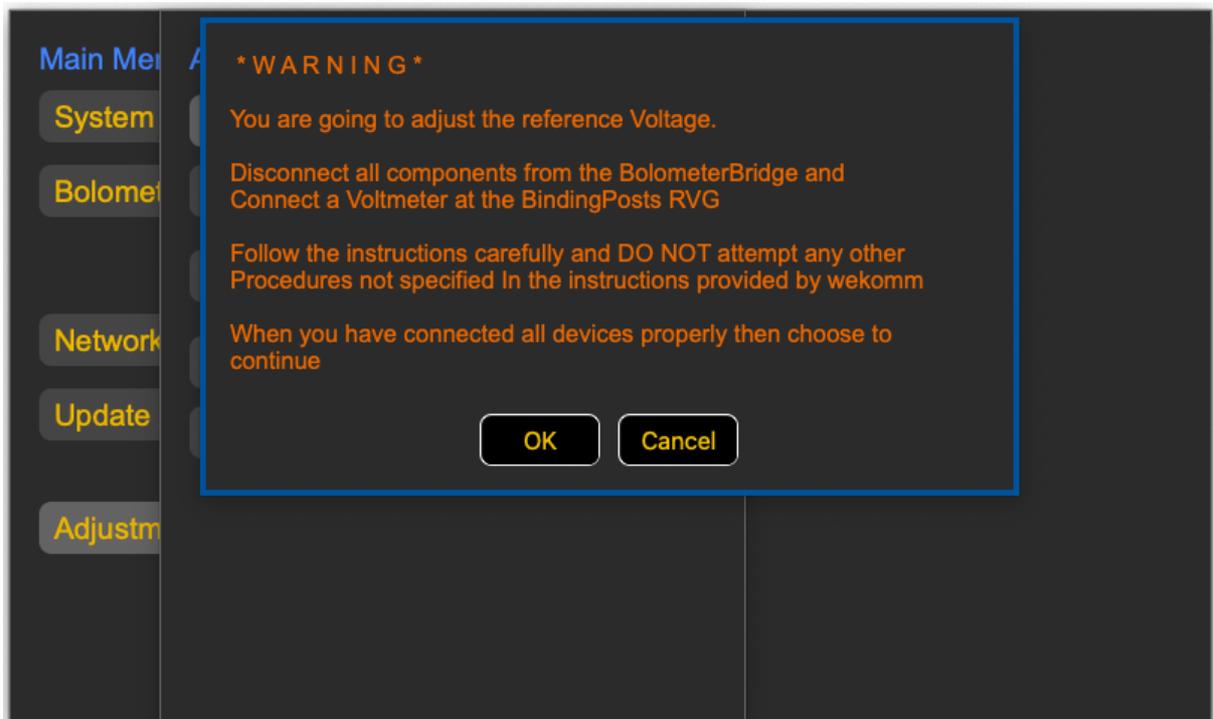
Nach Auswahl des Menüpunkts Adjust Reference Voltage Zero wird der gemessene Wert eingegeben. Vorher bitte mit OK bestätigen. Nach Eingabe und OK ist ein Feinabgleich zur ggf. Optimierung möglich. Die Eingabe wird mit OK bestätigt. Siehe folgende Bilder.

Nach dem Abgleich des Nullabgleichs wird die maximale Ausgangsspannung justiert.

Nach Auswahl des Menüpunkts Adjust Reference Voltage Range wird der gemessene Wert ca. 9 V DC eingegeben. Vorher bitte mit OK bestätigen. Nach Eingabe und OK ist ein Feinabgleich zur ggf. Optimierung möglich. Die Eingabe wird mit OK bestätigt. Siehe folgende Bilder.



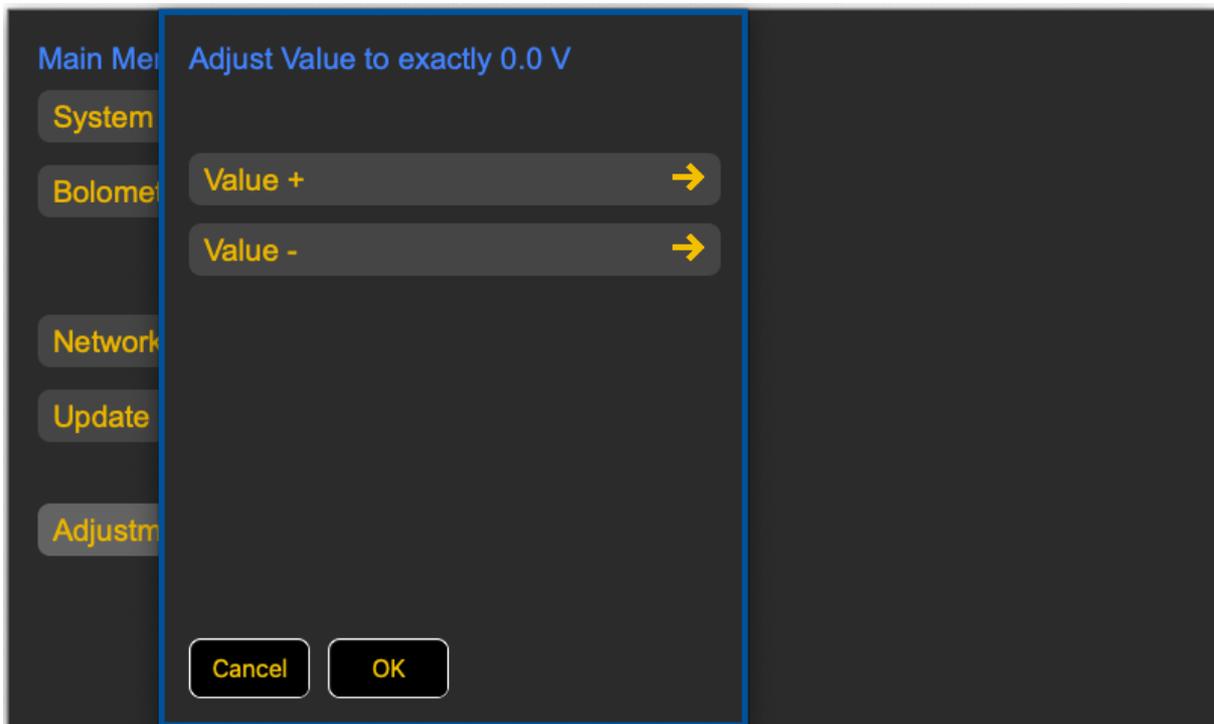
Nullabgleich der Spannungsreferenz



Auswahl mit OK

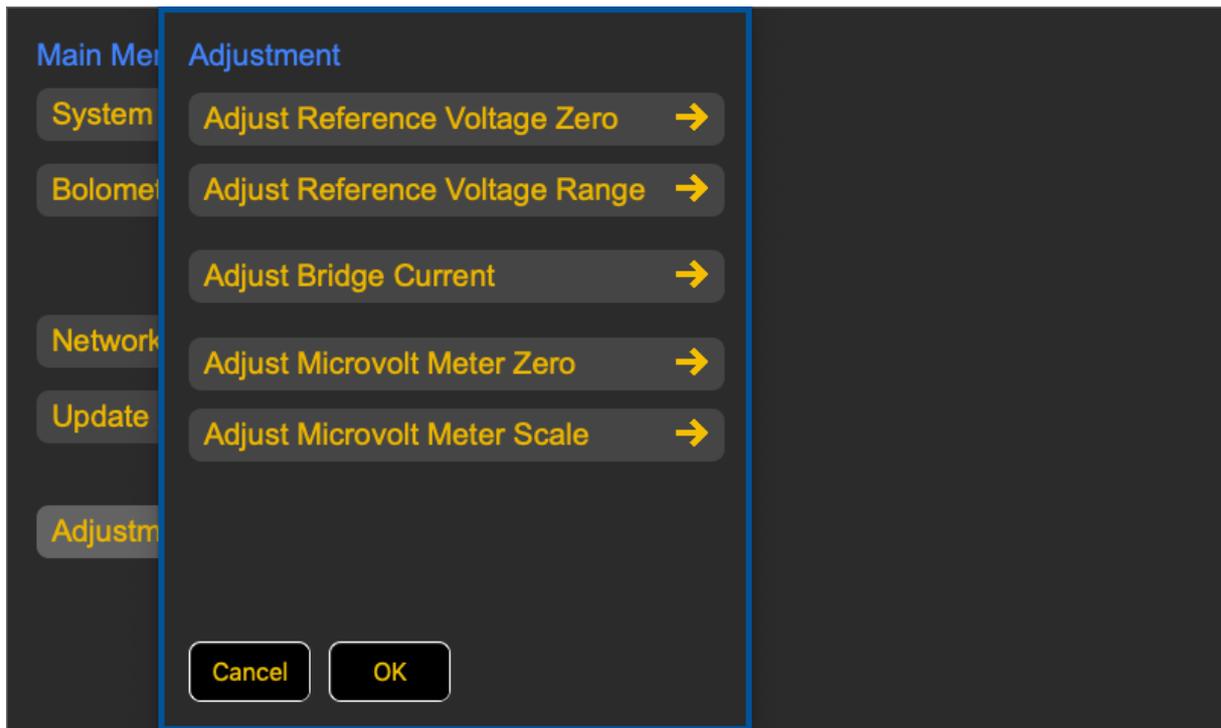


Eingabe der am DVM angezeigten Spannung

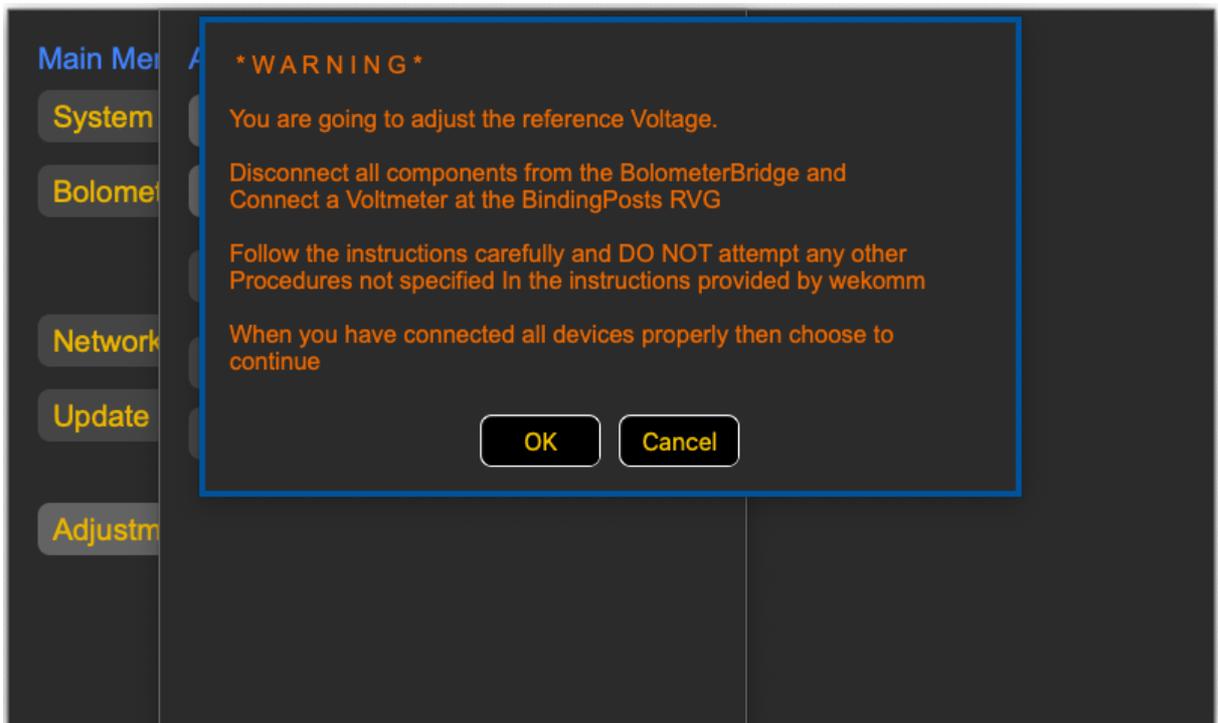


Ggf. Feinabgleich

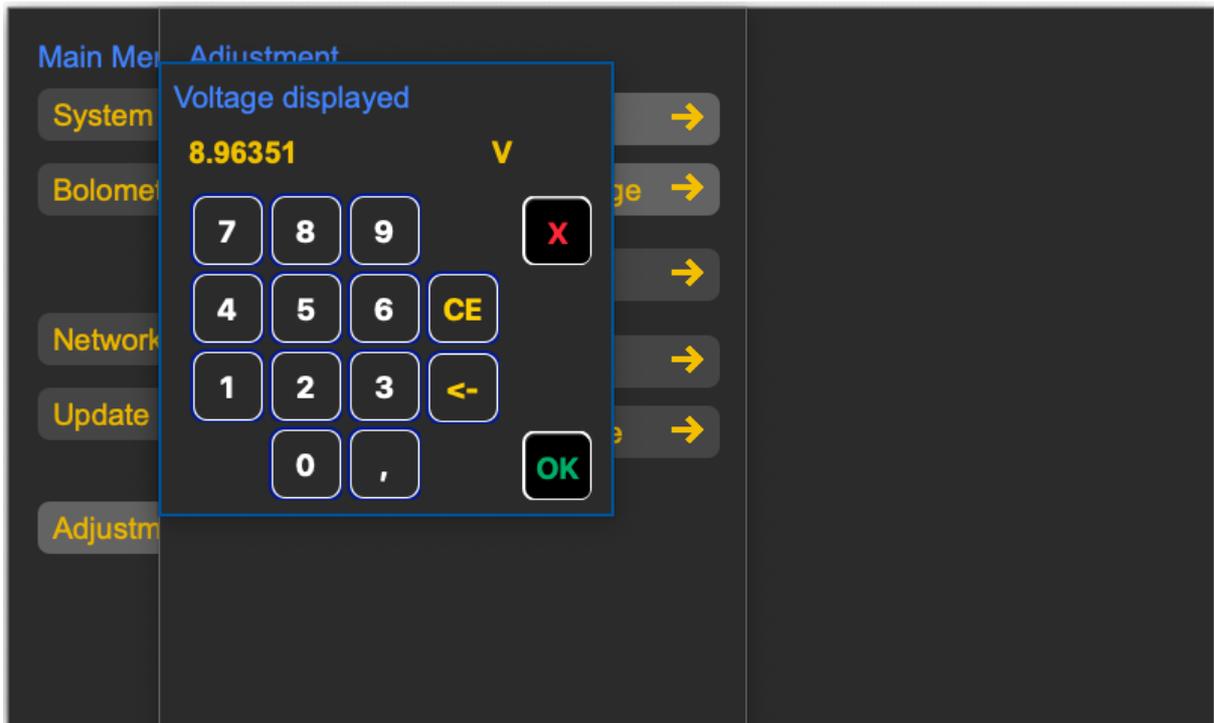
Dann mit OK bestätigen.



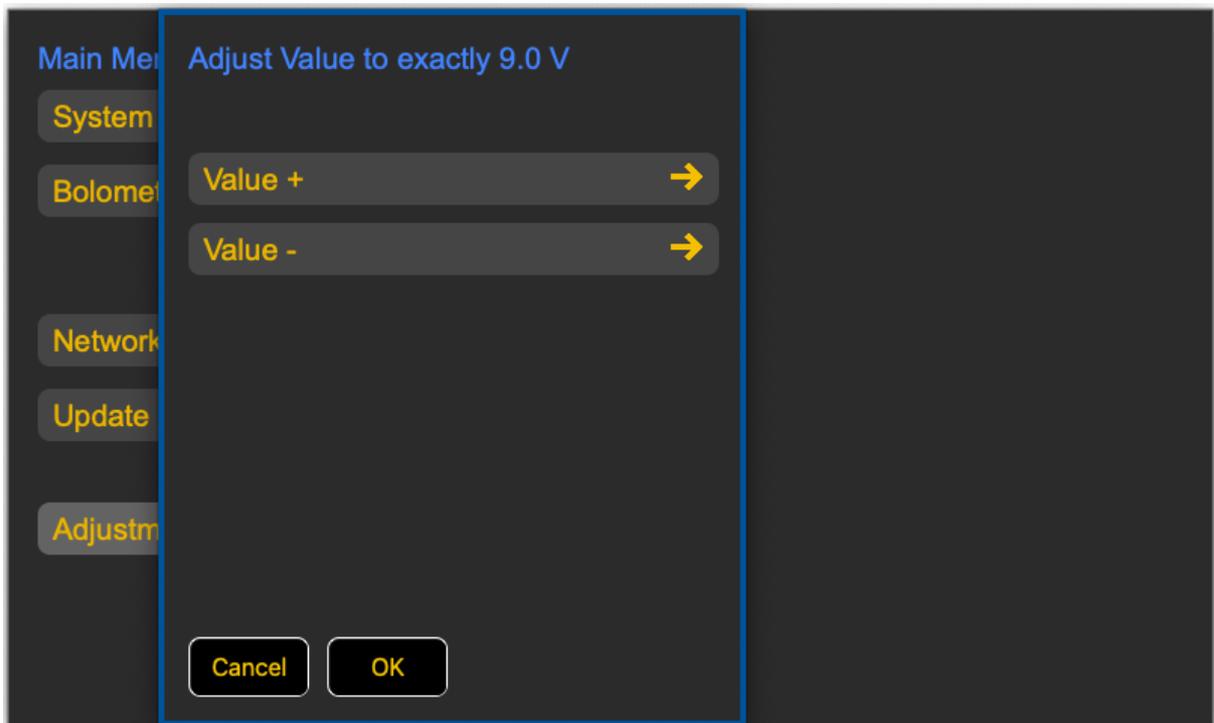
Abgleich des Skalierungsfaktor der Spannungsreferenz. (Adjust Reference Voltage Range)



Mit OK bestätigen



Eingabe der am DVM angezeigten Spannung



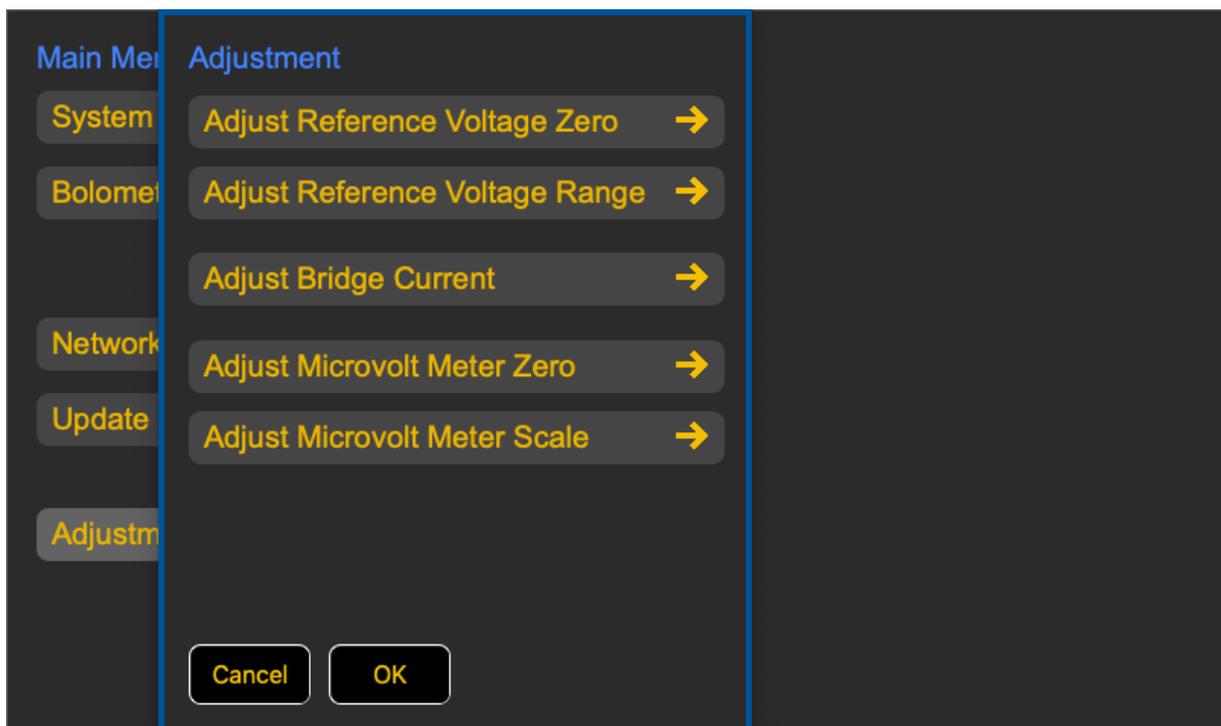
Ggf. Feinabgleich

Dann mit OK bestätigen.

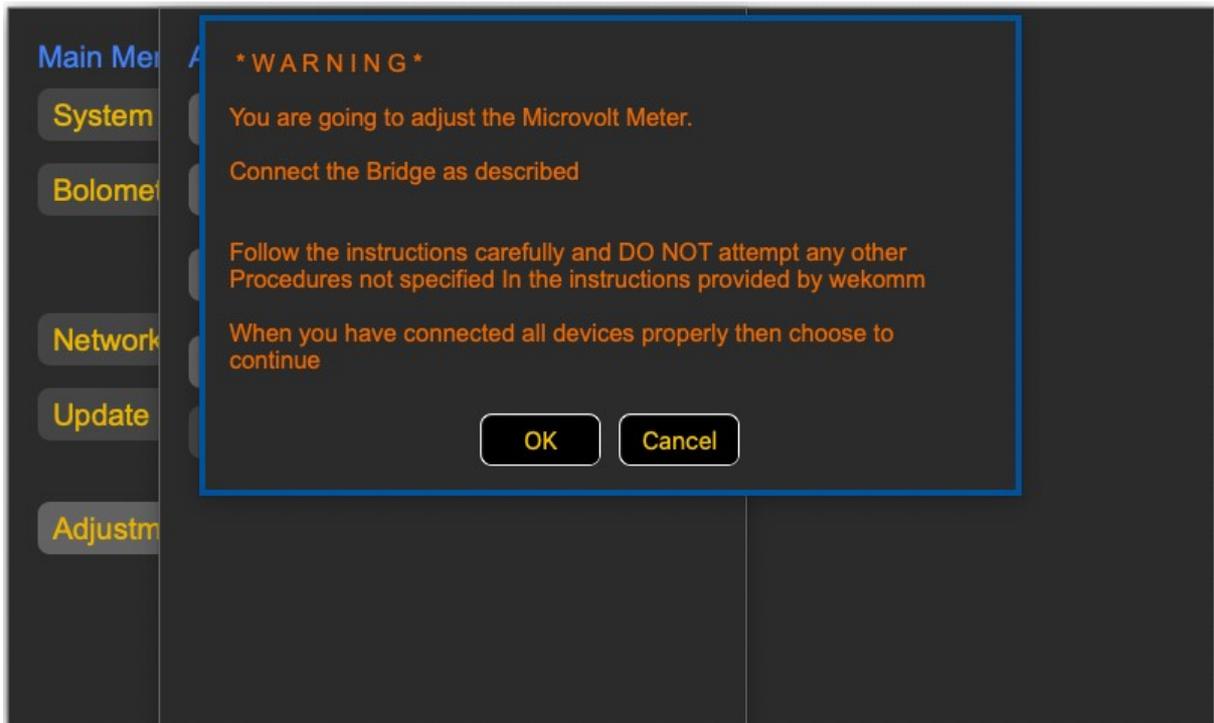
## Abgleich des Microvoltmeters

Der Abgleich des Microvoltmeters erfolgt in zwei Schritten. Dabei müssen jeweils eine Verbindung an der Frontplatte der Bolometer Brücke mit einem Thermospannungsoptimierten Kabel hergestellt werden.

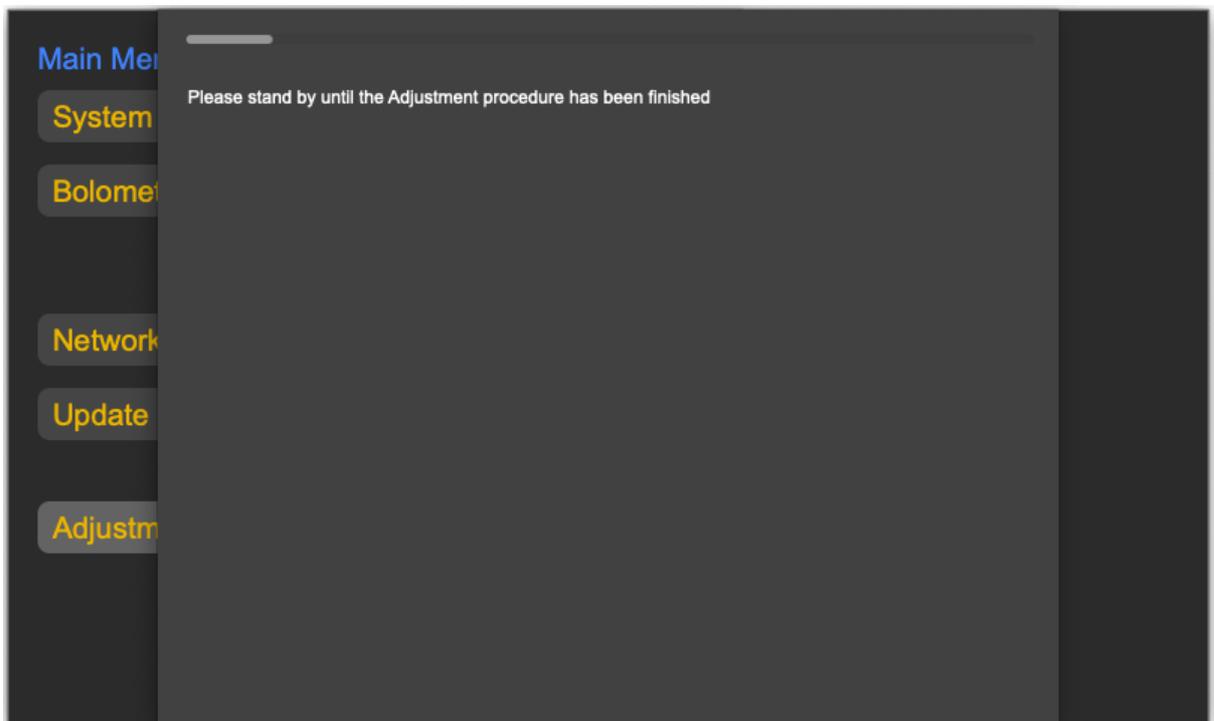
Zum Nullabgleich wird der Anschluss Eingang mit dem Ausgang des Referenzspannungsgenerators (RVG +) verbunden. Danach wird nach einigen Minuten Stabilisierungszeit der automatische Abgleichvorgang gestartet. Der Fortschritt des Abgleichvorgangs wird angezeigt.



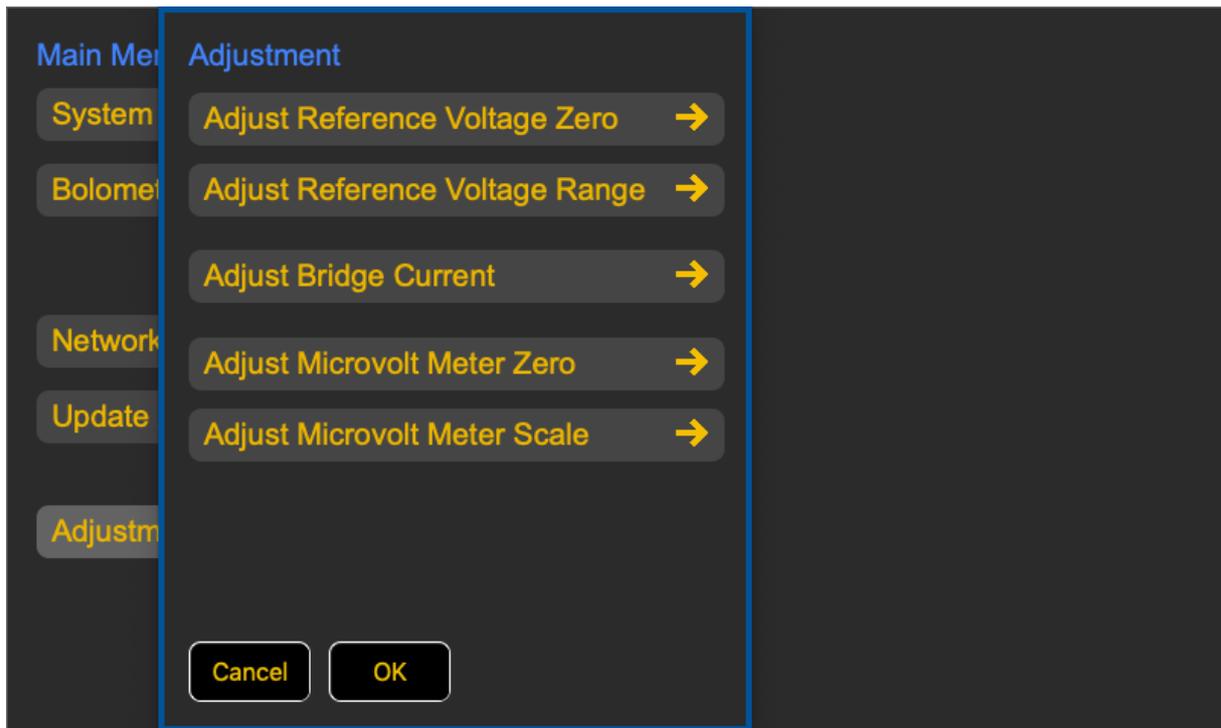
Nullabgleich des Mikrovoltmeters auswählen.



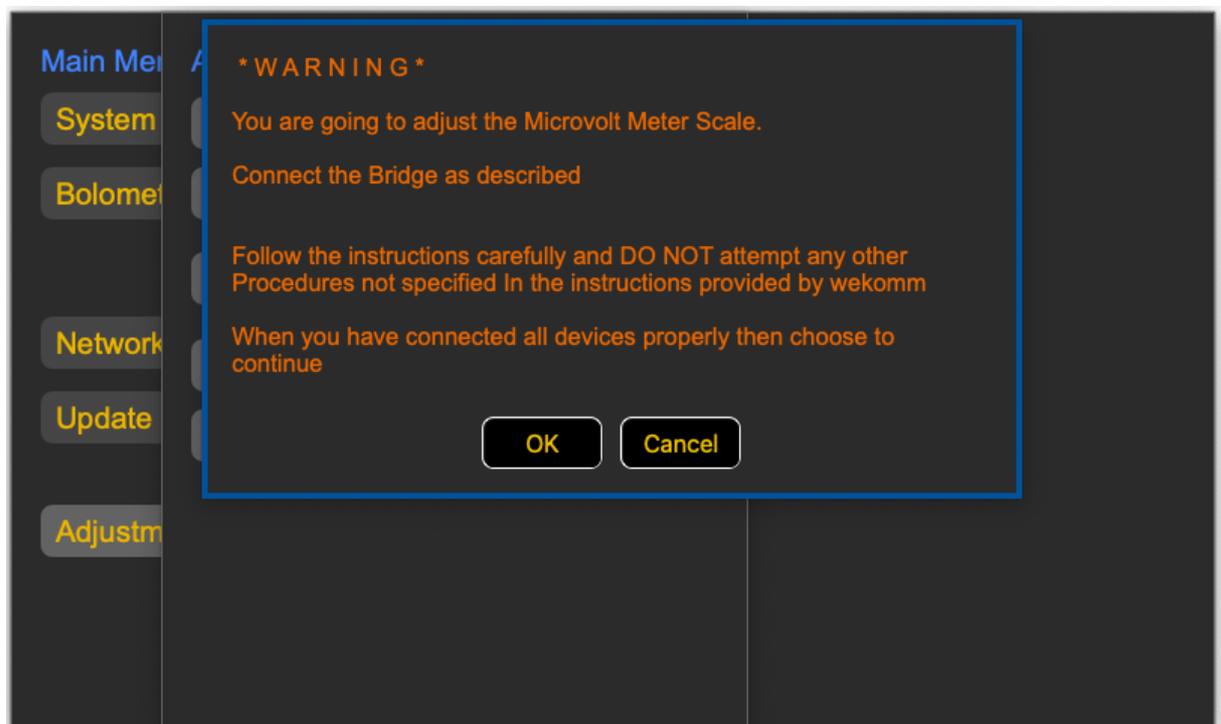
Nach OK wird der Abgleich gestartet



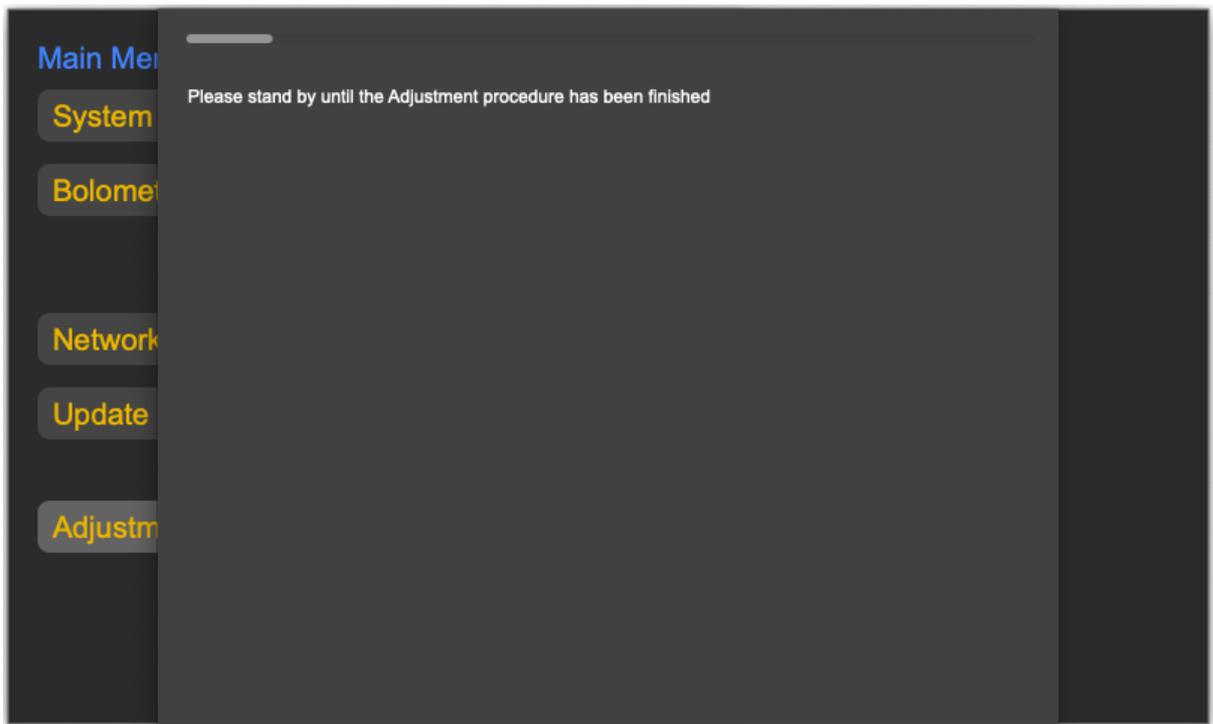
Nach erfolgtem Nullabgleich wird das Adjustment Menu angezeigt.



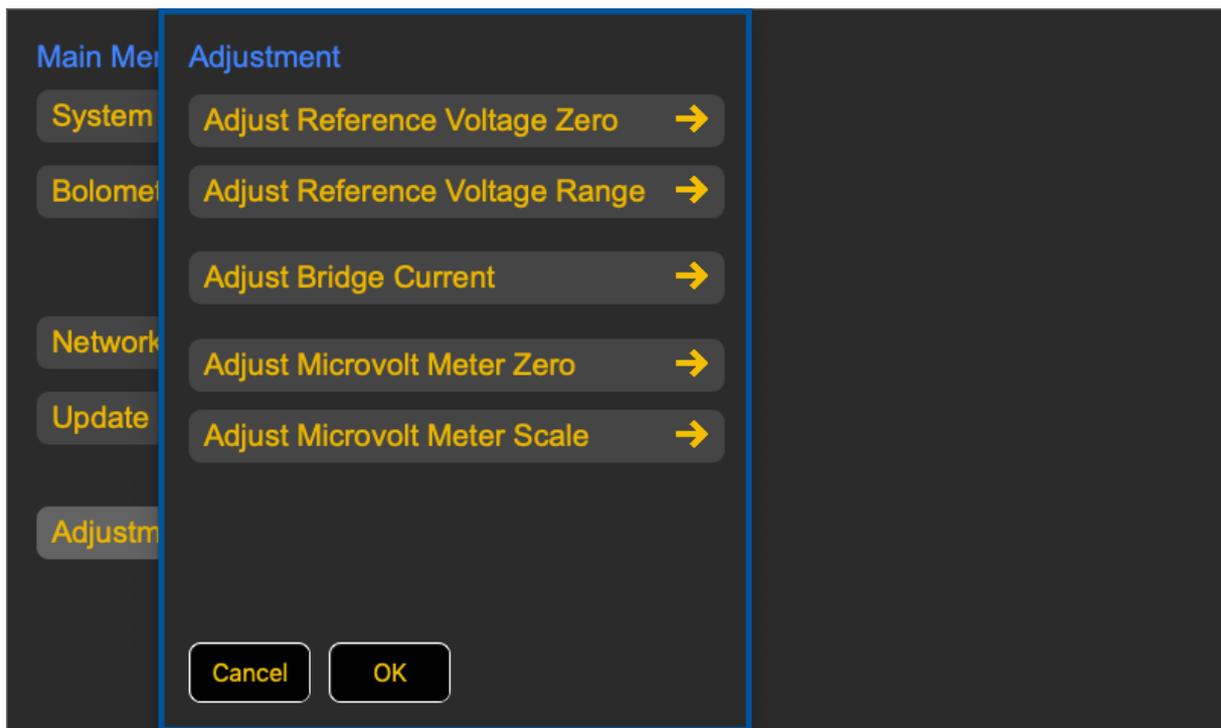
Zum Abgleich des Verstärkungsfaktor der Microvolt Anzeige wird der Eingang (Input) mit dem negativem Ausgang des RVG verbunden. Danach wird der Skalierungsfaktor automatisch abgeglichen werden.



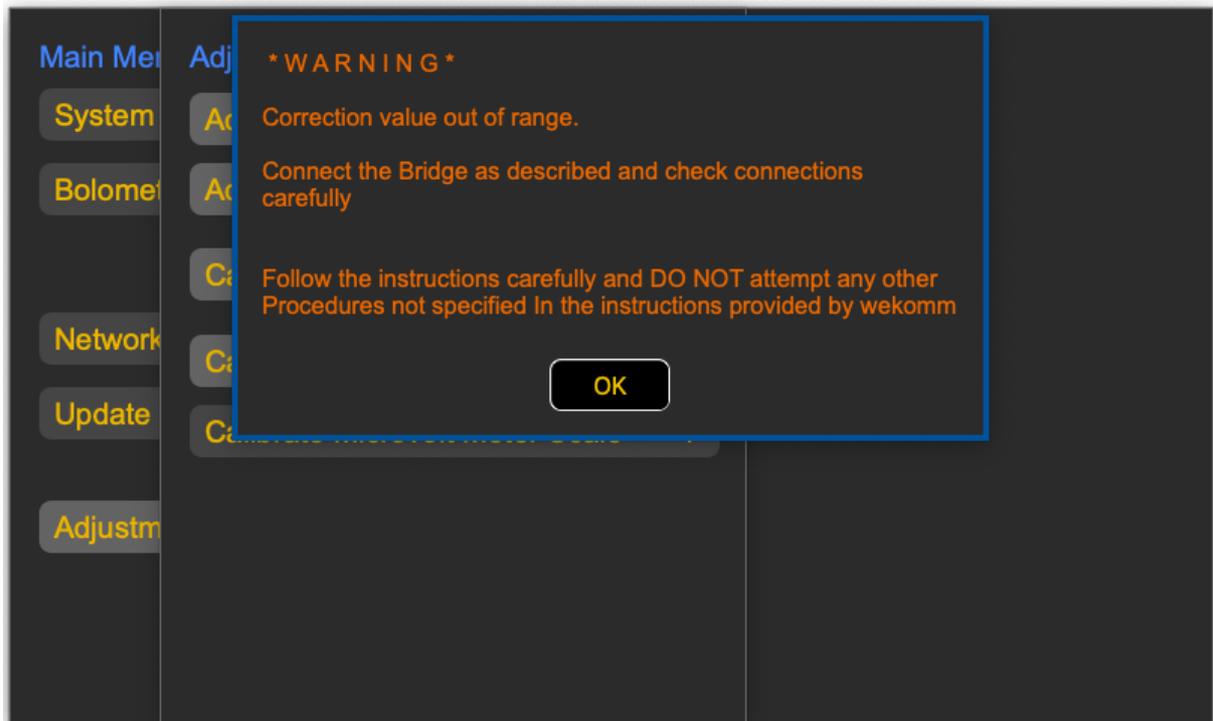
Nach OK wird der Abgleich gestartet.



Nach erfolgreichem Nullabgleich wird das Adjustment Menu angezeigt.



## Fehlermeldung

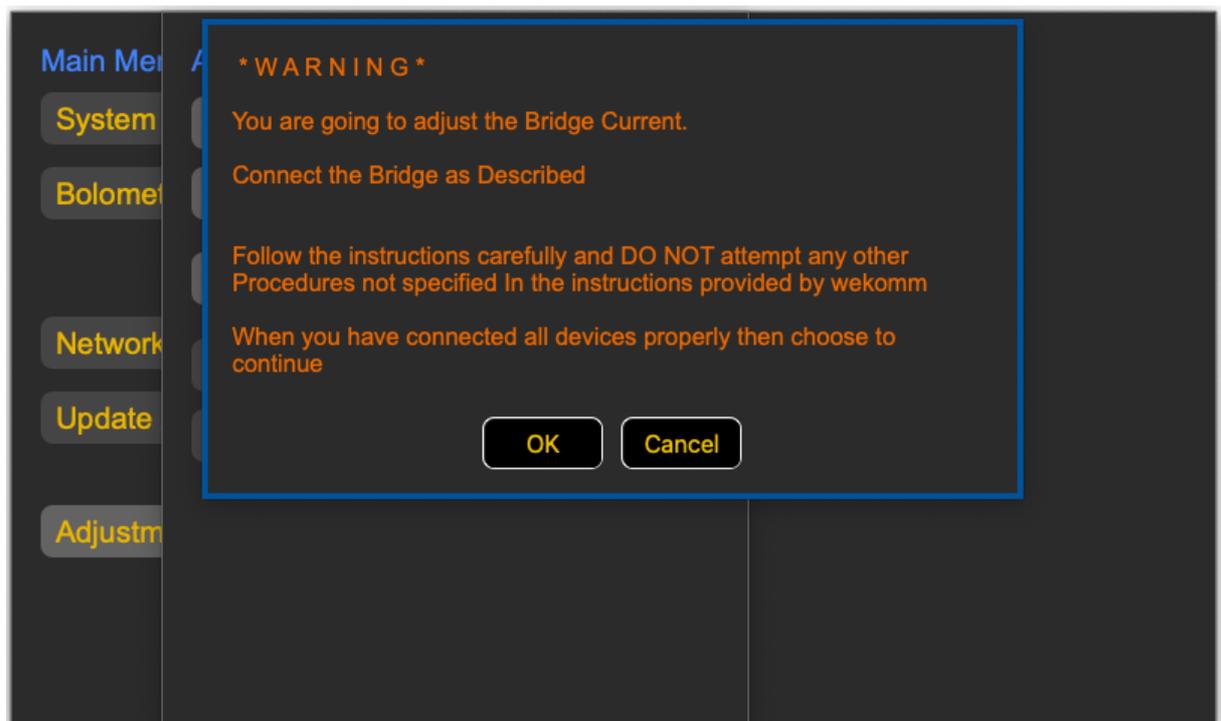
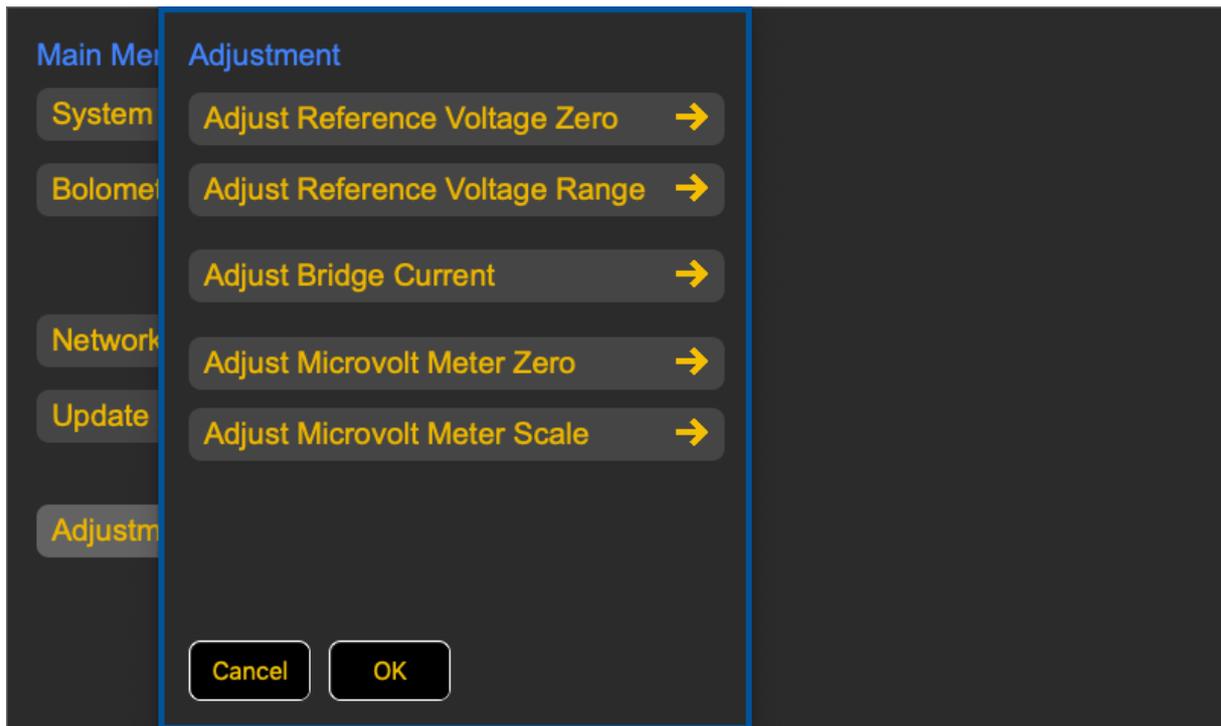


Beim Auftreten der Fehlermeldung die korrekten Verbindungen überprüfen.

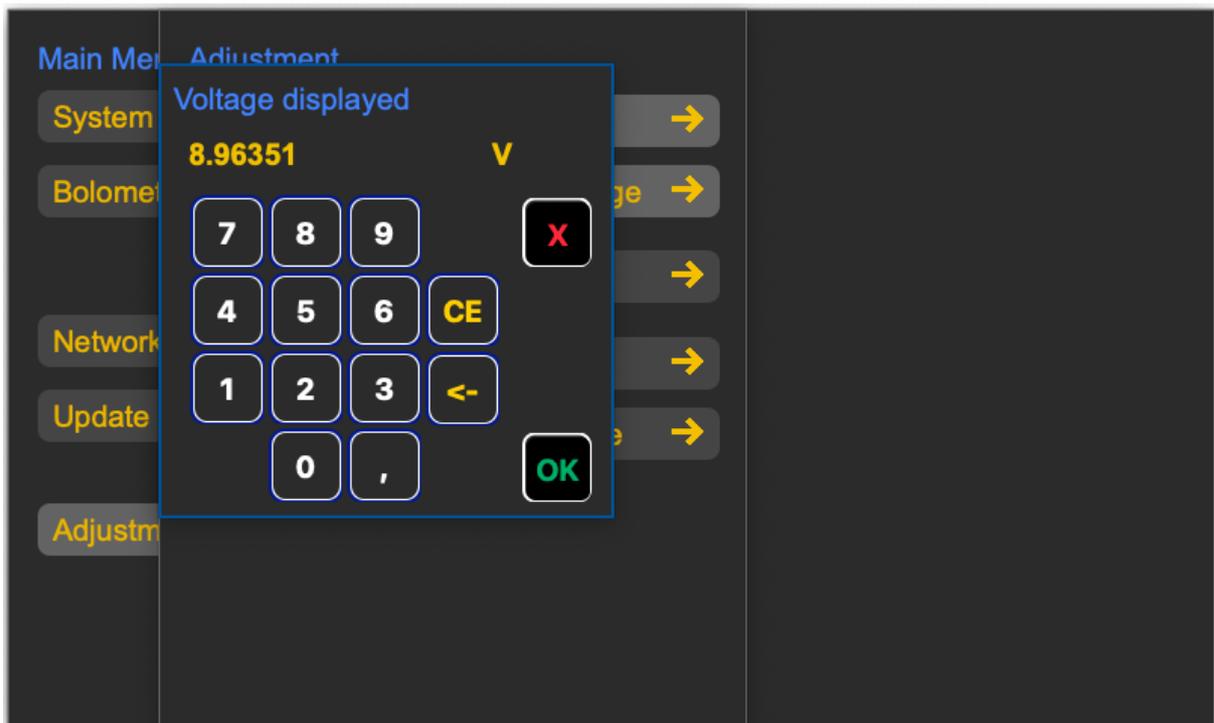
Abgleich der Anzeige für den Brückenstrom.

Der Brückenstrom kann zwischen den Buchsen mit dem eingezeichneten Schalter extern gemessen werden. Vorher müssen die Widerstände für den Brückenwiderstand verbunden werden. Als Betriebsart wird Thermistor / NTC gewählt. Die Anschlüsse für das Bolometer werden an den Ersatz Thermistor mount angeschlossen. Die Messbrücke wird eingeschaltet und der noch nicht abgeglichene Stromwert wird angezeigt.

Das Adjustment Menu wählen.



Mit OK bestätigen.



Danach den am DVM angezeigten Wert eingeben und mit OK bestätigen.

Der Abgleich der Bolometer Bridge ist beendet.

Für den Betrieb wird ein Bolometer Kopf angeschlossen, der Strommesspfad mit einer Kurzschlussbrücke geschlossen und ggf. der Eingang des Referenzgenerators verbunden.

