

**Dokumentation**

Horw, 12. Februar 2026

**Pinch-Messkoffer für kostengünstige thermische Messungen**

# Bedienungsanleitung Pinch-Messkoffer

**Projektfinanzierung**

Bundesamt für Energie  
3003 Bern

**Auftragnehmer**

Hochschule Luzern  
Technik & Architektur  
CC Thermische Energiesysteme und Verfahrenstechnik  
Technikumstrasse 21  
6048 Horw

**Verfasser**

Adrian Lauber

Hochschule Luzern

Mario Berchtold

Hochschule Luzern

**Kontakt HSLU**

Aktueller Messverantwortlicher

Mario Berchtold, [mario.berchtold@hslu.ch](mailto:mario.berchtold@hslu.ch)

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung .....	3
2. Hardware .....	3
3. Messung vorbereiten .....	5
4. Messung installieren .....	6
4.1. Platzierung Hardware .....	6
4.2. Montage PT100 Sensoren .....	8
4.3. Einstellungen Volumenstrommessung Flexim FLUXUS F601 .....	9
5. Messung konfigurieren, Starten und Datentransport .....	13
5.1. Konfiguration der Messung .....	13
5.2. Anleitung Datentransport.....	17
6. Funktionen von Grafana zur Datenvisualisierung .....	18
7. Problemlösungen Hardware .....	20
7.1. Batterien wechseln .....	20
7.2. Temperatursensoren austauschen.....	20

## Abkürzungen

BFE	Bundesamt für Energie
CC	Competence Center
CSV	Comma Separated Values (Dateiformat)
DAQ	Data Acquisition (Datenakquise)
ESP32	Mikrocontroller / Sensormodul
GUI	Graphical User Interface (Grafische Benutzeroberfläche)
HSLU	Hochschule Luzern
InfluxDB	Zeitreihendatenbank (Hersteller: InfluxData)
IP-Adresse	Internet Protocol Address (Internet-Protokoll-Adresse)
mV	Millivolt
NiMH	Nickel-Metallhydrid (Akkumulatoren)
OLED	Organic Light Emitting Diode (Displaytyp)
RS232	Serielle Schnittstelle (Datenübertragung)
SOC	State of Charge (Batterieladung in %)
STRG	Steuerungstaste (engl. CTRL)
USB-C	Universal Serial Bus Type-C (Steckverbinder)
VL	Vorlauf (z. B. bei Temperaturen)
RL	Rücklauf (z. B. bei Temperaturen)
WiFi	Wireless Fidelity (drahtloses Netzwerk)
2G/3G/4G	Mobilfunk-Generationen (2. / 3. / 4. Generation)

## Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Status	Änderungen und Bemerkungen	Bearbeitet von
Nr. 2	12.02.2026		Bedienungsanleitung überarbeitet.	Bem, Bob
Nr. 1	28.08.2025		Bedienungsanleitung erstellt.	Bem, Lad

## 1. Einführung

Das System Pinch-Messkoffer wurde an der Hochschule Luzern (HSLU) entwickelt und in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie (BFE) finanziert. Mit dem entwickelten Messkoffer steht ein innovatives, kostengünstiges Messsystem zur Verfügung, das die Erfassung thermischer Leistungen in Gebäuden und Anlagen deutlich vereinfacht. Dank der integrierten Anbindung an eine Daten-Cloud können Messdaten nicht nur schnell aufgenommen, sondern auch unmittelbar gespeichert, visualisiert und ausgewertet werden. Dadurch entsteht ein praxisnahes Werkzeug, das sowohl für Forschung und Entwicklung als auch für den praktischen Einsatz im Feld wertvolle Unterstützung bietet. Der Einsatz des Messkoffers hat zum Ziel die Installationszeit und Auswertung zu vereinfachen und beschleunigen.

## 2. Hardware

In diesem Kapitel wird die Hardware von dem Messkoffer beschrieben.

 <p>A red rectangular device with a black label that reads 'VIE: PINCHgateway 10.42.0.1 gw2.config ID: 25-000'. The text 'PINCH gateway' is printed in white on the front panel.</p>	<b>Gateway</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ RaspberryPi 4 für InfluxDB &amp; Web-GUI</li><li>▪ ESP32 zum Empfangen der Sensordaten &amp; Display</li><li>▪ Cloud-Synchronisation alle 5 Minuten, wenn mit einem Wifi verbunden</li><li>▪ Externe Stromversorgung nötig.</li><li>▪ Lüfter für Kühlung (23 dB(A))</li><li>▪ OLED-Display:<ul style="list-style-type: none"><li>Z1: verbundenes Wifi oder Hotspot-Name</li><li>Z2: IP-Adresse zum Verbinden über Webbrowser</li><li>Z3: Gateway-Name &amp; Modus («start», «config» oder «record»)</li><li>Z4: Mess-ID</li></ul></li></ul>
 <p>A blue rectangular sensor with a black label that reads 'VIE: PINCHsensor 23.74 25.74°C 2500mAh NiMH connected'. The text 'PINCH sensor' is printed in white on the front panel. Two red cables are attached to the bottom of the device.</p>	<b>PINCHsensor mit 2x PT100</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fühler: -40 bis 180°C (erweiterbar bis 200°C)</li><li>▪ Gehäuse: -20 bis 50°C</li><li>▪ Streuung Oberflächentemperaturmessung zwischen den Sensoren <math>\pm 0.3^\circ\text{C}</math></li><li>▪ Sichere &amp; robuste 3x 2500 mAh NiMH-Akkus</li><li>▪ Messintervall 10 s &amp; Datenübertragung alle 30 s</li><li>▪ Laufzeit mehr als 1 Jahr</li><li>▪ OLED-Display:<ul style="list-style-type: none"><li>Z1: Sensor-ID   Software-Version</li><li>Z2: Aktuelle Messwerte (ungültige Werte = 404.0)</li><li>Z3: Batteriespannung in mV (SOC in %)</li><li>Z4: Verbindungsstatus zum Gateway («connected» oder «offline»)</li></ul></li><li>▪ Display wird mit weissem Taster für 2.5 s aktiviert. Währenddessen wird der Messwert nicht aktualisiert (kein Live-Update, letzter Messwert). Häufiges Drücken während einer laufenden Messung kann aufgrund der Pausierung des Sendens, während dem Drücken zu Datenlücken führen.</li></ul>



### **PINCHsensor mit FLUXUS F601/608**

- FLUXUS sendet Messwerte und Einstellungen via RS232 an PINCHsensor (graue Box)
- PINCHsensor braucht externe Stromversorgung mit Netzteil FLUXUS
- OLED-Display:
  - Z1: Sensor-ID | Software-Version
  - Z2: Aktuelle Messwerte (ungültige Werte = 404.0)
  - Z3: Datacount (Anzahl Datenpunkte im Speicher)
  - Z4: Verbindungsstatus zum Gateway («connected» oder «offline»)



### **PINCHrouter**

- Teltonika RUT240/241
- Mobilfunk für Datenübertragung, wenn kein WiFi verfügbar ist
- Externe Stromversorgung nötig.
- Signalstärke des Mobilfunks wird in 5 Schritten durch LEDs angezeigt (2 LEDs → Signal ok)
- Im rot markierten Feld wird der Verbindungstyp angezeigt.

### 3. Messung vorbereiten

Viele Arbeitsschritte lassen sich bereits vor der Abreise zum Kunden vorbereiten. Nachfolgende Auflistung ist als **Checkliste** zu verstehen, welche abgearbeitet werden kann, vor der Abreise zum Kunden.

- 1) Mess-ID für die Messung beantragen (kann wiederverwendet werden)  
→ Wird vom Messverantwortlichen HSLU zugewiesen
- 2) Inhalt des Koffers auf Vollständigkeit prüfen
- 3) Liste der angezeigten Sensoren auf Vollständigkeit und Batteriestatus prüfen. Eventuell Sensoren bereits benennen (falls Zweck bekannt). Weitere Informationen in Kapitel 5
- 4) Material für die Montage der Temperatursensoren vorbereiten:
  - Wärmeleitpaste (1 Tube standardmässig im Koffer)
  - Aluminiumklebeband (Standard bis 160°C)
  - Kabelbinder (mind. 2 pro PT100 benötigt)
  - Dämmung (Glasfaserband)
- 5) Material für die Montage der Volumenstromsensoren (FLUXUS F601) vorbereiten. (Kapitel 4.3)
  - Montageschiene und Ketten (pro Volumenstromsensor)
  - Koppelpaste (Temperaturbereich beachten)
  - Schieblehre oder Massband
  - Optional: Wanddickensensor
- 6) Als Funktionstest kann das Gateway und der Router gestartet werden (Beschreibung in Kapitel 5)
- 7) Zum gestarteten Gateway kann mit einem Laptop oder Smartphone eine Hotspot-Verbindung aufgebaut werden und bereits vorkonfiguriert werden (Beschreibung in Kapitel 5)
- 8) Allfällige Fehler und Störungen an Messverantwortlichen HSLU melden

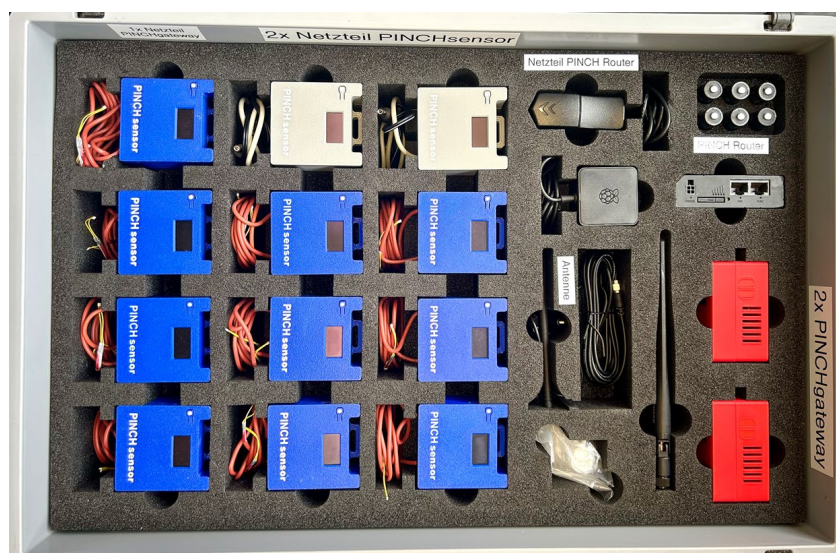


Abbildung 1: Kofferlayout Pinch-Messkoffer gross

## 4. Messung installieren

Dieses Kapitel beschreibt die Installation der Messung in einzelnen Arbeitsschritten, beginnend mit der Platzierung der Hardware, über die Montage der Sensoren bis zur vollständigen Einrichtung der Messmittel.

### 4.1. Platzierung Hardware

Das Vorgehen ist in mehrere Teile aufgeteilt, welche Schritt für Schritt abgearbeitet werden können. Zu Beginn erfolgt die Platzierung des Gateways und der blauen Sensorboxen. Danach werden die Sensoren konfiguriert und die Messdaten je nach Betriebsmodus entweder offline als CSV-Datei oder online über die Cloud geprüft.

- 1) Gateway an einem Ort aufstellen, welcher möglichst zu allen Messstellen Sichtverbindung hat oder mindestens keine grossen Hindernisse, wie dicke Mauern, aufweist (siehe Abbildung 2). Bei Sichtverbindung werden die Funkverbindungen am wenigsten gestört.
- 2) Blaue Sensorbox in der Nähe der Messstellen befestigen und auf Sichtverbindung achten (Rohre und Bleche können die Funkverbindung stören). Siehe Abbildung 2 für optimale Positionierung. Die grauen Sensorboxen für eine Volumenstrommessungen werden mit dem Netzteil des FLUXUS-Gerätes gespeist (FLUXUS-Transportkiste). Das Netzteil des FLUXUS-Gerätes an die graue Sensorbox anschliessen. Das Stromkabel (schwarz) und das Datenübertragungskabel von der grauen Sensorbox an das FLUXUS-Gerät anschliessen. (30 Sekunden warten).

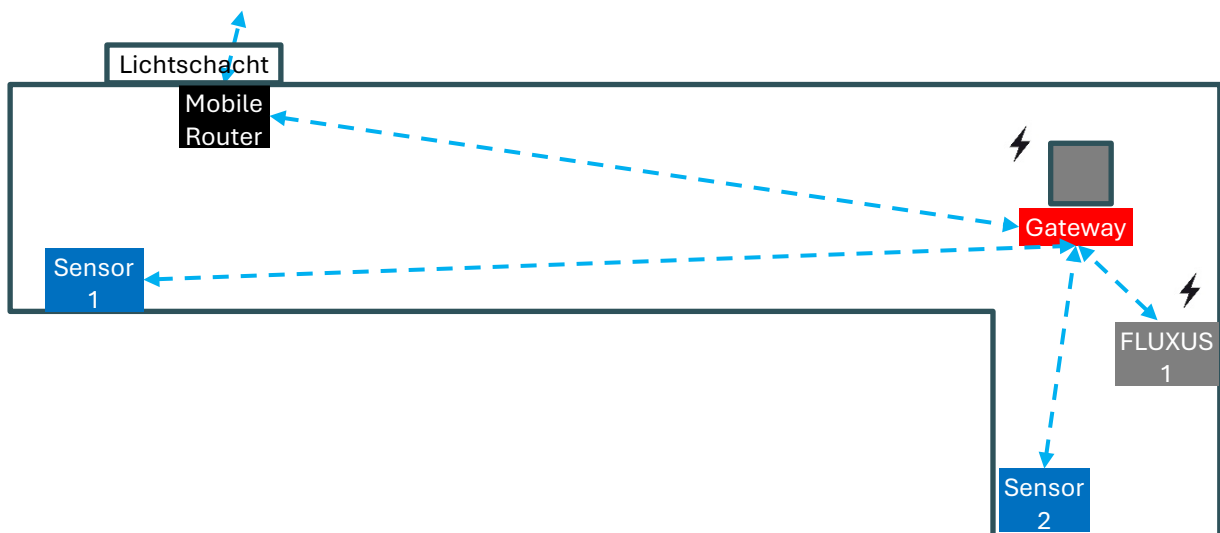


Abbildung 2: Optimale Anordnung der Geräte in einem Keller.

- 3) Den Anlagenbetreiber fragen, wo der Wifi-/Mobilfunk-Empfang am besten ist (Mit Laptop oder Smartphone überprüfen). Falls kein Wifi-Netzwerk vorhanden ist, Router benutzen (Aufstarten dauert 5 Minuten). Im Keller lässt sich der Empfang verbessern durch geeignete Platzierung des Routers und/oder der Mobilfunkantenne:
  - Nahe an einem Lichtschacht oder einer Tür
  - Durchbrüche zum Obergeschoss
  - Antenne mit Verlängerungskabel z. B. ins Treppenhaus verlängern
  - Bei Gitterabdeckungen eine Stabantenne am Gitter montieren

- 4) Falls der Router genutzt werden muss, das Netzteil Router einstecken und diesen nach Abbildung 2 positionieren (Aufstarten dauert ca. 5 Minuten). Antennen nach Abbildung 3 montieren. Signalstärke auf der Seite des Routers überprüfen. 2 Striche bei der Signalstärke genügen für den Datentransfer. **Wichtig:** LED im Bereich «2G 3G 4G» muss **permanent leuchten** (Datentransfer schnell blinkend). Bei blinkendem LED im Sekundentakt ist keine Internetverbindung vorhanden!



Abbildung 4: Seitenansicht Router



Abbildung 3: Mobile Router mit externer Antenne (links) mit kurzer Antenne (rechts)

#### Hinweise:

- Falls keine Mobilfunk- oder Gäste-WLAN-Verbindung möglich ist oder der Kunde keine Cloud-Übertragung gestattet: Die Daten werden immer lokal auf dem Gateway gespeichert und können am Ende der Messung ausgelesen werden. Dadurch muss die Stromversorgung des Gateways unterbrochen werden. Das Gateway einstecken und gemäss Kapitel 5 konfigurieren.
- Für die Datenübertragung in die Cloud bei Offline-Messungen: Der Betreiber kann das Gateway wöchentlich aus dem Keller an einen Ort mit WLAN bringen. Die Übertragung dauert ca. 15 Minuten und unterbricht die Messung. Keine neue Konfiguration nötig. Verbindungskontrolle durchführen. Das Übertragen der Daten bei einer Offline-Messung ist in Kapitel 5.2 beschrieben.
- Falls nicht alle Sensoren verbunden sind: Ein zweites Gateway aufstellen, um die Funkabdeckung zu verbessern.
- Bei geringer Temperaturdifferenz: Vor- und Rücklauf möglichst mit demselben PINCHsensor messen. So wird die Messabweichung der Temperaturdifferenz minimiert.
- Falls die FLUXUS-Einstellungen nicht in die Cloud übertragen wurden: Messung abrechnen und die Messung mit eingestecktem PINCHsensor neu starten.

## 4.2. Montage PT100 Sensoren

Die Qualität der Temperaturmessung mit PT100-Sensoren hängt massgeblich von einer fachgerechten Installation ab. Daher müssen bei der Montage und Inbetriebnahme mehrere wesentliche Punkte berücksichtigt werden.

- 1) Messstelle (Rohr) auswählen und vorbereiten (Abbildung 5):  
Oberfläche leicht anschleifen und mit Aceton reinigen (Rauigkeit reduzieren)

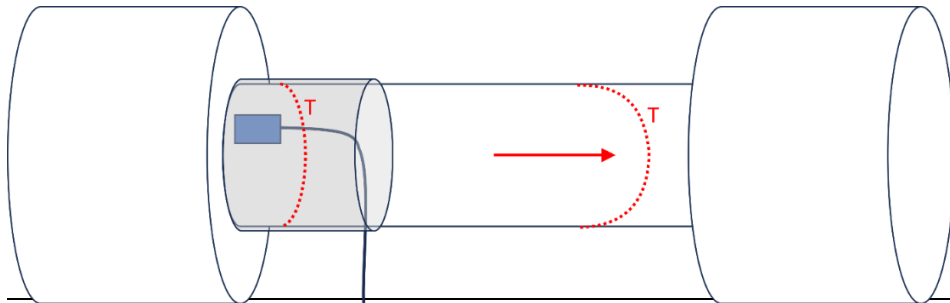


Abbildung 5: Optimale Position Montage PT100 nach Dämmung für ungestörtes Temperaturprofil

- 2) Material vorbereiten
  - Wärmeleitpaste und Schraubenzieher
  - Aluminiumklebeband (25x25 mm)
  - Dämmung (Rohr umwickeln)
  - 2x Kabelbinder
- 3) Wärmeleitpaste mit Schraubenzieher auf die weisse Seite des PT100 auftragen.
- 4) Das Sensorkabel an der Messstelle mittels Kabelbinder fixieren (Abbildung 6, Schritt 1). Für eine hohe Messgenauigkeit ist eine parallele Wegführung des Kabels zur Strömungsrichtung des Mediums entscheidend. Bei grossen Rohren (>35mm) Montage auf der Seite des Rohres. Bei Temperaturen >150°C Dämmung unter dem Silikonkabel vorsehen.

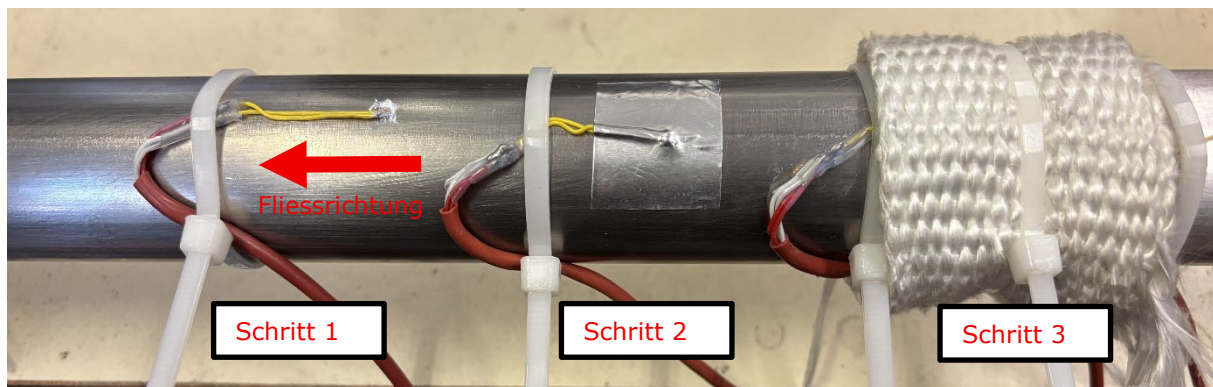


Abbildung 6: Montage PT100 in 3 Schritten

- 5) Aluminiumklebeband so positionieren, dass sich der Sensor in der Mitte befindet (Schritt 2), unbedingt Luftschlüsse im Aluminiumklebeband minimieren.
- 6) Dämmung um das gesamte Rohr anbringen und mit Kabelbinder befestigen (leicht anziehen) (Schritt 3)
- 7) Messwert auf Display PINCHsensor prüfen
- 8) Falls eine Volumenstrommessung durchgeführt wird, weiter bei Kapitel 4.3. Ansonsten weiter bei Kapitel □ Messung konfigurieren, starten und Datentransport. **(Hinweise nächste Seite)**

Hinweise:

- Genauigkeit der Temperaturmessung nur bei turbulentem Durchfluss gegeben.
- Dämmung entscheidend bei grosser Temperaturdifferenz zwischen Kerntemperatur und Umgebungstemperatur
- Bei horizontalen Rohren Montage des Sensors unten und oben am Rohr nicht empfohlen.
- Bei Vor- und Rücklaufemperaturmessung möglichst denselben PINCHsensor verwenden.

### 4.3. Einstellungen Volumenstrommessung Flexim FLUXUS F601

Nach dem Montieren der Temperatursensoren kann das Volumenstrommessgerät in Betrieb genommen werden. Für die Montage der Volumenstromsensoren sowie die Einrichtung des Messgerätes sind nachfolgend die wichtigsten Punkte aus der Bedienungsanleitung des FLUXUS F601 zusammengefasst. Eine Ausführliche Beschreibung ist in der offiziellen Bedienungsanleitung des FLUXUS-Gerätes ersichtlich ([Bedienungsanleitung Deutsch](#) oder Abbildung 9 (QR-Code)). In diesem Abschnitt werden auf die wichtigsten Hilfestellungen und Einstellungen für die Verbindung mit dem Messkoffer eingegangen. Abbildung 7 stammt aus der Bedienungsanleitung, welche eine Übersicht über die Menus des FLUXUS F601 geben.

Tab. 4.1: Beschreibung der Programmzweige

Programmzweig	Beschreibung
Parameter	Bevor eine Messung gestartet werden kann, müssen die Sensor-, Rohr- und Fluidparameter im Programmzweig <code>Parameter</code> eingegeben werden.
Messung	Im Programmzweig <code>Messung</code> wird nach der Aktivierung der Messkanäle und nach der Eingabe des Sensorabstands die Messung gestartet.
Ausgabeoptionen	Kanalbezogene Einstellungen, wie z.B. Festlegen von Messgröße, Maßeinheit und der Parameter für die Messwertübertragung, werden im Programmzweig <code>Ausgabeoptionen</code> vorgenommen.
Sonderfunktion	Globale Einstellungen, die mit der Messung nicht direkt in Beziehung stehen.

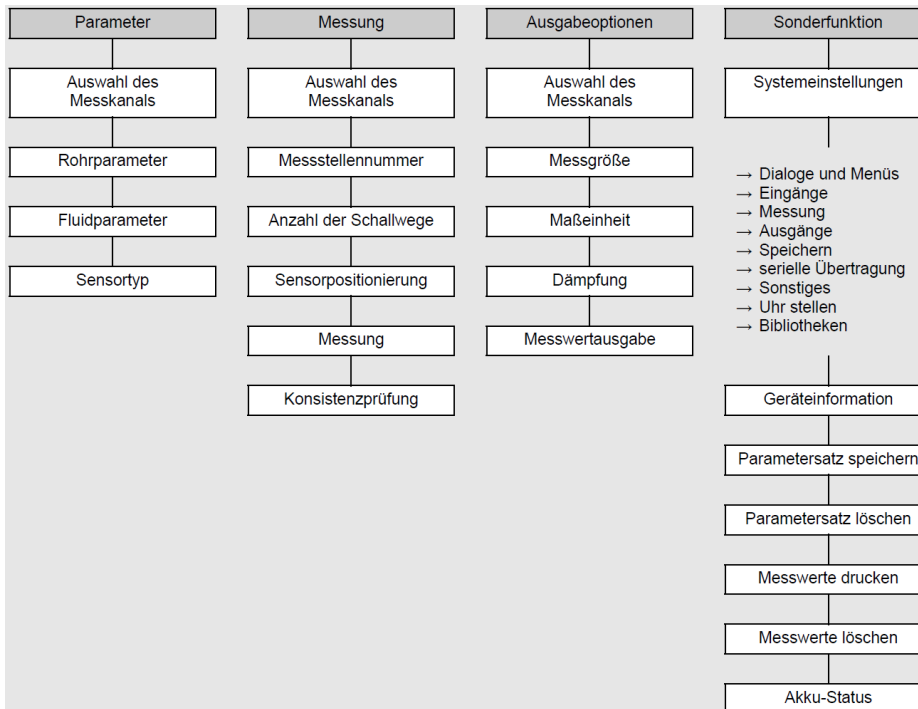


Abbildung 7: Übersicht Menu FLUXUS F601, Quelle: FLUXUS Handbuch

- 1) Die Stromversorgung des FLUXUS-Gerätes wird mit dem PINCHsensor bereitgestellt (schwarzes Kabel), sowie auch die Datenübertragung (graues Kabel). Beides Einstecken und Verbindung zum Gateway prüfen.
- 2) Als erster Schritt müssen die Parameter der Messstelle im Menu «Parameter» eingegeben werden (Abbildung 8). Diese werden mit dem Messkoffer erfasst und in der Datenvisualisierung dargestellt. Bei der Option Aussendurchmesser kann mit Taste 0 und Enter auch der Umfang eingegeben werden (empfohlen für grosse Rohre). Falls ein Wanddickensensor verwendet wird, muss der Strich auf der Sensoroberfläche so angeordnet sein, dass dieser 90° zur Flussrichtung der Flüssigkeit im Rohr angesetzt wird (Strich muss das Rohr «schneiden»).

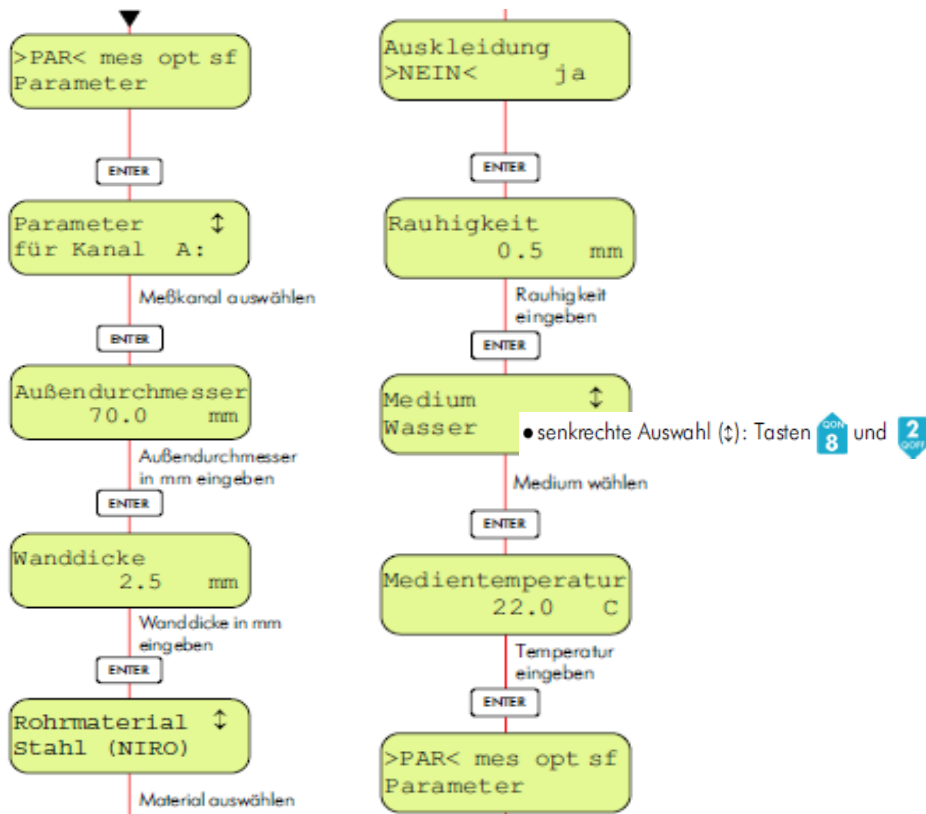


Abbildung 8: Menu Parameter Optionen FLUXUS F601

- 3) In einem zweiten Schritt unter «Sonderfunktionen» folgende Einstellungen anpassen:
  - Systemeinstellungen/Uhrzeit stellen → Einstellen
  - Systemeinstellungen/serielle Übertr.
    - SEND date+ time: NEIN
    - SER:kill spaces: NEIN
    - SER:decimalpoint: Komma «,»
    - SER:col-separat.: Semikolon «;»
  - Messwerte löschen: JA (Optional)



Abbildung 9: Bedienungsanleitung FLUXUS F601

- 4) Nachfolgend müssen die «Ausgabeoptionen» eingestellt werden. Hierbei müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden (Kapitel 9 in Anleitung FLUXUS):
- für Kanal A: → ENTER
  - Messgröße: Volumenstrom
  - Volumen in: l/h (Wichtig für die Wärmestromberechnung)
  - (Optional) T1/T2: NEIN
  - Dämpfung: 10 s (Mittelwert über 10 s wird gespeichert)
  - Messdaten speich.: NEIN (Auf FLUXUS-Gerät)
  - **Serielle Ausgabe: JA**
  - Ablagerate: alle 10 Sekunden
  - Stromschleife: NEIN (Nur bei Analog-Ausgang auf JA)
  - Error-val. Delay: 10 s
- 5) Wenn alle Einstellungen der Parameter, Ausgabeoptionen und Sonderfunktionen durchgeführt wurden, kann zum Menu Messen navigiert werden (Abbildung 10). Kanal wählen und Montageart durch die Anzahl Schallwege eingeben. Danach wird der empfohlene Sensorabstand angezeigt. Bei einem negativen Sensorabstand bis zu -15 mm wird empfohlen die Sensoren mit Abstand 0 zu montieren und den effektiven Abstand der Sensoren einzugeben (Mit Schuhmontage 5 mm).
- 6) Im Untermenü Qualitätsprüfung können folgende Parameter für die Beurteilung der Messstelle analysiert werden: (Empfohlener Bereich angegeben)
- Signalamplitude:  $S > II$
  - Qualität:  $Q > IIIIIIII$  (Signalbalken konstant im „hinteren“ Drittel)
  - SCNR:  $>> 20$  dB
  - SNR:  $>> 10$  dB
  - Verstärkung:  $> 50$  bis  $70$  dB ( $<< 94$ dB **GAIN**)
  - Schallgeschwindigkeit prüfen und mit Medium auf Plausibilität abgleichen.

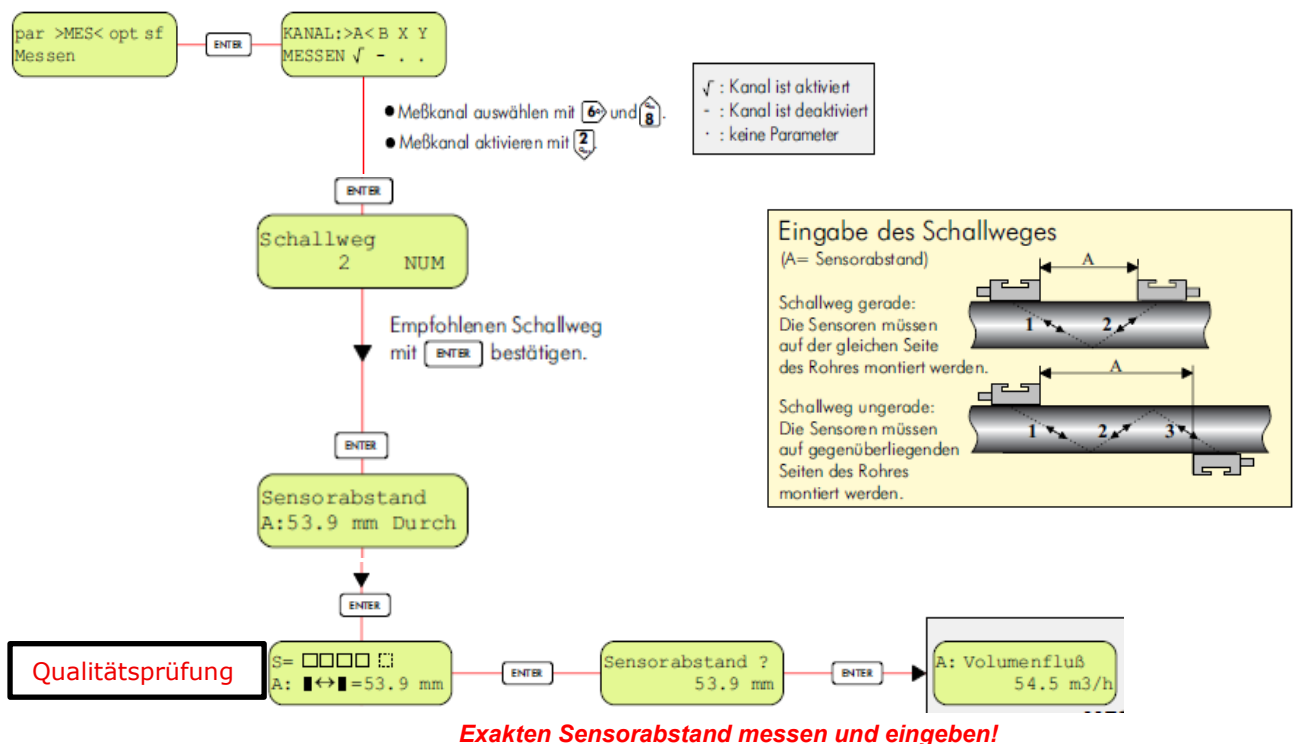


Abbildung 10: Menu Messung Optionen FLUXUS F601

- 7) Sobald die Messung gestartet wurde, können mit den genannten Tasten folgende Parameter angezeigt und Optionen aktiviert werden:
- 8) Mit Drücken der Taste 3 können in der unteren Zeile die Messwerte angezeigt werden:
  - Standardanzeige: Durchfluss
  - Geschwindigkeit
  - Schallgeschwindigkeit (kann mit Tabellenwert verglichen werden)
- 9) Mit Drücken der Taste 9 können in der oberen Zeile die Werte angezeigt werden
  - Mengenzähler (wenn aktiviert mit Taste 8, Zurücksetzen mit 3x Taste 2)
  - Geschwindigkeit
  - Speicher voll (wenn Messdaten Speichern aktiviert)
  - Messmodus (Standard: TransitTime, Optional NoiseTrack)
  - Sensorabstand (Empfohlen) und eingestellter Wert
  - **Qualitätsbeurteilung der Messung** (siehe Abbildung 11)
  - Batteriestatus

	Wert	Bedeutung
S		<b>Signalamplitude</b>
	0	< 5 %
	9	≥ 90 %
Q		<b>Signalqualität</b>
	0	< 5 %
	9	≥ 90 %
c		<b>Schallgeschwindigkeit</b> Vergleichen der gemessenen und der erwarteten Schallgeschwindigkeit des Fluids Die erwartete Schallgeschwindigkeit wird aus den Fluidparametern berechnet.
	√	ok, entspricht dem erwarteten Wert
	↑	> 20 % des erwarteten Werts
	↓	< 20 % des erwarteten Werts
	?	unbekannt, kann nicht gemessen werden
R		<b>Strömungsprofil</b> Information über das Strömungsprofil, basierend auf der Reynoldszahl
	T	vollständig turbulentes Strömungsprofil
	L	vollständig laminares Strömungsprofil
	↑	Übergangsbereich zwischen laminarer und turbulenter Strömung
	?	unbekannt, kann nicht berechnet werden
F		<b>Strömungsgeschwindigkeit</b> Vergleichen der gemessenen Strömungsgeschwindigkeit mit den Strömungsgrenzwerten des Systems
	√	ok, Strömungsgeschwindigkeit liegt nicht im kritischen Bereich
	↑	Strömungsgeschwindigkeit höher als der aktuelle Grenzwert
	↓	Strömungsgeschwindigkeit niedriger als die aktuelle Schleichmenge
	?	unbekannt, kann nicht gemessen werden

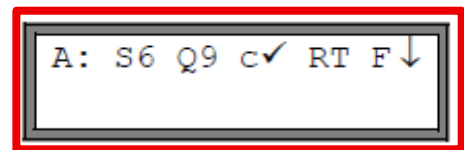


Abbildung 11: Tabelle zur Qualitätsbeurteilung der Messung

Hinweise:

- Falls die FLUXUS-Einstellungen nicht in die Cloud übertragen wurden: Messung auf FLUXUS abbuchen und die Messung neu starten.
- Weitere Hinweise in Bedienungsanleitung FLUXUS zu finden ([Bedienungsanleitung Deutsch](#)).
- Falls Daten speichern aktiviert wurde, muss die Option Ringbuffer (erste Daten werden überschrieben bei vollem Speicher) eingeschaltet werden, da ansonsten bei vollem Messspeicher nicht mehr gesendet werden kann.

## 5. Messung konfigurieren, Starten und Datentransport

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie eine Messung konfiguriert und gestartet werden kann. Dies findet alles mittels Web-GUI statt. Während diesem Prozess sind folgende Betriebszustände des Gateways möglich: «start» (Gateway wird aufgestartet), «config» (Gateway ist aufgestartet und kann konfiguriert werden) und «record» (Messung wurde gestartet, Gateway trennt sich von der Hotspot-Verbindung). Bei einer Online-Messung werden die Daten laufend in die Cloud übermittelt. Bei einer Offline-Messung gilt es die Anleitung in Kapitel 5.2 zu berücksichtigen, um die Daten zu übermitteln. Eine Offline-Messung wird identisch konfiguriert wie eine Onlinemessung. Um eine Messung starten zu können ist lediglich die Verbindung zum Router notwendig, unabhängig davon, ob dieser eine Netzwerkverbindung hat oder nicht. Die Internetverbindung ist relevant für die Datenübermittlung und diese muss bei einer Offline-Messung manuell gemäss Kapitel 5.2 durchgeführt werden.

### 5.1. Konfiguration der Messung

- 1) Gateway an Strom anschliessen mittels Netzteil Raspberry Pi (Displayanzeige: start...).
- 2) Warten, bis das Display auf dem Gateway leuchtet und «PINCHgateway» als Hotspot-Name in Zeile 1 und in Zeile 3 Modus «config» angezeigt wird.
- 3) Auf dem Laptop oder Smartphone unter Netzwerke (WLAN) mit dem «PINCHgateway» verbinden. Verbindungsoption mit Netzwerkschlüssel verwenden. Passwort: LowCostDAQ.
- 4) Webbrowser öffnen und die Adresse vom Display des Gateways auf Zeile 2 wählen und in URL-Leiste eintragen (Bsp: 10.42.0.1). Es erscheint die Anzeige, die in Abbildung 16 dargestellt ist.
- 5) Datum und Uhrzeit des PINCHgateway wird automatisch vom Laptop oder Smartphone übernommen (Abbildung 12). → Überprüfen auf Korrektheit

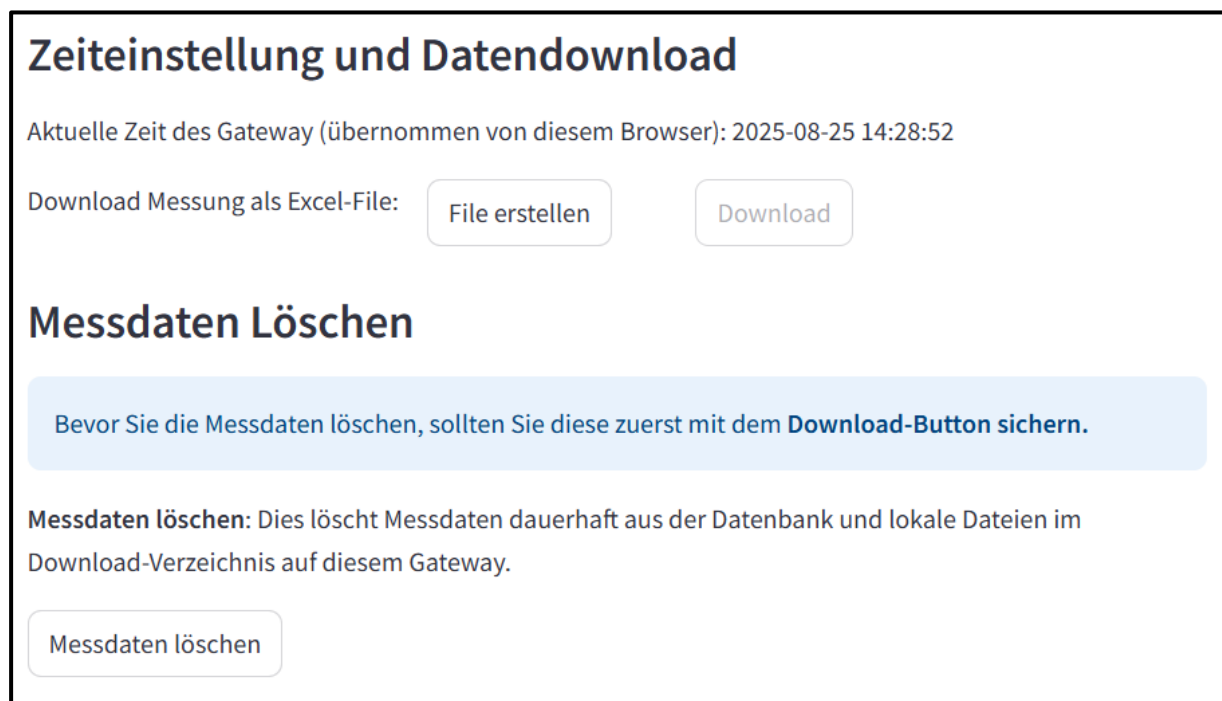


Abbildung 12: Zeiteinstellung, Datendownload und Messdaten löschen im GUI

- 6) (Optional) Die Messwerte der aktuellen Messung können lokal als CSV-Datei heruntergeladen werden. Zuerst «File erstellen» wählen. Dies kann, je nach Messdauer einige Zeit dauern. Sobald der Knopf «Download» verfügbar ist, ist die Datei bereit und kann im lokalen Download-Ordner auf dem verbundenen Gerät gespeichert werden.
- 7) Optional können die Messdaten gelöscht werden. Dies kann nach Abschluss der Messungen durchgeführt werden. (**Achtung:** Gelöschte Messdaten können nicht wiederhergestellt werden!)

- 8) Die zugewiesene Mess-ID eintragen (Abbildung 13). Der Knopf «alles zurücksetzen» setzt die Mess-ID zurück und löscht alle Positionsbezeichnungen der Sensoren. Die Anzeige der aktualisierte Sensorliste dauert ca. 1-2 Minuten nach dem Wählen der Mess-ID. Immer wieder den Browser zu aktualisieren kann helfen. Durch Scrollen in der Sensorliste kann auf alle Sensoren zugegriffen werden.

## Messung definieren

**Zugewiesene Mess-ID** vom Messverantwortlichem HSLU verwenden:

Button "Alles zurücksetzen" setzt die Mess-ID und die Benennungen der Sensoren zurück.

Mess-ID (YY-XXX)  Alles zurücksetzen

Gateway Name: m02gw1

**Tabelle zur Benennung der Sensoren**

- Links: Spalte **Position** um die Sensoren zu benennen (T\_ & V\_ bereits im Namen):  
z.B. 'Ein\_WÜ\_CIP', 'Aus\_RK', 'Heizung'
- Rechts: Tabelle zur Kontrolle von Signalstärke (RSSI) & Batteriestatus (U\_bat)

ID	☰ Position	T
T42-1	Vorlauf	21.2
T42-2	Rücklauf	20.8
T99-1	-	20.9
T99-2	-	20.8

ID	RSSI	U_bat
T42	-47	3675 (75%)
T99	-48	3915 (100%)

Abbildung 13: Messung definieren im GUI

- 9) Liste der Verfügbaren Sensoren wird angezeigt (Abbildung 13). (**Browser aktualisieren** bei unvollständiger Liste, kann 2-3 Minuten dauern!). Sensoren im Bereich «Position» Namen vergeben. Mit «ENTER» bestätigen. Wert wird aktualisiert (kurze Verzögerung).
- Jeder Sensor hat einen oder zwei Messpunkte, welchen Positionsbezeichnungen zugewiesen werden können.
  - Wenn kein Messwert vorhanden (nan), kann keine Bezeichnung definiert werden.
  - **Präfix «T\_» für Temperatur und «V\_» für Volumenstrom** bereits in der ID vorhanden. Beispielbezeichnung: (Vorlauf, Rücklauf).
  - Der Zeitverlauf der Messwerte kann ebenfalls eingesehen werden
  - Ladezustände der batteriebetriebenen Sensoren prüfen.
    - 3'300 mV: Batterien sind entladen -> auswechseln (SOC = 0%)
    - 3'000 mV: **Gefahr von Tiefentladung!**
  - Bei den blauen Sensorboxen auf den Knopf des Sensors drücken, um zu prüfen, ob eine Verbindung zum Gateway besteht (Anzeige Zeile 4: «connected»).

10) Falls eine Volumenstrommessung durchgeführt wird, kann der Wärmestrom berechnet werden (Abbildung 14). Dafür im Drop Down-Menu die Temperaturen  $T_{Ein}$ ,  $T_{Aus}$ ,  $T_{Medium}$  ( $T_{Mean}$  empfohlen) und das Medium definieren. Optional können Dichte und spezifische Wärmekapazität selbständig eingetragen werden (Default: Coolprop\* Daten).

## Berechnung der Wärmeleistungen

Wahlweise ein Medium aus der Liste wählen, oder Optional z.B. für Thermoöl Dichte ( $\rho$ ) und spezifische Wärmekapazität ( $c_p$ ) individuell vorgeben. Medium mit Anteil Glykol vorgeben:

- MPG=Propylen (Standard)
- MEG=Ethylen (Lebensmittel)

Bei VolumenstromEinstellung des FLUXUS in l/h wird die Wärmeleistung in kW berechnet

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (T_{Ein} - T_{Aus}) \cdot \rho(f(T_{Medium})) \cdot c_p(f(T_{Ein}, T_{Aus}))$$

☰	☰ T_Ein ▼	☰ T_Aus ▼	☰ T_Medium ▼	☰ Medium ▼	☰ c_p (opt)	☰ rho (opt)
V01-1	-- wählen --	-- wählen --	-- wählen --	-- wählen --	nan	nan
V01-2	-- wählen --	-- wählen --	-- wählen --	-- wählen --	nan	nan
V02-1			T_Ein	Water	nan	nan

Abbildung 14: Berechnung der Wärmeleistungen im GUI

11) Wifi-Netzwerk auswählen (Abbildung 15), bei Mobilfunkverbindung PINCHrouter auswählen und Passwort (LowCostDAQ) eintragen. Bereits bekannte Netzwerke sind mit (✓) hinter dem Namen gekennzeichnet.

## Neues Wifi verbinden

Konfiguration nur im Hotspot-Modus möglich, nach 5 Minuten ohne Aktivität wird der Hotspot deaktiviert  
**ACHTUNG:** Sobald "Messung starten" gedrückt wird, wird der Hotspot deaktiviert und der Zugriff auf das Gateway wird gesperrt. Neuer Zugriff durch Neustart des Gateways möglich.

PINCHrouter (✓)
▼

LowCostDAQ

Messung  
starten

Abbildung 15: Neues Wifi verbinden im GUI

12) Um die Messung zu starten (**Messung starten**) drücken. Neues Wifi auf dem Gateway-Display ersichtlich mit IP-Nummer auf Zeile 2. Auf dem Gateway-Display erscheint auf Zeile 3 Modus «record». Messdaten werden gesendet. Display ist nur noch aktiv, wenn der Knopf gedrückt wird.

Hinweise:

- Der Hotspot bleibt ohne Interaktion 5 Minuten aktiv. Bei bereits Konfigurierter Messung und Wifi-Verbindung wird nach 5 Minuten ohne Interaktion in den Modus «record» gewechselt. Sobald mit dem Laptop verbunden wurde, bleibt der Hotspot aktiv bis zum Start der Messung.
- **Aktualisieren des Browsers** hilft, falls nicht alle Sensoren angezeigt werden.
- Konfiguration ist nur im Hotspot-Modus möglich. Um erneut in den Konfigurationsmodus zu kommen, kann die Stromversorgung des Gateways kurz unterbrochen werden.
- Benennung der Sensoren in Schema und Fotos zur Nachvollziehbarkeit festhalten.

\*<https://coolprop.org/index.html>

# PINCHgateway Konfiguration

## Informationen

In dieser Ansicht können Sie die Messstellen konfigurieren und eine kurze Auswertung der Messdaten vornehmen. Für das Einrichten beachten Sie die Bedienungsanleitung im Messkoffer. Falls die Konfiguration abbricht, können Sie das Gateway neu starten, indem Sie den Stecker ziehen und wieder einstecken. Falls nicht alle Sensoren erkannt werden, **aktualisieren Sie den Browser** und prüfen Sie die Blau Box (Zeile 4 "connected").

## Zeiteinstellung und Datendownload

Aktuelle Zeit des Gateway (übernommen von diesem Browser): 2025 08 28 08:27:45

Download Messung als Excel File:

File erstellen

Download

## Messdaten Löschen

Bevor Sie die Messdaten löschen, sollten Sie diese zuerst mit dem **Download-Button sichern**.

**Messdaten löschen:** Dies löscht Messdaten dauerhaft aus der Datenbank und lokale Dateien im Download Verzeichnis auf diesem Gateway.

Messdaten löschen

## Messung definieren

**Zugewiesene Mess-ID** vom Messverantwortlichem HSLU verwenden:

Button "Alles zurücksetzen" setzt die Mess ID und die Benennungen der Sensoren zurück.

Mess-ID (YY-XXX)

25-000

Alles zurücksetzen

Gateway Name: m00gw0

Tabelle zur Benennung der Sensoren

- Links: Spalte **Position** um die Sensoren zu benennen (T\_ & V\_ bereits im Namen): z.B. 'Ein\_WU\_CIP', 'Aus\_RK', 'Heizung'
- Rechts: Tabelle zur Kontrolle von Signalstärke (RSSI) & Batteriestatus (U\_bat)

empty	empty
-------	-------

## Berechnung der Wärmeleistungen

Wahlweise ein Medium aus der Liste wählen, oder Optional z.B. für Thermoöl Dichte ( $\rho$ ) und spezifische Wärmekapazität ( $c_p$ ) individuell vorgeben. Medium mit Anteil Glykol vorgeben:

- MPG=Propylen (Standard)
- MEG=Ethylen (Lebensmittel)

Bei Volumenströmeinstellung des FLUXUS in l/h wird die Wärmeleistung in kW berechnet

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (T_{Ein} - T_{Aus}) \cdot \rho(f(T_{Medium})) \cdot c_p(f(T_{Ein}, T_{Aus}))$$

Keine Berechnung der Wärmeleistung definiert. Bitte zuerst die Messung definieren.

## Neues Wifi verbinden

Konfiguration nur im Hotspot Modus möglich, nach 5 Minuten ohne Aktivität wird der Hotspot deaktiviert  
**ACHTUNG:** Sobald "Messung starten" gedrückt wird, wird der Hotspot deaktiviert und der Zugriff auf das Gateway wird gesperrt. Neuer Zugriff durch Neustart des Gateways möglich.

hslu

Wifi Passwort...

Messung  
starten

## Zeitverlauf

Resampling

Refresh-Intervall [s]

Auto Refresh

Original

60

Y-Min (T, leer = auto)

auto

Y-Max (T, leer = auto)

auto

Y-Min (V, leer = auto)

auto

Y-Max (V, leer = auto)

auto

Abbildung 16: Web-GUI zur Konfiguration der Messung mit Laptop oder Smartphone gesamt.

## 5.2. Anleitung Datentransport

Die Anleitung für den Datentransport wird bei einer Offline-Messung benötigt. Hierfür gibt es die Möglichkeit die das Gateway mit dem Router zu Verbinden und die Messdaten in die Cloud zu laden oder die Daten als CSV-Datei herunterzuladen.

### Daten mit der Cloud-Datenbank synchronisieren

- 1) Gateway und Router ausstecken und mit einem Reserve Temperatursensor ins Büro nehmen
- 2) Router einstecken (Dauert ca. 5 Minuten, bis Verbindung besteht)
- 3) Gateway an Strom anstecken
- 4) PC mit Gateway verbinden -> Netzwerk (WLAN): PINCHgateway  
(Verbindungsoption mit Netzwerkschlüssel. Passwort: LowCostDAQ)
- 5) Browser öffnen und Adresse vom Display des Gateways (Zeile 2) in URL-Leiste eintragen  
(Bsp: 10.42.0.1)
- 6) Mit Router verbinden (Abbildung 15)
- 7) Messung starten drücken (Gateway schaltet in Modus «record», Verbindung zum Gateway wird getrennt und ist nicht mehr auffindbar)
- 8) Daten werden übermittelt. Die Dauer der Übermittlung variiert je nach Datenmenge (5-20 min)
- 9) Sobald Daten übermittelt: Router und Gateway ausstecken
- 10) Schritt 2 bis 7 erneut bei der Messstelle durchführen

### Daten als CSV-Datei herunterladen

- 1) Laptop an Messstelle mitnehmen
- 2) Gateway neustarten durch Aus- und Einstecken
- 3) PC mit Gateway verbinden -> Netzwerk (WLAN): PINCHgateway  
(Verbindungsoption mit Netzwerkschlüssel, Passwort: LowCostDAQ)
- 4) Browser öffnen und Adresse vom Display des Gateways (Zeile 2) in URL-Leiste eintragen  
(Bsp: 10.42.0.1)
- 5) File erstellen drücken / 10 Sekunden warten und anschliessend downloaden (Abbildung 12)
- 6) Sobald CSV-Datei heruntergeladen: Messung starten drücken (Gateway schaltet «record», Verbindung zum Gateway wird getrennt und ist nicht mehr auffindbar)

Hinweise:

- Wenn das Gateway allein entfernt wird und zu allen Sensoren die Verbindung verliert kann dies zu Störungen führen. Deshalb sollte ein Reserve Temperatursensor mitgenommen werden, sodass die Verbindung zu einem Sensor bestehen bleibt.

## 6. Funktionen von Grafana zur Datenvisualisierung

Die erfassten Messdaten werden über die Plattform Grafana visualisiert und für die Auswertung bereitgestellt. Dieses Kapitel beschreibt den Zugriff auf die Visualisierungsoberfläche, die grundlegende Bedienung der Benutzeroberfläche sowie die verfügbaren Darstellungs- und Exportfunktionen.

- 1) Zugriff Datenvisualisierung: Adresse [daq.pinch.ch](http://daq.pinch.ch) Scannen QR-Codes (Abbildung 17)



Abbildung 17: DAQ Grafana

- 2) Login mit den zugewiesenen Logindaten vom Messverantwortlichen HSLU.
- 3) Darstellungen müssen vom Messverantwortlichen der HSLU konfiguriert werden. Nachträgliche Änderungen möglich nach Absprache.
- 4) Beispielabbildung als Gesamtübersicht in Abbildung 20 gezeigt. Zeitbereich wählen, z. B. 1 h, 1 Tag, 1 Woche (Es kann auch durch Markieren gezoomt werden).
- 5) Durch Klick auf den Signalnamen können einzelne Signale an- und abgewählt werden. Mit STRG können mehrere Signale angezeigt werden.
- 6) Als Standard werden Darstellungen für Temperatur, Volumenstrom, Wärmestrom, FLUXUS-Settings, Akku und Meteo Schweiz-Station zur Verfügung gestellt.
- 7) Die Daten können für jedes Panel (Bsp. Temperatur, Volumenstrom) einzeln heruntergeladen werden. Defaultmässig werden für alle Sensordaten die Messpunkte jede 10 Sekunden und bei den MeteoDaten die Messpunkte alle 10 Minuten zur Verfügung gestellt. In Abbildung 18 sind die Panel-Optionen dargestellt. Durch Drücken auf die drei Punkte oben rechts am Panel öffnen sich die Optionen.

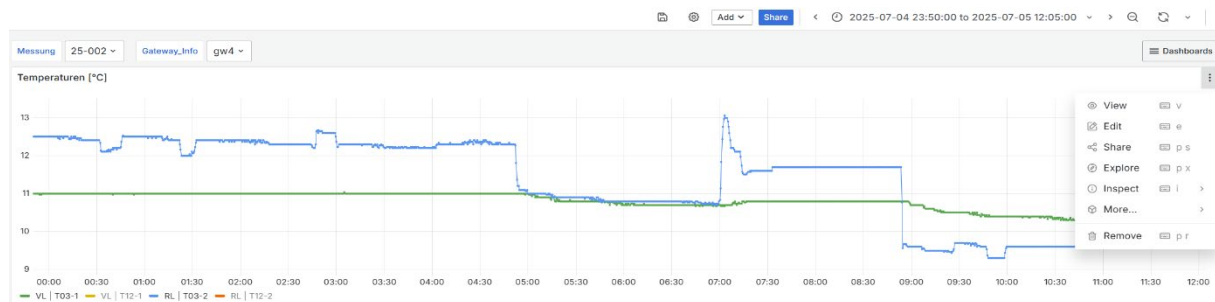


Abbildung 18: Panel-Optionen der Grafana-Visualisierung

- 8) Unter «Inspect» → «Data» können die Daten angesehen werden. Dabei können einzelne Spalten oder alle Daten im Panel mit «Download csv» heruntergeladen werden (Abbildung 19). Es werden nur die Daten im ausgewählten Zeitbereich heruntergeladen.

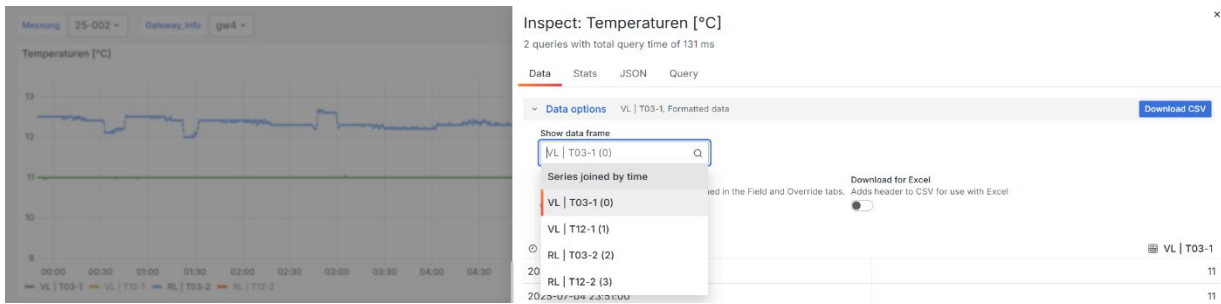


Abbildung 19: Daten-Download Optionen in Grafana

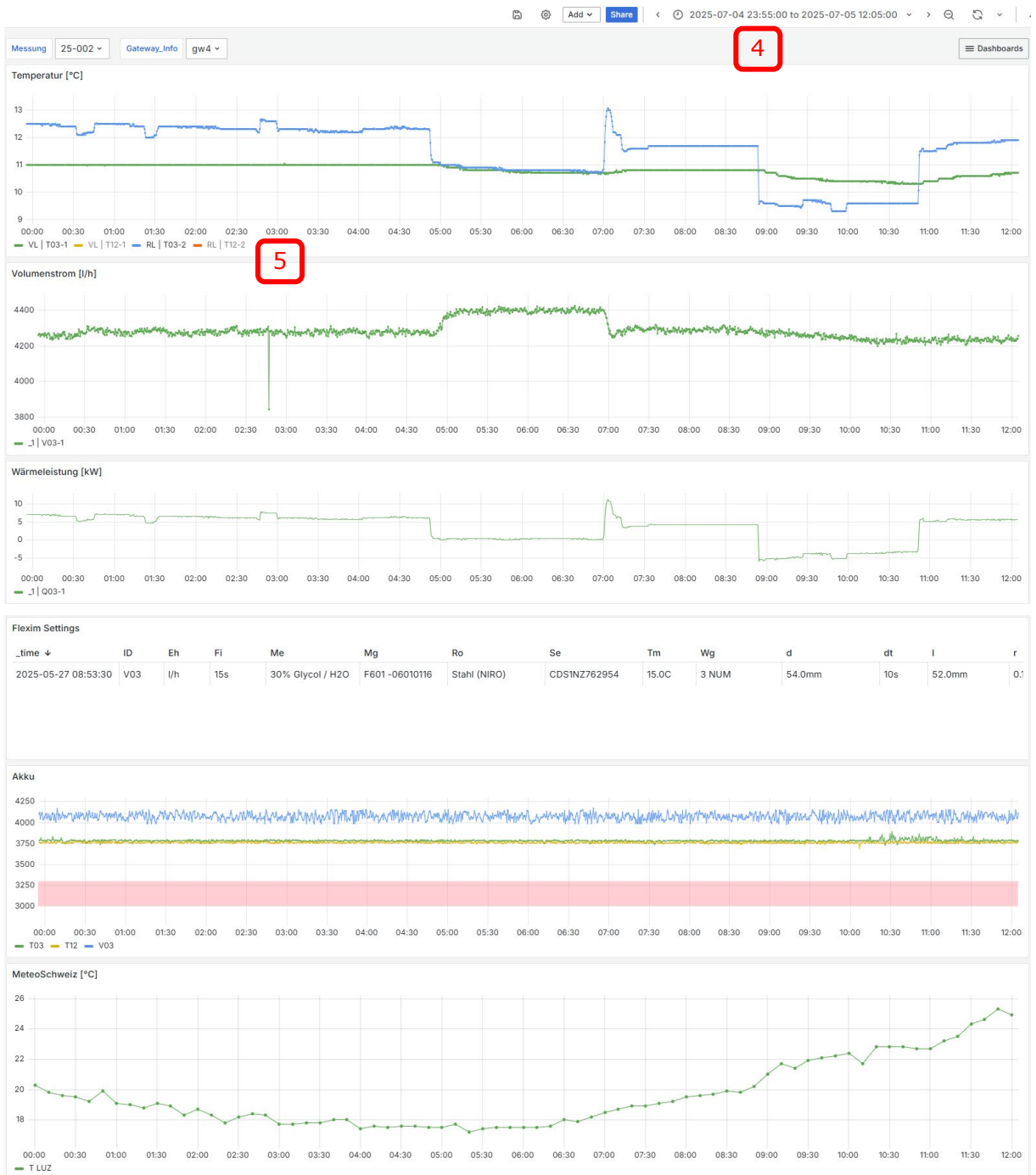


Abbildung 20: Webinterface der Daten Cloud mit den Darstellungen Wärmeleistung, Temperatur, Volumenstrom, Flexim Settings, Akku und Meteo Schweiz Station

## 7. Problemlösungen Hardware

In diesem Kapitel werden bekannte Probleme und deren Lösungen aufgelistet.

### 7.1. Batterien wechseln

Bei tiefem Ladestand der Batterien ( $<3'300\text{ mV}$ ) müssen die Batterien ausgetauscht werden. Dafür kann der Deckel des PINCHsensor auf der Rückseite, mit dem im Koffer beigelegten Inbusschlüssel, entfernt werden. Der Deckel ist an der Unterseite eingehakt (siehe Kreis Abbildung 21) und muss nach oben in Pfeilrichtung entfernt werden. Danach können die Batterien ausgetauscht werden. Die Displayanzeige kontrollieren und den Deckel wieder montieren.

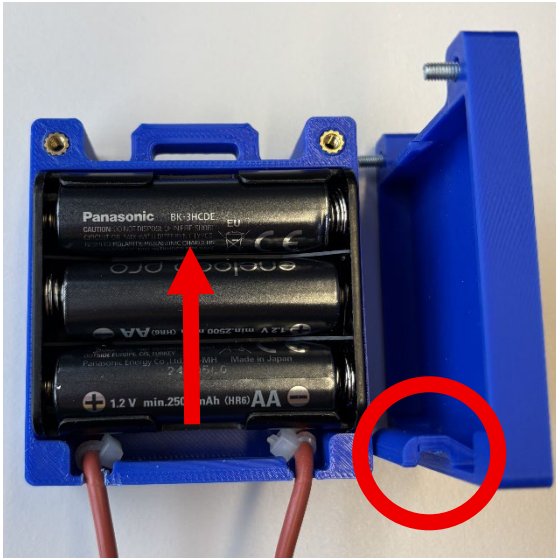


Abbildung 21: Gehäuse PINCHsensor geöffnet

### 7.2. Temperatursensoren austauschen

Wichtig: Temperatursensoren dürfen nur in Absprache mit dem Messverantwortlichen HSLU (Kontaktangaben Titelseite) demontiert werden.

Falls auf dem Display des PINCHsensor bei einem Sensor die Anzeige «404.0» erscheint wird die Temperatur nicht gemessen und ein Fehler ist vorhanden. Um den Temperatursensor auszutauschen, muss das Gehäuse wie in Abschnitt 7.1 geöffnet werden. Anschliessend können die Anschlüsse des Temperatursensors durch Drücken in die Weissen Slots (Abbildung 22, Roter Kreis) **vorsichtig** entfernt werden. Neuer Temperatursensor durch Hineindrücken einstecken, bis Stecker am Anschlag ist.

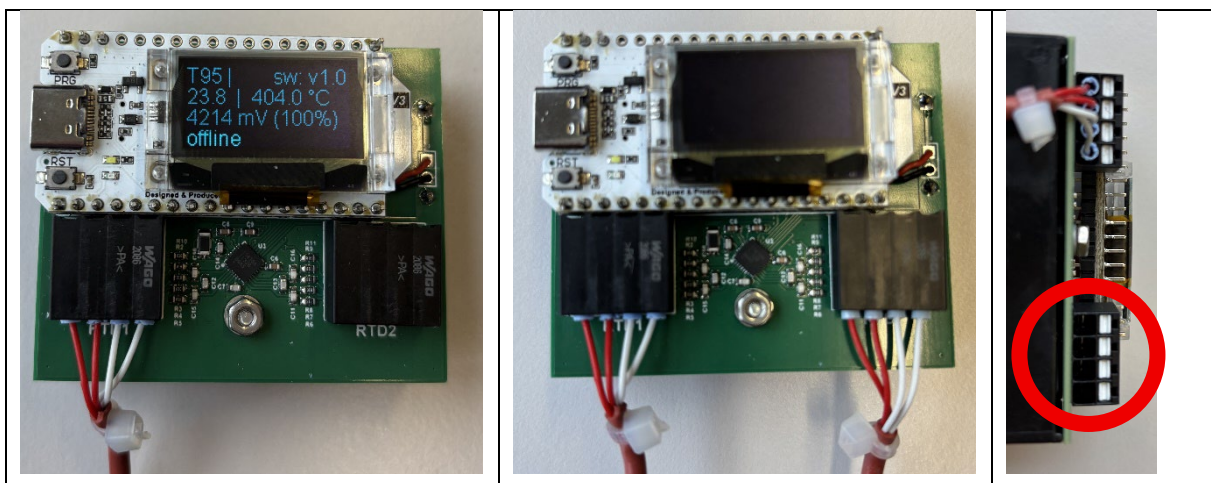


Abbildung 22: PINCHsensor Fehler auf aktivem Display und Ansicht von unten