English translation to be found after the German part

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

Metrologie schnellansprechender Messgeräte für thermische Energie

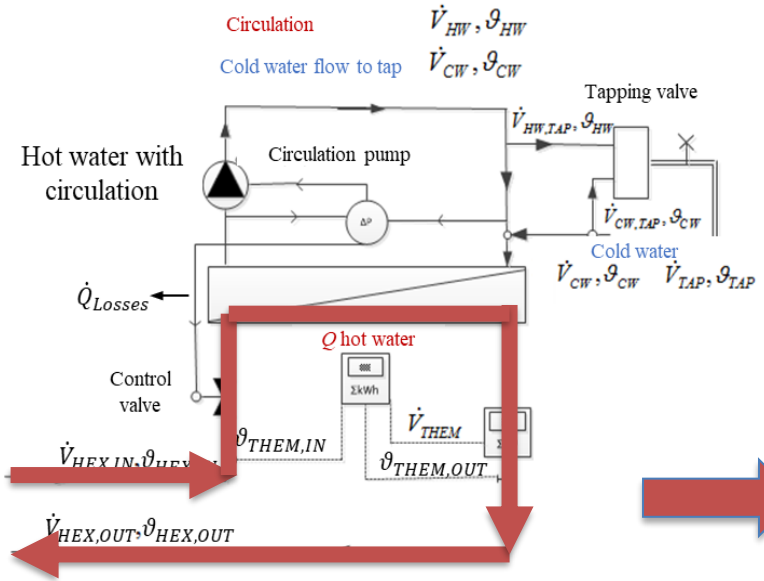
EMATEM-Sommerschule am 18.09.2024

Markus Kühn, AG 7.52 Volumenstrom

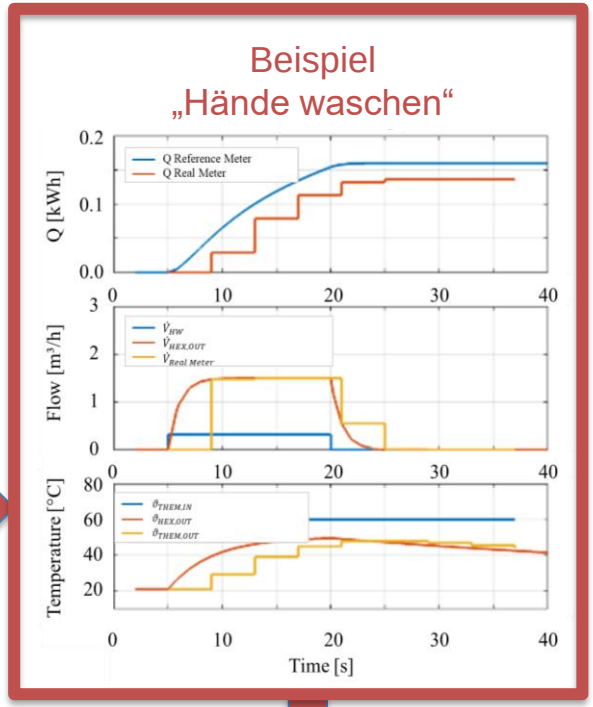
Einleitung/Erinnerung

- Schnellansprechende Zähler sind nötig bei
  - Warmwassersystemen ohne Speicher
  - Kombinierte Heiz- und Warmwassersysteme ohne Speicher
  - Fernwärme-Übergabestationen ohne Speicher
- Alle Teilgeräte des Wärmezählers von dynamischen Vorgängen betroffen
- Fehler in Abrechnung können die Folge sein
- Problem wurde als Work Item im CEN TC 176 WG 2 ernannt
- Bisher experimentell nur Teilgeräte isoliert untersucht, nicht gesamtes Messgerät für thermische Energie

Einleitung/Erinnerung

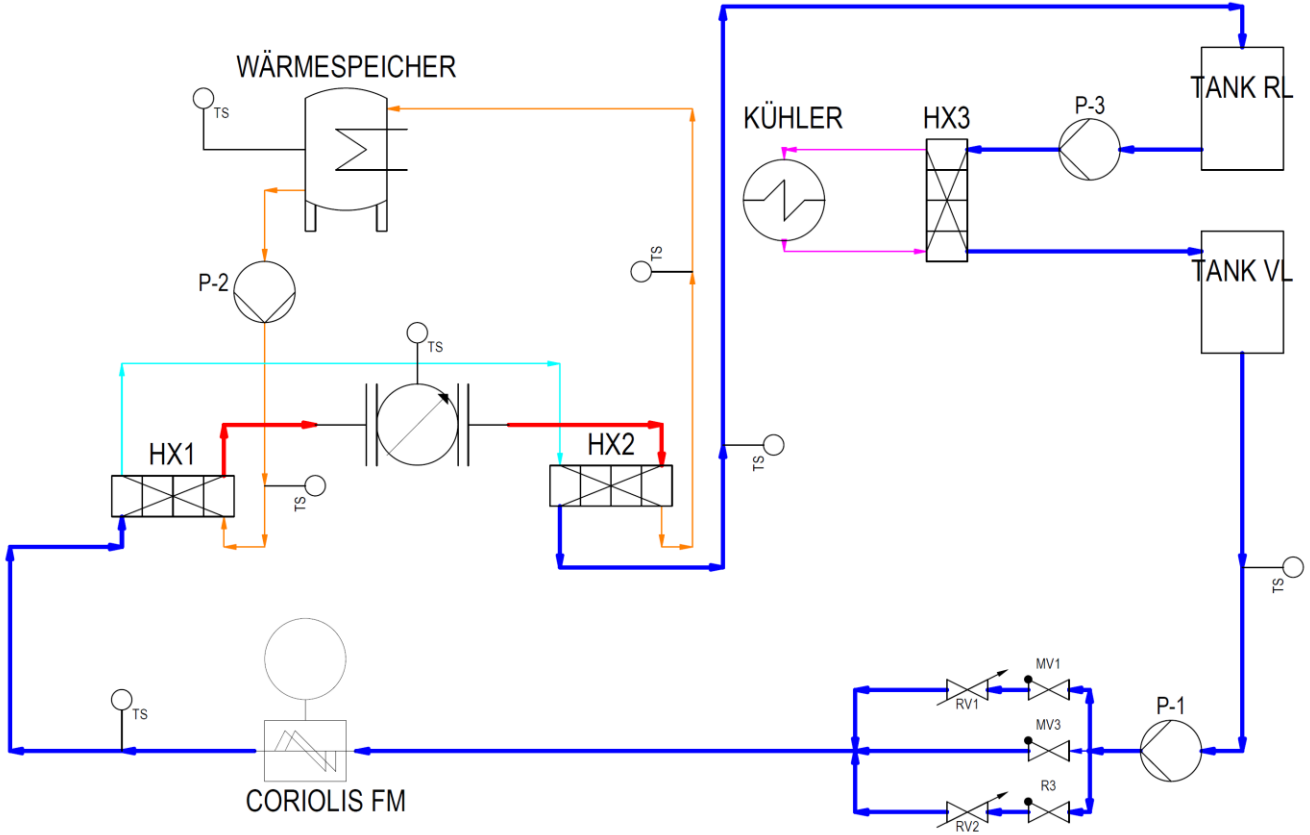


Was sieht der WMZ real?
T-Verlauf
V-Profil



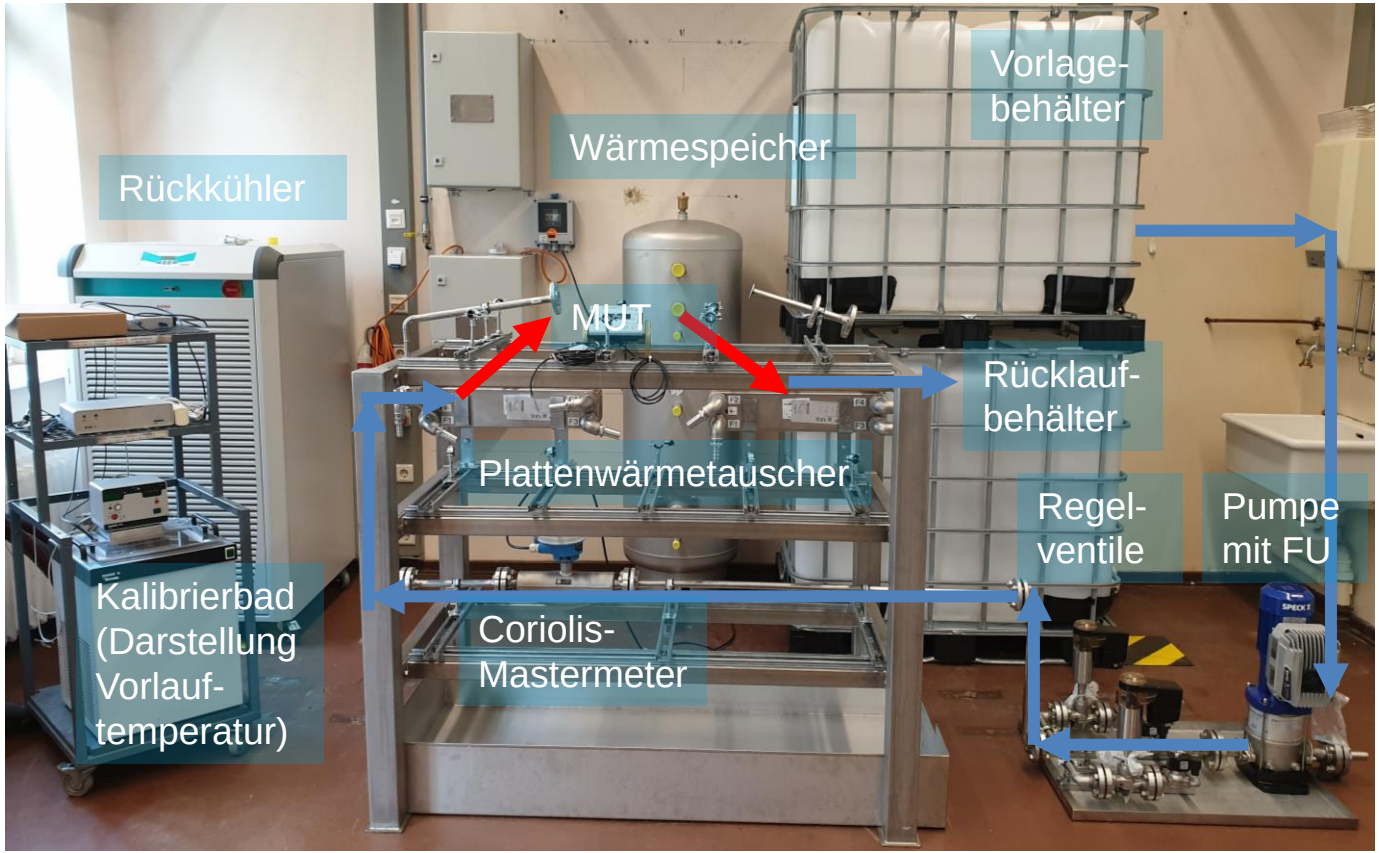
<u>Nachbildung realer Temperatur- und Volumenstromprofile aus Modell</u>

Aktuelles Anlagenschema



- Für IBN: Zunächst einen einzelnen Temperatursensor als MUT-Dummy
- Weiterhin: Externer Kreislauf mit Kalibrierbad für Vorlauftemperatur (nicht abgebildet)

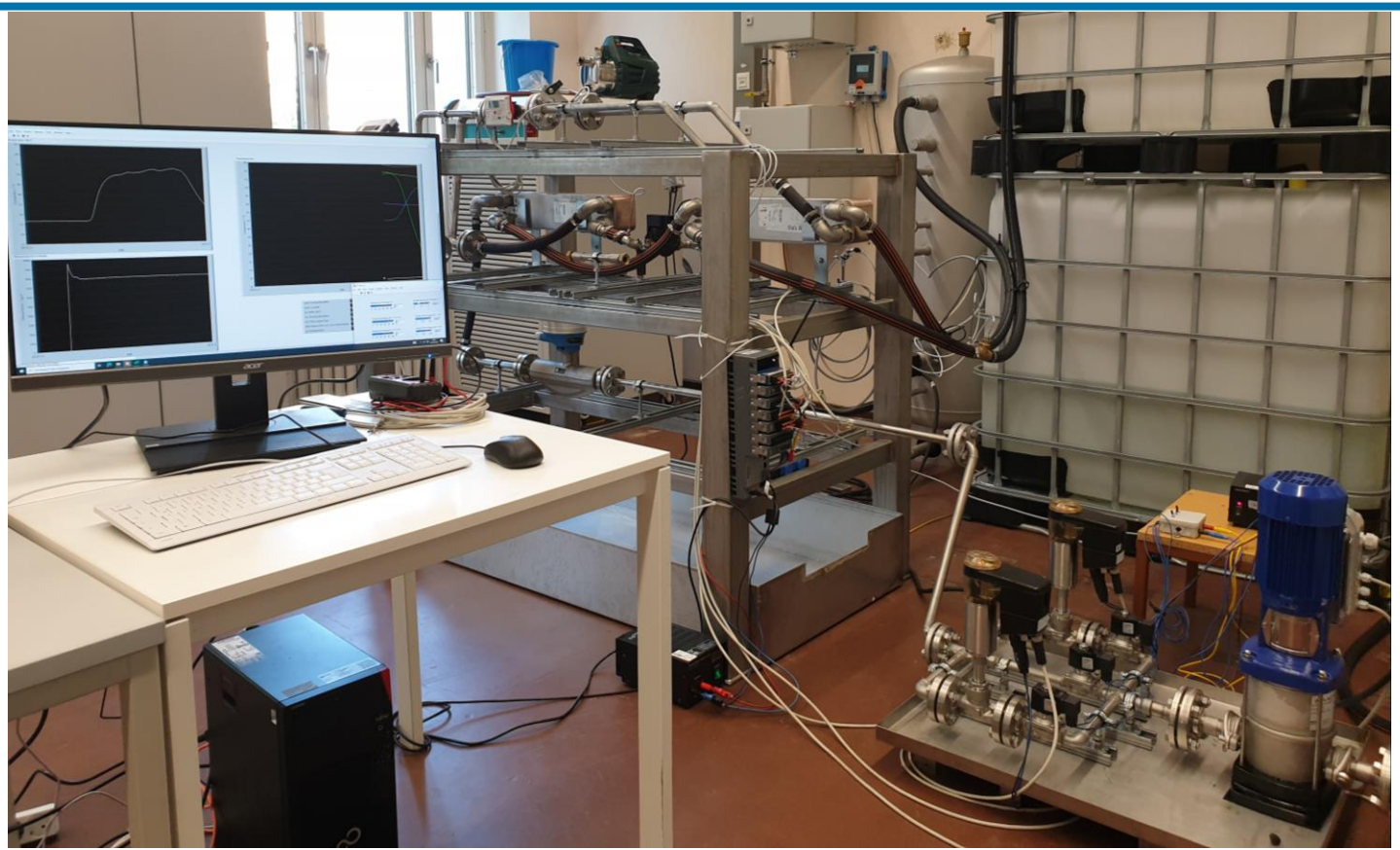
Prüfstand in Betrieb



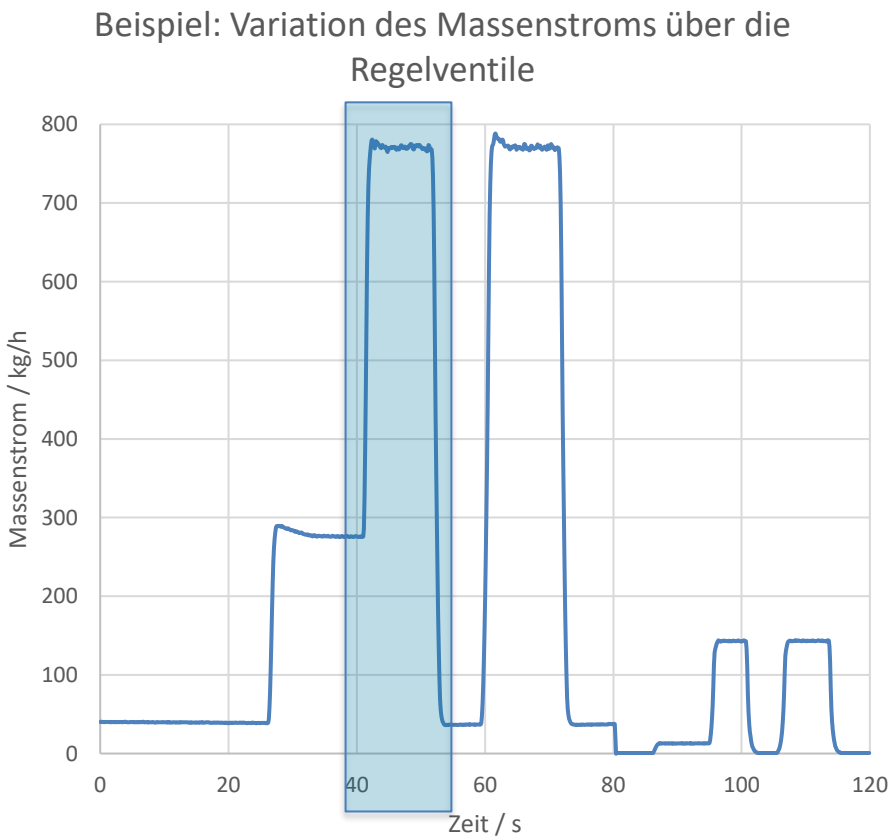
Status Prüfstandsaufbau

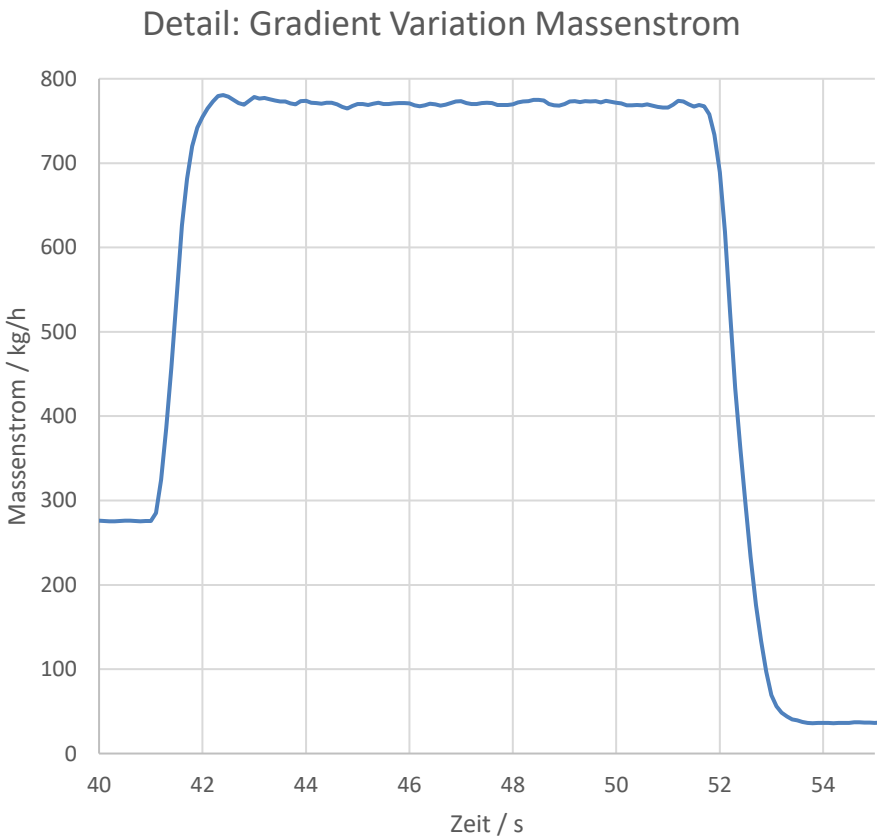
- Prüfstand vollständig aufgebaut, Dichtheitsprüfung
- Funktions- und Kommunikationstests aller Komponenten durchgeführt
- Grundsätzliche Funktionsfähigkeit sichergestellt
- Raumklimatisierung kürzlich installiert, IBN folgt
- Jetzt: Automatisierung und Optimierung des hydraulischen Aufbaus

Prüfstand in Betrieb

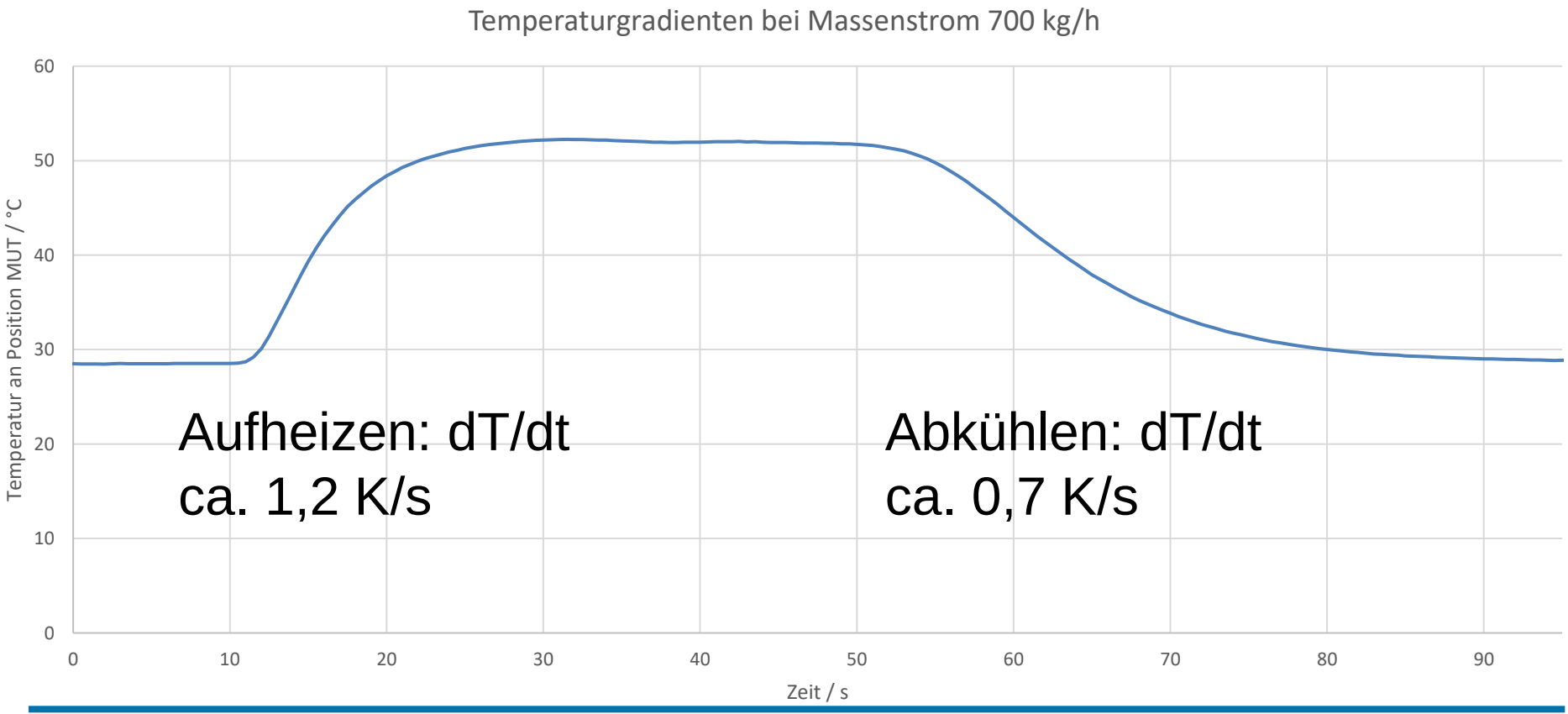


Inbetriebnahme: Variation Massenstrom





Inbetriebnahme: Test Temperaturgradient



Felddaten ISFH

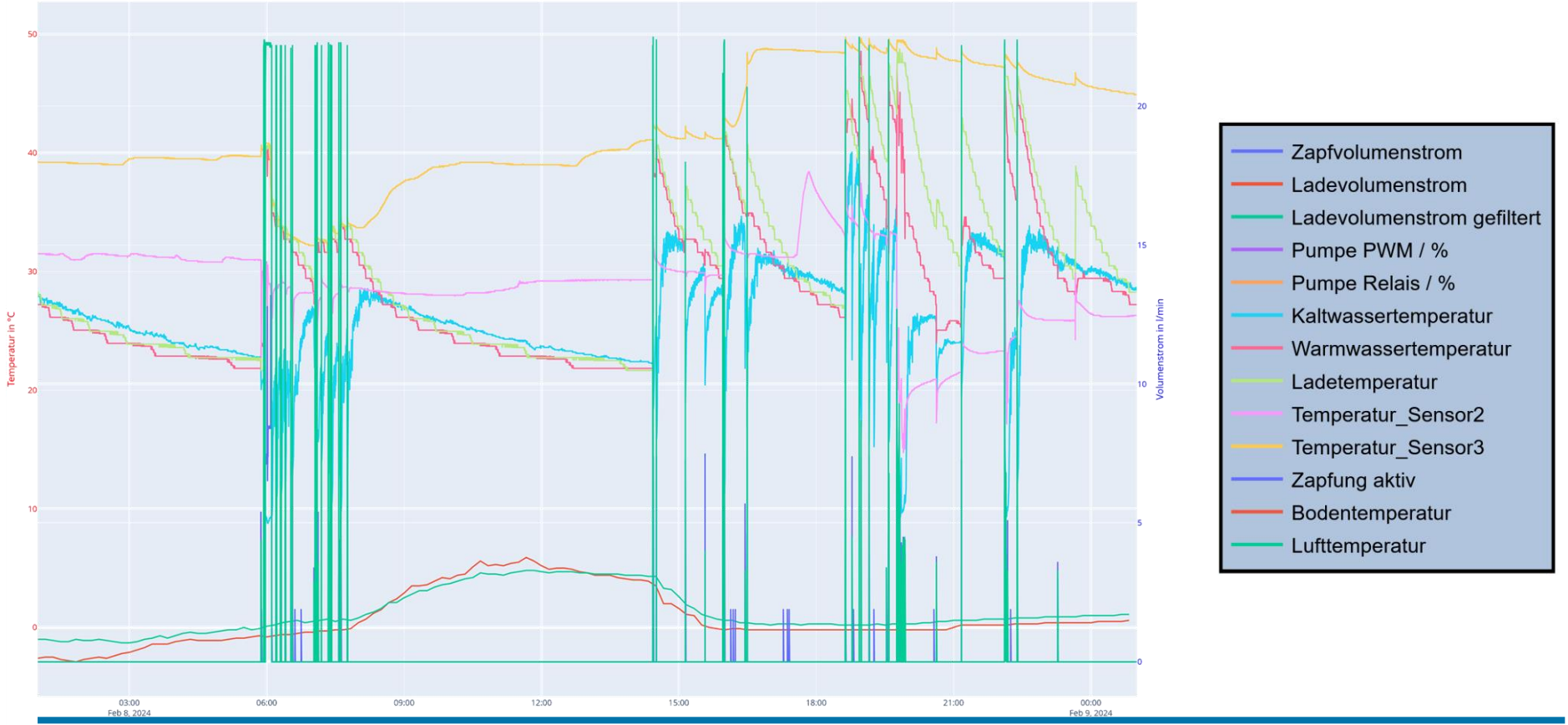
- Kontakt zu Herrn Pärisch, Gruppenleiter „Thermische Energiesysteme“ des Instituts für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)
- Zeitlich hochaufgelöste Messdaten (Messraster: 1 s) von Frischwasserstation eines EFH im Raum Hannover erhalten
- Aufnahmezeitraum: 30 Tage in Februar & März 2024
- Kurzfristig auch noch Daten aus August & September 2024 erhalten
- Liefern Anhaltspunkte für Gradienten, Zapfhäufigkeit etc.
- Genauere Auswertungen folgen

Felddaten ISFH - Messtechnik

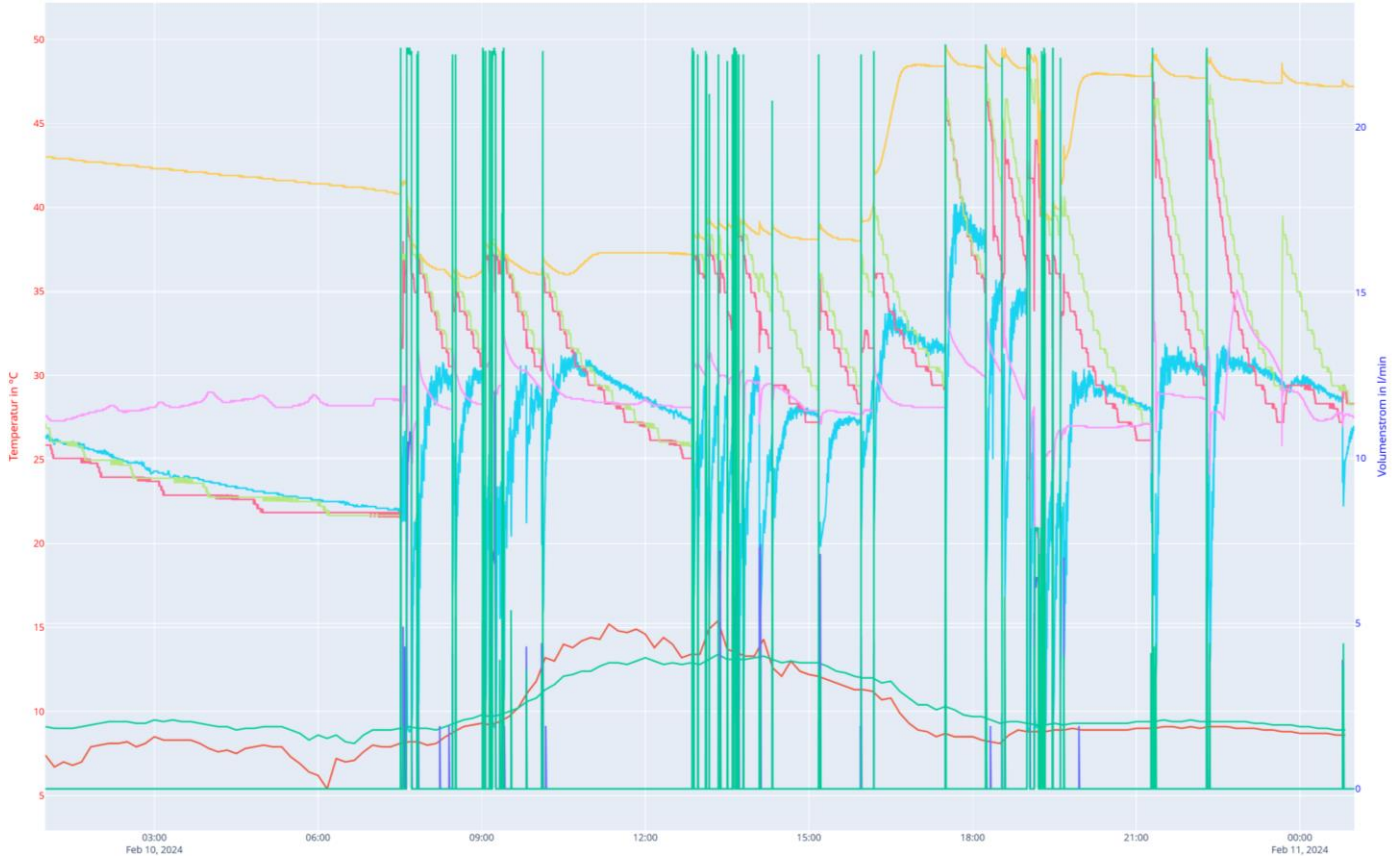
- Mess- und Regelungstechnik der Station „angezapft“
- Vortex-Durchflusssensoren mit integriertem Temperaturfühler auf Primär- und Sekundärseite
- Zusätzliche Pt1000-Temperatursensoren in VL und RL zum Wärmespeicher sowie im Kaltwasserzulauf installiert

Bildquelle: P. Pärisch, ISFH

Felddaten Werktag

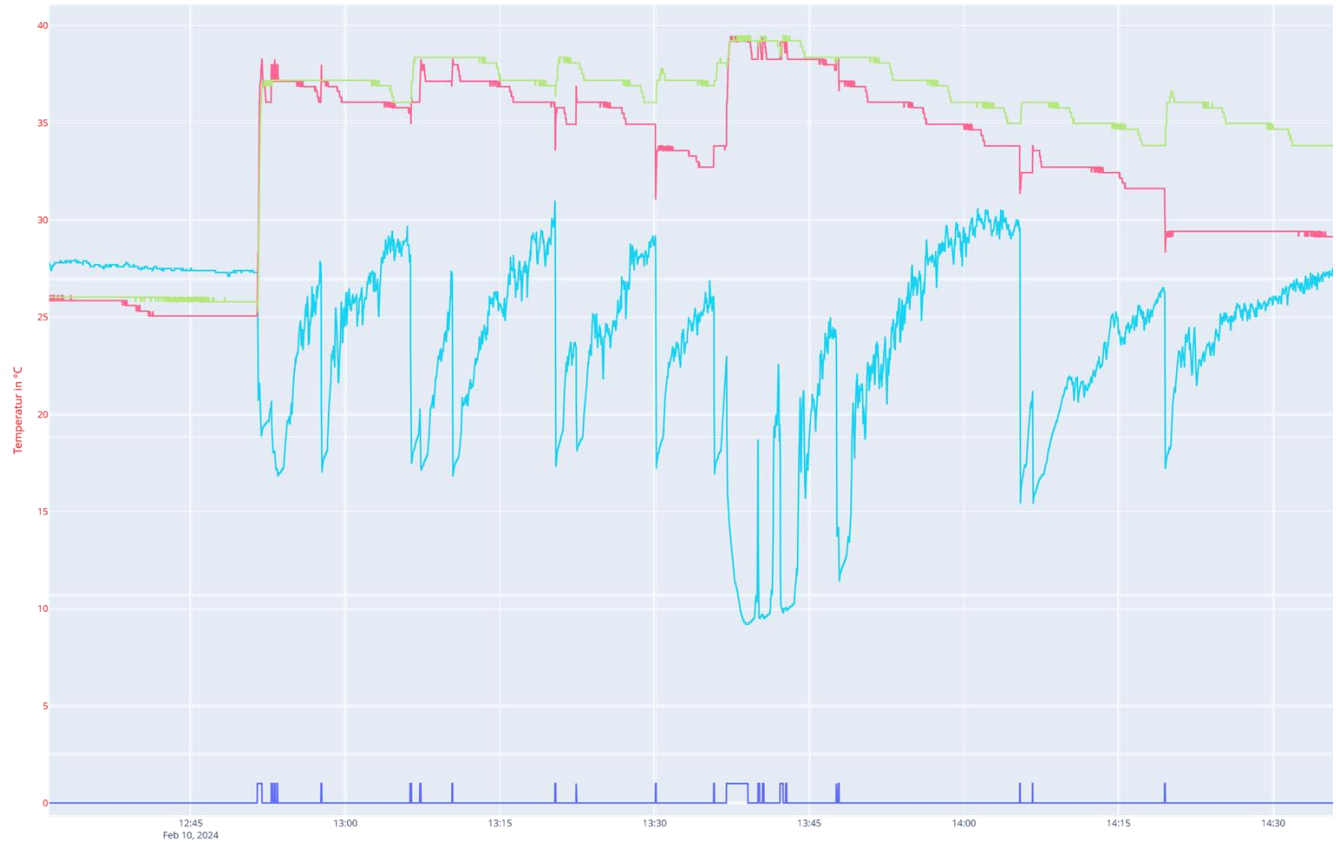


Felddaten Wochenende



- Zapfvolumenstrom
- Ladevolumenstrom
- Ladevolumenstrom gefiltert
- Pumpe PWM / %
- Pumpe Relais / %
- Kaltwassertemperatur
- Warmwassertemperatur
- Ladetemperatur
- Temperatur_Sensor2
- Temperatur_Sensor3
- Zapfung aktiv
- Bodentemperatur
- Lufttemperatur

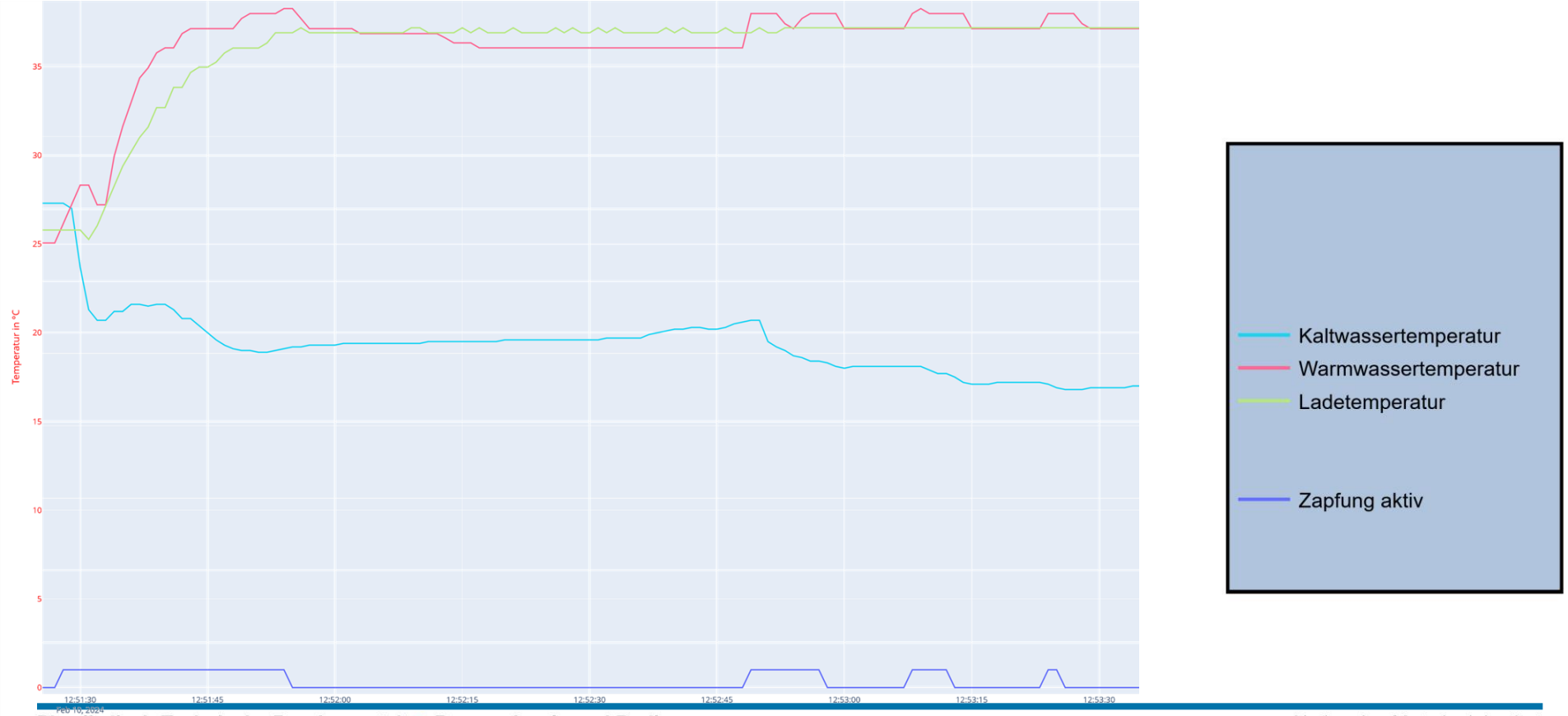
Felddaten: Detail Temperaturverläufe



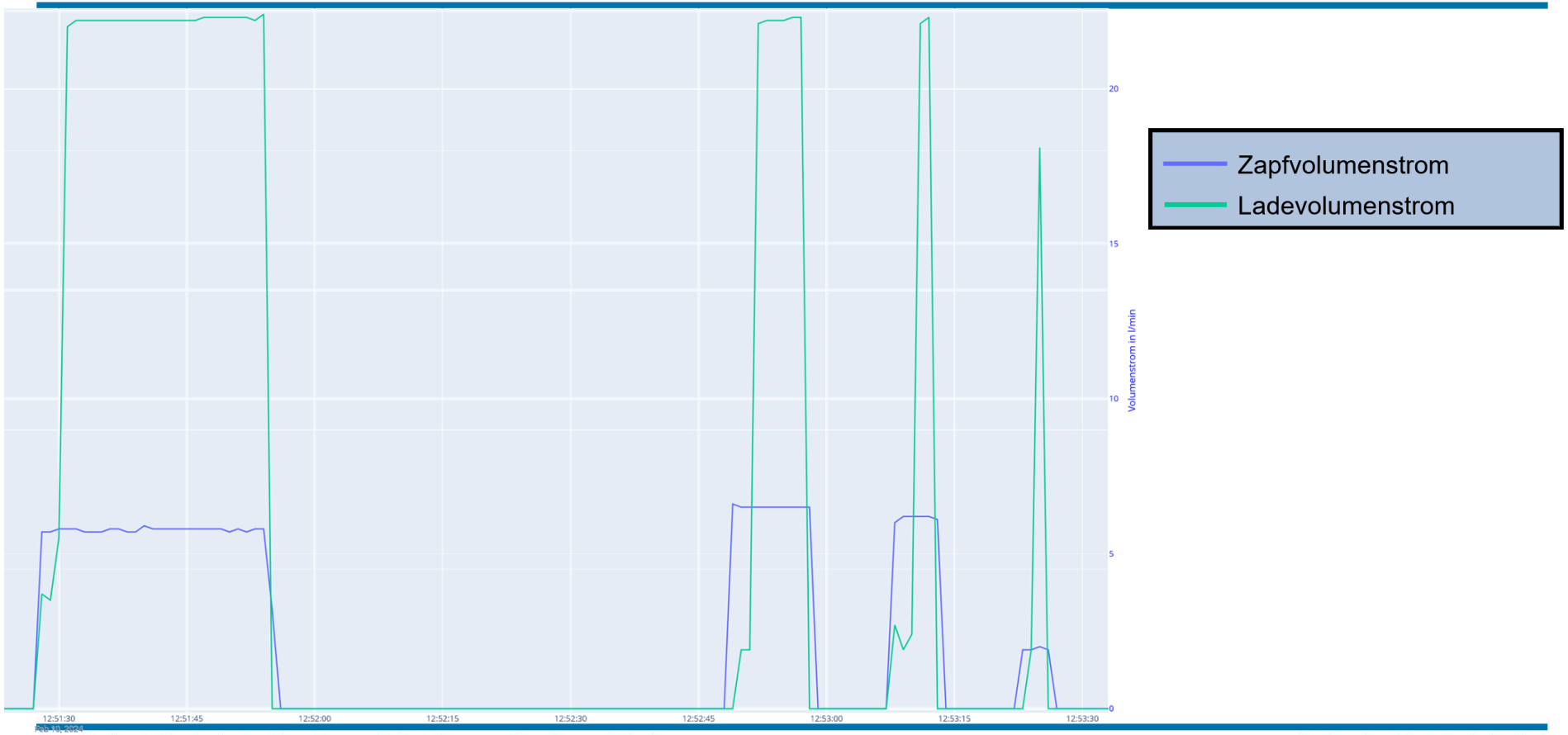
Kaltwassertemperatur
Warmwassertemperatur
Ladetemperatur

Zapfung aktiv

Felddaten: Detail Temperaturverläufe



Felddaten: Detail Volumenströme



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Abbestr. 2-12
10587 Berlin

Markus Kühn
Telefon: 030 3481-7697
E-Mail: markus.kuehn@ptb.de
www.ptb.de

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

Fast response meters for thermal energy

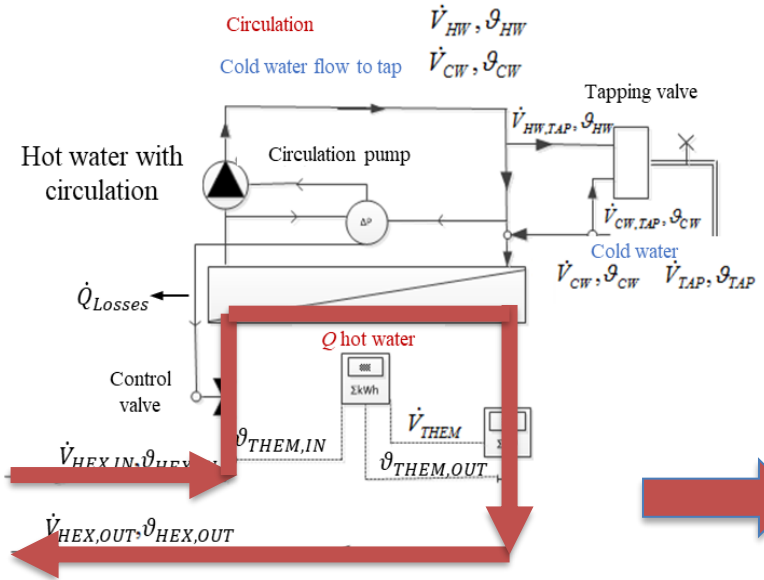
EMATEM-Sommerschule at 18.09.2024

Markus Kühn, AG 7.52 Volumenstrom

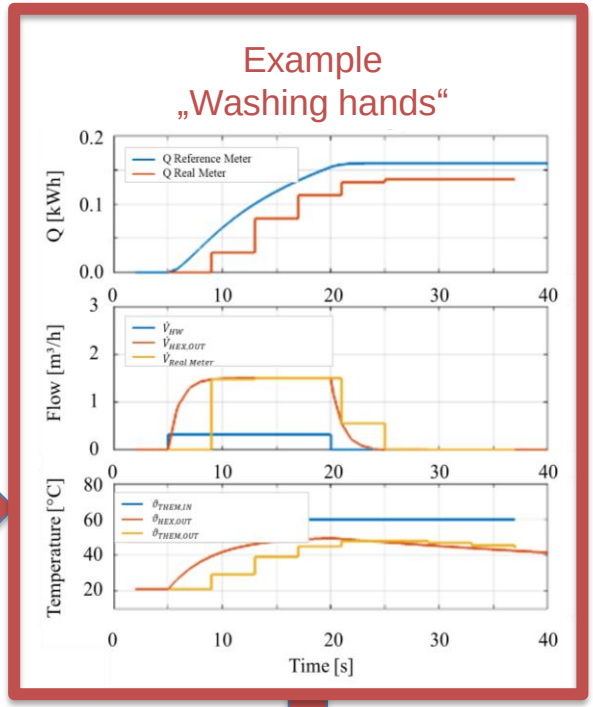
Introduction/Recapitulation

- Fast response meters are necessary for
  - Hot water systems without storage tank
  - Combined hot water and heating systems without storage tank
  - district heating distribution station without storage tank
- All components of a thermal energy meter are affected by transients in temperature and flow
- Could lead to unfair billing
- Problem was identified as a work item in CEN TC 176 WG 2
- Until now, only the components of a thermal energy meter have been assessed regarding their dynamic behaviour, not the entire meter itself

Einleitung/Erinnerung

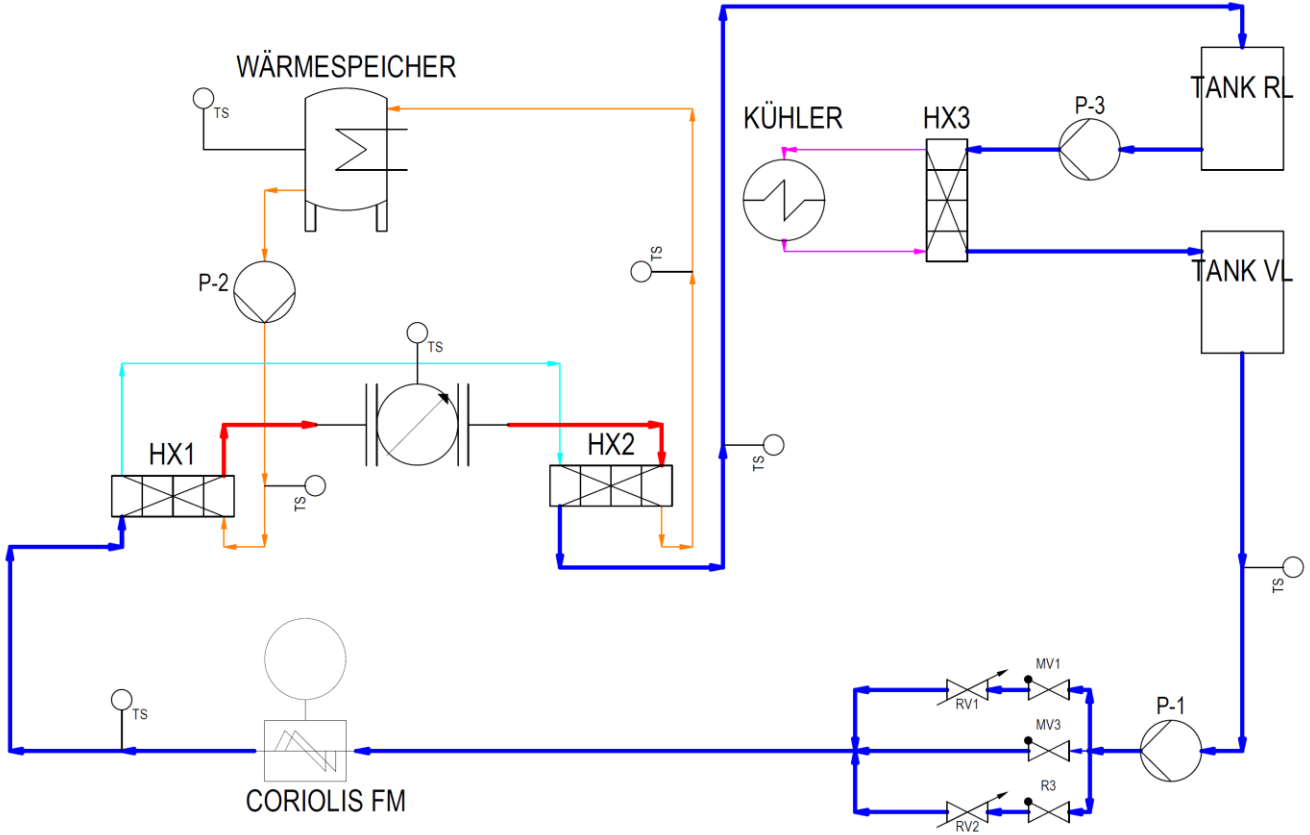


The real thermal energy meter experiences time-dependent profiles of volumetric flow and temperature



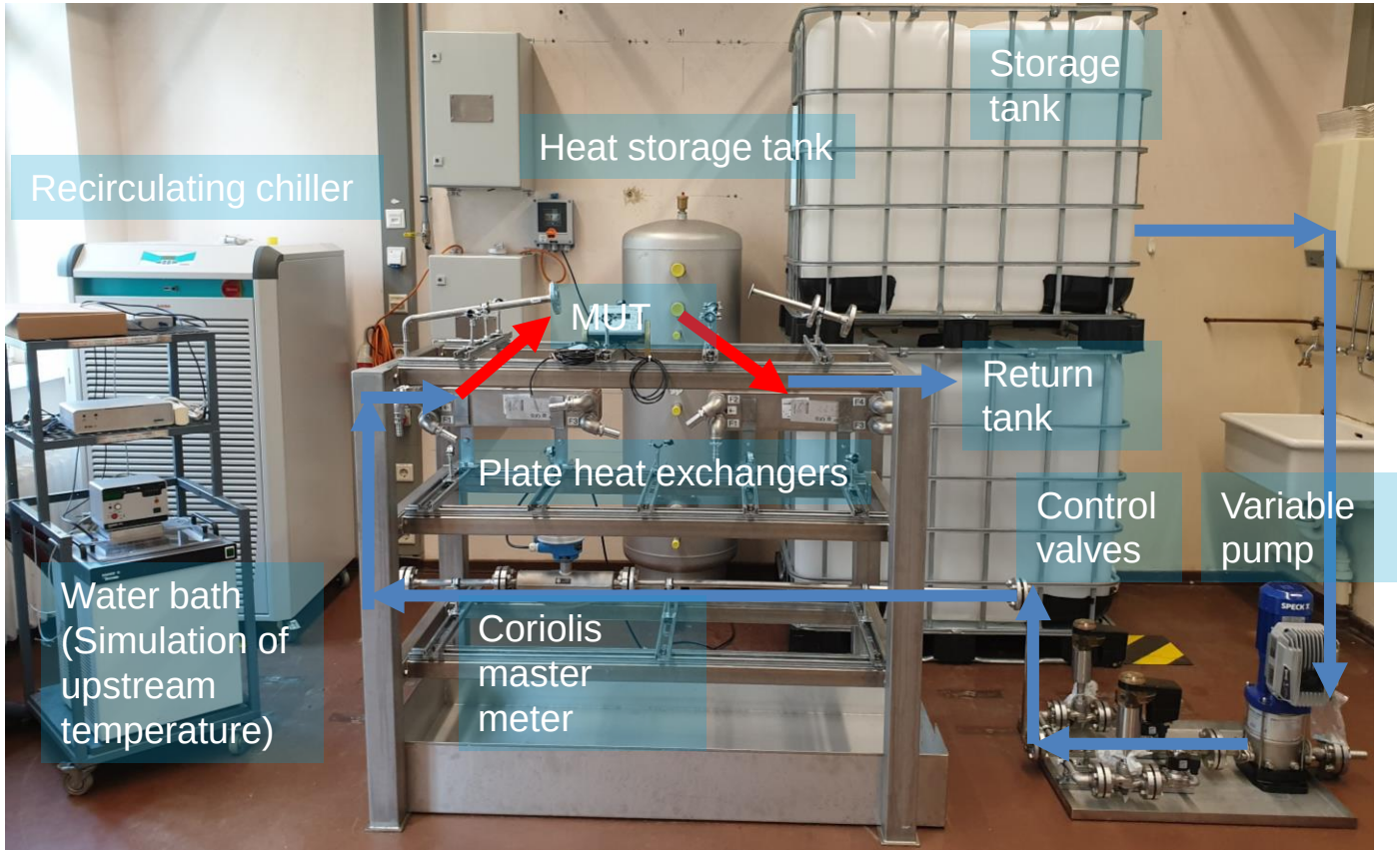
Replication of real temperature and flow profiles from the model

Current schematic of the test facility



- For comissioning phase: Single temperature sensor acts as MUT
- Not pictured: Addtional, external loop with water bath to provide upstream temperature

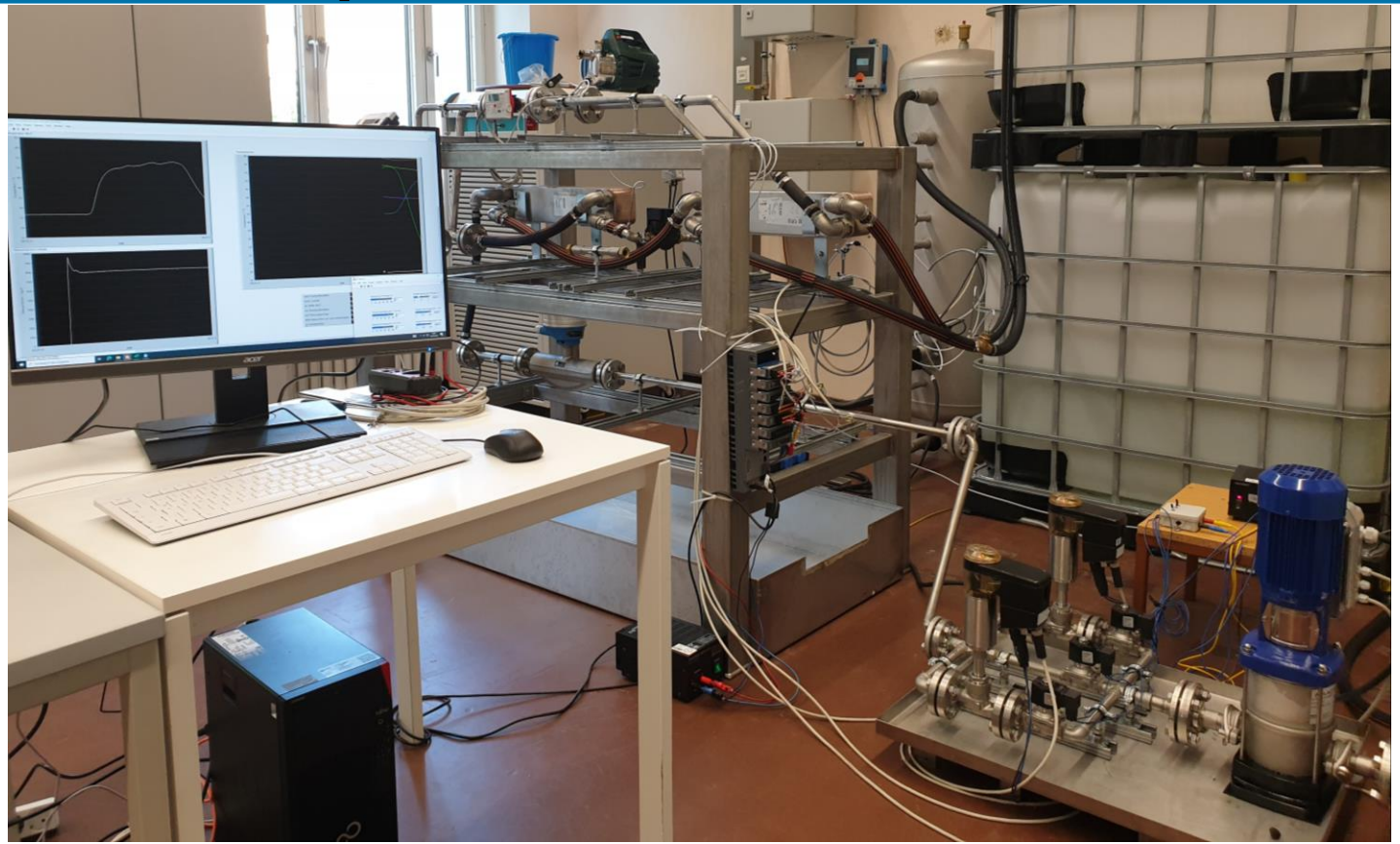
Test bench in operation



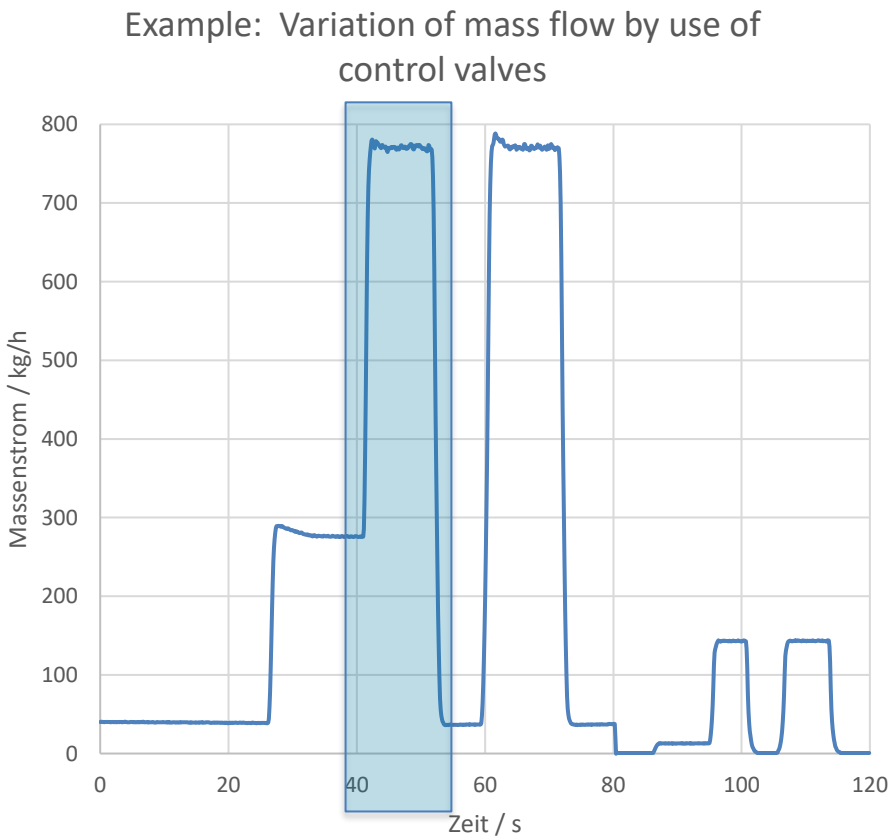
Status of test bench

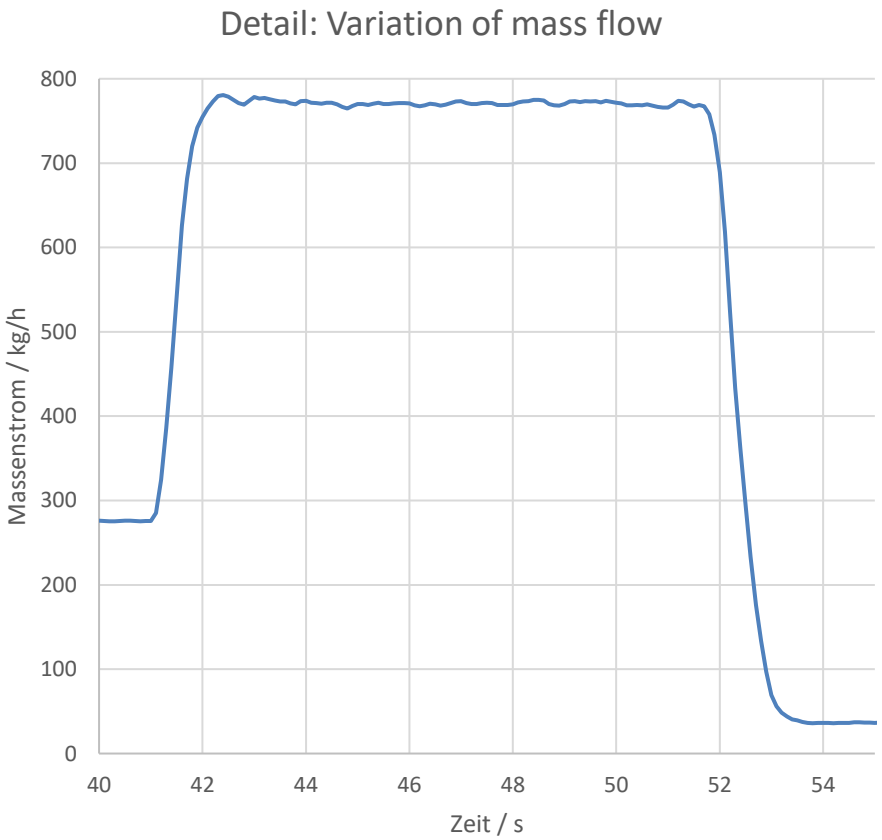
- Test bench assembled completely, leakage check passed
- Checked function and communication for all components
- Test bench is functional
- AC for laboratory was just recently installed, awaiting comissiong
- Important steps to follow: Automation of testing procedure and optimization of thermal and hydraulic behaviour

Test bench in operation

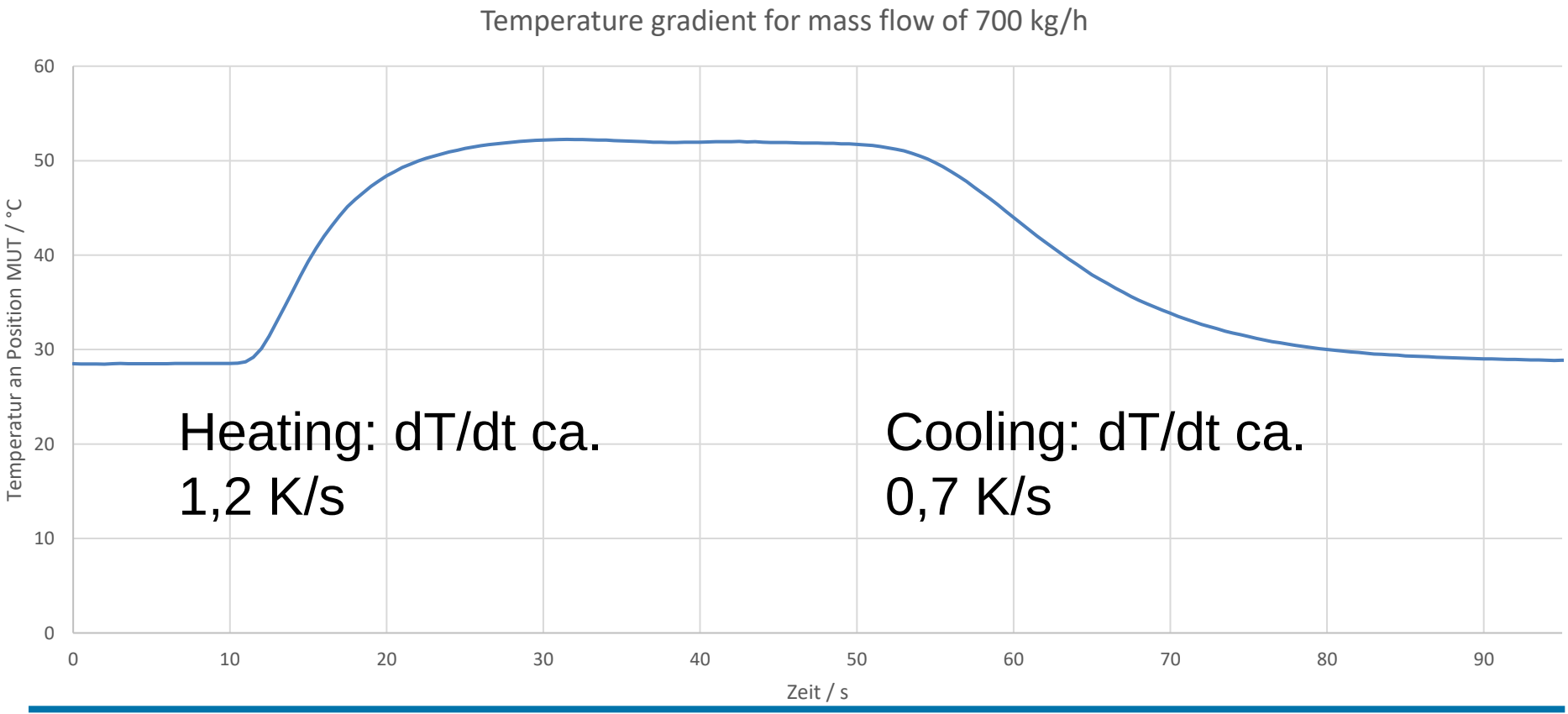


Comissioning: Variation of mass flow





Commissioning: Test temperature gradient



Field data from ISFH

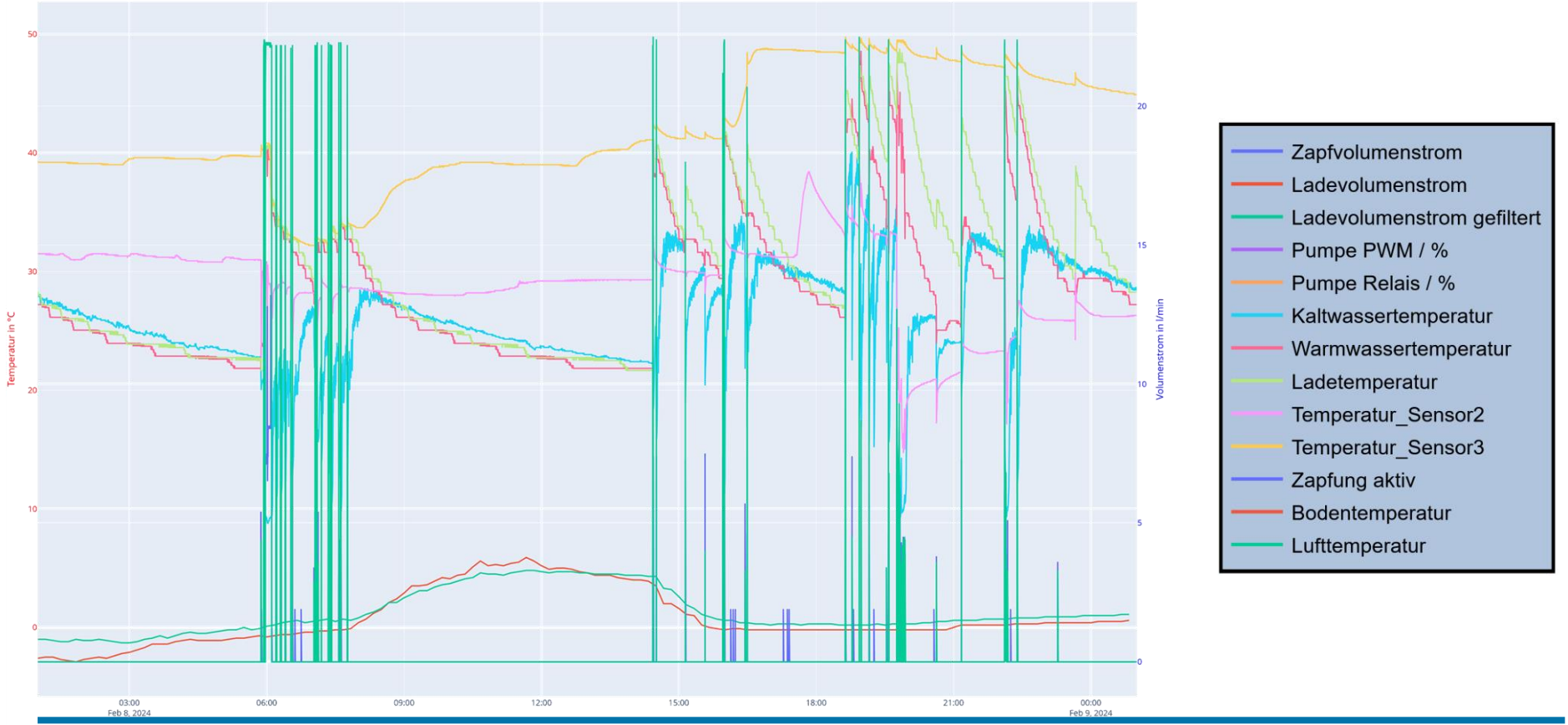
- Contact established with Mr. Pärisch, group leader „thermal energy systems“ at the Institute for Solar Energy Research in Hamelin (ISFH)
- Acquired field data of a heat interface unit from a single family home (region Hanover) with high temporal resolution (1 s)
- Acquisition period: 30 days in February & March 2024
- Just recently also received data from August & September 2024
- Provide good insights regarding gradients in flow and temperature as well as tapping behaviour etc.
- Detailed analysis will follow

Field data ISFH – Measurement equipment

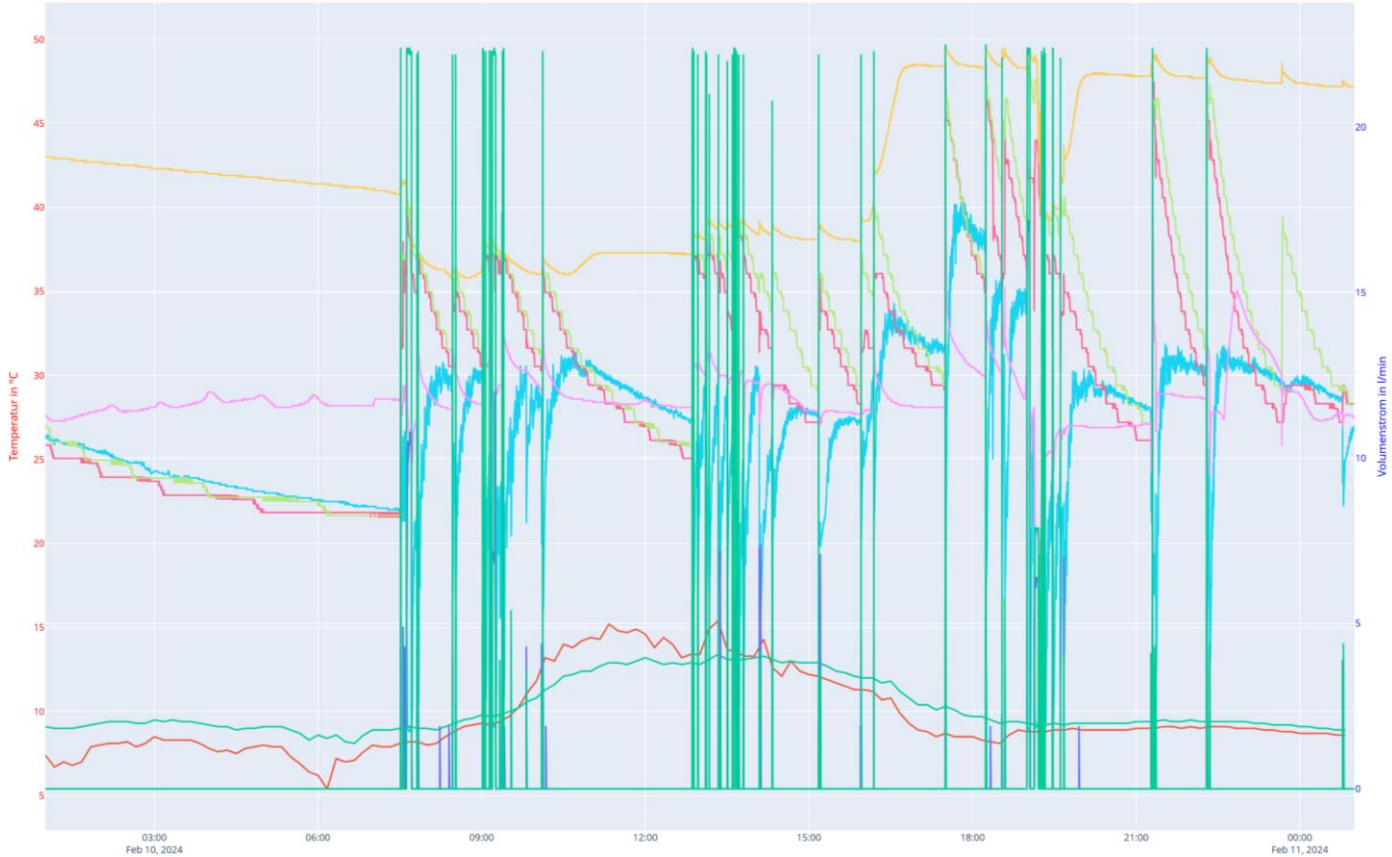
- Data taken mostly from the internal control and measurement devices of the interface unit
- Vortex flow metors with integrated temperature sensors on primary and secondary side
- ISFH added Pt1000 temperature sensors upstream and downstream from the heat storage tank as well as the fresh water line

Bildquelle: P. Pärisch, ISFH

Field data – week day

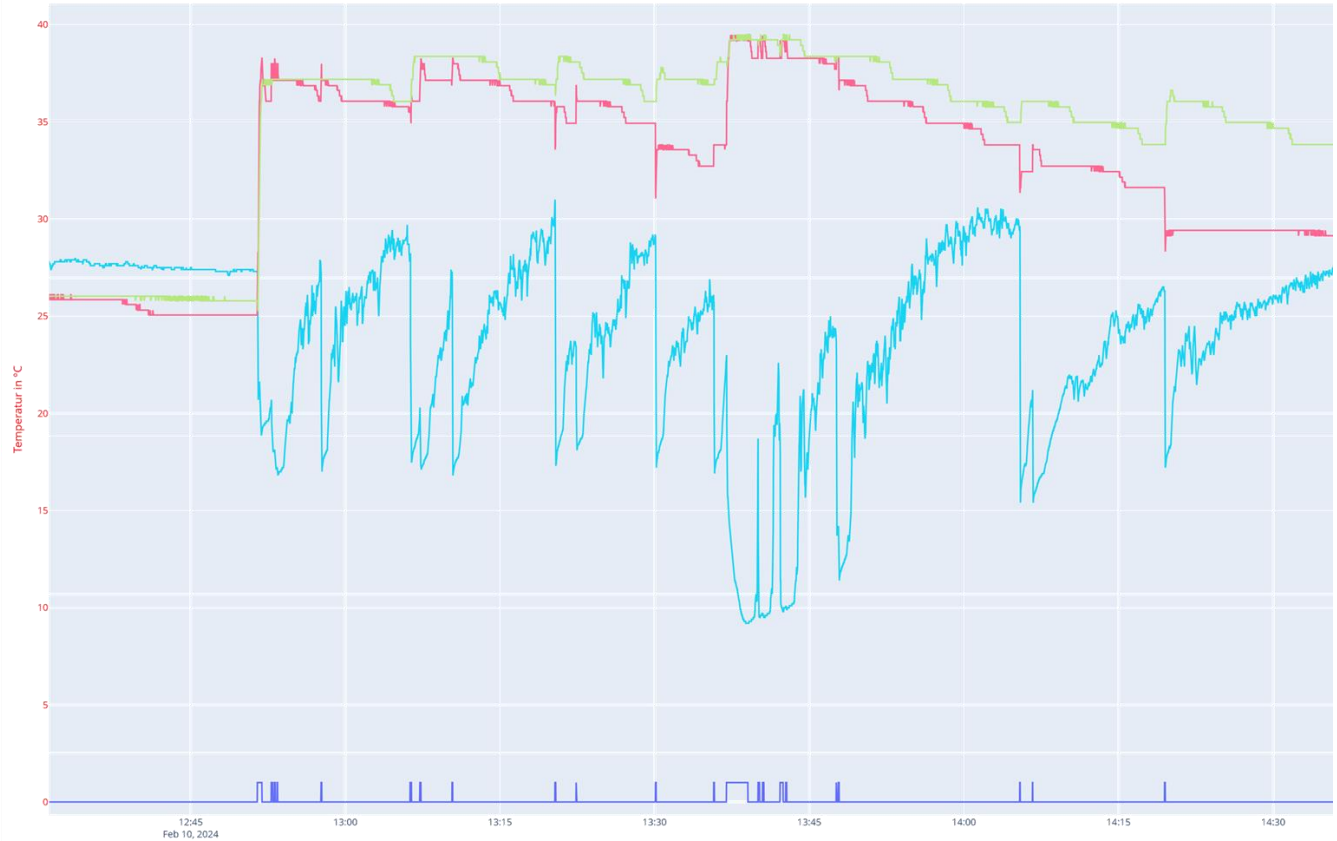


Field data – weekend



- Zapfvolumenstrom
- Ladevolumenstrom
- Ladevolumenstrom gefiltert
- Pumpe PWM / %
- Pumpe Relais / %
- Kaltwassertemperatur
- Warmwassertemperatur
- Ladetemperatur
- Temperatur_Sensor2
- Temperatur_Sensor3
- Zapfung aktiv
- Bodentemperatur
- Lufttemperatur

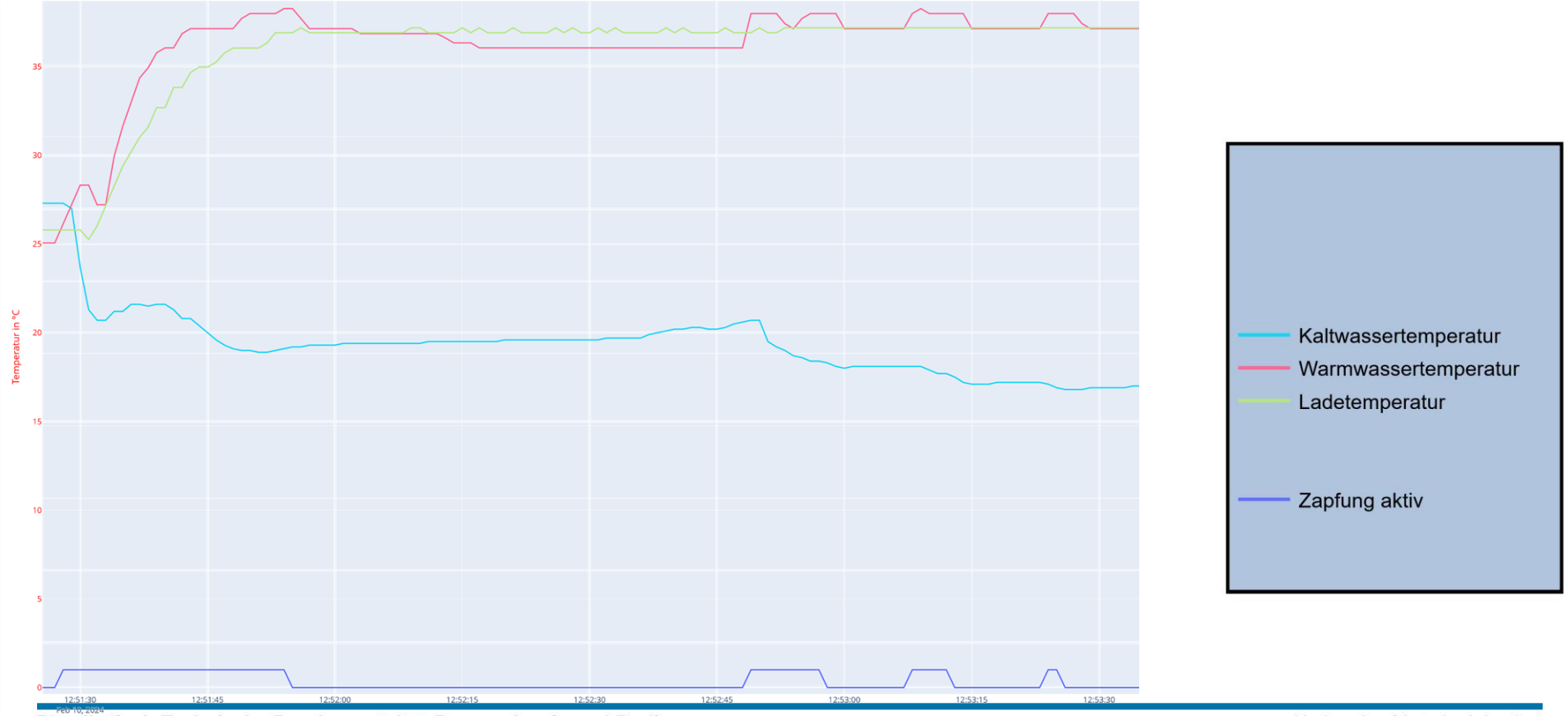
Field data: Detailed temperature curve



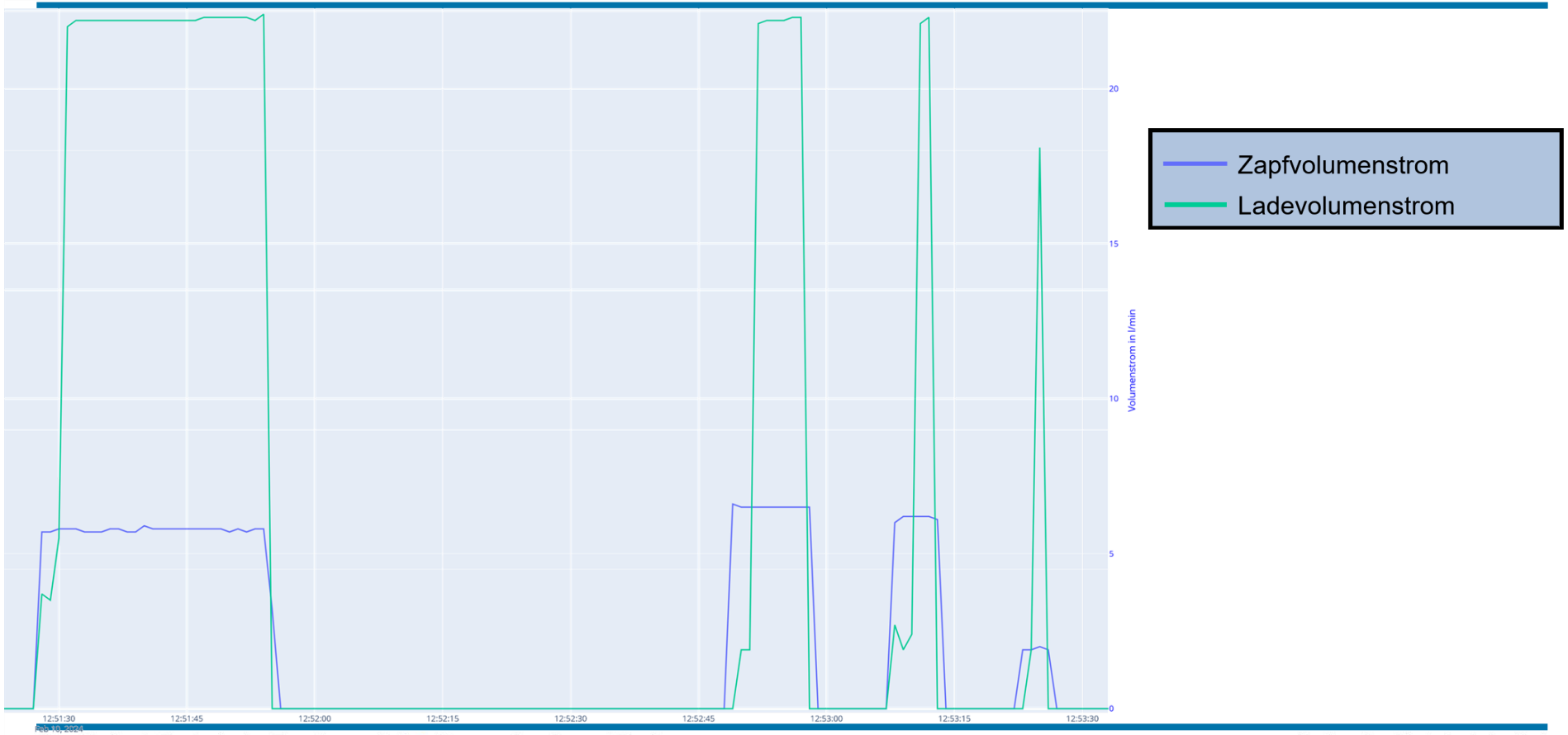
Kaltwassertemperatur
Warmwassertemperatur
Ladetemperatur

Zapfung aktiv

Field data: More detailed temperature curve



Field data: Detailed volumetric flow



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Abbestr. 2-12
10587 Berlin

Markus Kühn
Telefon: 030 3481-7697
E-Mail: markus.kuehn@ptb.de
www.ptb.de