

HEIZ- UND KÜHLENERGIEEINSPARUNG DURCH NUTZUNG DER WETTERVORHERSAGE FÜR DIE REGLUNG IM GEBÄUDE

**Martin PICHLER (eam Systems GmbH),
Hermann SCHRANZHOFER (TU Graz, IWT),
Michael HERZLIEB (eam Systems GmbH)**

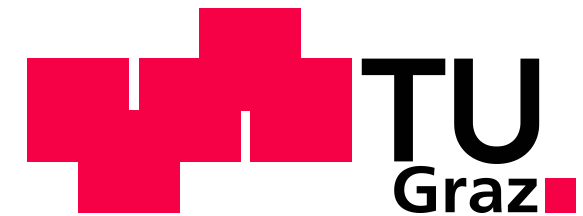
EnInnov2018 14.-16.02.2018, TU-Graz



Hintergrundinformation



Der Großteil der Arbeit wurde im Rahmen des F-Programms „Haus der Zukunft Plus“ durchgeführt, gefördert aus Mitteln des BM für Verkehr, Innovation und Technologie. (FFG Projektnummer 840675) Die Konsortialführung für das Projekt lag beim Institut für Wärmetechnik der TU Graz.



Inhalt der Präsentation

- Besprechung des experimentellen Aufbaus
- Vorstellung des Prinzips der Modellprädiktiven Regelung (Umsetzung)
- Messstellen und thermophysikalischer Vergleich
- Ergebnisse (Energieeinsparungspotential, Temperaturen)
- Herausforderungen in der Praxis
- Zusammenfassung

Einleitung

- Die Heizungsregelung mit Wetterdaten ist nicht neu (erstes Paper 1985)

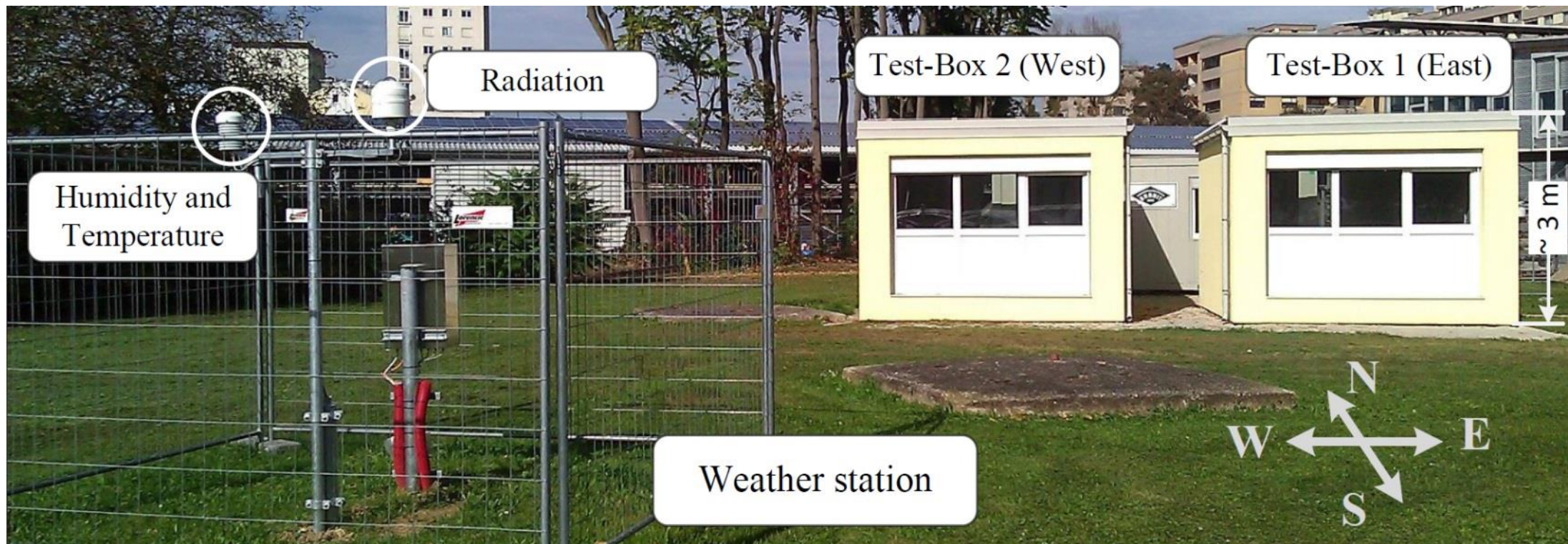
- Konnex zum Alltag



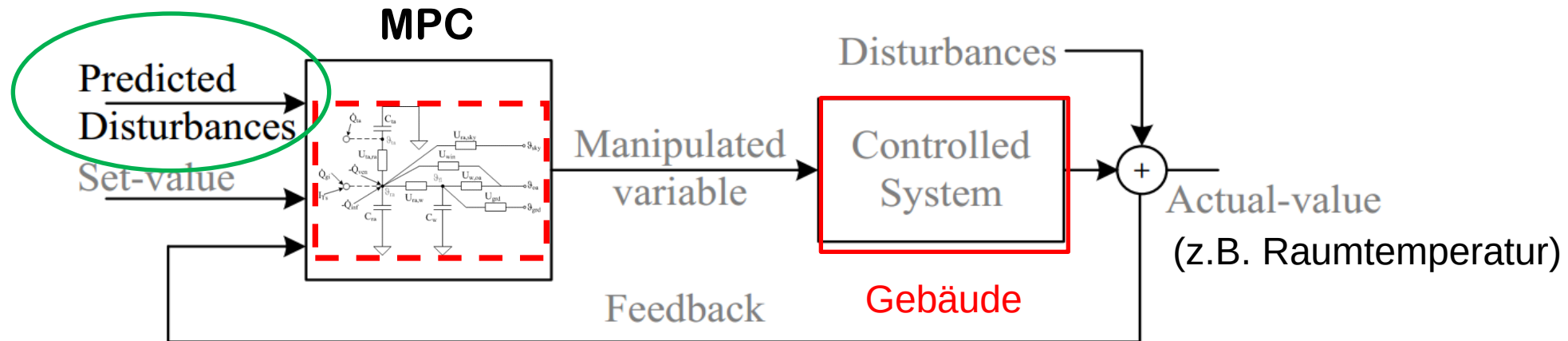
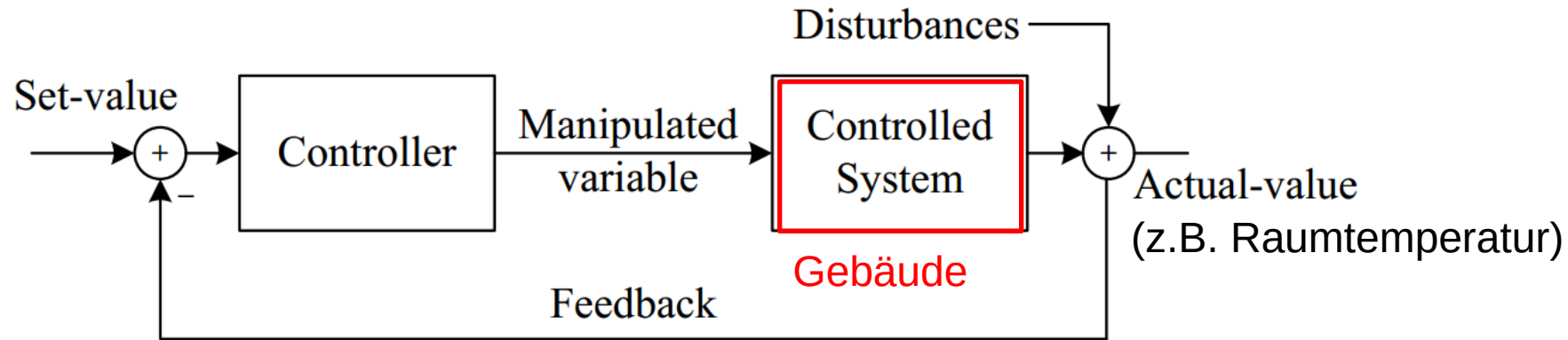
- Interessant mit steigender thermischer Trägheit

MPC-Boxes Experimenteller Aufbau

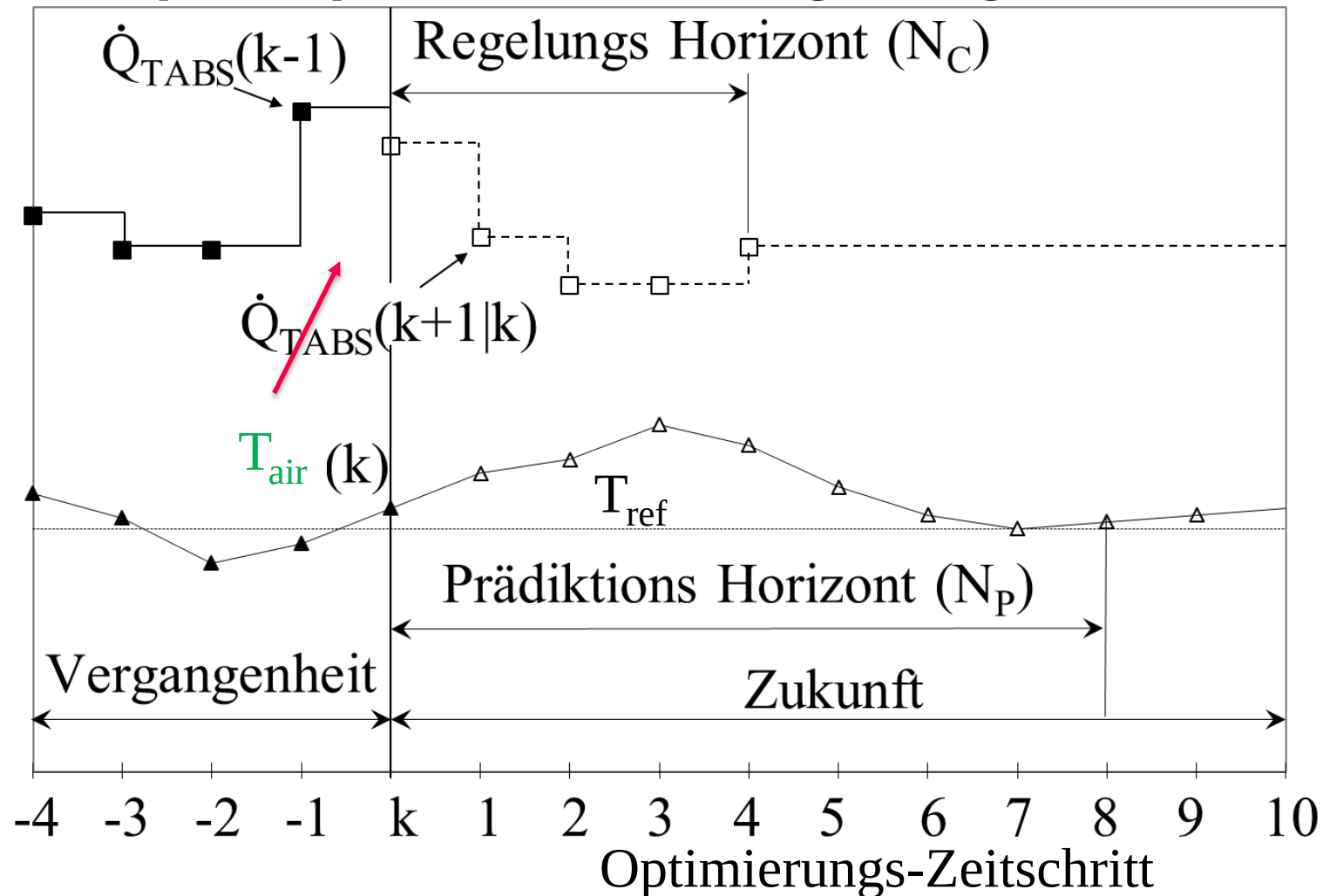
- Standort Inffeldgasse Graz, Fertigstellung Herbst 2014
- HWB ~ 64 kWh/(m²a) bei interner Last von 3,75 W/m²



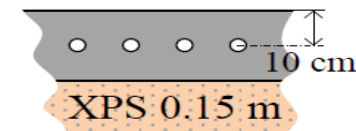
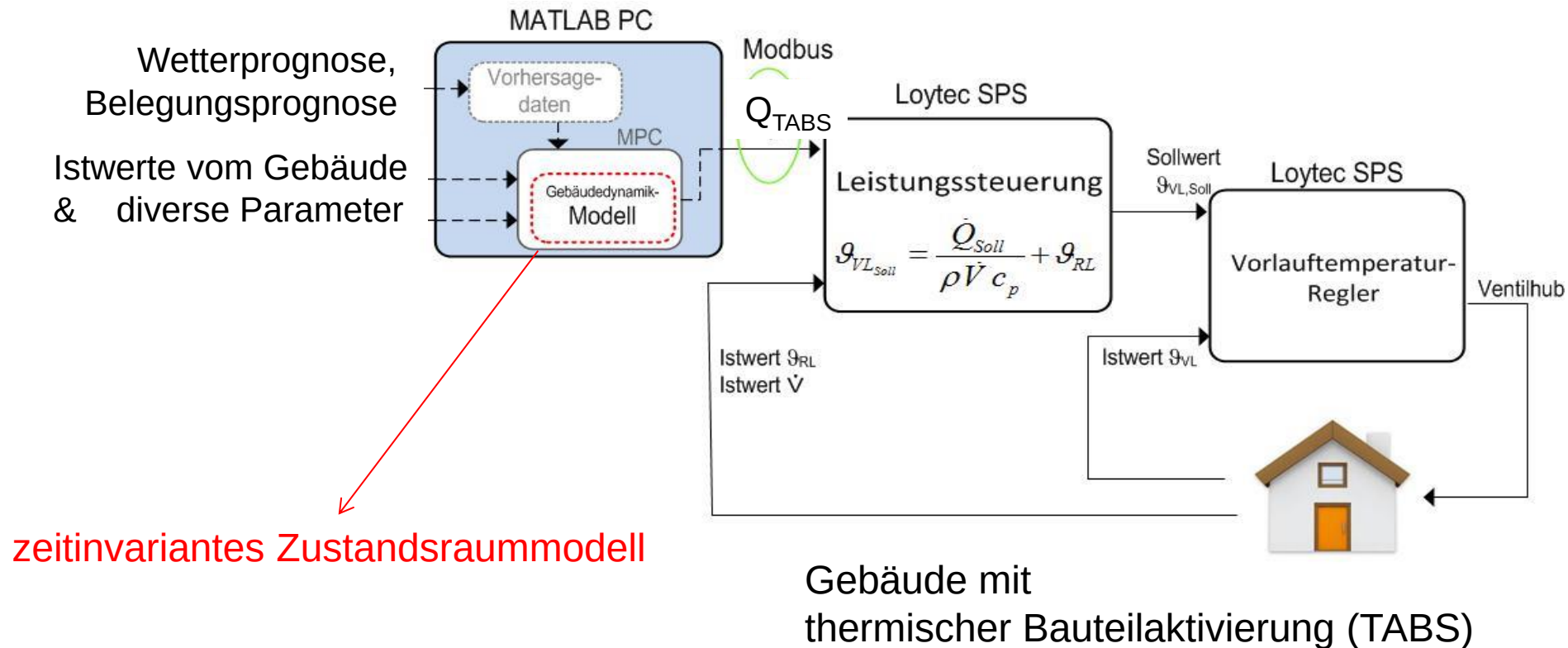
Standard versus Modell Prädiktive Regelung (MPC)



Grundprinzip Prädiktive Regelung



Gesamter Regelkreis Bsp. Gebäude

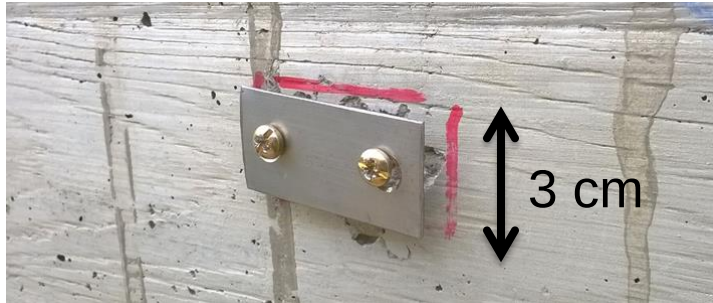


Was kann eine (Modell) prädiktive Regelung leisten

- Ausnutzung einer zulässigen (Komfort-)Bandbreite,
d.h. kein rigides Verhalten
- Lastverschiebung abhängig von den Randbedingungen
 - Strahlung
 - Außentemperatur
 - Aktueller Wärme(Strom)preis
- Mögliche Optimierungsziele
 - Energieverbrauch
 - ökonomische Kosten, etc.

Messstellen

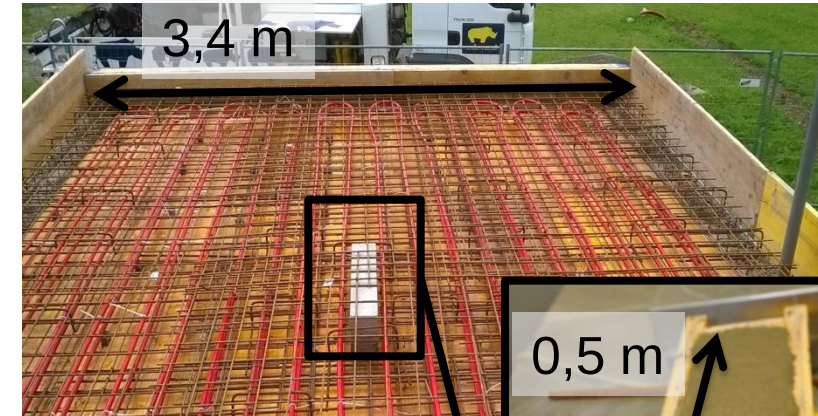
Oberflächentemperaturmessung



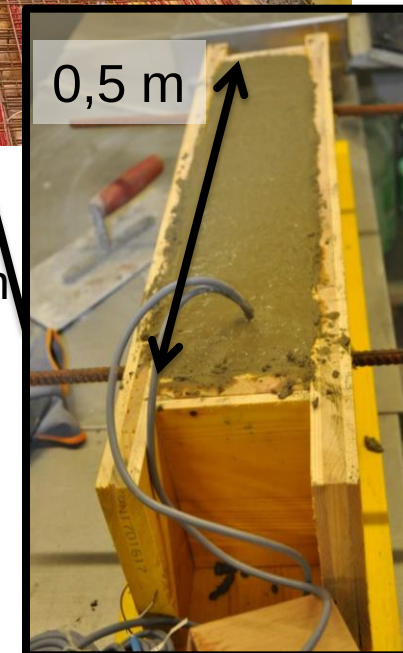
Messstelle mit Pt1000 Sensor



Decke vor dem Betonieren mit „Proband“



„Proband“ nach Betonieren im Labor mit Sensorleitungen



- Pt1000, Genauigkeit: 0,1 K
Klasse 1/3 Din (IEC 60751:2008)
- Genauigkeit der Messkette: < 0,2 K

Thermophysikalischer Vergleich

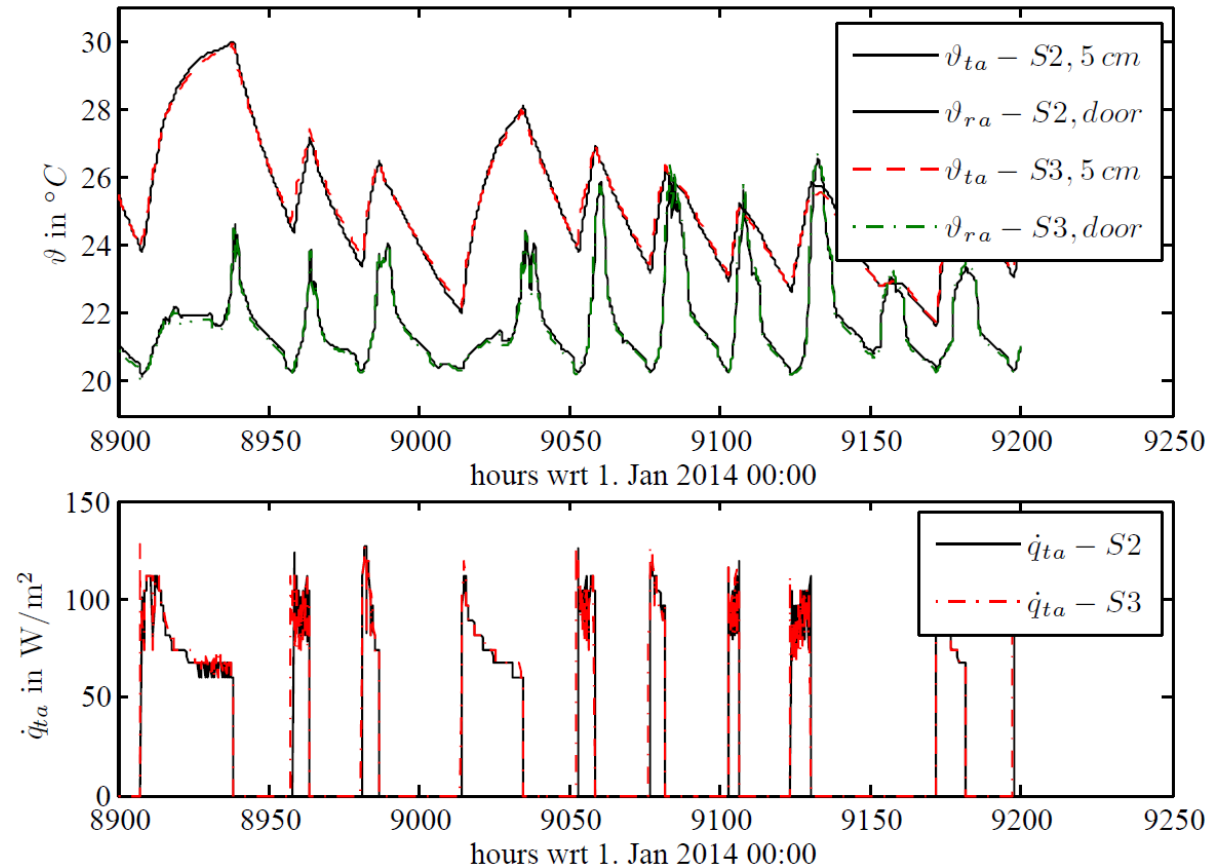
Auswertung eines
Messintervalls von 1000 h

$$\Delta y := y_{S3} - y_{S2}$$

Variable	Metrik		
y	$\text{mean}(\Delta y)$	$\sigma_{\Delta y}$	$\max \Delta y $
$\downarrow$	K	K	K
ϑ_{ta}	0.07	0.16	0.90
ϑ_{ra}	0.00	0.16	2.43

$$\vartheta_{ta} = T_{TABS}$$

$$\vartheta_{ra} = T_{air}$$



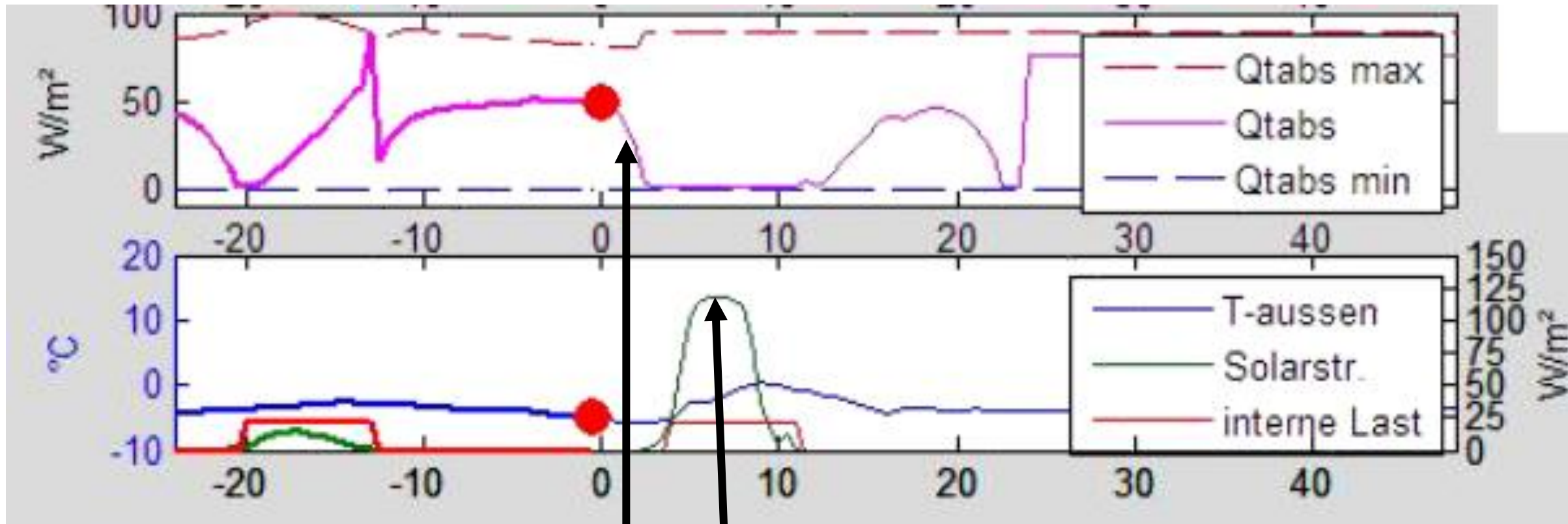
MPC-Betrieb in Aller Kürze

- **Wettervorhersage wird jede Stunde aktualisiert**
- **Modellprädiktiver Regler (MPC) mit Matlab umgesetzt**
- **MPC-Betrieb von Sommer 2015 bis Winter 2016**

Randbedingungen

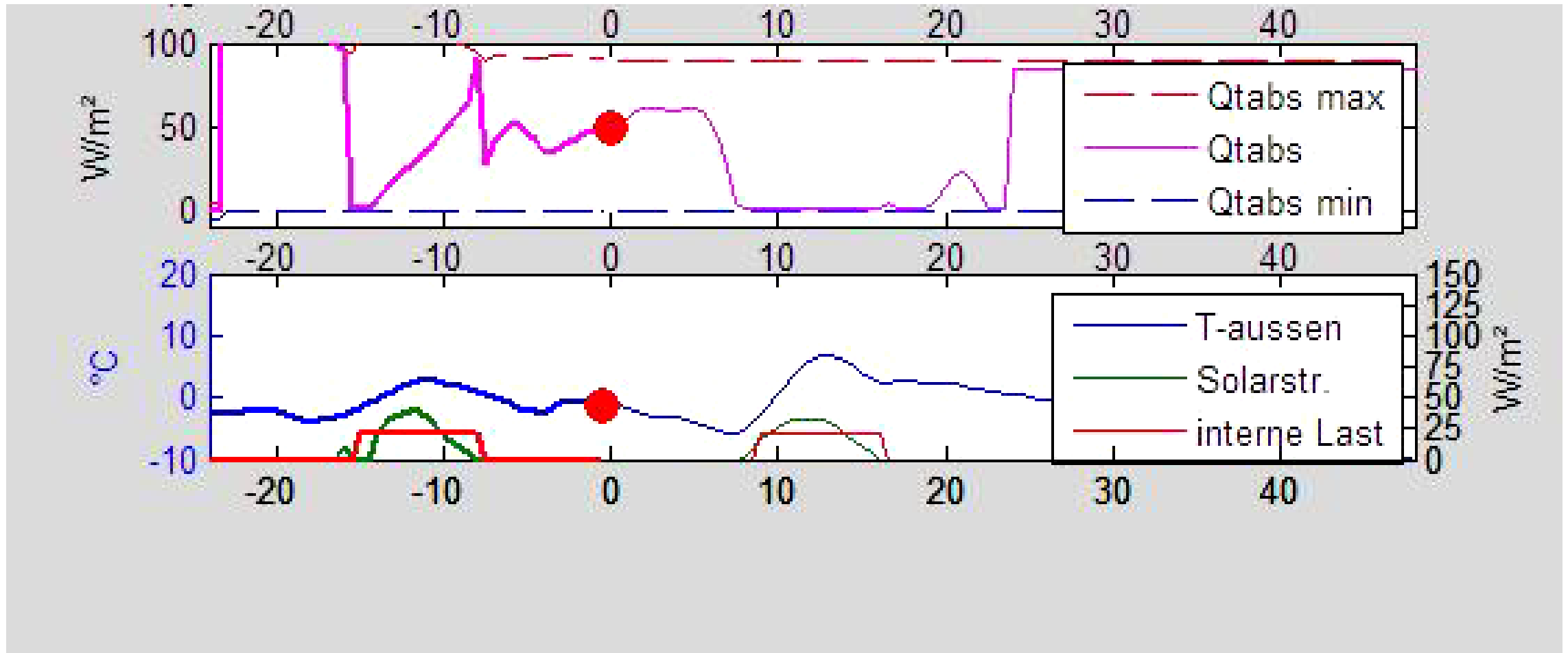
- **Raumlufttemperatur (Tair): Mittel zweier Messpositionen im Raum**
- **Interne Lasten 22.4 W/m² von 9:00 bis 17:00**
- **Standardregelung – Hysterese Regler :**
 - Heizen: EIN: Tair < 20°C; AUS: Tair > 22 °C**
 - Kühlen: EIN: Tair > 24°C; AUS: Tair < 22 °C**
- **MPC Temperatur Limits:**
 - Minimale Tair 20 °C**
 - Maximale Tair 26 °C**

MPC-Betrieb im Winter – Simulation (Jänner)

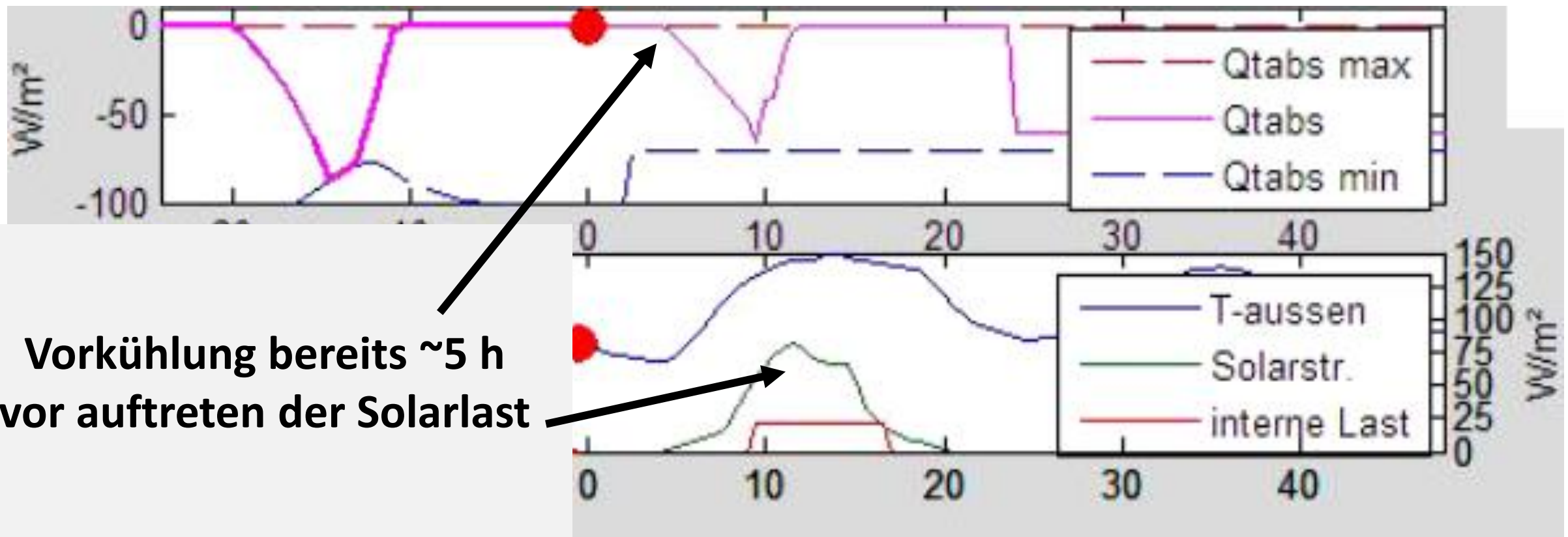


Zurückfahren der Heizung bereits einige Stunden
vor Auftreten der Solarstrahlung

MPC-Betrieb im Winter – Simulation (Jänner)

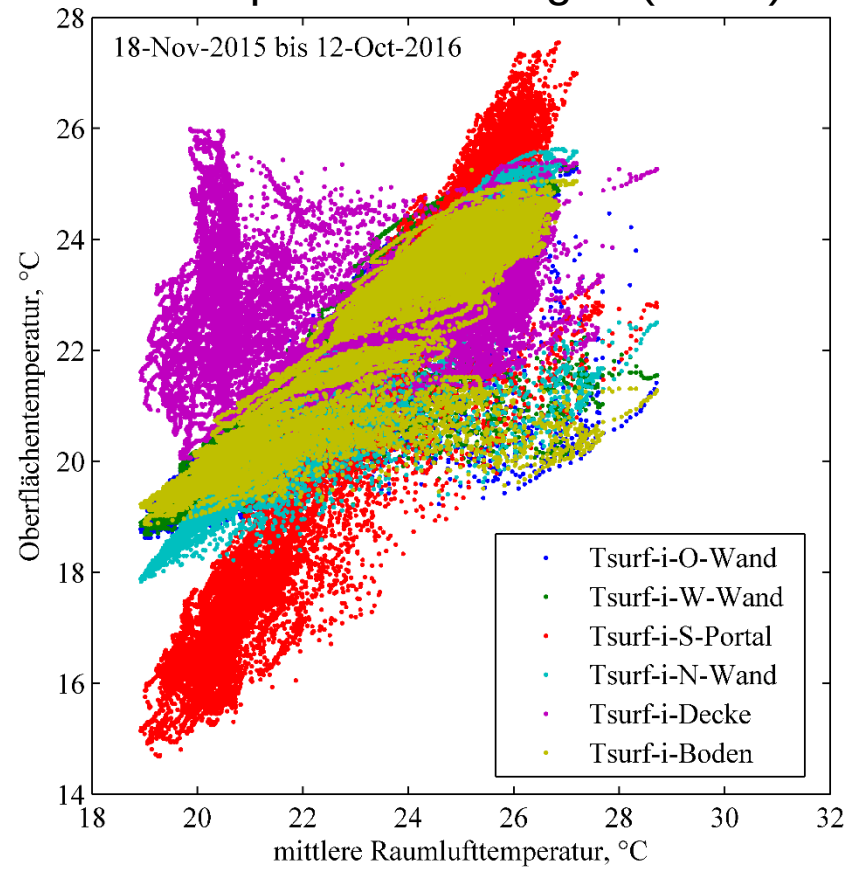


MPC-Betrieb im Sommer -- Simulation

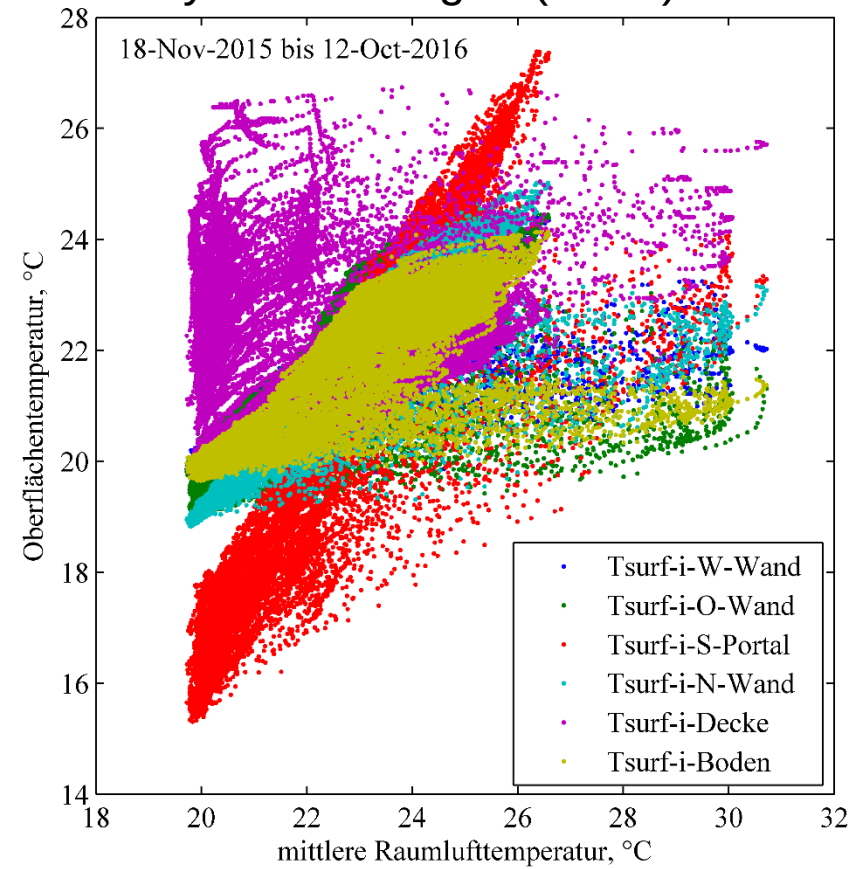


Auswertung der Oberflächentemperaturen

Modellprädiktiver Regler (+S02)

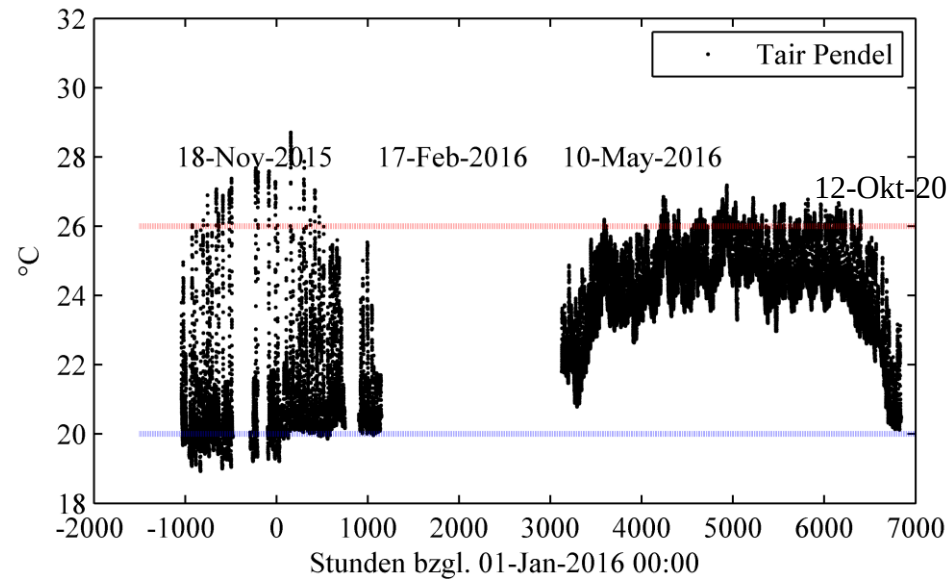


Hysterese Regler (+S03)

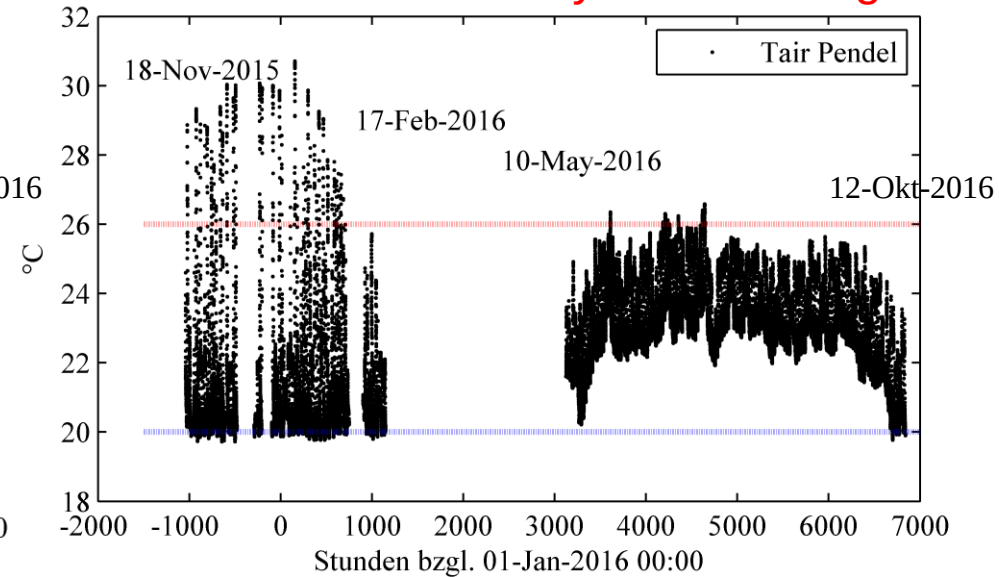


Analyse des Komforts

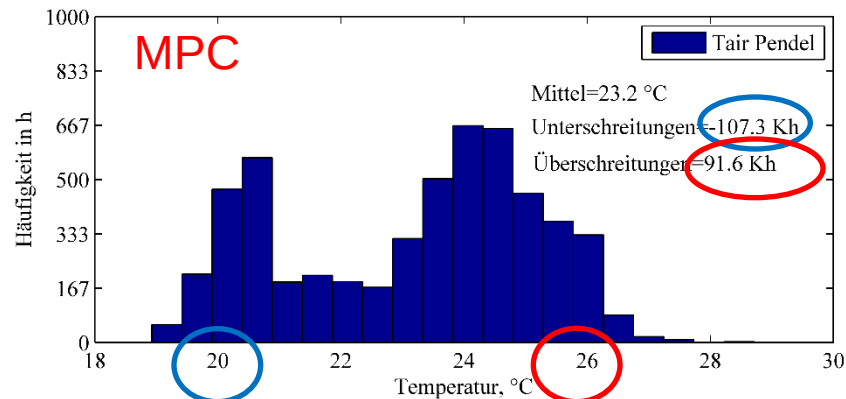
MPC



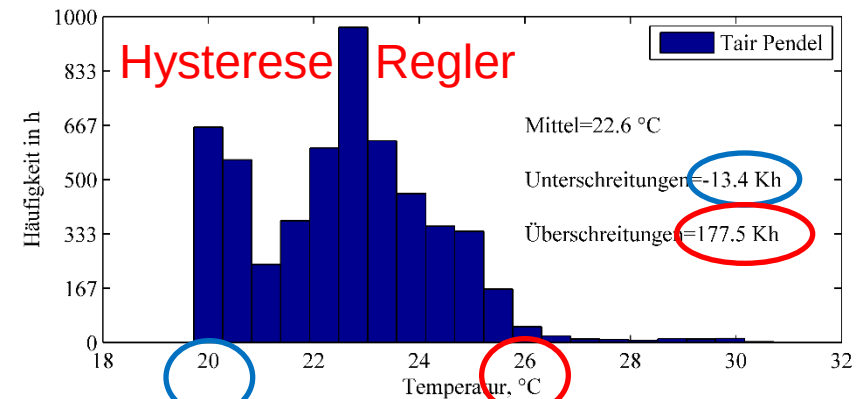
Hysterese Regler



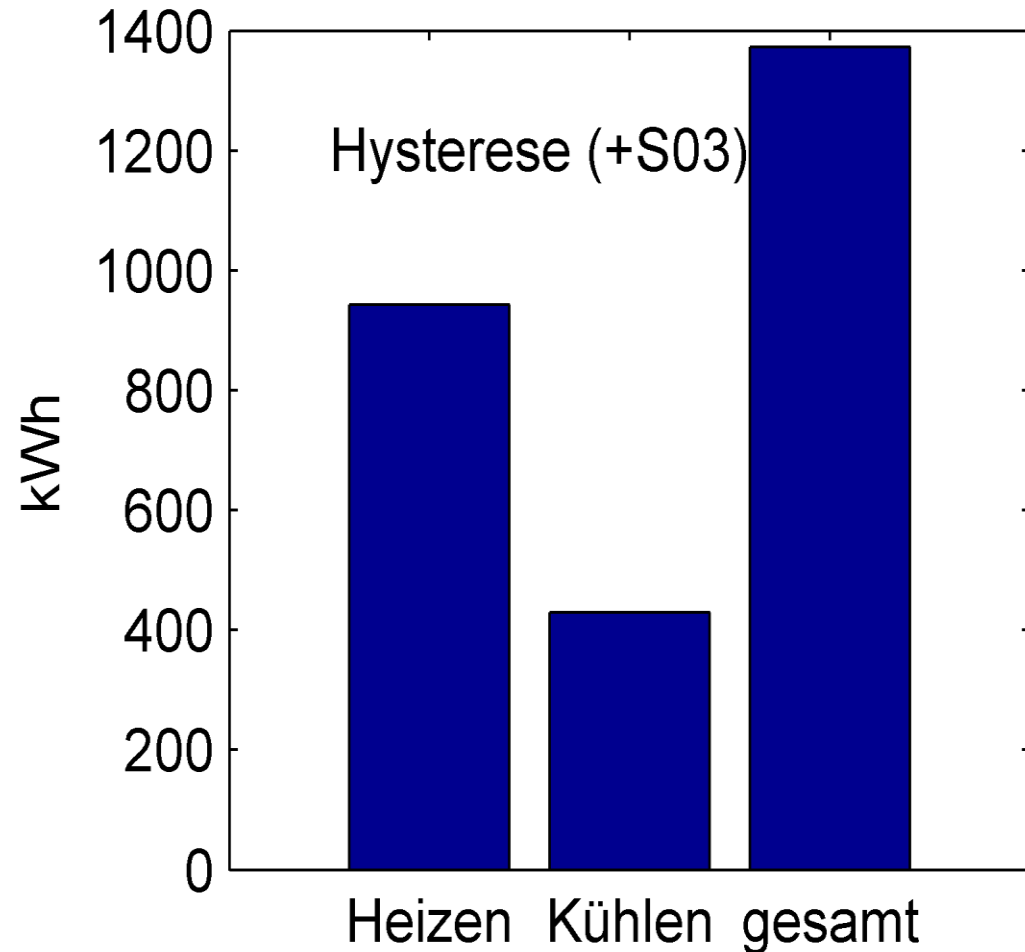
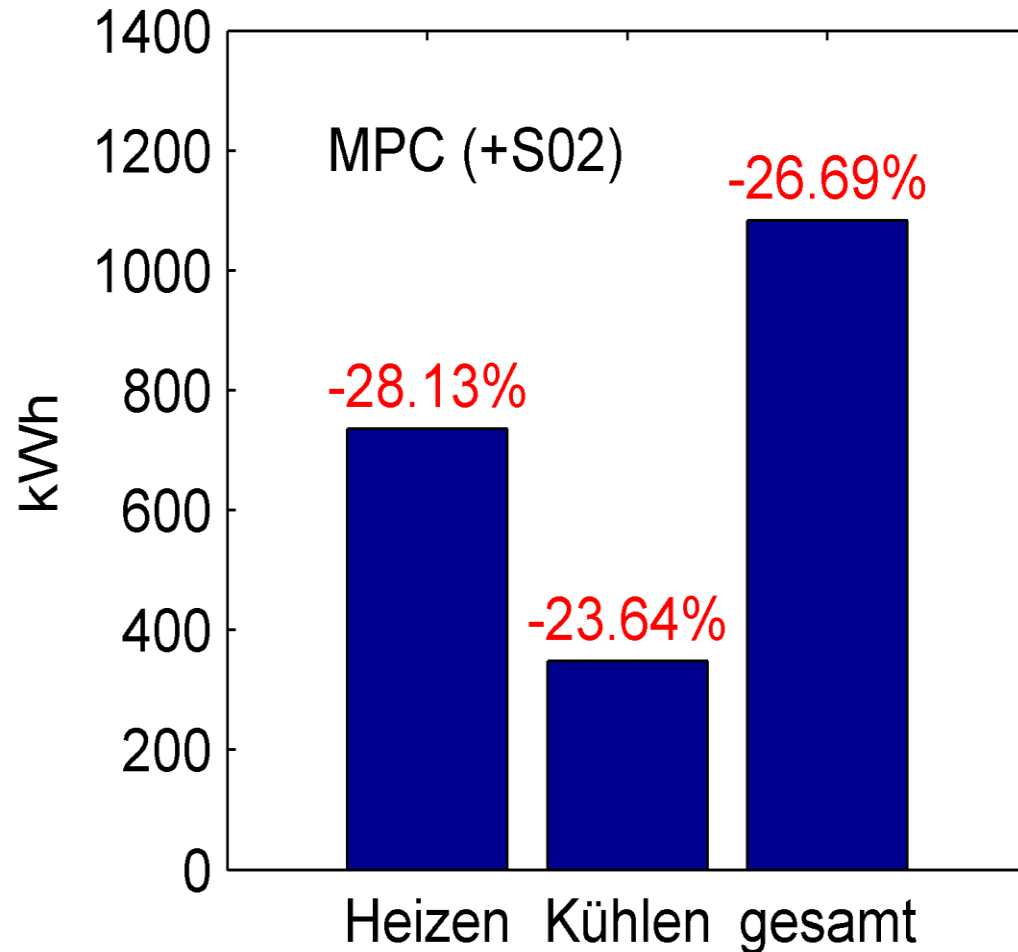
MPC



Hysterese Regler

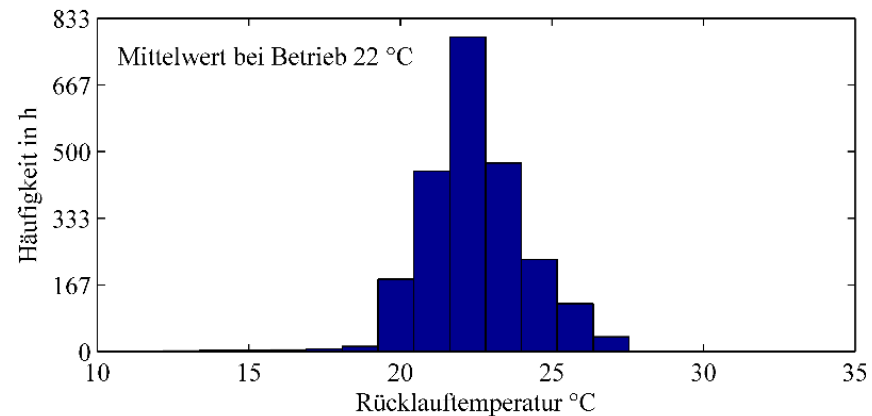
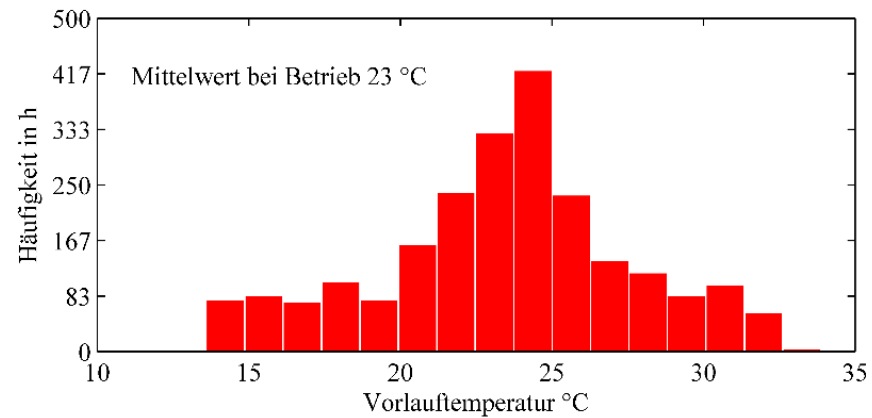


Analyse der eingebrachten Energiemengen (11.Okt 2015 – 11.Okt 2016)

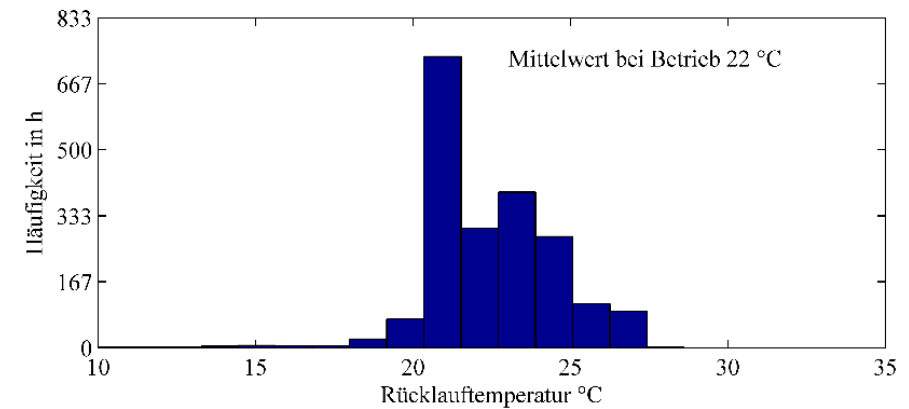
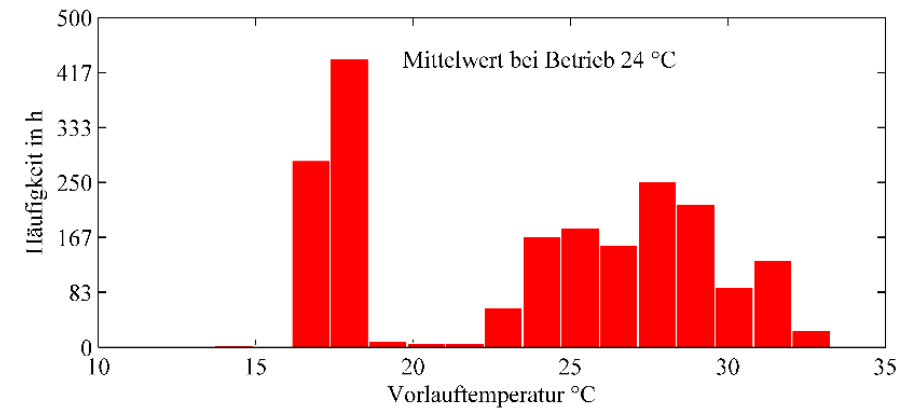


Versorgungstemperaturen

MPC



Hysterese Regler



Herausforderungen in der Praxis

- Erfahrung im Kontext Energie Monitoring
(ISO 50001, Vorrang für Erneuerbare)
- Anlagen Monitoring in der Versorgungstechnik für unterschiedliche
Anwendungen (Energieeffizienzanlagen, Wartungsoptimierung)
- Nachrüstung von Sensorik (Kabel-gebunden!)
- Wartung für bestehende Messtechnik

Herausforderungen in der Praxis

- Qualitativ hochwertige (brauchbare) Messwerte
- Zuverlässige Wärmemengenmessung für große Rohrquerschnitte
- Ersatzwertbildung für Messlücken (Filterung)
- Modellbildung für das Gebäude



Zusammenfassung (Chancen)

- Hohes Energieeinsparungspotential (25 %) bei trägen Gebäuden
- Weniger winterliche Überwärmung
- Optimierte Versorgungstemperaturen
- Eine gute Ver-Messung an sich macht Optimierungspotential transparent
(~10% Einsparungen)

Aussicht – Auszug aus den aktuellen FuE Projekten

- **Aufbau von Forschungskompetenzen zur Digitalisierung des technischen Facility Managements (techFM4.0);** (Innovationslehrgänge - 3. Ausschreibung)
- **Konsortialführer:** Fachhochschule Burgenland GmbH



- **Partner:**

WIEN ENERGIE GmbH,

Woschitz Engineering ZT GmbH,

AIT Austrian Institute of Technology GmbH,

SCHRACK SECONET AG

normconsult OG,

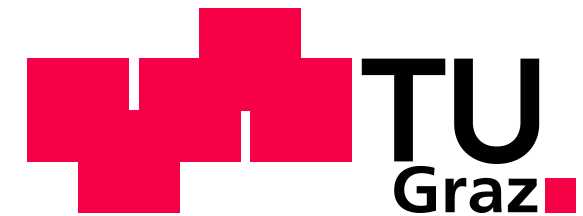
[EAM Systems GmbH](#),

DI (FH) Manfred Fuhrmann,

Danksagung



Der Großteil der Arbeit wurde im Rahmen des F-Programms „Haus der Zukunft Plus“ durchgeführt, gefördert aus Mitteln des BM für Verkehr, Innovation und Technologie. (FFG Projektnummer 840675) Die Konsortialführung für das Projekt lag beim Institut für Wärmetechnik der TU Graz.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

eam



BRAINS
FOR
BUILDINGS

Ansprechpartner:

Dr.techn. Martin Pichler
Innovation und Energiemanagement
T +43 316 28179020-0
martin.pichler@eam-systems.at

MESS-, STEUER- &
REGELTECHNIK

FACILITY
SERVICES

SICHERHEITS-
TECHNIK



„Liveschaltung Sommer“

