

Workshop „Digitale Tools für das Monitoring von solarthermischen Großanlagen“

Datum/Uhrzeit: 19.10.2023 09:00 - 14:30
Ort: AEE INTEC, Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf
Organisation / Kontakt: Daniel Tschopp (d.tschopp@aee.at)
Anmeldung: <https://www.bit.ly/3O54KUw>

Zielgruppe des Workshops sind **Betreiber von solarthermischen Großanlagen** und Unternehmen, die mit Betreibern zusammenarbeiten (z.B. Kollektorhersteller, Endkunden). Das Angebot richtet sich speziell an KMUs.

Im Workshop wird ein **Überblick zu digitalen Tools und Open Source Software** für Monitoring und Betriebsführung von solarthermischen Großanlagen präsentiert, basierend auf dem **neu entwickelten Handbuch** „Digital Tools for Solar Thermal Plant Monitoring“.

Die Teilnehmer:innen erhalten eine Schulung in der **neuen Open Source Software SunPeek** (<https://docs.sunpeek.org/>) für das Performance Monitoring von solarthermischen Großanlagen, die sie während dem Workshop selbst ausprobieren können. Der Workshop bietet ein Forum zum **Erfahrungsaustausch** und Herausforderungen in der Praxis.

Wenn Sie daran interessiert sind, **eine ihrer Anlagen direkt beim Workshop auszuwerten**, bitten wir Sie um Nachricht an Daniel Tschopp (d.tschopp@aee.at) bis spätestens 06.10.2023.

Der Workshop wird von **AEE INTEC** und **DIH Süd** organisiert, in Zusammenarbeit mit **Austria Solar** und dem **Entwicklerteam der SunPeek Software**.

Programm

09:00	Begrüßung und Einführung <i>Daniel Tschopp (AEE INTEC), Walter Becke (AEE INTEC), Roger Hackstock (Austria Solar)</i> <ul style="list-style-type: none">• Inhalte und Zielsetzung des Workshops• Betriebsführung solarthermischer Großanlagen• Förderprogramm des Klima- und Energiefonds, Begleitforschung• Verbandsaktivitäten im Bereich solarthermische Großanlagen
09:15	Vorstellungsrunde, Praxisfragestellungen der Teilnehmer:innen

09:30	Digital Tools / Open Source Software für Monitoring und Betriebsführung von solarthermischen Großanlagen <i>Philip Ohnewein (AEE INTEC), Daniel Tschopp (AEE INTEC)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen, Praxisfragestellungen • Handbuch "Digital Tools for Solar Thermal Plant Monitoring" • ISO 24194:2022 Norm für Performance Check von Kollektorfeldern
10:00	Diskussion und Fragen
10:15	SunPeek Open Source Software <i>Lukas Feierl (SOLID), Marnoch Hamilton-Jones (AEE INTEC)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Software Architektur, Features, implementierte Methoden • Anlagenkonfiguration, Web-UI • Datenanbindung, Schnittstellen • Installation, Updates • Abgrenzung zu anderen Software Tools
10:45	Diskussion und Fragen
11:00	Kaffeepause
11:15	Anlagenauswertungen mit SunPeek Open Source Software <i>Maria Moser (SOLID), Christian Kloibhofer (GASOKOL), Michael Zellinger (GASOKOL)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fernheizwerk Graz • Nahwärme St. Ruprecht
11:45	Diskussion und Fragen
12:00 - 13:00	Mittagessen vor Ort
13:00	Hands-On SunPeek Open Source Software <i>Lukas Feierl (SOLID)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung und Auswertung von Beispielanlagen bzw. Anlagen, die von Teilnehmer:innen betrieben werden
14:00	Abschlussdiskussion, Ausblick
14:30	Ende

Workshop

Digitale Tools für das Monitoring von
solarthermischen Großanlagen

Daniel Tschopp, Walter Becke,
Roger Hackstock & SunPeek-Team

Herzlich willkommen!



Source: Picfly.at Thomas Eberhard

Solarthermische Großanlagen

- Thermische Kraftwerke zur Bereitstellung von solarer Wärme.
- Anlagengröße $>500 \text{ m}^2$ Kollektorfläche = $350 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Wärmegestehungskosten $\sim 30\text{-}60 \text{ €/MWh}$



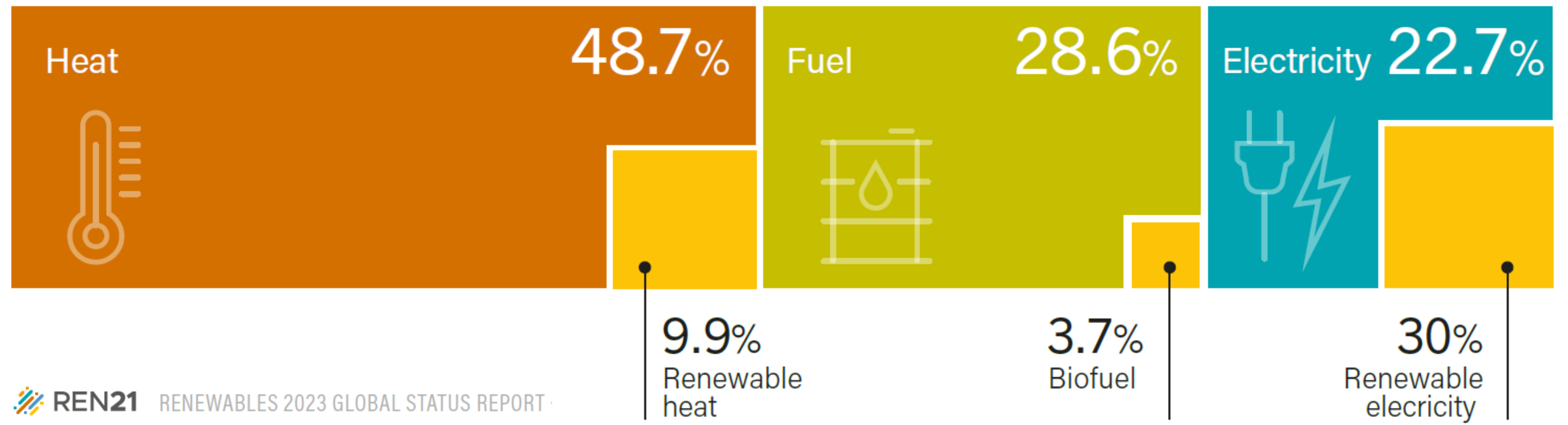
Quelle: www.kuster.co.at



Quelle: www.solar-district-heating.eu

Bereitstellung Erneuerbarer Energie

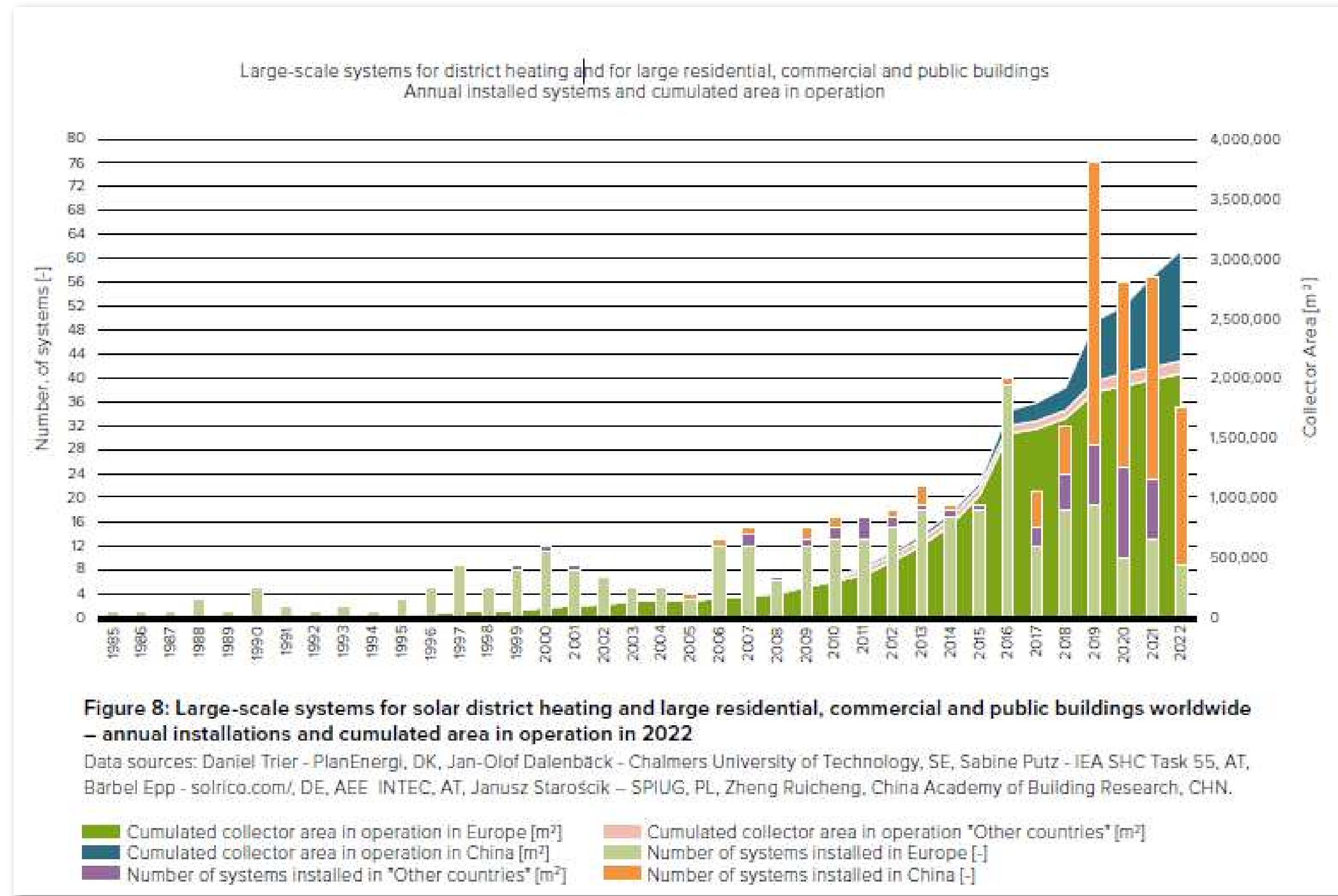
Total Final Energy and Total Modern Renewable Energy Share, by Energy Carrier, 2020



Solarthermische Großanlagen:

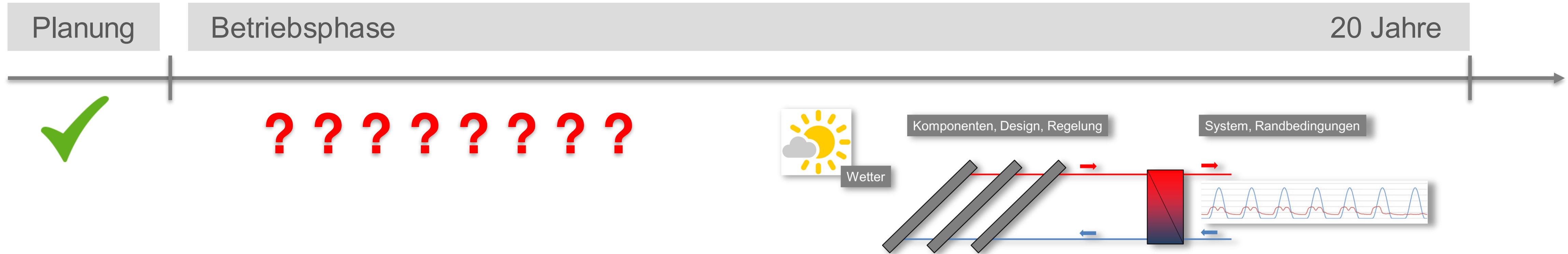
Kostengünstige und preisstabile Bereitstellung erneuerbarer Wärme

Marktentwicklung Solare Großanlagen



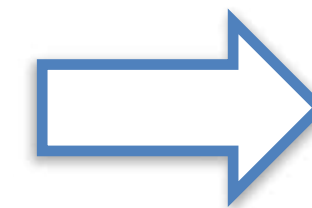
Source: Solar Heat Worldwide 2023

Rahmenbedingungen und Zielsetzung des Workshops



Rahmenbedingungen

- Bewertung der **Anlagenperformance** selbst für Expert*innen anspruchsvoll
- **Keine Standard-Software** für Performance-Nachweise / Garantieverfahren vorhanden
- **Chancen** durch Digitalisierung und höhere Messdaten-Verfügbarkeit
- **Neue ISO Norm 24194:2022** – Performance Check für Kollektorfelder

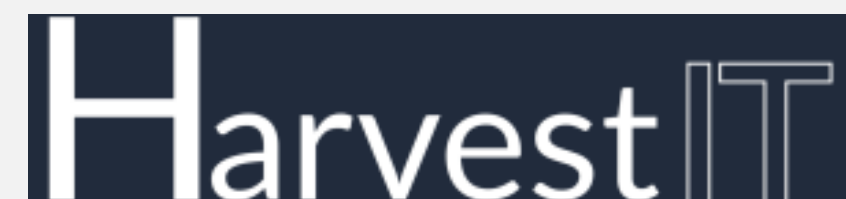


Zielsetzungen Workshop

- **Austausch zu Erfahrungen und Herausforderungen** beim Monitoring von solarthermischen Großanlagen
- Überblick zu **Digitalen Tools und Open Source Software** und deren Grundlagen (Auswertemethoden, Datenerfassung)
- Hands-On **Praxiserfahrung** mit Open Source Software **SunPeek**

Solare Großanlagen bei AEE INTEC

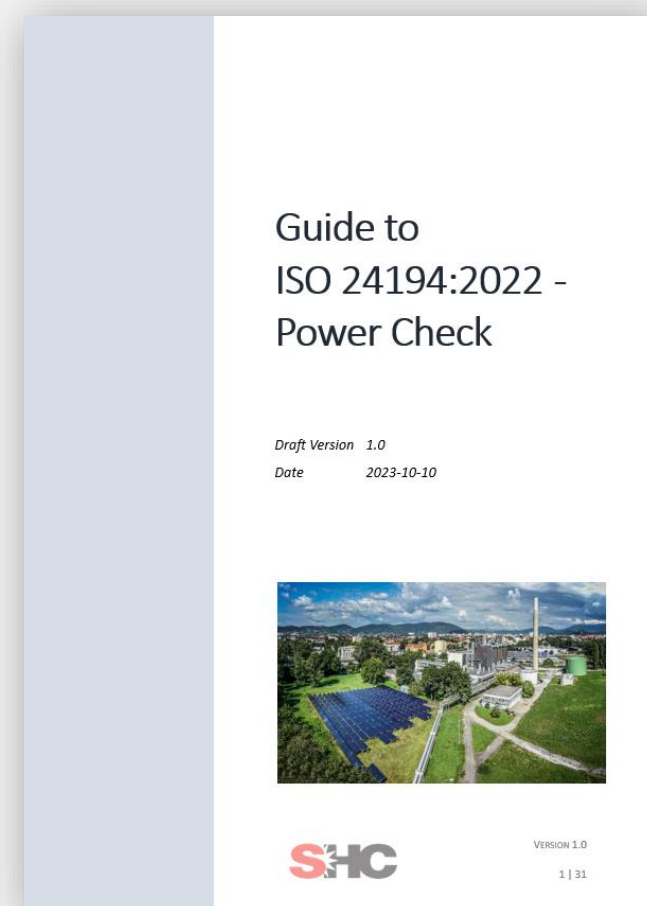
Aktuelle Projekte in Verbindung mit SunPeek



Entwicklung Open Source Software



Guide to ISO 24194:2022 – Power Check



Handbuch „Digital Tools for Solar Thermal Plant Monitoring“

Workshop
19.10.2023

Follow-up Q&A Workshop
22.11.2023,
14:00 - 15:30



Digitalisierungsdienstleistungen für KMU (innerhalb EU, max. 2 999 Mitarbeiter:innen, kostenlos für KMU bis 40 k€)

Anwendungen von SunPeek
Bitte jetzt buchen! 😊

+ Anwendungen in Begleitforschung, IndHeap, SOLTRAIN+



Der DIH SÜD wird unterstützt von:



LAND  KÄRNTEN



UNSERE LEISTUNGEN

Der DIH SÜD unterstützt KMU der Region Südösterreich bei der digitalen Transformation.

Nicht wirtschaftlich tätiges Kompetenznetzwerk



Netzwerk aus Digitalzentren, Netzwerkpartnern und Multiplikatoren

Unterstützung von KMU in der Südregion



Angebote in den Bereichen Information, Qualifikation und Digitale Transformation

Zugang zu Infrastruktur



Zugang zu Laboren, Unterstützung bei Prototypenherstellung etc.



UNSERE LEISTUNGEN



Test vor Investition

z. B. Zugang zu Laboren, Prototypenherstellung, 3D-Druck, 5G Playground



Unterstützung bei der Suche nach Investoren

Beratungsleistungen über unsere Partner (Wirtschaftskammern, Forschungsförderungsagenturen etc.)



Bildungs-, Ausbildungs- und Qualifizierungsangebote



Weiterentwicklung des Ökosystems

Zugang zu relevanten Playern im Bereich Digitalisierung





KONTAKT

DIH SÜD GmbH
Leonhardstraße 59
8010 Graz

Mag. Stefan Schafranek
stefan.schafranek@dih-sued.at
+43 316 876-1154

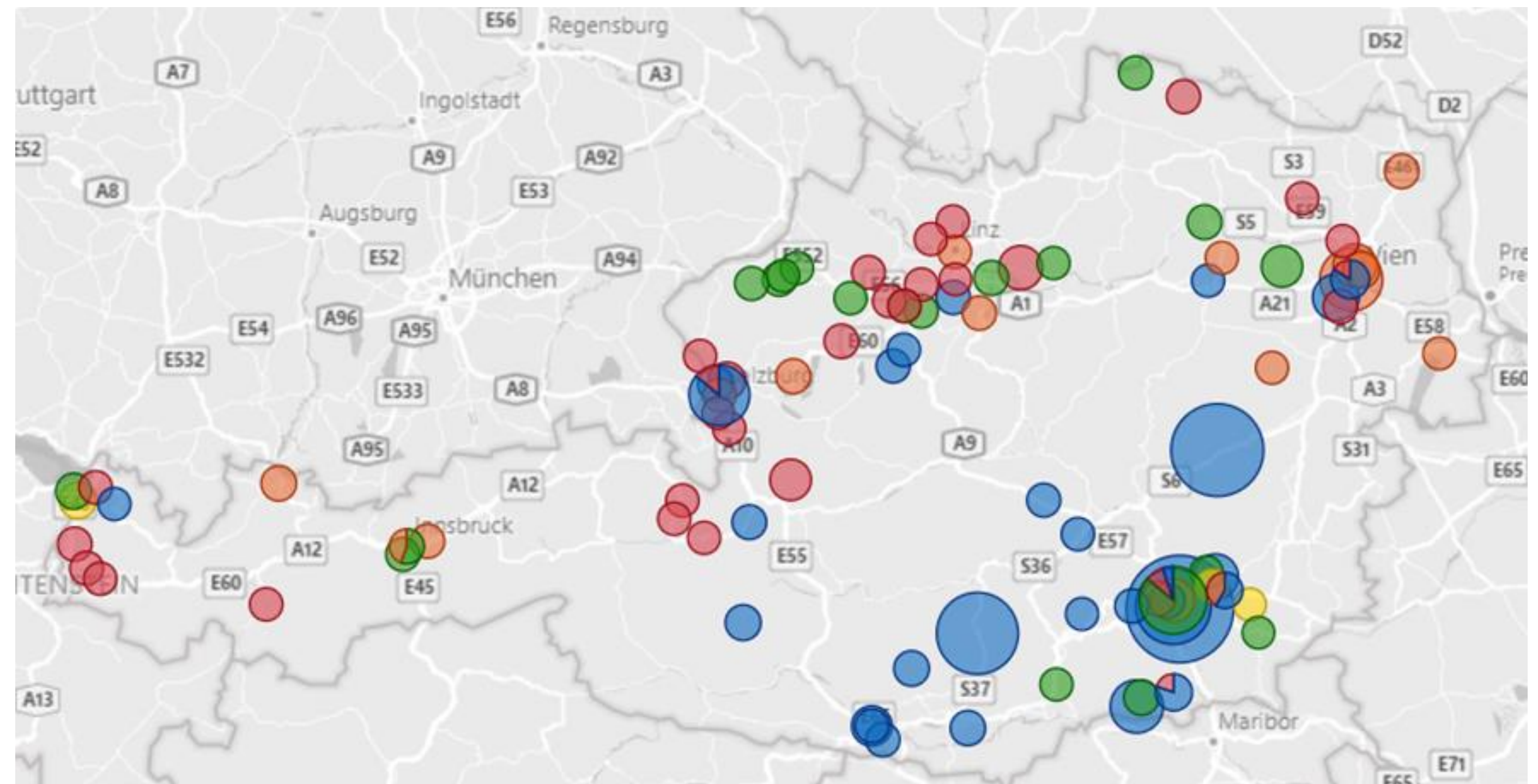
Martina Eckerstorfer
martina.eckerstorfer@dih-sued.at
+43 463 9082 90-25



- Investitionsförderung für gewerbliche Anlagen ab 100 m²
- bis zu 50% der umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten
- Rund 400 geförderte Projekte
- Wissenschaftliche Begleitung von Einreichung bis Monitoring ausgewählter Anlagen

- Hohe solare Deckungsgrade
- Prozessintegration
- Solare Einspeisung
- Solarthermie-Wärmepumpen-Kombi

- 116 Anlagen in der Begleitforschung
- 50 – 8400 m² Kollektorfläche
- 68.000 m² Kollektorfläche gesamt
- 85 abgeschlossene Monitoringperioden





Leitfaden Solarthermie – solare Großanlagen

Jahresprogramm 2023

Ein Programm des Klima- und Energiefonds
der österreichischen Bundesregierung



Wien, Juli 2023

Themenfeld	Förderungsbegrenzung
Solare Prozesswärme	770 Euro/MWh direkt nutzbaren Solarertrag pro Jahr
Solare Einspeisung in netzgebundene Wärmeversorgungen	610 Euro/MWh direkt nutzbaren Solarertrag pro Jahr
Hohe solare Deckungsgrade in Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben	1.050 Euro/MWh direkt nutzbaren Solarertrag pro Jahr
Solarthermie in Kombination mit Wärmepumpe	1.210 Euro/MWh gesamt nutzbaren Solarertrag pro Jahr 1.760 Euro/MWh gesamt nutzbaren Solarertrag pro Jahr bei PVT-Kollektoren ¹
Neue Technologien und innovative Ansätze	keine Begrenzung
Solare Großanlagen ab 5.000 m ²	Wirtschaftlichkeitsberechnung

**Einreichfrist:
15.12.2023, 12:00 Uhr**

[Download Förderleitfaden](#)

<https://www.klimafonds.gv.at/call/solarthermie-solare-grossanlagen-2023/>

Verbandsaktivitäten Solarthermische Großanlagen

Austria Solar



DI Roger Hackstock,
Geschäftsführer Austria Solar

Agenda – Teil 1

09:00	Begrüßung und Einführung <i>Daniel Tschopp (AEE INTEC), Walter Becke (AEE INTEC), Roger Hackstock (Austria Solar)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Inhalte und Zielsetzung des Workshops • Betriebsführung solarthermischer Großanlagen • Förderprogramm des Klima- und Energiefonds, Begleitforschung • Verbandsaktivitäten im Bereich solarthermische Großanlagen
09:15	Vorstellungsrunde, Praxisfragestellungen der Teilnehmer:innen
09:30	Digital Tools / Open Source Software für Monitoring und Betriebsführung von solarthermischen Großanlagen <i>Philip Ohnewein (AEE INTEC), Daniel Tschopp (AEE INTEC)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen, Praxisfragestellungen • Handbuch "Digital Tools for Solar Thermal Plant Monitoring" • ISO 24194:2022 Norm für Performance Check von Kollektorfeldern
10:00	Diskussion und Fragen
10:15	SunPeek Open Source Software <i>Lukas Feierl (SOLID), Marnoch Hamilton-Jones (AEE INTEC)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Software Architektur, Features, implementierte Methoden • Anlagenkonfiguration, Web-UI • Datenanbindung, Schnittstellen • Installation, Updates • Abgrenzung zu anderen Software Tools
10:45	Diskussion und Fragen
11:00	Kaffeepause



Agenda – Teil 2

11:15	Anlagenauswertungen mit SunPeek Open Source Software <i>Maria Moser (SOLID), Christian Kloibhofer (GASOKOL), Michael Zellinger (GASOKOL)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fernheizwerk Graz • Nahwärme St. Ruprecht
11:45	Diskussion und Fragen
12:00 - 13:00	Mittagessen vor Ort
13:00	Hands-On SunPeek Open Source Software <i>Lukas Feierl (SOLID)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung und Auswertung von Beispielanlagen bzw. Anlagen, die von Teilnehmer:innen betrieben werden
14:00	Abschlussdiskussion, Ausblick
14:30	Ende



Vorstellungsrunde



Auf einen guten Workshop!



Source: Picfly.at Thomas Eberhard



AEE INTEC

IDEA TO ACTION

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Österreich

Website: www.aee-intec.at
Twitter: [@AEE_INTEC](https://twitter.com/AEE_INTEC)

Daniel Tschopp

d.tschopp@aee.at

+43 (0)3112 5886

<https://www.collector-array-test.org>

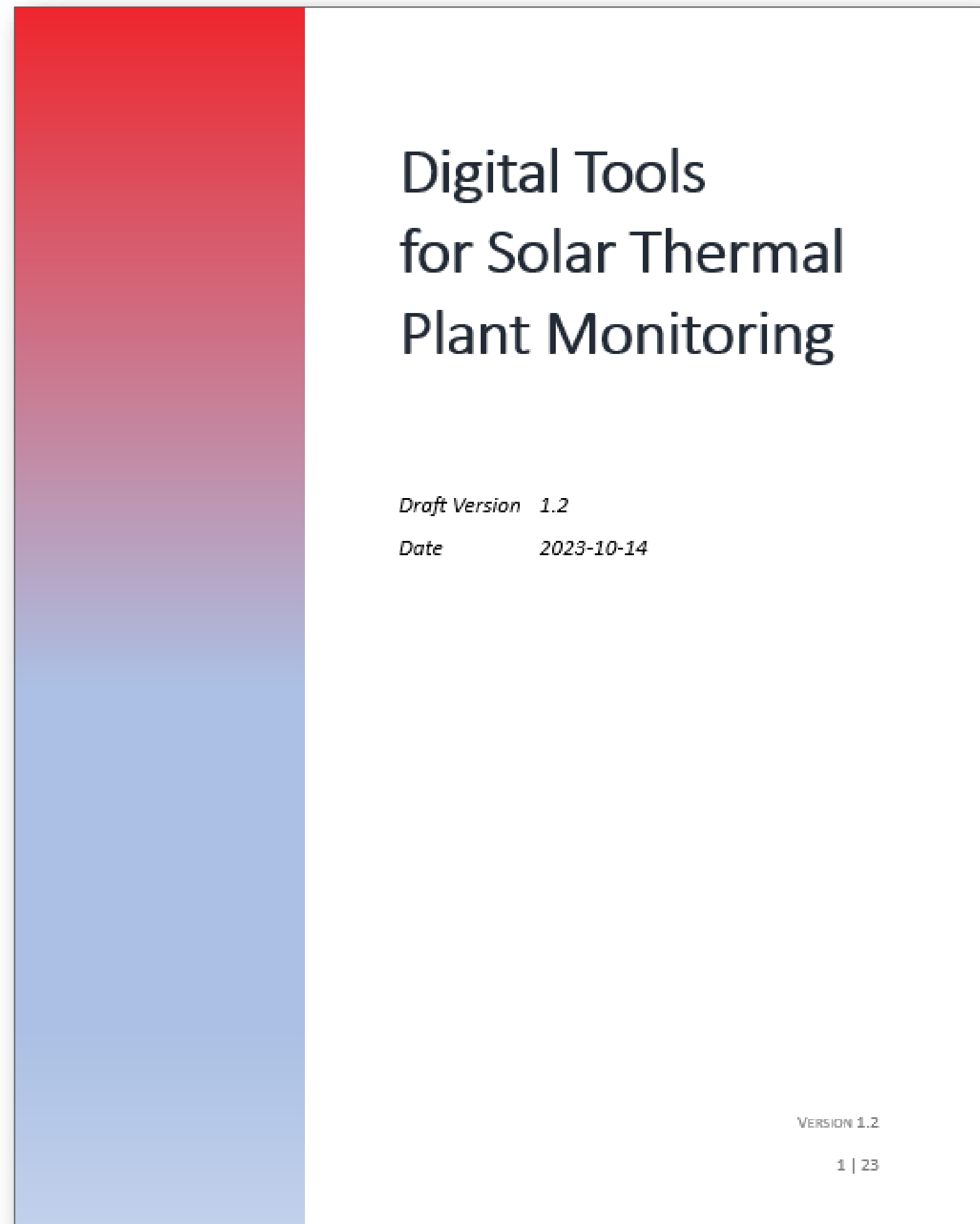
Digitale Tools / Open-Source Software

Monitoring und Betriebsführung von
solarthermischen Großanlagen

Philip Ohnewein, Daniel Tschopp & SunPeek-Team

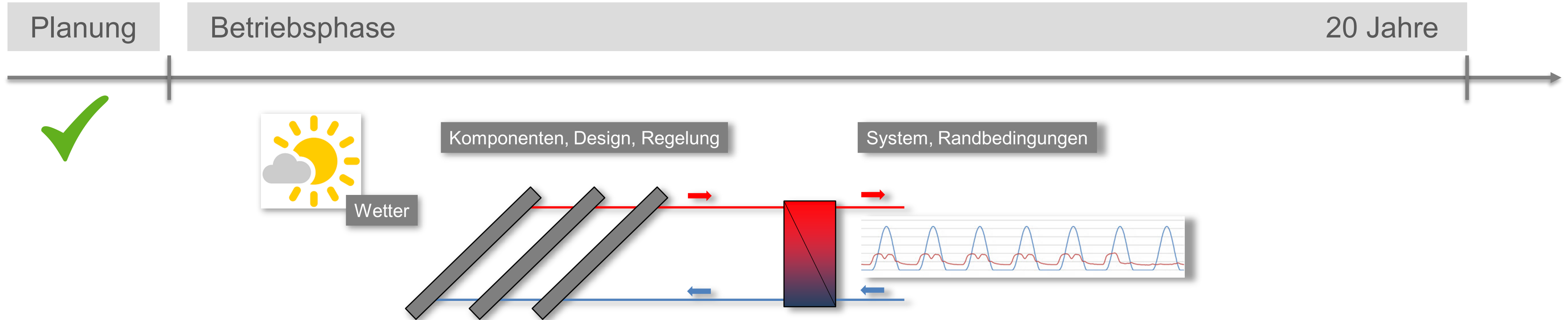
Agenda

- 1** *Tools* Digitale Tools Solarthermie, Open Source
- 2** *Methoden* Performance Check / ISO 24194
- 3**  SunPeek
- 4** *Ausblick* Einladung zur Zusammenarbeit



- Messausstattung und Datenerfassung
- Monitoring-Kennzahlen und Auswertemethoden
- Überblick über digitale Tools mit speziellem Fokus auf Open Source Software und Open Data
- SunPeek Anwendung
- Praxiserfahrungen

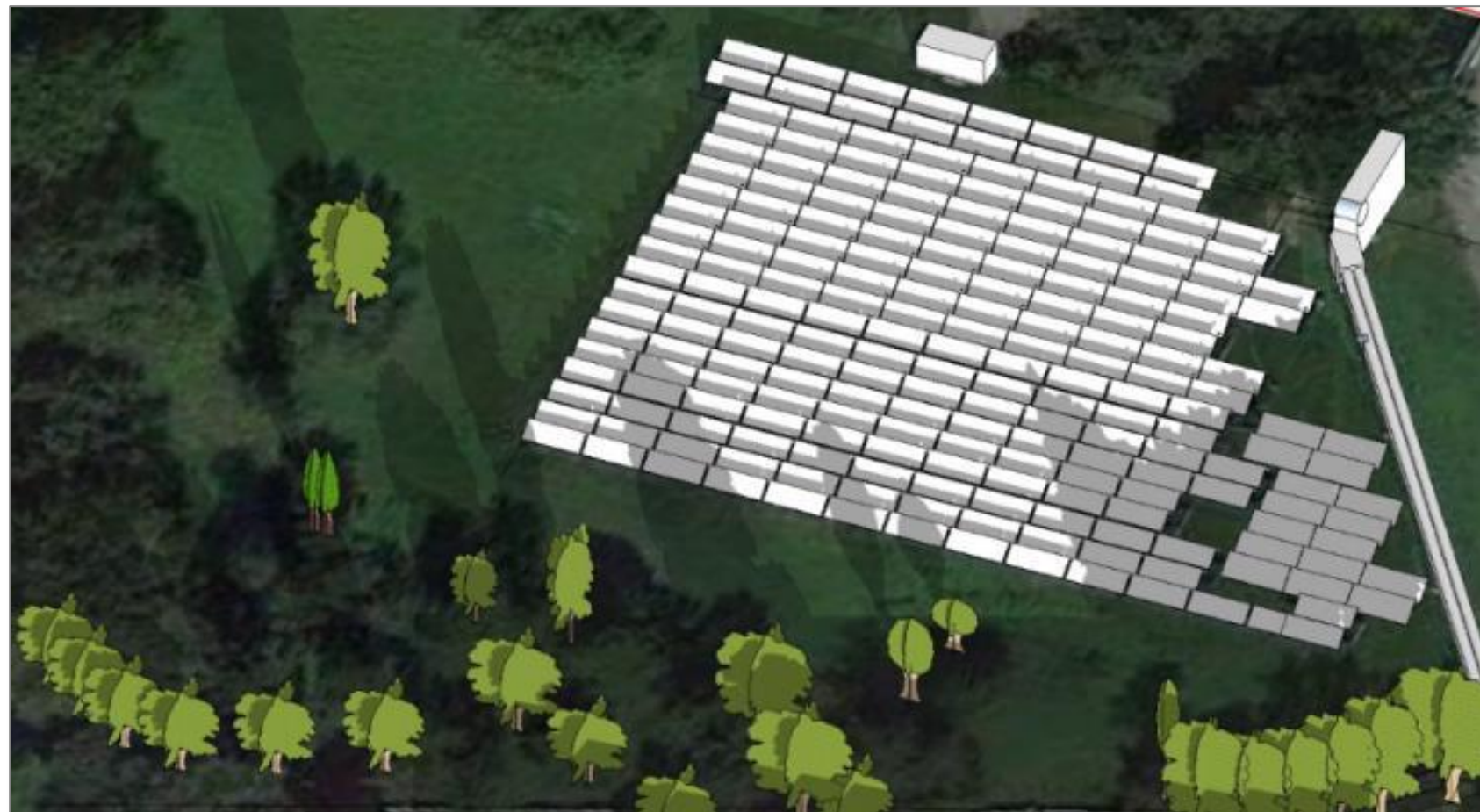
Herausforderungen Monitoring Solarthermie



Herausforderungen

- 1) CAPEX: Solare Großanlagen haben **hohe Anfangsinvestition**.
- 2) OPEX: Betreiber muss über Laufzeit von 20-30 Jahren **langfristig hohen Solarertrag sicherstellen**.
- 3) Bewertung der Anlagenperformance selbst für Expert*innen anspruchsvoll.
- 4) Es gibt am Markt **keine Standard-Software** für detailliertes **Performance-Monitoring**.

Einflussfaktoren Solarertrag / Performance

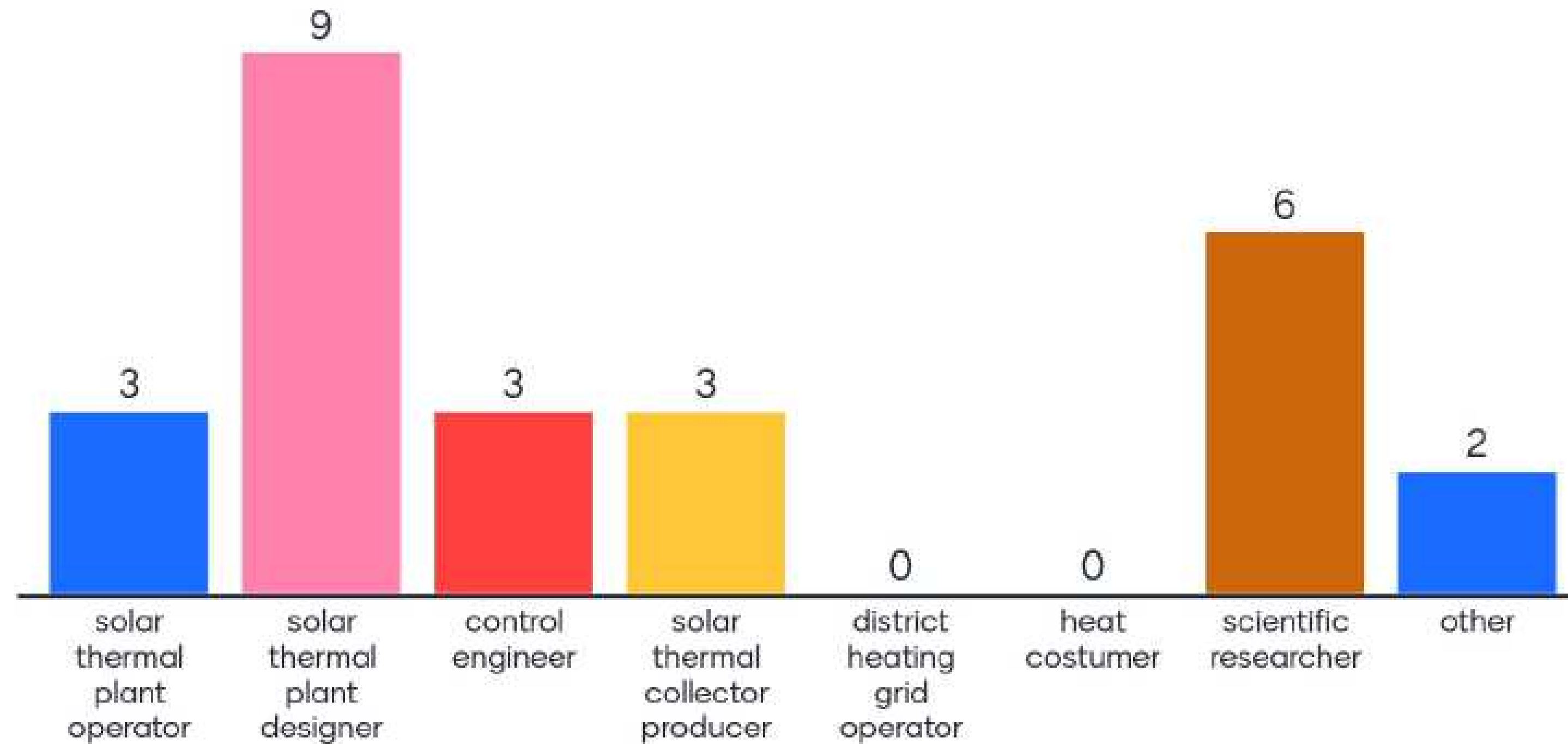


- **Kollektoren**
 - Wirkungsgradkennlinie, Trägheit
 - Verschmutzung, Zustand Wärmedämmung
- **Anlagendesign / Anlagenzustand**
 - Reihenabstände, Aufständerungswinkel, Hydraulik
 - Eigenverschattung, Fremdverschattung
- **Betriebs- und Regelungsstrategien**
 - Volumenströme, Temperaturen
- **Sekundärseite, externe Einflüsse**
 - Abnahmeleistung, Rücklauftemperaturen, ...
 - Wetter (Einstrahlung, Außentemperaturen, ...)
- **Messung**
 - Repräsentativität Strahlungsmessung
 - Repräsentativität Windmessung
 - Messunsicherheit
 - Datenqualität, fehlende Messdaten

Stakeholder Befragung

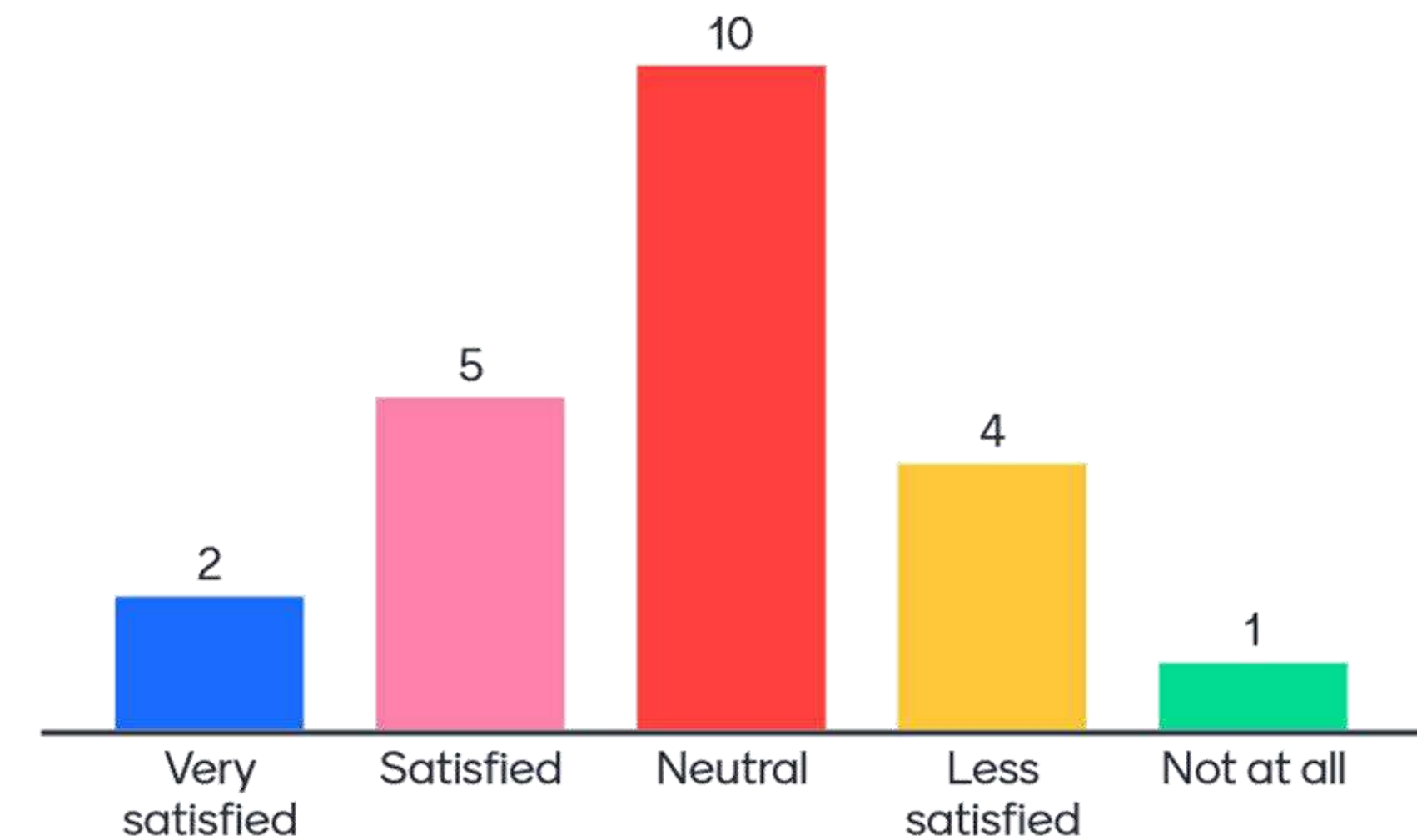
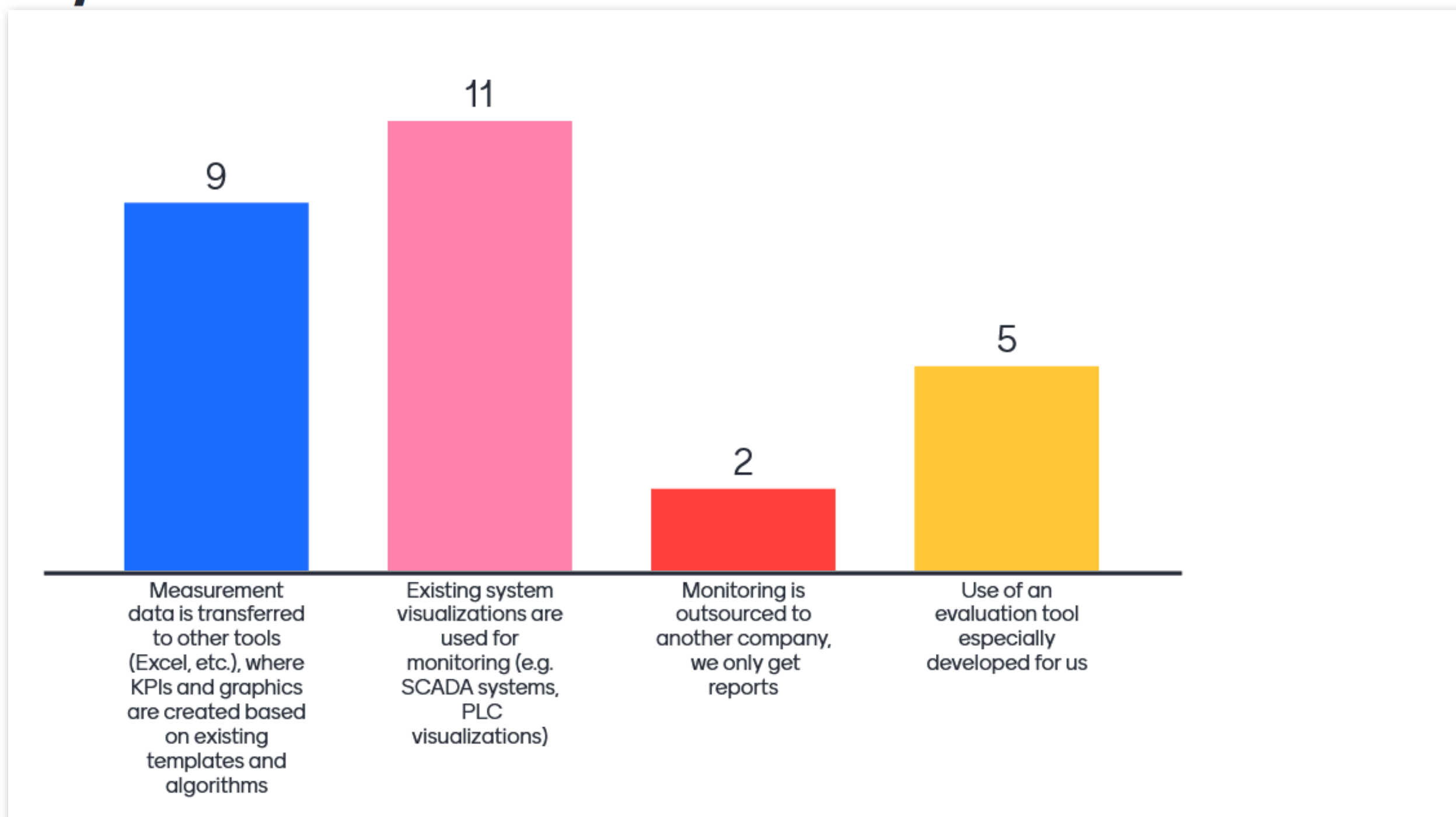
Teilnehmer:innen (n = 26)

I am a ...



1 Satisfaction: How satisfied are you with the current monitoring procedures of the solar thermal plants you operate or deal with?

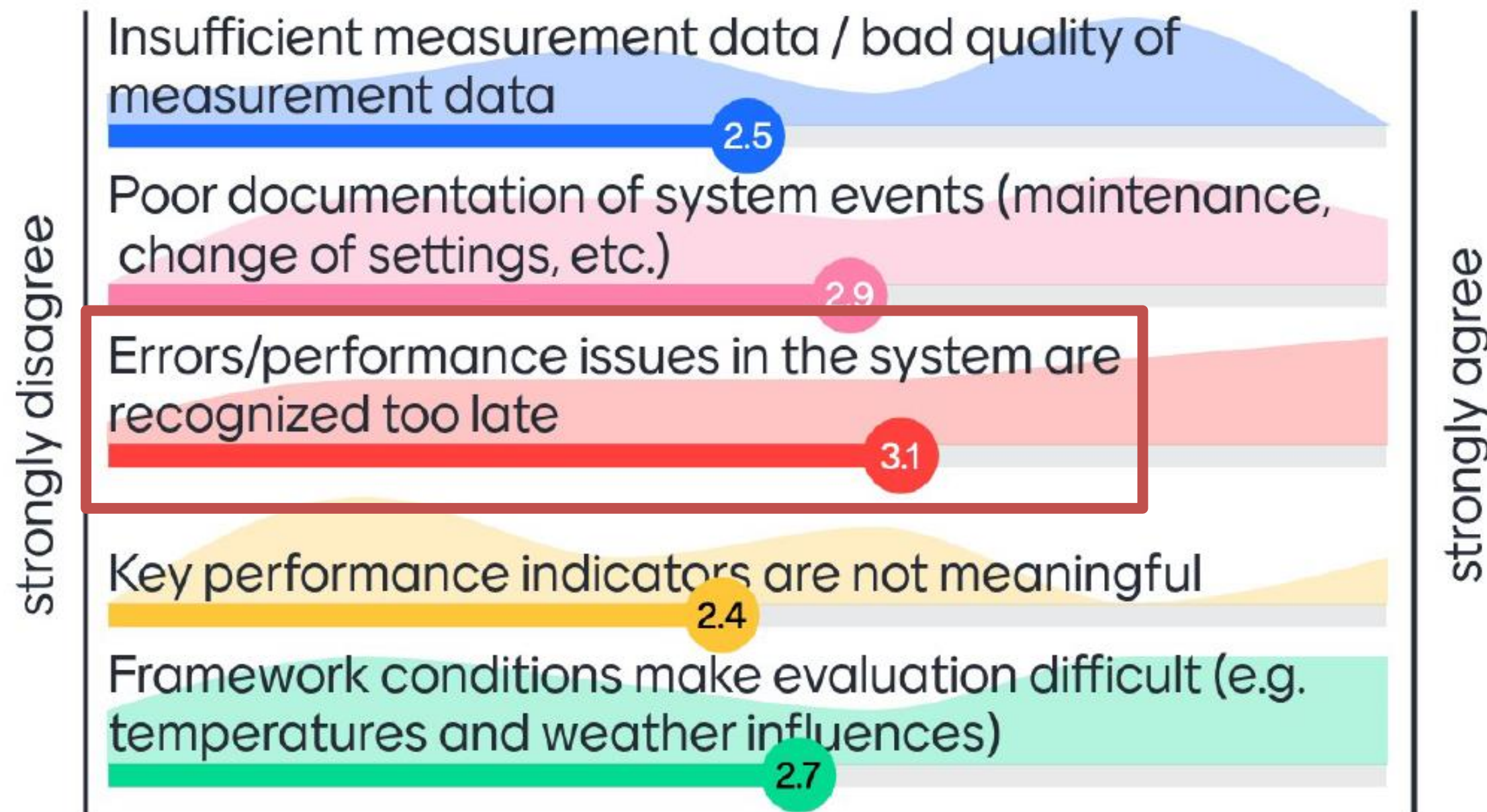
4 Tool: Which tools do you system?



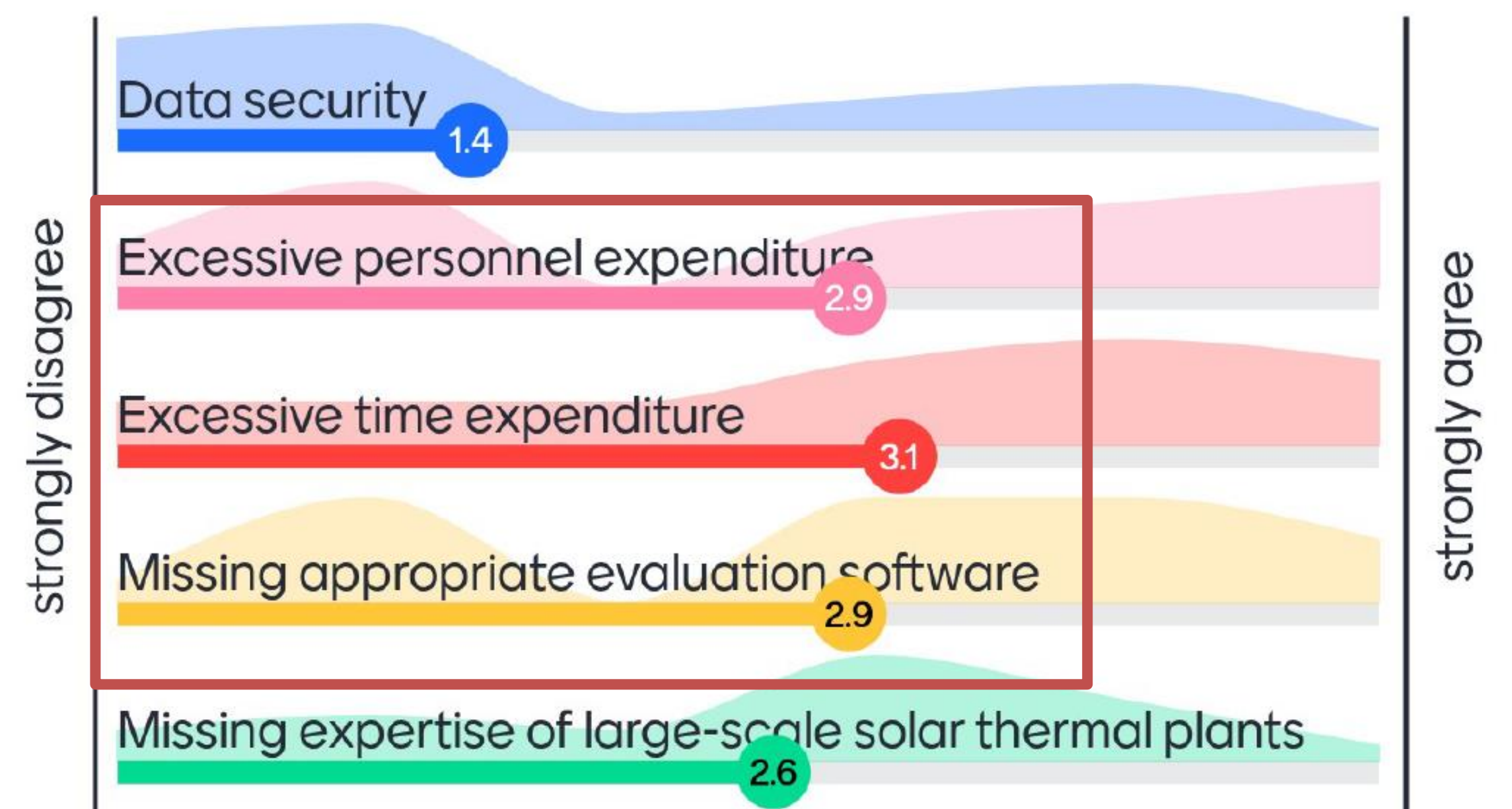
Stakeholder Befragung

Herausforderungen Monitoring

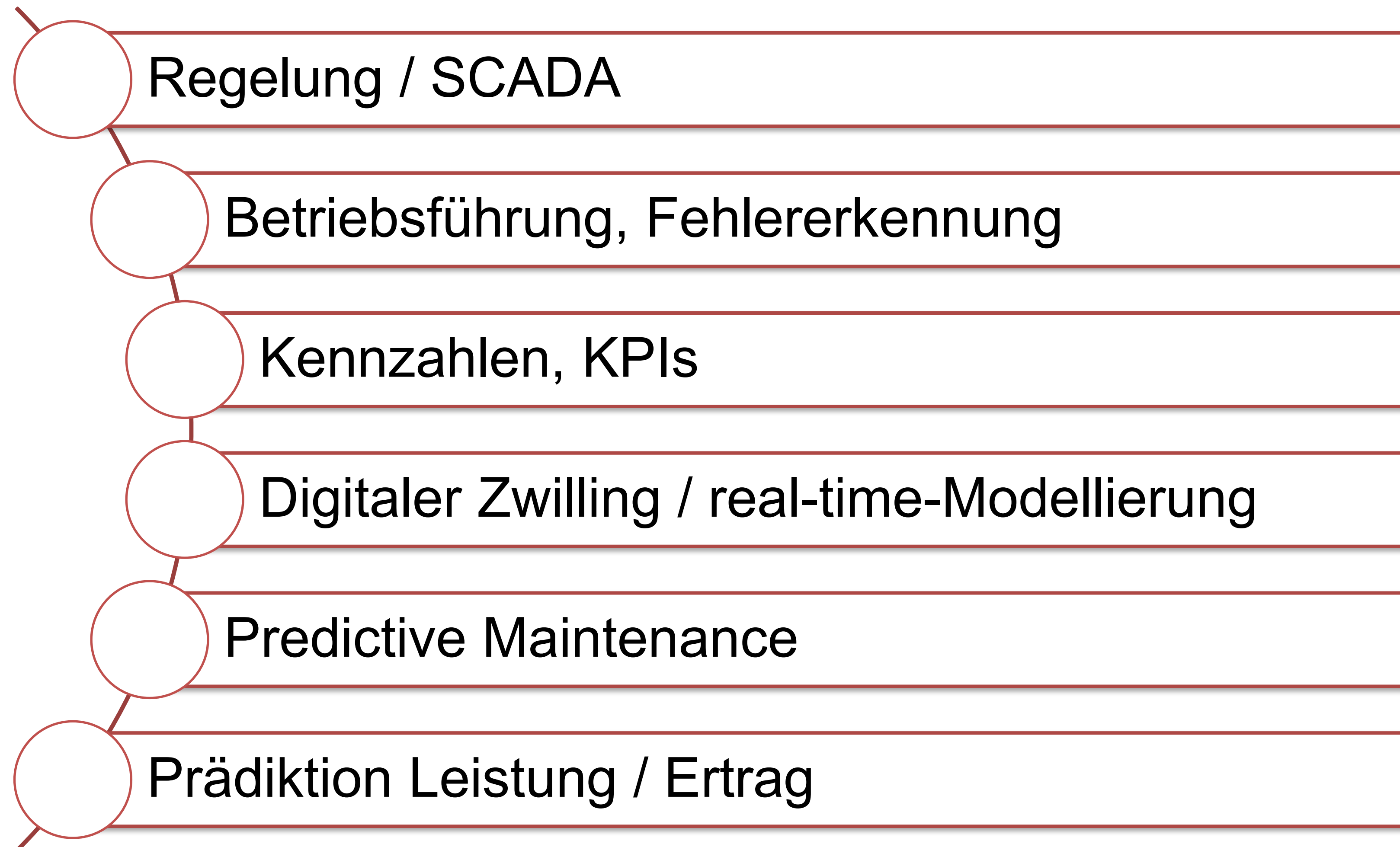
2 Challenges: What are the biggest challenges in monitoring at the moment? (Part 1)



2 Challenges: What are the biggest challenges in monitoring at the moment? (Part 2)



Digitale Tools: Kategorien



Beispiel: SCADA System

Line Plots



Digitale Tools Photovoltaik

Beispielhafte Auflistung



HOMER Grid



PVPMC



oSPARC

- Wechselrichter-Hersteller
 - Datenlogger, Visualisierung: Fronius, SMA, Solarmax,...
- Professionelle Betriebsführungs-Software, Asset Management
 - Heliolytics, AlsoEnergy, PVSyst, HOMER Grid
- Open Source
 - pvlib-python
 - PVPMC (sandia.gov, kollaborative Initiative)
 - OpenSolar (Auslegung)
 - oSPARC (OSTI DOE)
Performance of Photovoltaic Systems Recorded by
Open Solar Performance and Reliability Clearinghouse
- Technische Normen: IEC 61724-1, IEC 63019
- Standard KPIs: Availability, Performance Ratio, Energy Ratio

Digitale Tools für / mit Solarthermie

Beispielhafte Auflistung

mondas®

SunScreen

SOLARHEATDATA.EU

ruvi

ScenoCalc

 Grafana

 ThingsBoard

 SunPeek

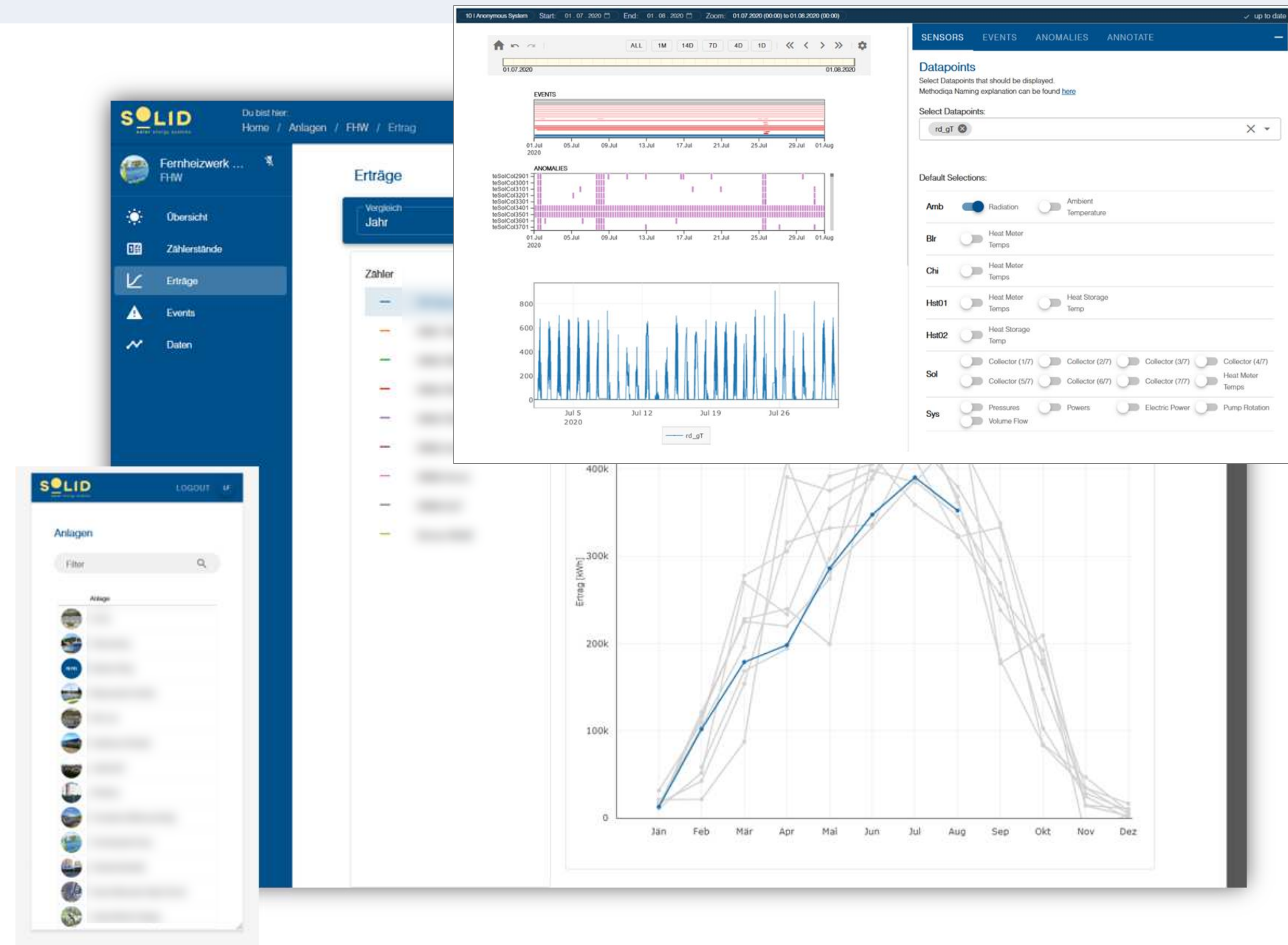
- Div. SCADA-Systeme
- MONDAS (Fraunhofer ISE)
 - Technisches Gebäude- und Energiemonitoring, time series analysis
- SunScreen (SOLID)
 - Automatisierte AI-basierte Fehlererkennung
- Solarheatdata.eu (Dansk Fjernvarme)
 - Offene Daten, grobe Kennzahlen
- ruvi (ruvi e.u.)
 - Visualisierung, grobe Datenanalyse
- ScenoCalc
 - Excel-Tool für einfache Ertrags-Prognosen
- Grafana, Thingsboard
- Akademische Entwicklungen: Uni Kassel, Input-Output-Controller

Unterstützung bei Anlagenmonitoring:

- Web-Zugang mit PC oder Handy
- Ertragsvergleich mit historischen Daten
- Aufzeichnung von Fehlern und anderen "Events"
- Tests mit KI-Überwachung

Aktive Forschung:

- [1] <https://doi.org/10.1016/j.seja.2023.100033>
 [2] <https://doi.org/10.1109/mcg.2023.3308962>



SOLARHEATDATA.EU
SHOW FILTERS

▶ CURRENT HEAT PRODUCTION
i ABOUT THE PLANT
✕

FREDERIKS

CURRENT HEAT PRODUCTION

- 🕒 Latest measurement 18-10-2023 18:15:11
- ▶ Current heat production 370 kW
- 📊 Current heat production 43 W/m²
- 📊 Current solar radiation 101 W/m²

HISTORICAL DATA

📅 FROM DATE
2023-10-11

📅 TO DATE
2023-10-18

👁 VIEW
Days

📊 GRAPHS
EFFICIENCY INPUT/OUTPUT

🔗 QUICK LINKS
Last 7 days

📄 GET DATA
GET CSV

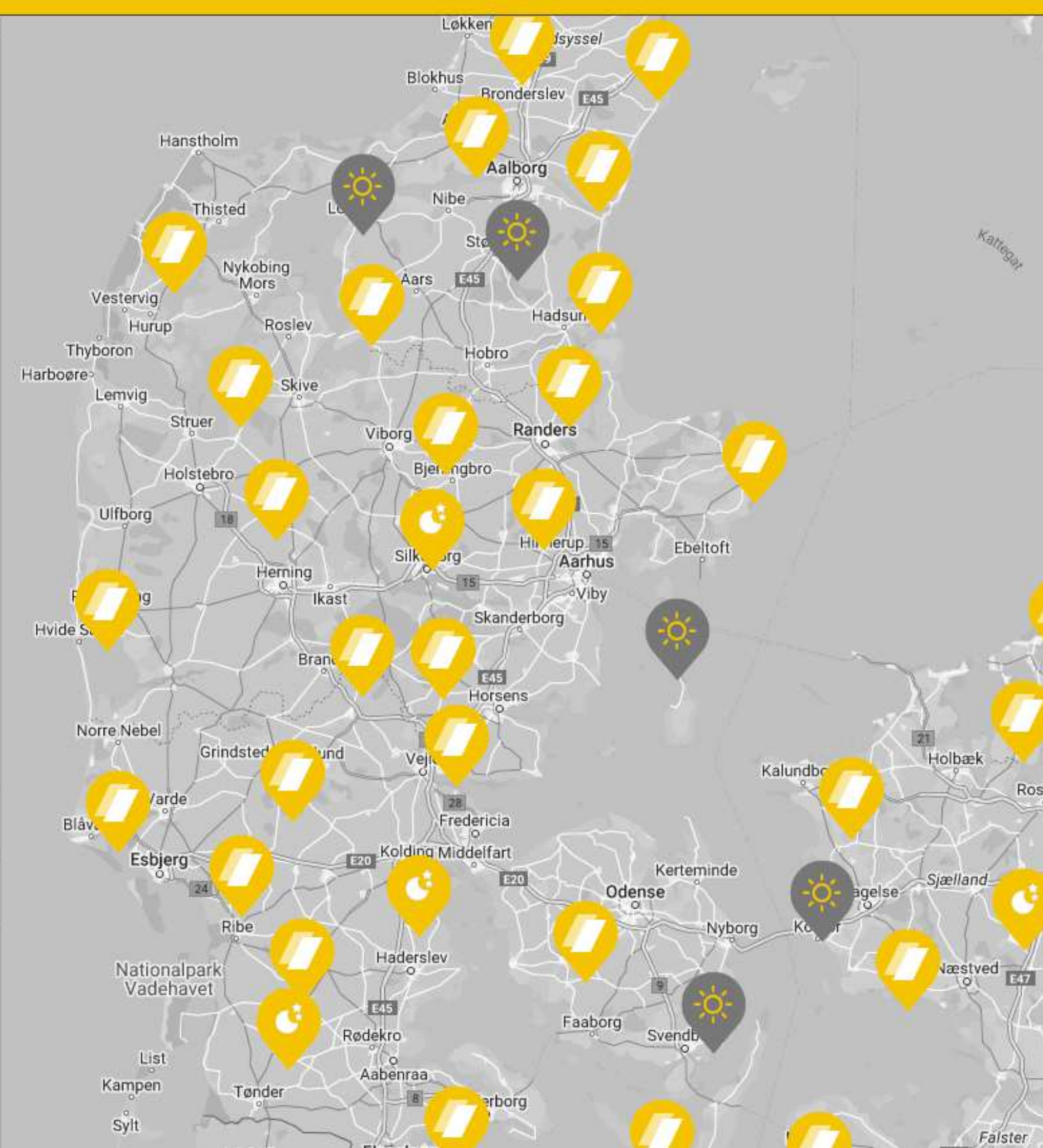
PRODUCTION AND SOLAR RADIATION EFFICIENCY

OVERVIEW

Total heat production during the period	69.18 MWh
Total heat production in the period pr. m ²	8,199.81 Wh/m ²
Total solar radiation during the period	19,059 Wh/m ²

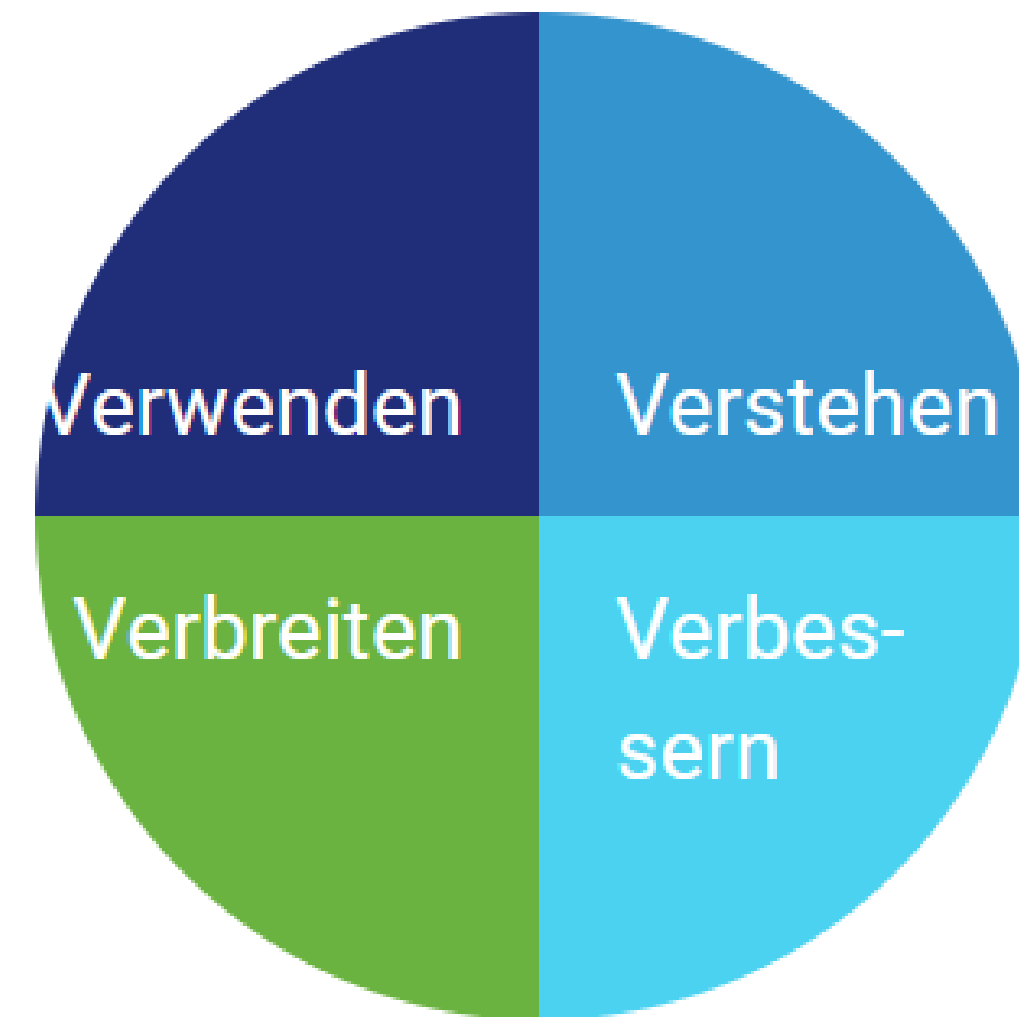
DATA

Measurement	Solar heat production	Solar heat production	Solar radiation
11. oktober 2023	8.87 MWh	1,052.3 Wh/m ²	2,446 Wh/m ²
12. oktober 2023	8.87 MWh	1,052.3 Wh/m ²	2,446 Wh/m ²



The map shows the geographical distribution of solar heat production data points across Denmark. Yellow pins indicate locations with data, while grey pins indicate locations without. Major cities like Aalborg, Randers, Aarhus, and Odense are visible.

Open Source Software



Verwenden

Freie Software darf für jeden Zweck genutzt werden und ist frei von Einschränkungen wie dem Ablauf einer Lizenz oder willkürlichen geografischen Beschränkungen.



Verstehen

Freie-Software-Code darf ohne Vertraulichkeitsvereinbarungen oder ähnliche Einschränkungen von allen untersucht werden.



Verbreiten

Freie Software darf praktisch kostenfrei kopiert und weitergegeben werden.



Verbessern

Freie Software darf beliebig modifiziert und angepasst werden. Verbesserungen dürfen weitergegeben werden.

SunPeek Backend

LGPL (GNU General Public License)

- Freie kommerzielle Nutzung
- „Weakly Protective“ (Einbindung in proprietären Code möglich, Änderungen am LGPL-Teil muss zugänglich gemacht werden)

SunPeek Web-UI

BSD-3 Clause

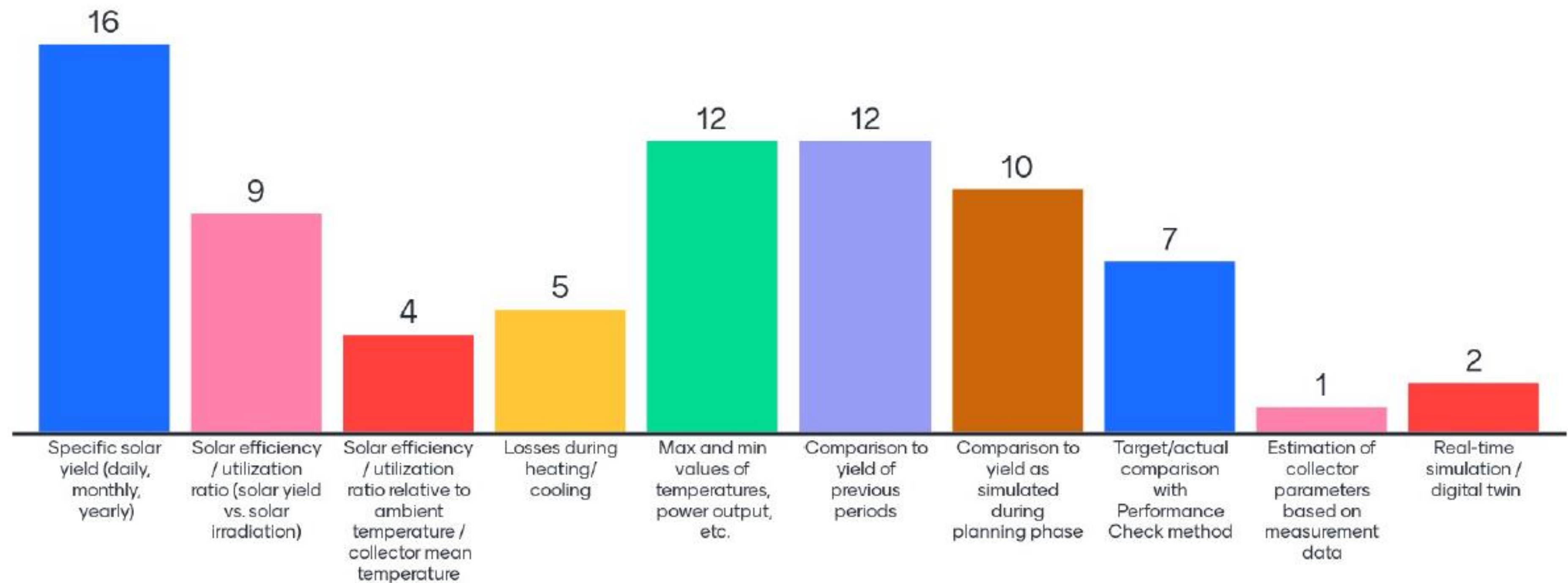
- Freie kommerzielle Nutzung
- „Permissiv“ (praktisch keine Einschränkungen), einfacher Lizenztext
- Verwendung in ähnlichen Open Source Projekten (z.B. pvlib)

- ✓ Open Source Ansatz schafft **Transparenz in** Garantieverfahren und fördert **Nutzung** und **Verbreitung**
- ✓ **LGPL** ermöglicht einheitliche Implementierung von ISO 24194
- ✓ **BSD-3** ermöglicht Code-Verschränkung mit eigener Visualisierung

Stakeholder Befragung

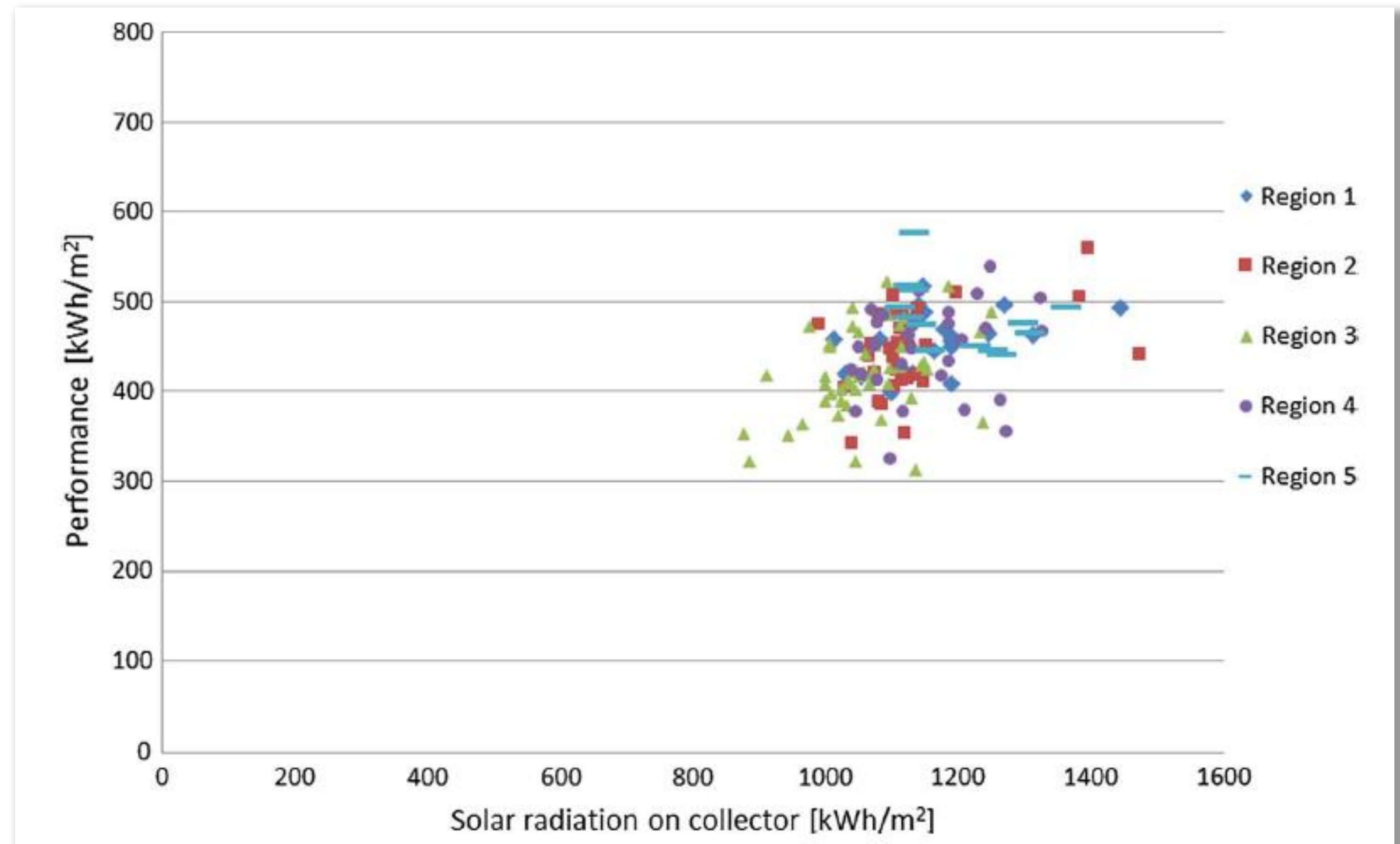
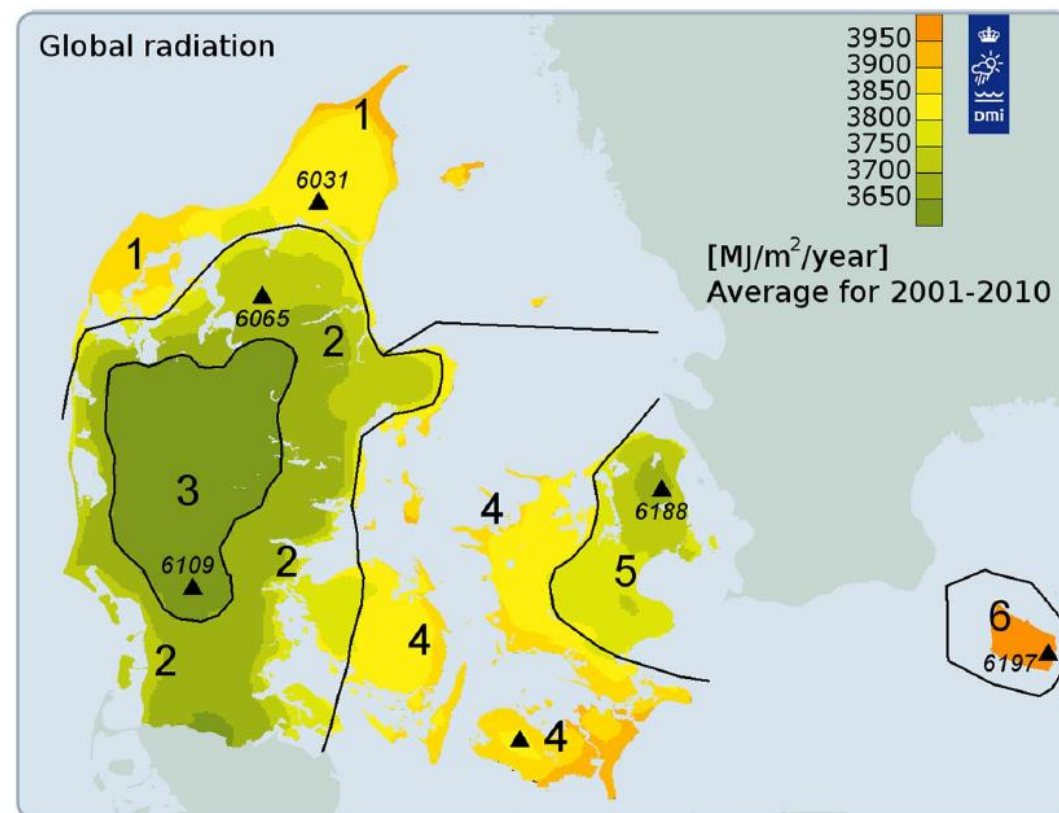
Verwendete Methoden

6 Performance Indicators: Which performance indicators for plant assessment are used?



Anlagen-Benchmarking

Clustering

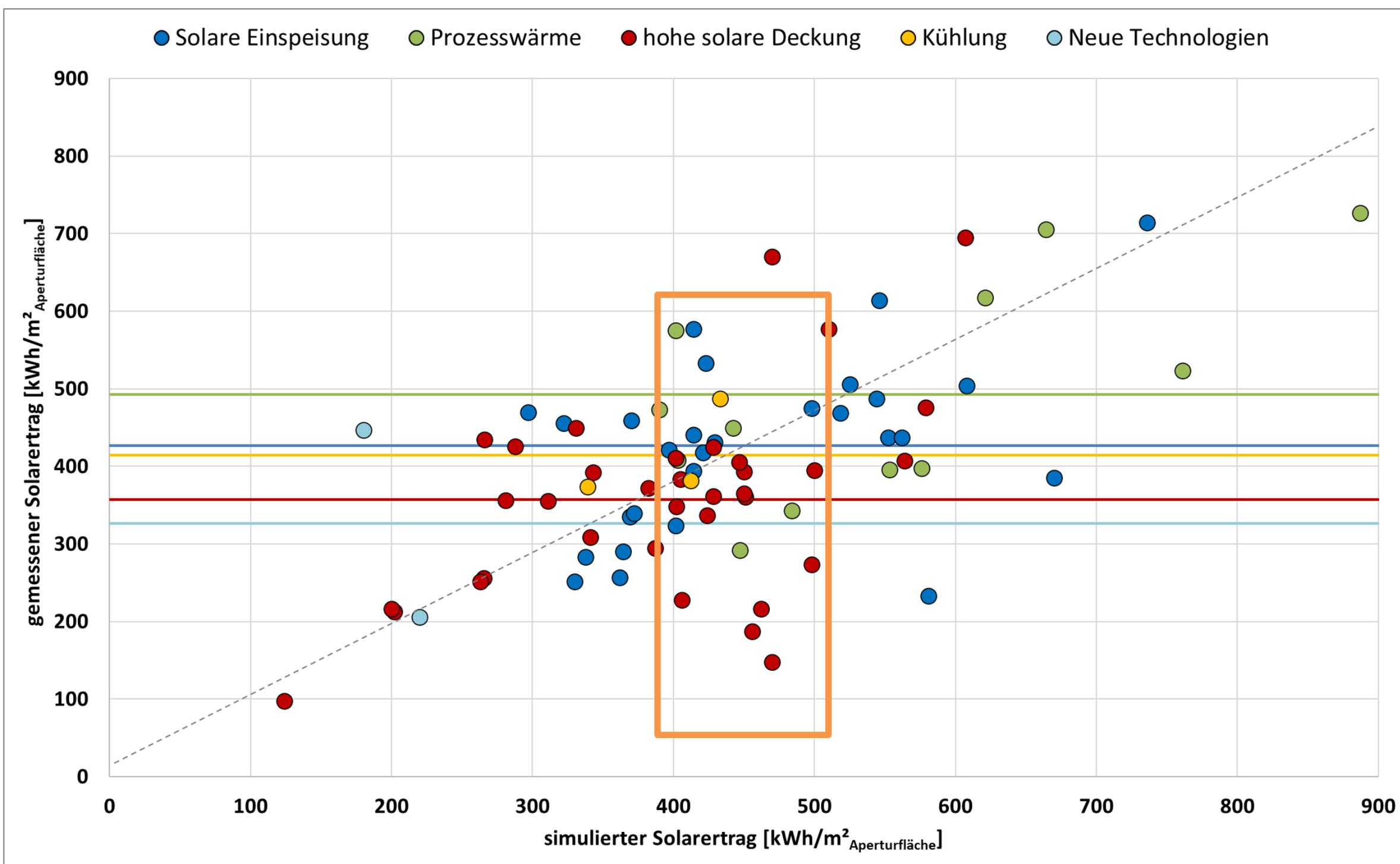


Furbo et al. (2015): Yearly thermal performances of solar heating plants in Denmark – Measured and calculated

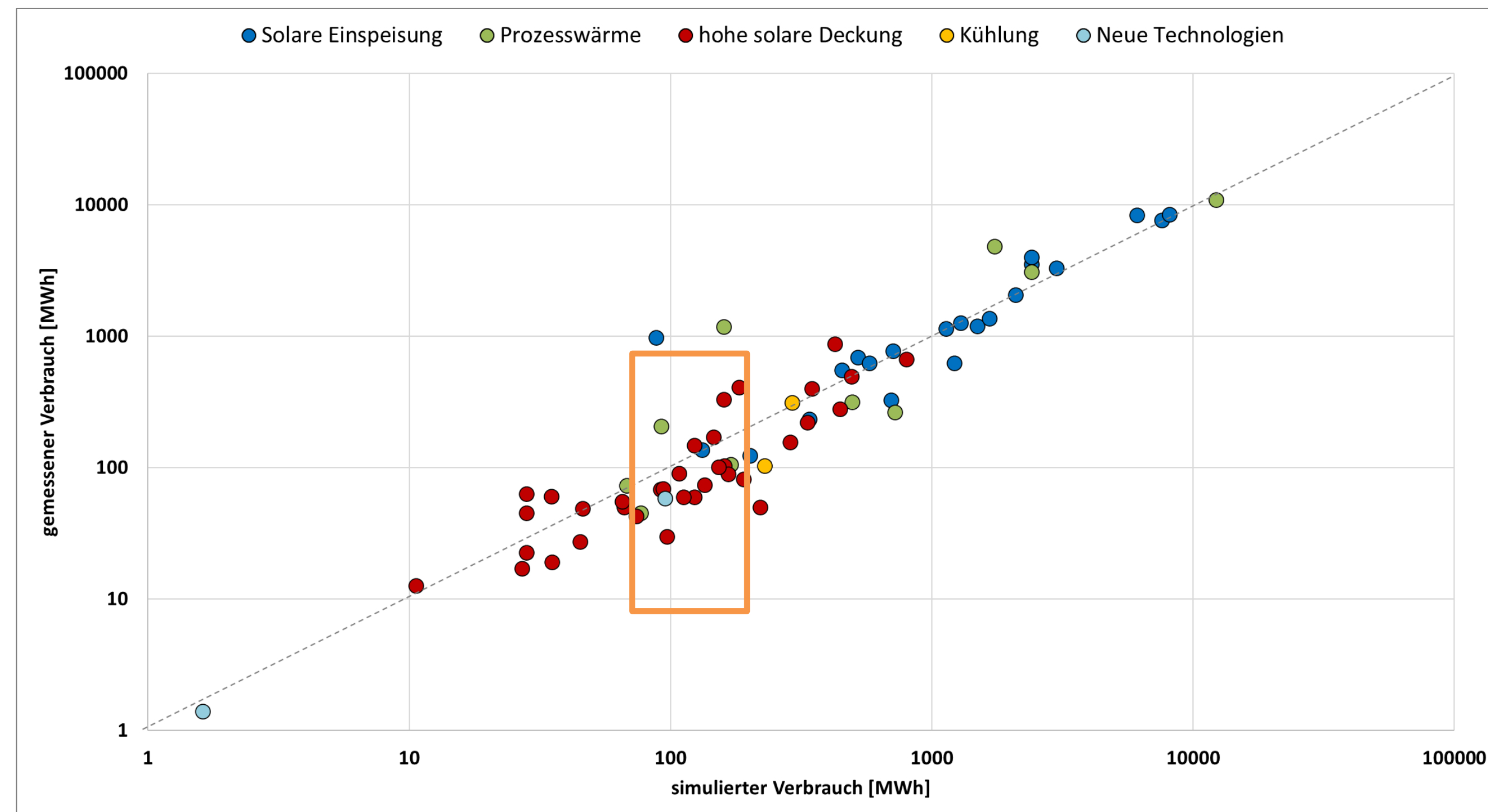
Begleitforschung Solare Großanlagen

Planung vs. Messung

Abweichung **Ertrag** Planung vs. Messung

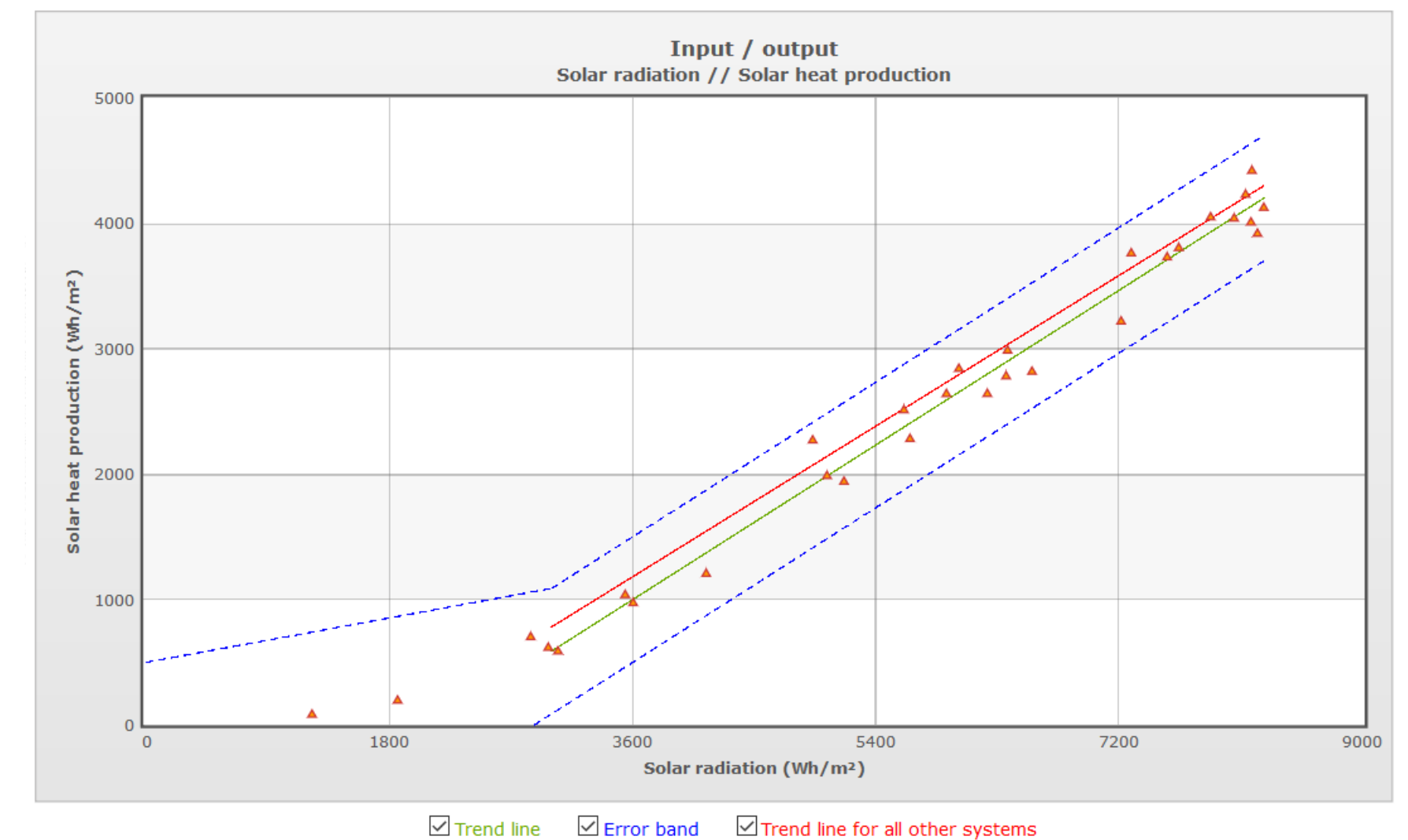
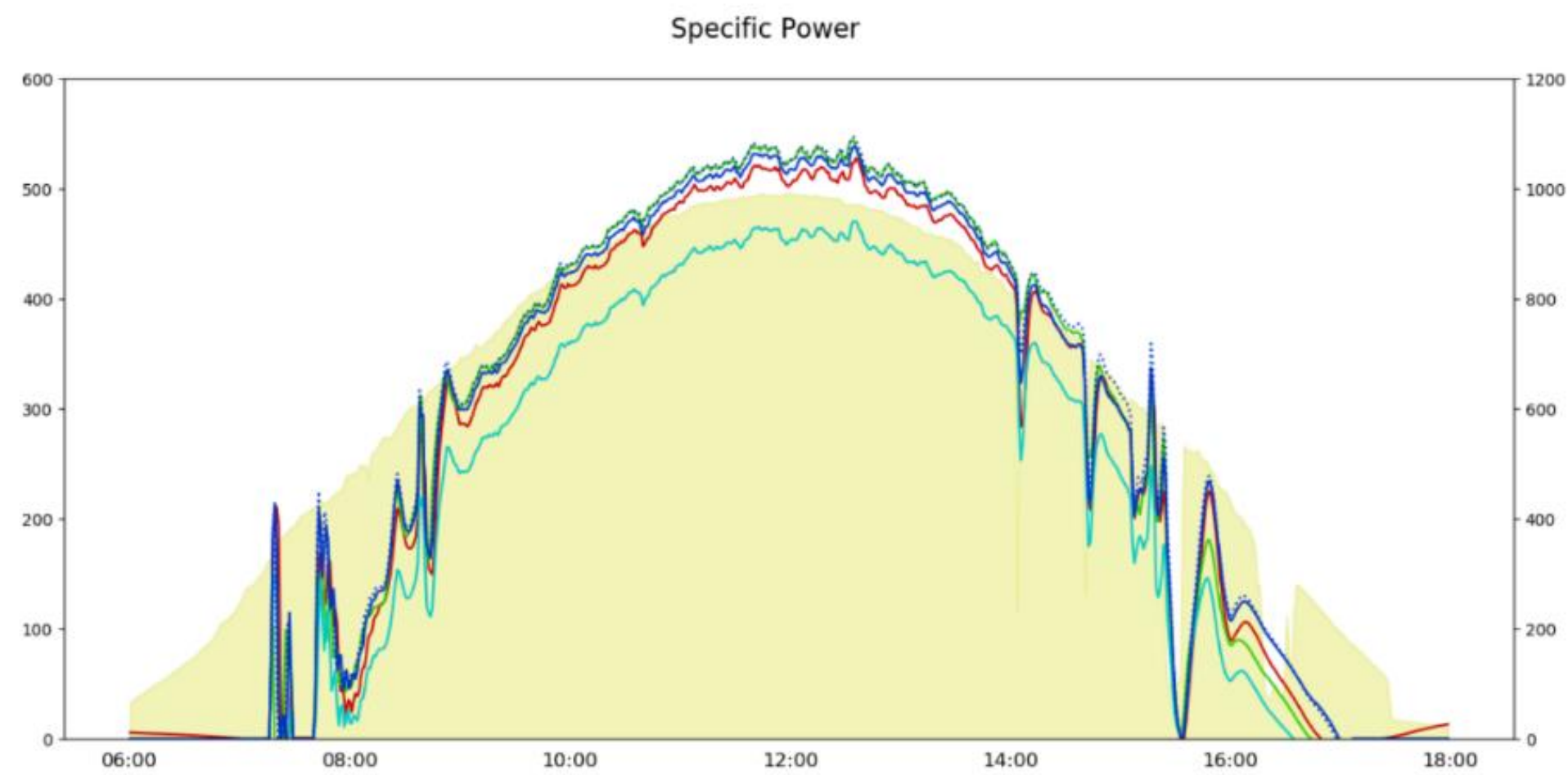
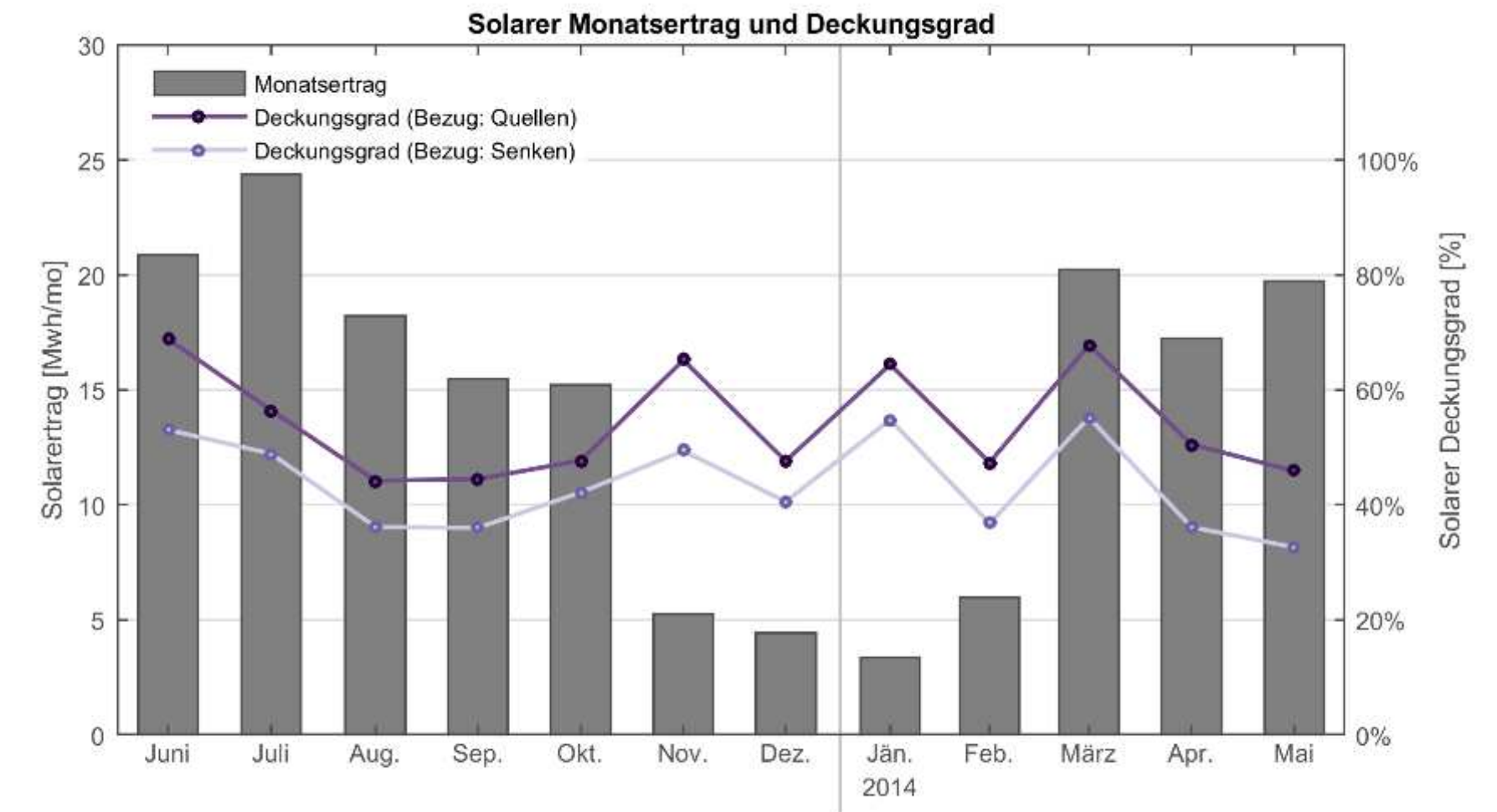
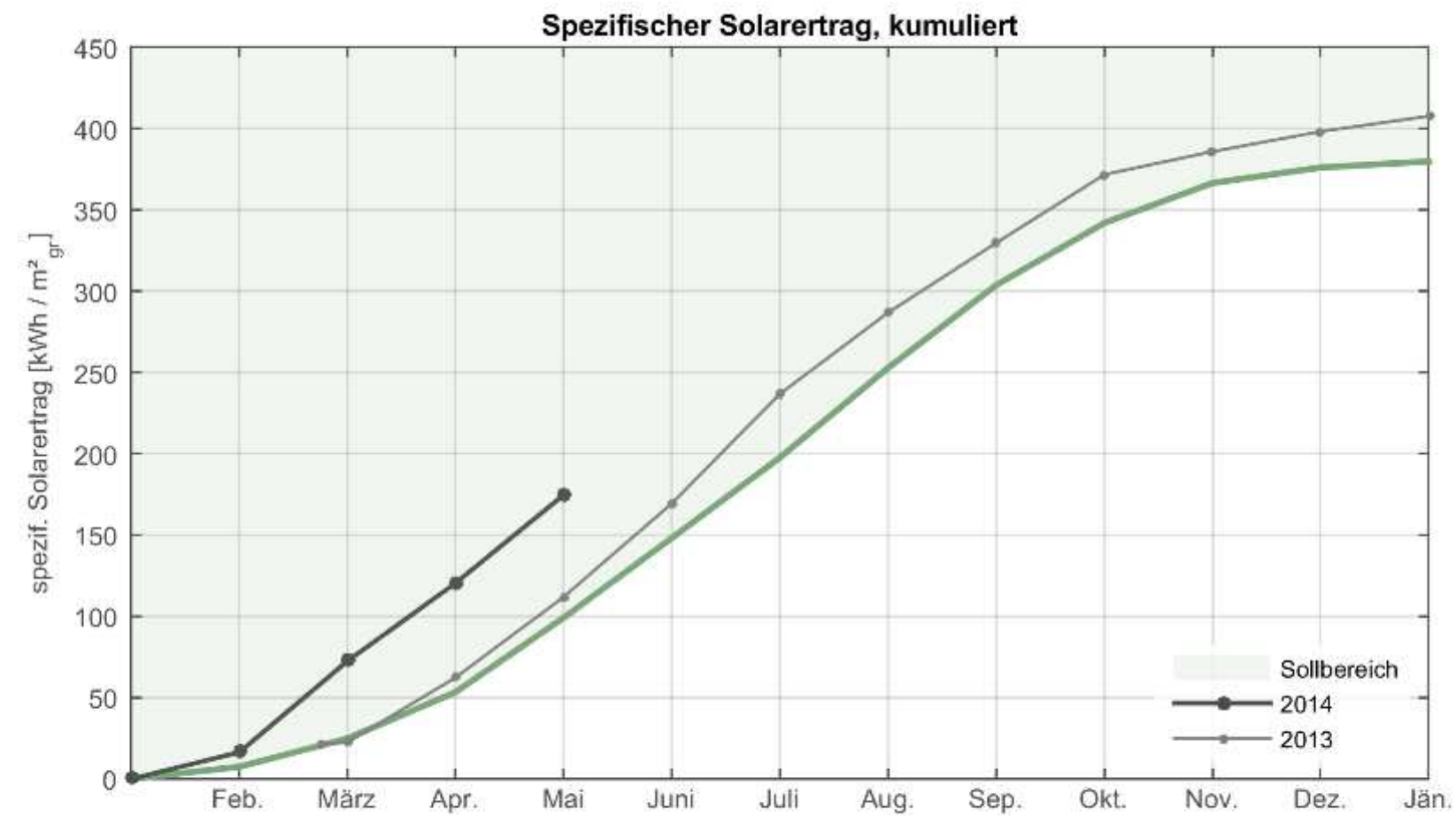


Abweichung **Verbrauch** Planung vs. Messung



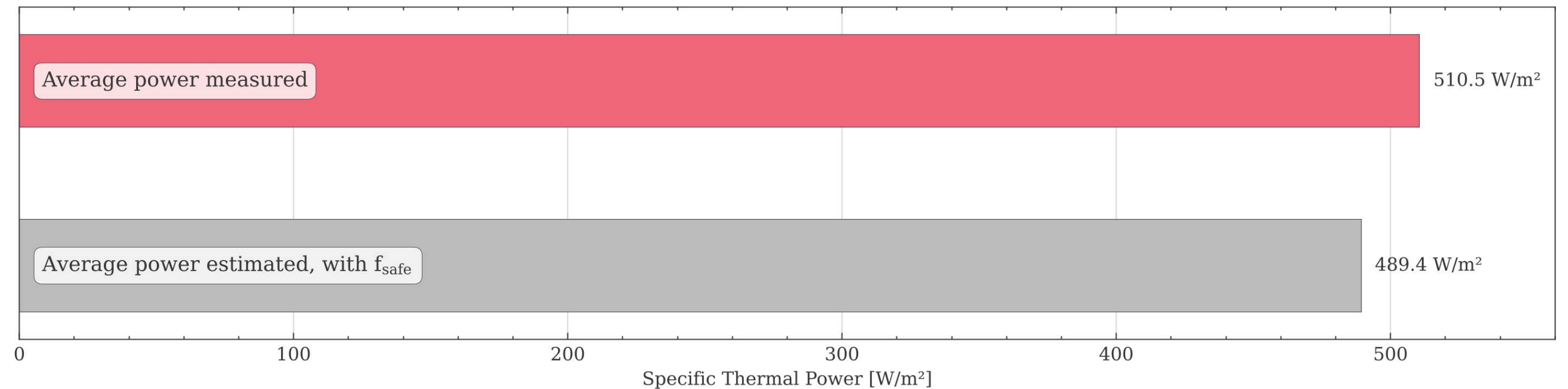
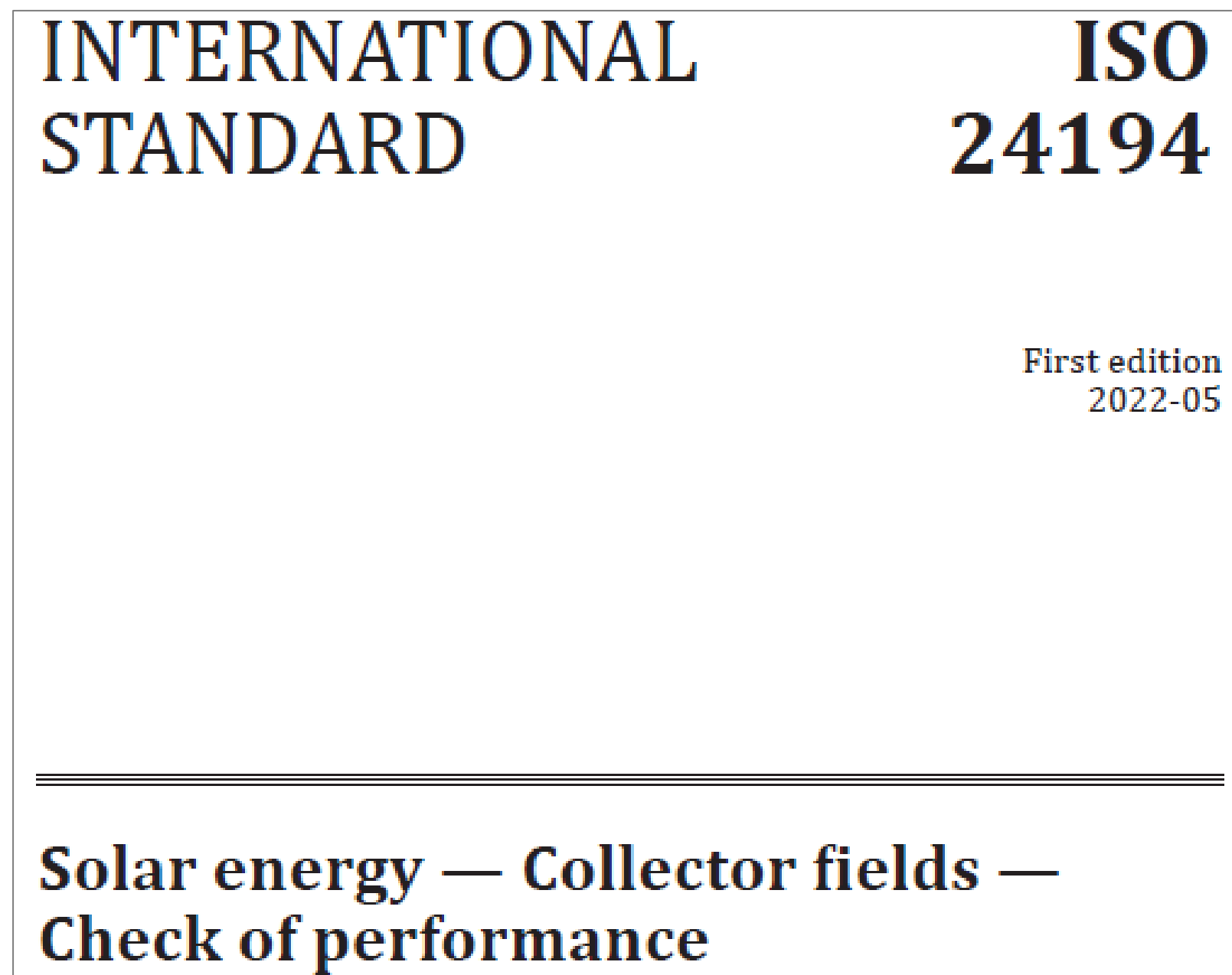
Typische Monitoring KPIs

Bewertung Performance große Solaranlagen



Performance Check nach ISO 24194

- Performance-Check Norm für Kollektorfelder:
ISO 24194:2022 Solar energy — Collector fields — Check of performance
- Aktueller Status: 60.60, [International Standard Published](#)
- ISO/TC 180/SC 4



Einsatzbereiche ISO 24194

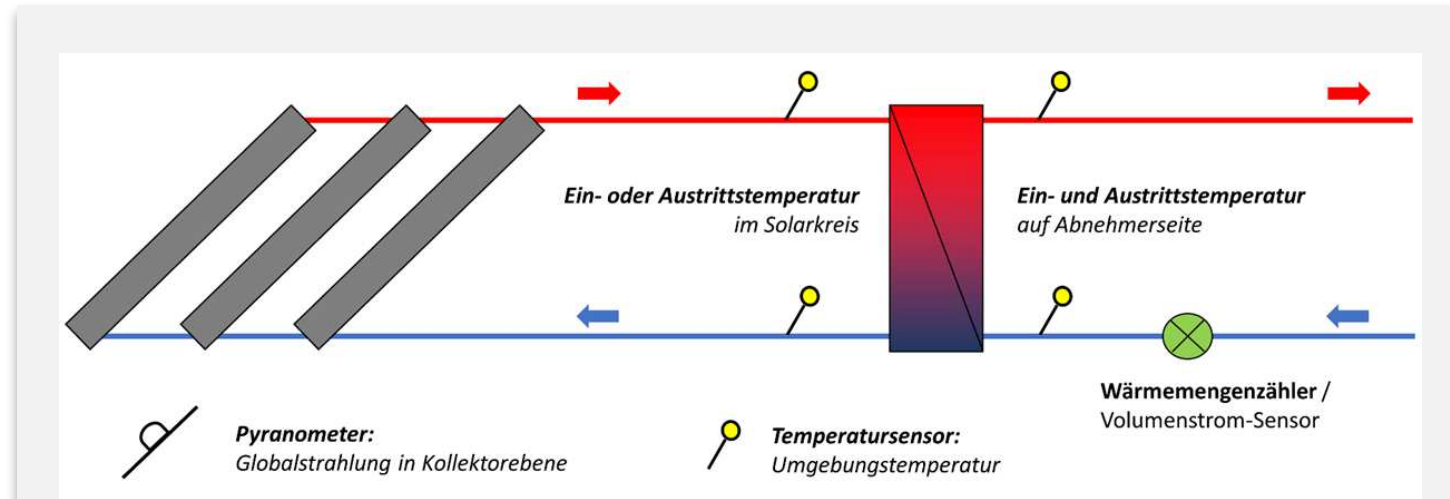
- Methodisch fundierte Beantwortung der unscharf formulierten Frage „Wie gut funktioniert eine solarthermische Großanlage?“
- **SunPeek als Referenz-Implementierung der ISO 24194**



- Einsatz für **Garantieverfahren**
 - Z.B. bei **Inbetriebnahme** der Anlage
 - Frage: “Erreicht die Anlage die garantierte Performance?”
- Einsatz für **Monitoring über die Betriebsphase**
 - **Laufende Bewertung** der Anlagen-Performance unter Feldbedingungen
 - Feststellung von Performance-Degradation bzw. Problemen in der Anlage (Beschichtung, Folienspannung, undichte Wärmedämmung, ...)

„Thermal Power Check“

Leistung-Ist vs. Leistung-Soll



1 Messung Betriebsdaten

Operation condition	Limits			Comments
	Formula (1)	Formula (2)	Formula (3)	
Shadows	No shadows			See 5.5
Change in collector mean temperature	≤5 K			To avoid big change in collector temperature during one hour
Ambient temperature	≥5 °C			To avoid snow, ice, condensation on solar radiation sensors
Operation condition	Limits			Comments
	Formula (1)	Formula (2)	Formula (3)	
Wind velocity	≤10 m/s			To be measured so it is representative for the wind velocity 1 m to 3 m above highest point of collectors
G_{hem}	≥800 W/m ²	-	-	
G_b	-	≥600 W/m ²	≥600 W/m ²	

2 Auswahl Betriebsbedingungen

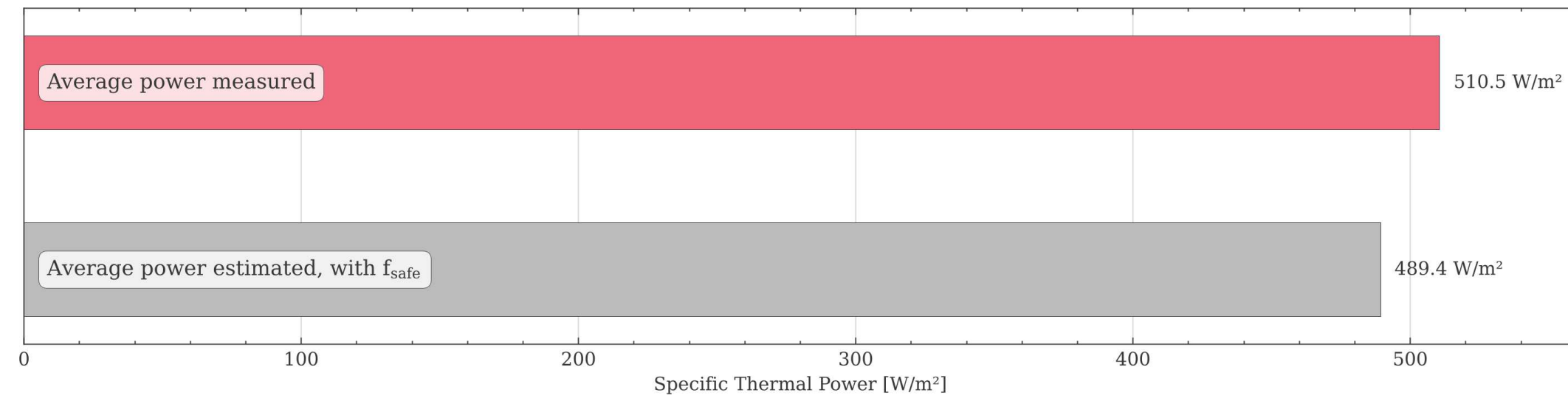
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

3 Stunden-Mittelwerte

$$\dot{Q}_{estimate} = A_{GF} \cdot \left[\eta_{0,hem} K_{hem} (\theta_L, \theta_T) G_{hem} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_m - \vartheta_a) - T_{\Delta Q} (\vartheta_m - \vartheta_a)^2 - a_5 (d\vartheta_m / dt) \right] \cdot f_{safe}$$

4

Berechnung Soll-Leistung / 3 Modelle



„Thermal Power Check“: Performance-Bewertung, unter Korrektur / Berücksichtigung von

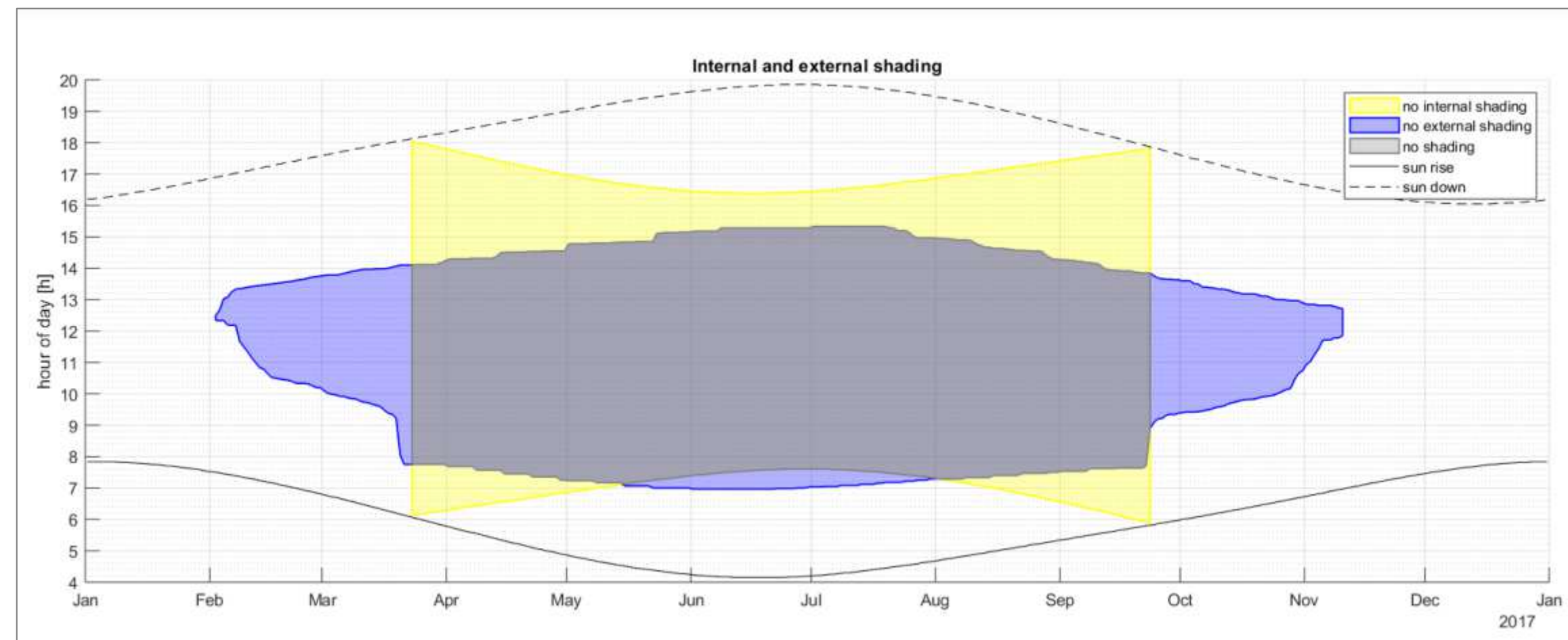
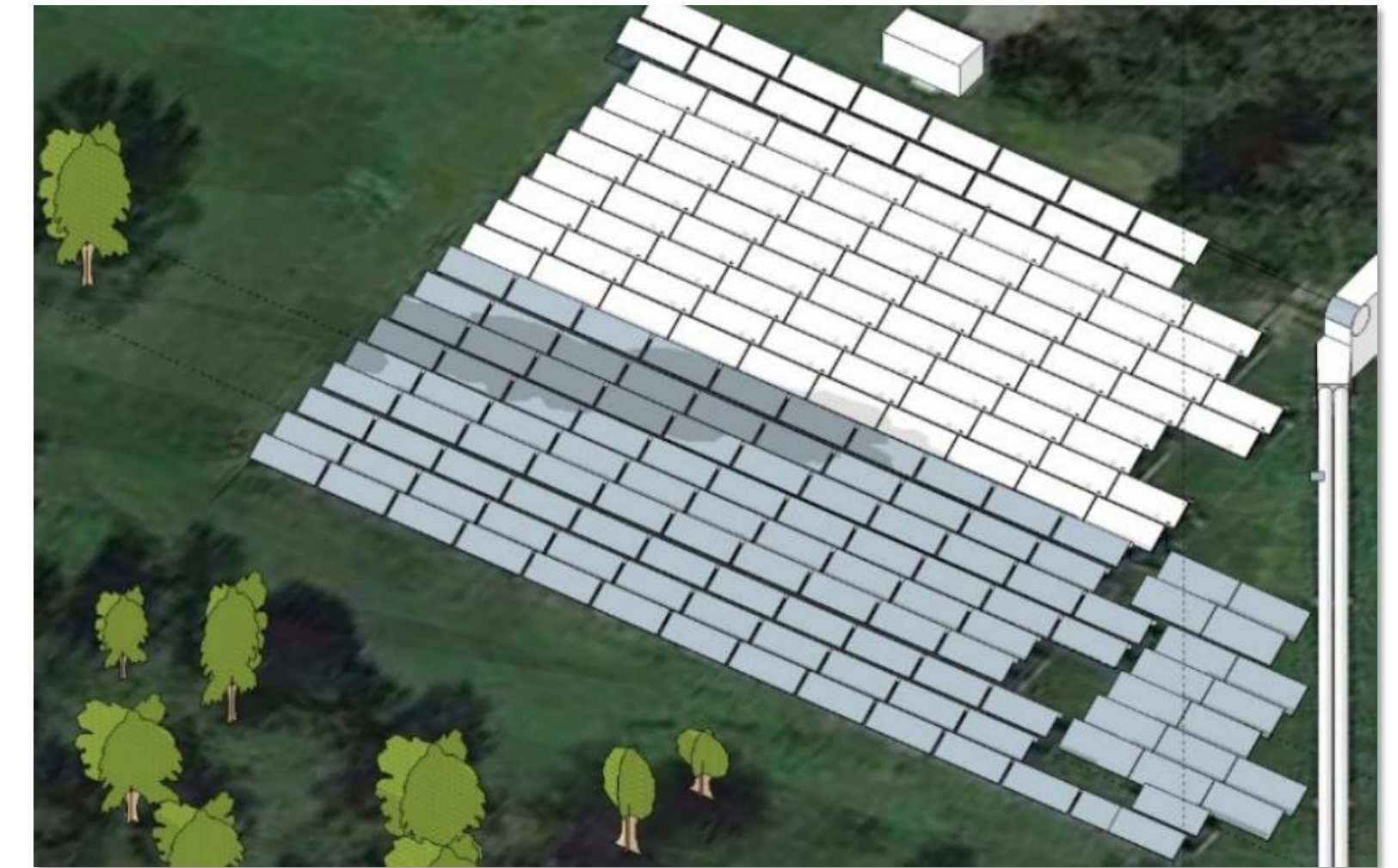
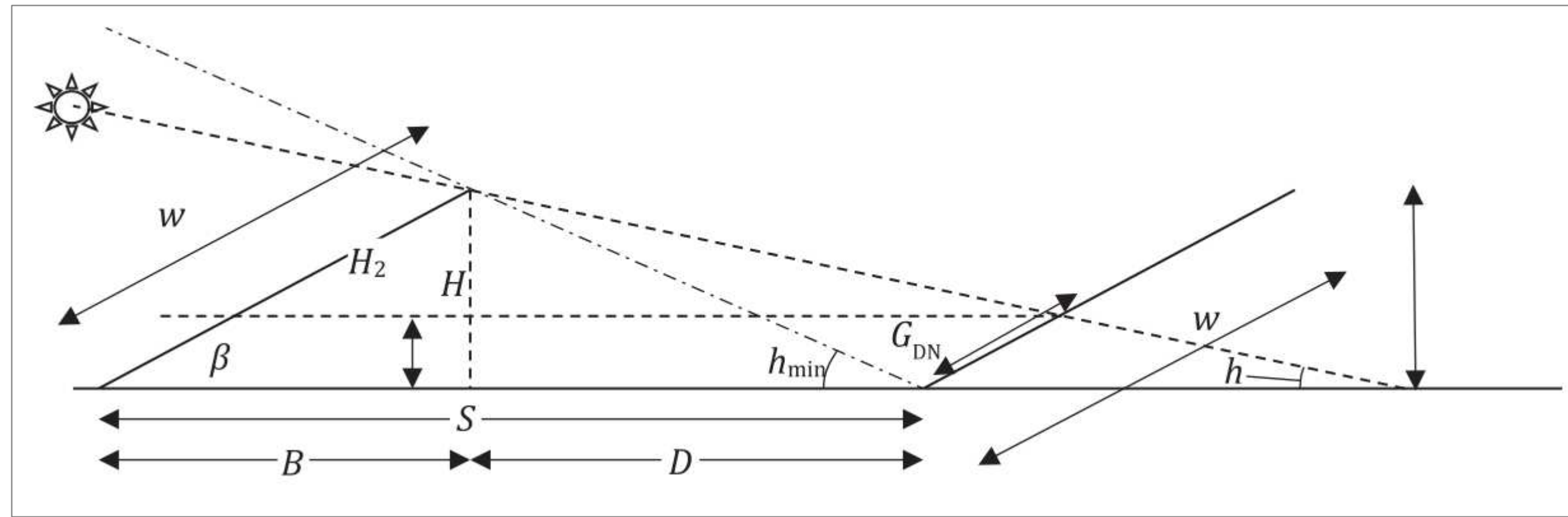
- Betriebstemperaturen
- Wetter (Einstrahlung, Außentemperatur, Wind)
- Komponenten (Kollektoren, Wärmeträger)

Kriterien Betriebsbedingungen laut ISO 24194

Operation condition	Limits			Comments
	Formula (1)	Formula (2)	Formula (3)	
Shadows	No shadows			See 5.5
Change in collector mean temperature	$\leq 5 \text{ K}$			To avoid big change in collector temperature during one hour
Ambient temperature	$\geq 5 \text{ °C}$			To avoid snow, ice, condensation on solar radiation sensors
Wind velocity	$\leq 10 \text{ m/s}$			To be measured so it is representative for the wind velocity 1 m to 3 m above highest point of collectors
G_{hem}	$\geq 800 \text{ W/m}^2$	-	-	
G_{b}	-	$\geq 600 \text{ W/m}^2$	$\geq 600 \text{ W/m}^2$	

Vermeidung interner und externer Verschattung

laut ISO 24194



Berechnung Soll-Leistung: 3 Modelle

laut ISO 24194

Formula (1): Non-concentrating collectors

$$\dot{Q}_{\text{estimate}} = A_{\text{GF}} \cdot \left[\eta_{0,\text{hem}} K_{\text{hem}} (\theta_{\text{L}}, \theta_{\text{T}}) G_{\text{hem}} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}}) - T_{\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}})^2 - a_5 (d\vartheta_{\text{m}} / dt) \right] \cdot f_{\text{safe}}$$

Formula (2): Non- or low-focussing collectors

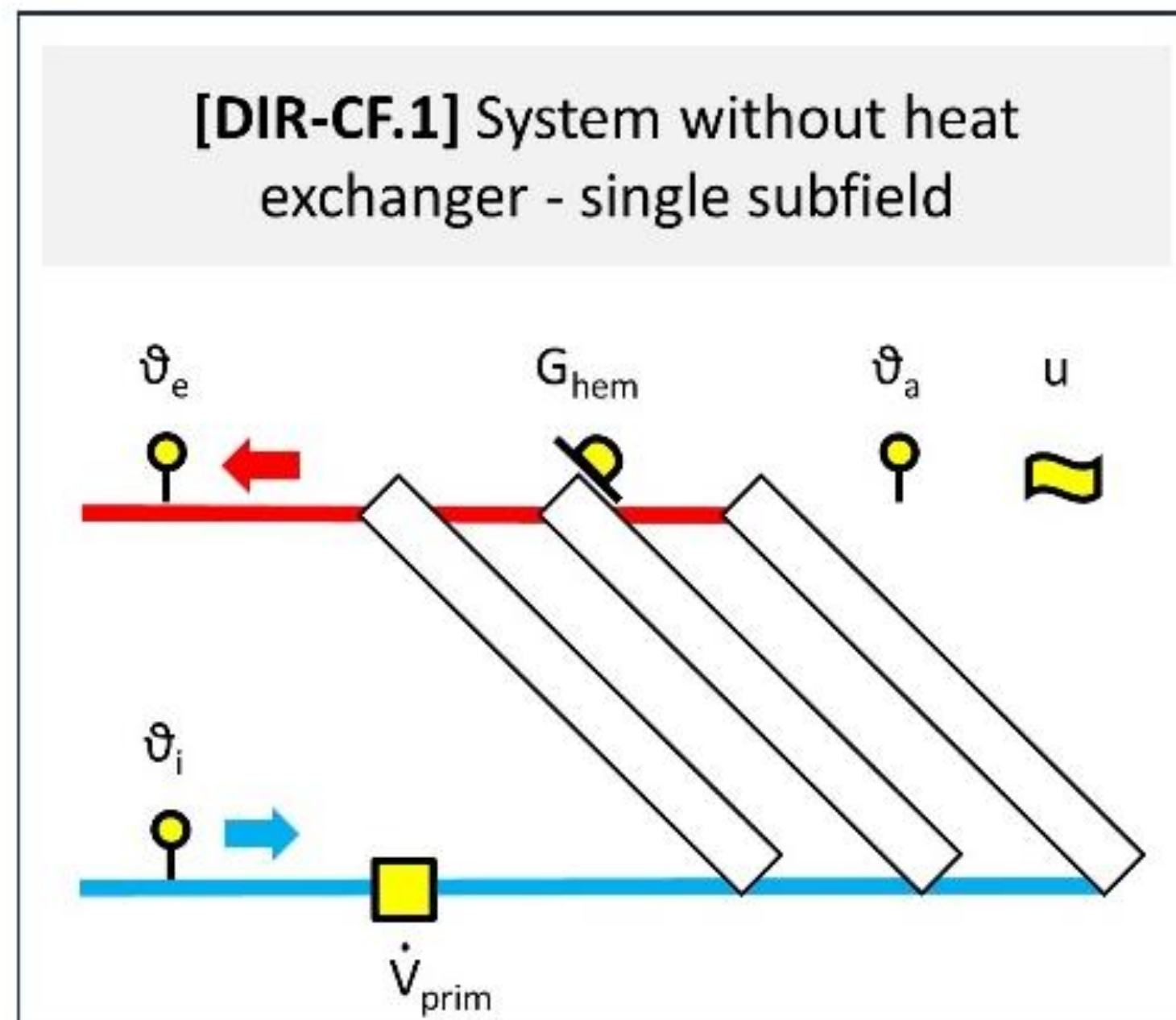
$$\dot{Q}_{\text{estimate}} = A_{\text{GF}} \cdot \left[\eta_{0,\text{b}} K_{\text{b}} (\theta_{\text{L}}, \theta_{\text{T}}) G_{\text{b}} + \eta_{0,\text{b}} K_{\text{d}} G_{\text{d}} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}}) - T_{\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}})^2 - a_5 (d\vartheta_{\text{m}} / dt) \right] \cdot f_{\text{safe}}$$

Formula (3): Focussing collectors with high concentration ratio

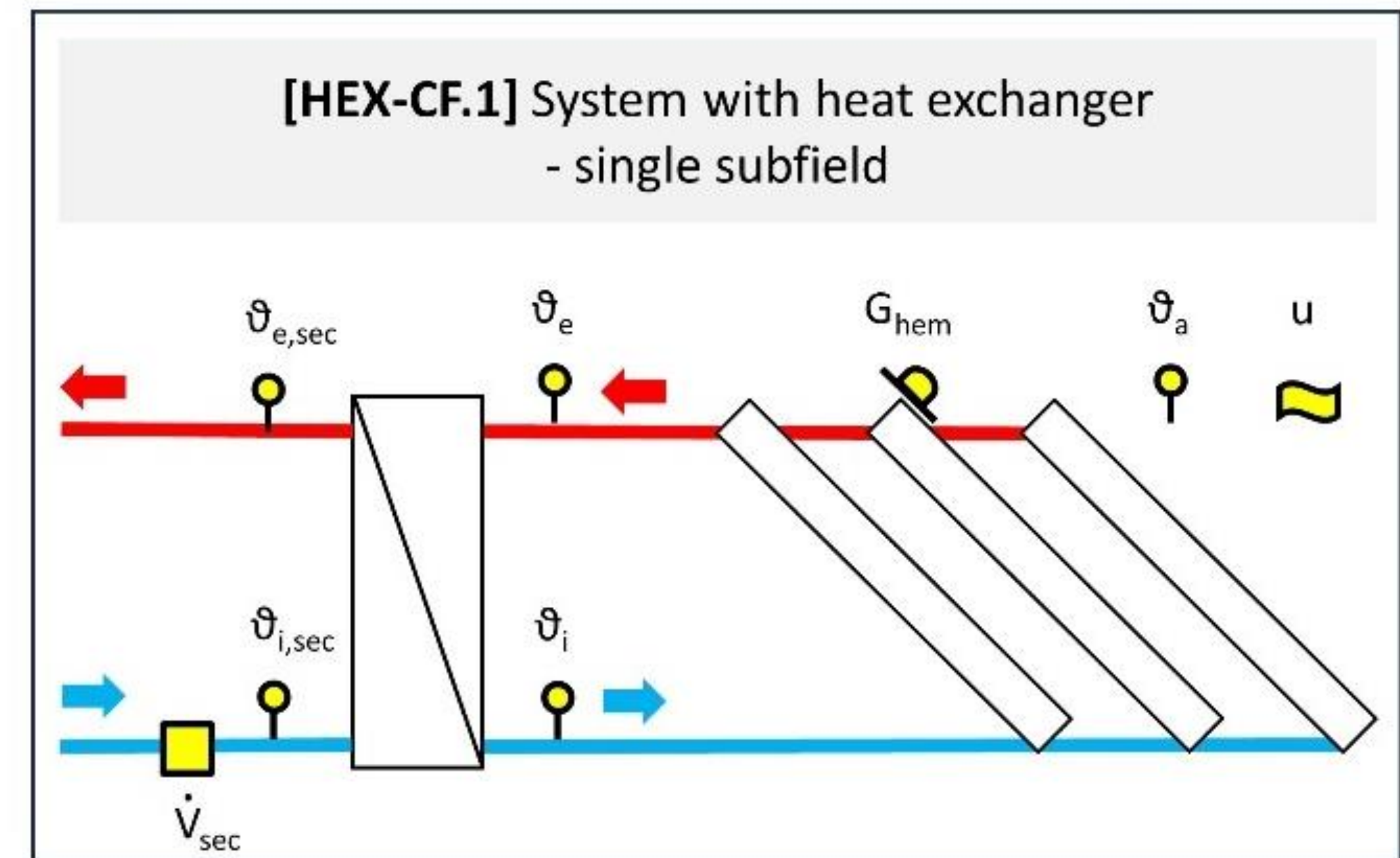
$$\dot{Q}_{\text{estimate}} = A_{\text{GF}} \cdot \left[\eta_{0,\text{b}} K_{\text{b}} (\theta_{\text{L}}, \theta_{\text{T}}) G_{\text{b}} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}}) - a_5 (d\vartheta_{\text{m}} / dt) - a_8 (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}})^4 \right] \cdot f_{\text{safe}}$$

Messungen Betriebsdaten für ISO 24194

Messung auf Primärseite



Messung auf Sekundärseite



- + Messung Direktstrahlung / Diffusstrahlung (optional)
- + Messung Windgeschwindigkeit (für Datenfilterung)

„Safety Factor“

Berücksichtigung von Unsicherheiten

$$\dot{Q}_{\text{estimate}} = A_{\text{GF}} \cdot \left[\eta_{0,\text{hem}} K_{\text{hem}} (\theta_{\text{L}}, \theta_{\text{T}}) G_{\text{hem}} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}}) - T_{\Delta Q} (\vartheta_{\text{m}} - \vartheta_{\text{a}})^2 - a_5 (d\vartheta_{\text{m}} / dt) \right] \cdot f_{\text{safe}}$$

f_{safe} Combined safety factor

$$f_{\text{safe}} = f_{\text{P}} \cdot f_{\text{U}} \cdot f_{\text{O}}$$

f_{P} : Safety factor considering heat losses from pipes etc. in the collector loop. To be estimated based on an evaluation of the pipe losses (e.g. by [Formula \(23\)](#))

f_{U} : Safety factor considering measurement uncertainty. To be estimated - with the requirements given in [7.2](#), a factor of 0,95 (level I) and 0,9 (level II and III) can be used – or detailed documentation for the uncertainty calculation is required according to ISO/IEC Guide 98-3.

f_{O} : Safety factor for other uncertainties e.g. related to non-ideal conditions such as:

- non-ideal flow distribution. To be estimated - should be close to one.
- unforeseen heat losses. To be estimated - should be close to one.

Guide to ISO 24194:2022 - Power Check

Draft Version 1.0
Date 2023-10-10

**SHC**

VERSION 1.0

1 | 31

Zusammenarbeit aus „IEA SHC Task 68“ Efficient Solar District Heating Systems

Inputs aus der Branche willkommen!

- Die praktische Anwendung der ISO 24194 zeigt Klärungsbedarf, Hintergrundinformationen für Nutzer und einige Anpassungen.
- Software-Implementierung SunPeek, automatisierte Anwendung der ISO 24194.
- Hauptzielgruppe: Anlagenbetreiber

Adaptionen ISO 24194:2022 in der Praxis (1)

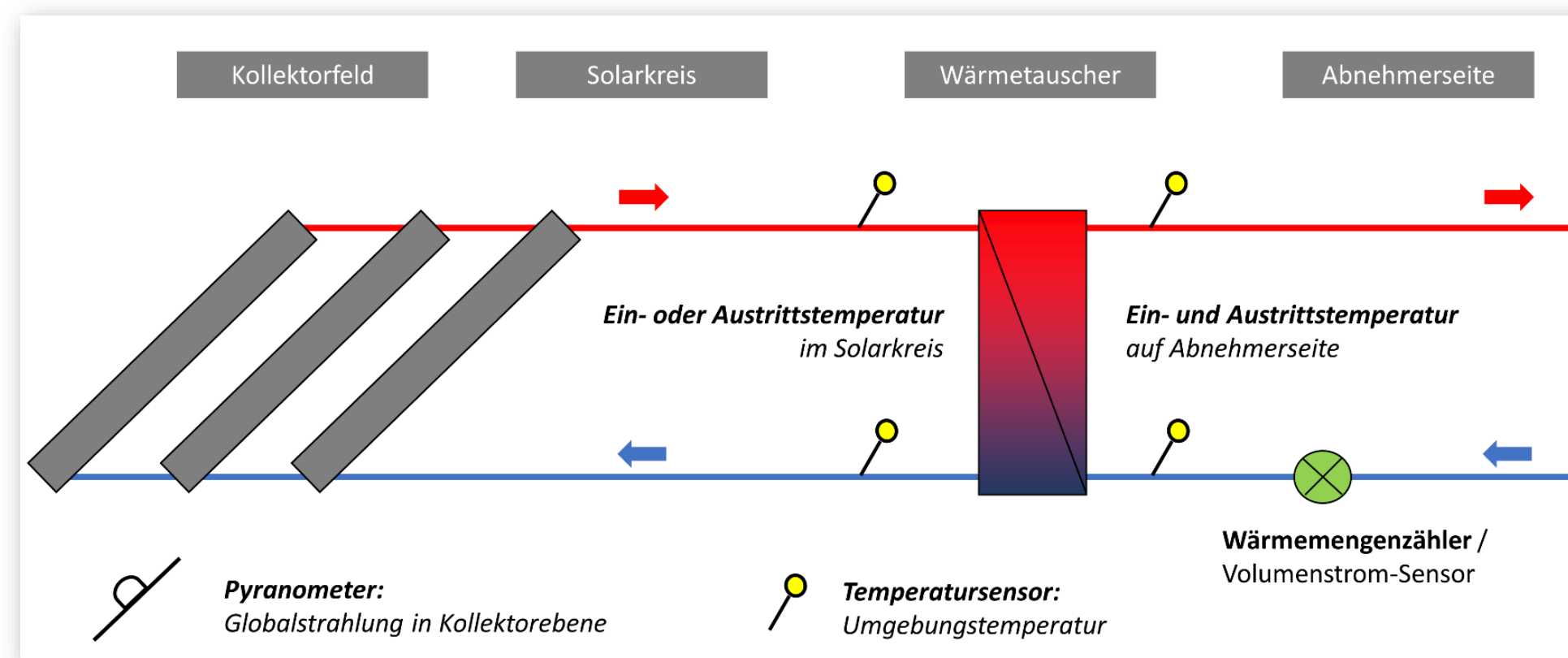
1) Mehrere Kollektorfelder, mehrere Kollektortypen

- ✓ Berechnung Soll-Leistung pro Teilfeld, Summation Soll-Leistungen

$$\dot{Q}_{estimate} = A_{GF} \cdot [\eta_{0,hem} K_{hem}(\theta_L, \theta_T) G_{hem} - a_1(\vartheta_m - \vartheta_a) - a_2(\vartheta_m - \vartheta_a)^2 - a_5(d\vartheta_m/dt)] \cdot f_{safe}$$

2) Unterschiedliche Messausstattungen

- ✓ Virtuelle Sensoren, Stoffwerte Wärmeträgerfluid



Adaptionen ISO 24194:2022 in der Praxis (2)

3) Strahlungsmodellierung

- Unterschiedliche Ausrichtungen Kollektorfelder
- Interne Verschattung
- Korrekte Diffusstrahlung für faire Bewertung
- ✓ Strahlungsalgorithmen

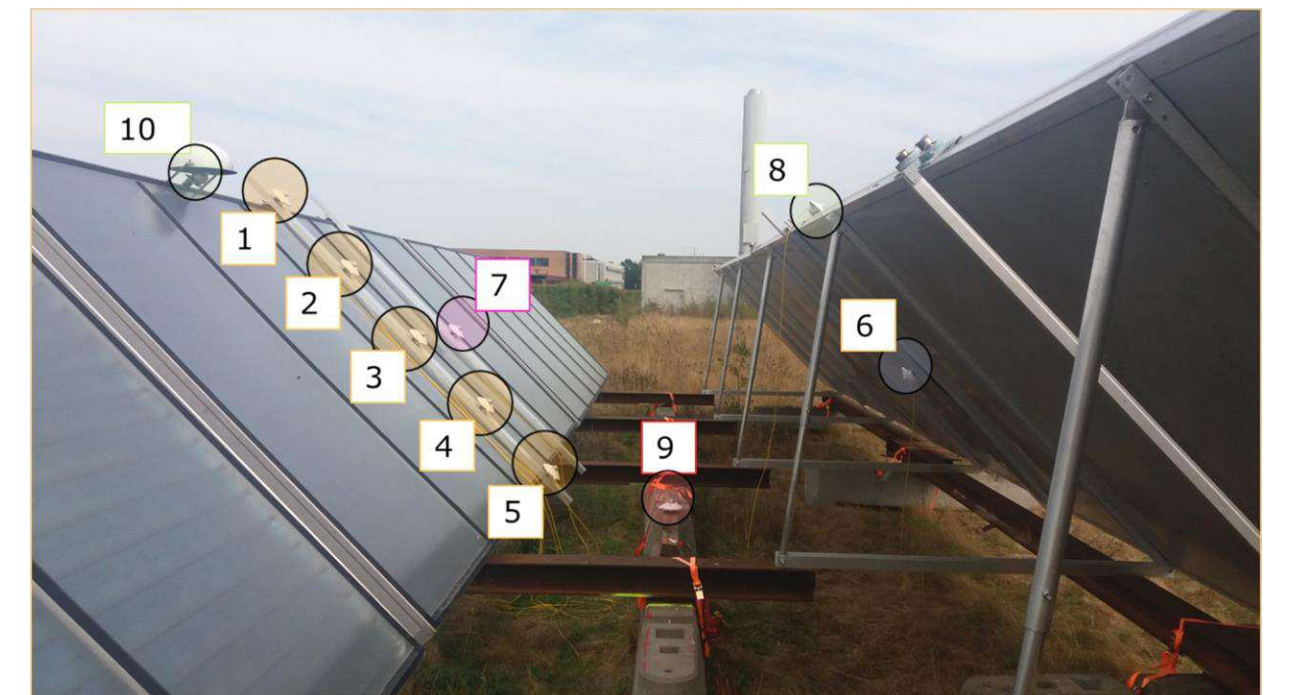
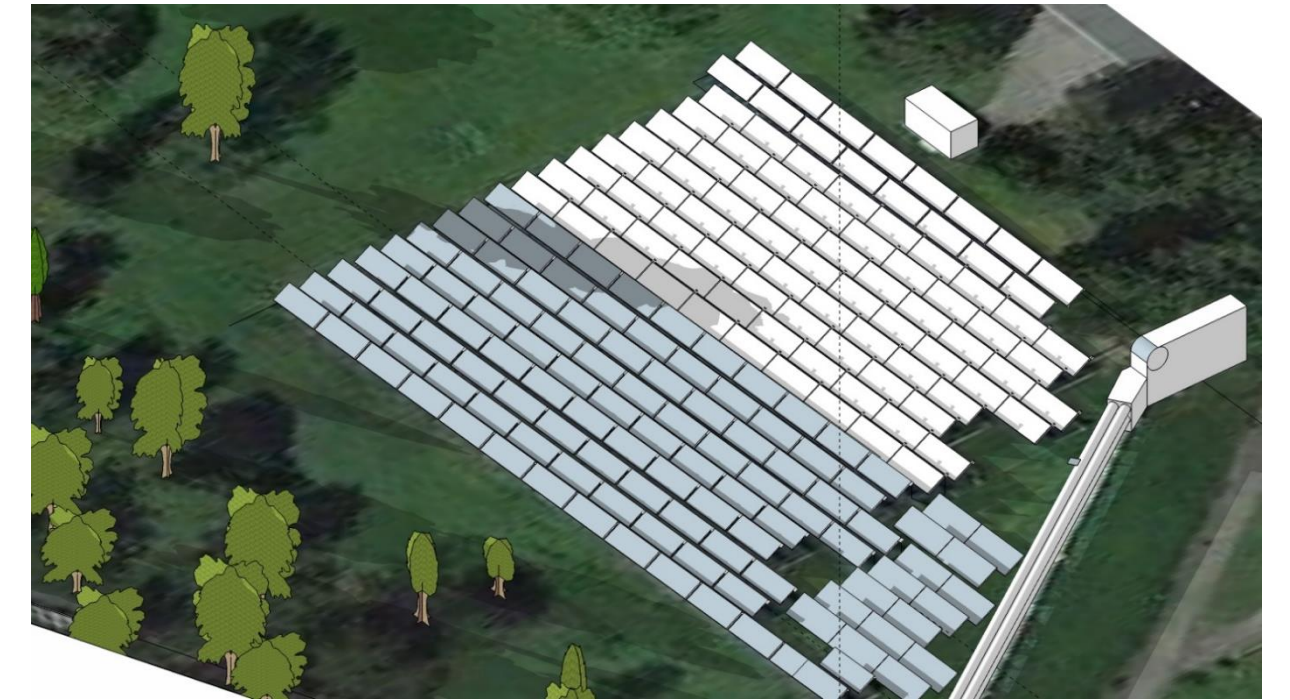
4) Vordefinierte Kollektoren

- ✓ Anbindung an Solar Keymark Datenbank (geplant)

5) Datenverfügbarkeit

- ✓ Mehr Intervalle (im Teillast-Bereich) durch verbesserte Datenfilterung

6) Vollautomatische Datenaufbereitung & Datenanalyse



The Solar Keymark
CEN Keymark Scheme

Adaptionen ISO 24194:2022 in der Praxis (3)

Standardisierung / Umrechnung alter Kollektor-Datenblätter

Collector test	Source
QDT (Quasi-dynamic test) Given parameter: $\eta_{0,b}, K_b, K_d$ Derived parameter: $\eta_{0,hem}, K_{hem}$	
$\eta_{0,hem} = \eta_{0,b}(0.85 + 0.15 K_d)$	ISO 9806:2017 Annex B, Formula (B.2), (B.5)
$K_{hem}(\theta_L, \theta_T) = \frac{\eta_{0,b}}{\eta_{0,hem}}(0.85K_b(\theta_L, \theta_T) + 0.15 K_d)$	Derived from ISO 9806:2017 Annex B Formula (B.2), (B.5)
SST (Steady-state test) Given parameter: $\eta_{0,hem}, K_{hem}$ Derived parameter: $K_b, K_d, \eta_{0,b}$	
$K_b(\theta_L, \theta_T) = K_{hem}(\theta_L, \theta_T)$	ISO 9806:2017 Annex B, Formula (B.1)
$K_d = \frac{1}{W} \sum_{\theta, \gamma=0^\circ}^{90^\circ} K_b(\theta, \gamma) \sin(\theta) \cos(\gamma)$ $W = \sum_{\theta, \gamma=0^\circ; steps=10^\circ}^{90^\circ} \sin(\theta) \cos(\gamma)$	ISO 9806:2017 Annex B, Formula (B.3), (B.4)
$\eta_{0,b} = \frac{\eta_{0,hem}}{0.85 + 0.15 K_d}$	ISO 9806:2017 Annex B (B.5)

Automatisierte Datenfilterung

SensorType	Compatible Unit	Associated datapoints	Replacement values					
			LOWER_REPLACE_MIN	LOWER_REPLACE_MAX	LOWER_REPLACE_VALUE	UPPER_REPLACE_MIN	UPPER_REPLACE_MAX	UPPER_REPLACE_VALUE
Fluid temperature	°C	ϑ_i, ϑ_e	-20	-	-	-	200	-
Ambient temperature	°C	ϑ_a	-30	-	-	-	60	-
Global radiation	W/m ²	G_{hem}	-10	0	0	-	1700	-
Direct radiation	W/m ²	G_b	-10	0	0	-	1400	-
Diffuse radiation	W/m ²	G_d	-10	0	0	-	1110	-
DNI	W/m ²	I_{DN}	-10	0	0	-	1400	-
Thermal power	W	$\dot{Q}_{pri}, \dot{Q}_{sec}$	-10	0	0	-	-	-
Mass flow	kg/s	$\dot{m}_{pri}, \dot{m}_{sec}$	-100	0	0	-	-	-

SunPeek als Referenz-Implementierung von ISO 24194

- **Erste Open Source Implementierung** von ISO 24194:2022
 - Open Source = Förderung von **Transparenz**, **breiter Nutzung** und **gemeinsamer Weiterentwicklung**
- Implementierung gemäß Norm wo möglich, Erweiterung wo notwendig
 - Abstimmung mit ISO/TC 180/SC 4, IEA SHC Task 68 Expert:innen
 - Dokumentation in „Guide to ISO 24194:2022“

Annex A
(informative)

Recommended reporting format — Power method

Collector field performance check according to ISO 24194 - Power method

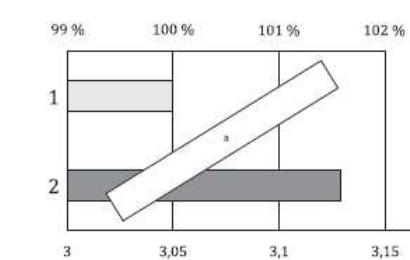
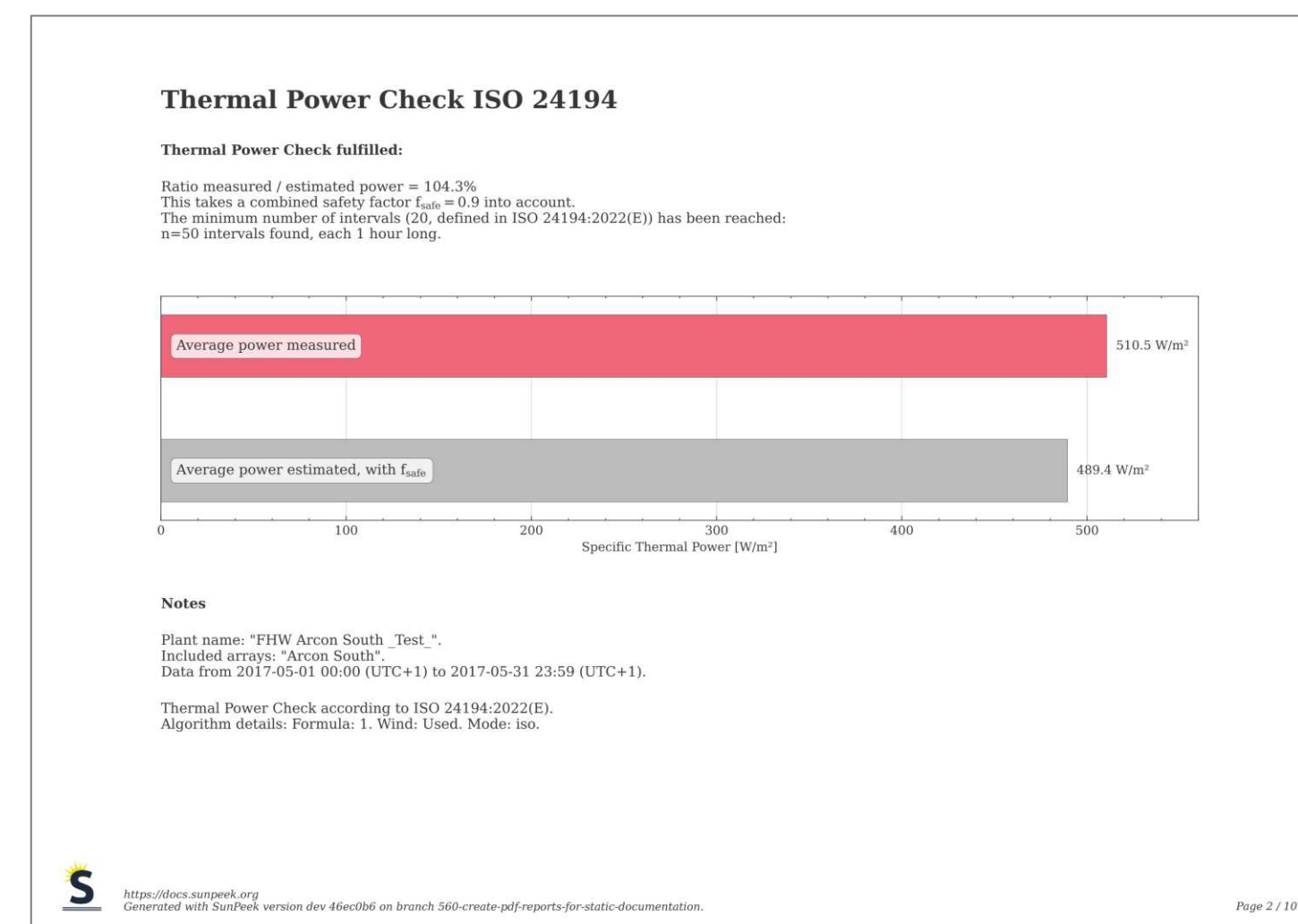
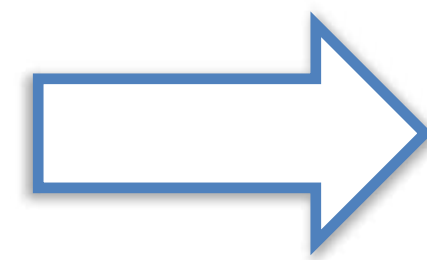
Page 1 of 2

Owner of plant:	Check done by:
Measuring period:	Date:
Level of check: I/II/III	Formula used: 1/2/3

Input data	
Collector	Fluid data
— η_{opt}	— Fluid type: pure water / xxx
— η_{ref}	— ρ
— η_{gl}	— c_p
— a_1	Safety factors
— a_2	— f_{pr}
— a_3	— f_{gr}
— a_4	— f_{sp}
— a_5	— f_{safe}
— K_d	Give either $f_{pr} f_{gr} f_{sp} - or f_{safe}$

Incidence angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Transversal modifier $K_1(\theta_i)$	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx
Longitudinal modifier $K_2(\theta_l)$	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx	0.xx

Results



SunPeek



- ✓ Einfache Anlagenkonfiguration ~10 Minuten
- ✓ Automatisierte Auswertung
- ✓ Interaktive Analyse, pdf-Bericht, Export Berechnungsergebnisse
- ✓ Für Windows / Mac / Linux
- ✓ Demo-Anlage mit Open Data Set
- ✓ Offene Entwicklung auf GitLab: <https://gitlab.com/sunpeek/>

Thermal Power Check

Settings: Method: ISO Formula: 1 f_U : AUTO (90%) f_P : AUTO (98%) f_O : AUTO (99%) use wind: AUTO (true)

Execution: Start mm / dd / yyyy End mm / dd / yyyy

RUN **PDF**

Target-Actual Comparison

Measured Power [W/m²]

Estimated Power [W/m²]
(with safety factor)

Timeseries

Difference to estimated power [%]

Apr 30 2017 May 7 May 14 May 21 May 28

Safety Factor: 87.318 % with safety factor

Selected	Name	Type	Ø Measured	Ø Estimated (with safety)	Ratio (with safety)	Valid Intervals
	Arcon South	Array	511 [W/m ²]	475 [W/m ²]	107.5%	50 [h]
→	Plant Total	Total	511 [W/m ²]	475 [W/m ²]	107.5%	50 [h]

Thermal Power Check according to ISO 24194

Plant name FHW Arcon South _Test_
 Plant owner SOLID
 Included arrays Arcon South
 Measuring period 2017-05-01 00:00 (UTC+1) to 2017-05-31 23:59 (UTC+1)
 Date 2023-09-20
 Algorithm details Formula: 1. Wind: Used. Mode: extended.
 Check done by SunPeek version dev 46ec0b6 on branch 560-create-pdf-reports-for-static-documentation

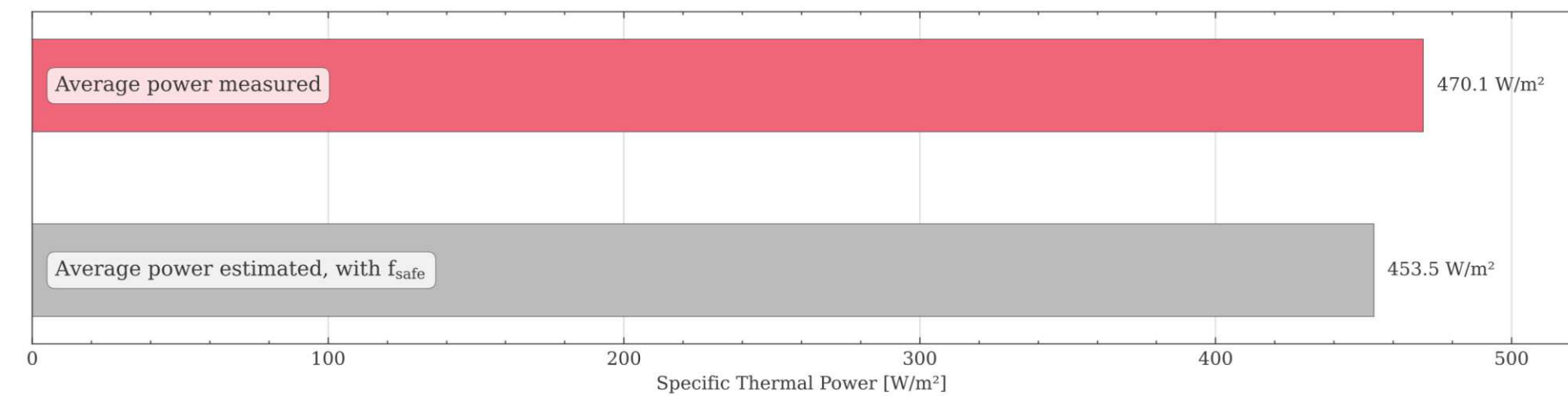
This report is based on ISO 24194:2022(E) "Solar energy — Collector fields — Check of performance".
 Report generated with SunPeek: <https://docs.sunpeek.org>



Thermal Power Check ISO 24194

Thermal Power Check fulfilled:

Ratio measured / estimated power = 103.7%
 This takes a combined safety factor $f_{safe} = 0.9$ into account.
 The minimum number of intervals (20, defined in ISO 24194:2022(E)) has been reached:
 n=75 intervals found, each 1 hour long.



Notes

Plant name: "FHW Arcon South _Test_".
 Included arrays: "Arcon South".
 Data from 2017-05-01 00:00 (UTC+1) to 2017-05-31 23:59 (UTC+1).

Thermal Power Check according to ISO 24194:2022(E).
 Algorithm details: Formula: 1. Wind: Used. Mode: extended.



<https://docs.sunpeek.org>
 Generated with SunPeek version dev 46ec0b6 on branch 560-create-pdf-reports-for-static-documentation.

Outcomes



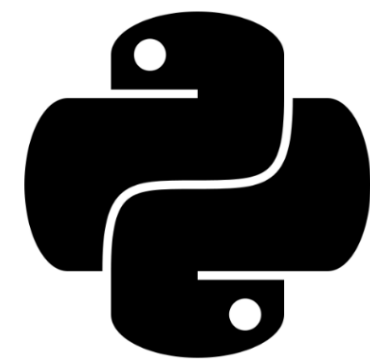
web UI

Grafische Oberfläche,
Interaktive Nutzung



web API

Restful API. Integration in
eigene Software Tools.



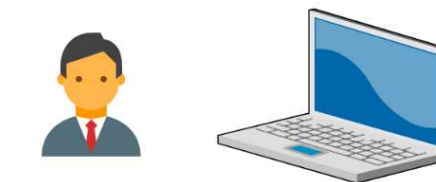
Python package

Nutzung mit anderen
Projekten. Weiterentwicklung

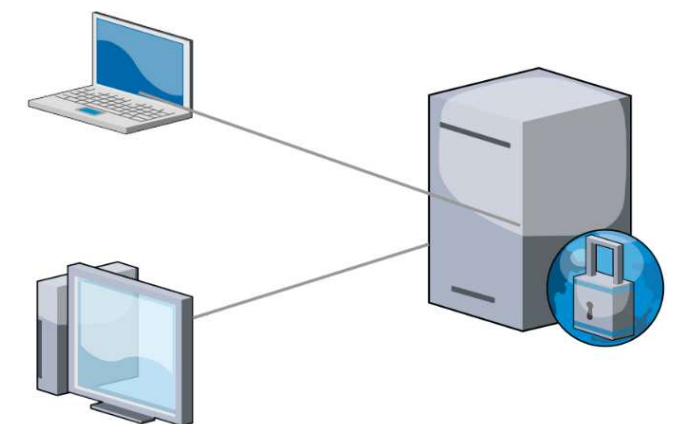
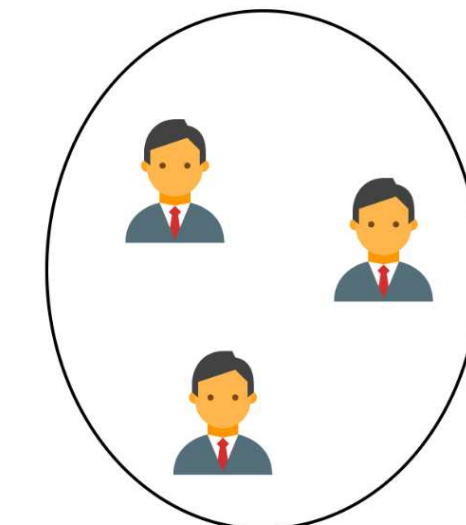


Usages

1 User
Lokale Nutzung



Betreiber / Firma
Gehostet im eigenen
Firmennetzwerk

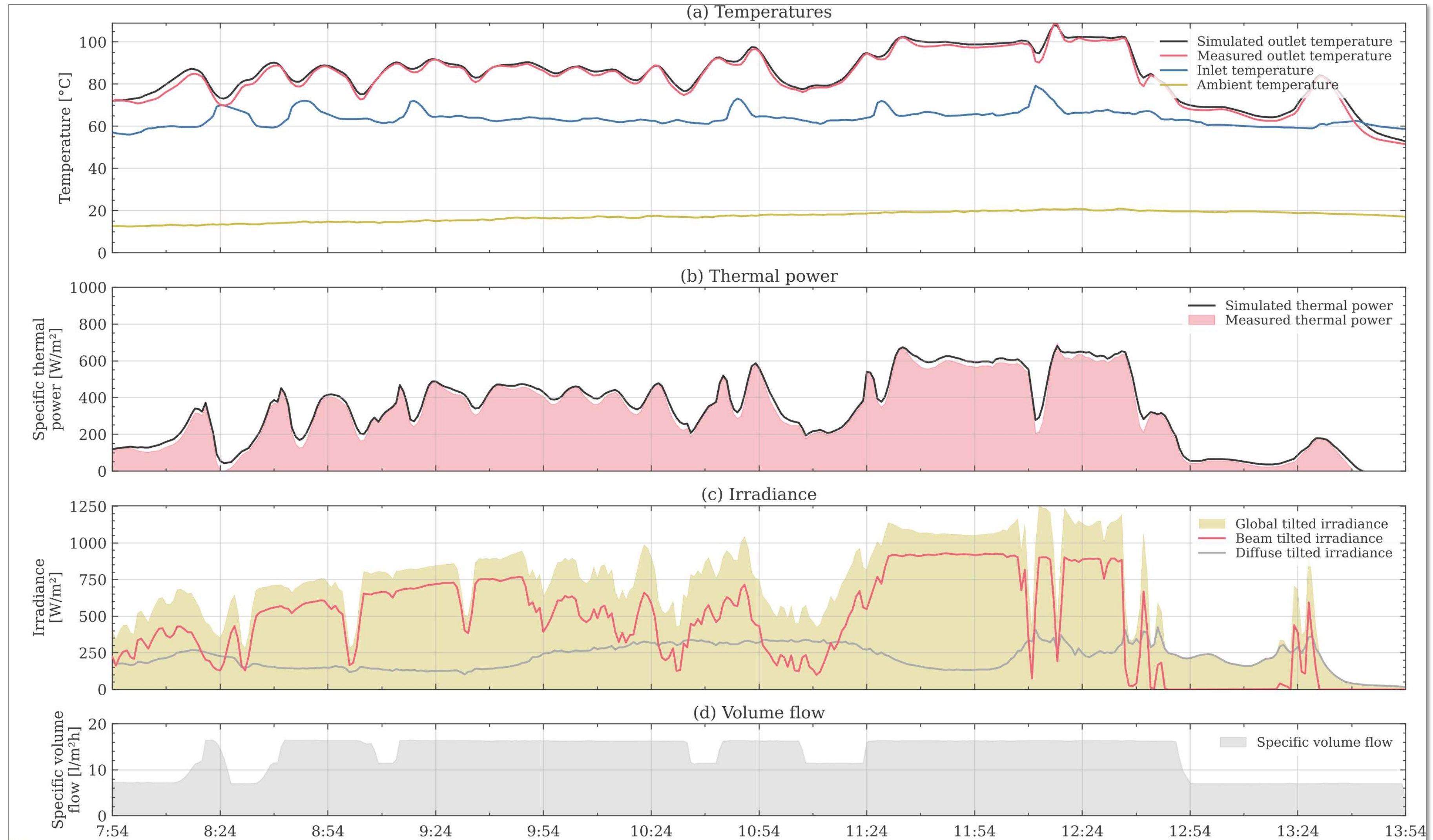


Öffentlichkeit
Förderstellen, Open Data

Forschung & Entwicklung
Forschungsinstitute,
Industrie

SunPeek: D-CAT Methode

Energy Yield Check



Vergleich Betriebsstunden von 3 SunPeek Methoden

PC-Methode "ISO"

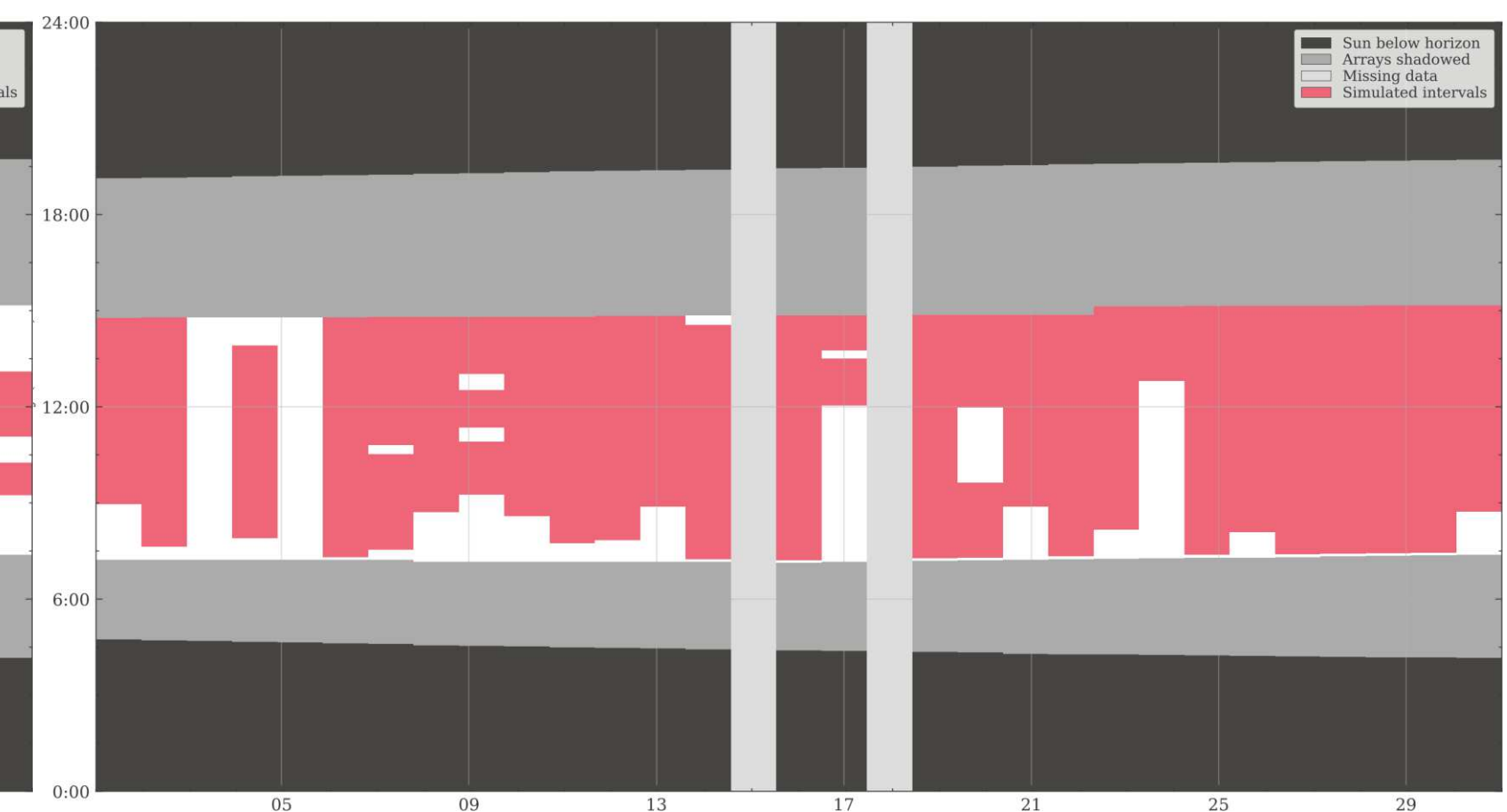
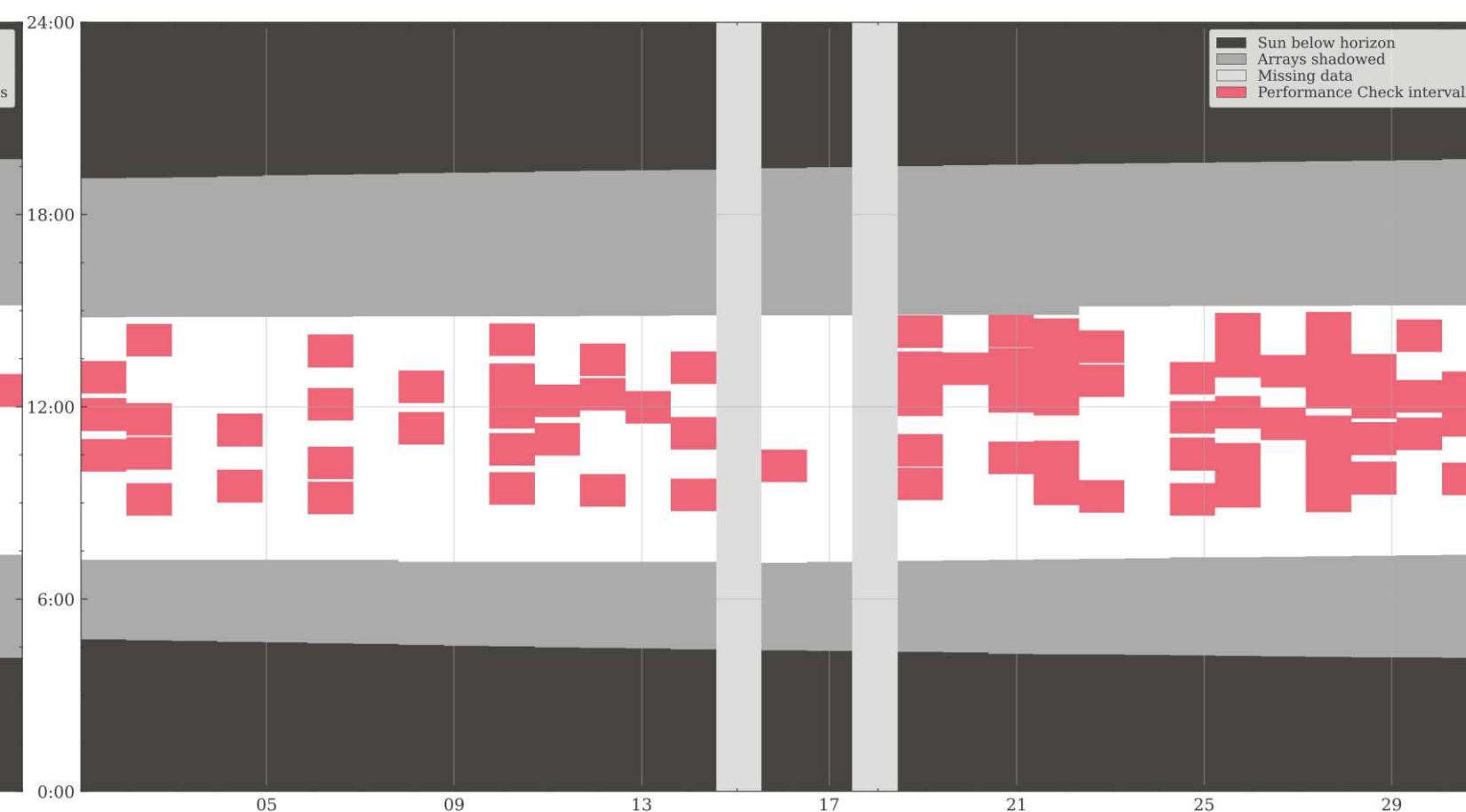
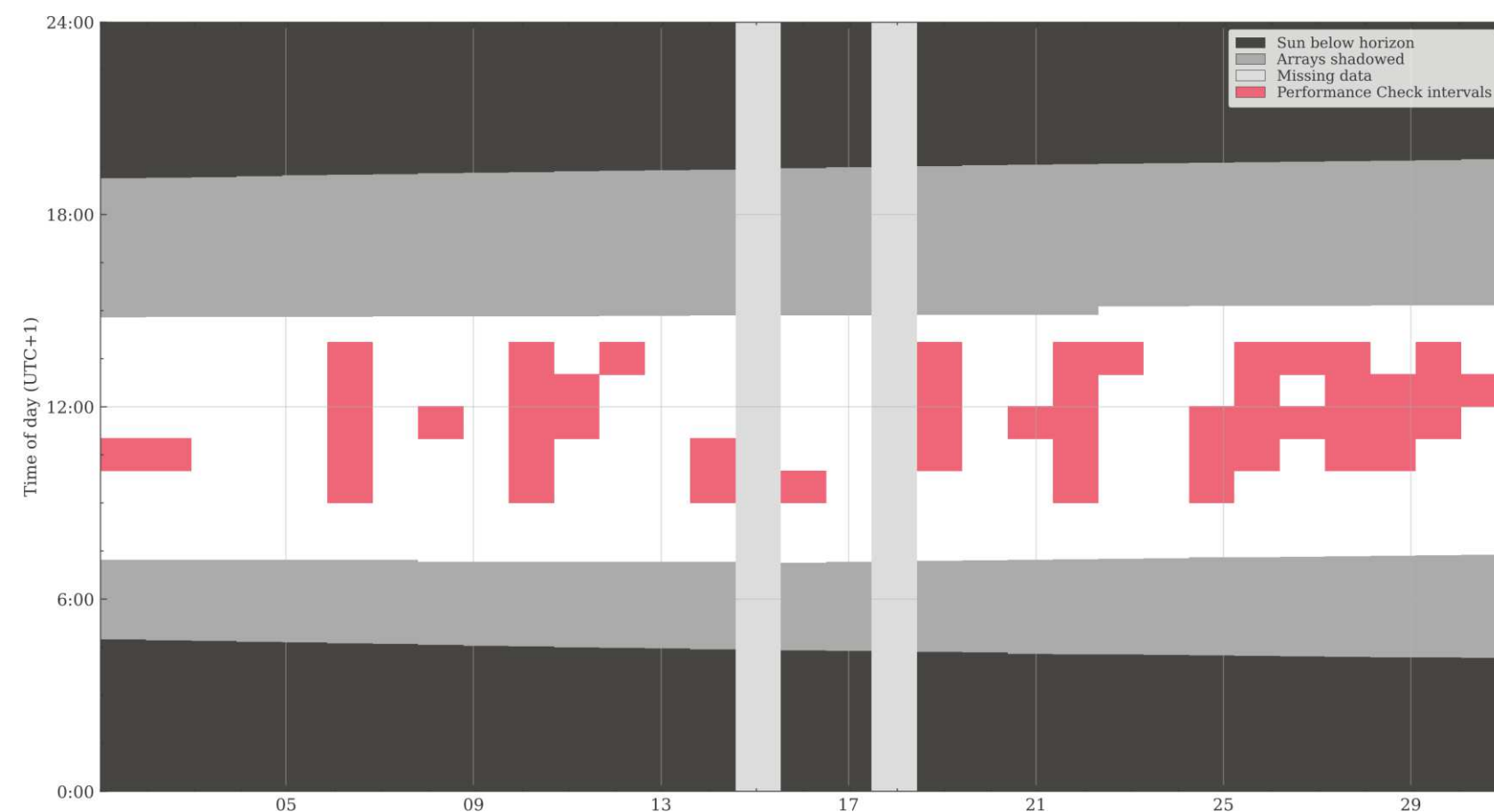
50 Stunden

PC-Methode "extended"

75 Stunden

D-CAT-Methode

175 Stunden

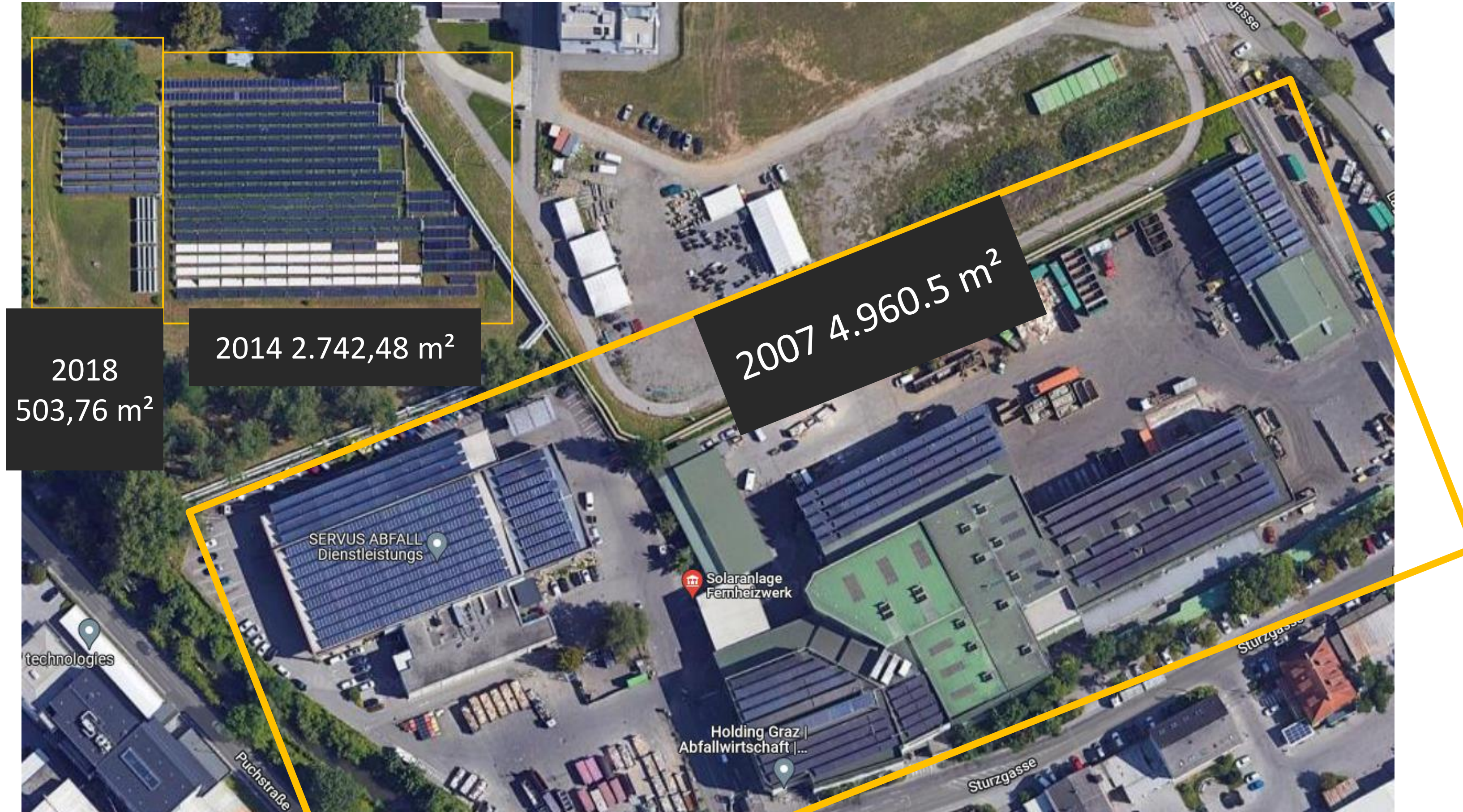


Anlage Fernheizwerk Graz, Feld "Arcon Süd", Mai 2017

Daten frei verfügbar: <https://zenodo.org/communities/sunpeek>

HarvestIT Beispiel-Anlagen

Fernheizwerk Graz



Bruttofläche: 8.206 m² / 5,7 MWp
 Bauzeit 2007 - 2018

Solare Fernwärme
 7 verschiedene Kollektorhersteller
 Unterschiedliche Technologien.



HarvestIT Beispiel-Anlagen

Nahwärme St. Ruprecht a.d. Raab



Bruttofläche: 1.590 m² / 1,1 MWp

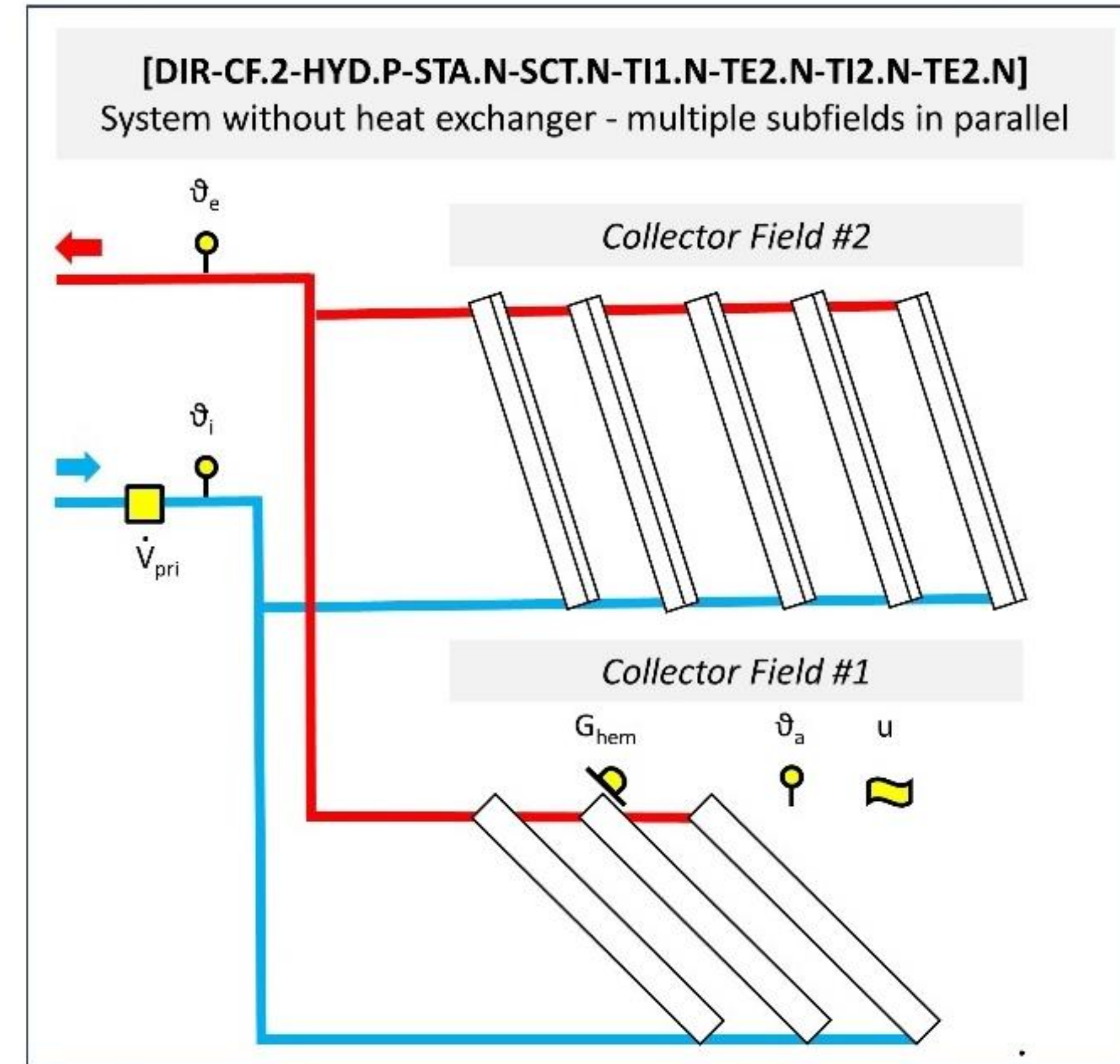
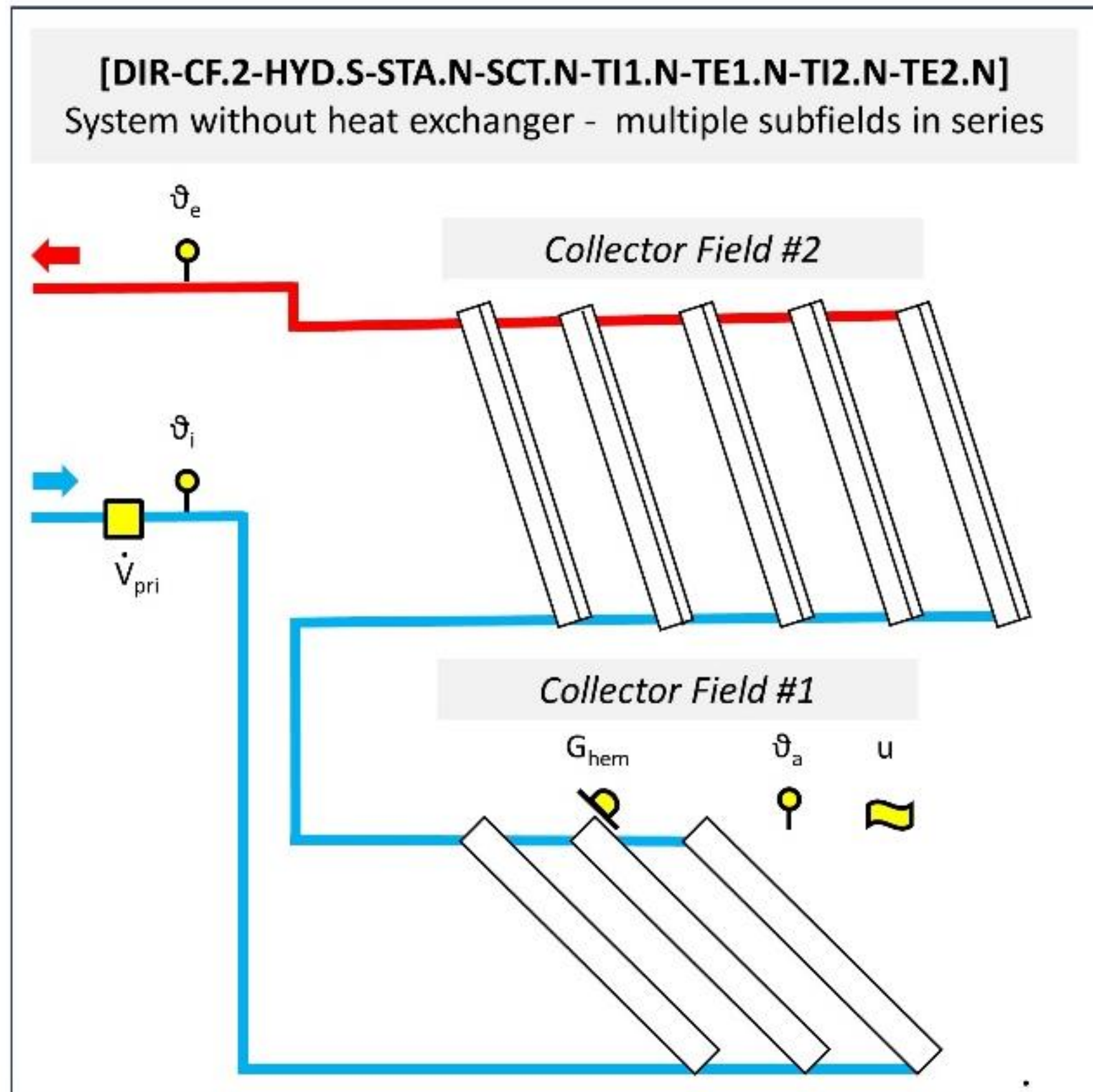
117 Stk. Großflächenkollektoren á 13,6 m²

13 Reihen mit je 9 Kollektoren

Gesamtes Kollektorfeld: ca. 60m x 60m

Pufferspeicher: 100 m³

Komplexere hydraulische Konfigurationen



HarvestIT Beispiel-Anlagen

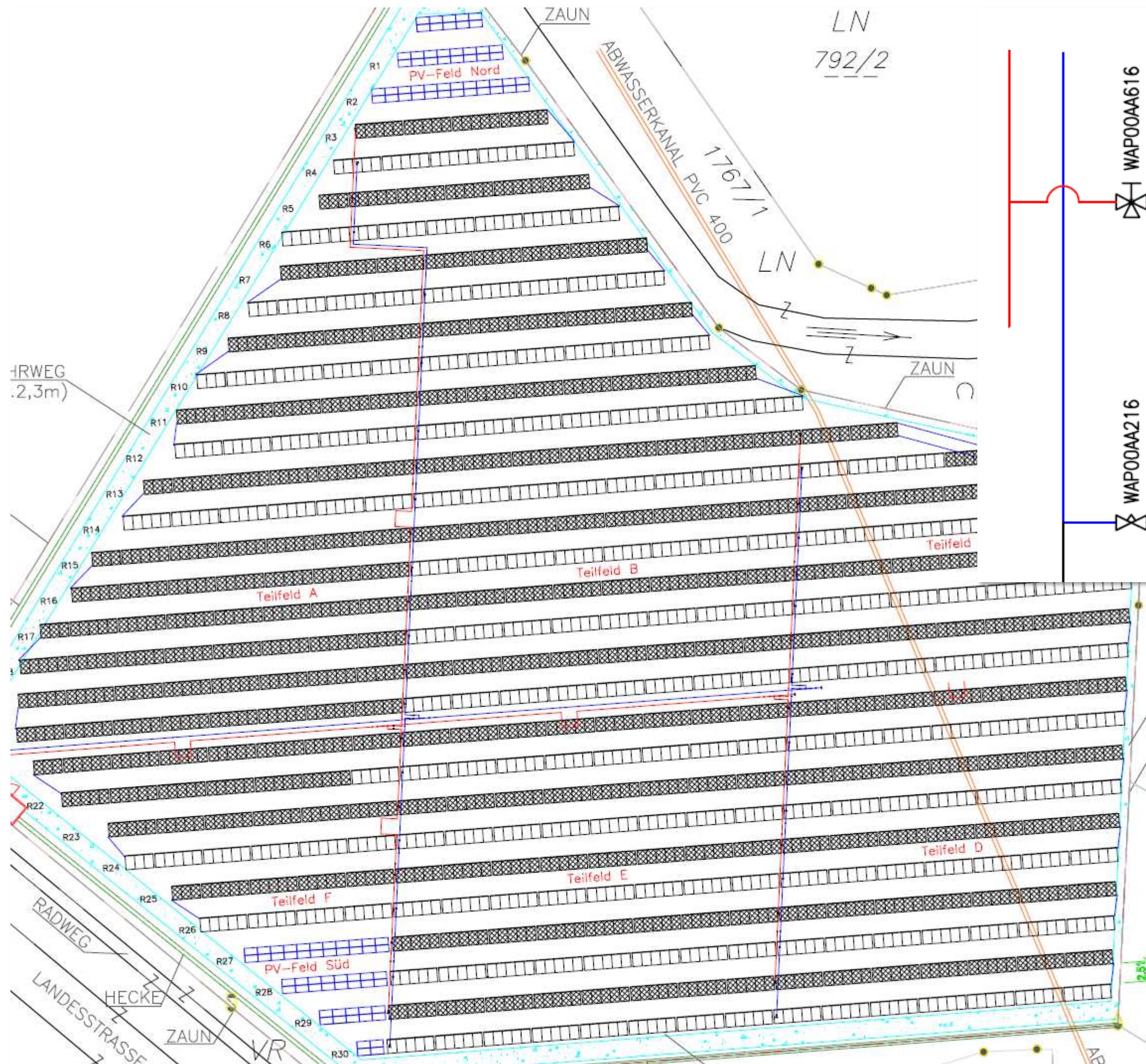
Nahwärme Friesach



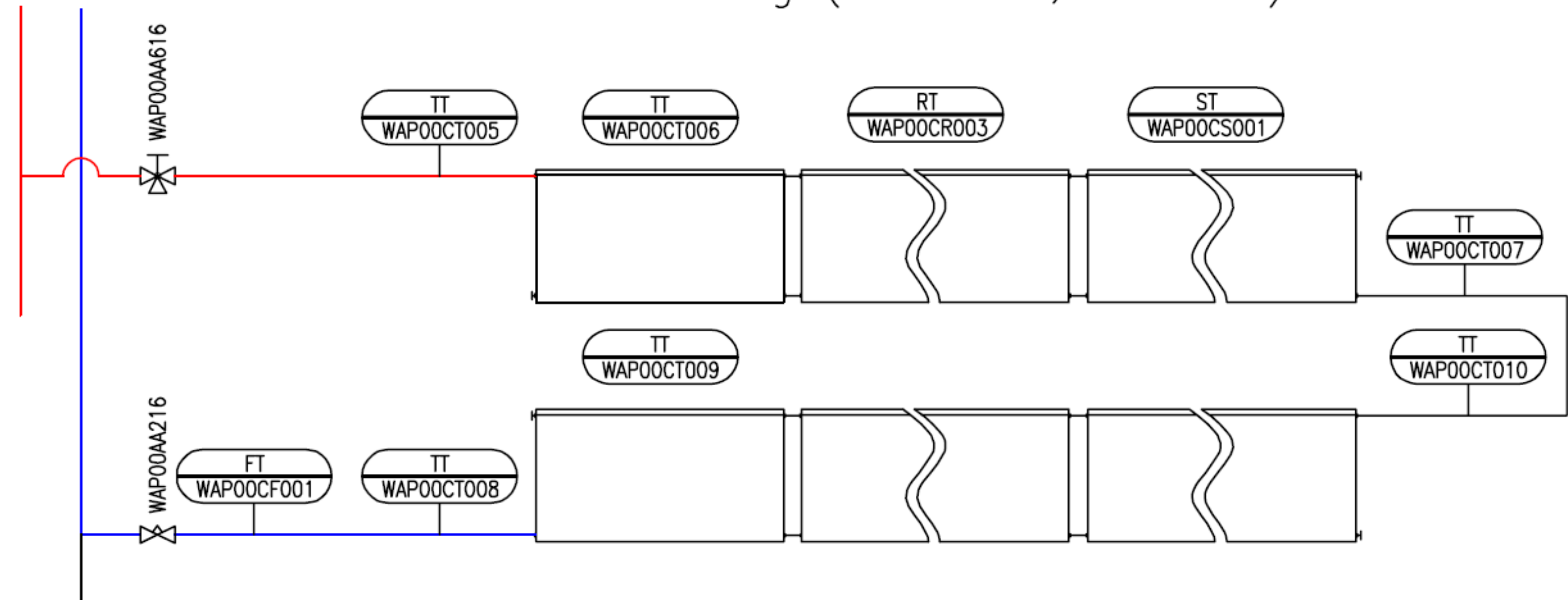
Bruttofläche: 5.750 m² / 4 MWp
Pufferspeicher: 1.000 m³

Inbetriebnahme: 2021, Betreiber: KPV
GreenOneTec Großflächenkollektoren
GK3133S / GK3133D

Konzept Garantierreihe: Anlage Nahwärme Friesach



Detail Garantiemessung (Teilfeld B, R19+20)





AEE INTEC

IDEA TO ACTION

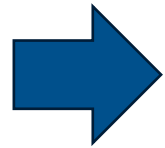
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Österreich

Website: www.aee-intec.at
Twitter: @AEE_INTEC

Daniel Tschopp
d.tschopp@aee.at
+43 (0)3112 5886

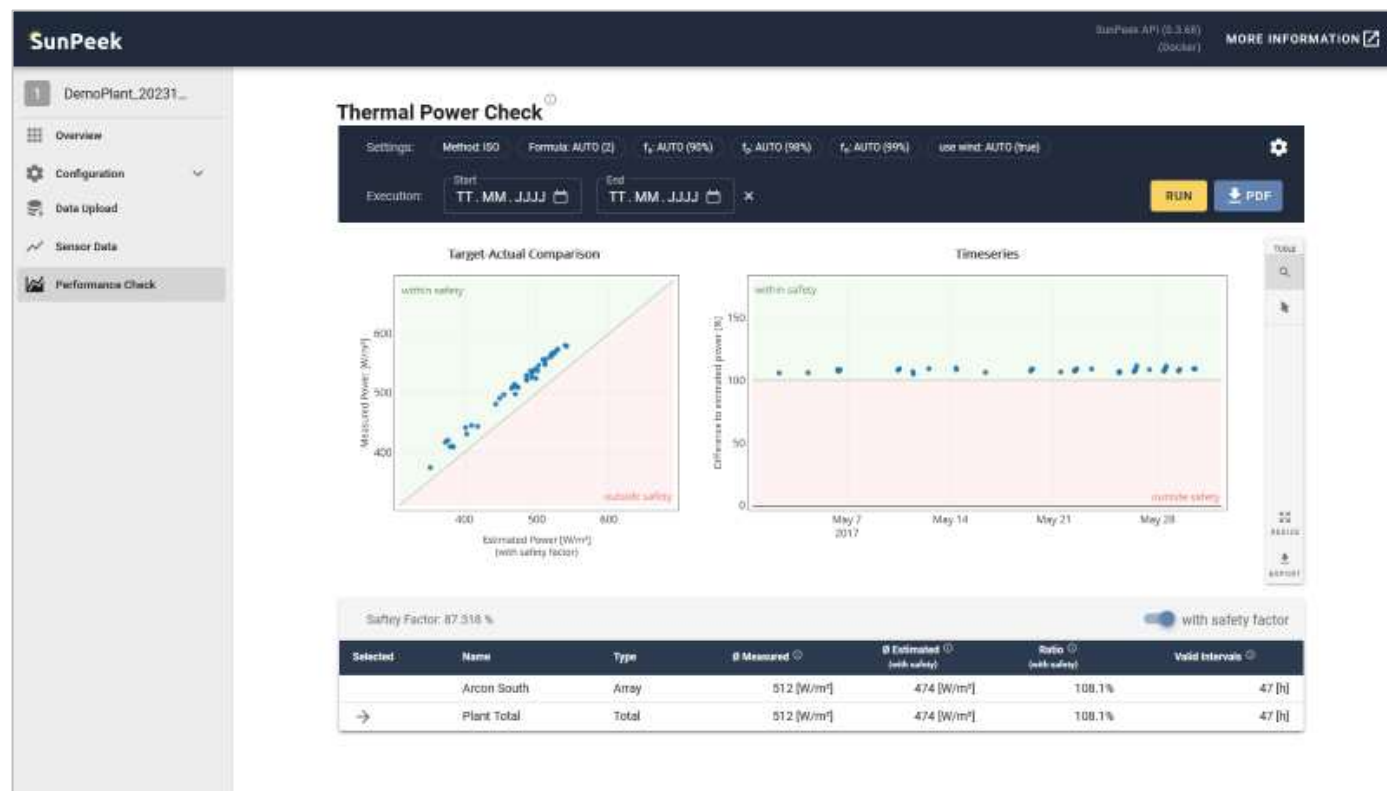
<https://www.collector-array-test.org>

Agenda



10:00	Diskussion und Fragen
10:15	SunPeek Open Source Software <i>Lukas Feierl (SOLID), Marnoch Hamilton-Jones (AEE INTEC)</i> <ul style="list-style-type: none">•Software Architektur, Features, implementierte Methoden•Anlagenkonfiguration, Web-UI•Datenanbindung, Schnittstellen•Installation, Updates•Abgrenzung zu anderen Software Tools
10:45	Diskussion und Fragen
11:00	Kaffeepause

SunPeek



Ziel: Open Source Implementierung des Thermal Power Checks nach ISO 24194:2022.

SunPeek

> Kurzüberblick zur Software

Beispiel WebUI

5-Schritt Anlagenkonfiguration

Plant
Please enter required information about the plant.

Basics
Plant Name^(*)

Position
Latitude^(*)
Longitude^(*)
Elevation

Additional Information
Owner
Operator
Description

CANCEL

Array Details
Please enter required information about the array.

Basics
Array Name^(*)
Gross Area^(*)

Position
Tilt^(*)
Azimuth^(*)
Row Spacing^(*)
Sun Minimal Elevation

Collector
Collector^(*)

CANCEL

Data Format
Please provide a sample data file with all required sensor data.
Check that the file was parsed correctly and adapt the sensor configuration if necessary.

FHW_ArcS_...17_May.csv (36.8 MB)

Parsed File:

Index	val
2017-05-01T00:00:00+01:00	7.33635512073905e-7
2017-05-01T00:01:00+01:00	7.28571072651865e-7
2017-05-01T00:02:00+01:00	7.13057979434464e-7
2017-05-01T00:03:00+01:00	6.97076212705951e-7
2017-05-01T00:04:00+01:00	7.6690856385982e-7
2017-05-01T00:05:00+01:00	7.74266739984094e-7
2017-05-01T00:06:00+01:00	6.86424963080055e-7
2017-05-01T00:07:00+01:00	8.03866905885627e-7
2017-05-01T00:08:00+01:00	7.62549902206586e-7
2017-05-01T00:09:00+01:00	5.58536322824852e-7

BACK

Sensor Mapping
Configure which sensor belongs to which part of the plant.

2 components not configured yet

Plant
Test Plant
Test Array

Ambient
Ambient temperature
Wind speed

Thermal Power
Thermal power^(*)
Alternative calculation
Inlet temperature
Outlet temperature
Volume flow
Mass flow

BACK

Sensor Configuration
Configure the sensor details so SunPeek can interpret the data.

Mapped Sensors

Status	Sensor Name	Sensor Type	Unit	Parameters	is Mapped	Actions
✓	rd_gls	Global irradiance	W/m²	EDIT	yes	<input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
✓	te_amb	Ambient temperature	°C	not required	yes	<input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
✓	te_in	Fluid temperature	°C	not required	yes	<input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
✓	te_out	Fluid temperature	°C	not required	yes	<input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>
✓	tp_calc	Thermal power	W	not required	yes	<input type="button" value="edit"/> <input type="button" value="delete"/>

BACK NEXT

Beispiel WebUI

Auswertung ISO 24194

Data Upload

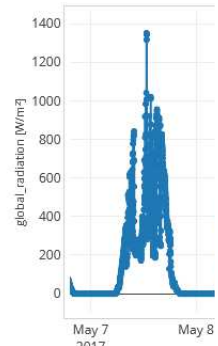
Please specify the data format and upload

Choose files or drag them here

1 valid files

File Name
✓ FHW_array_ArcS_2017-05-01...

Sensor Data



global_radiation [W/m²]

May 7 2017 May 8

Search: Sensor Name

- rd_gt
- rh_amb
- te_amb
- te_in
- te_out

SunPeek

DemoPlant_20231...

- Overview
- Configuration
- Data Upload
- Sensor Data
- Performance Check

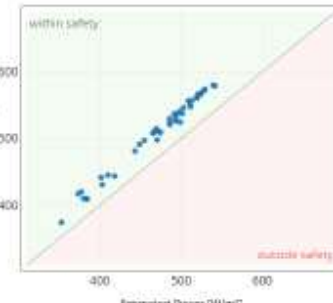
Thermal Power Check

Settings: Method: ISO, Formula: AUTO (2), $f_{p,AUTO}$: (90%), $f_{s,AUTO}$: (98%), $f_{c,AUTO}$: (99%), use wind: AUTO (true)


Execution: Start: TT.MM.JJJJ, End: TT.MM.JJJJ

RUN PDF

Target-Actual Comparison



Timeseries



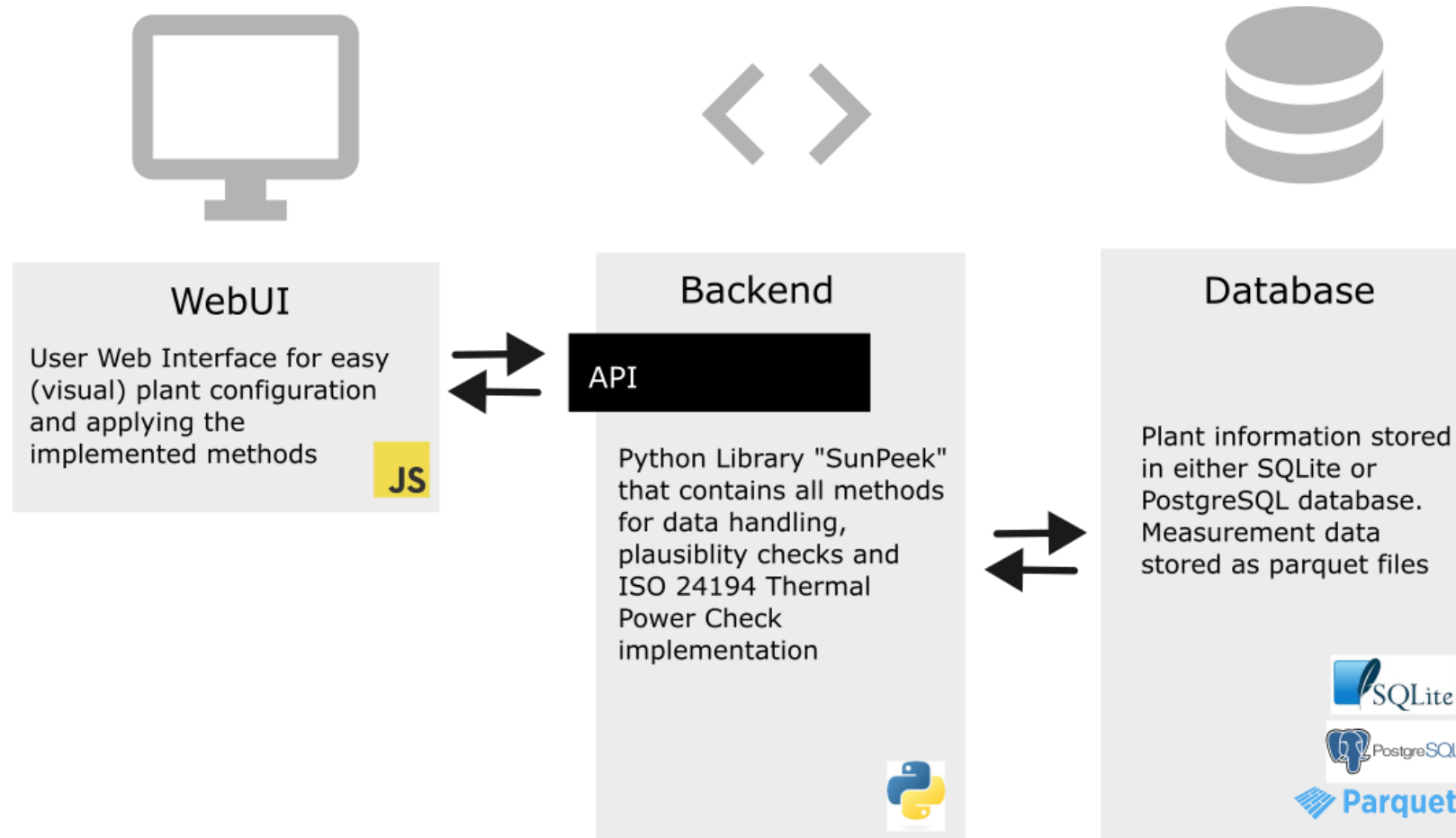
Safety Factor: 07.918 % with safety factor

Selected	Name	Type	Ø Measured	Ø Estimated (with safety)	Ratio (with safety)	Valid Intervals
	Arccon South	Array	512 [W/m²]	474 [W/m²]	108.1%	47 [h]
→	Plant Total	Total	512 [W/m²]	474 [W/m²]	108.1%	47 [h]

SunPeek

> Software Architektur

Software Architektur



Aufgabe: Visuelles Interface für Backend

Warum?

- Schnellere Konfiguration.
- Interaktive Analyse von Resultaten.
- Erhöhte Nutzbarkeit (keine Programmierkenntnisse nötig).

The screenshot shows the SunPeek web interface for setting up a new solar thermal plant. The interface is dark-themed and features a progress indicator at the top with five steps, the first of which is completed. The main form is titled "Plant" and includes the following sections:

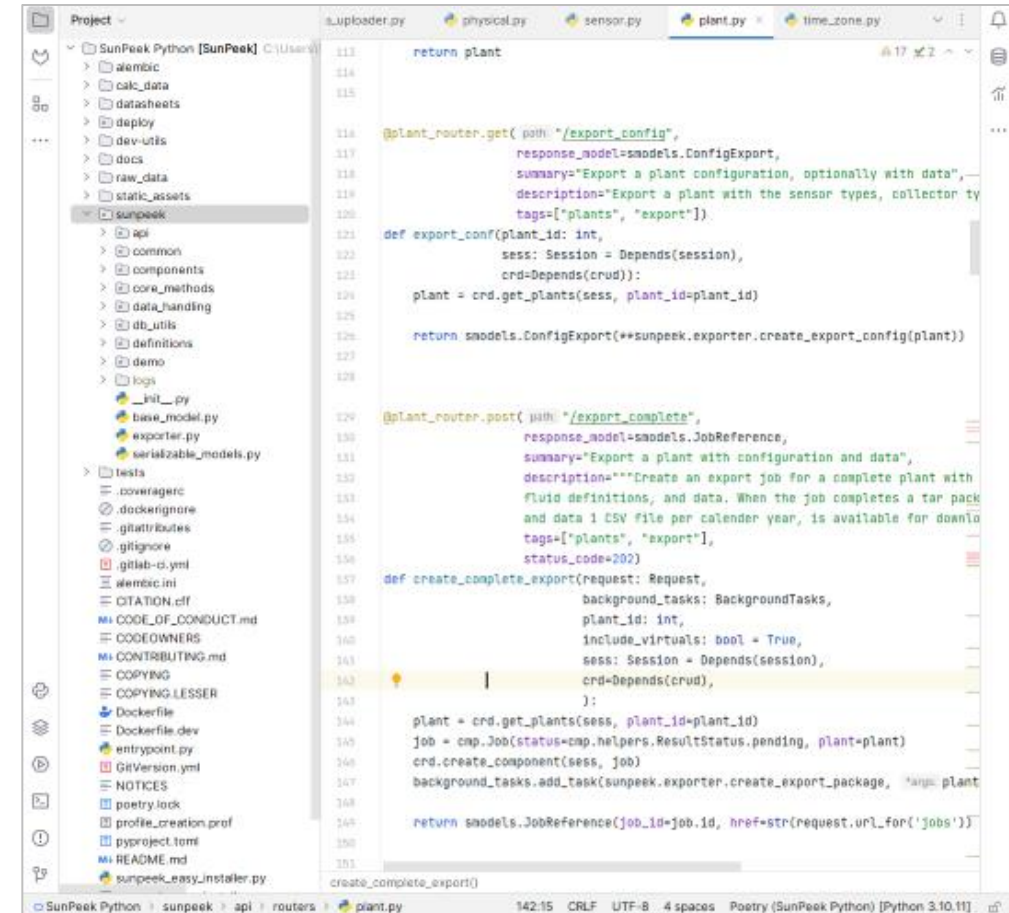
- Basics:** A text input field for "Plant Name" with the placeholder "plant custom name".
- Position:** Three input fields for "Latitude" (47.076668 (example Grad)), "Longitude" (15.421371 (example Grad)), and "Elevation" (352 (example Grad) m).
- Additional Information:** Three text input fields for "Owner", "Operator", and "Description".

At the bottom of the form, there are "CANCEL" and "SAVE" buttons.

Aufgabe: Implementierung der Methoden

Funktionen:

- Daten Import (CSV Files)
- Plausibilitäts-Checks (Min-Max)
- Implementierung des Thermal Power Checks (ISO 24194)
- Berechnung von „virtuellen“ Sensoren.
- API (Schnittstelle für Automatisierung)



```
Project -
├── SunPeek Python [SunPeek] C:\Users\...
│   ├── alembic
│   ├── calc_data
│   ├── datasheets
│   ├── deploy
│   ├── docs
│   ├── raw_data
│   ├── static_assets
│   └── sunpeek
│       ├── api
│       ├── common
│       ├── components
│       ├── core_methods
│       ├── data_handling
│       ├── db_utils
│       ├── definitions
│       ├── demo
│       ├── logs
│       ├── _init_.py
│       ├── base_model.py
│       ├── exporter.py
│       └── serializable_models.py
├── tests
├── coverage
├── .coveragerc
├── .dockernignore
├── .gitattributes
├── .gitignore
├── .gitlab-ci.yml
├── .werenic.ini
├── CITATION.cff
├── CODE_OF_CONDUCT.md
├── CODEOWNERS
├── CONTRIBUTING.md
├── COPYING
├── COPYING.LESSER
├── Dockerfile
├── Dockerfile.dev
├── entrypoint.py
├── GitVersion.yml
├── NOTICES
├── poetry.lock
├── profile_creation.prof
├── pyproject.toml
├── README.md
└── sunpeek_easy_installer.py

uploader.py  physical.py  sensor.py  plant.py  time_zone.py

113     return plant
114
115
116     @plant_router.get(path="/export_config",
117                      response_model=smodels.ConfigExport,
118                      summary="Export a plant configuration, optionally with data",
119                      description="Export a plant with the sensor types, collector ty
120                      tags=["plants", "export"]):
121
122     def export_conf(plant_id: int,
123                    sess: Session = Depends(session),
124                    crd=Depends(crud)):
125
126         plant = crd.get_plants(sess, plant_id=plant_id)
127
128         return smodels.ConfigExport(*sunpeek.exporter.create_export_config(plant))
129
130     @plant_router.post(path="/export_complete",
131                       response_model=smodels.JobReference,
132                       summary="Export a plant with configuration and data",
133                       description="Create an export job for a complete plant with
134                       fluid definitions, and data. When the job completes a tar pack
135                       and data 1 CSV file per calendar year, is available for downlo
136                       tags=["plants", "export"],
137                       status_code=202):
138
139     def create_complete_export(request: Request,
140                               background_tasks: BackgroundTasks,
141                               plant_id: int,
142                               include_virtuals: bool = True,
143                               sess: Session = Depends(session),
144                               crd=Depends(crud),
145                               ):
146
147         plant = crd.get_plants(sess, plant_id=plant_id)
148         job = cap.Job(status=cap.helpers.ResultStatus.pending, plant=plant)
149         crd.create_component(sess, job)
150         background_tasks.add_task(sunpeek.exporter.create_export_package, 'aiqs', plant
151
152         return smodels.JobReference(job_id=job.id, href=str(request.url_for('jobs')))
153
154     create_complete_export()
```


Aufgabe: Speichern der Daten.

Technologien:

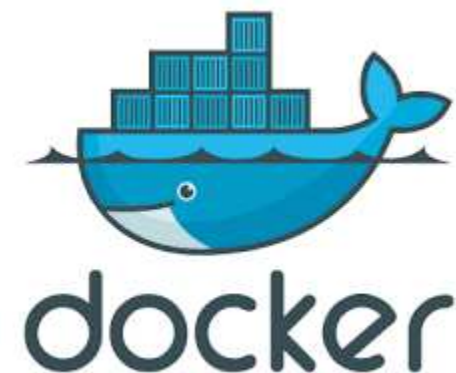
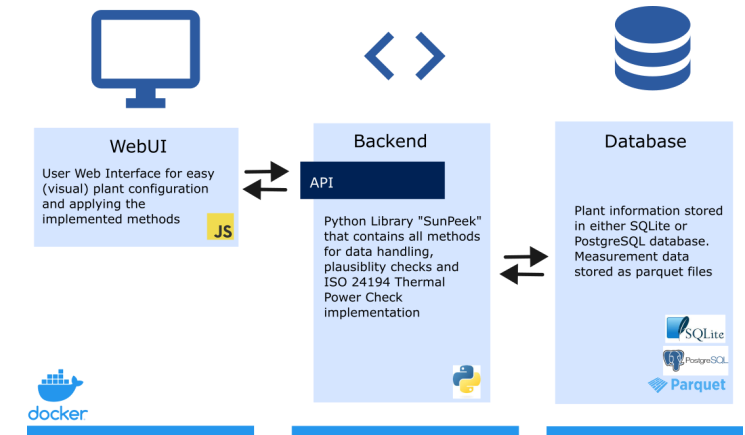
- **Parquet:**
sehr schnelles Lesen und Schreiben von Messdaten
- **SQLite:**
speichert allgemeine Informationen über die Anlagen.
Als file-basierende Datenbank vor allem für Tests gut geeignet.
- **PostgreSQL:**
Alternative zu SQLite.



Aufgabe: Starten der Software (unabhängig vom System)

Prinzip:

- „**Containervirtualisierung**“:
Software wird in Containern gebündelt.
Docker kümmert sich darum, dass
Software auf jedem anderen System mit
Docker ausgeführt werden kann.

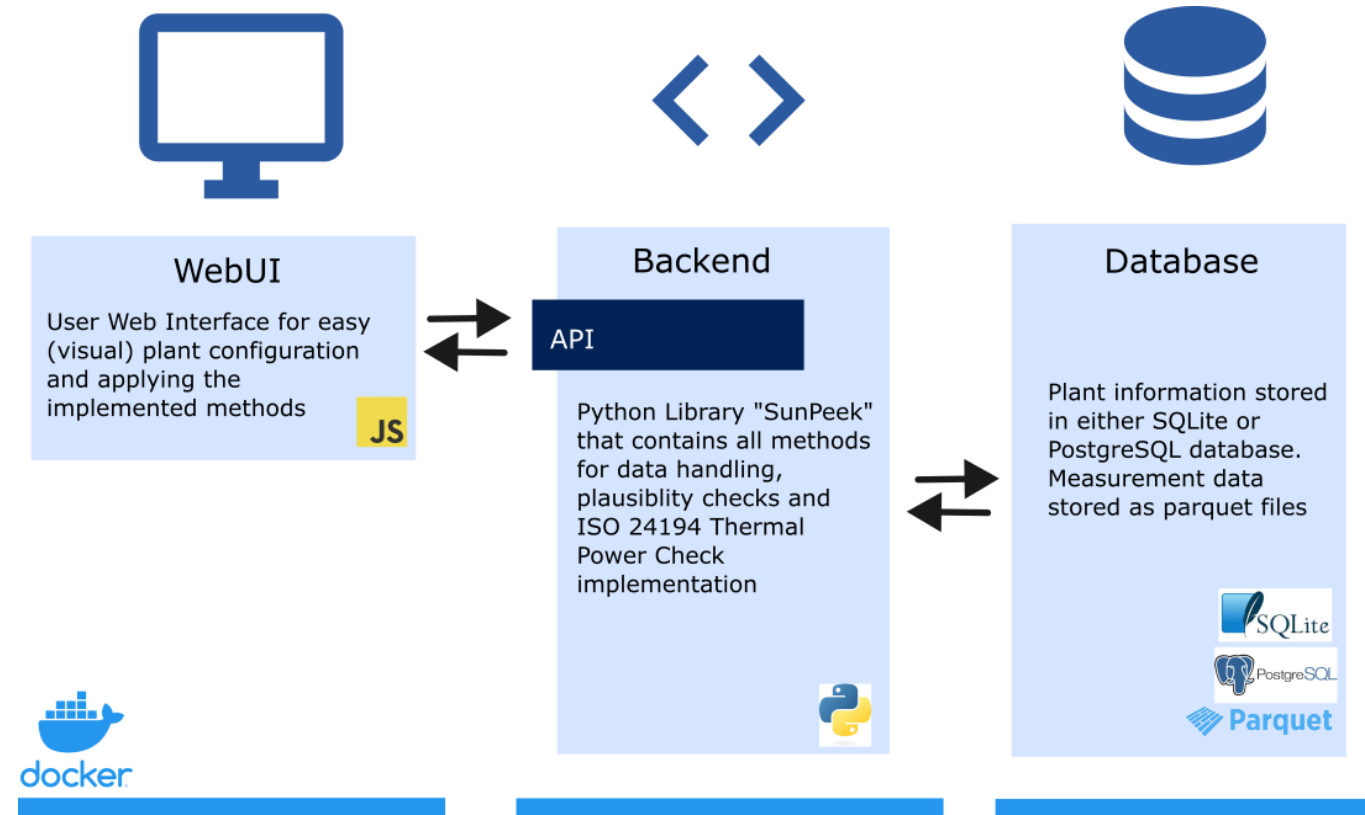


SunPeek

> Schnittstellen und Nutzung

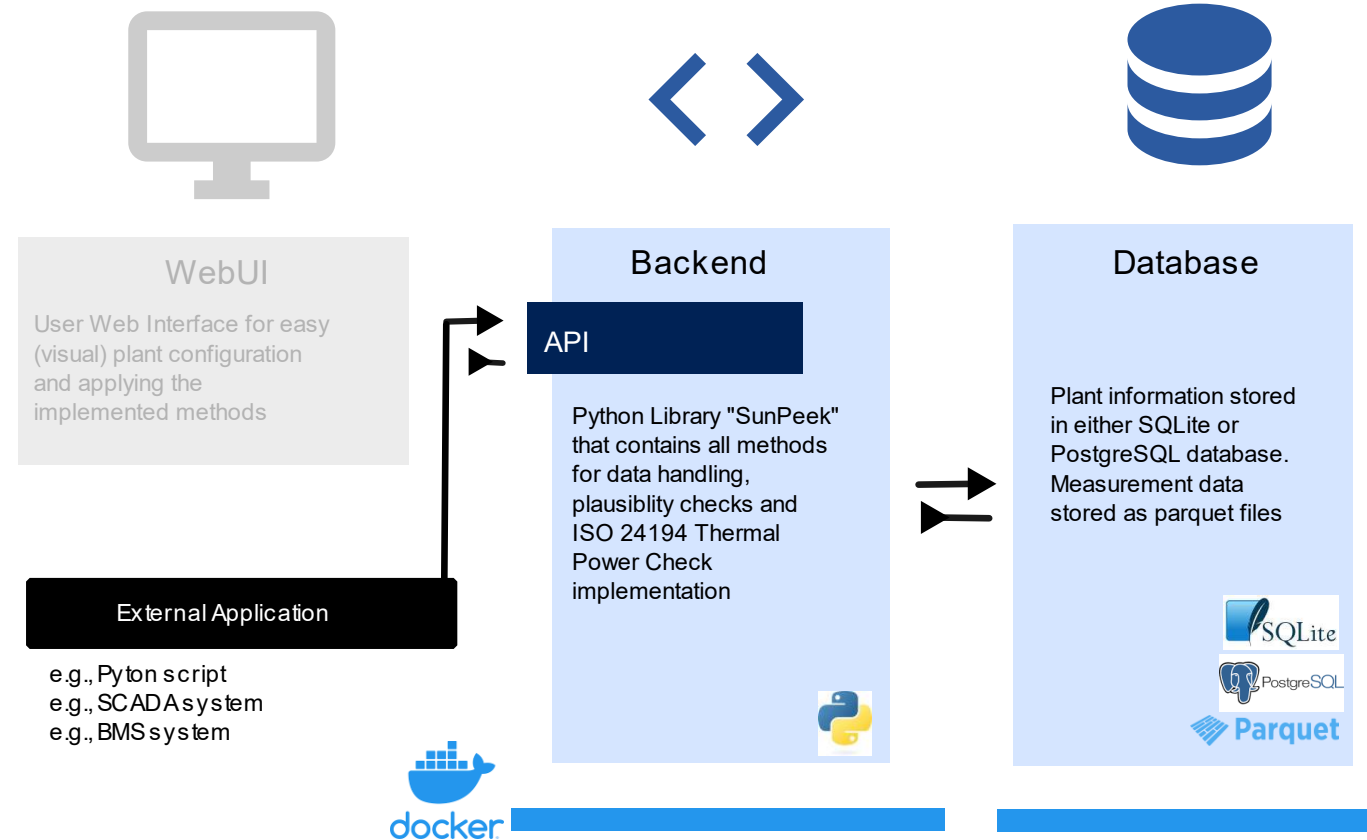
Varianten:

- Über Web-Userinterface



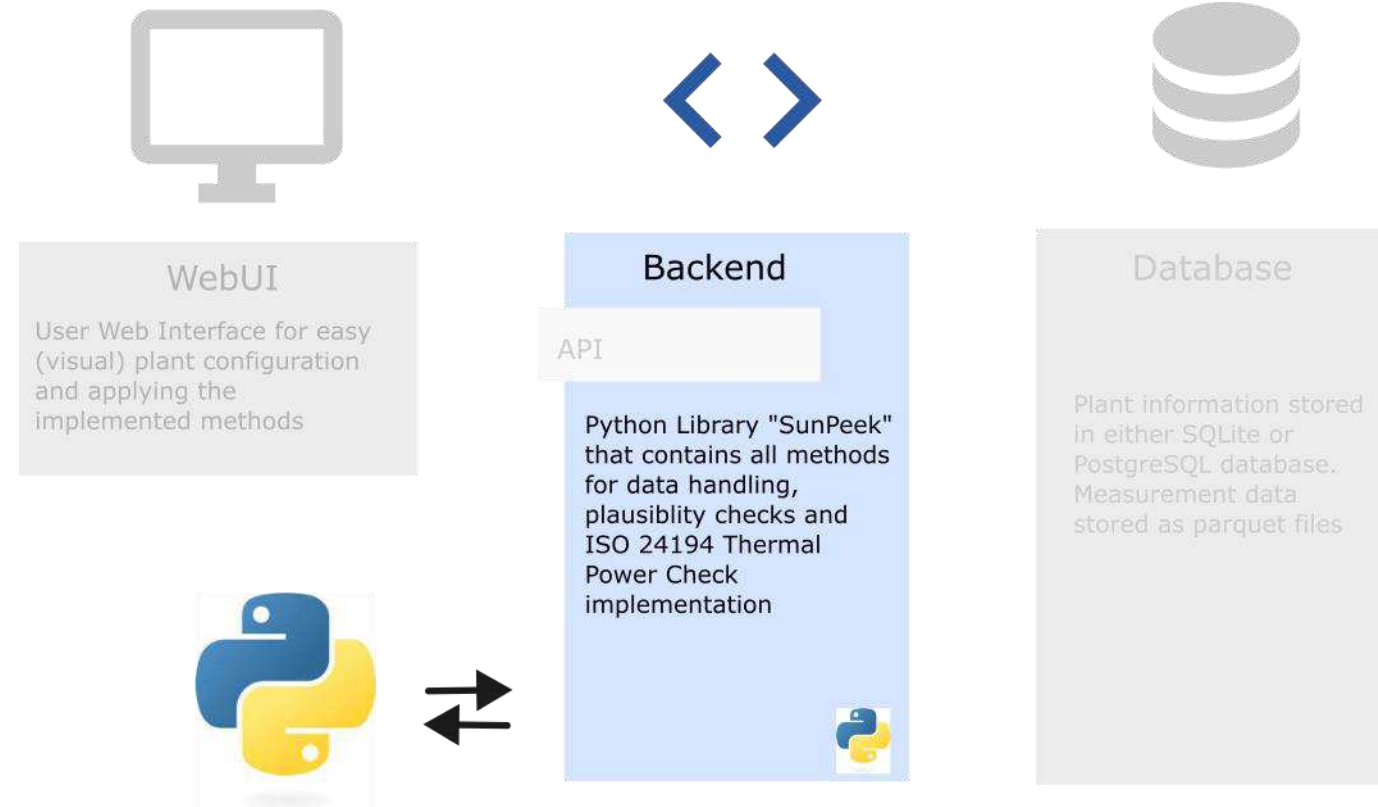
Varianten

- Über Web-Userinterface
- Über API



Varianten

- Über Web-Userinterface
- Über API
- Als Python Bibliothek

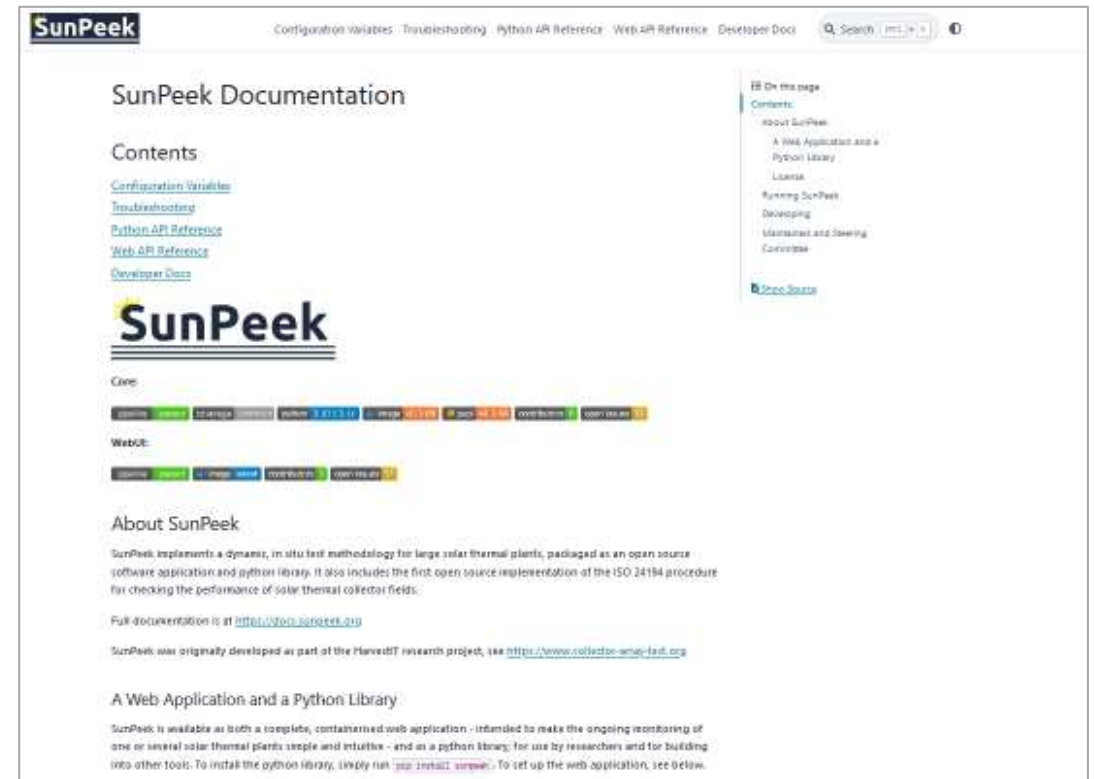


SunPeek

> Installation und Updates

SunPeek Dokumentation (<https://docs.sunpeek.org/>)

- **Installation:**
 - > Installation von Docker
 - > Easy Installer ausführen
- **Update:**
 - > Aktualisieren der Container in Docker



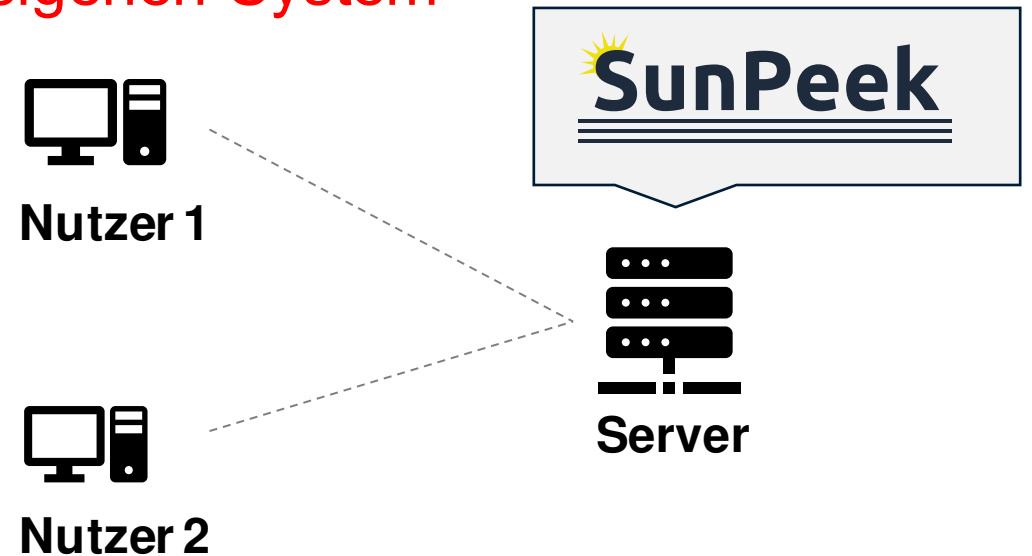
The screenshot shows the SunPeek documentation website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Configuration Variables', 'Troubleshooting', 'Python API Reference', 'Web API Reference', and 'Developer Docs'. A search bar is located on the right side of the navigation bar. The main content area features the title 'SunPeek Documentation' and a 'Contents' section with links to 'Configuration Variables', 'Troubleshooting', 'Python API Reference', 'Web API Reference', and 'Developer Docs'. Below the contents is the SunPeek logo and a 'Core' section with a progress bar showing various components like 'install', 'config', 'data', 'utils', 'api', 'web', 'cli', 'docs', 'tests', and 'scripts'. A 'WebUI' section also has a progress bar. The 'About SunPeek' section describes the project as a dynamic, in-situ test methodology for large solar thermal plants, packaged as an open source software application and python library. It also mentions that the full documentation is available at <https://docs.sunpeek.org>. The 'A Web Application and a Python Library' section explains that SunPeek is available as both a complete, containerized web application and as a python library.

Varianten

Die Daten bleiben immer im eigenen System



Variante 1
(lokale Installation)



Variante 2
(Installation am Server)

Gibt es Fragen?



- ! Bitte prüfen, dass Docker installiert ist.
Falls nicht, bitte melden



Gemeinsam in eine sonnige Zukunft!
HERZLICH WILLKOMMEN

**Digitale Tools für das Monitoring von solarthermischen
Großanlagen 19.10.20**



Anlagenauswertungen mit der SunPeek Open Source Software – St. Ruprecht

Michael Zellinger

Christian Kloibhofer

Solarpionier seit über 40 Jahren



In den letzten 40 Jahren hat GASOKOL über **1,2 Mio. m²** Solarkollektorfläche produziert. Diese erzeugen phantastische **500 Millionen kWh** Wärme – kostenlose Energie von der Sonne.

Rechnet man die gewonnene Energie-Menge entsprechend um, sparen Produkte von GASOKOL ca. **50 Mio. Liter** Heizöl – und entsprechen somit gesamt über **155 Mio. kg** vermiedenes umweltbelastendes CO₂ – pro Jahr !!



Produktionsstandort
Saxen, OÖ



Familiengeführtes
Unternehmen seit 1981



International
ausgezeichnete Projekte

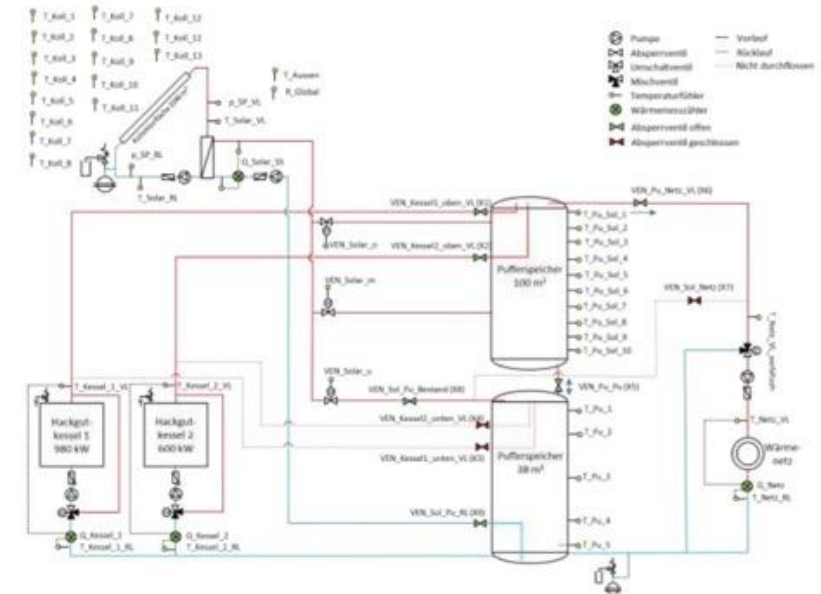


Gemeinsam in eine
grünere Zukunft

GASOKOL – Unsere Leistungen im Überblick



- ☀ Solarkollektoren
- ☀ Planung
- ☀ Projektleitung
- ☀ Förderabwicklung
- ☀ Montage
- ☀ Monitoring und Betriebsunterstützung
- ☀ Service und Support



GASOKOL – Unsere Leistungen im Überblick



Einfamilienhaus & Wohnbau



Gewerbe & Industrie



Nahwärmenetze



Nahwärme St. Ruprecht an der Raab

Ausgangslage 2019

Standort:	St. Ruprecht an der Raab, Stmk. Bez. Weiz, rd. 5.000 Einwohner
Wärmeabnehmer:	90 (Wohngebäude und Gewerbe)
Netzverbrauch:	5.500 MWh/á
Ø Tagesverbrauch im Sommer:	3,3 MWh
Trassenlänge:	4.000 trm
Netztemperaturen:	VL 85°C / Rücklauf 45°C
Netzverluste:	16%



Nahwärme St. Ruprecht an der Raab

- 2 Monate Umsetzungsphase (März bis April 2020)

Betriebsergebnisse:

- Bruttofläche 1590 m²
- Jährlich ca. 900 MWh Solarertrag
- 1.100 kW Spitzenleistung
- Tagesertrag bis zu 6,3 MWh
- Bis zu 124 MWh Monatsertrag
- Sicherer Anlagenbetrieb

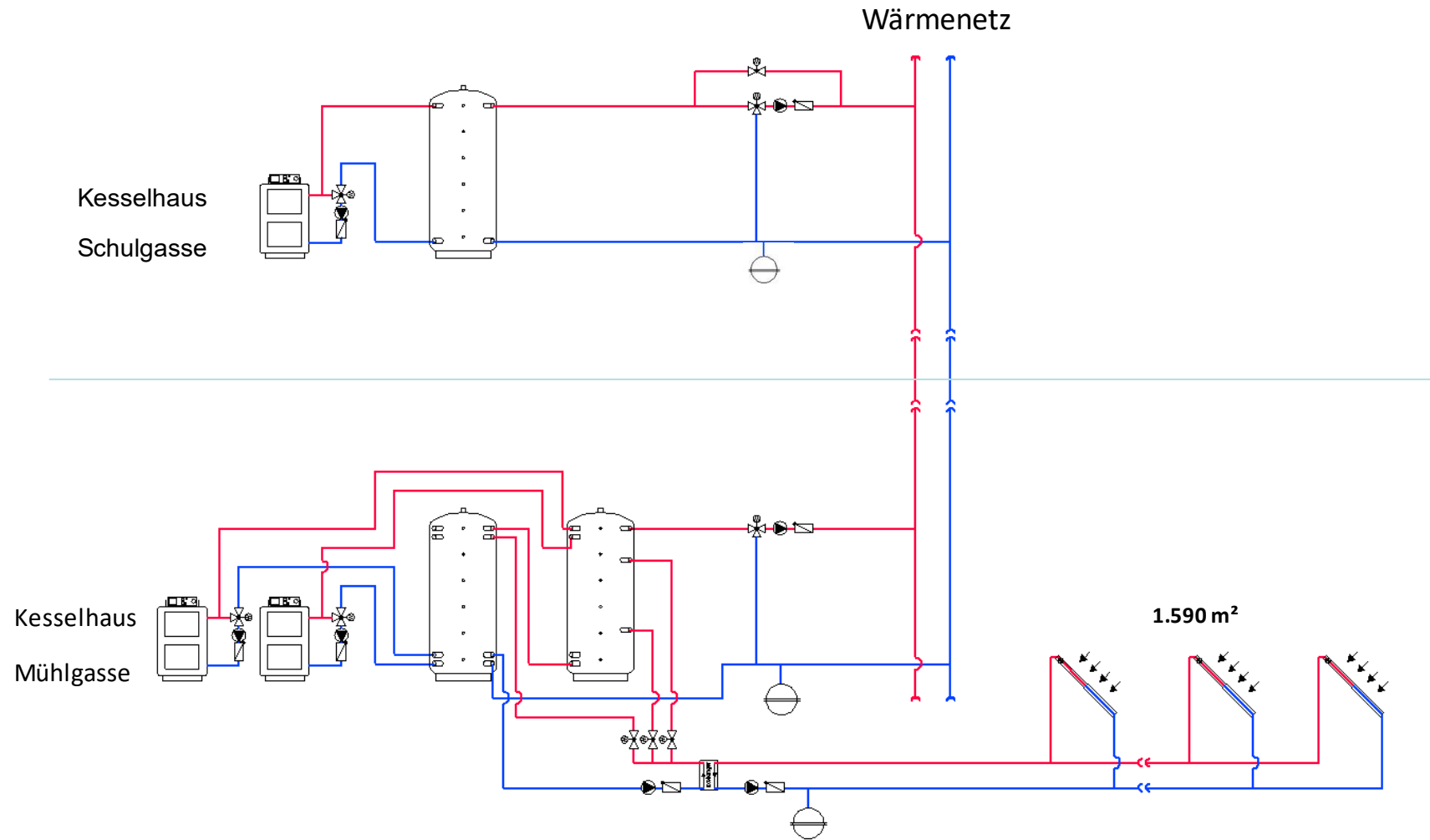


011-752928 F



Datenblatt

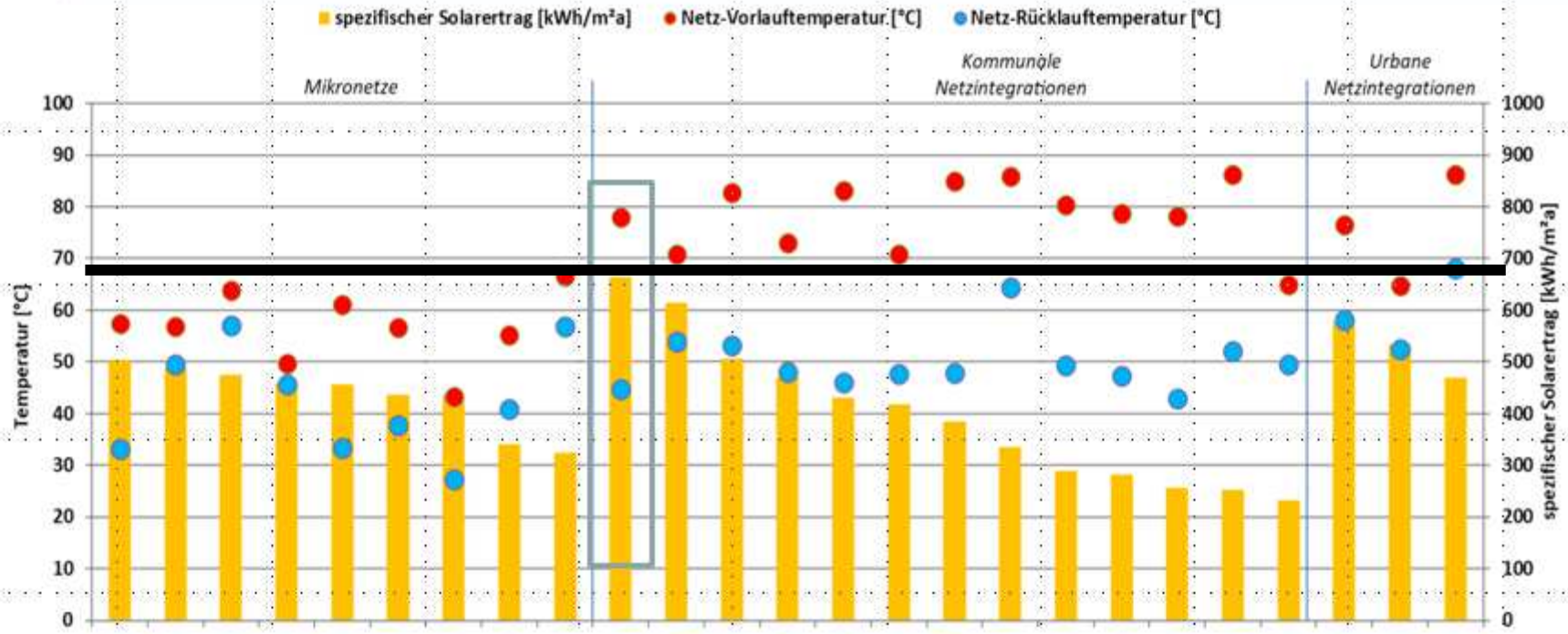
Nahwärme St. Ruprecht an der Raab



Nahwärme St. Ruprecht an der Raab



Solare Netzeinspeisung



Großanlagen
Monitoring -
Vergleich

Nahwärme St. Ruprecht, Stmk.

+52% gegenüber der simulierten Prognose

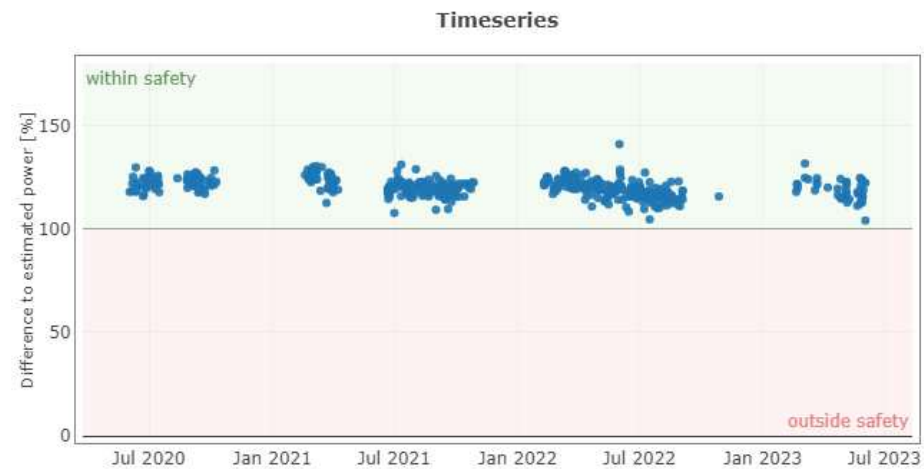
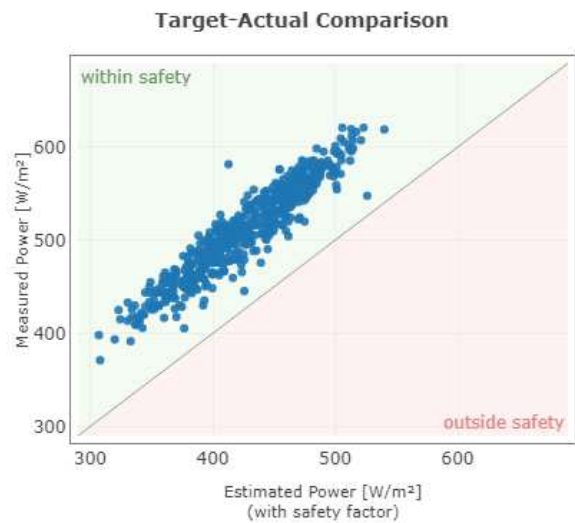
SunPeek Auswertung - Nahwärme St. Ruprecht



Thermal Power Check [ⓘ]

Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) f_u : AUTO (90%) f_p : AUTO (98%) f_o : AUTO (98%) use wind: AUTO ⚙️

Execution: Start: tt.mm.jjjj End: 15.07.2023 ✕ RUN 📄 PDF



TOOLS

🔍

🖱️

📏 RESIZE

📄 EXPORT

Safety Factor: 86.436 % with safety factor

Selected	Name	Type	Ø Measured [ⓘ]	Ø Estimated [ⓘ] (with safety)	Ratio [ⓘ] (with safety)	Valid Intervals [ⓘ]
	Before extention	Array	No Data	426 [W/m ²]	No Data	557 [h]
➔	Plant Total	Total	511 [W/m ²]	426 [W/m ²]	119.9%	557 [h]

SunPeak Auswertung - Nahwärme St. Ruprecht

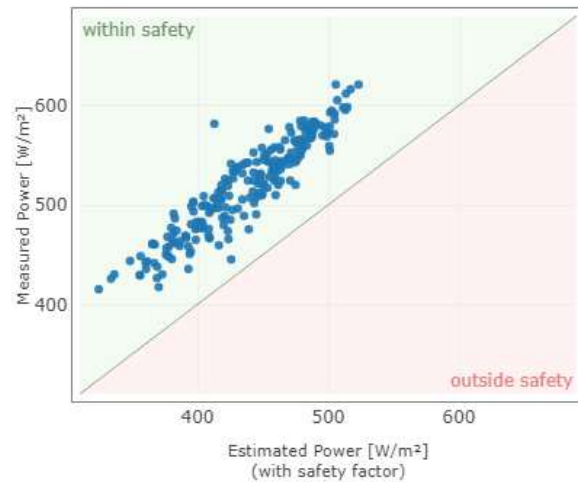


Thermal Power Check [ⓘ]

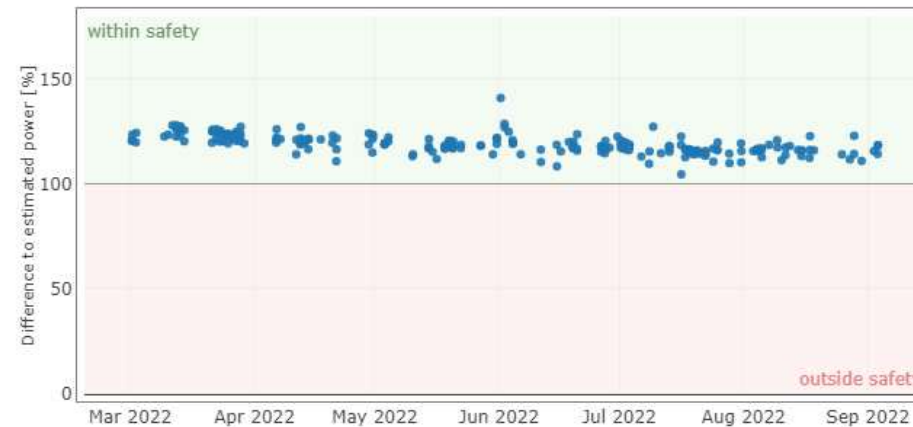
Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) f_u : AUTO (90%) f_p : AUTO (98%) f_o : AUTO (98%) use wind: AUTO ⚙️

Execution: Start: 01.03.2022 🗓️ End: 30.09.2022 🗓️ ✕ RUN 📄 PDF

Target-Actual Comparison



Timeseries



TOOLS



RESIZE



EXPORT

Safety Factor: 86.436 %

with safety factor

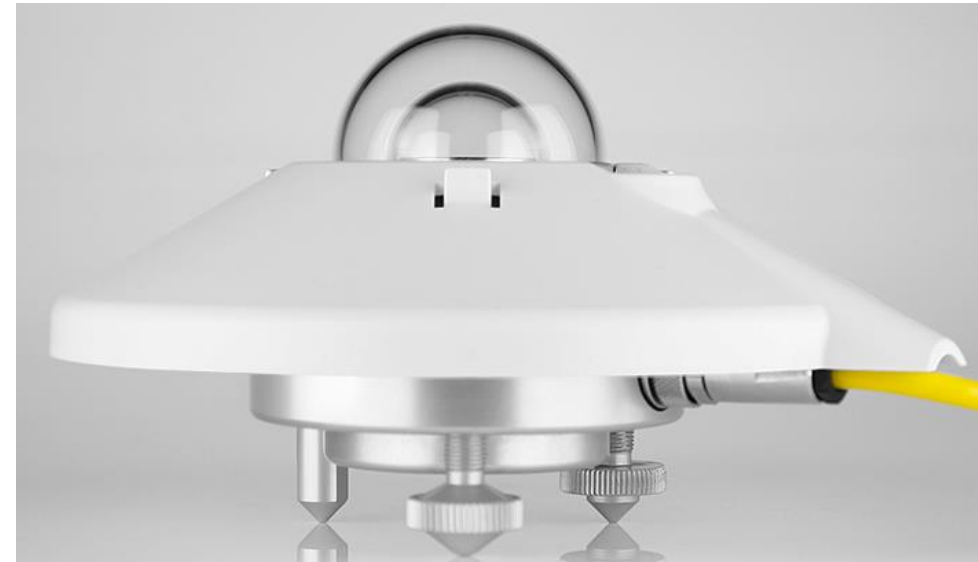
Selected	Name	Type	Ø Measured [ⓘ]	Ø Estimated [ⓘ] (with safety)	Ratio [ⓘ] (with safety)	Valid Intervals [ⓘ]
	Before extension	Array	No Data	438 [W/m²]	No Data	225 [h]
→	Plant Total	Total	519 [W/m²]	438 [W/m²]	118.7%	225 [h]

Analyse Strahlungssensor St. Ruprecht

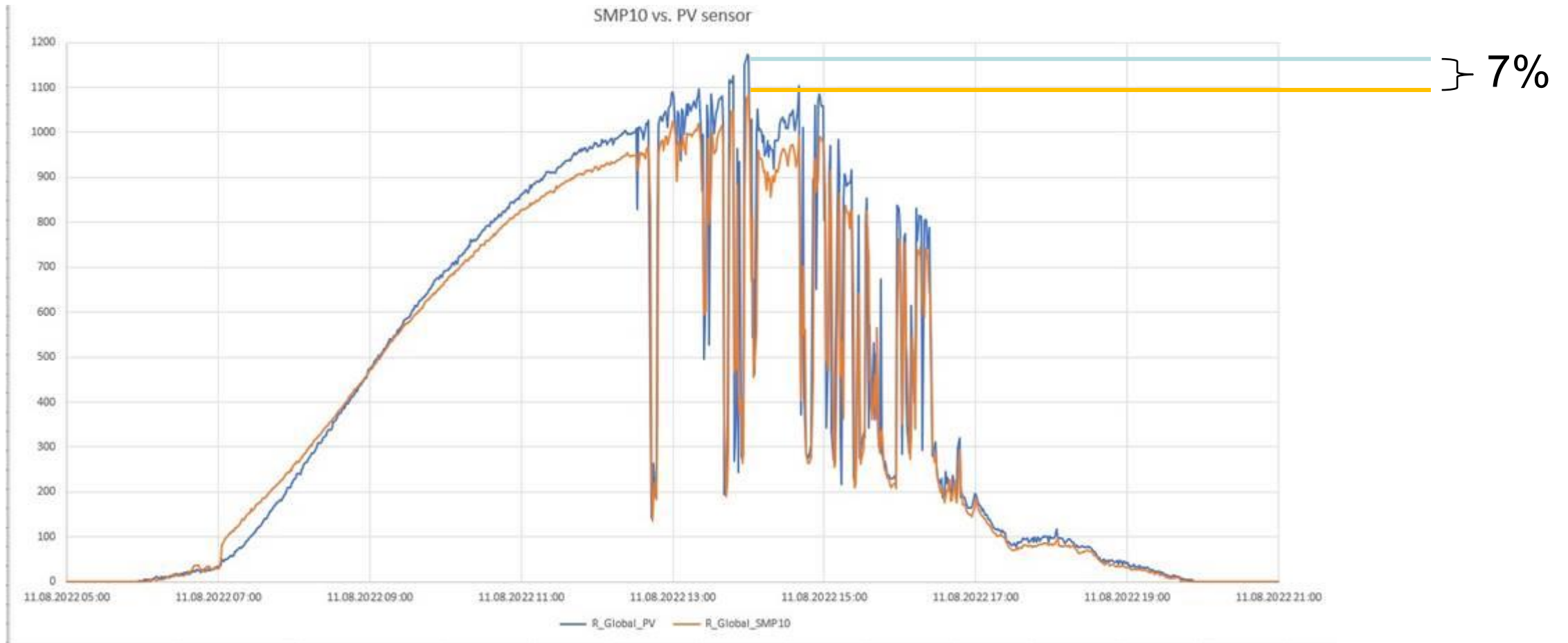
PV Sensor Bestand



Kipp & Zonen SMP10 pyranometer



Analyse Strahlungssensor St. Ruprecht



Vergleich Daten Strahlungssensoren



PV Sensor Bestand

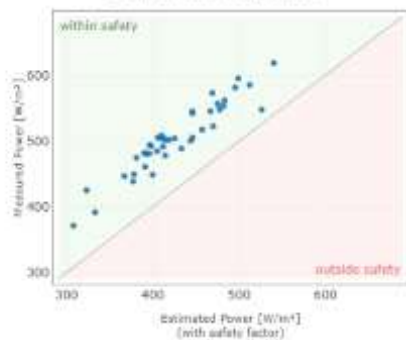
Kipp & Zonen SMP10 pyranometer

Thermal Power Check

Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) $f_{s, AUTO}$ (90%) $f_{p, AUTO}$ (98%) $f_{c, AUTO}$ (98%) size wind: AUTO

Execution: Start: 01.02.2023 End: 30.06.2023 RUN PDF

Target-Actual Comparison



Timeseries



Safety Factor: 86.436 %

with safety factor

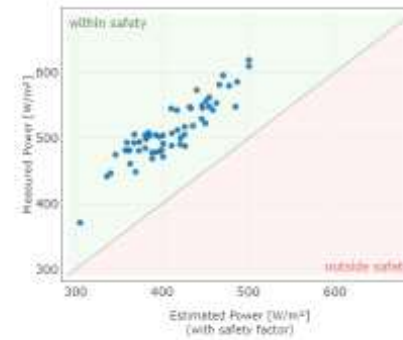
Selected	Name	Type	Measured	Estimated	Ratio	Valid Intervals
	Before extension	Array	No Data	426 [W/m²]	No Data	43 [h]
→	Plant Total	Total	504 [W/m²]	426 [W/m²]	118.4%	43 [h]

Thermal Power Check

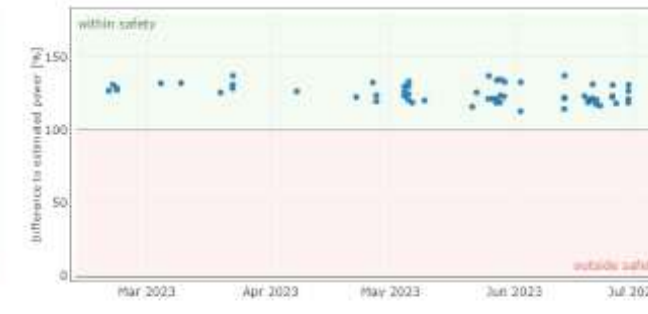
Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) $f_{s, AUTO}$ (90%) $f_{p, AUTO}$ (98%) $f_{c, AUTO}$ (98%) size wind: AUTO

Execution: Start: 01.02.2023 End: 30.06.2023 RUN PDF

Target-Actual Comparison



Timeseries



Safety Factor: 86.436 %

with safety factor

Selected	Name	Type	Measured	Estimated	Ratio	Valid Intervals
	Before extension	Array	No Data	410 [W/m²]	No Data	60 [h]
→	Plant Total	Total	512 [W/m²]	410 [W/m²]	124.8%	60 [h]

SunPeek Auswertung - Nahwärme St. Ruprecht

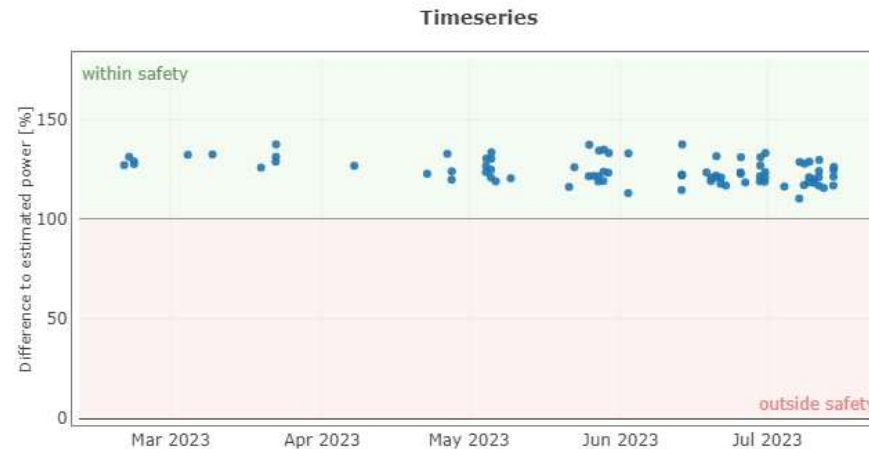
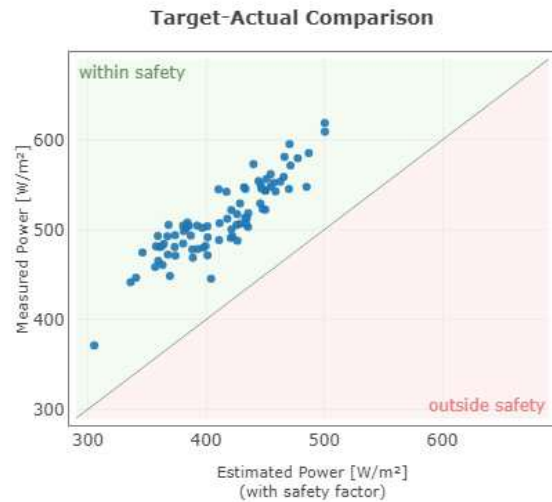
Korrigierte Werte mit neuem Strahlungssensor



Thermal Power Check [ⓘ]

Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) f_{in} : AUTO (90%) f_p : AUTO (98%) f_{out} : AUTO (98%) use wind: AUTO ⚙️

Execution: Start: 01.01.2023 End: 15.07.2023 ✕ RUN PDF



TOOLS

🔍

🖱️

📄

RESIZE

EXPORT

Safety Factor: 86.436 %

with safety factor

Selected	Name	Type	Ø Measured [ⓘ]	Ø Estimated [ⓘ] (with safety)	Ratio [ⓘ] (with safety)	Valid Intervals [ⓘ]
	Before extention	Array	No Data	414 [W/m²]	No Data	83 [h]
→	Plant Total	Total	512 [W/m²]	414 [W/m²]	123.8%	83 [h]

Nahwärme St. Ruprecht an der Raab

HEUTE

Seit 2019

- Netzausbau, etwa 40 neue Anschlüsse, und ca. 800 lfm Trassenerweiterung
- Steigerung des Sommergebrauchs um mehr als 25%
- Best. Kesselanlage kommt an Kapazitätsgrenze

Seit 2023 – St. Ruprecht II

- 3 neue Reihen mit je 9 Kollektoren (+ 367 m²)
- Weiterer Pufferspeicher mit 100 m³

Gesamte Anlagengröße

- Kollektorfläche: 1.957 m²
- Gesamte Pufferspeicher: 247 m³
- Anlagenspitzenleistung: 1,4 MW



SunPeek Auswertung - Nahwärme St. Ruprecht II

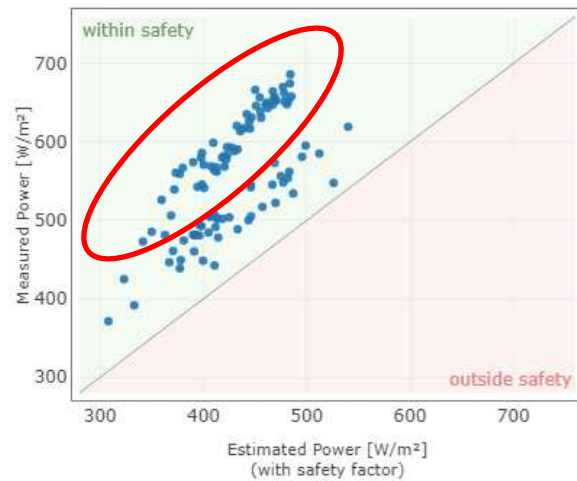
Thermal Power Check [ⓘ]

Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) f_u : AUTO (90%) f_p : AUTO (98%) f_o : AUTO (98%) use wind: AUTO

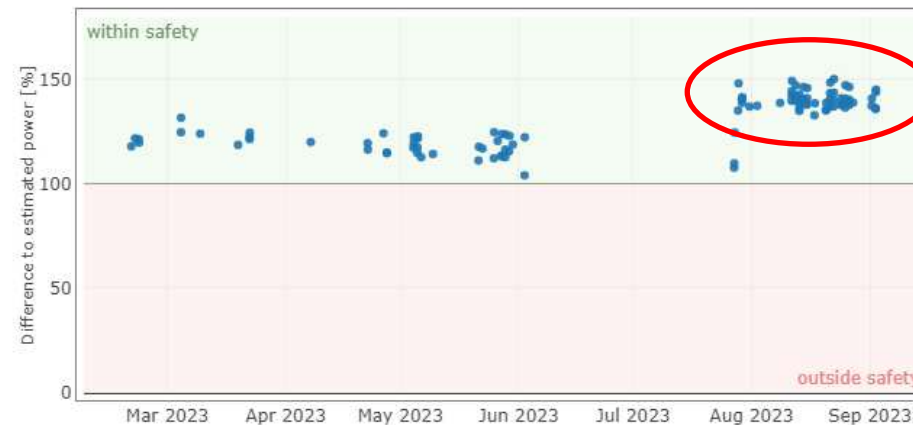
Execution: Start: 01.01.2023 End: tt.mm.jjjj

RUN PDF

Target-Actual Comparison



Timeseries



TOOLS

SEARCH

RESIZE

EXPORT

- Achtung bei Veränderungen der Anlage
- Rechnerisch zu hohe Erträge
- Messwerte für 1.957 m²
- Berechnung für 1.590m²

Safety Factor: 86.436 %

with safety factor

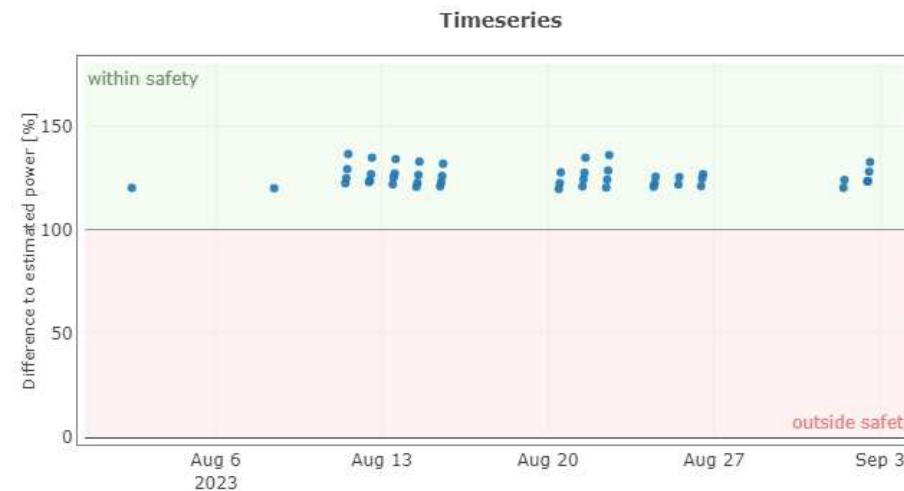
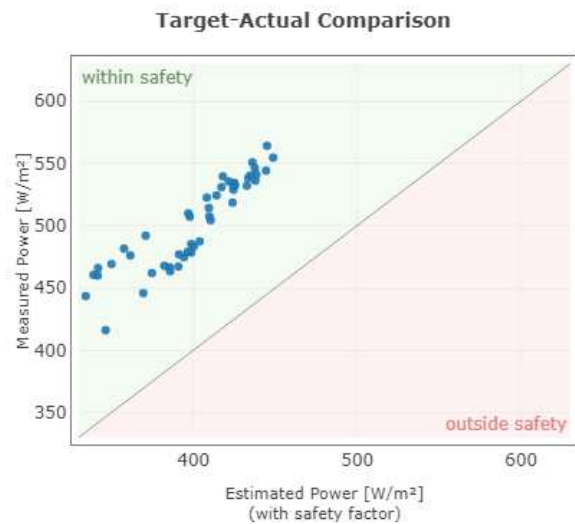
Selected	Name	Type	Ø Measured [ⓘ]	Ø Estimated [ⓘ] (with safety)	Ratio [ⓘ] (with safety)	Valid Intervals [ⓘ]
	Before extention	Array	No Data	427 [W/m ²]	No Data	104 [h]
→	Plant Total	Total	558 [W/m ²]	427 [W/m ²]	130.5%	104 [h]

SunPeek Auswertung - Nahwärme St. Ruprecht II

Thermal Power Check [ⓘ]

Settings: Method: ISO Formula: AUTO (1) f_u: AUTO (90%) f_p: AUTO (98%) f_o: AUTO (98%) use wind: AUTO ⚙️

Execution: Start: 01.08.2023 📅 End: tt.mm.jjjj 📅 ✕ RUN 📄 PDF



TOOLS

🔍

🖱️

🔄 RESIZE

📄 EXPORT

- Rasche und Einfache Auswertung von ansonsten sehr aufwendigen Betrachtungen
- Dynamische Darstellung
- Längerfristige Anlagenbetreuung
- Bericht-Export als pdf

Safety Factor: 86.436 % 🔴 with safety factor

Selected	Name	Type	Ø Measured [ⓘ]	Ø Estimated [ⓘ] (with safety)	Ratio [ⓘ] (with safety)	Valid Intervals [ⓘ]
	St Ruprecht Extension	Array	No Data	401 [W/m²]	No Data	47 [h]
→	Plant Total	Total	502 [W/m²]	401 [W/m²]	125.3%	47 [h]

KEINE LUST MEHR, SICH WERTVOLLE SONNENENERGIE DURCH DIE LAPPEN GEHEN ZU LASSEN?



**WIR SIND GERNE
FÜR SIE DA!**



**GEMEINSAM IN
EINE SONNIGE
ZUKUNFT.**



Auswertungen mit Sunpeek: FHW Graz

"Digitale Tools für das Monitoring von solarthermischen Großanlagen"

SOLAR THERMAL PIONEER



- **30 years of experience**
- **More than 300 references worldwide**
- **Trendsetter for large scale solar thermal systems**
- **20 years experience in Power Purchase Agreement (PPA) models & operation**
- **Research & Development**



WE ACCOMPANY YOU ALL THE WAY



SOLID PRODUCTS



- Solar hot water and space heating
- Solar cooling
- Solar process heat
- Solar district heating
- BigSolar
- Photovoltaic

1990

2000

2010

2020

Garantieverfahren mit Kollektorherstellern

- Messstrecke - 1 Kollektorreihe eigens vermessen
- Anzahl der gültigen Datenpunkte mit Herstellern
- Safety Faktor mit Herstellern

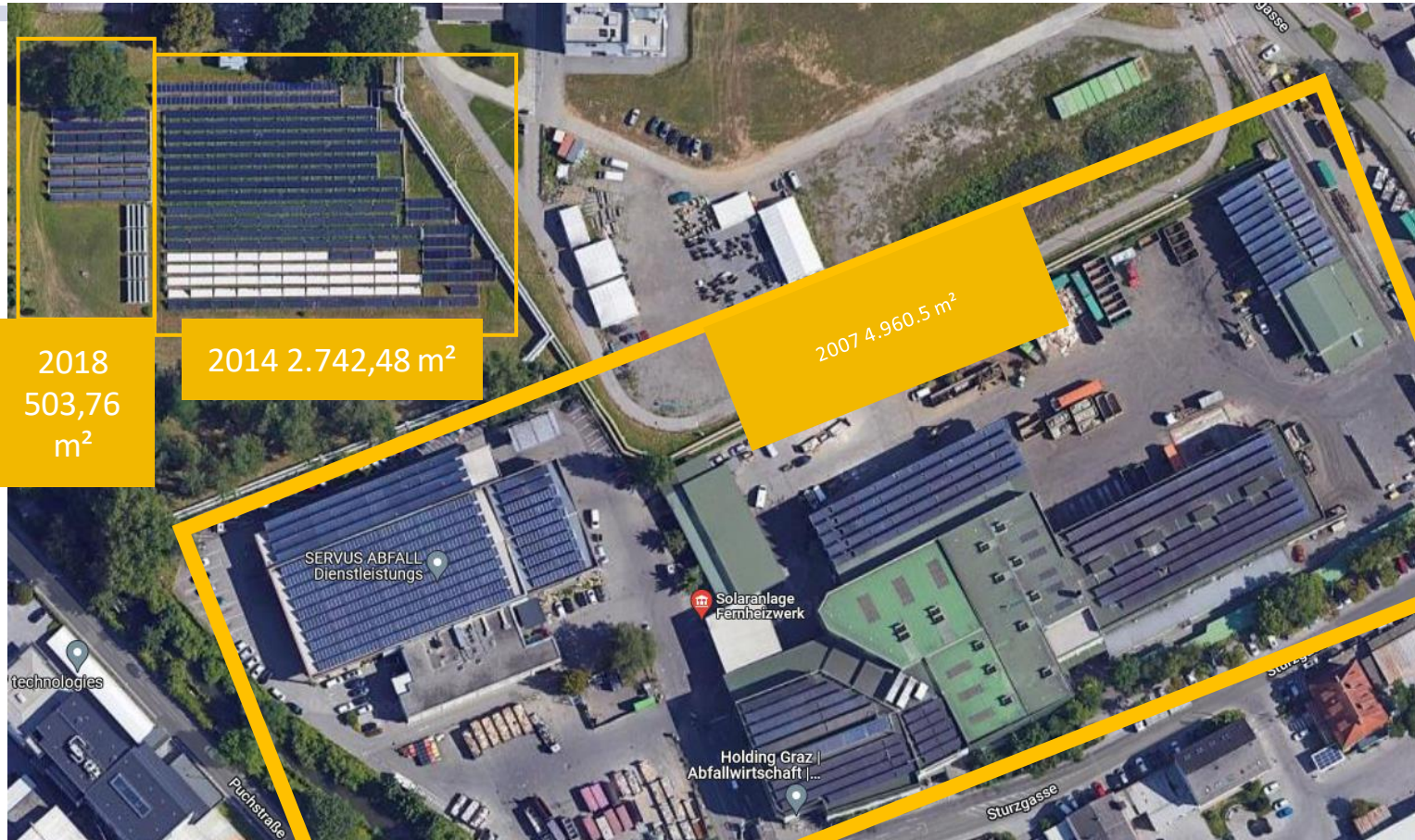


Anlagenmonitoring

- Kollektor Bewertung
- Langzeitanalysen
- Trendanalysen



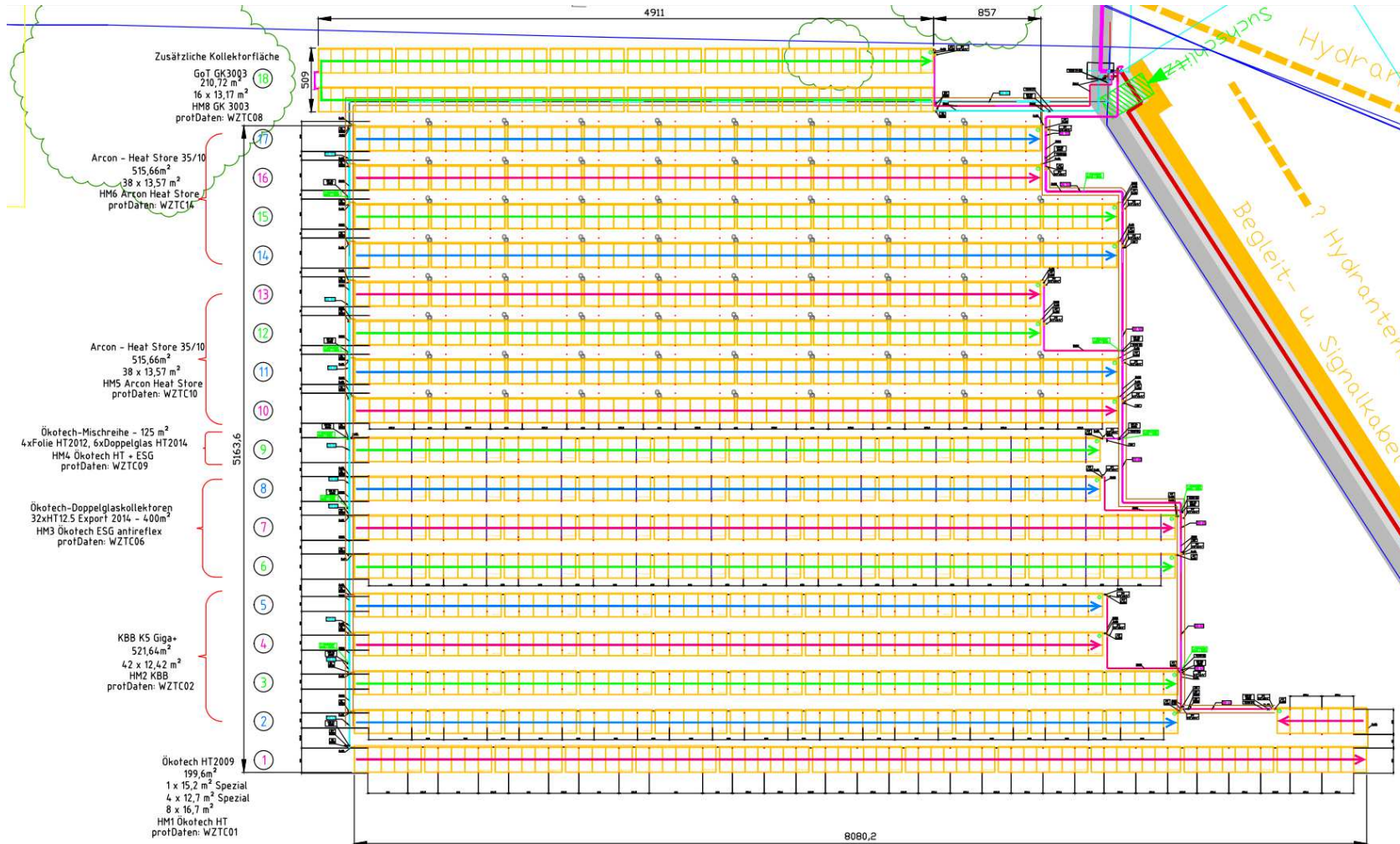
FHW Graz Bauphasen



Bruttofläche: 8.206 m² / 5,7 MWp
Bauzeit 2007 - 2018

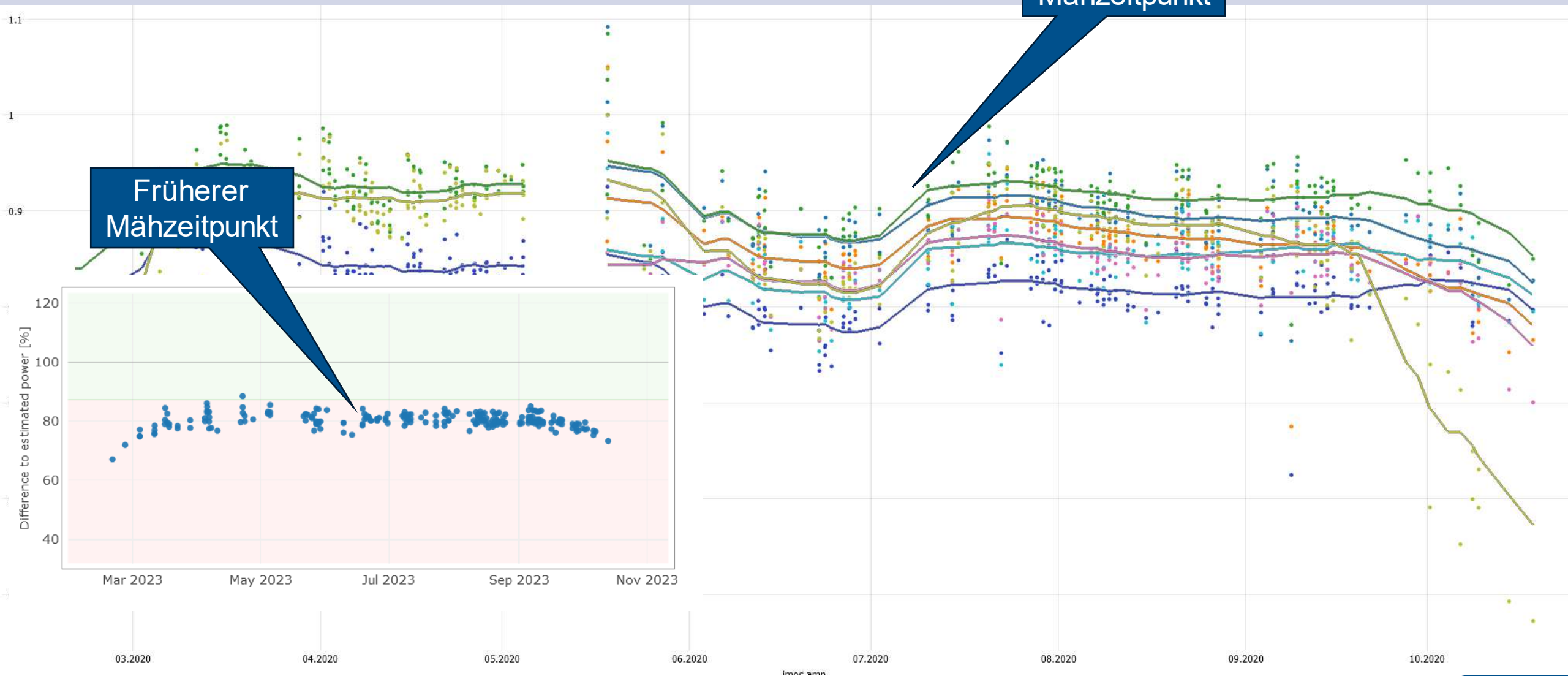
Solar District Heating
7 different manufactures
Different Technologies.

FHW Graz Freifläche 2014



- 7 Teilfelder mit eigenen WMZ
- 4 Hersteller
- 6 unterschiedliche Kollektoren

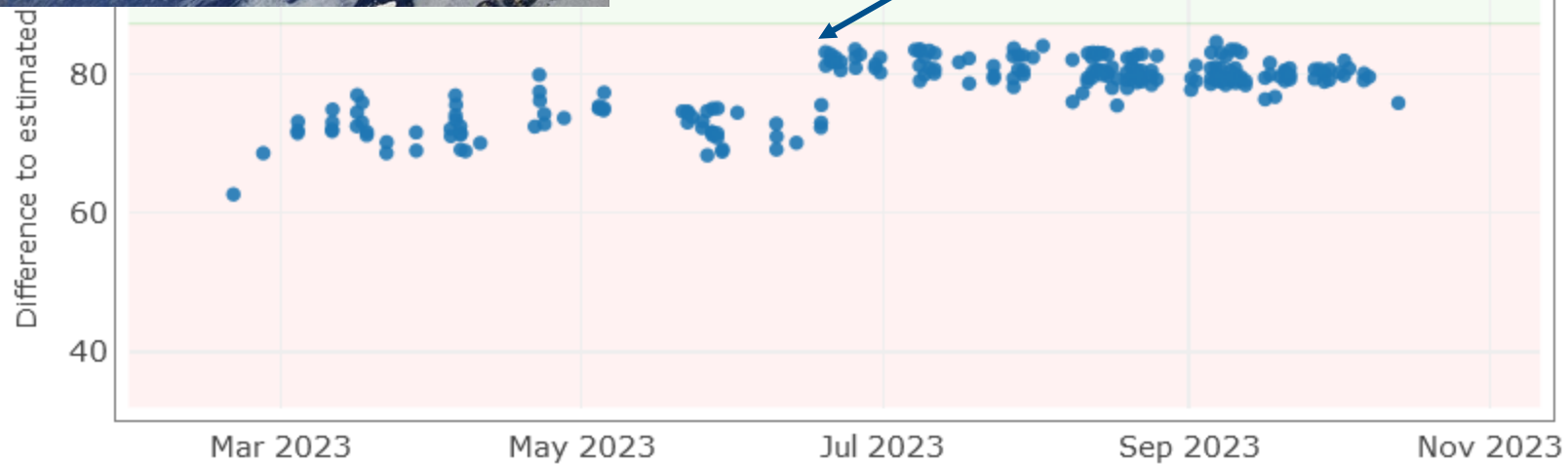
Trend über ein Jahr



Umwelteinflüsse



Kollektorverschmutzung



A Sun That never Sets

Take action today for a
better tomorrow



DISCLAIMER

Confidentiality disclaimer:

The content of this presentation is proprietary and confidential information of SOLID. It shall not be used and distributed to any third party without the prior written consent of SOLID.

SOLID Solar Energy Systems GmbH
CEO: Stephan Jantscher
Am Pfangberg 117
8045 Graz
Austria
office@solid.at

www.solid.at

Copyright disclaimer:

© SOLID Solar Energy Systems GmbH.
All Rights Reserved.



Dokumentation:

<https://docs.sunpeek.org/>

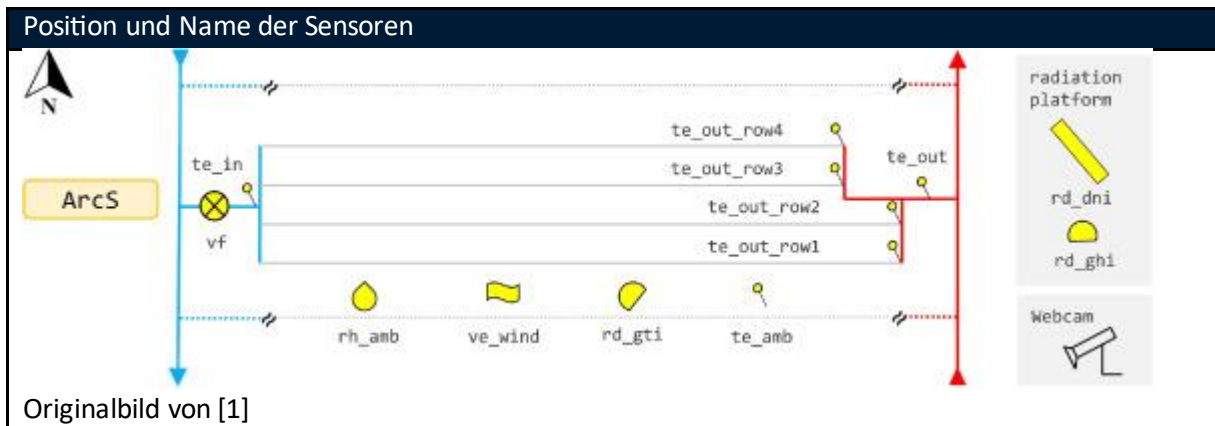

Basis Informationen	
Anlage	Fernheizwerk Graz
Breitengrad	47.047201°
Längengrad	15.436428°
Betreiber	SOLID Solar Energy Systems GmbH.

Kollektorfeld Informationen	
Kollektor	Arcon HT Heatstore 35/10 (siehe Rückseite)
Kollektor-Fläche	515.66 m ²
Neigung	30°
Orientierung	Süden
Kollektorabstand	3.1 m
Fluid	PKL (Pekasol L, Propylene Glycol) mit 43.5 % Vol.


[1] Datensatz und Bild öffentlich verfügbar auf:

[Link zur Publikation](#)

[Link zum Datensatz](#) (Timezone => UTC !!)




Einheiten / Informationen über Datensatz	
Temperatur	K (Kelvin)
Einstrahlung	W/m ² (Watt pro Quadratmeter) (in Kollektorebene)
Durchfluss	m ³ /s (Kubikmeter pro Sekunde) (im Rücklauf)
Luftfeuchtigkeit	%
Zeitzone	UTC

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results					Licence Number		SP SC0843-14							
					Date issued		2016-07-14							
					Issued by		SP							
Licence holder		Arcon-Sunmark A/S			Country		Denmark							
Brand (optional)		HTHEATstore 35/10			Web		http://arcon-sunmark.com/							
Street, Number		Skørping Nord 3			E-mail		info@arcon-sunmark.com							
Postcode, City		DK-9520 Skørping			Tel		+45 9839 1477							
Collector Type					Flat plate collector, glazed									
Collector name					Power output per collector									
					G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² ; u = 3 m/s θ _m - θ _a									
					0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	80 K				
					W	W	W	W	W	W				
HTHEATstore 35/10					13.57	5 973	2 272	145	10 003	9 711	9 052	8 296	7 442	6 978
Power output per m ² gross area					737	716	667	611	548	514				
Performance parameters test method					Quasi dynamic									
Performance parameters (related to AG)					η _{0,b}	c1	c2	c3	c4	c6	K _d			
Units					-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)	J/(m ² K)	-	s/m	-			
Test results					0.745	2.067	0.009	0.000	0.000	0.000	0.930			
Incidence angle modifier test method					Quasi dynamic - outdoor									
Bi-directional incidence angle modifiers					No									
Incidence angle modifier					Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Transversal					K _{AT, coll}	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00
Longitudinal					K _{LT, coll}	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00
Heat transfer medium for testing					Water									
Flow rate for testing (per gross area, A _G)					dm/dt		0.061		kg/(sm ²)					
Maximum temperature difference for thermal performance calculations					(θ _m -θ _a) _{max}		80		K					
Standard stagnation temperature (G = 1000 W/m ² ; θ _a = 30 °C)					θ _{ste}		240		°C					
Effective thermal capacity, incl. fluid (per gross area, A _G)					C/m ²		7.313		kJ/(Km ²)					
Maximum operating temperature					θ _{max, op}		110		°C					
Maximum operating pressure					p _{max, op}		1000		kPa					
Testing laboratory					SP Technical Research Institute of Sweden									
Test report(s)					6P02267-C-Rev 1		4P04266-C-Rev 2		http://www.sp.se/en					
					Dated		2016-07-06		2015-11-10					
Comments of testing laboratory					Datasheet version: 5.01, 2016-03-01									
														
Certification Body: SP Technical Research Institute of Sweden Box 857, 501 15 Borås, Sweden www.sp.se info@sp.se phone: +46(0) - 10 516 50 00														

Annex to Solar Keymark Certificate

Page 1/2

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results		Licence Number SP SC0843-14																																						
		Date issued 2016-07-14																																						
		Issued by SP																																						
Licence holder Arcon-Sunmark A/S		Country Denmark																																						
Brand (optional) HTHEATstore 35/10		Web http://arcon-sunmark.com/																																						
Street, Number Skarping Nord 3		E-mail info@arcon-sunmark.com																																						
Postcode, City DK-9520 Skarping		Tel +45 9839 1477																																						
Collector Type Flat plate collector glazed																																								
Power output per collector G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² ; u = 3 m/s 0m - 0a																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0 K</th> <th>10 K</th> <th>30 K</th> <th>50 K</th> <th>70 K</th> <th>80 K</th> </tr> <tr> <th></th> <th>W</th> <th>W</th> <th>W</th> <th>W</th> <th>W</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Collector name HTHEATstore 35/10</td> <td>13.57</td> <td>5.973</td> <td>2.272</td> <td>145</td> <td>10.003</td> <td>9.711</td> <td>9.052</td> <td>8.296</td> <td>7.442</td> <td>6.978</td> </tr> </tbody> </table>				0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	80 K		W	W	W	W	W	W	Collector name HTHEATstore 35/10	13.57	5.973	2.272	145	10.003	9.711	9.052	8.296	7.442	6.978													
	0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	80 K																																		
	W	W	W	W	W	W																																		
Collector name HTHEATstore 35/10	13.57	5.973	2.272	145	10.003	9.711	9.052	8.296	7.442	6.978																														
Power output per m² gross area																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>737</th> <th>716</th> <th>667</th> <th>611</th> <th>548</th> <th>514</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Performance parameters test method</td> <td colspan="6">Quasi dynamic</td> </tr> <tr> <td>Performance parameters (related to AG)</td> <td>$\eta_{0,b}$</td> <td>c1</td> <td>c2</td> <td>c3</td> <td>c4</td> <td>c5</td> <td>Kd</td> </tr> <tr> <td>Units</td> <td>-</td> <td>W/(m²K)</td> <td>W/(m²K²)</td> <td>J/(m²K)</td> <td>-</td> <td>s/m</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Test results</td> <td>0.745</td> <td>2.067</td> <td>0.009</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.930</td> </tr> </tbody> </table>				737	716	667	611	548	514	Performance parameters test method	Quasi dynamic						Performance parameters (related to AG)	$\eta_{0,b}$	c1	c2	c3	c4	c5	Kd	Units	-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)	J/(m ² K)	-	s/m	-	Test results	0.745	2.067	0.009	0.000	0.000	0.000	0.930
	737	716	667	611	548	514																																		
Performance parameters test method	Quasi dynamic																																							
Performance parameters (related to AG)	$\eta_{0,b}$	c1	c2	c3	c4	c5	Kd																																	
Units	-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)	J/(m ² K)	-	s/m	-																																	
Test results	0.745	2.067	0.009	0.000	0.000	0.000	0.930																																	
Incidence angle modifier test method Quasi dynamic - outdoor																																								
Bi-directional incidence angle modifiers No																																								
Incidence angle modifier																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Angle</th> <th>10°</th> <th>20°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> <th>50°</th> <th>60°</th> <th>70°</th> <th>80°</th> <th>90°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transversal $K_{eff,cos}$</td> <td>1.00</td> <td>0.99</td> <td>0.97</td> <td>0.94</td> <td>0.90</td> <td>0.82</td> <td>0.65</td> <td>0.32</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Longitudinal $K_{eff,sin}$</td> <td>1.00</td> <td>0.99</td> <td>0.97</td> <td>0.94</td> <td>0.90</td> <td>0.82</td> <td>0.65</td> <td>0.32</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>			Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	Transversal $K_{eff,cos}$	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00	Longitudinal $K_{eff,sin}$	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00								
Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°																															
Transversal $K_{eff,cos}$	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00																															
Longitudinal $K_{eff,sin}$	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90	0.82	0.65	0.32	0.00																															
Heat transfer medium for testing Water																																								
Flow rate for testing (per gross area, A_G) dm/dt 0.061 kg/(sm ²)																																								
Maximum temperature difference for thermal performance calculations (θ _{in} - θ _o) _{max} 80 K																																								
Standard stagnation temperature (G = 1000 W/m²; θ_s = 30 °C) θ _{st} 240 °C																																								
Effective thermal capacity, incl. fluid (per gross area, A_G) C/m ² 7.313 kJ/(Km ²)																																								
Maximum operating temperature U _{max,op} 110 °C																																								
Maximum operating pressure P _{max,op} 1000 kPa																																								
Testing laboratory SP Technical Research Institute of Sweden http://www.sp.se/en																																								
Test report(s) 6P02267-C-Rev 1 4P04266-C-Rev 2 Dated 2016-07-06 2015-11-10																																								
Comments of testing laboratory Datasheet version: 5.01, 2016-03-01																																								
 Certification Body: SP Technical Research Institute of Sweden Box 857, 501 15 Borås, Sweden www.sp.se info@sp.se phone: +46(0) - 10 516 50 00																																								

Manufacturer

Product Name

Reference Area
Aperture or gross area

Beam Incidence Angle Modifier
Given as interpolated values (like here),
or only the value \hat{K}_{eff} ,
or as a θ_{ij} parameter.

Licence Number

Collector Type
E.g. flat-plate or concentrating collector

Size
Gross and aperture area.
Collector gross length, height, width.

Test Type
Quasi Dynamic Test (QDT) or
Steady State Test (SST)

Collector parameters
Use these parameters as
 $\eta_{0,b}$: Peak efficiency for beam radiation,
 a_1 : Linear heat loss coefficient,
 a_2 : Quadratic heat loss coefficient,
 K_d : Diffuse radiation incidence angle modifier,
 a_5 : Thermal heat capacity, here: C/m²



Licence Number

Manufacturer

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate		Licence Number	011-752566 F
		Issued	2015-08-28

Collector Type

E.g. flat-plate or concentrating collector

Product Names

One SunPeak collector per name

Company holding the	GREENonETEC Solarindustrie GmbH	Country	Osterreich
Brand (optional)		Website	www.greenonetec.com
Street, street number	Industriepark St. Veit, Energieplatz 1	E-mail	info@greenonetec.com
Postal Code / City, province	9300 St. Veit a.d. Glan	Tel./Fax	+43 4212 28136-0 / 4212 28136-250
Collector Type (flat plate glazed/un-glazed; evacuated tubular)		Flat plate collector	glazed
Thermal / photo voltaic hybrid collector? (PVT collector)	No		
Integration in the roof possible? (manufacturers declaration)	No		

Collector name	Aperture area (Aa) m ²	Gross length mm	Gross width mm	Gross height mm	Gross area (AG) m ²	Power output per collector module Gb = 850 W/m ² , Gd = 150 W/m ²				
						Tm-Ta				
						0 K	10 K	30 K	50 K	70 K
GK 3803 S	7.41	2 224	3 557	135	7.91	6 272	6 034	5 500	4 889	4 201
GK 3133 S	12.35	2 224	5 920	135	13.17	10 454	10 057	9 167	8 149	7 002

Size

Gross and aperture area, Collector gross length, height, width.

Reference Area

Aperture or gross area

Test Type

Quasi Dynamic Test (QDT) or Steady State Test (SST)

Beam Incidence Angle Modifier

Given as interpolated values (like here), or only the value K_{50} , or as a b_{ij} parameter.

Performance test method	Liquid heating collector	quasi-dynamic - outdoor
-------------------------	--------------------------	-------------------------

Collector parameters

Use these parameters as
 $\eta_{0,b}$: Peak efficiency for beam radiation, $\eta_{0,b}$
 a_1 : Linear heat loss coefficient, a_1
 a_2 : Quadratic heat loss coefficient, a_2
 k_d : Diffuse radiation incidence angle modifier, K_d
 a_5 : Thermal heat capacity, a_5 , here: $ceff$

Performance parameters related to aperture area	$\eta_{0,b}$	c_1	c_2	c_3	c_4	c_6	K_{Df}
---	--------------	-------	-------	-------	-------	-------	----------

Units	-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)	J/(m ² K)	-	s/m	-
-------	---	----------------------	------------------------------------	----------------------	---	-----	---

Test results - Flow rate and fluid see note 1	0.857	3.083	0.013	0.000	0.000	0.000	0.918
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Bi-directional incidence angle modifiers?	No	K_{Df} values are obligatory for 50°						
---	----	--	--	--	--	--	--	--

Incidence angle modifiers $K_{Df}(\theta)$	Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
--	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$K_{Df}(\theta)$	1.00	0.99	0.97	0.95	0.91	0.83	0.68	0.21	0.00
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Incidence angle modifier not bi-directional - leave fields blank									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Stagnation temperature - Weather conditions see note 2	Tstg	214 °C
--	------	--------

Effective thermal capacity	$ceff = C/A \cdot Ap$	9.985 kJ/(m ² K)
----------------------------	-----------------------	-----------------------------

Max. intended operation temperature - see note 3	Tmax,op	- °C
--	---------	------

Max. operation pressure - see note 3	pmax,op	1000 kPa
--------------------------------------	---------	----------

Pressure drop table - for a collector family, the values shall be for the module with highest ΔP per m ² aperture area										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Flow rate	kg/(s m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-----------	------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pressure drop, ΔP	Pa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
---------------------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Optional weather data	Location	Link
-----------------------	----------	------

Testing Laboratory	TZS, ITW University Stuttgart	
--------------------	-------------------------------	--

Website	http://www.itw.uni-stuttgart.de	
---------	---------------------------------	--

Test report id. number	15COL1257, 15COL1257Q	Date of test report	28.08.2015, 28.08.2015
------------------------	-----------------------	---------------------	------------------------

During the test GDI/GTOT was always between	0	and	1
---	---	-----	---

Comments of testing laboratory:	none		
---------------------------------	------	--	--


Note 1	Flow rate	0.020 kg/(s m ²)	Fluid	Water
--------	-----------	------------------------------	-------	-------

Note 2	Irradiance, G = 1000 W/m ² ; Ambient temperature, Ta=30 °C			
--------	---	--	--	--


Note 3	Given by manufacturer			
--------	-----------------------	--	--	--

DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin				
---	--	--	--	--

Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de				
--	--	--	--	--



TÜVRheinland
DIN CERTCO
Precisely Right.



INSTITUT FÜR SOLARTECHNIK

Page 1/2

Manufacturer

Product Name

Reference Area

Beam Incidence Angle Modifier

Given as interpolated values (like here),
or only the value $K_{t,ref}$,
or as a b_{ij} parameter.

Licence Number

Collector Type

E.g. flat-plate or concentrating collector

Size


Gross and aperture area.
Collector gross length, height, width.

Test Type

Quasi Dynamic Test (QDT) or
Steady State Test (SST)

Collector parameters

Use these parameters as
eta0b: Peak efficiency for beam radiation, $\eta_{0,b}$
a1: Linear heat loss coefficient, a_1
a2: Quadratic heat loss coefficient, a_2
kd: Diffuse radiation incidence angle modifier, $K_{d,i}$
a5: Thermal heat capacity, a_5 , here: C/m^2

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results						Licence Number 011-752689 F							
Licence holder Savo-Solar Oy				Date issued 2016-12-15		Issued by							
Brand (optional)				Country Finland		Web www.savosolar.fi							
Street, Number Insinöörinkatu 7				E-mail info@savosolar.fi									
Postcode, City 50150 Mikkeli				Tel +358(0)50 410 5247									
Collector Type Flat plate collector glazed													
				Power output per collector G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² θ _m - θ _a									
Collector name	Gross area (A _g) m ²	Gross length mm	Gross width mm	Gross height mm	Power output per collector								
					0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	130 K			
SF500-15DG	15.96	2'591	6'158	213	12'656	12'247	11'388	10'474	9'505	6'268			
Power output per m ² gross area					793	767	714	656	596	393			
Performance parameters test method				Steady state		outdoor							
Performance parameters (related to AG)				η _{0,beam}		a ₁		a ₂					
Units				-		W/(m ² K)		W/(m ² K ²)					
Test results				0.793		2.520		0.004					
Incidence angle modifier test method				Steady state - outdoor									
Bi-directional incidence angle modifiers				Yes									
Incidence angle modifier				Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Transversal				K _{t,ref}	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.87	0.68	0.38	0.00
Longitudinal				K _{t,ref}	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	0.91	0.78	0.53	0.00
Heat transfer medium for testing				Water-Glycol									
Flow rate for testing (per gross area, A _g)				dm/dt	0.020		kg/(s m ²)						
Maximum temperature difference for thermal performance calculations				(θ _m - θ _a) _{max}	130								
Standard stagnation temperature (G = 1000 W/m ² ; θ _a = 30 °C)				θ _{stagn}	241								
Effective thermal capacity, incl. fluid (per gross area, A _g)				C/m ²	12.0								
Maximum operating temperature				θ _{max,op}	225								
Maximum operating pressure				P _{max,op}	1000								
Testing laboratory				SPF, CH-8640 Rapperswil									
Test report(s)				C1705LPEN		C1705OPEN		Dated					
								15.12.2016		15.12.2016			
Comments of testing laboratory				Datasheet version: 5.01, 2016-03-01									
				 <p>INSTITUT FÜR SOLARTECHNIK</p>									
<p>DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin, Germany Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de</p>													