
Zuverlässigkeit von Kollektoren und Komponenten

Das Projekt SpeedColl



Karl-Anders Weiß¹ & Stephan Fischer²

¹*Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE*

²*Universität Stuttgart*

²*Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)*

²*Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS)*

Das Projekt

Ziel: Untersuchung von **Alterungsprozessen** und die Entwicklung **beschleunigter Testverfahren** für solarthermische Kollektoren und deren Komponenten sowie die Verifizierung dieser Verfahren durch Freibewitterung

Laufzeit: 01.04.2011 bis 31.12.2015

Projektvolumen: 3,6 Mio EURO

Förderprogramm des BMWi zu Forschung und Entwicklung im Bereich Niedertemperatur-Solarthermie

Das Projekt Industriekonsortium



VAILLANT GROUP



Das Projekt

Vorgehensweise



- Verglasung
- Absorber
- Reflektoren
- Klebe- und Dichtstoffe
- Wärmedämmung
- Kollektoren

Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen

Workshop - Bewertung der Schadensfälle in Abhängigkeit von der Klimazone

Einteilung der Schadensfälle in folgende Kategorien:

1. Gefahr für Leib und Leben (17 Schadensfälle)
2. Leistungsminderung (44 Schadensfälle)
3. Ästhetische Beeinträchtigung (28 Schadensfälle)

Es wurden 89 mögliche Schadensfälle identifiziert und bewertet.

Kritischer Degradationsfaktor: Feuchte

Aufstockung!

Kritische Komponente: Dicht- und Klebmaterialien

Reale Belastungen

Stuttgart,
Deutschland

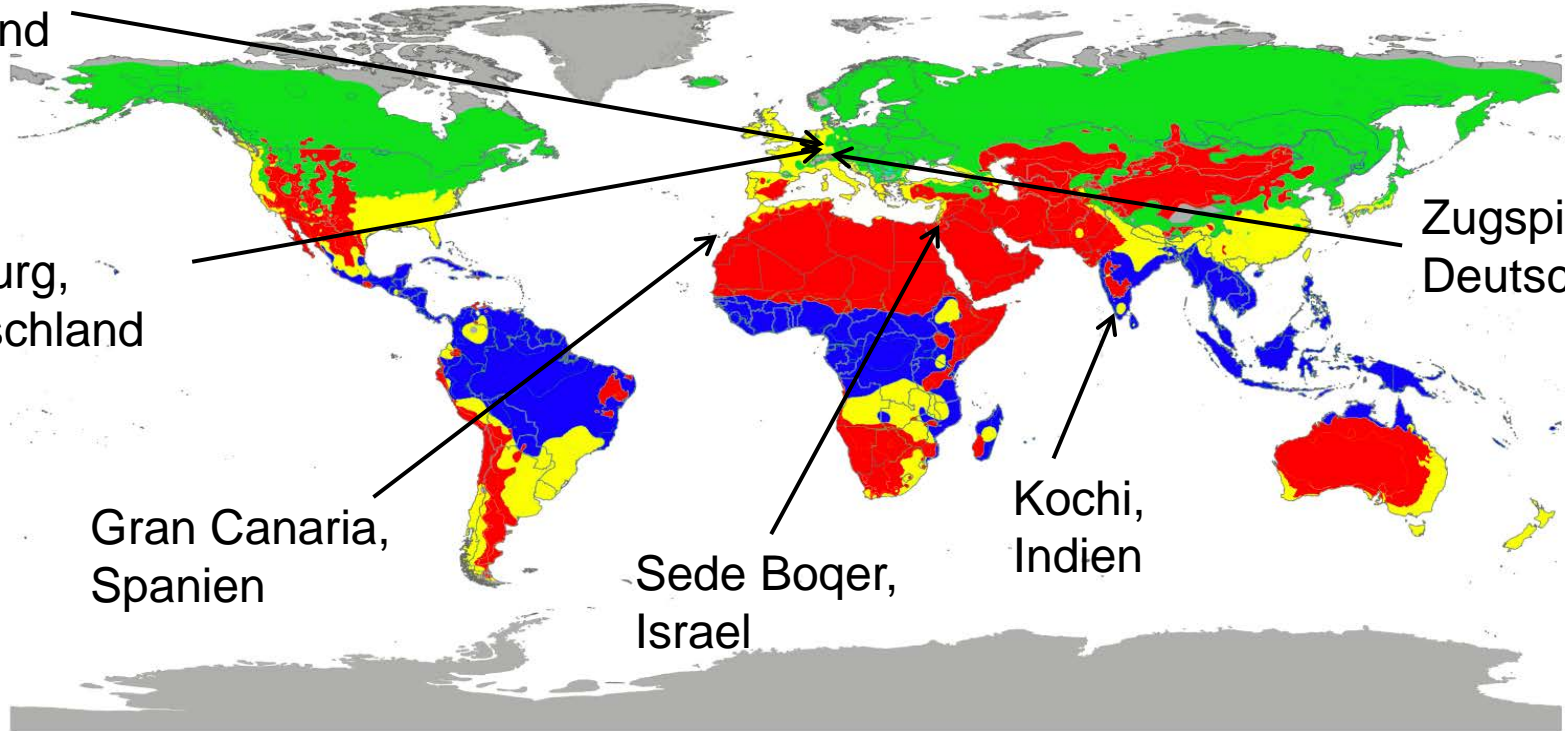
Freiburg,
Deutschland

Gran Canaria,
Spanien

Sede Boqer,
Israel

Kochi,
Indien

Zugspitze,
Deutschland



Quelle: P. Hupfer et al.



- A:** tropischer Regenwald und Savannenklima ohne Winter
B: Trockenklima; **C:** Warm-gemäßigtes Klima
D: Boreales oder Schnee-Waldklima; **E:** Schneeklima

DATA SOURCE : GHCN v2.0 station data
Temperature (N = 4,844) and
Precipitation (N = 12,396)

PERIOD OF RECORD : All available

MIN LENGTH : ≥30 for each month.

RESOLUTION : 0.1 degree lat/long

Reale Belastungen Kochi, Indien



Reale Belastungen

Sede Boker, Negev, Israel



Reale Belastungen

Pozo Izquierdo, Gran Canaria, Spanien



Reale Belastungen

Schneefernerhaus, Deutschland



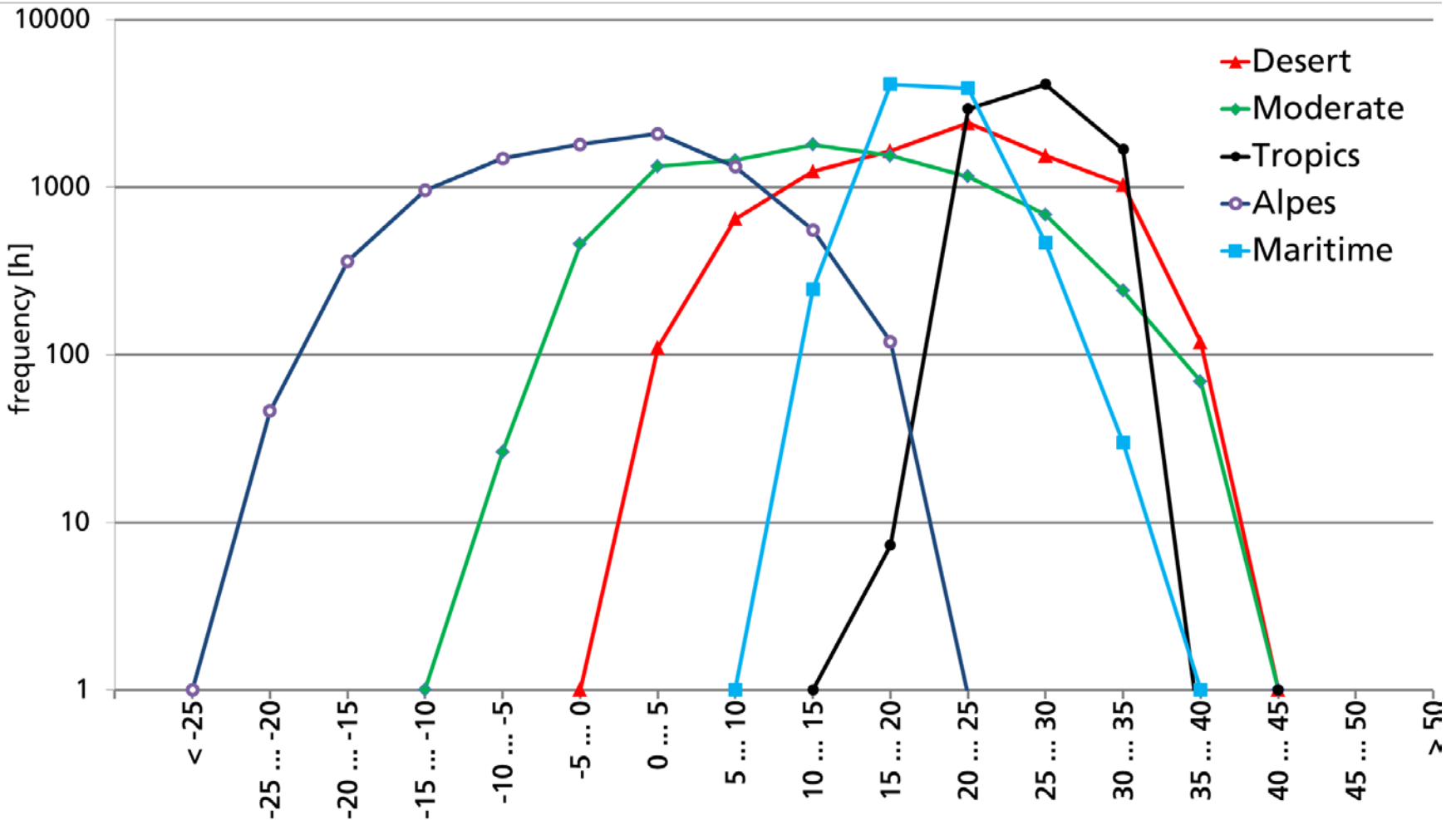
Reale Belastungen

Monitoring der Belastungen und des Klimas in der Exposition

- Kollektoren in Stagnation und gekühlt
- Absorbtemperatur
- Temperatur der Klebefugen an drei Stellen
- Umgebungstemperatur und relative Feuchte außerhalb und innerhalb der Kollektoren
- Einstrahlung
- Windgeschwindigkeit und -richtung
- Korrosivität der Atmosphäre

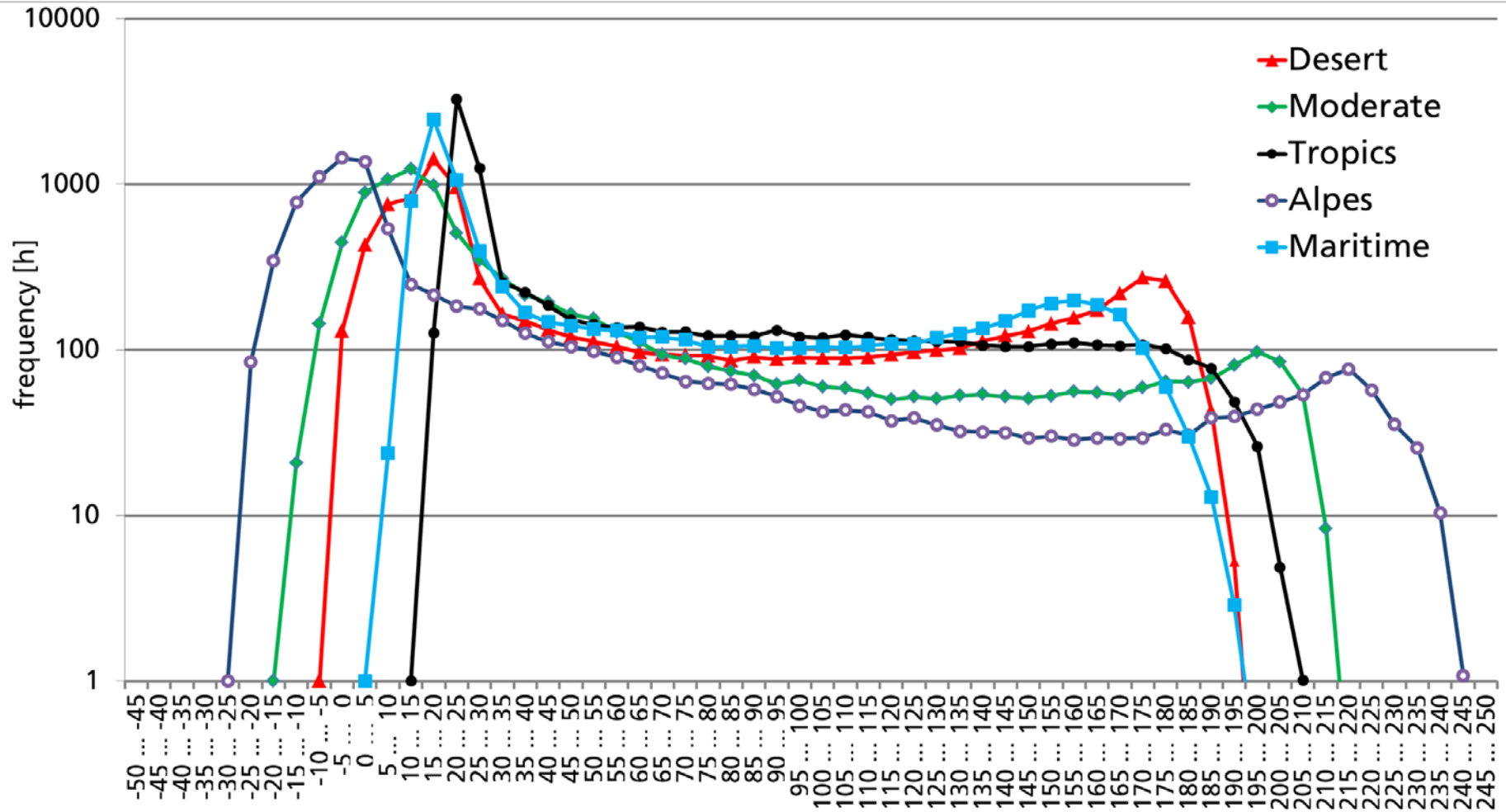
Reale Belastungen

Umgebungstemperatur



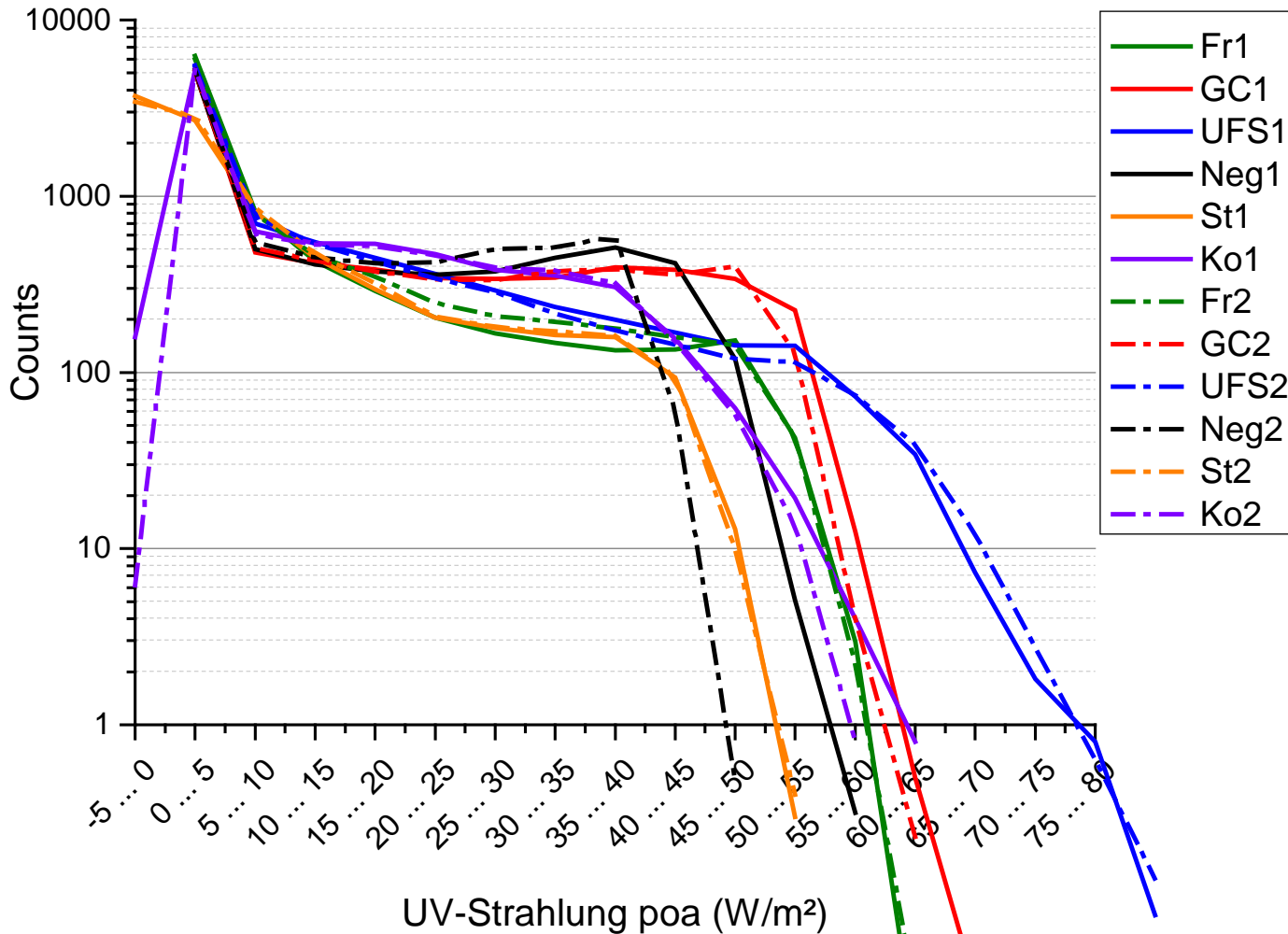
Gefördert durch:

Reale Belastungen Absorbertemperatur



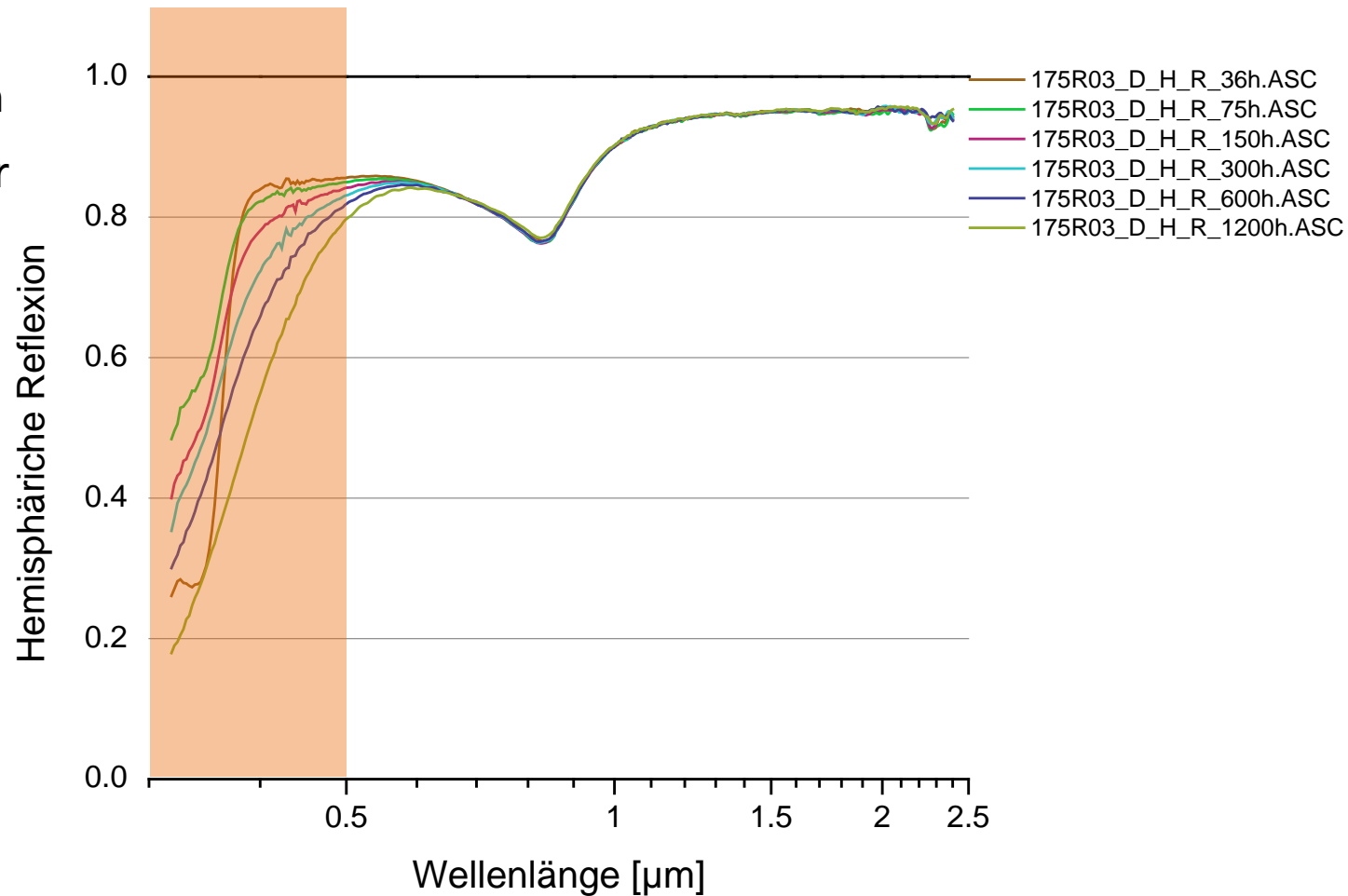
Gefördert durch:

Reale Belastungen UV-Strahlung



Prüfung und Qualifizierung von Kollektoren und Komponenten Reflektoren

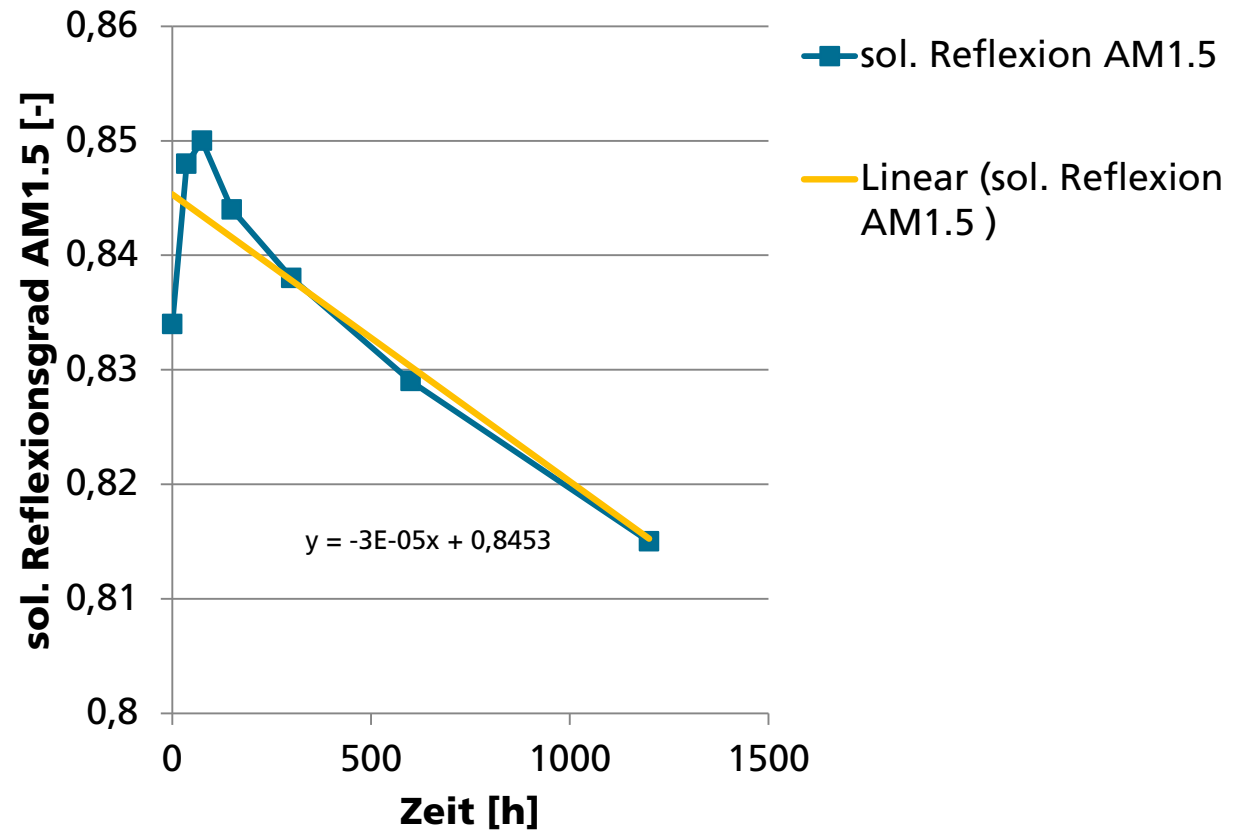
- Stressfaktoren
- Temperatur
- 180°C



Prüfung und Qualifizierung von Kollektoren und Komponenten

Reflektoren

- Stressfaktoren
 - Temperatur
 - 180°C
- Sol. Reflexion [AM1.5]



Prüfung und Qualifizierung von Kollektoren und Komponenten

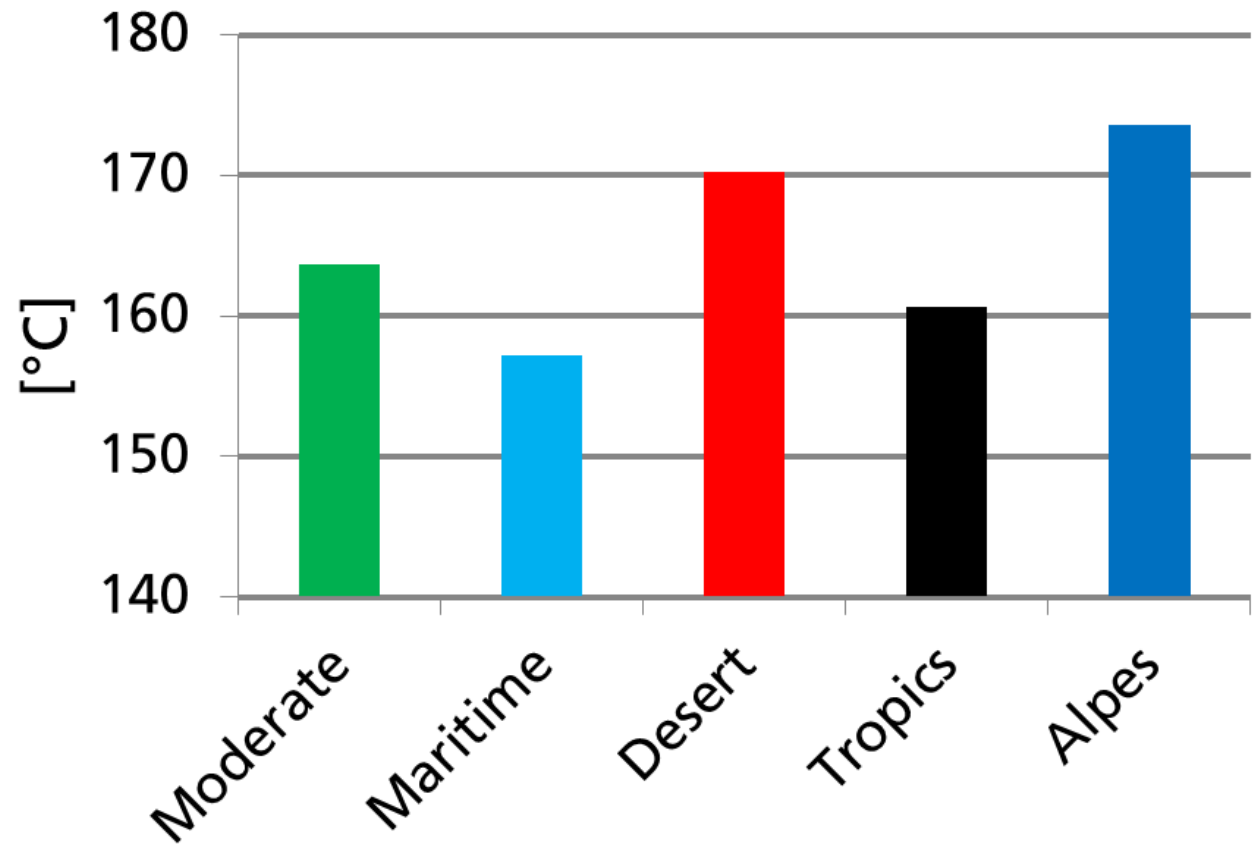
Reflektoren

- Änderungen optischer Eigenschaften vorwiegend im Bereich 320nm bis 500nm
- Parameter: Integrale Werte im relevanten Bereich $\lambda[320,500]$
 $I = \text{Int}[R(\lambda)]$
- Temperaturstabilität
 - Prüftemperatur 180°C,
 - Zeitschritte: 0h, 150h, 300h, 600h
- Feuchtestabilität
 - RH95%, T 30°C,
 - Zeitschritte: 0h, 150h, 300h, 600h
- Mech. Haftungstest Schicht/Substrat (z.B. Gitterschnittest) nach Prüfung

Prüfung und Qualifizierung von Kollektoren und Komponenten

Absorber

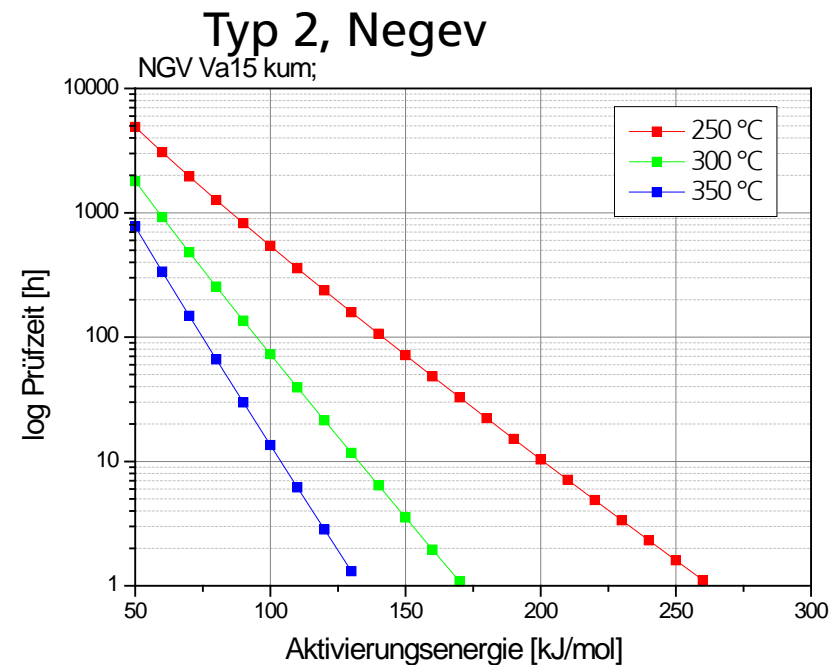
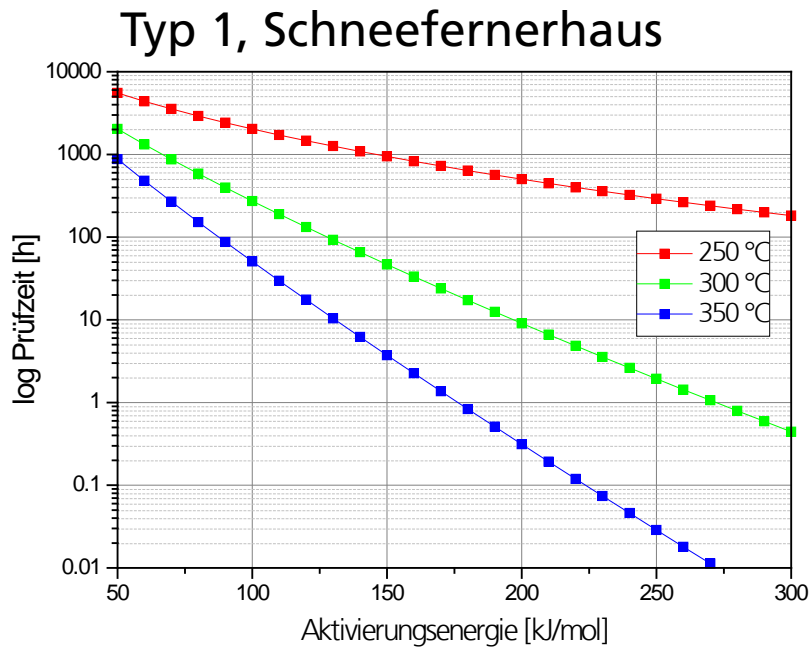
T_{eff}
Absorber [°C]



Prüfung und Qualifizierung von Kollektoren und Komponenten

Absorber

Prüfbedingungen und Zeiten abhängig von Standort und Kollektortyp

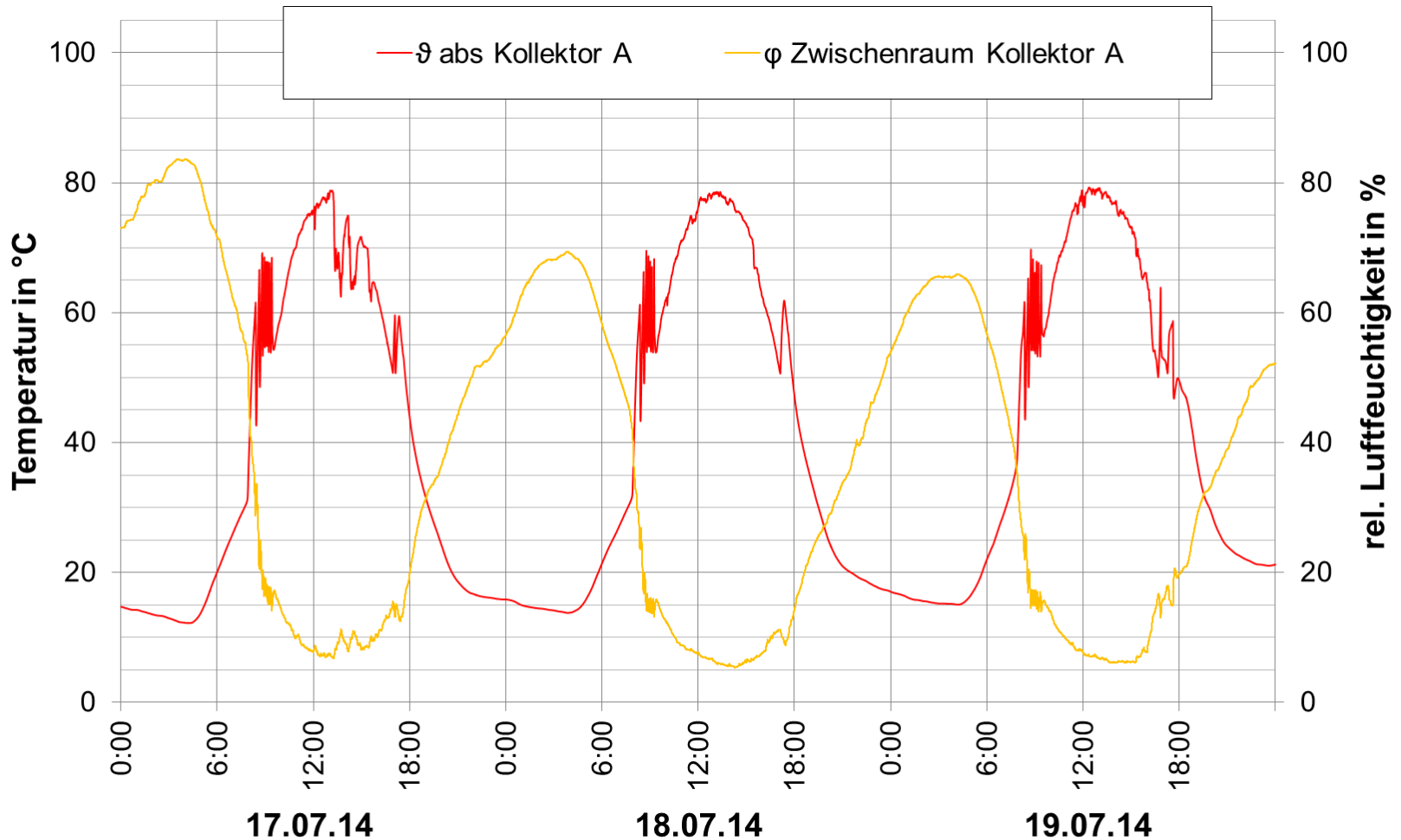


Messung der Feuchtigkeit in Flachkollektoren

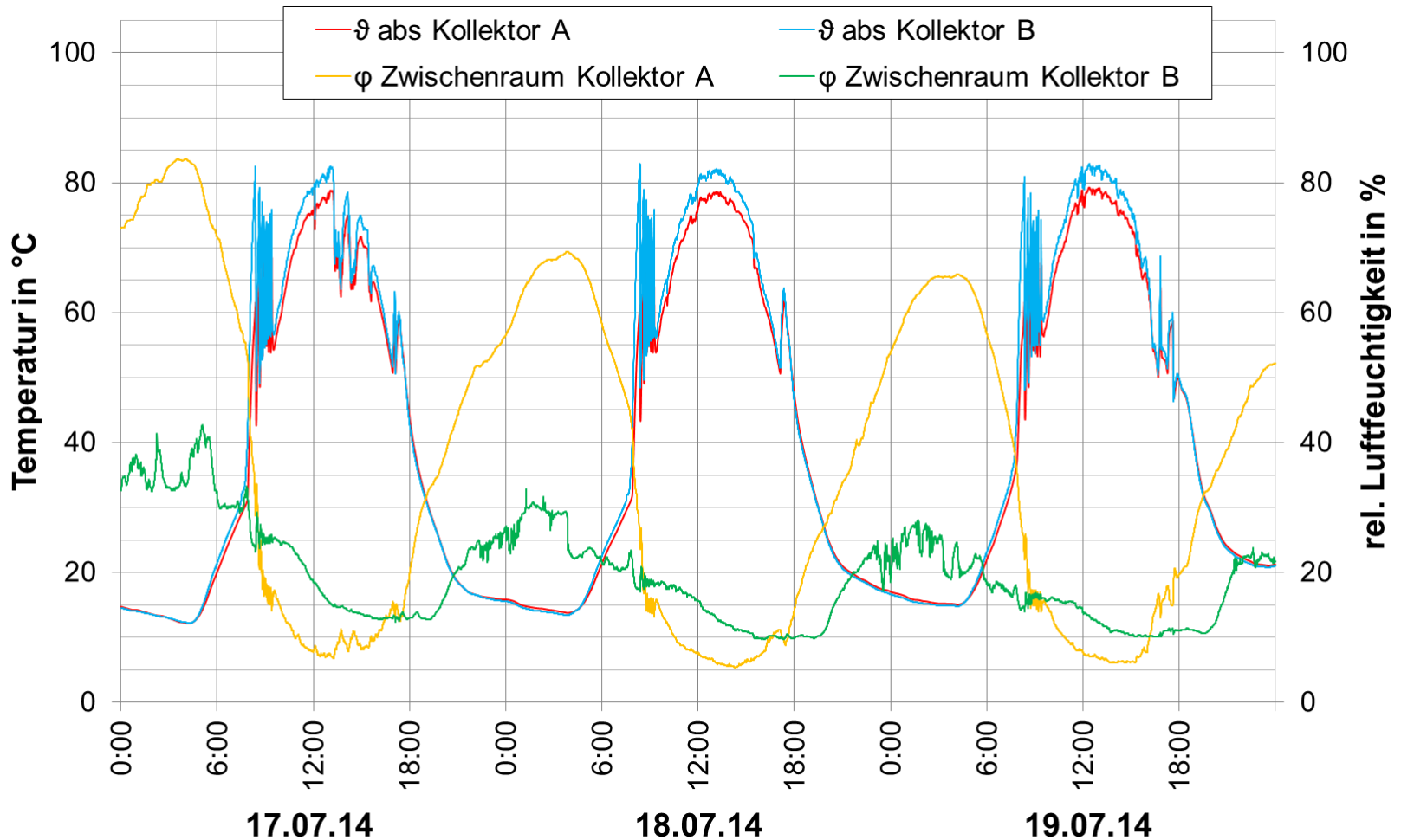
- Monitoring der relativen Feuchte und der Temperatur im Luftspalt zwischen Absorber und Glas
- Umgebungstemperatur und relative Feuchte außerhalb der Kollektoren
- Durchführung in Stuttgart und Kochi (tropisches Klima)
- Gesucht ist der Zusammenhang zwischen Makro-Mikro-Klima



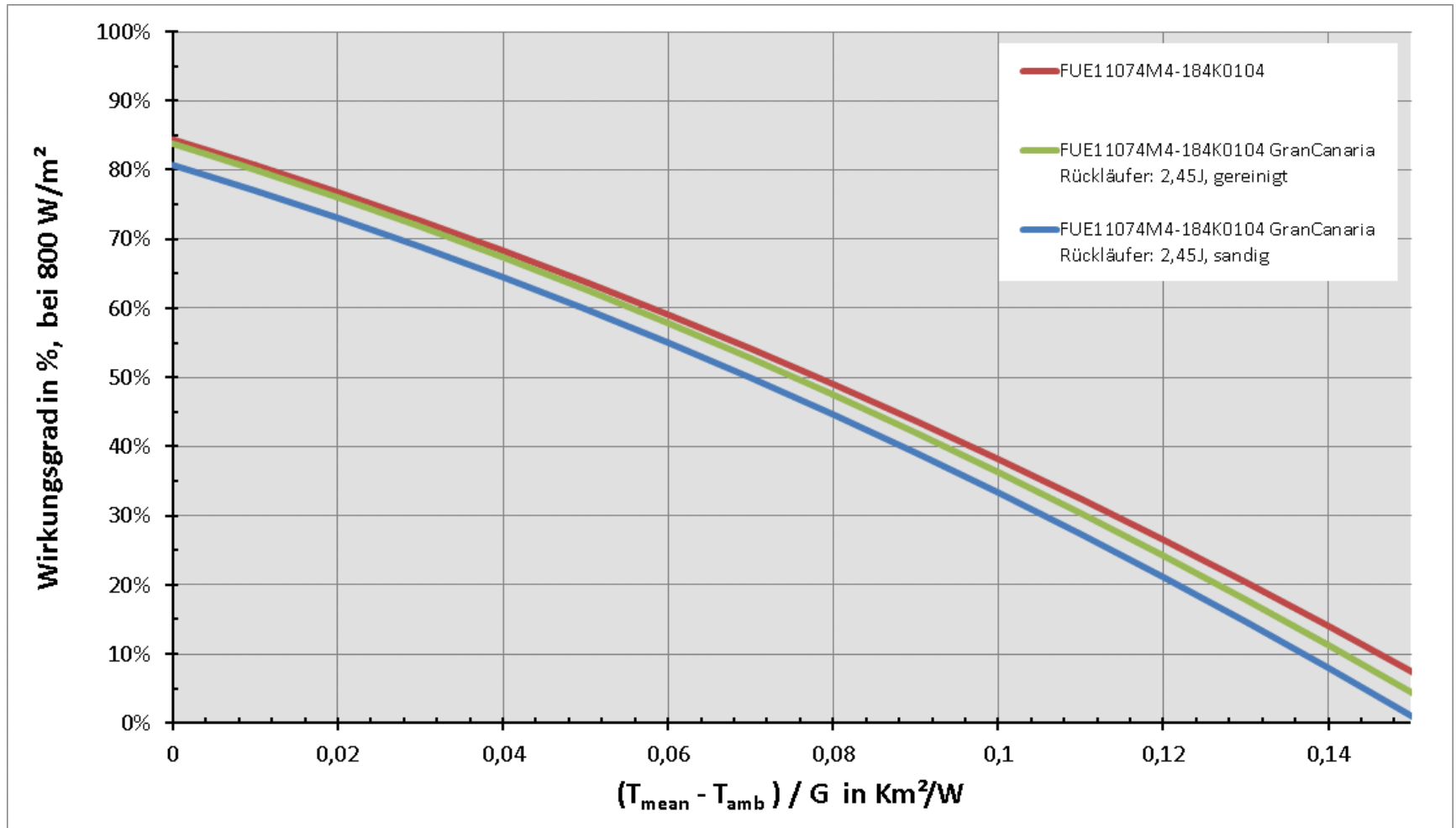
Feuchteverlauf in Flachkollektoren



Feuchteverlauf in Flachkollektoren



Wirkungsgradverlauf Flachkollektor Neu und nach 2,5 Jahren auf Gran Canaria



Ableitung von Prüfungen am Gesamtkollektor

- UV-Prüfung
- Temperaturwechselprüfung
- Salzsprühnebelprüfung
- Hochtemperaturprüfung
- Feuchteprüfung

Ziele:

- Nachbildung der aufgetretenen Schadensbilder
- Qualifizierung der Sonnenkollektoren für unterschiedliche Standorte und Anwendungen

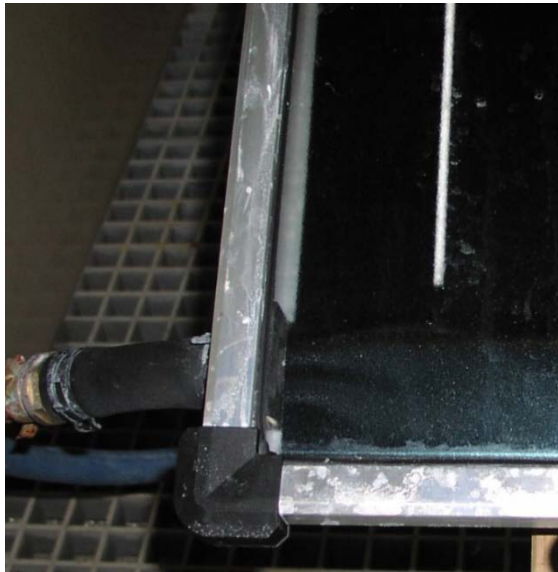
Salzsprühnebelprüfung

Im Projekt entwickelter Zyklus

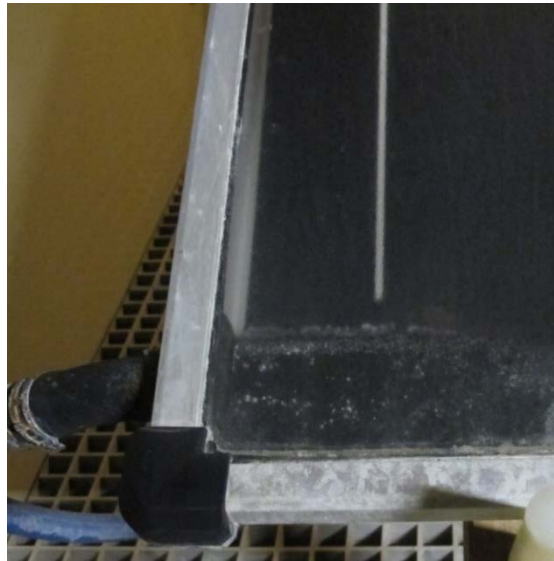
| | |
|---------------------------|--|
| Feuchtephase (5 h) | Kollektor durchströmt mit 60 °C, Prüfkammertemperatur (40 ± 2) °C |
| Salzsprühnebelphase (2 h) | Kollektor durchströmt mit 60 °C, Prüfkammertemperatur (35 ± 2) °C |
| Feuchtephase (10 h) | Kollektor undurchströmt, Prüfkammertemperatur (40 ± 2) °C |
| Salzsprühnebelphase (2 h) | Kollektor undurchströmt, Prüfkammertemperatur (35 ± 2) °C |
| Feuchtephase (5 h) | Kollektor undurchströmt, Prüfkammertemperatur (40 ± 2) °C |
| Trocknungsphase (24 h) | Kollektor durchströmt mit 60 °C, Prüfkammertemperatur (23 ± 2)°C |

Salzsprühnebelprüfung

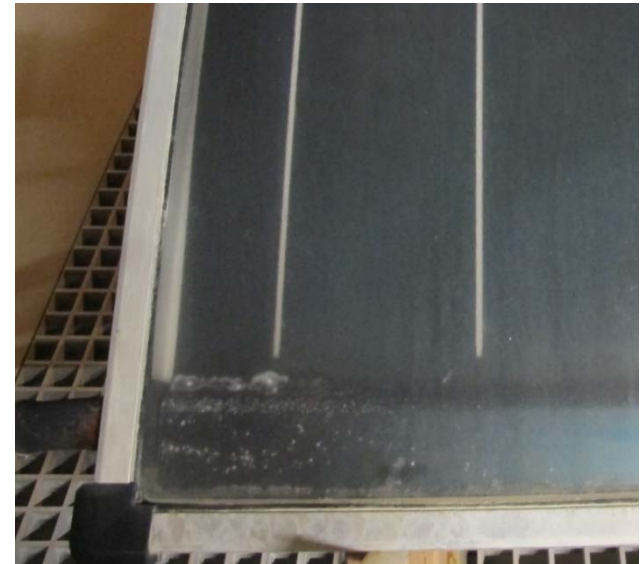
1. Zyklus



12. Zyklus



22. Zyklus



Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

- Pressemeldungen, um Aktivität der dt. Industrie für Qualität und Zuverlässigkeit zu dokumentieren
 - **BAULINKS**: SpeedColl: beschleunigte Alterungstestverfahren für solarthermische Kollektoren
 - **BMWi Newsletter**: Altersvorsorge für die Solarthermie
 - **Solar Novus Today**: Ageing of Solar Collectors in Extreme Climates
- sehr großes Interesse der Medien: Interviews, Berichte
- Mitarbeit in Normungsgremien
 - DIN Spiegelausschuss
 - CEN/TC 312
 - ISO/TC 180
- Mitarbeit in IEA SHC Task 43 „Solar Rating and certification“
- Mitarbeit in den relevanten Gremien des DIBt, Bereitstellung von Daten

Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

Mitarbeit in Gremien des DIBt

- **Hintergrund:** Die Solarthermiebranche strebt eine Sammelzulassung für 2K-Silikonkleber an.
- **Ziel:** Möglichst aussagekräftige Prüfbedingungen
- **Beitrag *SpeedColl*:** Teilnahme an den Expertentreffen des DIBt und Bereitstellung von Messdaten
- **Relevante Messungen:**
z. B. Häufigkeitsverteilung rel. Luftfeuchte – Klebefugentemp.

| | | relative Luftfeuchtigkeit in % | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 - 100 |
| Klebefugentemperatur in °C | -10 - -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 49 |
| | -5 - 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 38 | 178 | 353 |
| | 0 - 5 | 0 | 0 | 0 | 7 | 28 | 56 | 122 | 263 | 434 | 826 |
| | 5 - 10 | 0 | 0 | 0 | 12 | 64 | 127 | 205 | 276 | 386 | 466 |
| | 10 - 15 | 0 | 0 | 2 | 14 | 66 | 116 | 202 | 284 | 410 | 727 |
| | 15 - 20 | 0 | 0 | 4 | 21 | 56 | 125 | 153 | 187 | 194 | 259 |
| | 20 - 25 | 0 | 1 | 10 | 42 | 88 | 122 | 126 | 93 | 83 | 32 |
| | 25 - 30 | 0 | 1 | 24 | 67 | 97 | 105 | 79 | 72 | 43 | 5 |
| | 30 - 35 | 0 | 4 | 34 | 76 | 84 | 76 | 66 | 44 | 12 | 1 |
| | 35 - 40 | 0 | 3 | 31 | 57 | 59 | 63 | 45 | 17 | 3 | 0 |
| | 40 - 45 | 0 | 0 | 22 | 46 | 37 | 37 | 19 | 4 | 0 | 0 |
| | 45 - 50 | 0 | 1 | 25 | 21 | 11 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 - 55 | 0 | 4 | 14 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 55 - 60 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Gefördert durch:

Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

Donnerstag („SpeedColl-Tag“)

08.30 Uhr:

- Zuverlässigkeit von Kollektoren und Kollektorkomponenten: das Projekt *SpeedColl*

08.55 Uhr:

- Nondum omnium dierum sol occidit!
Dialog zwischen Solar und DIBt

10.05-10.30 Uhr (Poster):

- H1: Korrosion als Stressfaktor für Materialien und Kollektoren
- H2: Alterungsbeständigkeit von Solaren Absorbern in Bezug auf optische Eigenschaften und Oberflächenstruktur

- H4: Auswirkungen von Sandabrasion auf die optischen Eigenschaften und Oberflächen von Solarreflektoren und Solargläsern
- H5: Bestimmung der effektiven Wärmeleitfähigkeit von Wärmedämmmaterialien für Sonnenkollektoren

15.20 Uhr:

- Mathematische Modellierung verschiedener Bauteiltemperaturen von Flachkollektoren

Ausblick

- Rückholung der Exponate
- Detaillierte Analyse der Schadensbilder
- Leistungsmessungen nach 3 Jahren Exposition
- Auswertung des dritten Expositionsjahres
- Anpassung der Modelle
- Anpassung der Prüfverfahren
- Verfassung von Normentexten für Prüfverfahren
- Einreichung Projektskizze für Folgeprojekt
-

Folgeprojekt

Mögliche Inhalte

- FMEA mit Einbeziehung der Ergebnisse des Projekts
- Weiterführung der Freibewitterung, Messkollektoren an `kritischen` Standorten
- Einbeziehung anfälliger Kollektoren
- Entwicklung angepasster Testsequenzen für Exportmärkte (Sand, Schmutz und Abrasion)
- Auswirkung der Feuchte im Kollektor, Korrelation zwischen Mikro- und Makroklima
- Weiterentwicklung der Prüfzyklen und Modelle
- Eingaben zu bautechnischen Zulassungsprüfungen und Normen
- ...
- **Gebrauchsdauerabschätzungen in Abhängigkeit des Standorts und der Anwendung**

Einladung

Abschlussworkshop

2. November 2015

Fraunhofer-Forum Berlin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Karl-anders.weiss@ise.fraunhofer.de

fischer@itw.uni-stuttgart.de

www.speedcoll.de