

Irradiance Enhancement – Internationalisierung der Standortbetrachtungen und Analysen in PV-Systemen

26. PV-Symposium, Bad Staffelstein

3. März 2011

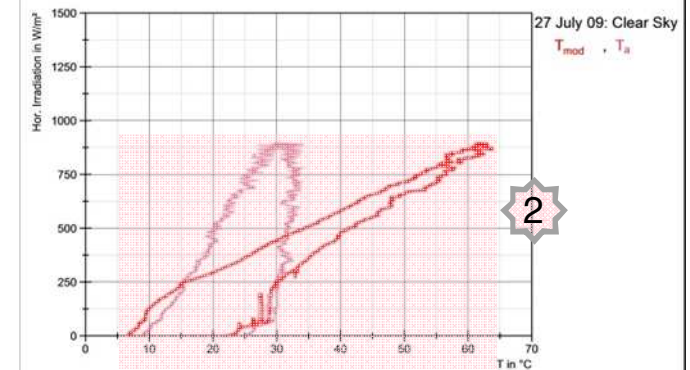
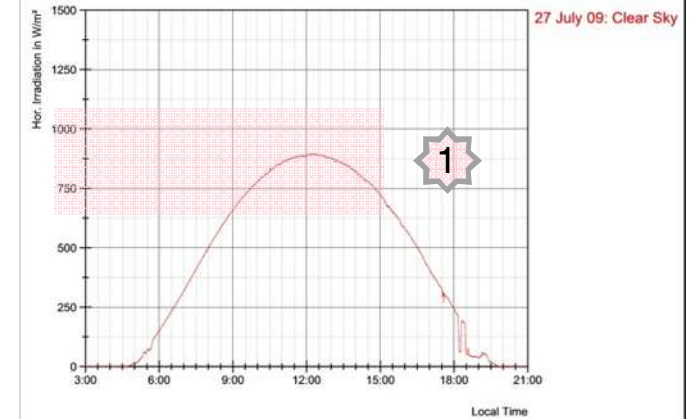
Mike Zehner, Toni Weigl, Matthias Hartmann, Bernhard Mayer, Tom Betts, Ralph Gottschalg, Heinz Lößlein, Bodo Giesler, Gerd Becker, Oliver Mayer

Inhalte des Vortrags

- Wrap-Up** Posterbeitrag Staffelstein 2010
Korrelationen, Profile des Effekts
- Internationalisierung** der Datenbasis
Standorterweiterungen, Analysen
- Bedeutung** für PV-Systeme
IE-Effekt bei PV-Modulen
- Zusammenfassung** und **Ausblick**



Clear Sky⁽¹⁾ Conditions on the Reference Day: 27 July 2009



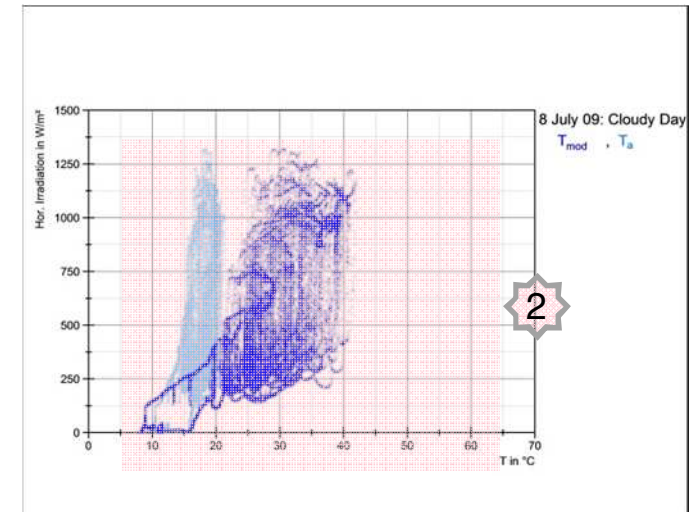
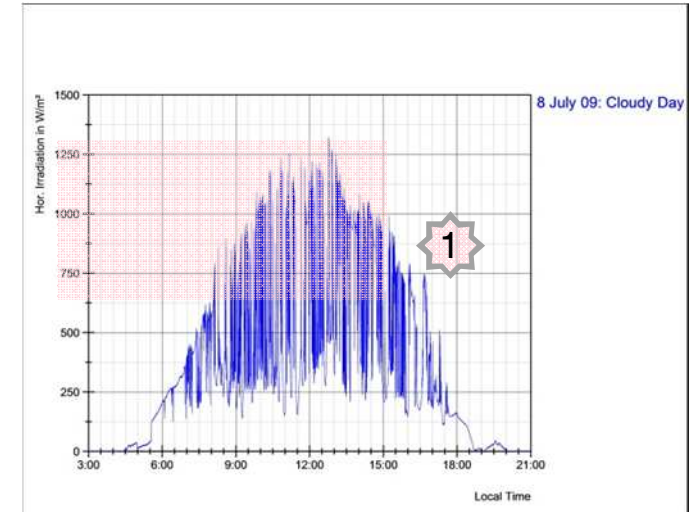
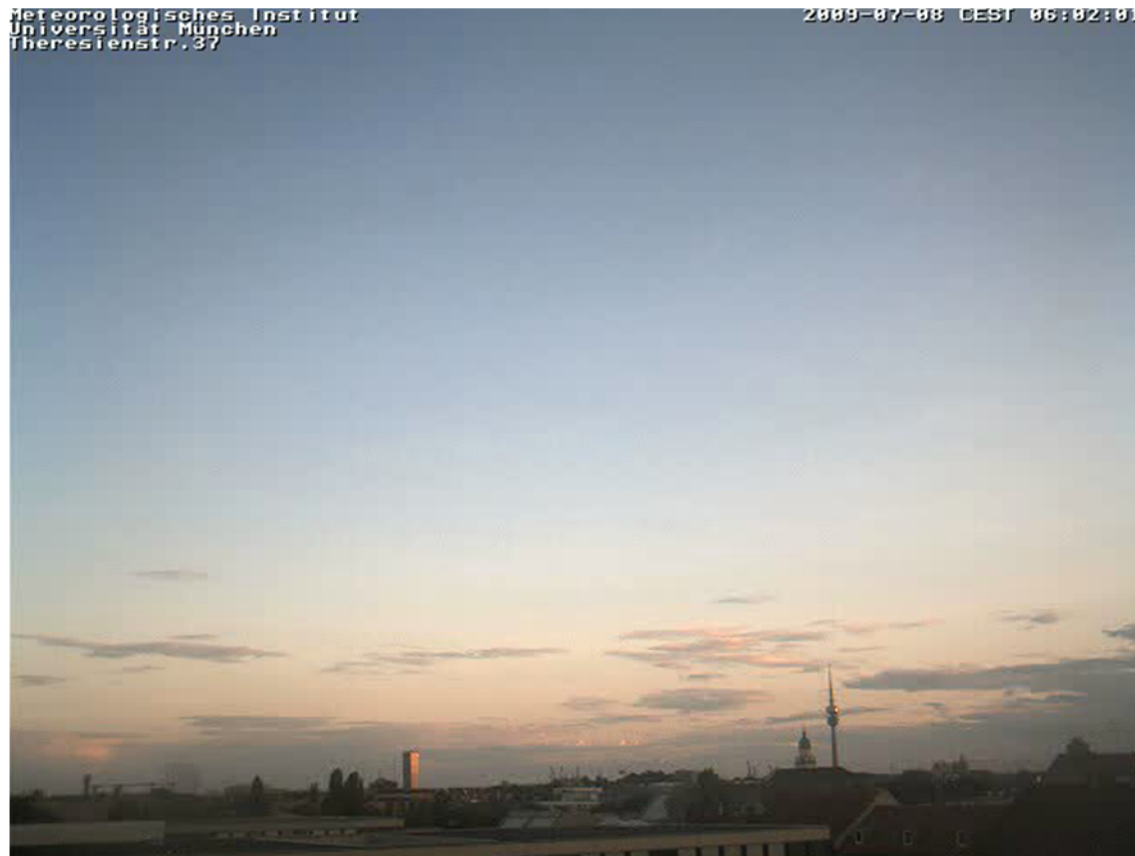
- (1) CS: Clear Sky
- (2) Wetterbeobachtungsfilme des Meteorologischen Instituts der Universität München
- (3) Messe München - Globalstrahlung in Horizontalebene (CMP 21 von Kipp & Zonen)



„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Irradiance Enhancement⁽¹⁾ Conditions on the Reference Day: 8 July 09



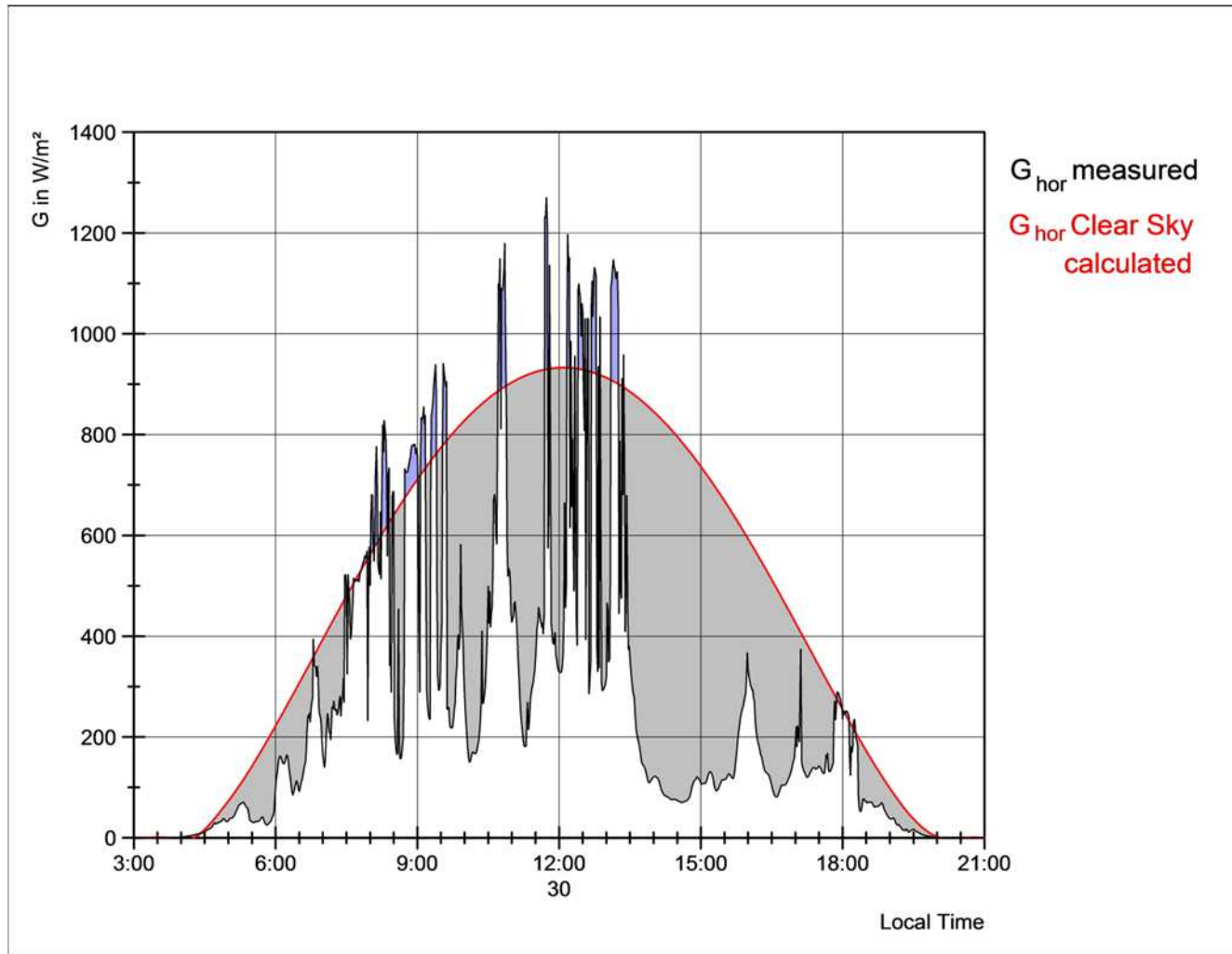
- (1) IE: Irradiance Enhancement
- (2) Wetterbeobachtungsfilme des Meteorologischen Instituts der Universität München
- (3) Messe München - Globalstrahlung in Horizontalebene (CMP 21 von Kipp & Zonen)



„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

IE-Effect on the Reference Day: 30 May 2009



Schwarz: Messdatensatz der Neuen Messe München
www.sev-bayern.de

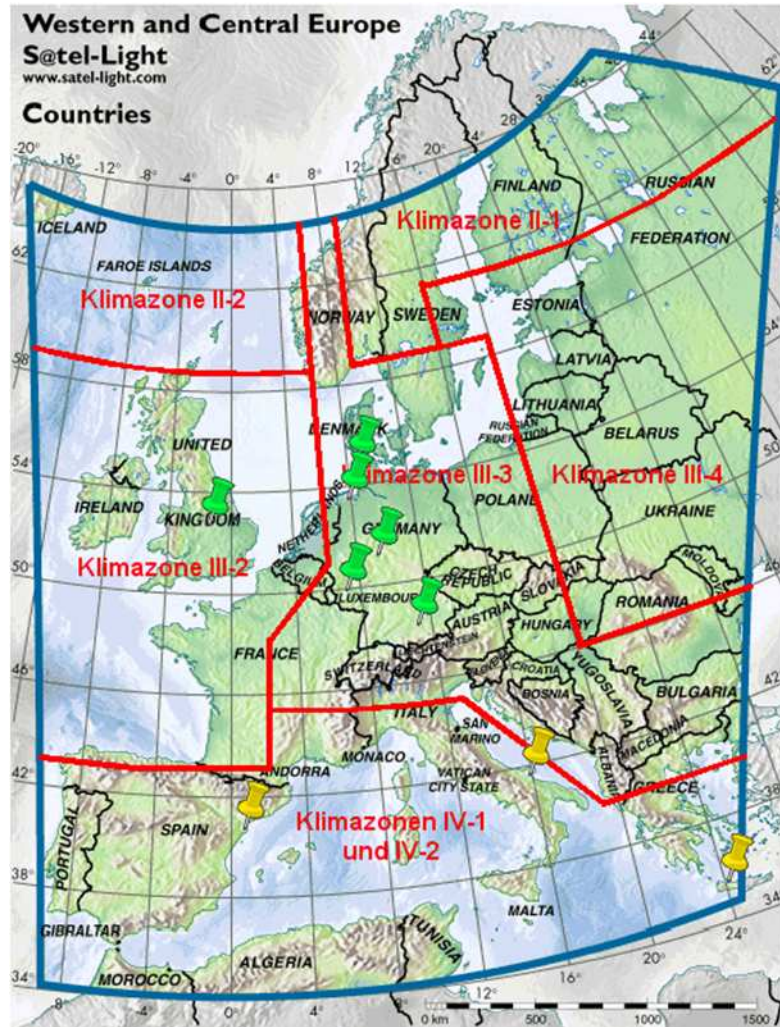
Rot: libRadtran-Berechnung
www.libradtran.org



'Irradiance Enhancement' – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Irradiance Enhancement – Data Mining (Status Quo - Feb 2011)



Climatic Zones ⁽²⁾

III-2 Maritime climates with mild winters

- Loughborough University (GBR), SR⁽²⁾: 5 sec

III-3 Submaritime climates

- Neue Messe München (GER), SR: 1 sec
- Testsystem in Morbach (GER), SR: 1 sec
- IWES Kassel (GER), SR: 15 sec
- Uni Oldenburg (GER), SR: 5 sec
- Testsystem in Rodenäs (DAN), SR: 1 sec

IV-1 und IV-2 Mediterranean climates with humid winters and dry summers

- Barcelona (ESP), SR: 10 sec
- Manfredonia Foggia (ITA), SR: 1 sec
- Chania (GRE), SR: 10 sec

(1) Karte auf Basis von Meteornorm

(2) Defined by Troll and Paffen (1980): Troll, C. and Paffen, K. (1980): Jahreszeitenklima der Erde. (Reduced scale reproduction of wall chart 1:16000000), Berlin 1969.

(3) SR: Sampling Rate in Sekunden

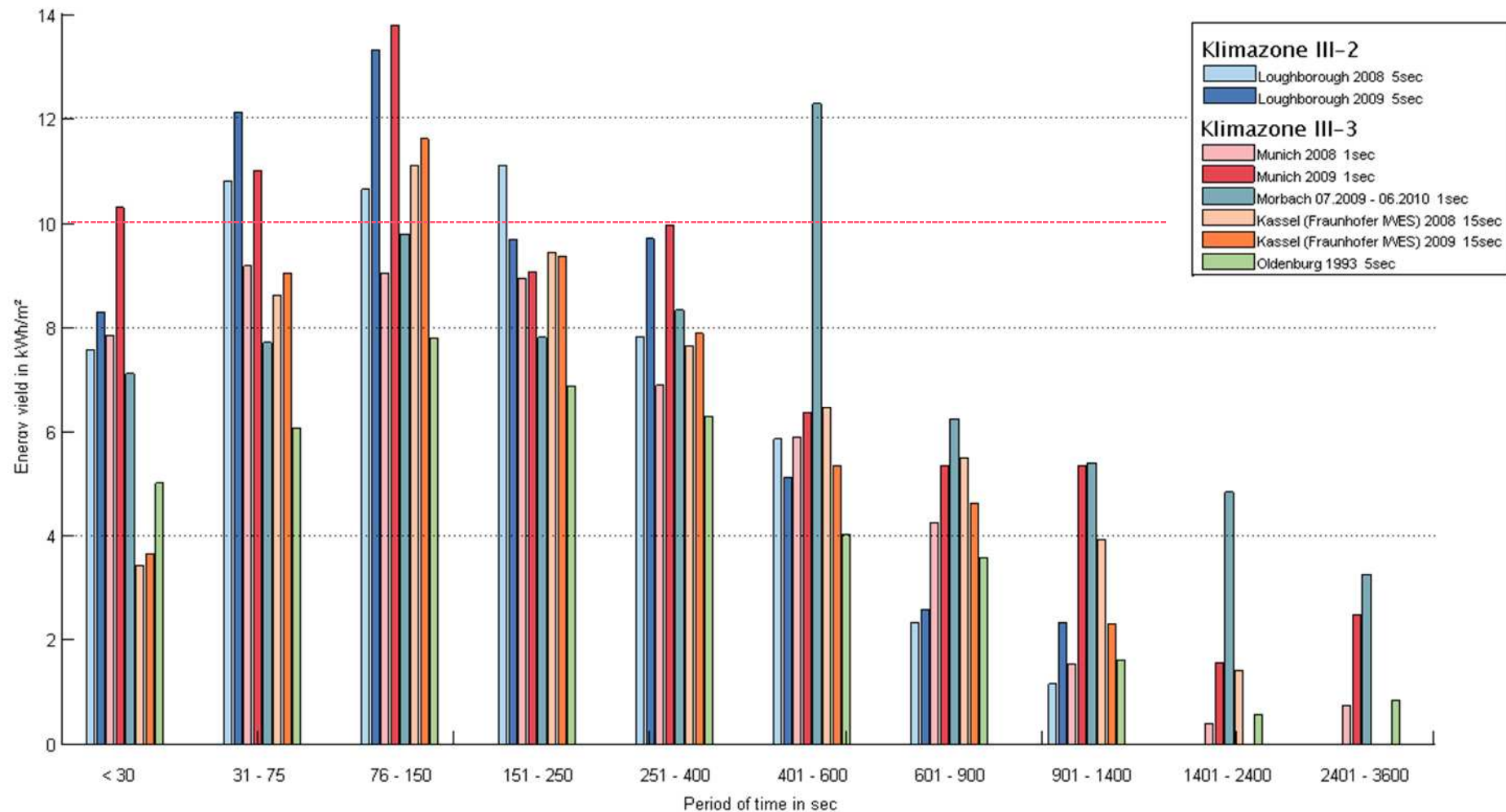
(4) Berücksichtigung des Abtasttheorems bei der Messwertanalyse



„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

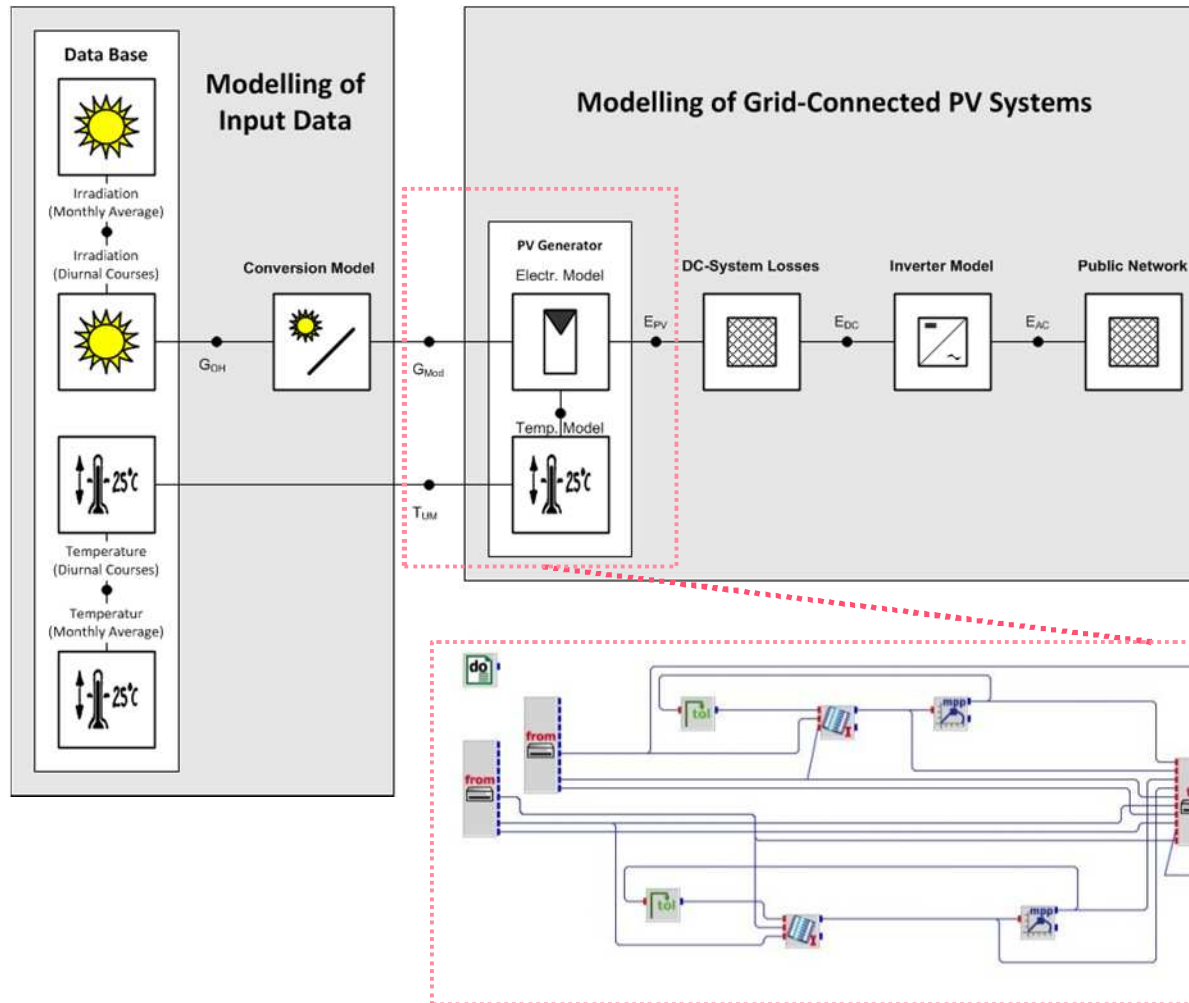
Irradiance Enhancement – Site Assessment (Status Quo - Feb 2011)



„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Irradiance Enhancement – Software Modelling



- Reference modules in different technologies**
- a. Mono Crystalline
 - b. Multi Crystalline
 - c. Micro Amorphous

insel 8 – Release 8.01
 Graphical programming language
www.insel.eu

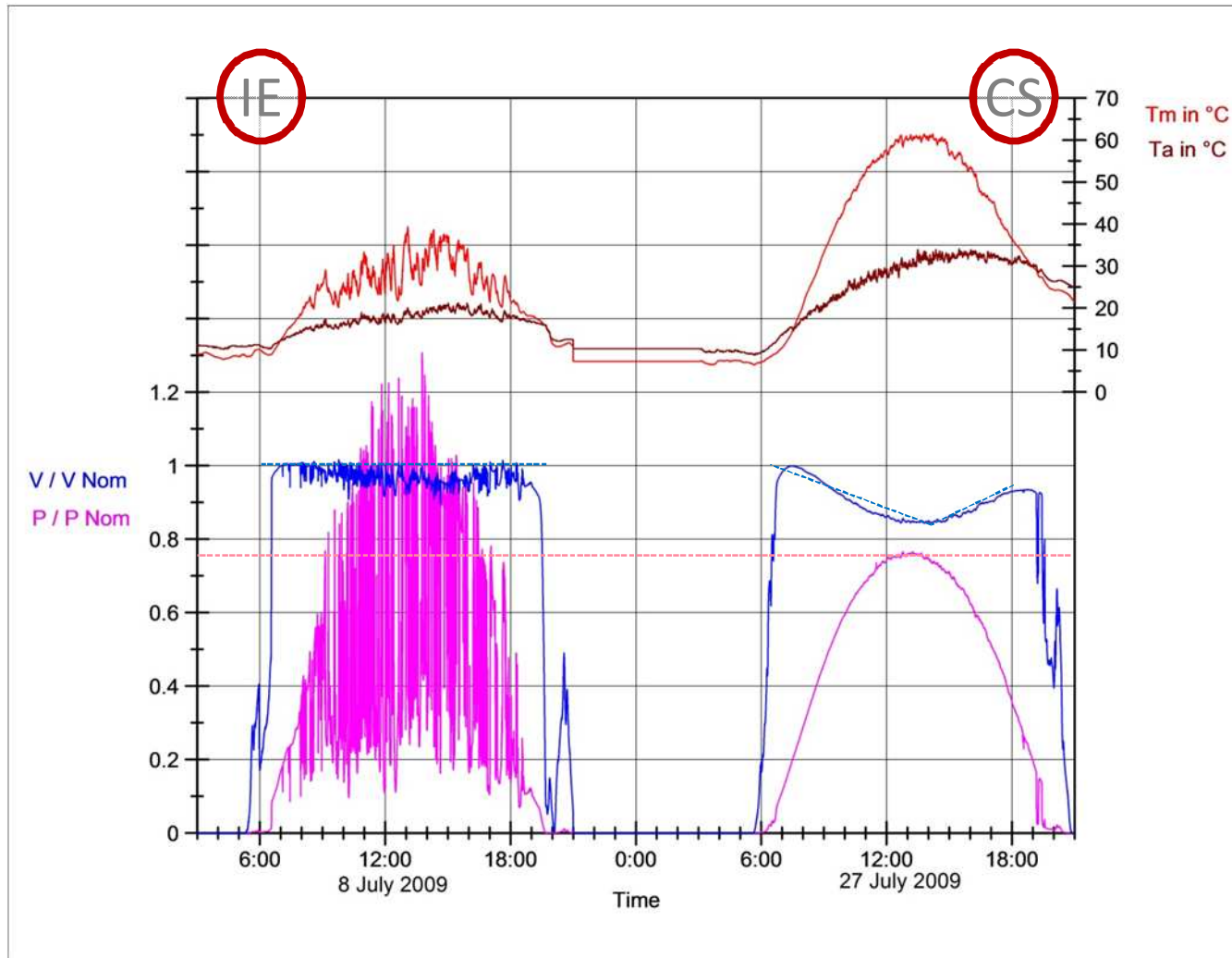


PV-Symposium > Gang EG Ost



Modelled Operational Performance - Daily Profiles

IE- and CS-Reference Days | Reference Module a – Mono Crystalline



MPP-Operating Points

Parameter Definitions
 (1) Normalised DC voltage
 $= V_{DC.MPP}/V_{nom}$
 (2) Normalised DC performance =
 $P_{DC.MPP}/P_{Nom}$

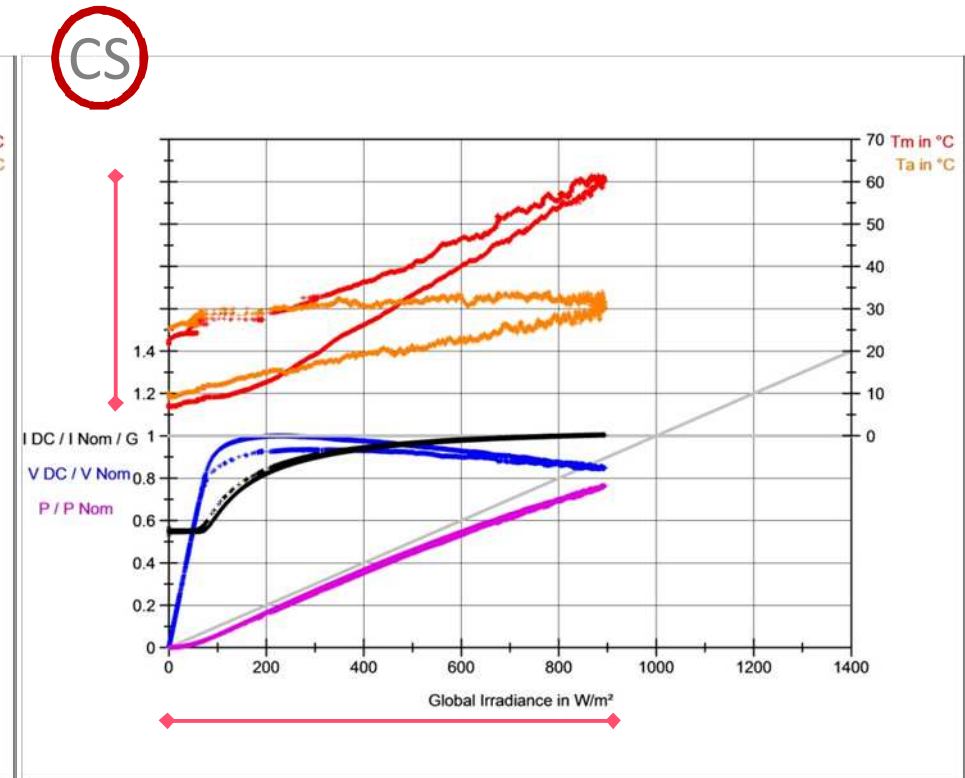
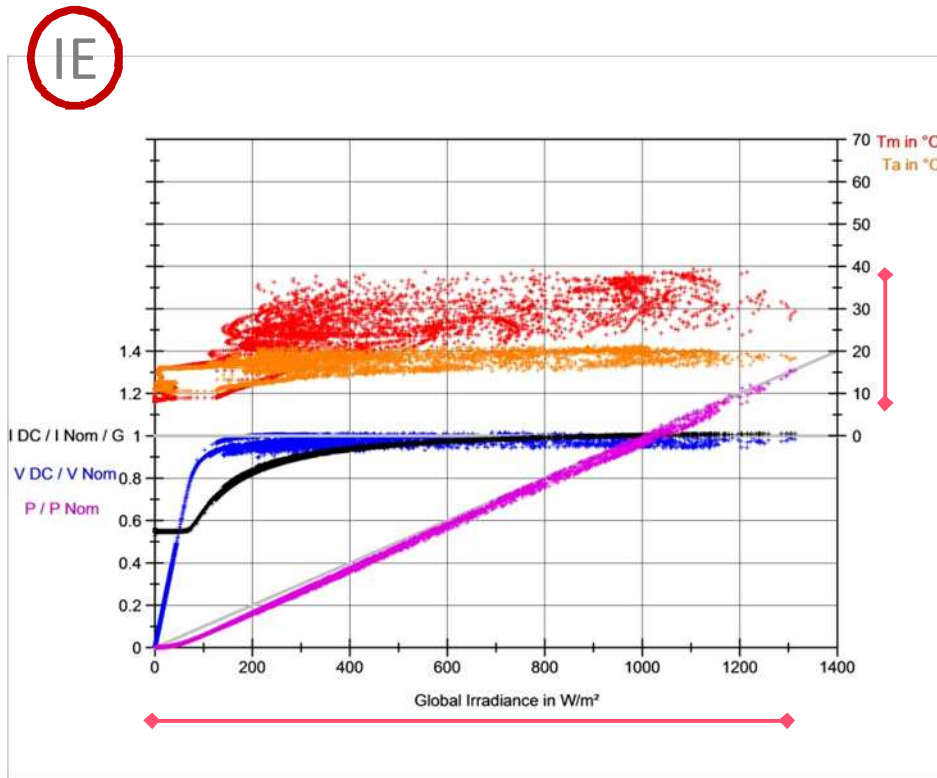


„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Modelled Operational Performance - Daily Profiles in Scatter Plots (1)

IE- and CS-Reference Days | Reference Module a – Mono Crystalline



Parameter Definitions⁽¹⁾

(1) Normalised DC voltage

$$= \frac{V_{DC.MPP}}{V_{Nom}}$$

(2) Normalised DC current

$$= \frac{I_{DC.MPP}}{I_{Nom} \times G}$$

(3) Normalised DC performance

$$= \frac{P_{DC.MPP}}{P_{Nom}}$$

(1) Chart according to Steve Ransome,

www.steveransome.com

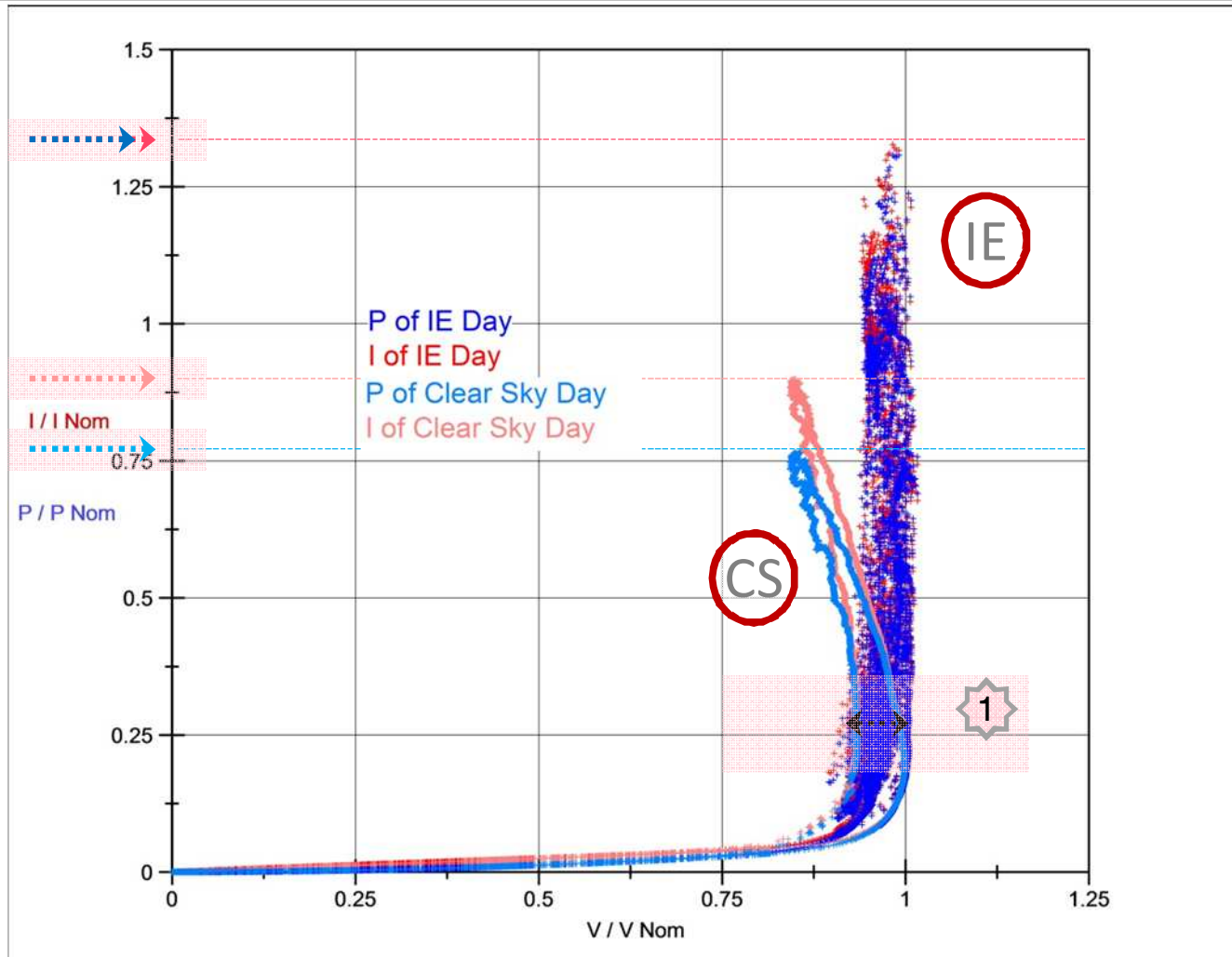


„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Modelled Operational Performance - Daily Profiles in Scatter Plots (2)

IE- and CS-Reference Days | Reference Module a – Mono Crystalline



MPP-Operating Points

Parameter Definitions
 (1) Normalised DC current
 $= I_{DC.MPP}/I_{nom}$
 (2) Normalised DC performance =
 $P_{DC.MPP}/P_{Nom}$

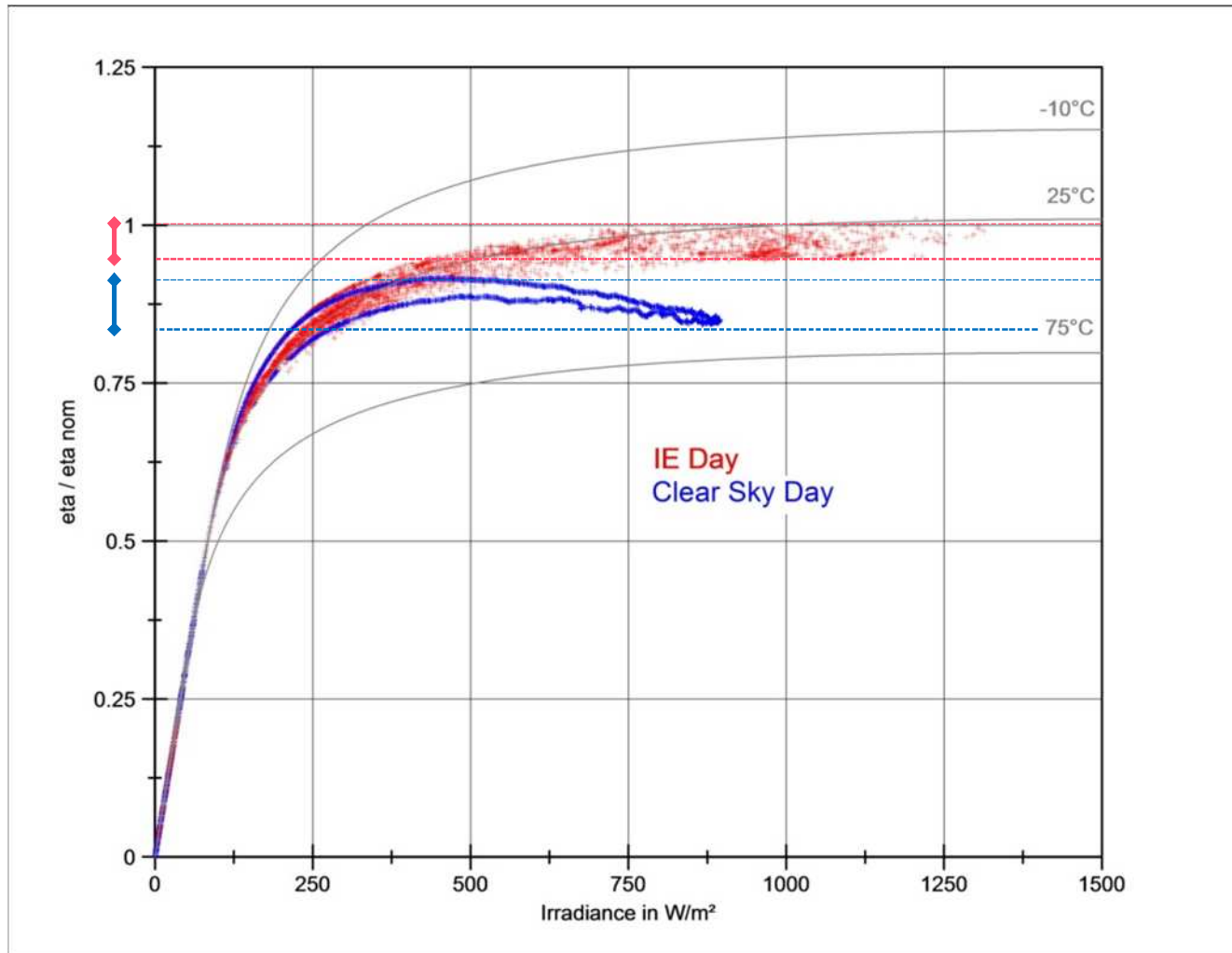


,Irradiance Enhancement' – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Modelled Operational Performance - Daily Profiles

IE- and CS-Reference Days | Reference Module a – Mono Crystalline



MPP-Operating Points

Parameter Definition
Normalised module efficiency
 $= \eta / \eta_{nom}$

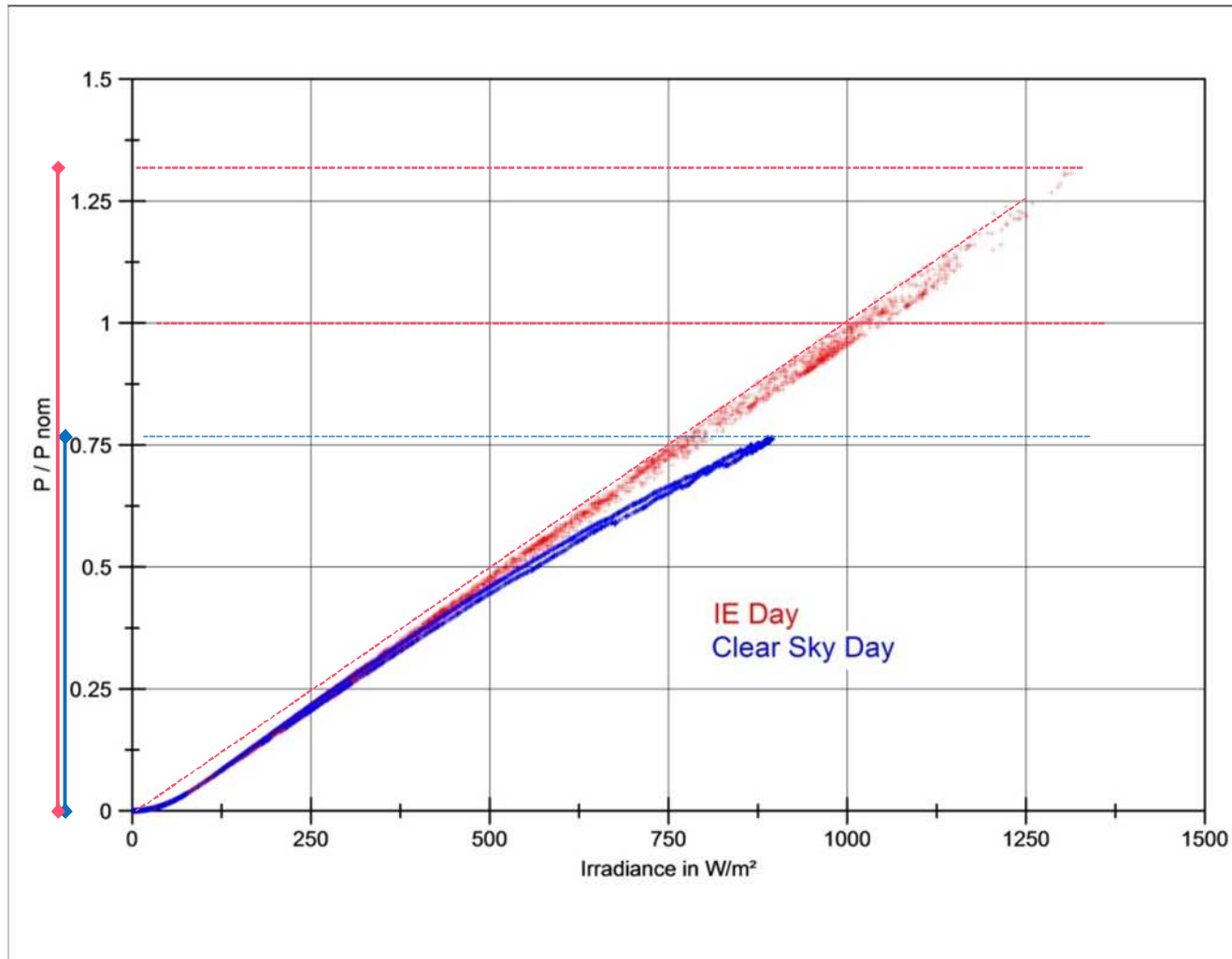


„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Modelled Operational Performance - Daily Profiles

IE- and CS-Reference Days | Reference Module a – Mono Crystalline



MPP-Operating Points

Parameter Definition
Normalised DC performance
 $= P_{DC.MPP}/P_{Nom}$



„Irradiance Enhancement“ – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Rundown and Next Steps

- Misjudgement #1: CS in July is the most yieldingly
- Misjudgement #2: STC conditions are artificially induced operating points
- Cue: IE-effect and sizing ratio >> (Poster **A8**)

- Further sites: Mediterranean Sea / Eastern Europe
- Further studies about cumulus clouds: correlation between clouds and systems
- Module-modelling: Further technologies - amorphous modules
- Modelling of complete systems
- Modelling with a solar generator simulator



23 MW PV Plant, "La Magascona", Trujillo, Cáceres (Spain), Area: 100 hectares, System type: Single axis trackers. Suntech Modules, Power Light Tracker (SunPower), Commissioned - July 2007



'Irradiance Enhancement' – Vortrag auf dem 26. PV-Symposium, Kloster Banz - Bad Staffelstein, 3. März 2011

Mike Zehner, Hochschule München, Arbeitsgruppe im Studiengang Regenerative Energien, zehner@ee.hm.edu

Thanks to All Colleagues Within this Project

Toni Weigl, Matthias Hartmann, Bernhard Mayer, Georg Wirth, Tom Betts,
Ralph Gottschalg, Heinz Lößlein, Bodo Giesler, Gerd Becker, Oliver Mayer



Acknowledgement, I am grateful for the help of ...

- Michal Krawczynski, CREST, University Loughborough (UK)
- Uffe Borup, Søren Bækhøj Kjær, Danfoss, Sonderborg (DK)
- Bernd Schwarz, Sharp, Hamburg (GER)
- Thomas Glotzbach, IWES Kassel (GER)
- Annette Hammer, University Oldenburg (GER)



Kick-Off for Questions ...





**... very much for your time,
your interest and your attention.**