

Quantifizierung von Einstrahlungsüberhöhungen in hoch aufgelösten DWD-Datensätzen für verschiedene Standorte in Deutschland

27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein)

1. März 2012

Mike Zehner, Mario Moll, Stefan Thaler, Oliver Schrank, Matthias Hartmann, Bernhard Mayer, Thomas Betts, Ralph Gottschalg, Klaus Behrens, Wolfgang Riecke, Werner Knaupp, Bodo Giesler, Gerd Becker, Oliver Mayer

Quantifizierung von Einstrahlungsüberhöhungen in DWD-Datensätzen

Warum sind Einstrahlungsüberhöhungen (Irradiance Enhancements / IE-Ereignisse) interessant?

- » Clear Sky Tage (Juli) > **nicht** die höchsten Leistungswerte
STC Bedingungen > **sind** sichtbare Betriebsbedingungen
Leistungswerte über 1500 W/m^2 > wurden gemessen
- » PV-Module haben 30 % mehr Leistung als unter STC

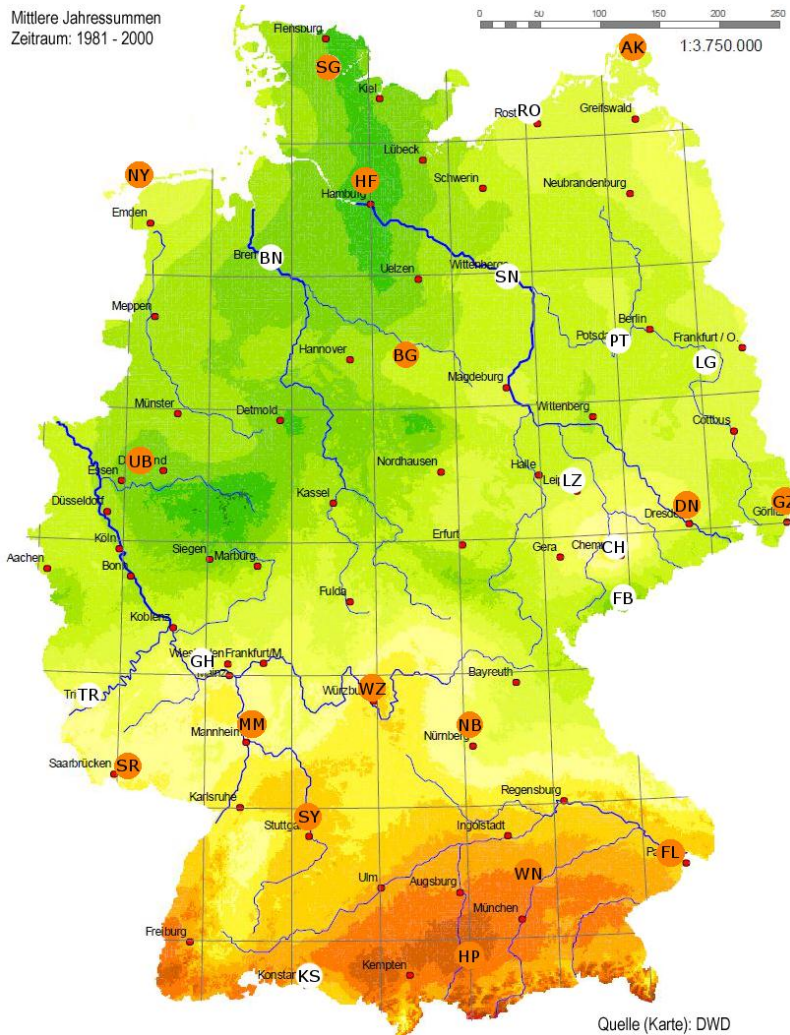
Struktur des Vortrags

- 1) Data Mining zur IE-Identifikation
 - a. Messnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD)
 - b. Werkzeuge und Kenngrößen
- 2) Auswertungen und Analysen
- 3) Zusammenfassung und nächsten Schritte



Data Mining – Strahlungsmessnetz des Deutschen Wetterdienstes

Mittlere Jahressummen
Zeitraum: 1981 - 2000



Stationen mit hoch aufgelöster Messdatenerfassung (min-Mittelwerte) im DWD Messnetz

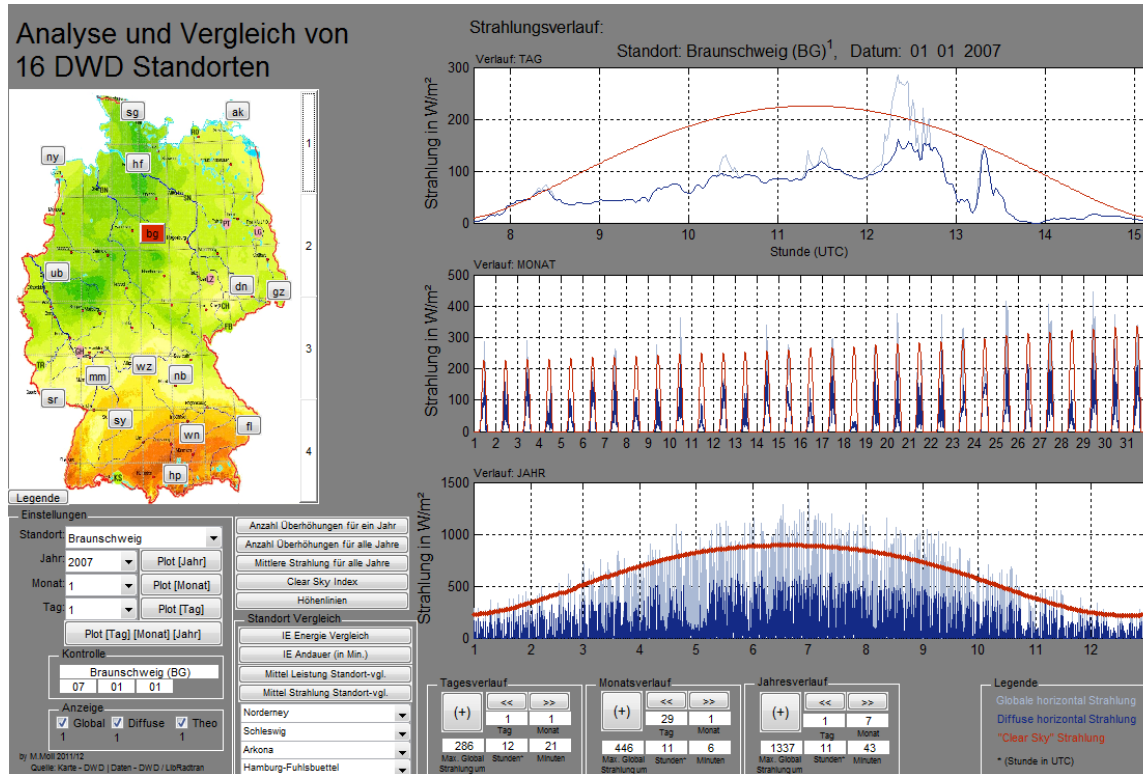
Lfd.-Nr.	Station	Kennung	Breite	Länge	Höhe	Synop
1	Arkona	AK	54,68	13,44	42	x
2	Bochum	UB	51,50	7,22	81	
3	Braunschweig	BG	52,29	10,45	88	x
4	Bremen	BN	53,05	8,79	5	x
5	Chemnitz	CH	50,81	12,89	357	x
6	Dresden-Klotzsche	DN	51,13	13,77	222	x
7	Fichtelberg	FB	50,43	12,96	1213	x
8	Fürstzell	FL	48,55	13,36	476	x
9	Geisenheim	GH	49,99	7,96	109	
10	Görlitz	GZ	51,16	14,96	238	x
11	Hamburg-Fuhlsbüttel	HF	53,64	10,00	16	x
12	Hohenpeißenberg	HP	47,80	11,02	977	x
13	Konstanz	KS	47,68	9,19	443	x
14	Leipzig-Holzhausen	LZ	51,32	12,41	148	
15	Mannheim	MM	49,51	8,55	97	x
16	Norderney	NY	53,71	7,15	13	x
17	Nürnberg	NB	49,45	11,07	307	x
18	Potsdam	PT	52,38	13,06	81	x
19	Rostock-Warnemünde	RO	54,18	12,08	4	x
20	Saarbrücken	SR	49,22	7,11	320	x
21	Schleswig	SG	54,53	9,55	43	x
22	Seehausen	SN	52,89	11,73	21	x
23	Stuttgart-Schnarrenberg	SY	48,83	9,20	311	
24	Trier	TR	49,75	6,66	265	x
25	Weihenstephan	WN	48,40	11,73	467	
26	Würzburg	WZ	49,77	9,96	268	x

1. Markierung der Stationen:
Orange Kreise: Ausgewählte Datensätze
Weisse Kreise: Nicht verwendete Datensätze
2. Messdatenquelle: DWD, Klaus Behrens, OT Lindenberg

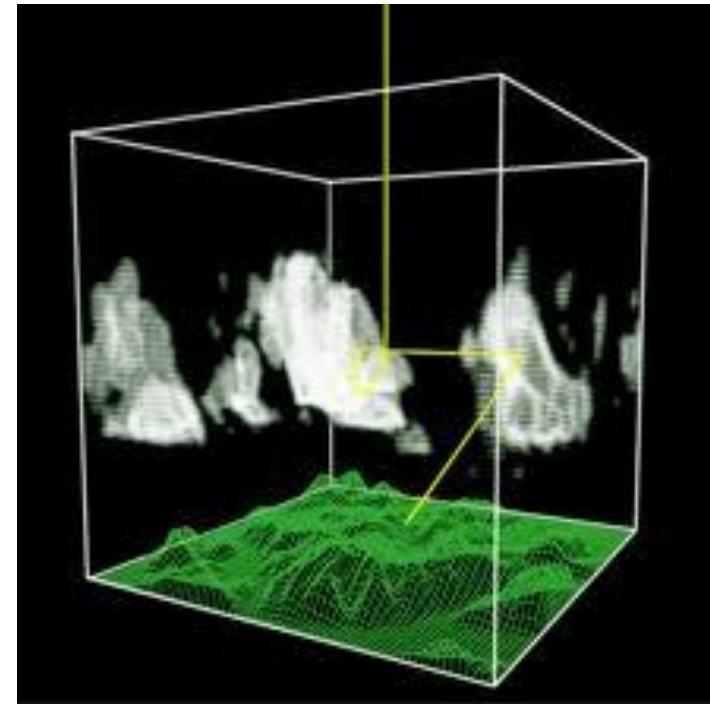
„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

Data Mining #1 – Werkzeuge bei der Messdatenanalyse

Auswertungsoberfläche in MATLAB



LibRadtran



2) www.libradtran.org

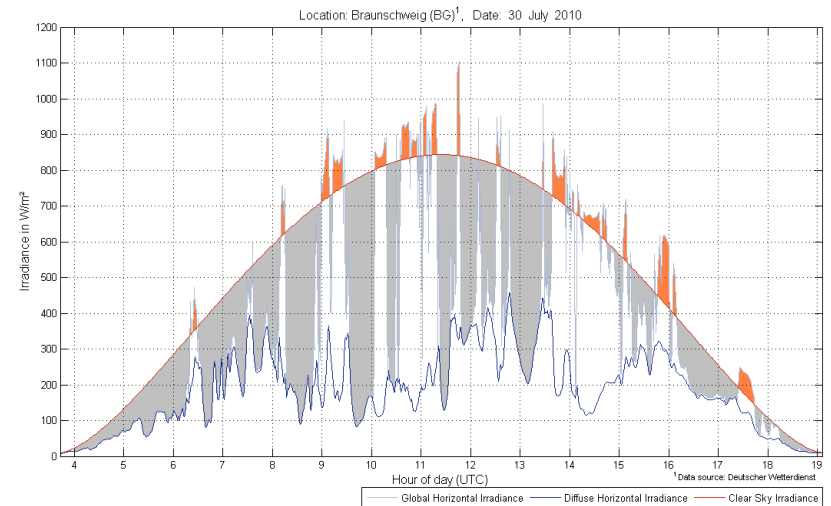
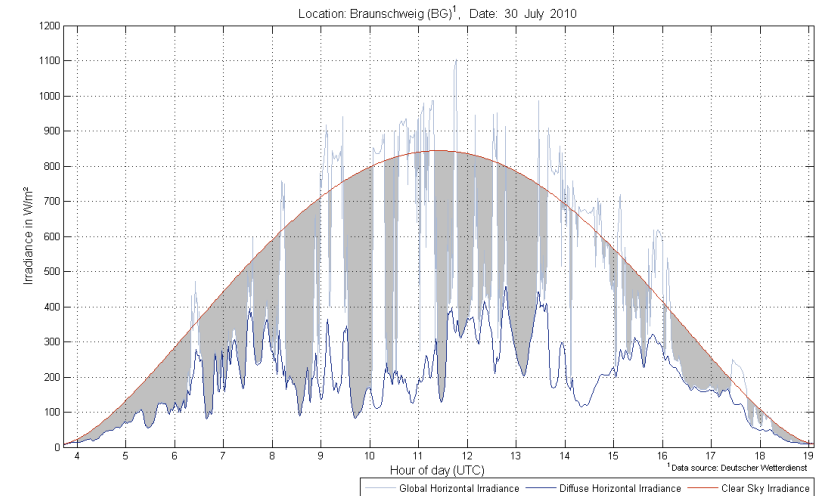
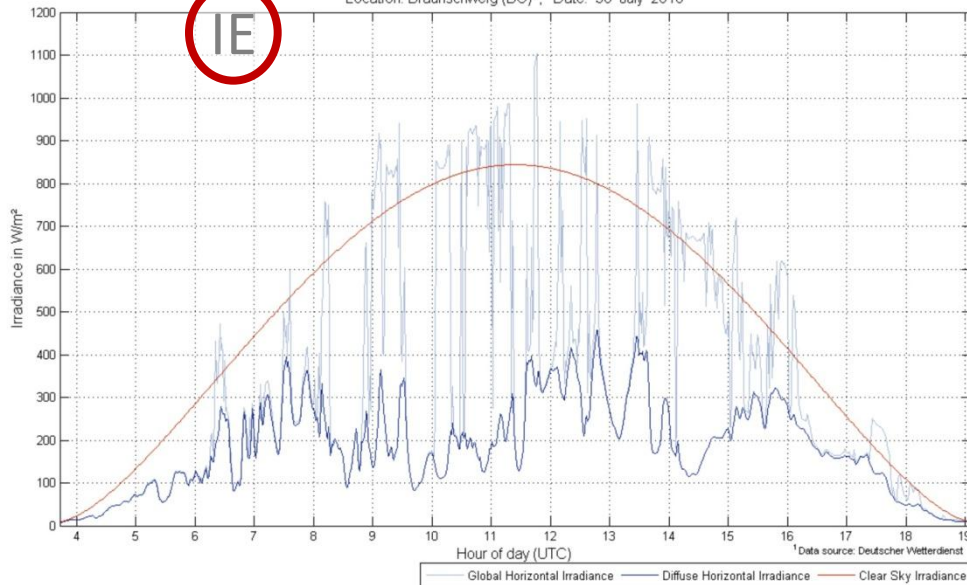


„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
 Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

Data Mining #2 – Irradiance Enhancement (IE)

IE

Location: Braunschweig (BG)¹, Date: 30 July 2010



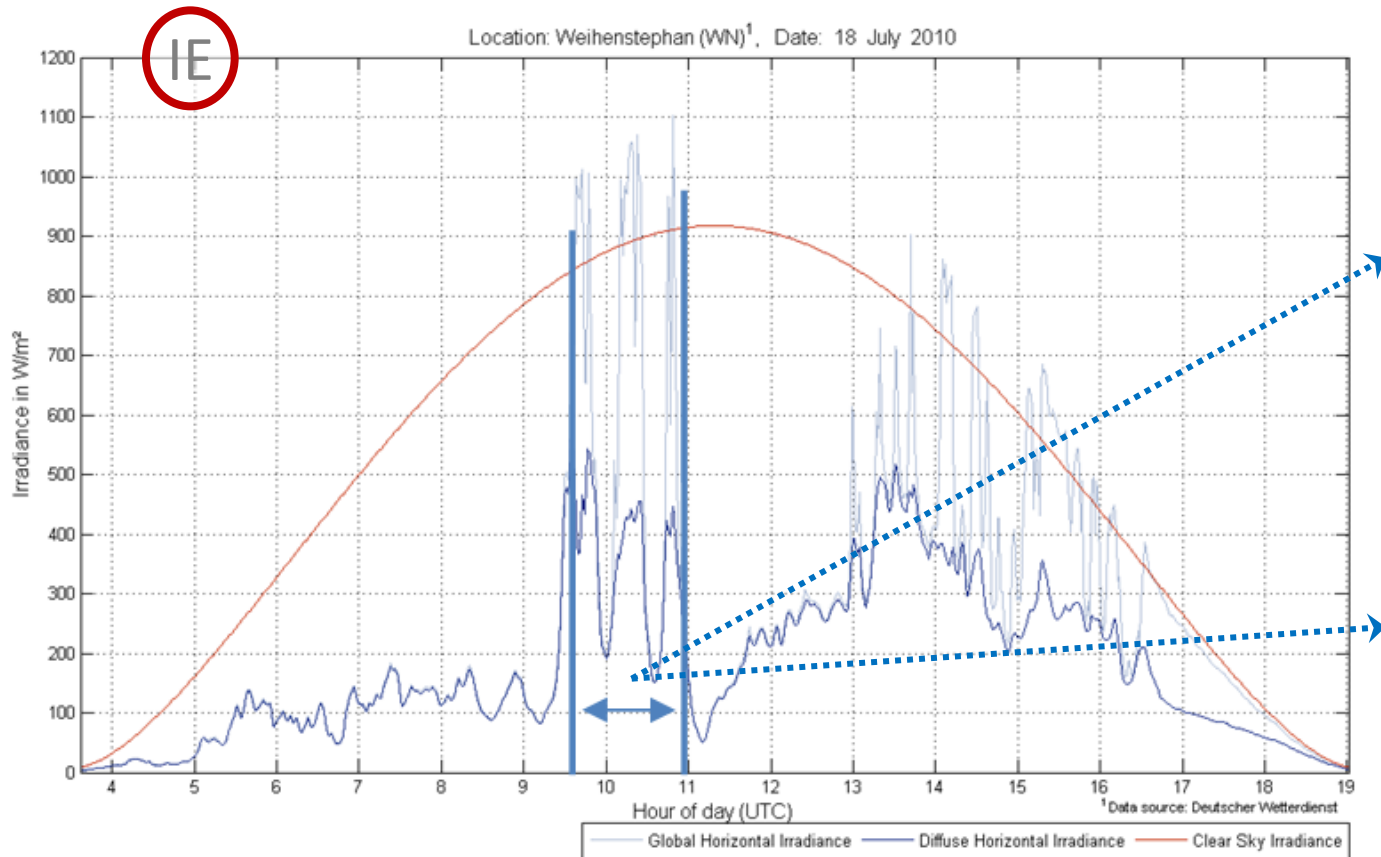
1. Rot: Clear Sky Tagesprofile mit LibRadtran
Hellblau: Globalstrahlung (GHI)
Dunkelblau: Diffusstrahlungsanteil
2. Ursache: additiver Strahlungseintrag durch Reflexion und Vorwärtsstreuung an Cumulus-Wolken



„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012

Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

Data Mining #3 – Vereinbarungen zur Quantifizierung des IE-Effekts



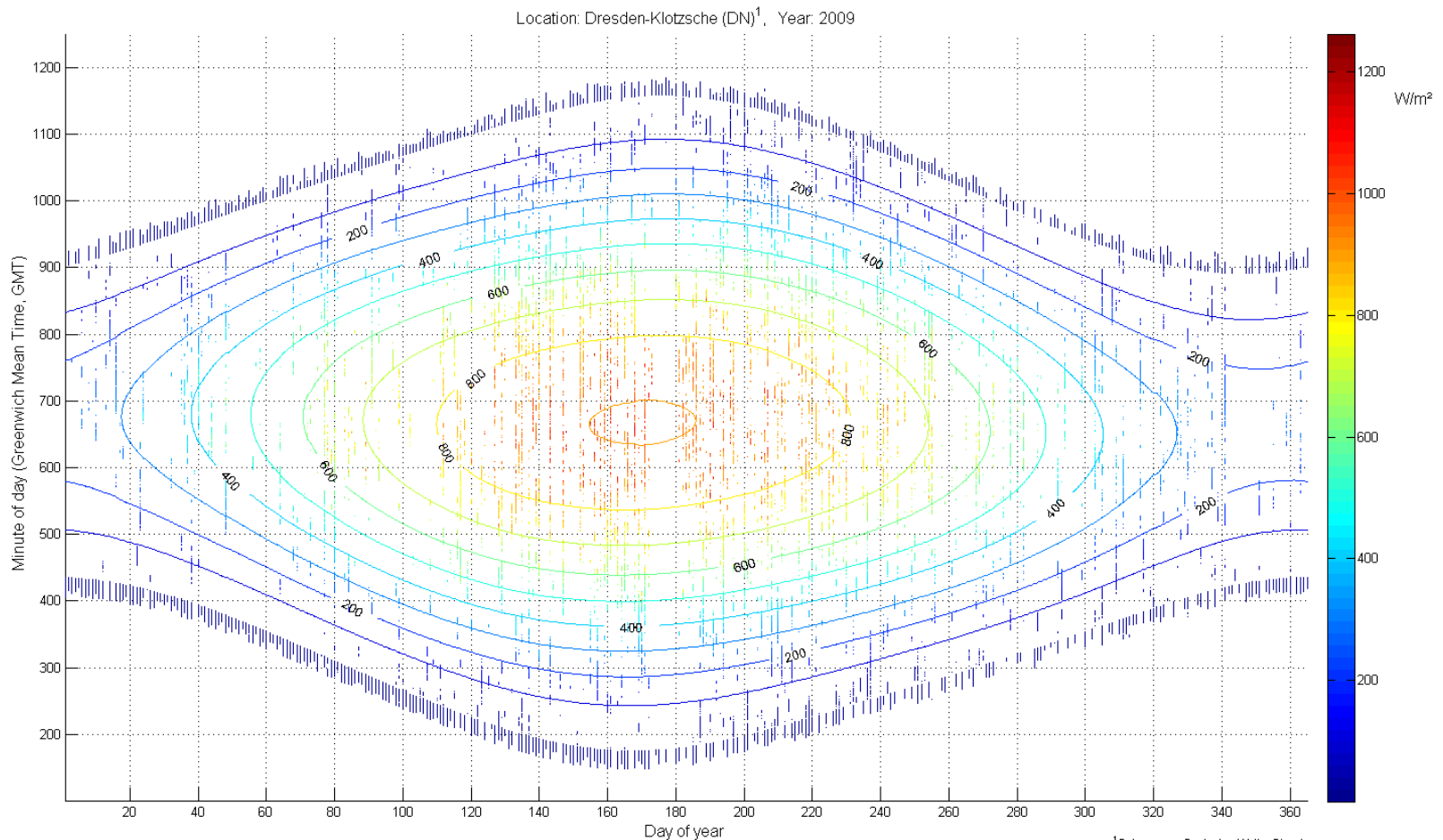
- 1) Yearly irradiation energy density (YED) in $kWh/(m^2 \cdot a)$
- 2) Zwei Kenngrößen:
 - i. Absolute Value (AV): IE Energy Fraction in % of YED
 - ii. Value above clear sky (AC): IE Fraction above CS in % of YED

„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012

Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu



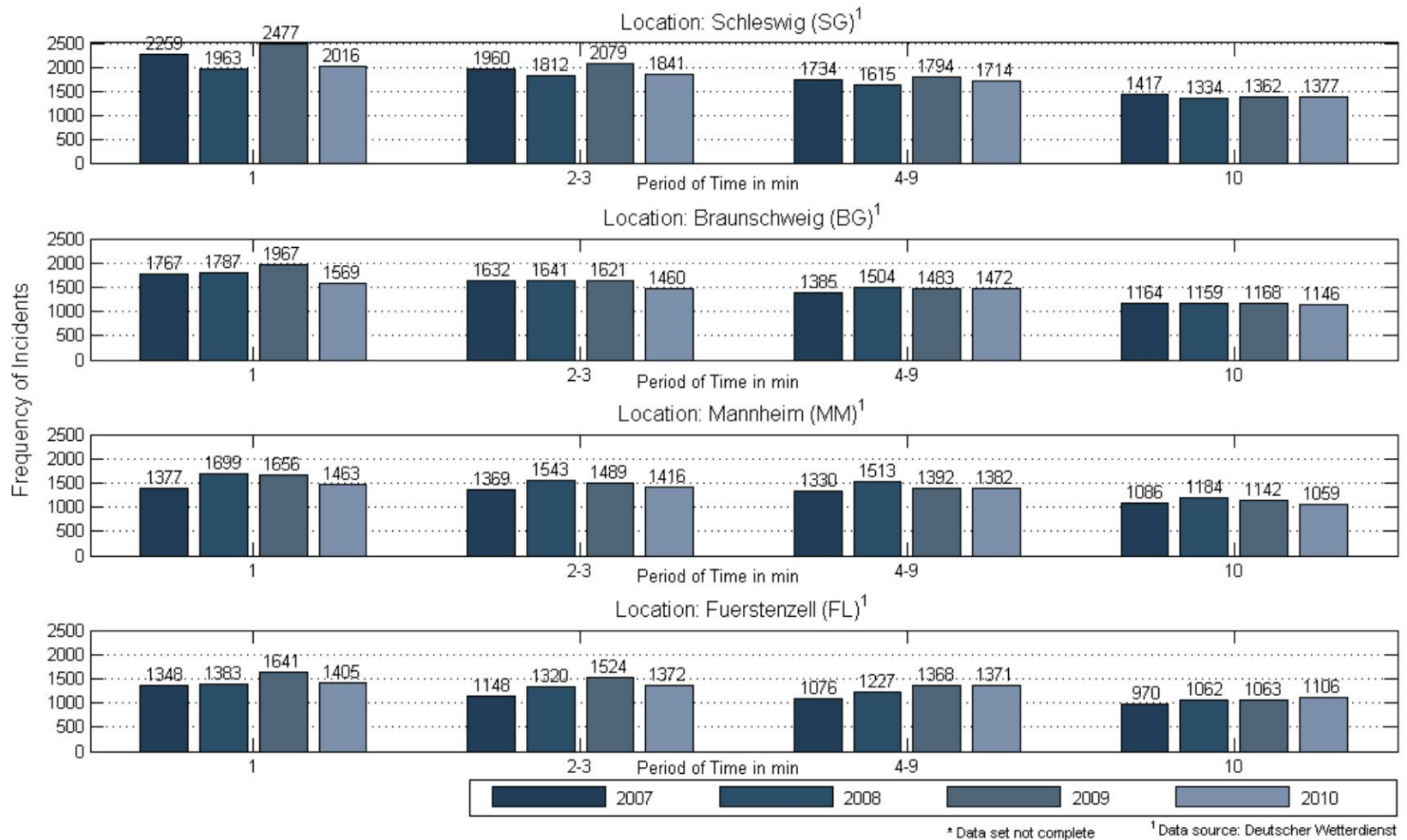
Site Assessment #1: IE-Häufigkeiten, Intensität und Dauer



„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu



Site Assessment #2: IE-Häufigkeiten 4 DWD-Stationen (von N nach S)

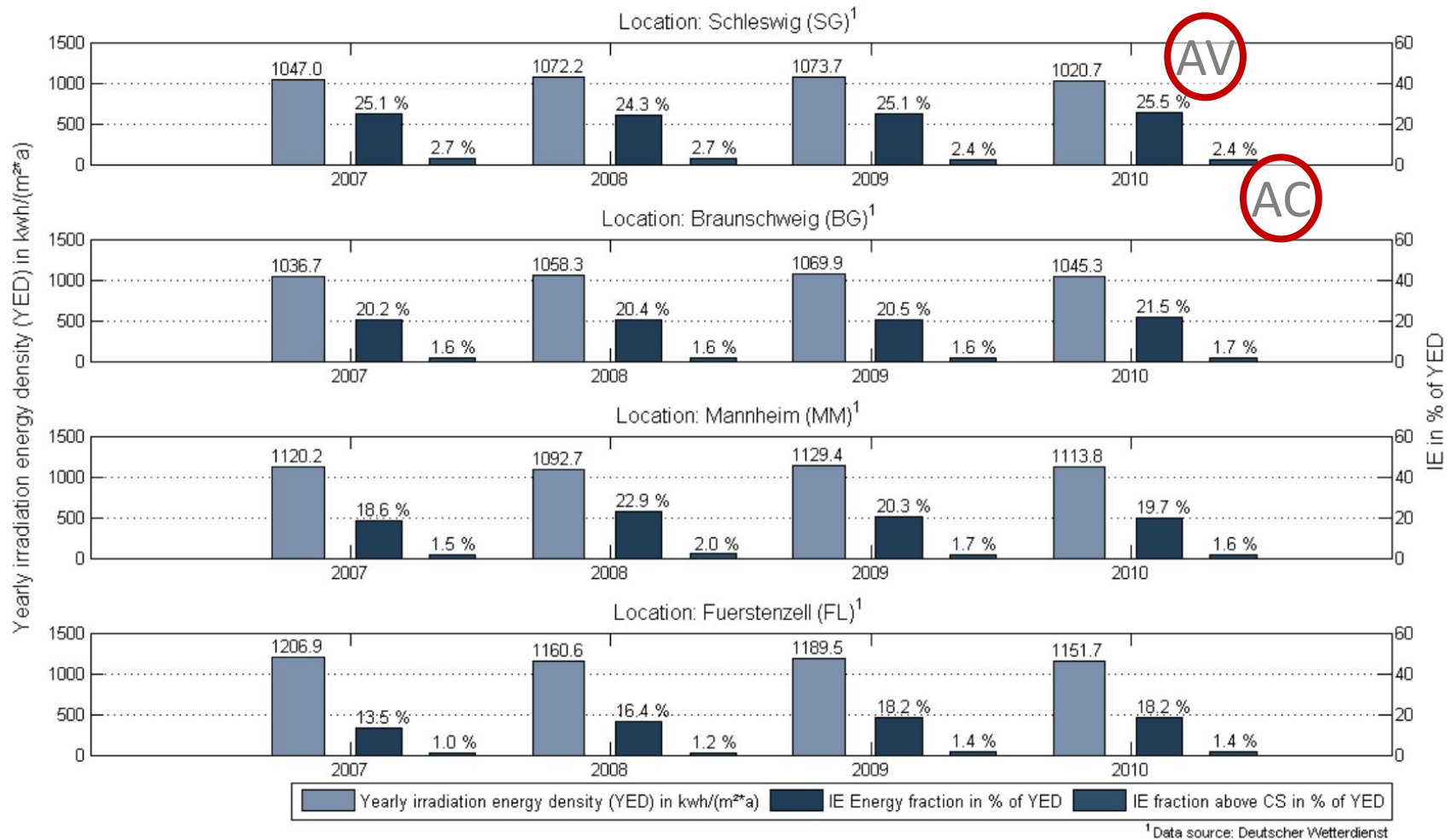


,Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen' – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012

Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu



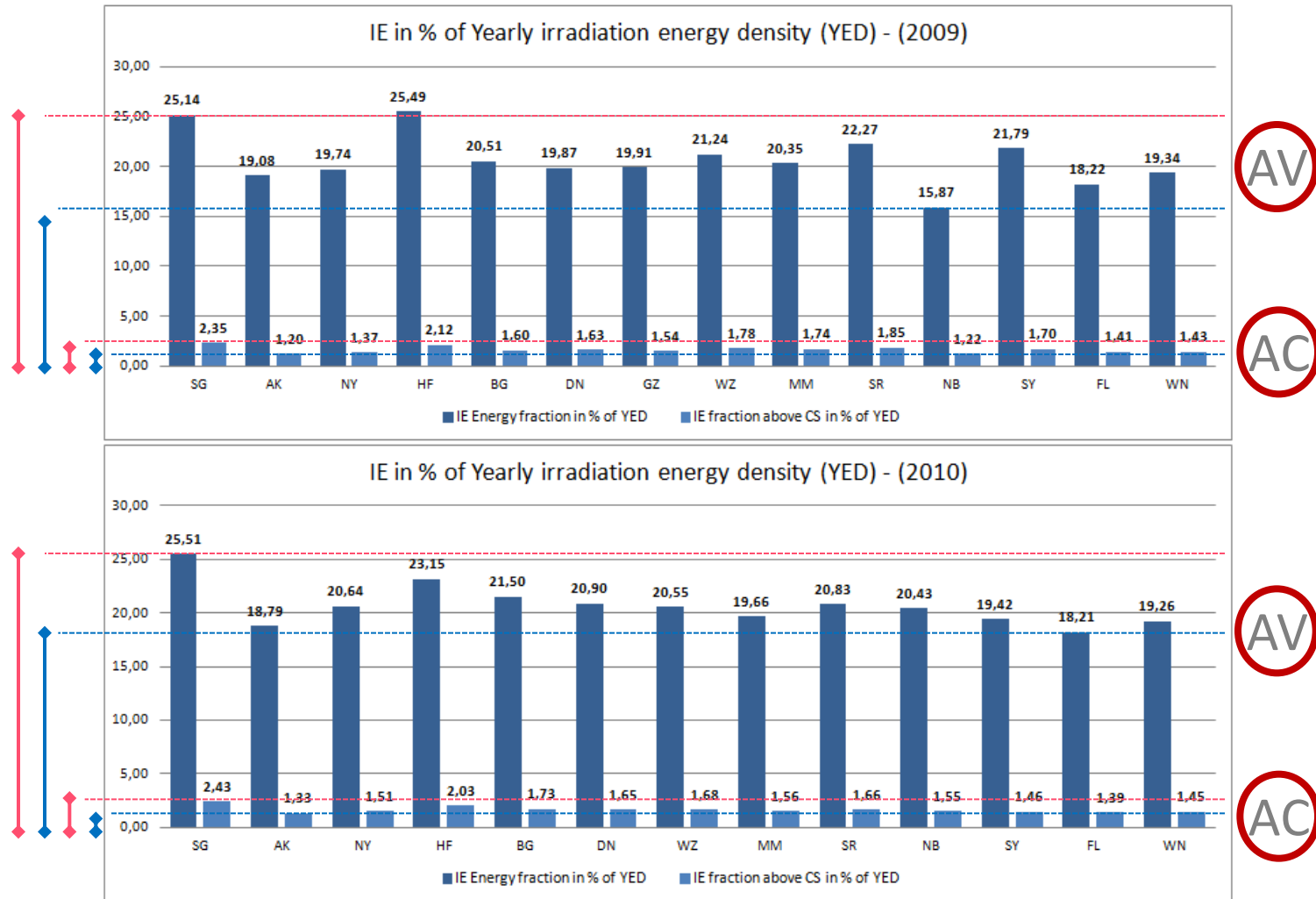
Site Assessment #3: IE-Energieanteile 4 DWD-Stationen (von N nach S)



„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012

Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

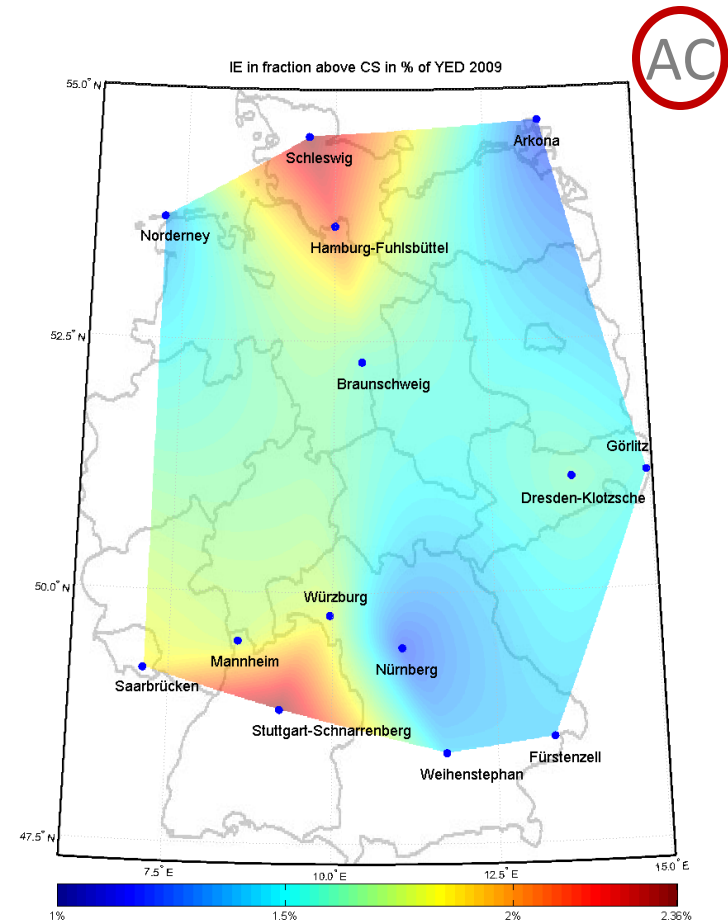
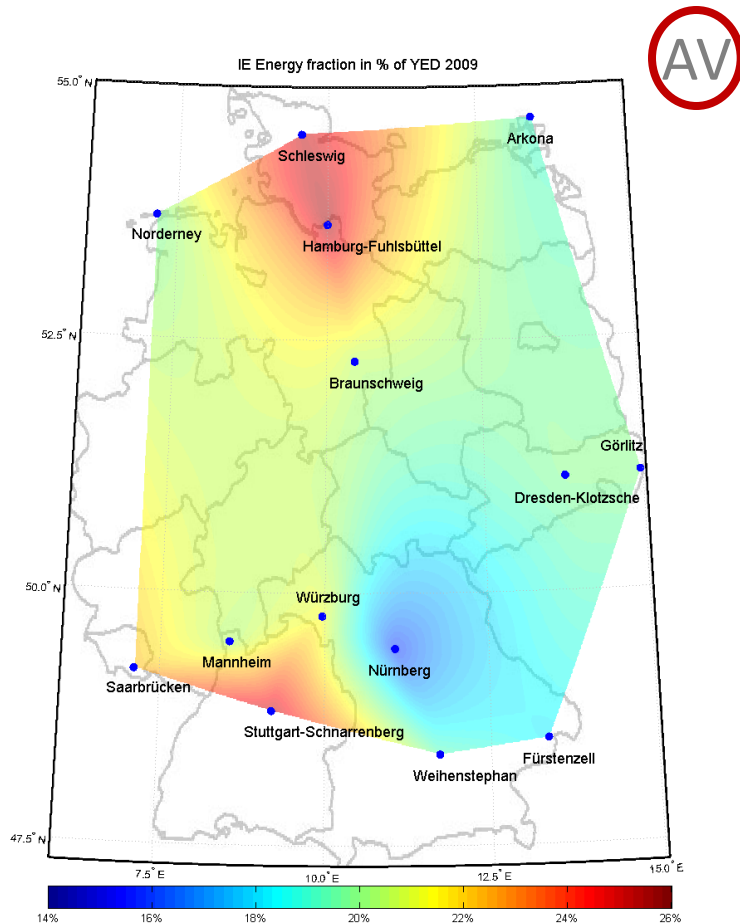
Site Assessment #4: IE-Energieanteile aller DWD-Stationen 2009/2010



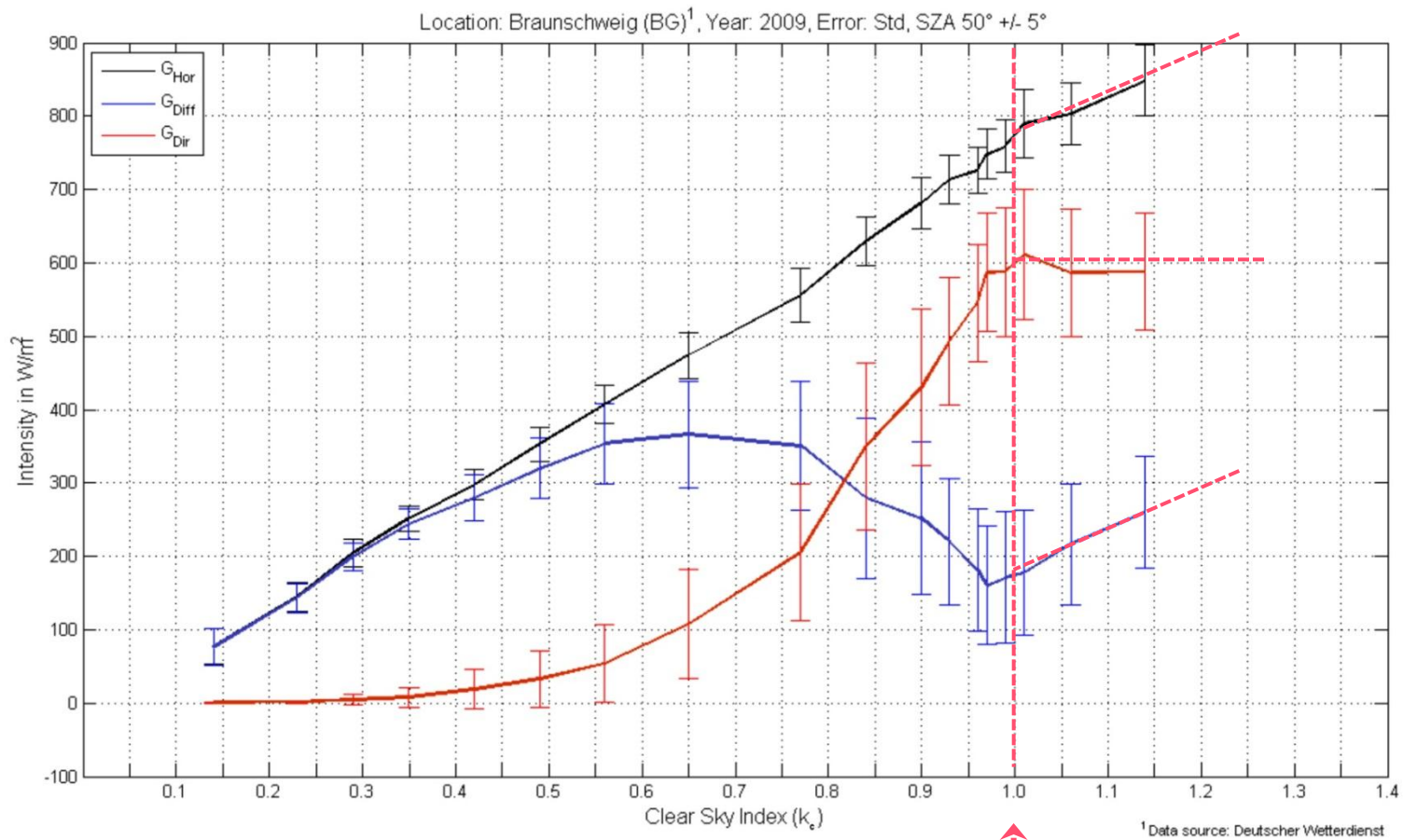
„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
 Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu



Site Assessment #5: Verteilung IE-Energieanteile aller DWD-Stationen



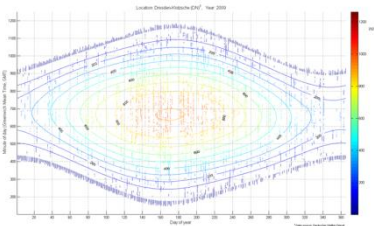
Nachweis für IE-Anteile über Clear Sky Index



$$\text{Clear Sky Index: } k_C = G_{hor} / G_{Clear}$$

Zusammenfassung und nächste Schritte

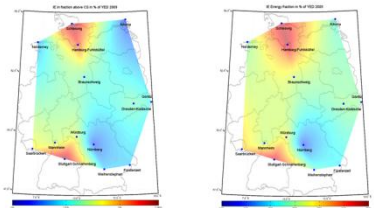
Site Assessment #1: IE-Häufigkeiten, Intensität und Dauer



- Einstrahlungsüberhöhungen sind identifizierbar ...
 - » ... in ganzen Tagesverläufen und
 - » ... im kompletten Jahresverläufen
- Deutlich sichtbar in Häufigkeit, Intensität und Dauer

„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

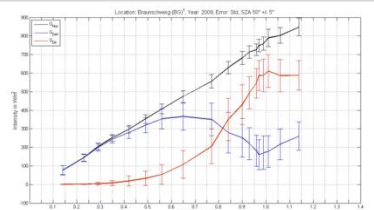
Site Assessment #4: Verteilung IE-Energieanteile aller DWD-Stationen



- Einstrahlungsüberhöhungen sind identifizierbar in allen untersuchten Datensätzen des DWD
- AV in 2009 (2010): min 15,9 (18,2) % | max 25,5 (25,5) %
- VC in 2009 (2010): min 1,2 (1,3) % | max 2,4 (2,4) %

„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

Nachweis für IE-Anteile über Clear Sky Index



- IE - Effekt > Analyse der Strahlungsanteile
 - » Additiver Eintrag in der Diffusstrahlung
 - » Nachweis über alle Standorte und Zenitwinkel möglich

„Quantifizierung von IE-Ereignissen in DWD-Datensätzen“ – 27. PV-Symposium, Kloster Banz (Bad Staffelstein), 1. März 2012
Mike Zehner, Munich University of Applied Sciences, Solar Technology Lab, Work Group PV Systems, mike.zehner@hm.edu

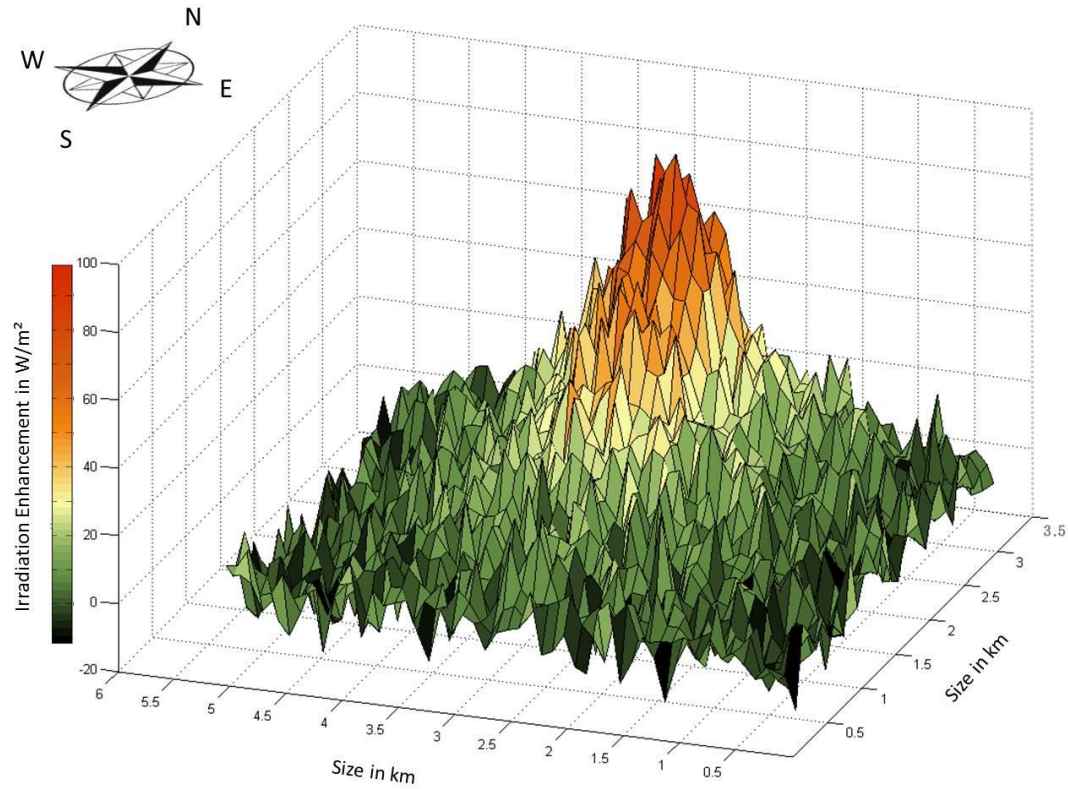
Thanks to All Colleagues Involved in this Project

Mario Moll, Stefan Thaler, Oliver Schrank, Matthias Hartmann, Bernhard Mayer, Thomas Betts, Ralph Gottschalg, Klaus Behrens, Wolfgang Riecke, Werner Knaupp, Bodo Giesler, Gerd Becker, Oliver Mayer



Acknowledgement – special thanks to ...

- Elke Lorenz, University Oldenburg
- Ralf Haselhuhn, DGS LV Berlin



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

Kick-Off for Questions ...