

PV Thermografie





- Bärni Schnieper
UML Ultraschall Messtechnik
Baumgarten 5
6253 Uffikon
- Elektromechaniker
- Techn. Kaufmann
- Selbstständiger Messtechniker seit 1986
- Thermograf EN473 Level II
- GEAK Experte
- Vorstandsmitglied des TheCH



Zum Inhalt

- PV - Systemtechnik
- Modulaufbau Wechselrichter
- Einsatzbereich
- MPP MaxPower Point
- Kameraauflösung
- Interpretationen
- Beispiele



SOLARSCHMIEDE

- Über uns
- Geschäftsfelder
- Referenzen
- Kooperationspartner
- Presse & Downloads
- Kontakt
- Impressum

INDIVIDUALSOFTWARE

- Conergy Planner
- Matrix
- PV Manager

LIZENZSOFTWARE

- 3DSolarWelt
- PVProfit
- PVscout
- WetSyn

ENGINEERING

- Ertragsgutachten
- Anlagenabnahme
- Anlagenanalyse
- Gewährleistungs-Check

Willkommen auf den Webseiten der SOLARSCHMIEDE!

Softwarelösungen im Design Ihrer Firma mit speziellem Funktionsumfang
Lizenzprogramme zur Auslegung und Optimierung von PV-Anlagen
Engineering rund um die Photovoltaik – Wetterdaten, Planung, etc.

Solar News

- 31.8.2011:** [Ammoniak-Beständigkeit von LG Solar-Modulen zertifiziert; Salznebel-Korrosionsprüfung ...](#)
- 31.8.2011:** [Innotech Solar: Photovoltaik-Module ITS Economy NEW erhalten Zertifikat für europäischen ...](#)
- 31.8.2011:** [PV_SEC 2011: Suntech stellt neue HiPerforma-Solarmodul-Produktlinie in Europa vor ...](#)
- 31.8.2011:** [Payom Solar AG meldet Umsatz- und Ertragssprung im zweiten Quartal ...](#)
- 31.8.2011:** [Röttgen: 20 Prozent erneuerbare Energien sind ein großer Erfolg; Investitionssicherheit ...](#)

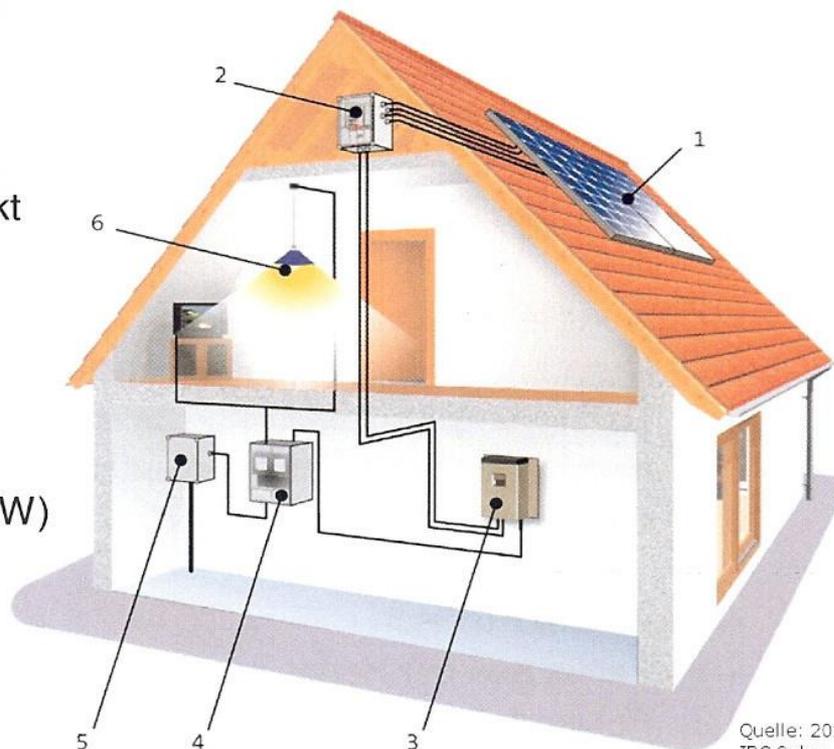
Referenzen Software

Einführung in die PV-Systemtechnik

Prinzipieller Aufbau einer PV-Anlage

Aufbau einer kleinen PV-Anlage:

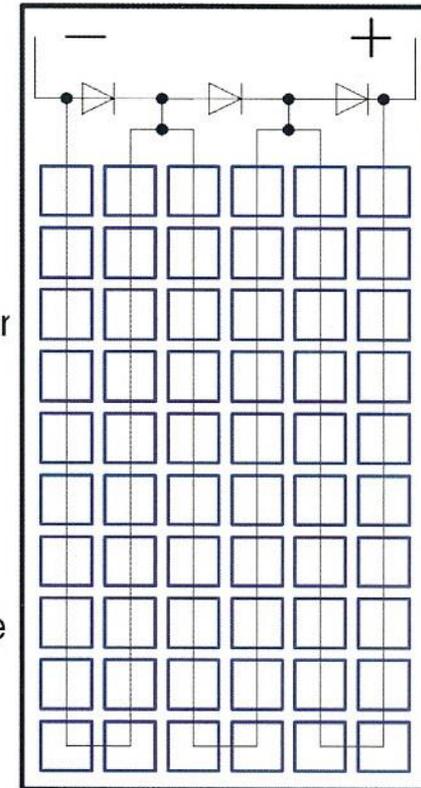
1. PV – Module
(zusammen „PV-Generator“)
→ Thermografie Schwerpunkt
2. Generatoranschlusskasten
(„GAK“ bei kleinen Anlagen oft nicht vorhanden)
→ Thermografie
3. String-Wechselrichter (< 20 kW)
→ Thermografie
4. Einspeisezähler
5. Netzanschluss
6. Verbraucher



Einführung in die PV-Systemtechnik

Funktionsweise von Modulen am Beispiel kristallinen „Standardmoduls“

- Eine Zelle liefert im Arbeitspunkt (MPP) ca. 0,5 V. Diese Gleichspannung ist für eine verlustarme Übertragung zu gering.
- Daher werden Zellen in Modulen in Serie geschaltet, am Beispiel 60 Stück => ca. 30 V Modulspannung.
- Um auf eine gut übertrag- und handelbare Spannung von knapp unter 1.000 V zu kommen, werden typischerweise bis zu 24 solcher Module ebenfalls in Serie verschalten => ca. 720 V Modulstringspannung.
- Damit sind effektiv in einem Modulstring 1440 Zellen hintereinander in Serie verschalten!
- Das Problem: Eine lange Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied! Um komplette Modulstrangausfälle wegen einer einzigen defekten Zelle zu vermeiden, werden Module meist in drei Substrings unterteilt, die im Fehlerfall von „Bypassdioden“ überbrückt werden.

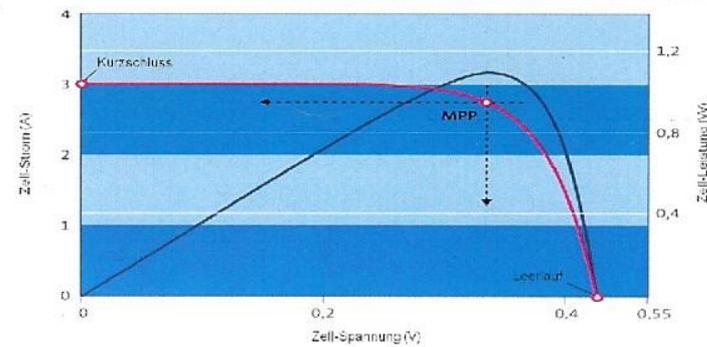


Einführung in die PV-Systemtechnik

Aufgabe und Funktion des Wechselrichters

Ein Wechselrichter hat die folgenden Aufgaben:

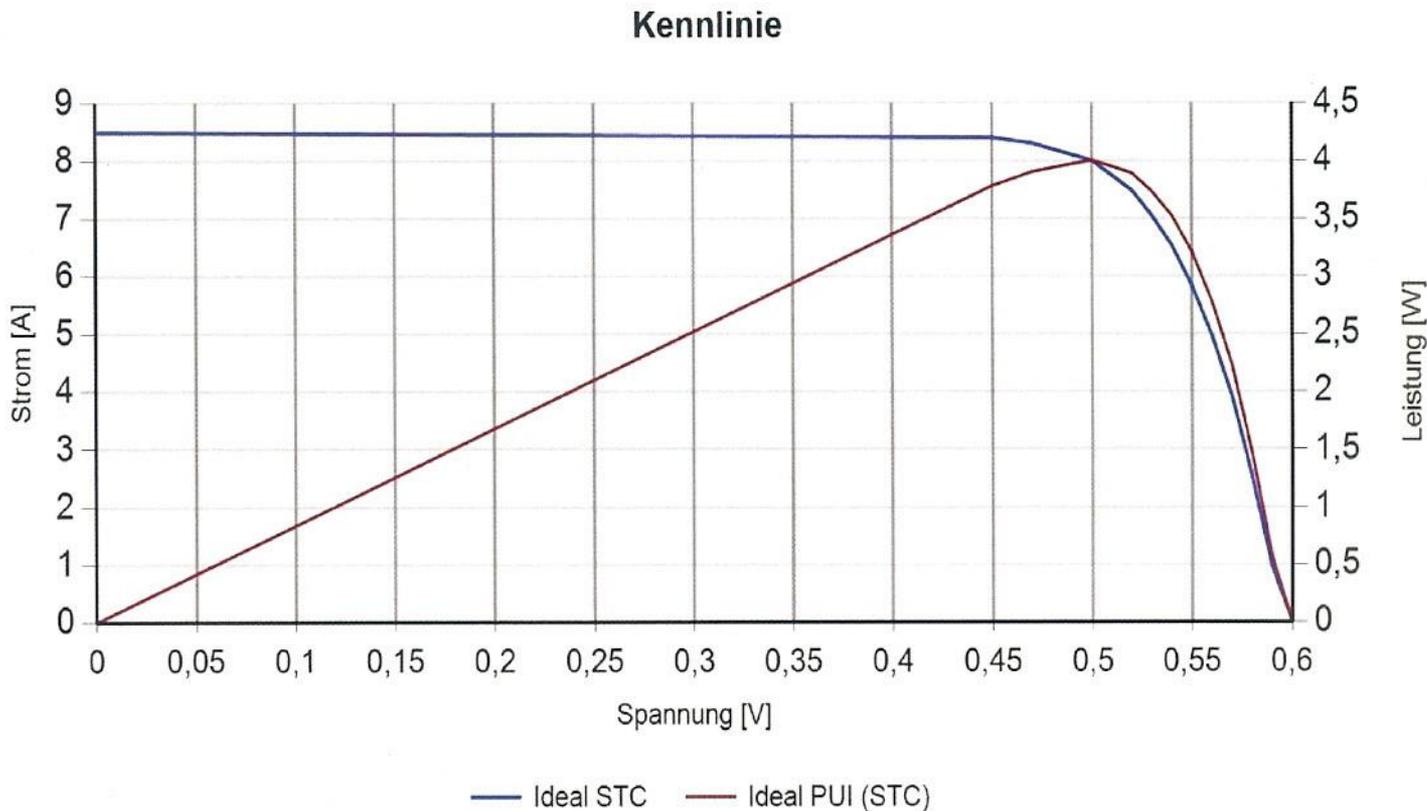
- Wandlung des Gleichstroms vom PV-Generator in Wechselstrom
- Synchronisation mit dem Netz und Einspeisung des Wechselstroms ins Netz unter Einhaltung verschiedener Grenzbedingung (z. B. „50,2 Hertz-Problem“)
- Regelung des PV-Generators auf den MPP-Punkt über den „MPP-Tracker“. Ein elektrischer Regler variiert im Wechselrichter permanent die elektrische Last auf der Suche nach dem Arbeitspunkt mit der höchsten Leistung.



Quelle: www.solarplus.de

Einführung in die PV-Systemtechnik

Elektrische Kennlinie einer Solarzelle



Thermografische Messtechnik

Weitere Messverfahren für PV-Anlagen

Für die Überprüfung von PV-Anlagen sind die folgenden Prüfwerkzeuge von Bedeutung:

- Offene Sinne => Sichtprüfung
- Multimeter und Stromzange
(mind. 1.000 V und 20 A; DC und AC)
→ sollte immer dabei sein
- Handeinstrahlungsmessgerät
→ sollte immer dabei sein
- Kennlinienmessgerät
→ gute Ergänzung
- Isolations- und Erdungswiderstandsmessgerät;
→ mögliche Ergänzung



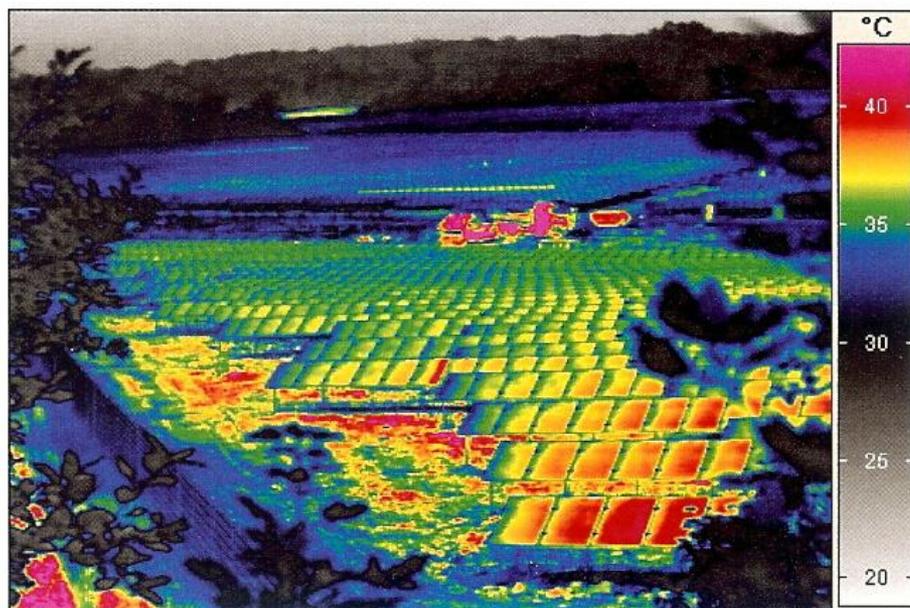
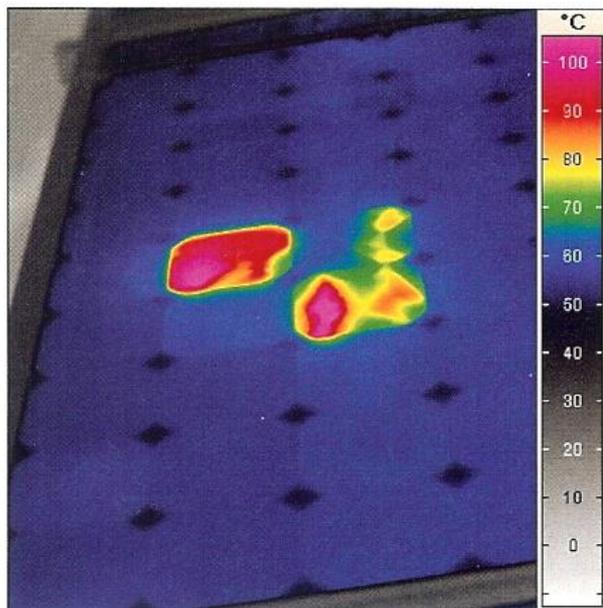
Motivation für die PV-Thermografie

Spektrum der Ortsauflösung der PV-Thermografie

Thermografie hat den breitesten Einsatzbereich aller PV-Messverfahren:

Von der Auflösung einzelner Brüche auf Zellebene...

...über die Unterscheidung vieler Fehler auf Modulebene bis zum schnellen Blick über mehrere MW-Generatorfläche.

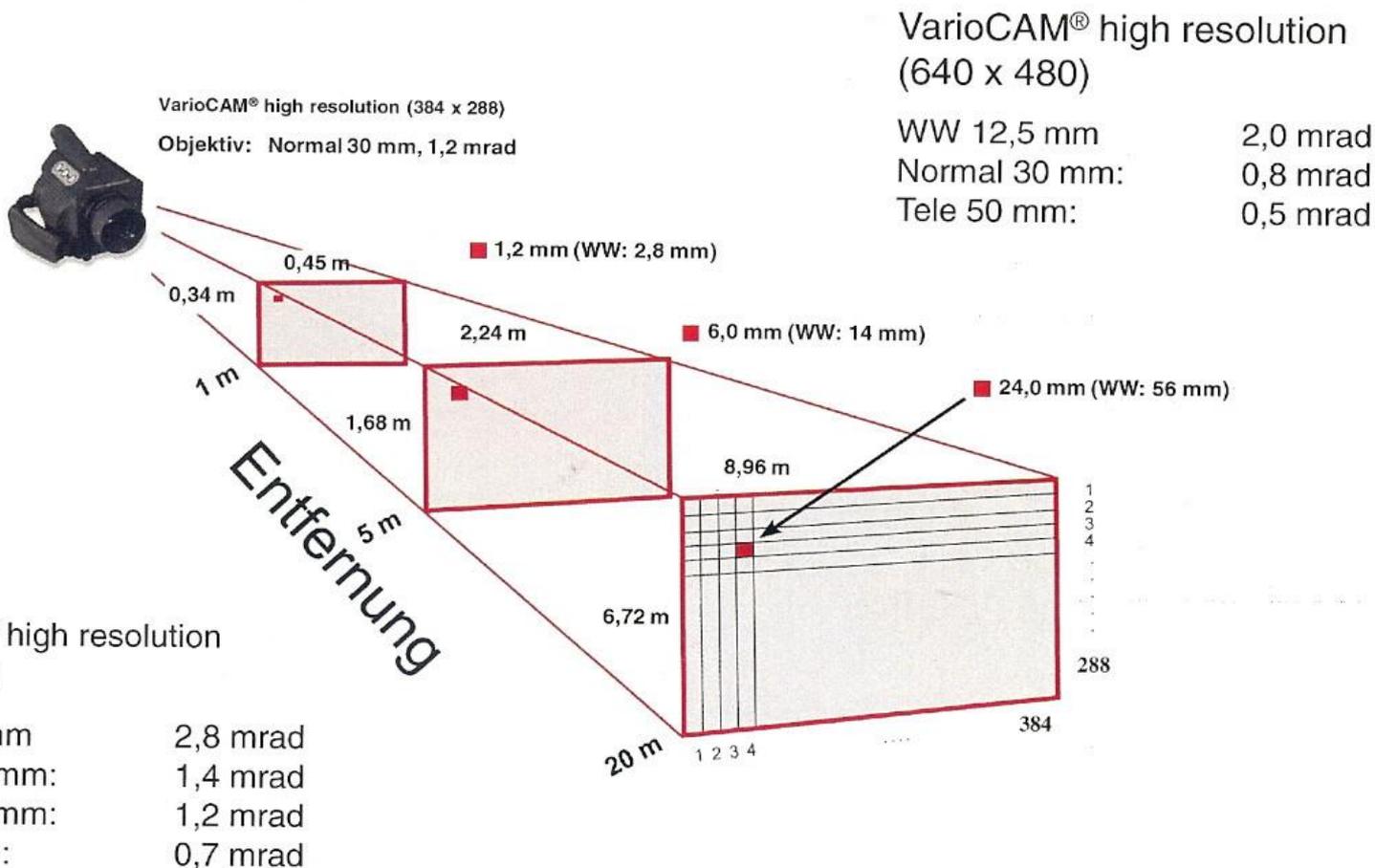




Weitwinkel oder Teleobjektiv

Praxis und Auswertesoftware

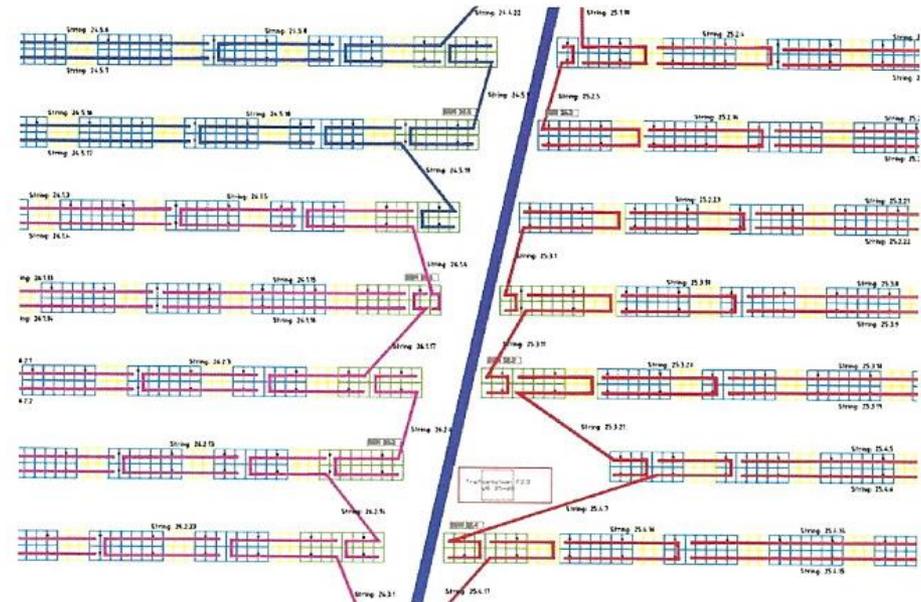
Abstandsabhängige Bildfeldgeometrie am Beispiel von VarioCAM® hr



Thermografische Messtechnik

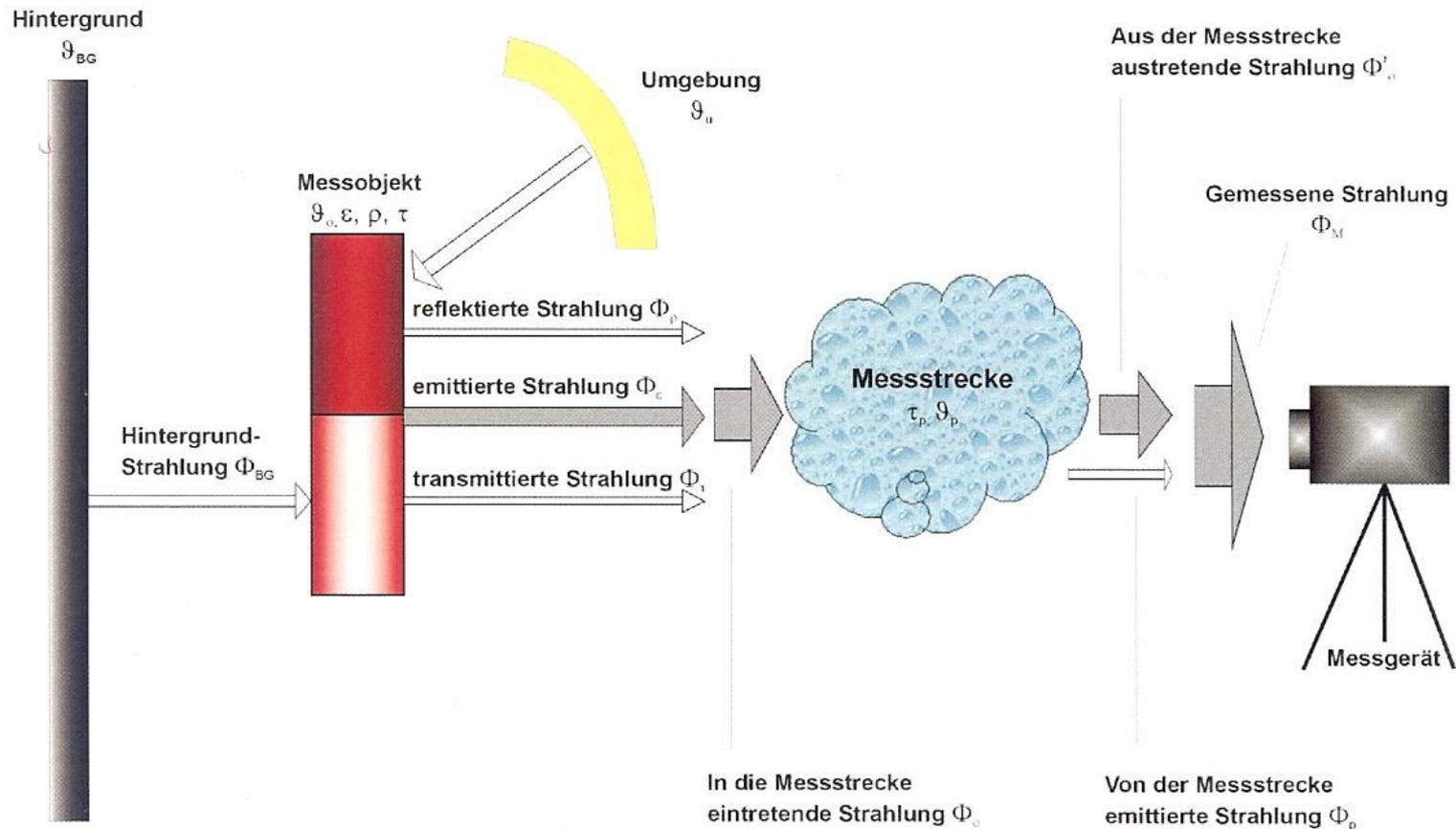
Voraussetzung für die Vermessung

- Vor jeder Vermessung muss abgeklärt werden, ob die PV-Anlage in Betrieb ist. Auch vor Ort sollte man dies immer überprüfen, beispielsweise mittels „Verschattungstest“. Ein Generator, der nicht im MPP ist, liefert keine aussagekräftigen Thermogramme.
- Desweiteren sind Dokumente über die Anlage insbesondere Stringpläne einzuholen. Diese sollten so weit aufgelöst sein bzw. entsprechend ausgedruckt werden, dass jedes einzelne Modul eindeutig auf dem Plan zugeordnet und gegebenenfalls markiert werden kann.



Thermografische Messtechnik

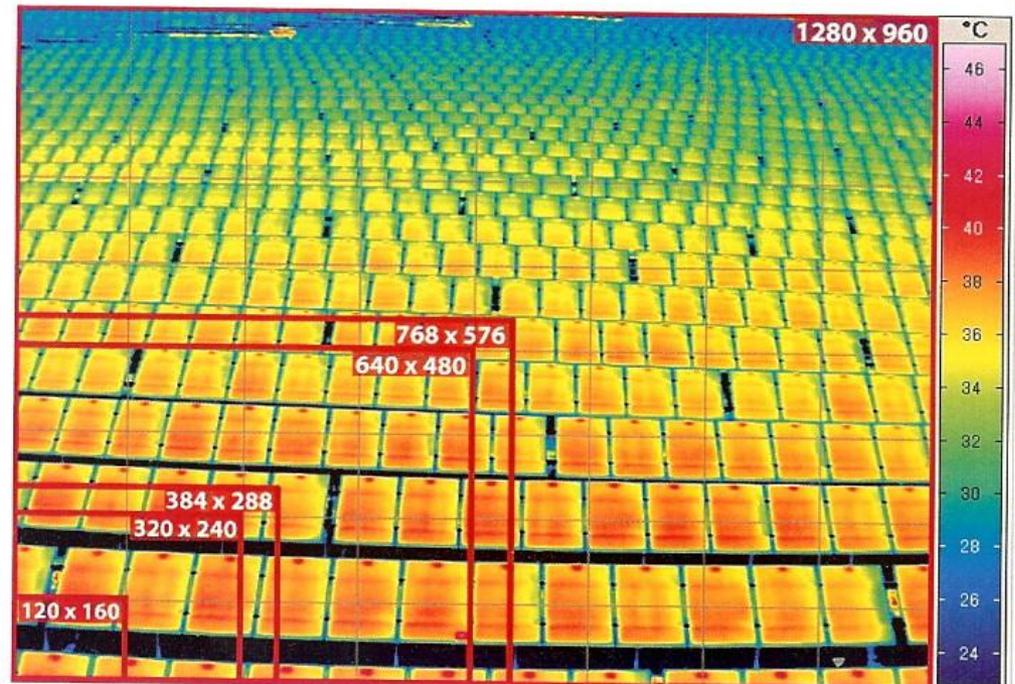
Physikalisches Prinzip – Strahlungsanteile der thermografischen Messanordnung



Praxis und Auswertesoftware

Gegenüberstellung der Bildfeldgeometrien verschiedener Detektorformate

- Vergleich der Bildfeldgeometrien zur Erreichung der erforderlichen Pixelgröße (mind. 3 Pixel auf dem kleinsten Messobjekt)
- Bei PV-Anlagen ist eine Auflösung von mindestens (4 x 4) Pixel auf einer Zelle sinnvoll.
- Bei einer Standardzelle mit 156 mm + Rand sollte man damit eine Auflösung von max. 4 cm pro Pixel einhalten.



Thermografische Messtechnik

Mittel zum Erreichen der Aufnahmeposition

- Vorsicht im Umgang mit Hebebühnen auf unbekanntem Untergrund.
- Speziell Teleskop-Bühnen ohne Stützen auf Freiflächenanlagen bergen Gefahren. Der Boden über nicht verdichteten Kabelschächten kann nachgeben. Das Absacken eines Rades um nur 10 cm kann den Korb um mehrere Meter auslenken!

- ┌ nicht von befahrenen Wegen abweichen
- ┌ 15 m TB wiegt knapp 8 Tonnen!
- ┌ Position der Kabelschächte kennen
- ┌ vor- und zurücksetzen
- ┌ nicht zu weit ausschwenken

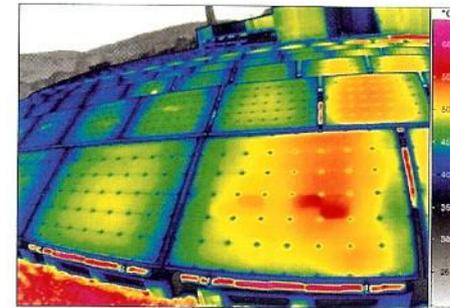


Thermografische Messtechnik

Vergleich Thermografie vs. Kennlinienmessung

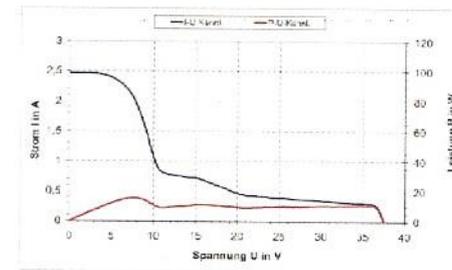
Vorteil Thermografie – Nachteil Kennlinienvermessung

- + genaue Positionsbestimmung des Fehlers
- + schnelle Fehlererkennung in großen PV-Flächen
- + kein Eingriff in die Anlage erforderlich
- + Vermessung von Dünnschichtmodulen
- + Unterscheidung vieler verschiedener Fehler (durchgeschaltete Bypass-Dioden, Kurzschlüsse, Zell- und Zellkontaktierungsfehler, etc.)



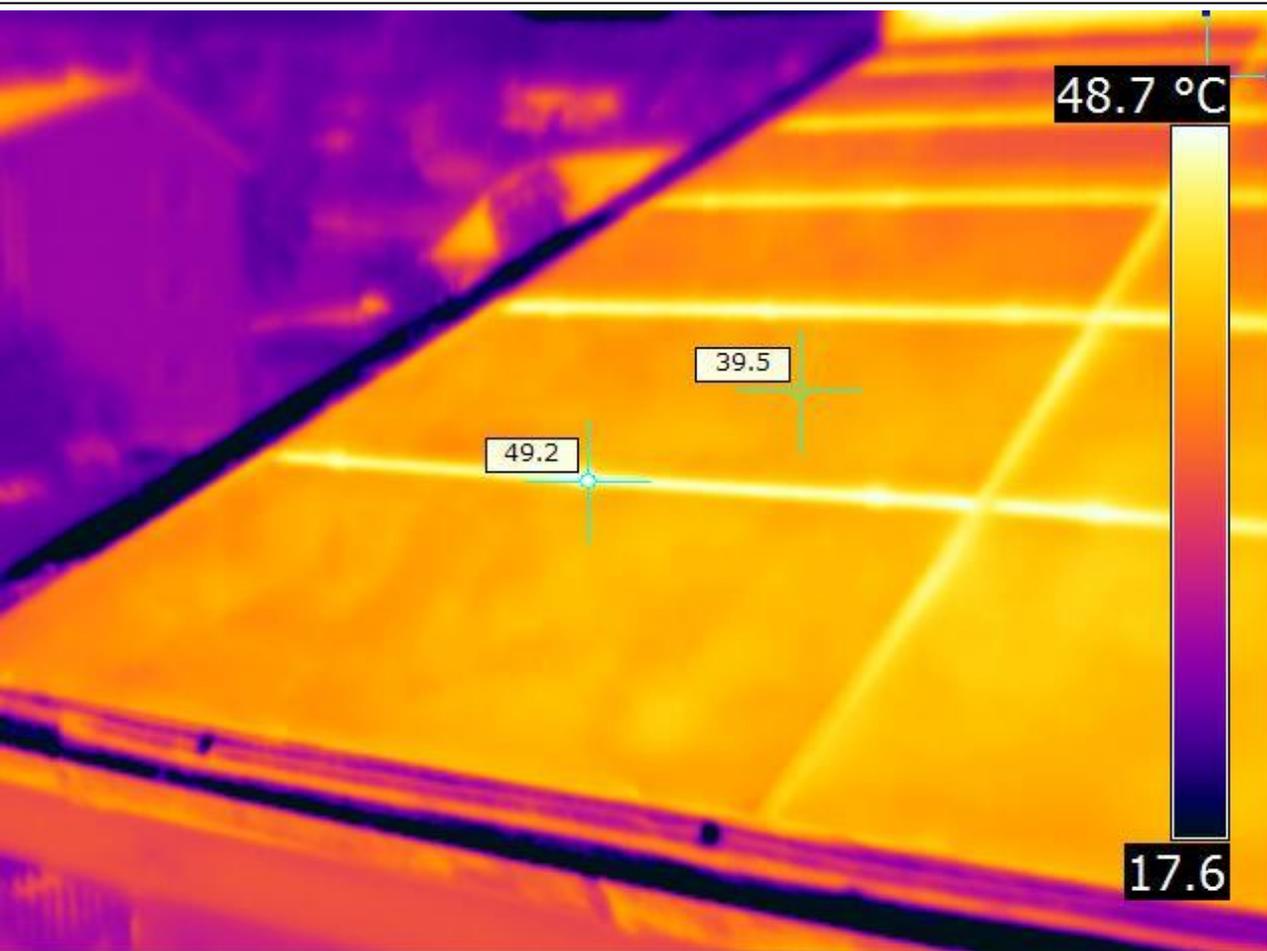
Nachteil Thermografie – Vorteil Kennlinienvermessung

- im Mittel teurere Messtechnik
- zusätzlicher Materialaufwand (Steiger)
- keine Fehlererkennung wenn nicht einsehbar
- keine Erkennung von falschen String-Längen
- keine genaue Leistungsbestimmung





Beispiele





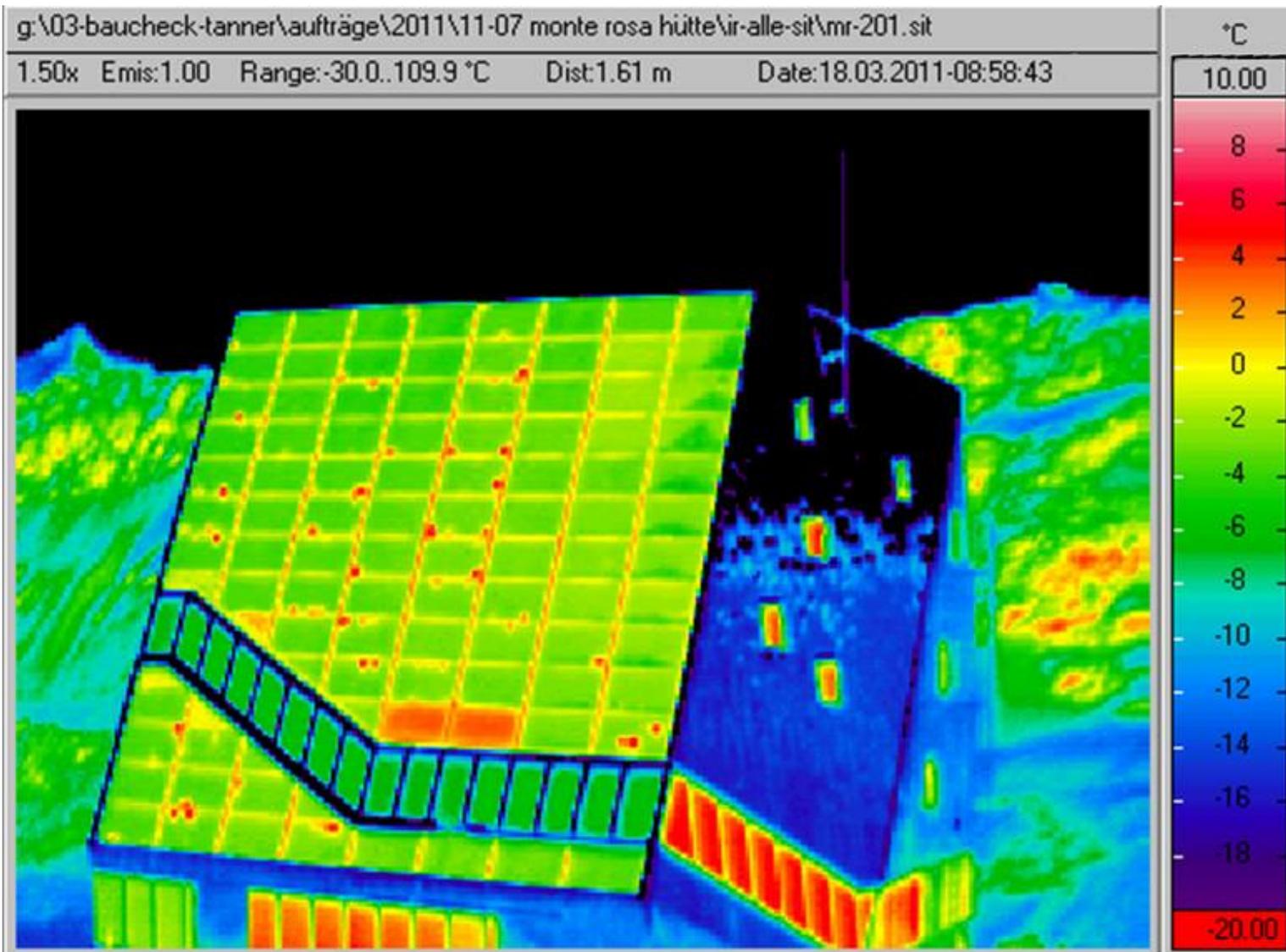
Beispiele





Danke, Stöff

ULTRASCHALL MESSTECHNIK





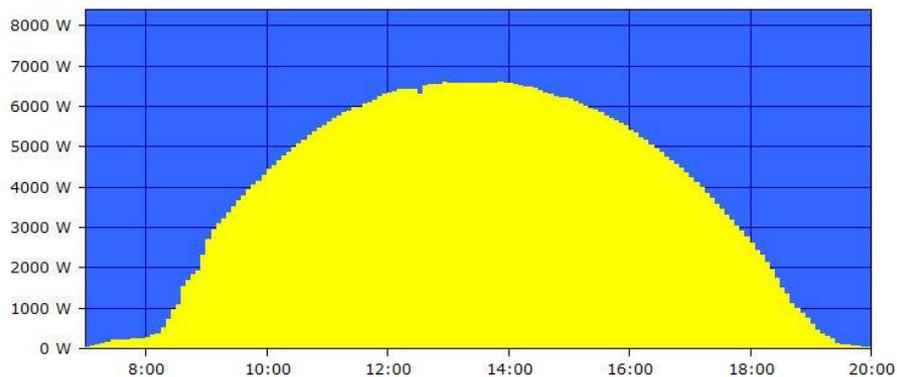
Solarertrag

ULTRASCHALL
MESSTECHNIK



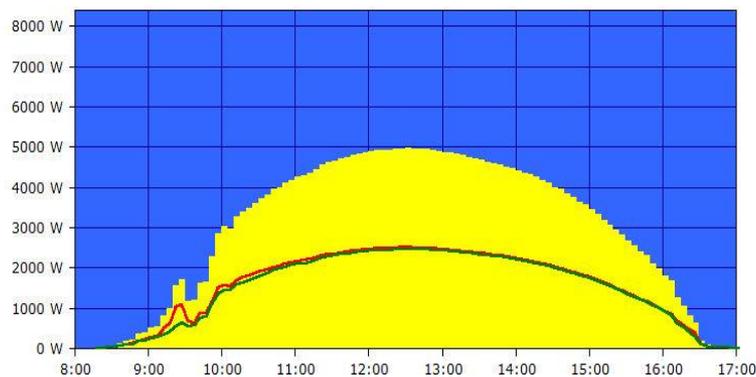
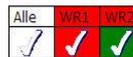
Tagesübersicht
01.09.10

Ertrag Udc kWp WR-T Werte



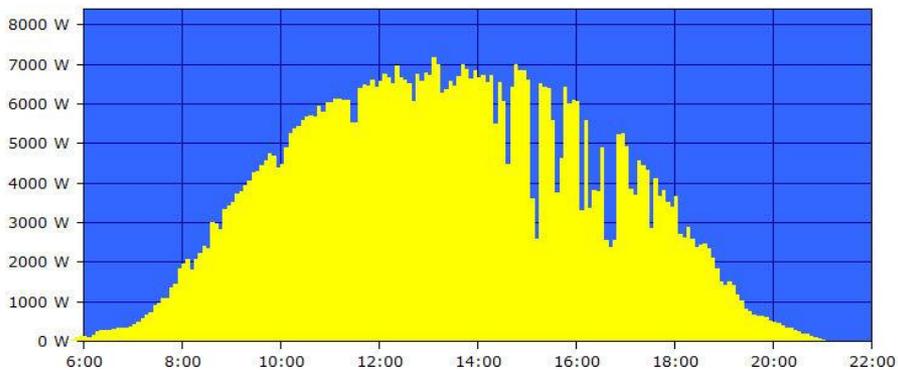
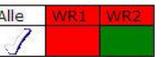
Tagesübersicht
16.01.11

Ertrag Udc kWp WR-T Werte



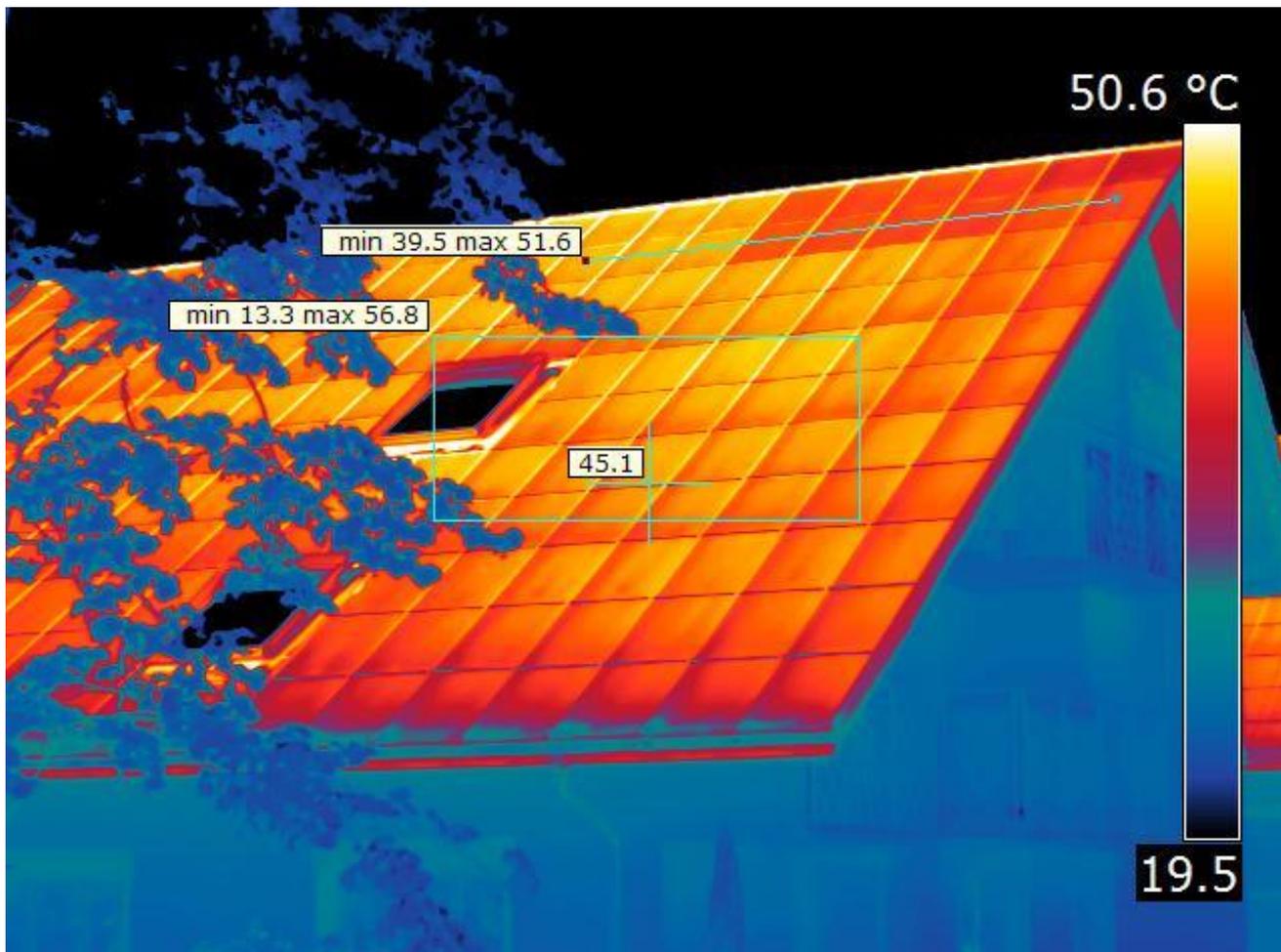
Tagesübersicht
12.06.11

Ertrag Udc kWp WR-T Werte



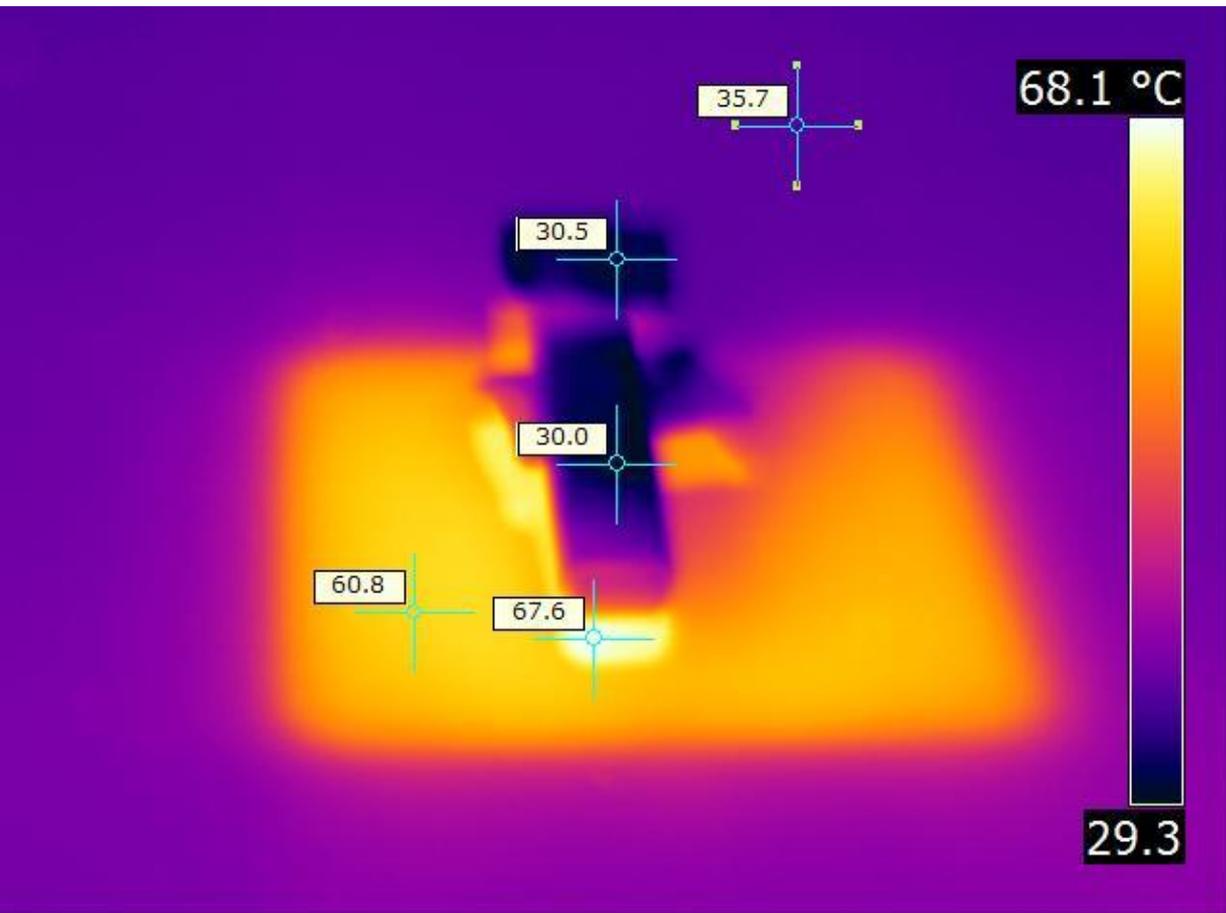


Was sieht man hier?



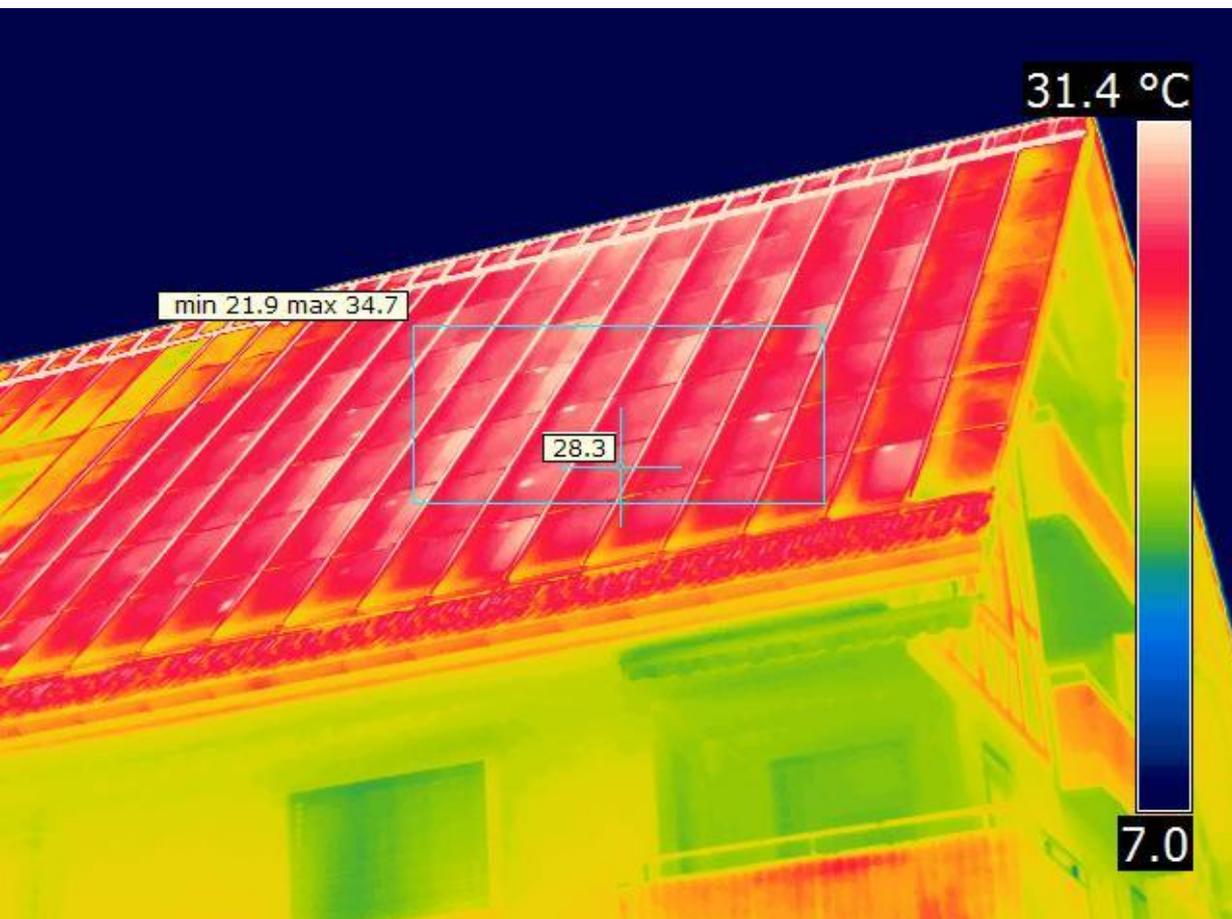


Vögel?



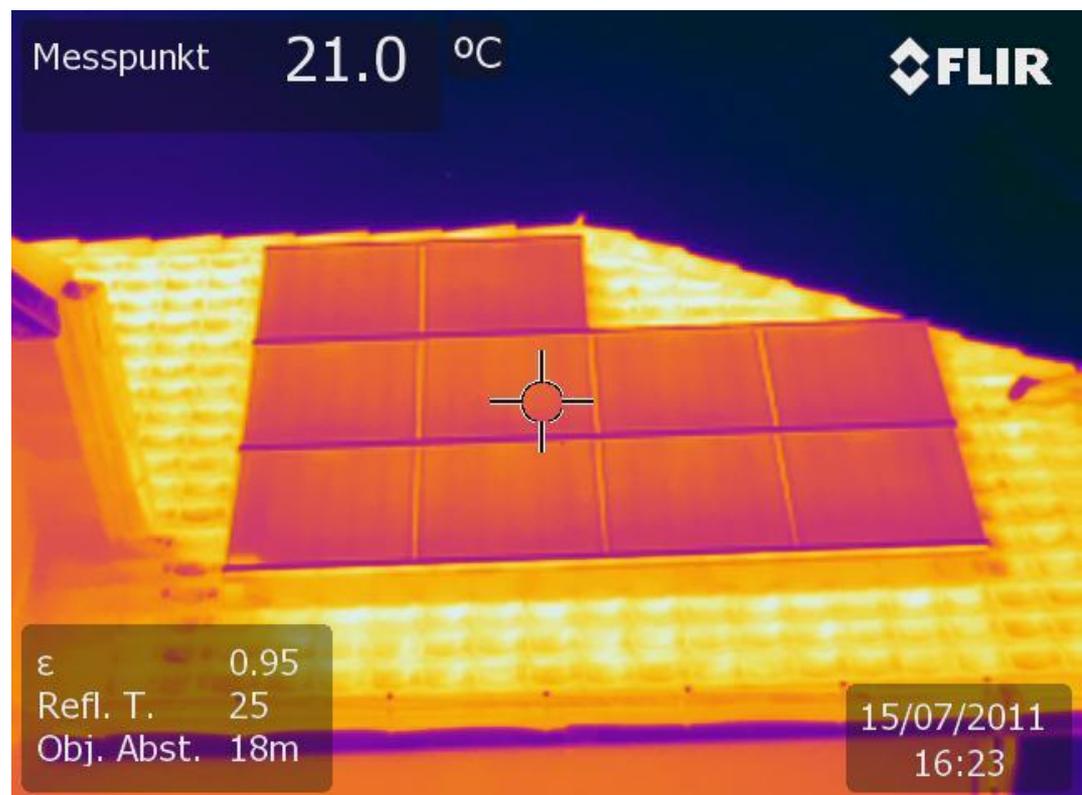


Massenhaft Teilstrings





Zoom nützt gar nichts





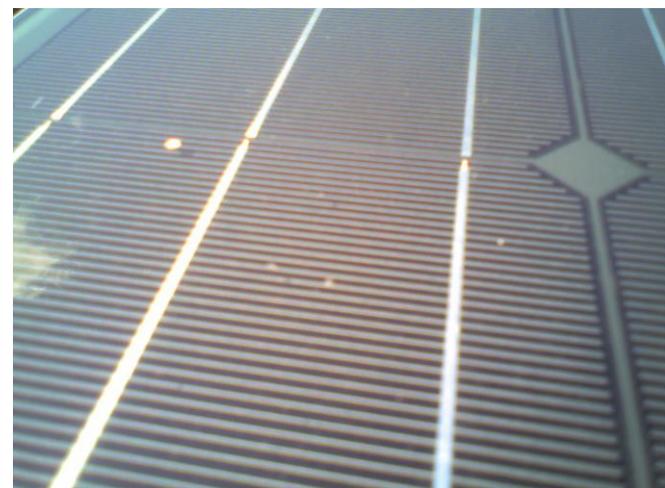
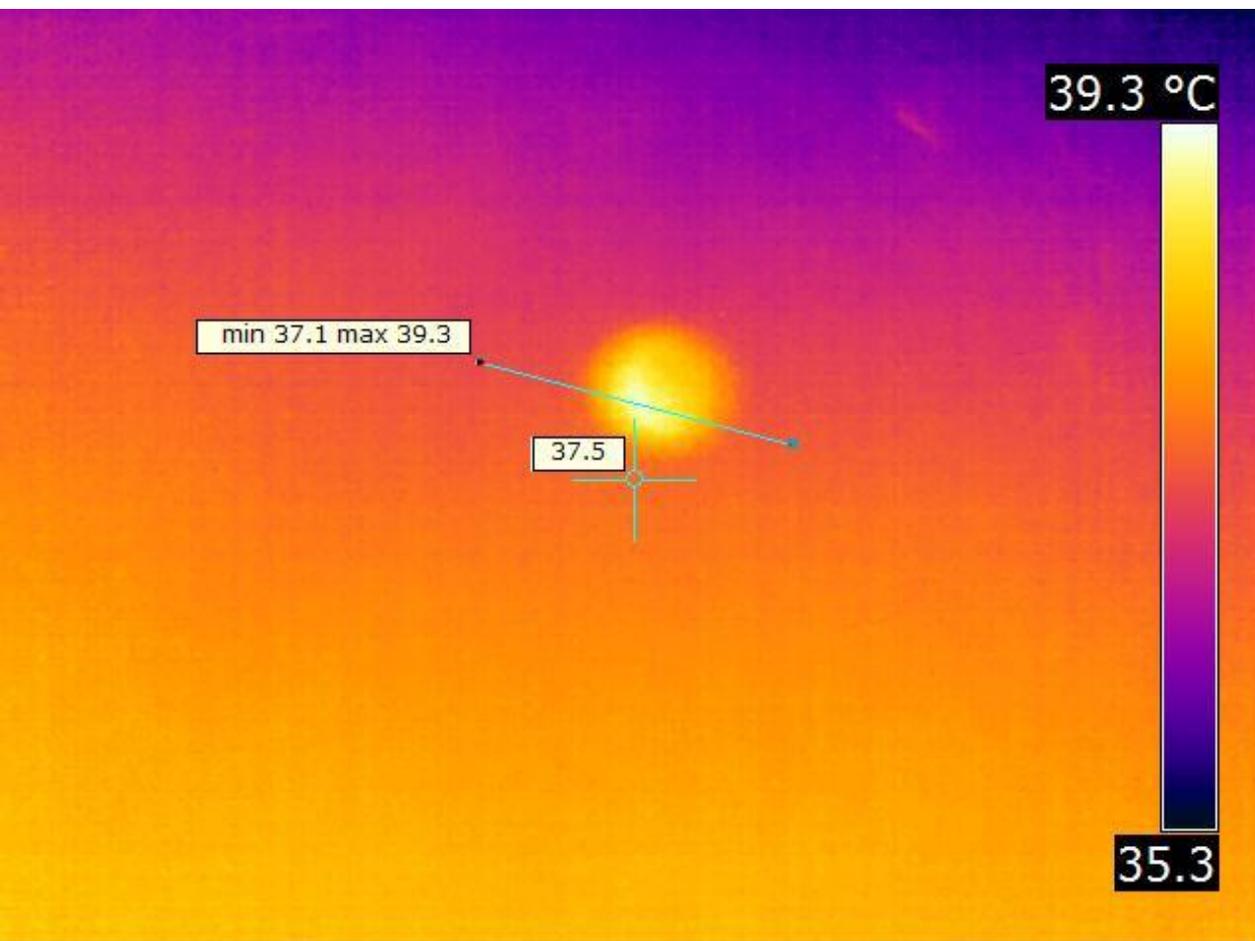
Sonne nie!!!

ULTRASCHALL
MESSTECHNIK





Beispiele





Thermische Vakuumkollektoren

ULTRASCHALL
MESSTECHNIK





Nicht schön

ULTRASCHALL
MESSTECHNIK





Zusammenfassung

- PV-Thermografie ist bereits heute ein starkes Werkzeug und hat noch große Entwicklungspotentiale, nutzen Sie diese!
- Beschäftigen sie sich mit der Photovoltaik und weiteren in diesem Bereich verwendeten Messtechniken, um sich immer ein umfassendes Bild von einer thermischen Auffälligkeit machen zu können.
- Dokumentieren Sie ihre Bilder ausführlich und nachvollziehbar, damit Sie auch durch Dritte oder später noch zu interpretieren sind!
- Seien Sie vorsichtig bei der zu schnellen Interpretation der Bilder! Im Zweifelsfall immer eine weitere Messtechnik oder -techniker zu Rate ziehen!

- EFH Endkunden Fläche bis 60 m² = 60 Panels = 9kWp = 9000 kWh/a = CHF 900.-- /a ohne KEV oder CHF 7000.--/a mit KEV 2010
- Grossanlagen Endkunden sind bis heute eher selten
- 10000 Objekte in der Warteschlange
- Lieferanten:
Abnahmemessungen zur Qualitätskontrolle





Danke für die Aufmerksamkeit