

Qualität als Schlüssel zum Markt – RAL - Güteschutz Solar in der Praxis

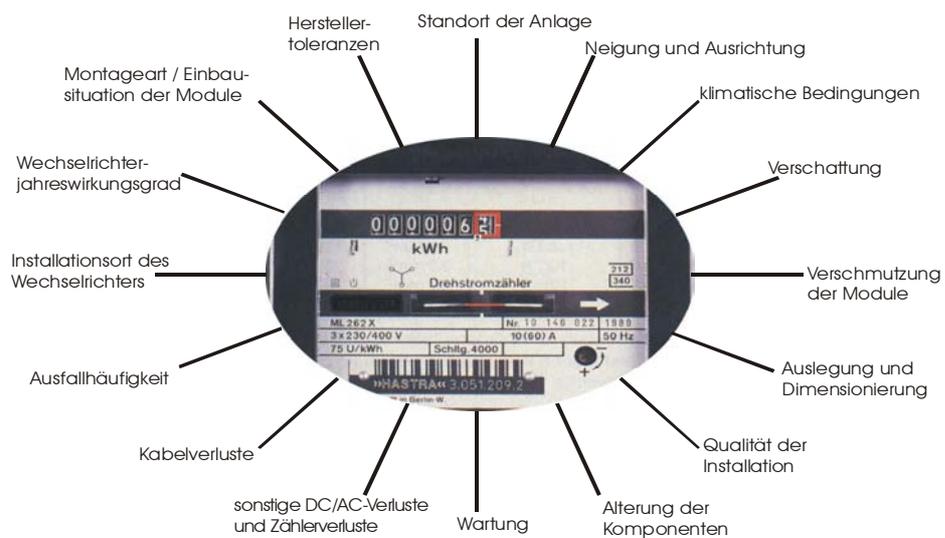
Freiburg 23.06.2005

Aktuelle Diskussionspunkte in der Photovoltaik



Dipl. Ing. Ralf Haselhuhn

Einflussfaktoren auf den solaren Ertrag



Qualitätssicherung von PV- Anlagen

PV-Komponenten: Module, Wechselrichter, Kabel, sonst. Installationsmaterial	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsgarantie und Produktgarantie geringe Modulleistungstoleranz Austauschservice bzw. erweiterte Garantie WR Zertifikate: ISPRA, IEC , TÜV-PROOF, VDE... Standsicherheit, Bauliche Zulassungen, Statik
Planung	<ul style="list-style-type: none"> optimierte Auslegung und Dimensionierung: <ul style="list-style-type: none"> Ausschließen der Fehlanpassung WR/Module Modulanordnung und -verschaltung Wahl des geeigneten Anlagenkonzeptes und geeigneter Komponenten WR-/ Kabeldimensionierung, Wechselrichterstandort Standsicherheit, Bauliche Zulassungen, Statik Überspannungs- bzw. Blitzschutz Leitungsoptimierung Ertragsgutachten
Installation	<ul style="list-style-type: none"> entsprechend den Regeln der Technik (VDE, IEC, DIN...) geeignetes Montagesystem und DC-Installationsmaterial ggf. Vorsortieren und Vermessen der Module umfangreiche Funktionskontrolle zur Inbetriebnahme
Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> Ertragsüberwachung, Monitoring Wartungsvertrag

Datenblattangaben der Module

Inzwischen normativ europäisch geregelt DIN EN 50380

Trotzdem ergab eine Überprüfung von Datenblättern (Modul und Wechselrichter) des Solarlabors der FH-München verschiedene Mängel:

- fehlende Temperaturkoeffizienten oder Teilleistungsangaben (z.B. bei 800 bzw. 200 W/m²)
- Unstimmigkeiten in der Angabe der Kenngrößen und deren Relation untereinander oder in einzelnen Werten physikalisch unplausibel:

$$P_n \neq I_{MPP} \times U_{MPP} \quad \text{oder} \quad I_{KS} = I_{MPP}$$

Temperatur-
koeffizienten:
Strom = Spannung
Modul = Zelle

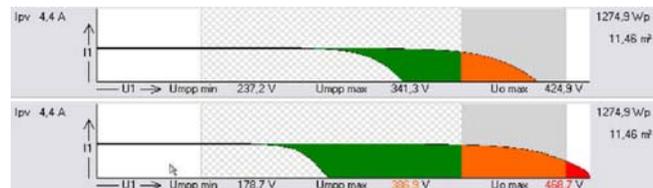
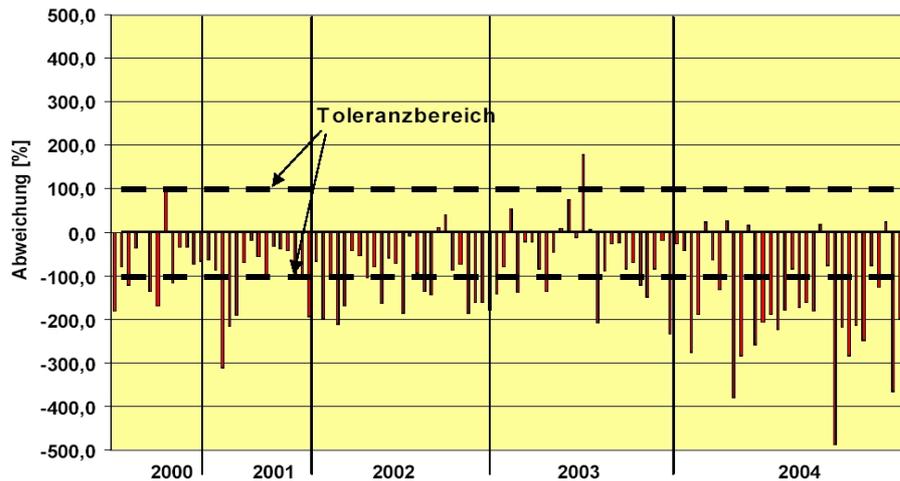


Bild 2 und 3: Die beiden Bilder zeigen zwei I(U)-Diagramme (jeweils 1000 W/m², -10°C und 70 °C) eines willkürlich gewählten Moduls mit einem plausiblen (korrigierten) Temperaturkoeffizienten (Bild 2) und unter Verwendung des im Datenblatt angegebenen 'auffälligen' Temperaturkoeffizienten (Bild 3). Gleichzeitig sichtbar ist das Wechselrichterbetriebsfenster.

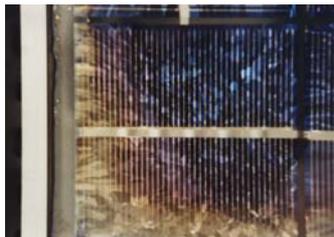
Modulleistungstoleranz

Vergleich von Modulleistungsangaben mit Modulmessungen



Quelle: Willy Vaaßen, TÜV Rheinland

Schäden an PV-Modulen



Browningeffekt, durch Alterung des Verbundmaterials der Module entstanden



Delamination eines Moduls
Ursache: z.B. Unverträglichkeit Zell- und Verbundmaterial



Ursachen für Glasbruch:

- unsachgemäße Handhabung bei Installation
- unsachgemäße Montage (z.B. keine Dehnungsfuge)
- Temperaturspannungen im Modul
- Vandalismus oder Tiere

Schäden an PV-Modulen



Modulschäden durch eindringendes Wasser und Mikroorganismen



Quelle: Herbert Becker, TÜV Rheinland

Modulanschlussdosen

Erfahrungen aus der Praxis



Wasser in der Dose



Schlechte Lötverbindung in der Anschlussdose



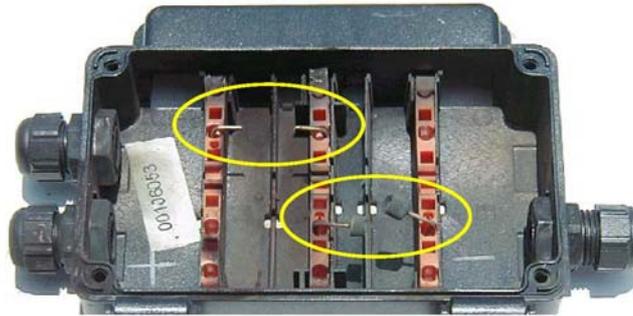
Schlechte Kontaktierung

Quelle: Herbert Becker, TÜV Rheinland

Bypassdioden: Austauschbar oder vergossen?

Ursachen für den Ausfall von Bypassdioden:

1. Verpolung
2. Überspannung
3. nicht ausreichende Kühlung bei gleichzeitiger Verschattung des Moduls

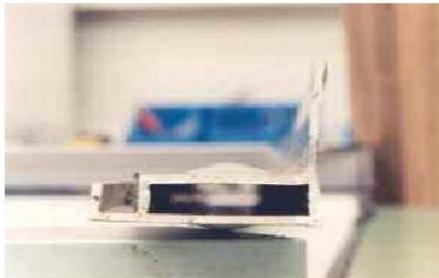


Quelle: Werner Knaupp

Modulrahmen und Montagesysteme

1. Modul sicher und verspannungsfrei zu montieren
2. Modulrahmen sollten Mikroverschattungen und Schmutzablagerungen verhindern
3. Modulrahmenöffnungen zum Wasserablauf bei Montage beachten
4. Montagesysteme müssen auf das jeweilige Module abgestimmt werden
5. Montagesystem in Verbindung mit der Dachkonstruktion muss den Lastannahmen der DIN 1055 genügen

Modulbefestigung: Gerahmtes Modul



Hohlkammerprofil
mit Lüftungsöffnung

❖ Problem

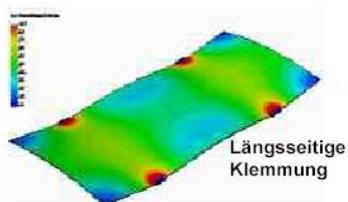
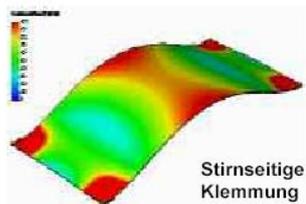
- Eingedrungenes Wasser kann nicht abfließen (Rahmenüberdeckung durch Gestell)
- "Sprengung" des Hohlkammerprofils durch Frost



Quelle: Herbert Becker, TÜV Rheinland

Modulbefestigung: Rahmenloses Modul

Beispielrechnungen für mechanisch Belastung (STC) bei Klemmbefestigung



Quelle: www.pv-wirefree.com

Beispiel eines rahmenlosen Moduls mit Klemmbefestigung



Quelle: Herbert Becker, TÜV Rheinland

Fehlerhafte Generatorbefestigung



Bild: MHV



Bild: Schletter



Schimmelbefall an der Holzkonstruktion

Bild: DGS

Ertragsminderung durch Verschattung



Bild: Udo Siegfried, Solon

PV-Anlage auf der Deutschen Bank in Berlin:

- gravierende Nahverschattungen
- Ost/Westausrichtung

PV-Anlage auf dem Energieforum:

- vermeidbare Nahverschattungen durch Absturzsicherung und Blitzfangstangen

Bild: DGS



Daten und Wirkungsgrade von Wechselrichtern: Was sagen sie aus?

1. Wirkungsgrade werden meist nur bei der Nennspannung (bzw. optimalen DC-Spannung) bei optimaler Betriebstemperatur ermittelt
2. Meist wird nur der Umwandlungswirkungsgrad ermittelt und der Anpassungswirkungsgrad (bzw. MPP-Wirkungsgrad) vernachlässigt
3. Eurowirkungsgrad nicht normativ festgelegt

$$\eta_{Euro} = 0,03 * \eta_{5\%} + 0,06 * \eta_{10\%} + 0,13 * \eta_{20\%} + 0,1 * \eta_{30\%} + 0,48 * \eta_{50\%} + 0,2 * \eta_{100\%}$$

4. Datenblattangaben von Wechselrichtern sind nicht normativ festgelegt
5. Das Abregelverhalten bzw. der Wirkungsgrad bei zulässiger 10% Überlast wird nicht angegeben.
6. Auslegungsempfehlungen der Hersteller führten mitunter zu deutlichen Überlastungen der Geräte und vermeidbaren Energieverlusten



Spannungs- und MPP-Abhängigkeit

Bild 10:

Totaler Wirkungsgrad η_{tot} eines NT4000 in Funktion der normierten MPP-Leistung P_{MPP}/P_{DCn} bei drei verschiedenen MPP-Spannungen. Wegen des relativ schlechten η_{MPP} bei kleinen Leistungen und höheren U_{MPP} hat das Gerät dort trotz des hohen Wirkungsgrades η ein relativ kleines η_{tot} .

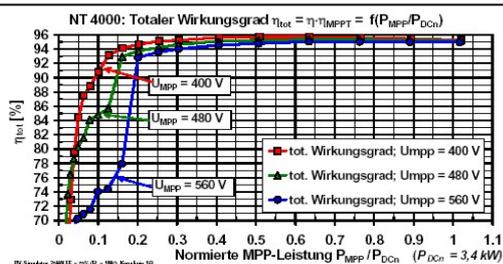
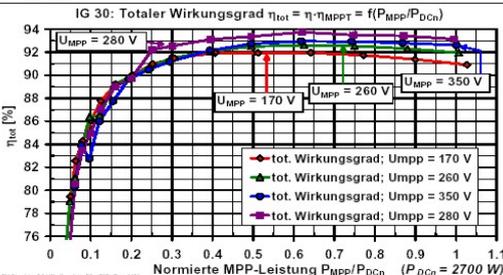


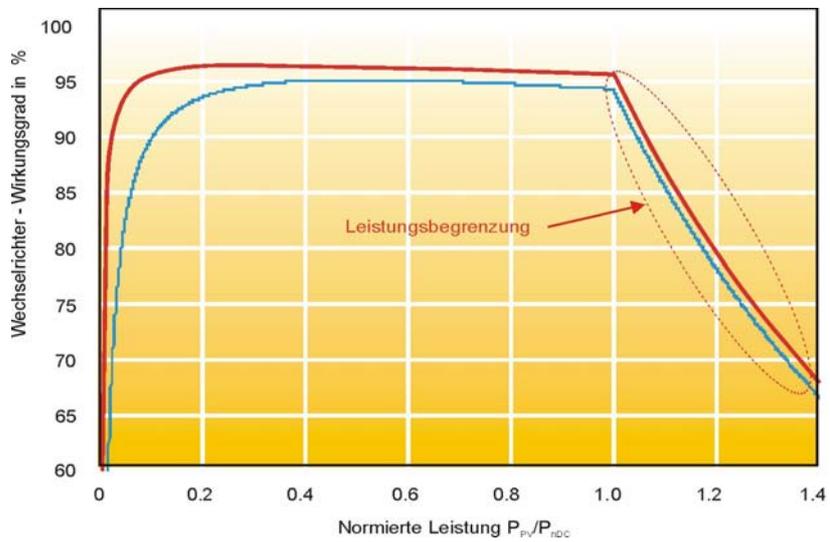
Bild 11:

Totaler Wirkungsgrad η_{tot} eines IG30 in Funktion der normierten MPP-Leistung P_{MPP}/P_{DCn} bei vier verschiedenen MPP-Spannungen. Bei kleinen Leistungen macht der IG 30 bei η_{tot} durch das gute MPP-Tracking den schlechteren Umwandlungswirkungsgrad η wett.



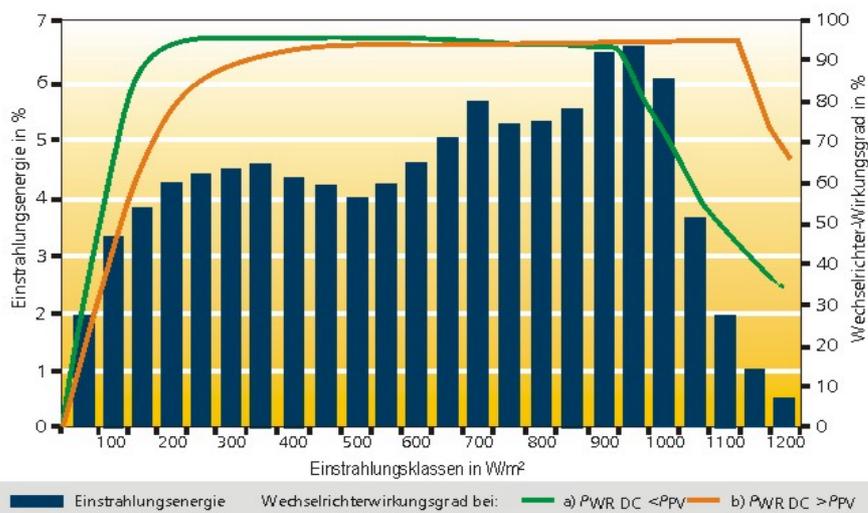
Quelle: Heinrich Häberlin, PV-Labor Burgdorf FH Bern

Abregelverhalten Wechselrichter



Quelle: Berger, Fraunhofer ISE

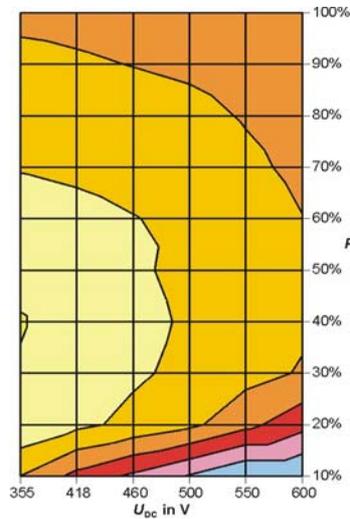
Auslegungsempfehlungen Wechselrichter



Optimierte Wechselrichterauslegung

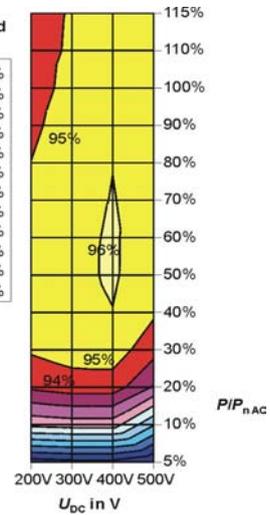
Wirkungsgrad NT6000

- 97,0%-97,5%
- 96,5%-97,0%
- 96,0%-96,5%
- 95,5%-96,0%
- 95,0%-95,5%
- 94,5%-95,0%
- 94,0%-94,5%



Wirkungsgrad SB2100TL

- 96,0%-97,0%
- 95,0%-96,0%
- 94,0%-95,0%
- 93,0%-94,0%
- 92,0%-93,0%
- 91,0%-92,0%
- 90,0%-91,0%
- 89,0%-90,0%
- 88,0%-89,0%
- 87,0%-88,0%
- 86,0%-87,0%
- 85,0%-86,0%



Quelle: Baumgartner, NTB

Überspannungsschutz Wechselrichter



Durch hohe Spannungen kann es zur Zerstörung des Eingangskondensator im Wechselrichter kommen.



Bilder: Phönix Contact

Solarleitungen (-kabel)

Auslegung nach Spannungs- und Stromtragfähigkeit sowie die Leitungsverlegung normativ geregelt

Auslegung nach Leitungsverlusten nicht geregelt

Anforderungen an ein Solarkabel ebenfalls nicht normativ geregelt:

z.B. mechanischer Belastungen, Witterungs- und Langzeitbeständigkeit bzw. Brandverhalten



DC-Verbindungen

Durch unsachgemäße Installation kann es zum Entstehen von Lichtbögen bei DC-Verbindungen kommen.



Leitungsverlegung



Bild: DGS

Durch geschickte Anordnung der Module können Leitungslängen und damit Leitungsverluste sowie Überspannungseinkopplungen minimiert werden

