



1 MW Sonnenkraftwerk Eberstalzell

Erfahrungen aus einem kompletten
Betriebsjahr: 2011

DI. Heinrich Wilk, Energie AG Kraftwerke GmbH
Dr. Stefan Pointner, Energie AG Fair Energy GmbH

02.02.2012

ENERGIEAG
Oberösterreich
Voller Energie

Einleitung

- Zusammenfassung
- Forschungsziele
- Messkonzept
- Ergebnisse Gesamtsystem
- Hauptfelder, Standardmodule c-Si
- Nachgeführte Systeme
- Versuchstische Dünnschicht und Sunpower
- Lessons Learned

Zusammenfassung

- Errichtung in Rekordzeit, Baubeginn Anfang 2010
- Einschaltung 998 kW-Hauptfelder: 21. Mai 2010
- Eröffnung: 18. September 2010
- Errichtung nach EVU-Standard durch EAG - „TS“
- keine Unfälle, keine Solarmodul-Diebstähle
- Stromerträge übertreffen Prognose um 15 %
- Verfügbarkeit Fronius Wechselrichter: 99,7 %
- Nachgeführte Systeme brauchen extra Betreuung
- Einige Solarmodule mussten getauscht werden

Zusammenfassung - Jahr 2011

- **18 mono/poly-Si Hauptfelder:**

Stromproduktion: 1 184 549 kWh

Spez. Stromprod.: 1 187 kWh/kWp.a

Performance Ratio: 0,87

- **5 Experimentaltische:**

Stromproduktion: 16 124 kWh

Spez. Stromprod.: CIGS: 1142

CdTe: 1169

CIS: 982

a-Si: 1110

SunPower: 1110 kWh/kWp

Zusammenfassung - Jahr 2011

- 6 Tracker/Mover:

Stromproduktion: 59 327 kWh

Spez. Stromprod: in kWh/kWp

T1:	1602	SolarTrack+Sanyo, 2-achsig
T2:	1517	Solon Hilber + SunPower, 2-achsig
T3:	1540	Sonnensystem + Kioto, 2-achsig
T4:	1584	Sonnensystem + Yingli, 2-achsig
T5:	1530	Deger + Energetica, 2-achsig
T6:	1434	EtaTrack + Kyocera, 1-achsig

Ertragsgewinn bei 2-achsiger Nachführung T1 bis T5: 1,31.

Beim 1-achsigen Tracker T6 lag der Energiegewinn bei 1,21.

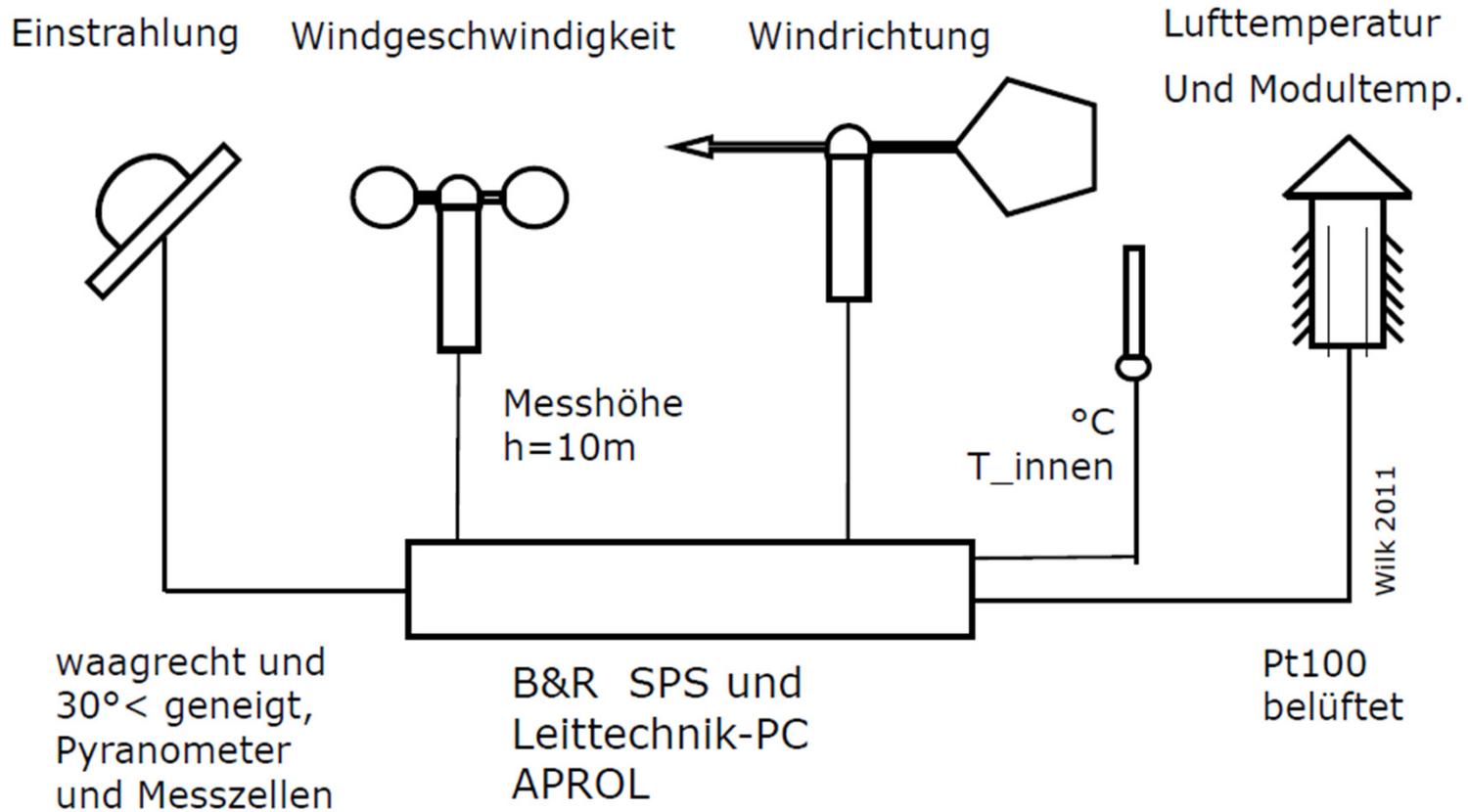
Forschungsziele

- Spezifische Stromerträge der Modultypen
- Alterungseffekte, Verfügbarkeit, Defekte
- Umwelteinfluss: Verschmutzung, Salznebel, Schnee, Temperatur, Sonnenspektrum
- Mehrertrag durch Nachführung, Verfügbarkeit
- Know-how Gewinn durch PV-Großsysteme
- Optimierung E-Technik, Fundamente, Stahlbau
- Untersuchung der Biologie unter den Paneelen
- CO₂-Erdwärmepumpe, innovative Haustechnik

Meßkonzept

- Leistungserfassung: 29 PV-Systeme, AMIS-Zähler
- 13 verschiedene Solarmodultypen
- Daten aus Wechselrichtern: U_{dc} , U_{ac} , I_{dc} , I_{ac} , P
- Einstrahlungsmessungen, beheizte/belüftete Pyranometer und Meßzellen (c-Si, a-Si)
- Umweltparameter: T Luft, V Luft, T Paneel...
- Speichern in Echtzeit und als 5 min Mittelwerte
- Analysen mit APROL-Software, Trends etc.
- zusätzliches Monitoring mit Fronius Solarweb

Meßkonzept, Umweltdaten



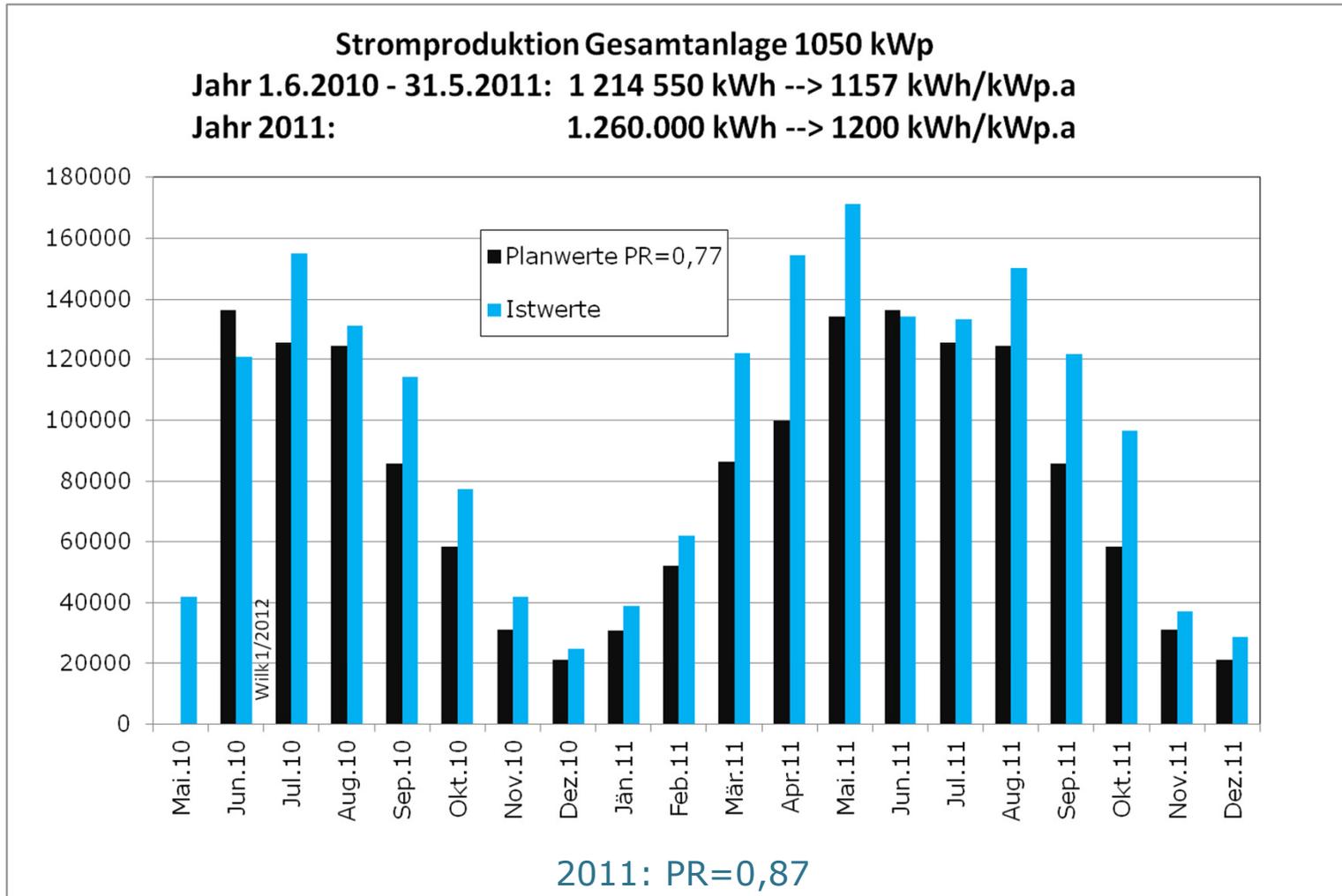
Wechselrichter



Fronius CL 48.0

- P_{nenn ac}: 48 kW
- 230 V < U_{mpp} < 500 V
- U_{max dc} = 600 V
- Wirkungsgrad 96 %

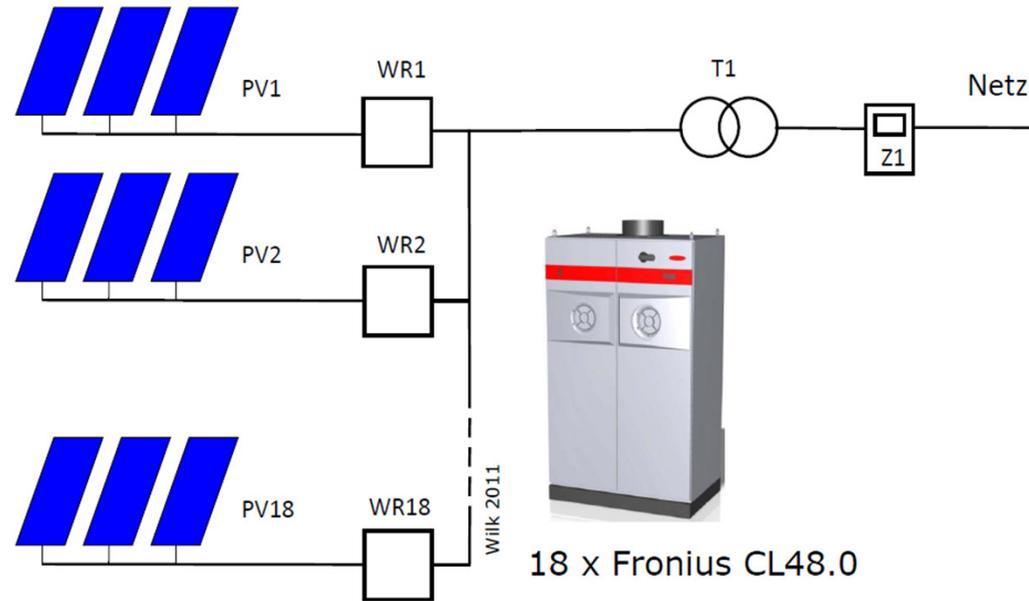
Stromproduktion Gesamtanlage 1050 kWp



Solargenerator: Hauptfelder, c-Si



Konfiguration, Solargenerator, c-Si - Hauptfelder: 998 kWp



- Solon 220,5 kWp
- Kioto 216,5 kWp
- Schott/MEA 114,6 kWp
- Suntech/Viessmann 211,2 kWp
- Energetica 235,0 kWp

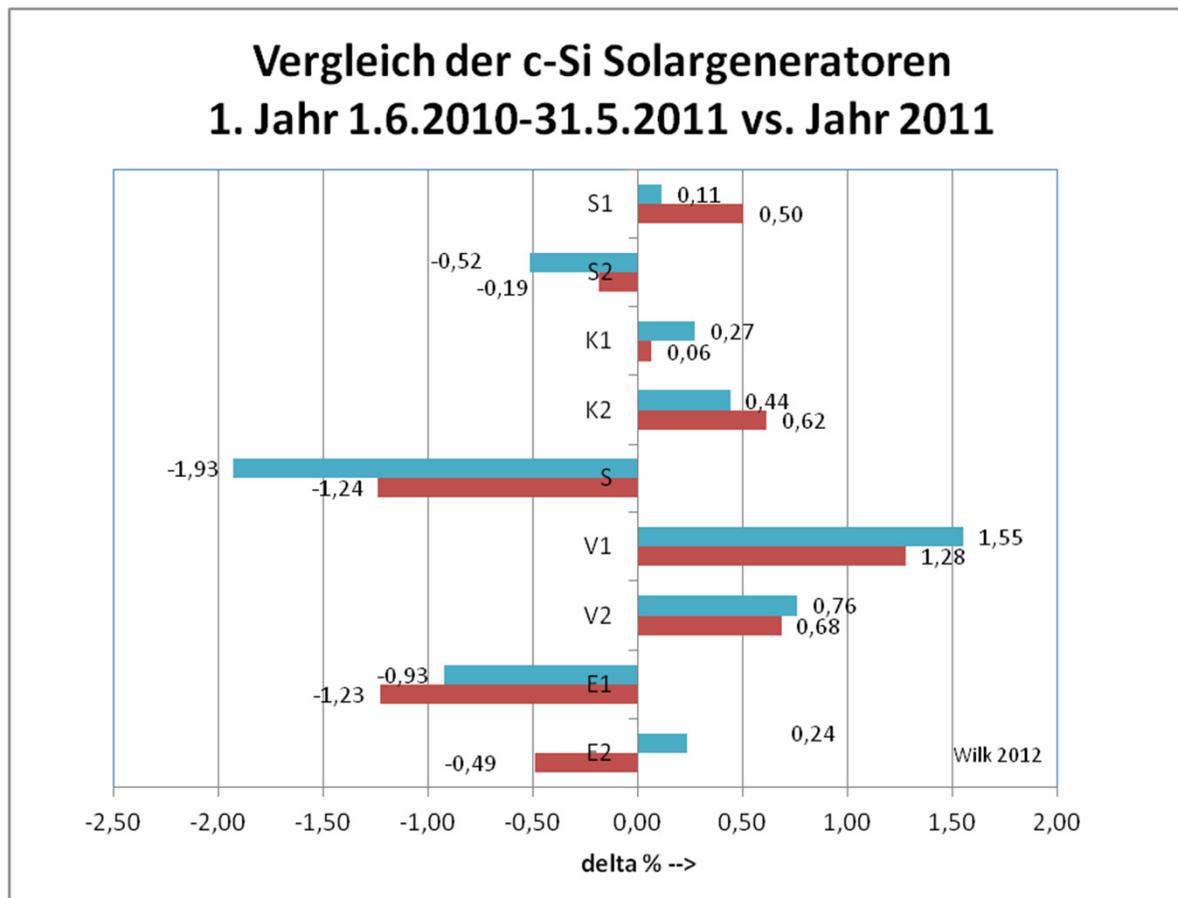
Solarmodule, Hauptfelder, c-Si

Kristalline Module, feststehend: 998 kWp Modulwirkungsgrad unter STC, Datenblattwerte

- Solon 1 13,75 %
- Solon 2 14,02 %
- Kioto 13,71 %
- Schott/MEA 12,97 %
- Suntech/Viessmann 13,60 %
- Energetica1/Solution 14,03 %
- Energetica2/Solution 13,72 %

ASIC Wels hat Stichproben genommen und vermessen
(Bericht 7/2010, Dr. Gerald Steinmaurer, Patrick Kefer)
Fazit: Alle 102 gemessenen Module hatten + Toleranz !

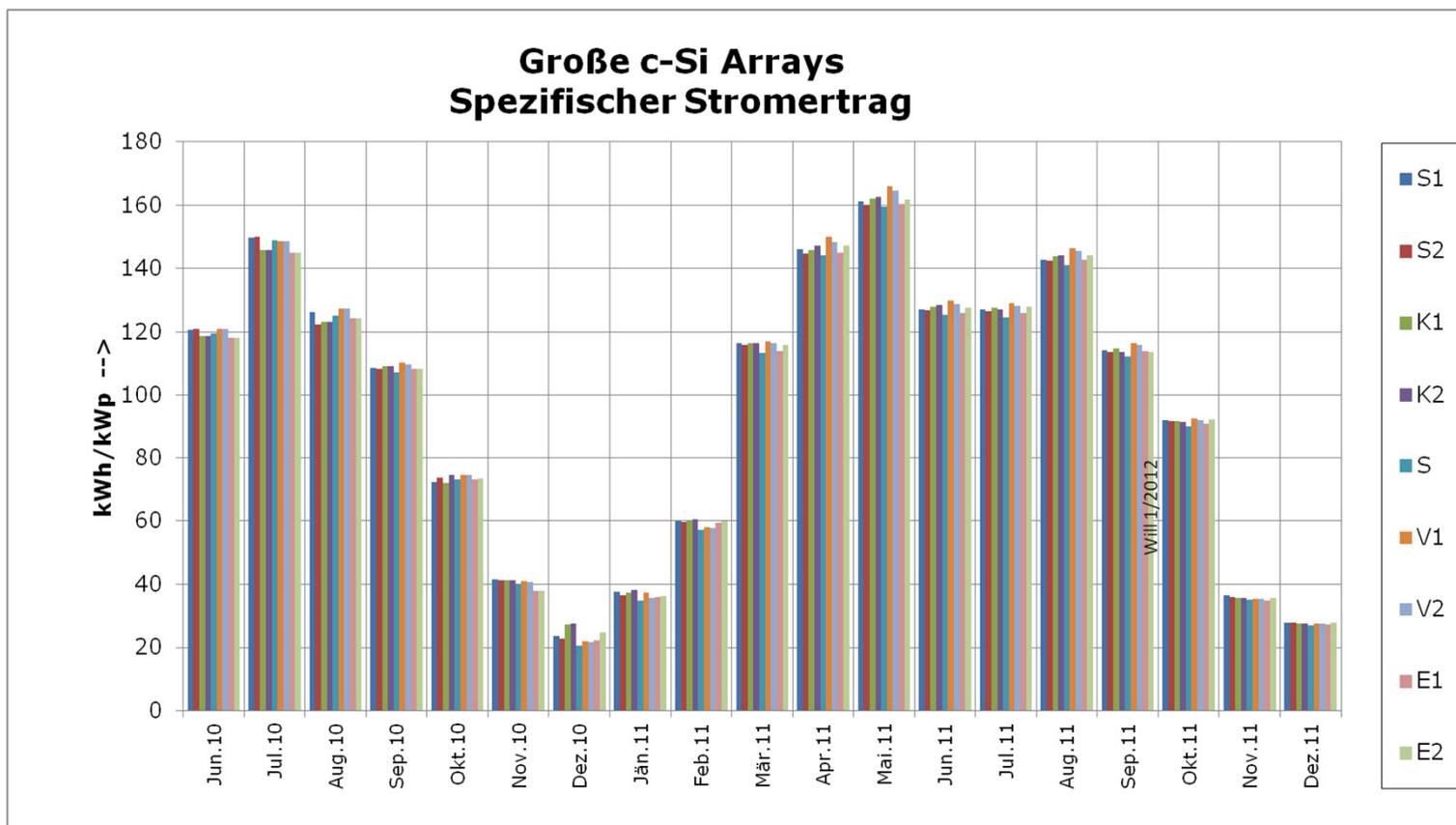
Hauptfelder c-Si Vergleich des spez. Jahresstromertrags



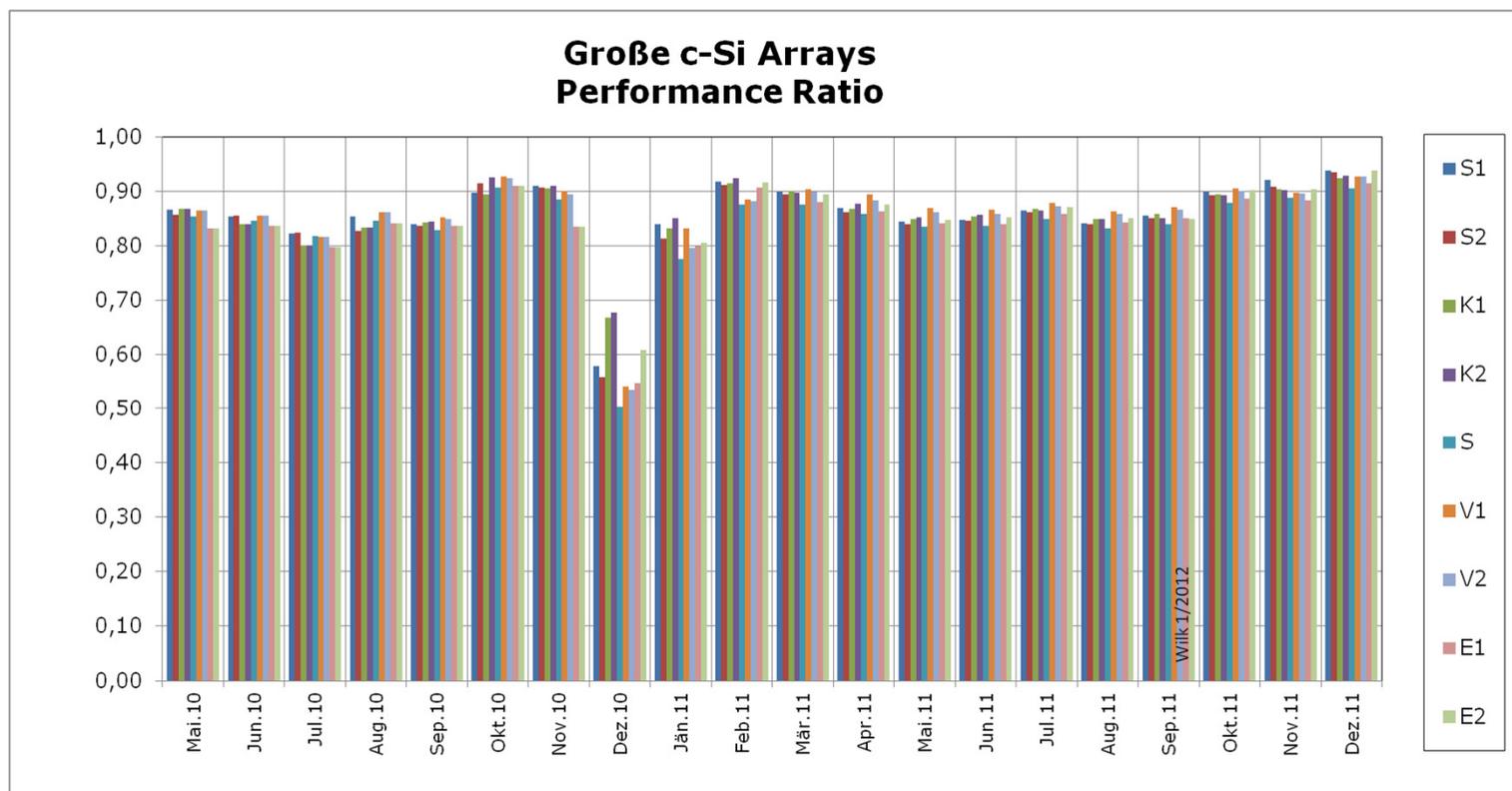
rot: 1.6.2010 – 31.5.2011

blau: 2011

Hauptfelder c-Si: Spezifischer Stromertrag



Hauptfelder c-Si: Performance Ratio



Achtung: Schneefall ab Ende November 2010 !

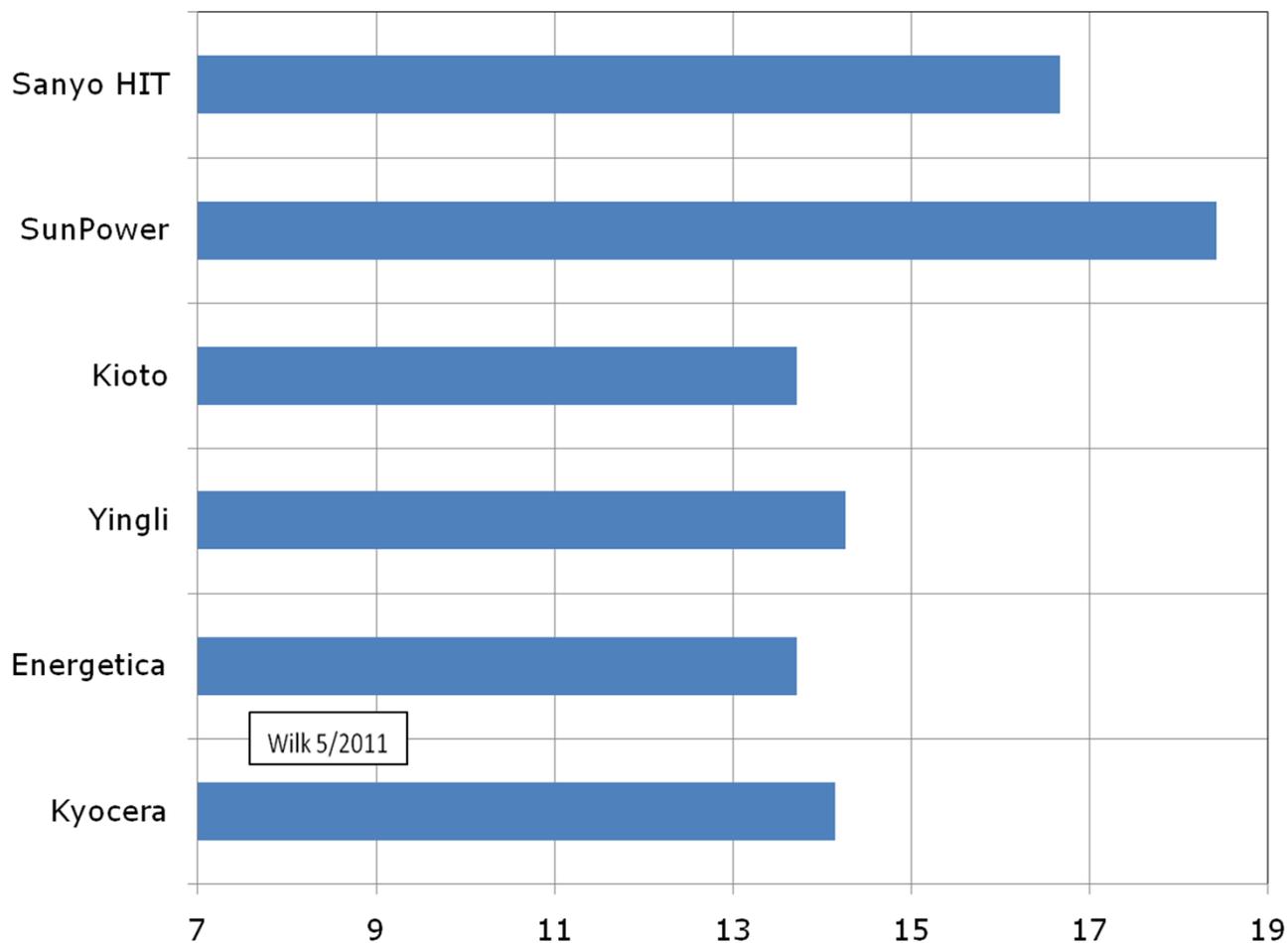
Tracker, Mover



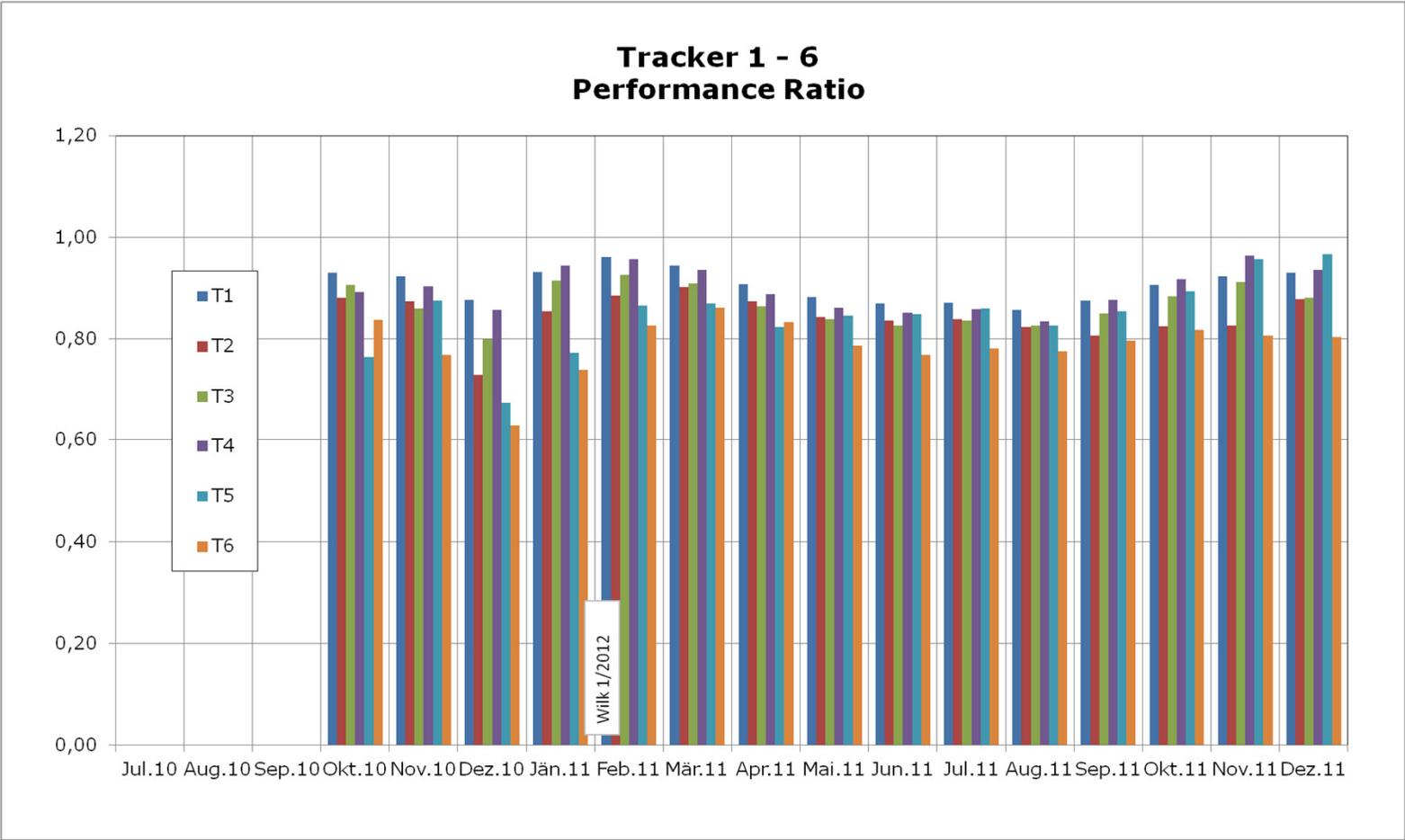
Tracker, Mover

	Typ	Modul		Nachführung	WR	Ppeak
T1	Solartrack	Sanyo	2-achsig	astronomisch	Kostal	5,04
T2	Solon-Hilber Mover L	SunPower	2-achsig	astronomisch	Solon GTM	9,71
T3	Sonnensystem	Kioto	2-achsig	astronomisch	SMA	8,2
T4	Sonnensystem	Yingli	2-achsig	astronomisch	SMA	8,51
T5	Deger	Energetica	2-achsig	mit Sensoren gesteuert	Fronius	4,84
T6	Etatrack	Kyocera	1-achsig	astronomisch	Kostal	2,1

Tracker T1 bis T6: STC-Modulwirkungsgrade, laut Datenblatt

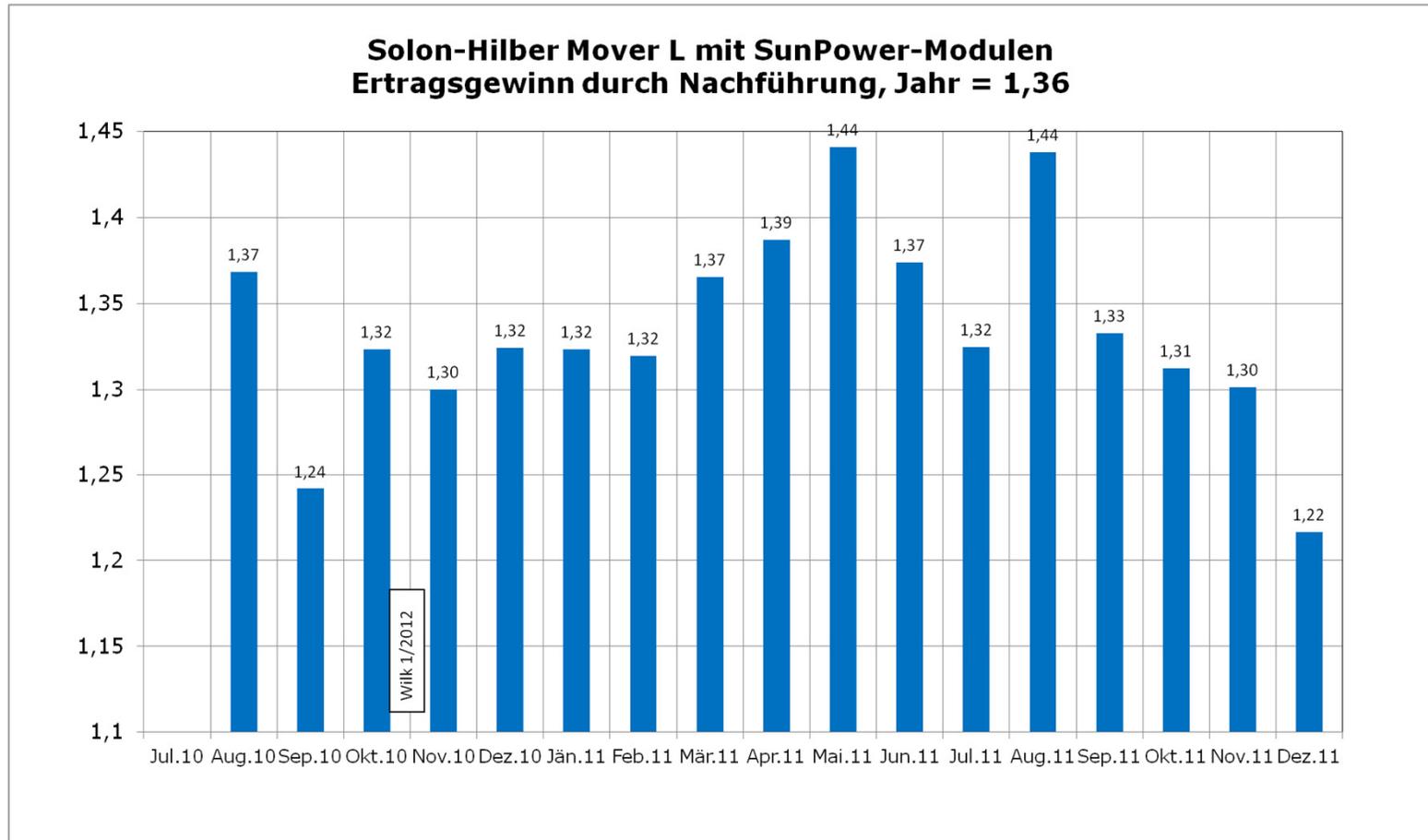


Tracker: Performance Ratio: PR



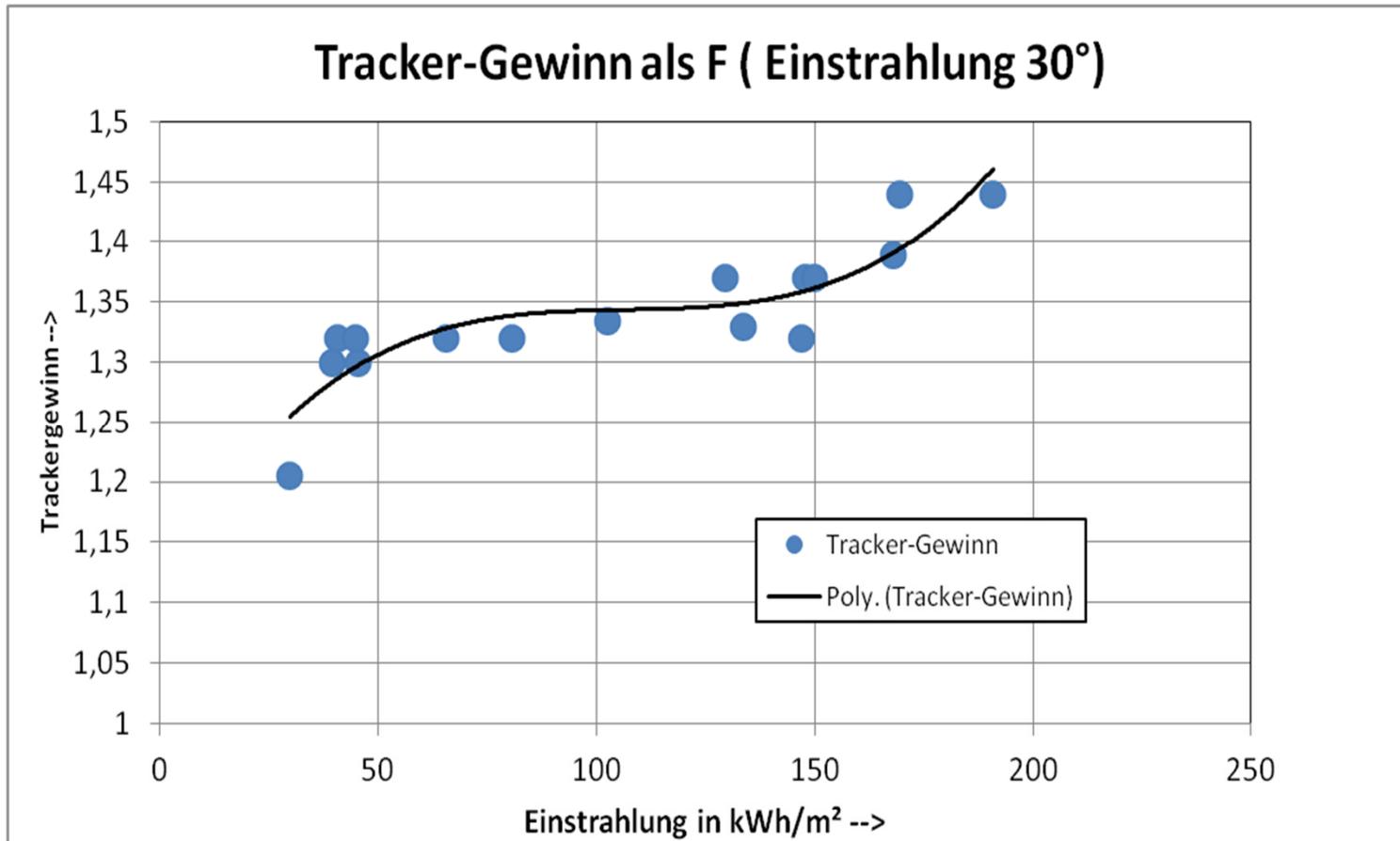
Fazit: Das PR sinkt im Sommer wegen der höheren Modultemperatur

Solon-Hilber Mover + SunPower Module Ertragsgewinn durch Nachführung



Hinweis: vor der Eröffnung im September 2010 Kollision mit WC-Container und im September 2011 ist ein Modul geplatzt

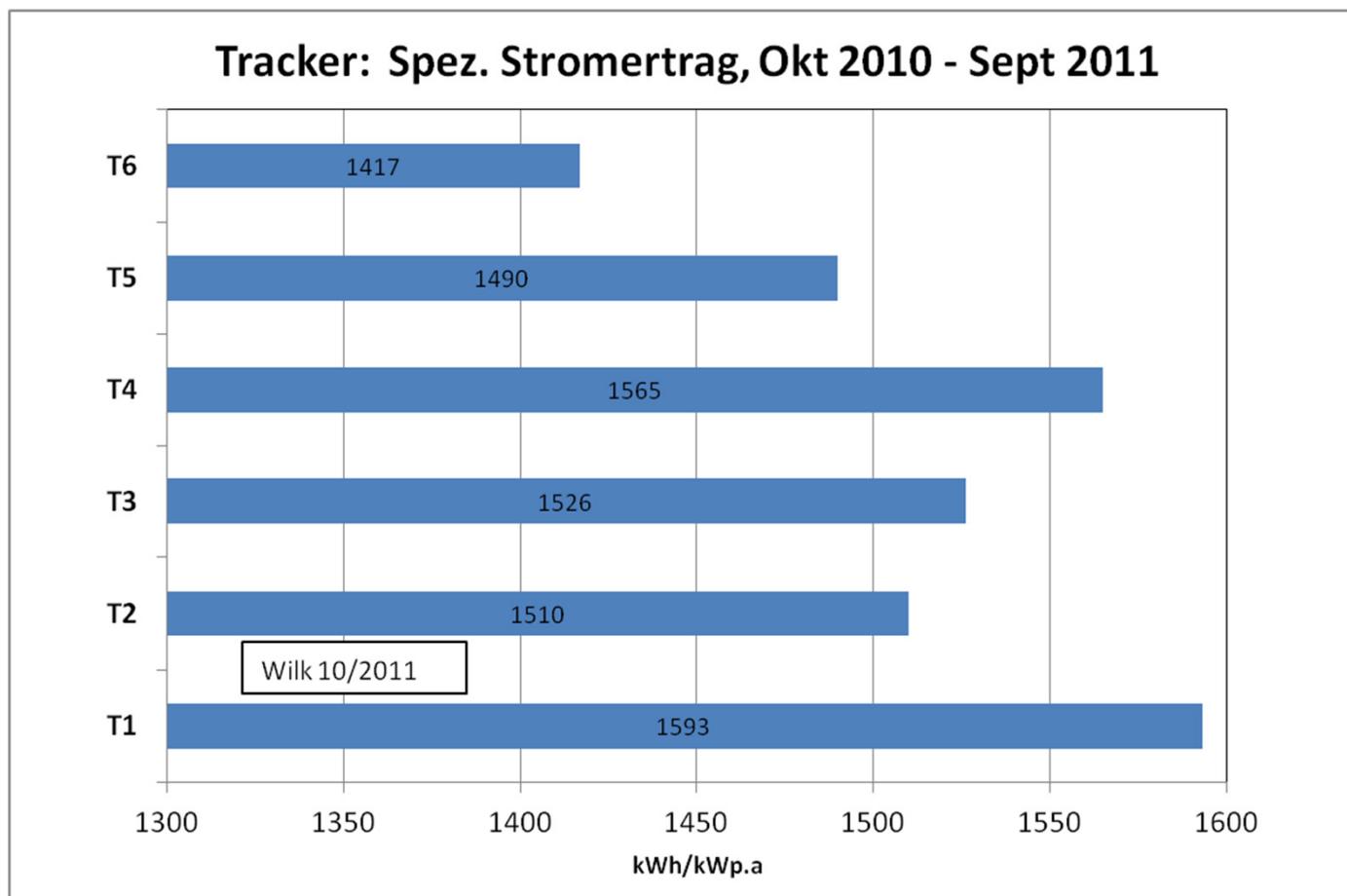
Solon-Hilber Mover + SunPower Module Ertragsgewinn durch Nachführung



Fazit: Höherer Trackergewinn in sonnigeren Monaten

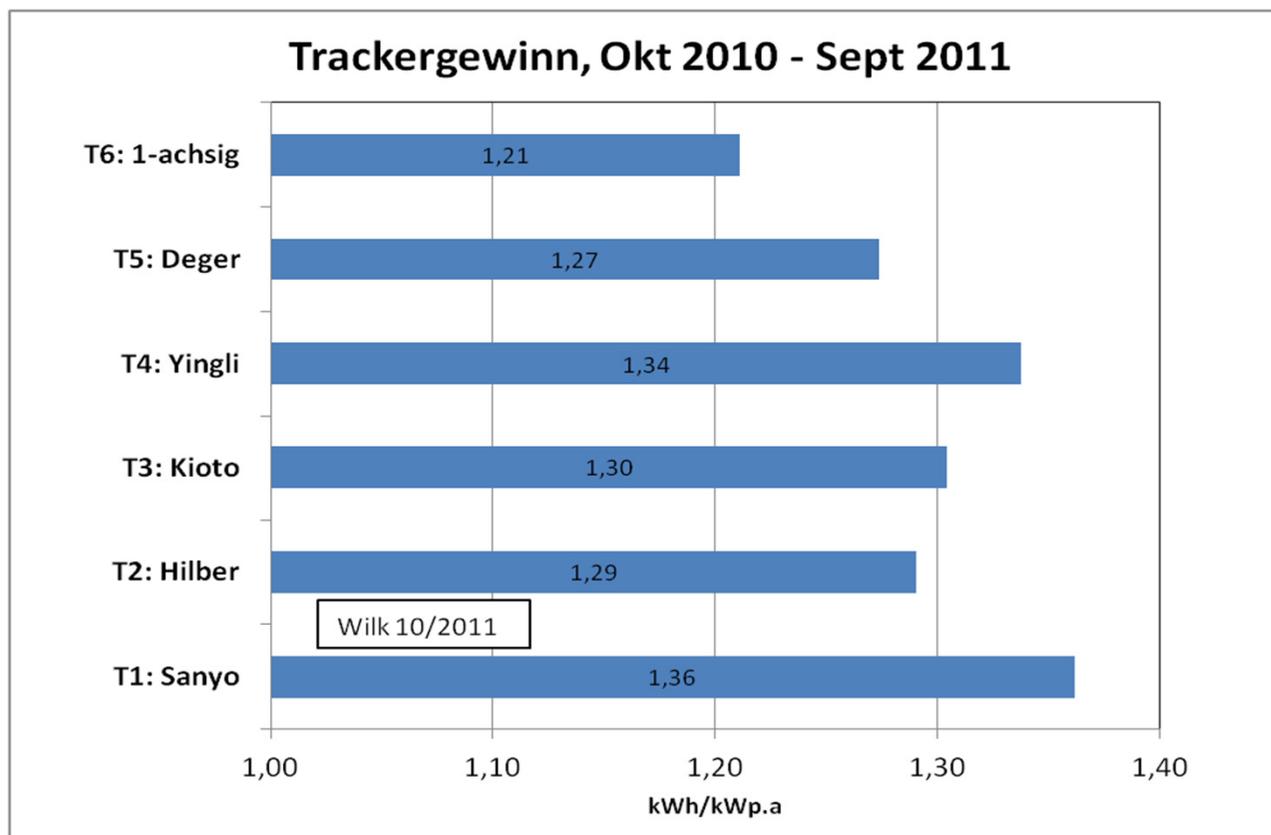
Tracker: 1. Betriebsjahr

Vergleich des spezifischen Stromertrages



T6: 1-achsig, T5: Deger, Windsensor musste neu justiert werden
Achtung: unterschiedliche Solarmodule !

Trackergewinn: 1. Betriebsjahr Vergleich mit c-Si fix (große Felder)



T5: Deger mit Solarsensorregelung, Windsensor musste neu justiert werden
T1 bis T4: astronomische Nachführungsberechnung, 2-achsig, T6: 1-achsig
Achtung: verschiedene Solarmodultypen!
Vergleichsbasis: 1170 kWh/kWp.a für c-Si fix

Experimentaltische: Dünnschichtmodule und SunPower



CIGS Mia Sole

C-Si Sun Power

ASI Schott

CIS Würth

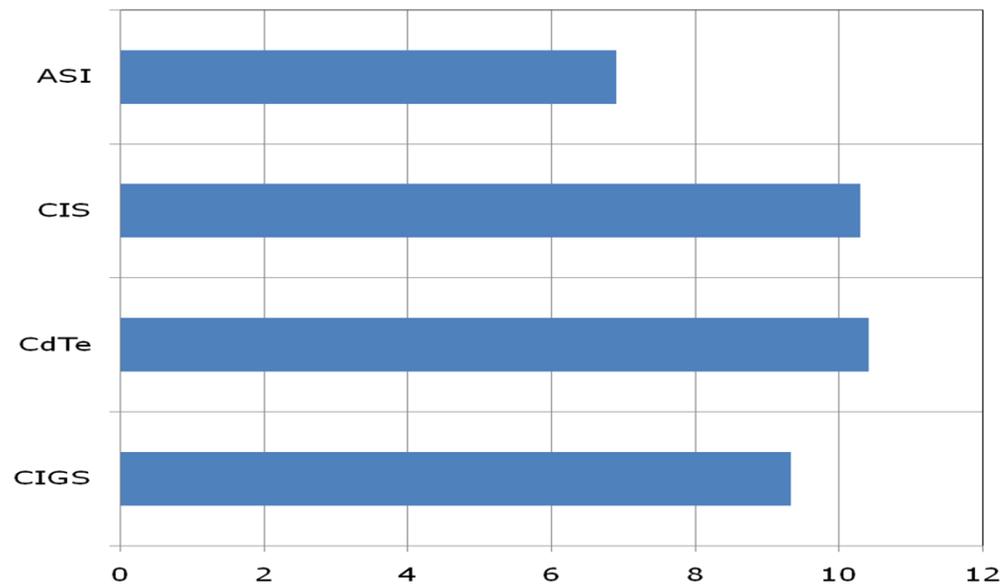
CdTe First Solar

Experimentaltische: Dünnschichtmodule und SunPower

	Solarmodul	Typ	Inverter	P peak kW
1	SunPower	mono-Si	Solon GTM	3,236
2	Schott	ASI	Fronius	2,0
3	Würth	CIS	Fronius	3,0
4	First Solar	CdTe	Fronius	3,375
5	Mia Sole	CIGS	Fronius	3,0

Dünnschichttechnologien

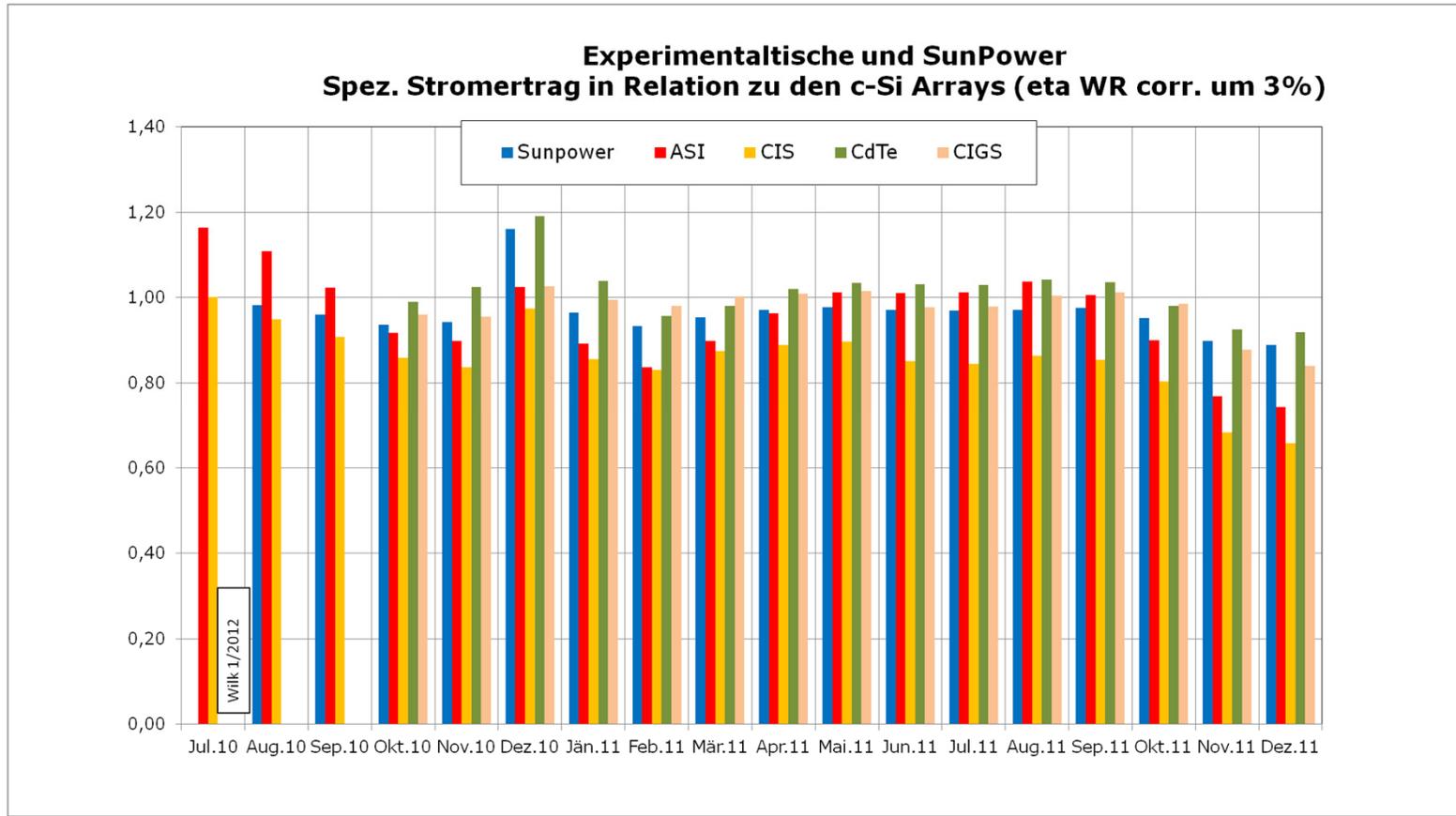
STC-Modulwirkungsgrad laut Datenblatt



2011: Spezifische Stromerträge

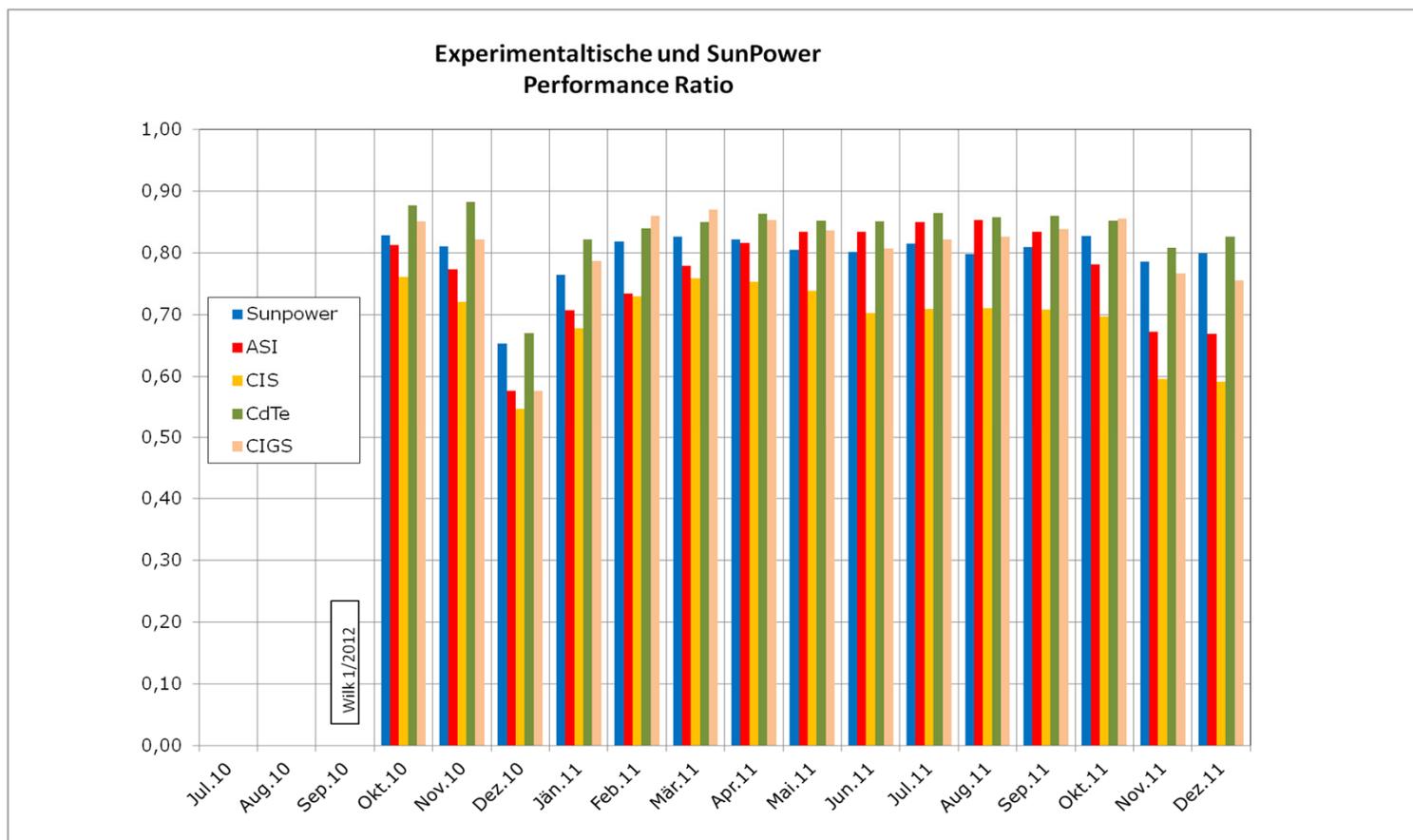
CIGS	1142
CdTe	1169
CIS	982
ASI	1110
SunPower	1110 kWh/kWp.a

Experimentaltische: Spez. Stromertrag in Relation zu den c-Si Hauptfeldern



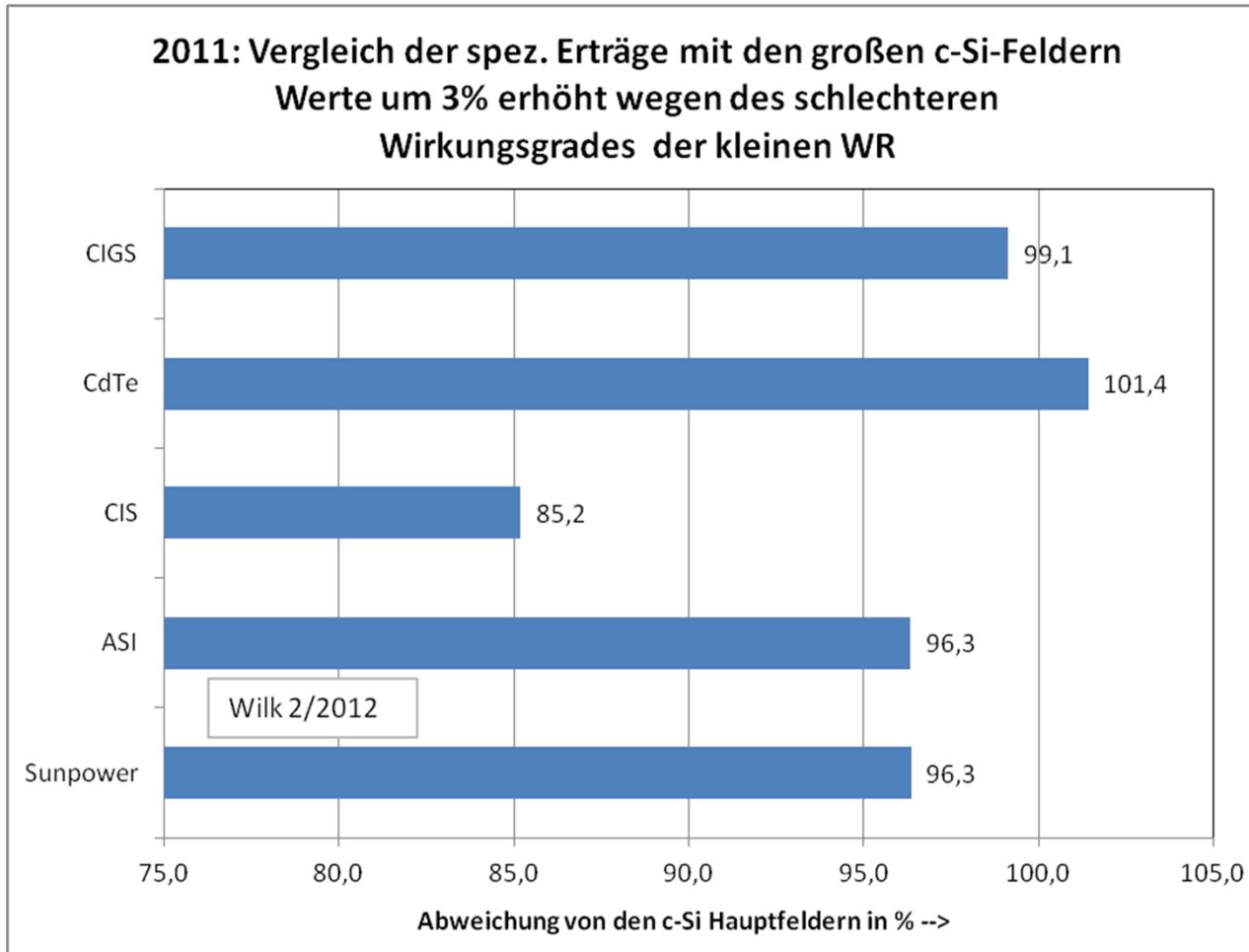
Rechnerische Korrektur: Der europäische Wirkungsgrad der kleinen WR ist um ca. 3% geringer als der Wirkungsgrad der großen Wechselrichter in den Hauptfeldern!

Dünnschicht und SunPower Performance Ratio



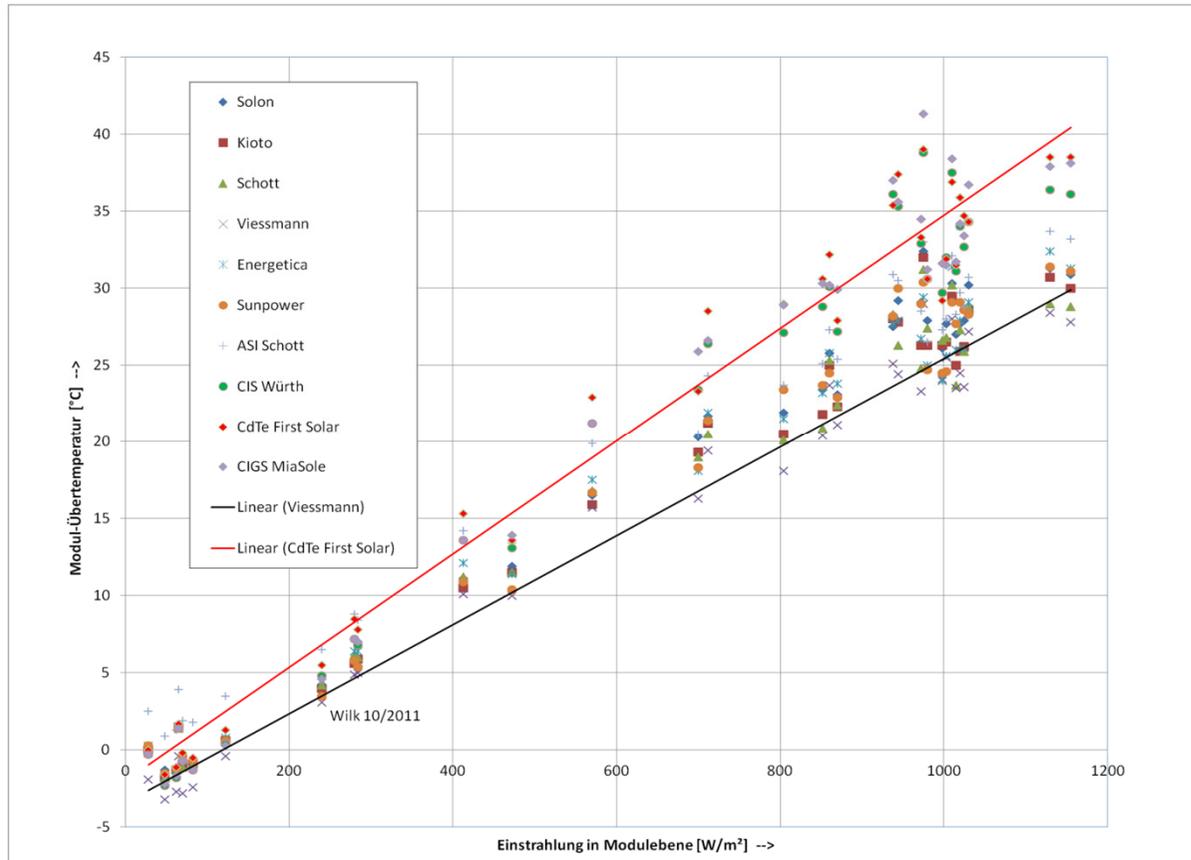
Beachtenswert sind die unterschiedlichen Verhaltensweisen in den Sommermonaten: ASI gewinnt im Sommer (annealing), die anderen Module haben in dieser Zeit eine Einsenkung ($T_k < 0$)

Spezifischer Stromertrag in kWh/kWp Vergleich mit c-Si fix, große Felder, 2011



Zahlen um 3% korrigiert, eta kleine WR!

Lessons Learned: Temperaturverhalten der Solarmodule

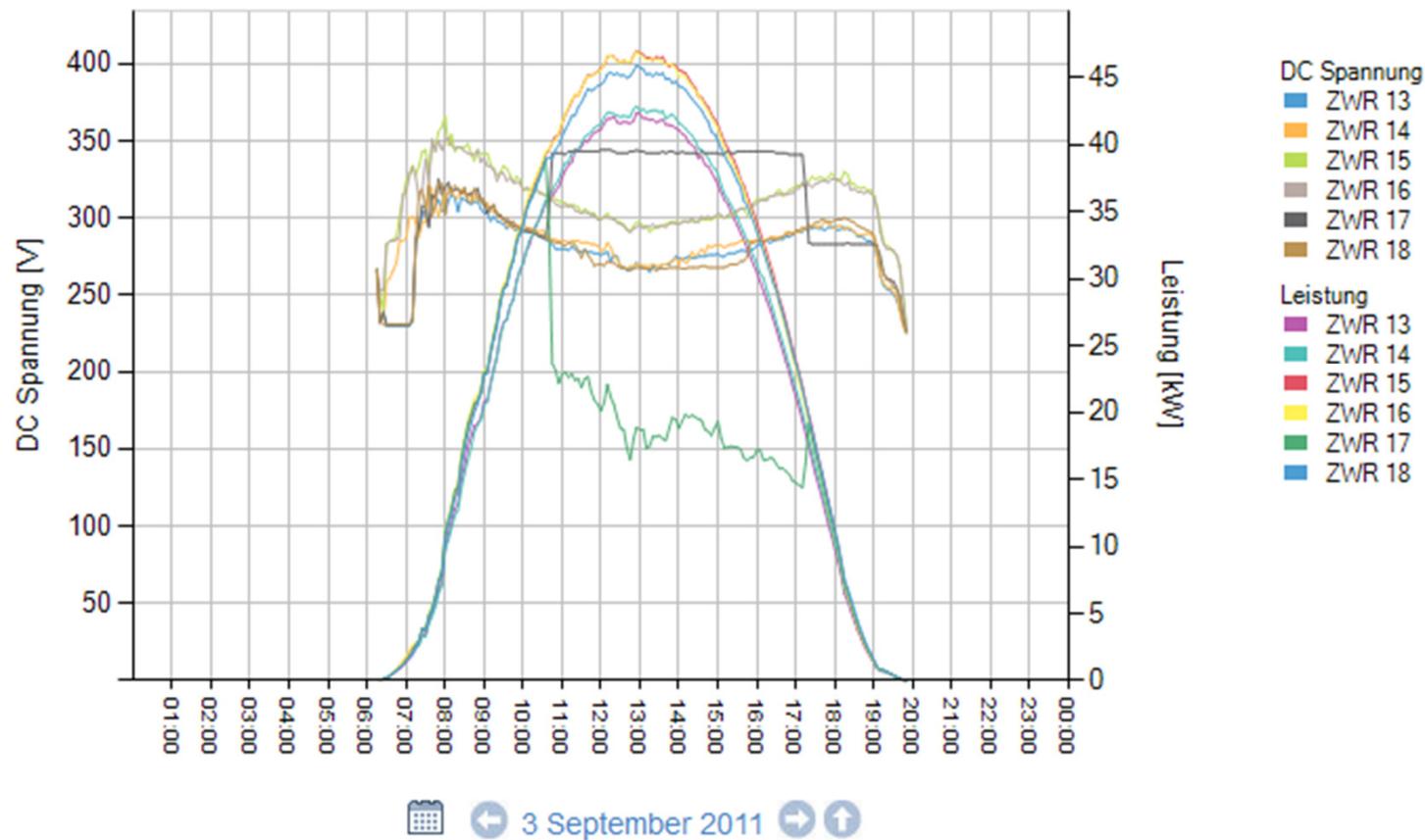


Der Standort Eberstalzell liegt in einer windigen freien Fläche. Die Temperaturen der Solarmodule sind daher relativ niedrig was sich positiv auf den Stromertrag ausgewirkt hat

Lessons Learned: Wechselrichter: MPPT-Fehler

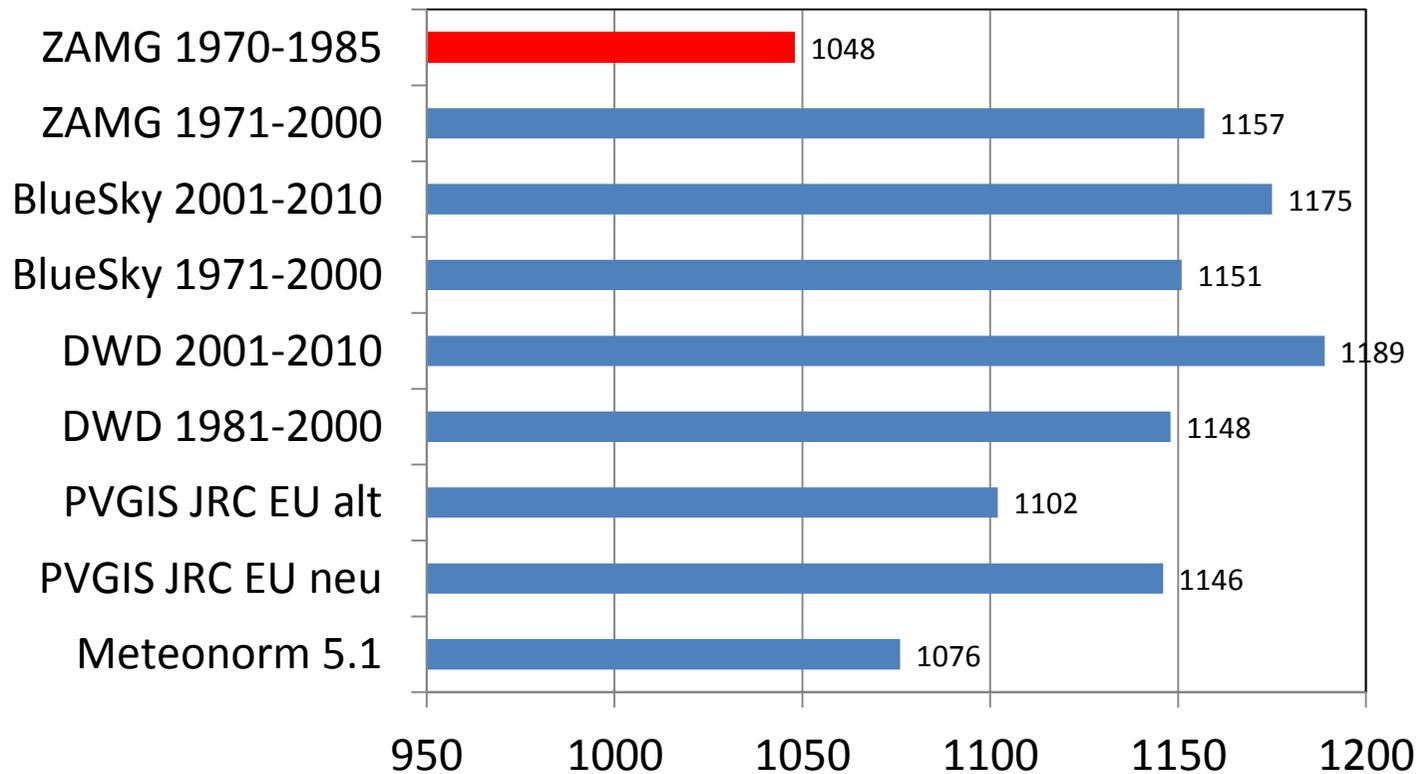
Wechselrichter wählen... Kanal wählen... Einstellungen... Energie Ertrag CO2

13 (Fronius CL 48.0) - Samstag, 3. September 2011



Verlust: ca. 140 kWh, Abhilfe durch neue Software

Vergleich verfügbarer langjähriger Globalstrahlungsdaten



Die Werte weichen um bis zu 13 % voneinander ab.
Problematisch bei der Erstellung einer genauen Ertragsprognose.
Was nehme ich als Basis der Berechnung?
Basis unserer Ertragsprognose: ZAMG 1970-1985
(ASSA Tabelle, Prof. Faninger)

Eberstalzell



Vortrag beim 12. Symposium Energieinnovation, „Alternativen für die Energiezukunft Europas“, TU-Graz, 15. – 17. Februar 2012

Hinweis: Die Messergebnisse wurden mit größter Sorgfalt ermittelt. Die Genauigkeit der Stromzähler liegt jedoch im Bereich von +/- 0,5 bis +/- 1 %. Für die Exaktheit der Zahlen kann keine Verantwortung übernommen werden.