

Final Report PV-ThinFilmTest, DIS 45555 / 85617, October 2005

PV-ThinFilmTest

6 THIN-FILM TECHNOLOGIES IN 3 DIFFERENT BIPV MODES COMPARED IN A REAL OUTDOOR PERFORMANCE TEST

editor:

energiebüro ag
Roland Frei
Christian Meier



Author and co-authors	Roland Frei, Christian Meier
Institution / company	energiebüro® ag
Address	Hafnerstrasse 60, CH-8005 Zürich
Telephone, Fax	+41 (0) 43 444 69 10, +41(0) 43 444 69 19
E-mail, homepage	info@energieburo.ch, www.energieburo.ch
Project- / Contract -Number	45555 / 85617
Duration of the Project (from – to)	Sep 2002 – Dec 2004

ABSTRACT

In a worldwide probably unique large-scale thin-film test installation, 6 different thin-film PV technologies have been installed each in 3 different BIPV application modes on a test installation in Switzerland. The total of more than 450 thin-film modules include a-Si and CIS technologies. Each module type has been installed in 3 modes: inclined (20°), flat with free back air flow, and flat with thermal back insulation. Behavior and performance of all commercially available different thin-film BIPV systems are observed with an extensive monitoring program, including I_{DC} , U_{DC} , and P_{AC} , module and ambient temperature, and insolation. Additionally, 3 installed mono-crystalline PV arrays allow direct comparison of recent thin-film technologies to well known cell types

The modules under test include single junction amorphous silicon technology (Kaneka K58), double junction amorphous silicon technology (ASIOPAK SG30, BP850, Dunasolar DS40), triple junction amorphous silicon technology (UniSolar US64), copper indium di-selenid technology (Shell Siemens Solar ST40) and a well-known mono-crystalline silicon technology (Shell Siemens Solar SM 110) for comparison.

The results of the monitoring program show the monthly different performance ratios relatively to the performance ratio of the crystalline reference. It has been verified that the differences between thermal insulated modules and modules with free back air flow are in parts significant: Whereas three module types are more efficient with free back air flow (ST40, SG30 (partly), US64), two modules have the same yields (BP850, DS40) and one module type produces more energy (K58) with a thermal insulation. Broken modules in the PV arrays don't allow a final conclusion concerning the temperature behaviour of the module SG30.

All thinfilm-modules on silicon basis show a distinctive better temperature behaviour related to the crystalline technology. On this basis, it can be recommended to use thin film modules for building integration photovoltaic systems.

The operating behaviour of the module ST40 seems to be similar to that of crystalline Si-cells (SM110) except that the performance ratio both years is about 5% to 10% higher than that of crystalline Si-cells and this also during winter. The performance ratio of SG30 is in the same region of ST40 (to be judged with caution, due to the lack of complete data due to broken modules). The other thin film modules show an advantage in the hot summer months (a performance ratio of 0% - 10%); The rest of the year the performance ratios is equal or definitively less than the reference (up to 20% less performance ratio). Changes in the future may be quite possible concerning the long term degradation.

Due to the reduction of the P+D-Budget, the project will no longer be supported by the Swiss Federal Office of Energy. In the future, the data of this test will eventually be evaluated by the energiebüro® ag – on their own risk and cost. The next 5 years will show, which module types will keep their performance ratio.

Autor and Coautor	Roland Frei, Christian Meier
Firma	energiebüro® ag
Adresse	Hafnerstrasse 60, CH-8005 Zürich
Telephon, Fax	+41 (0)43 444 69 10, +41(0) 43 444 69 19
E-mail, Homepage	info@energieburo.ch, www.energieburo.ch
Project- / Kontract -Nummer	45555 / 85617
Dauer des Projektes (von – bis)	Sep 2002 – Dez 2004

ABSTRAKT

In der grössten und wahrscheinlich weltweit einmaligen Dünnfilm-Testanlage wurden in der Schweiz 6 verschiedene Dünnfilmmodule in 3 verschiedenen BIPV-Varianten installiert. Unter den mehr als 450 Modulen sind sowohl Module mit amorphen Silizium (a-Si) wie auch mit Kupfer-Indium-Diselenid (CIS) Technologie eingesetzt worden. Jeder Modultyp wurde auf drei verschiedene Arten installiert: flach aufgeständert thermisch isoliert, flach aufgeständert hinterlüftet und schräg aufgeständert hinterlüftet (20°). Verhalten und Performance Ratio der verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Dünnfilmmodule wurden anhand eines externen Monitoring-Programms untersucht. Erhoben wurden: IDC, UDC, PAC, die Modul- und Umgebungstemperatur sowie die Sonneneinstrahlung. Drei monokristalline Referenz-Anlagen lassen den direkten Vergleich der aufkommenden Dünnfilntechnologie zu der herkömmlichen kristallinen zu.

Folgende Technologien wurden eingesetzt: 1-schichtige amorphe Silizium-Technologie (Kaneka K58), 2-schichtige amorphe Silizium-Technologie (ASIOPAK SG30, BP Solar BP850, Dunasolar DS40), 3-schichtige amorphe Silizium-Technologie (UniSolar US64), Kupfer-Indium-Diselenid (CIS)-Technologie (Shell Siemens Solar ST40) und als Referenztechnologie das allseits bekannte monokristalline Modul SM110 (Shell Siemens).

Als Auswertung des Monitoring-Programms ist die monatliche Performance Ratio-Abweichung der einzelnen Module im Vergleich zur Referenzanlage berechnet worden. Erste Resultate haben gezeigt, dass die Unterschiede zwischen den thermisch isolierten und den hinterlüfteten Teilanlagen teilweise signifikant sind: Während drei der Dünnfilm-Modultypen frei hinterlüftet effizienter arbeiten als thermisch isoliert (ST40, SG30 (teilweise), US64), spielt dies bei zwei Modultypen praktisch keine Rolle (BP850, DS40) und ein Modultyp (K58) arbeitet besser unter thermisch isolierten Bedingungen. Aufgrund einzelner Glassbrüchen sind die Ergebnisse beim Modultyp SG30 mit Vorsicht zu beurteilen.

Alle Dünnfilm-Module auf Siliziumbasis zeigen ein deutlich besseres Temperaturverhalten als das monokristalline Modul. Für gebäudeintegrierte Anwendungen weisen sie dadurch ein grosses Potential auf. Die Charakteristik des CIS-Modules bezüglich Temperaturverhalten entspricht eher derjenigen von kristallinen Modulen.

Im Betrieb verhält sich das Modul ST40 sehr ähnlich wie das monokristalline Modul (SM110). Der Performance Ratio liegt jedoch bei allen drei Teilanlagen sowohl im Sommer wie im Winter höher als die der Referenzanlagen (5 – 10%). Der Performance Ratio des Moduls SG30 liegt in einem ähnlichen Bereich wie die des Moduls ST40 (die Daten sind aufgrund Datenlücken infolge Glasbruch mit Vorbehalt zu beurteilen). Die anderen Dünnfilm-Module zeigen sich produktiver in den heissen Sommermonaten (um 0 – 10% höher als die Referenz); den Rest des Jahres liegt der Performance Ratio ungefähr im Bereich der Referenz bzw. zum Teil deutlich tiefer (bis zu -20%). Die stattfindende Degradation der Module kann dazu führen, dass der Performance Ratio in Zukunft je nach Modultyp noch sinken wird.

Auf Basis der erhaltenen Messresultate erscheint die langfristige Untersuchung der Modul-Degradation als interessant. Aufgrund der einschneidenden P+D-Budget-Verminderung des BfE kann zur Zeit aber keine Projektverlängerung dieser Messkampagne genehmigt werden. Höchstwahrscheinlich werden die Daten durch die energiebüro® ag auf eigenes Kosten und eigenes Risiko weiterhin erhoben. Die nächsten fünf Jahre werden zeigen, welches Modul seine Performance halten kann.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung / Projektziele.....	5
 KURZBESCHRIEB DES PROJEKTS.....	5
Dünnfilm-Test-Solarstromanlage	5
Ausgewählte Modultypen	5
Wahl des Wechselrichters	6
Messanlage.....	6
 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN UND ERREICHTE ERGEBNISSE	7
Betrieb der Gesamt-Anlage	7
Betrieb der Teil-Anlagen	7
Outdoor-Performanz-Test, Flashen, Prüfdaten Hersteller – Basis Auswertung	8
 RESULTATE / TENDENZEN	9
Aussagekraft der Resultate.....	9
Temperatur.....	9
Performance Ratio / spezifischer Ertrag	10
 SCHLUSSBEMERKUNGEN UND AUSBLICK	14
 VERDANKUNGEN	14
 REFERENZEN / PUBLIKATIONEN.....	15
 ANHANG	16

Einleitung / Projektziele

Seit Jahren wird der Durchbruch von Dünnschichtzellen in der Solarstrom-Branche in Aussicht gestellt. Dies erstaunt nicht, liegen die Vorteile doch klar auf der Hand:

- Potentiell geringere Herstellungskosten
- bessere Materialverfügbarkeit
- reduzierter Energieaufwand
- besseres Temperaturverhalten

Der Einsatz von Dünnschicht-Solarmodulen im Rahmen von wirtschaftlichen Investitionen hat sich bis zum heutigen Zeitpunkt trotz grossem Chancenpotential in Europa nicht durchgesetzt.

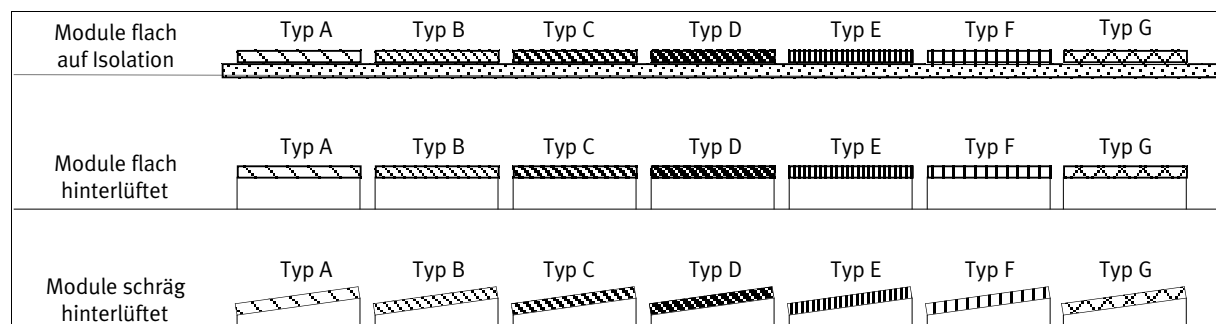
Ziel der Dünnschicht-Test-Solarstromanlage ist der Vergleich von heute auf dem Markt erhältlichen Dünnschicht-PV-Solarmodulen unter realen und identischen Bedingungen im Rahmen einer Praxisanlage. Dabei sollen verschiedene Anordnungsvarianten die Beurteilung des Ertrags-, Neigungs- und Temperaturverhaltens der einzelnen Modultypen in der Praxis ermöglichen.

Mit dem Vergleich von Dünnschicht-Solarmodulen in der Praxis soll die Erschliessung und der Einsatz von billigeren Solarmodulen vorangetrieben werden. Dank höheren erwarteten Energieerträgen und billigeren Solarmodul-Kosten soll der kWh-Preis für Solarstrom zukünftig weiter reduziert werden.

Kurzbeschreibung des Projekts

Dünnschicht-Test-Solarstromanlage

Anfangs November 2002 sind auf dem Dach des MMM Neumarkt Zürich-Altstetten der Genossenschaft Migros Zürich (GMZ) 6 zur damaligen Zeit am Markt erhältliche PV-Dünnschichtmodultypen zusammen mit einem bekannten kristallinen Modultyp als Referenz, in jeweils 3 verschiedenen Aufständerungsvarianten – unter sonst identischen Bedingungen – installiert worden.



Graphik 1. Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus mit den 3 Aufständerungsvarianten flach aufgeständert thermisch isoliert, flach aufgeständert hinterlüftet und schräg aufgeständert hinterlüftet.

Die Solarmodule sind im jeweils gleichen Winkel (20°) aufgeständert bzw. gleich flach (3°) montiert worden. Die Systembedingungen sind bei allen PV-Feldern soweit möglich identisch, d.h. gleiche Ausrichtung, gleiche Befestigungsart, gleiche Kabellängen, gleiche Wechselrichter, Minimierung der mikroklimatischen Einflüsse wie Beschattungseinflüsse udgl..

Mit vorliegendem Projekt soll über den Einsatz von Dünnschicht-Solarmodulen in der Praxis Klarheit gewonnen werden. Erste Ergebnisse wurden im Rahmen der P+D-Jahresberichte 2003 und 2004 veröffentlicht.

Ausgewählte Modultypen

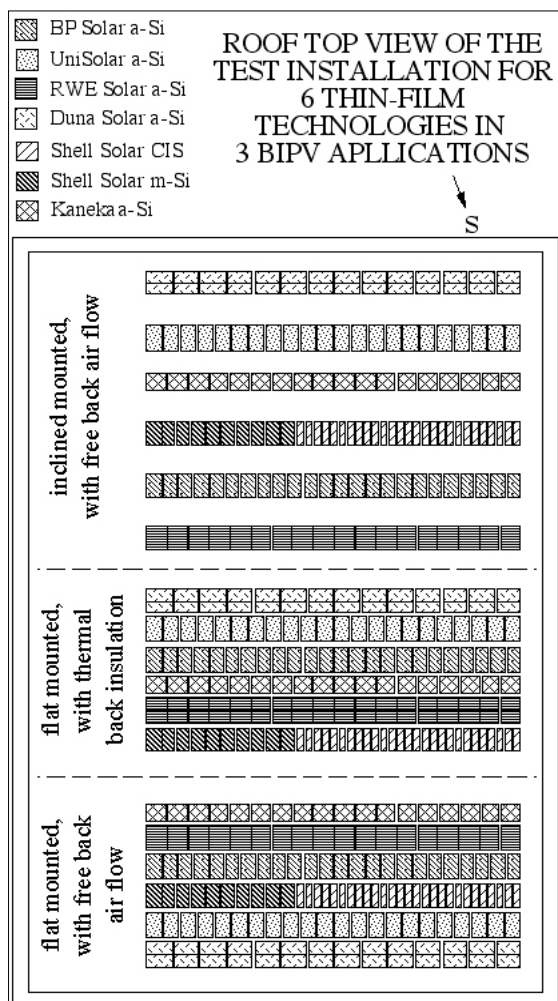
Zur Klärung der Frage, für welche Modultypen der grösste Bedarf an Betriebserfahrungswerten besteht, wurde eine Umfrage bei den wichtigsten PV-Akteuren durchgeführt. Die 6 meistgenannten

DünFilm-Modultypen sind in den Versuchsaufbau aufgenommen worden. Die anderen Module waren zum Zeitpunkt der Evaluation wenig bekannt bzw. vielfach noch nicht lieferbar.

Als Referenz-Modultyp ist das Siemens SM110 (heute bekannt als Shell Solar SM 110) mit kristallinen Zellen zum direkten Vergleich in das Projekt aufgenommen worden.

Kurzbez.	Modulbezeichnung	Zellentechnologie	stabilisierte Spitzenleistung nominal pro Modul	Leistung pro Aufständervariante	Leistung gesamt
Typ A	Dunasolar DS40	aSi-Tandem	40 Wp	1.12 kWp	3,36 kWp
Typ B	BP Millenia BP850	aSi-Tandem	50 Wp	1.20 kWp	3,60 kWp
Typ C	Kaneka K58	amorph	58 Wp	1.05 kWp	3,15 kWp
Typ D	RWE ASIOPAK SG30	amorph	32 Wp	1.15 kWp	3,45 kWp
Typ E	Siemens ST40	CIS (CuInSe ₂)	40 Wp	1.12 kWp	3,36 kWp
Typ F	Uni-Solar US64	aSi-Triple	64 Wp	1.41 kWp	4,23 kWp
Typ G	Siemens SM110	monokristallin	110 Wp	1.10 kWp	3,30 kWp
Installierte GESAMTLEISTUNG					24,45 kWp

Tabelle 2. Liste der für den Testaufbau ausgewählten Modultypen mit den jeweiligen Leistungsangaben.



Wahl des Wechselrichters

Aufgrund der technischen Daten wurde der Wechselrichter Sunny Boy 1100E ausgewählt. Dieses Gerät passt auf alle 7 ausgewählten Modultypen-Arrays, sowohl vom Spannungsbereich wie auch im ungefähren Leistungsbereich.

Messanlage

Die Anlage ist mit einem kompletten Mess- und Monitoringssystem ausgerüstet.

Folgende Parameter werden im 1-min-Takt gemessen und im Stundenmittelwert abgespeichert:

- Sonneneinstrahlung
2 Pyranometer (horizontal (3°) und geneigt (20°))
- Aussen-/Umgebungstemperatur
1 sonnengeschützter Thermofühler
- Modultemperatur
21 Thermofühler (1 pro Modultyp und Aufständervariante)
- DC-Spannung
21 Trennwandler
- DC-Strom
21 Messwandler
- AC-Energie
21 Kilowattstundenzähler

Graphik 3. Anlagenlayout DünFilm-Test-Solaranlage

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Messdatenerfassung erfolgte gemäss den Richtlinien [1] und [2]. Die Datenaufbereitung und Teile der Auswertung erfolgte mit der Software PVbox von TNC Consulting AG. Die Aussagekraft der Daten und ihre Glaubwürdigkeit ist dadurch gesichert.

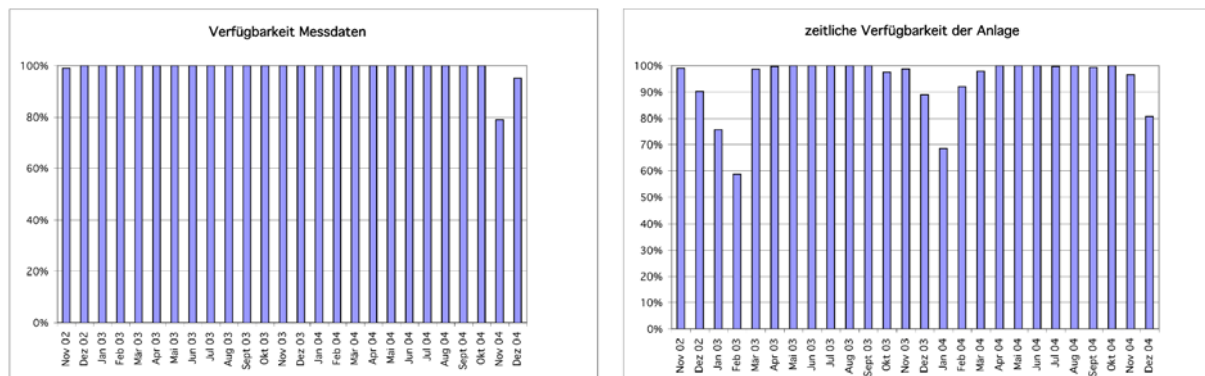
In den Jahren 2003 und 2004 wurden neben der kontinuierlichen Messung, Auswertung und Interpretation der Daten ebenfalls wenige Interventionen im Zusammenhang mit Betriebsunterbrüchen/-störungen vorgenommen.

Aufgrund eines technischen Defektes wurden sowohl im September 2003 wie auch im 2004 ein Teil der Temperaturfühler ersetzt. Nach dem Ersatz funktionierte die Messanlage und die Messinstrumente erneut einwandfrei.

Betrieb der Gesamt-Anlage

Seit der Inbetriebnahme der Anlage im November 2002 wurden praktisch lückenlos Betriebsdaten gesammelt – mit einer Ausnahme: Infolge einer technischen Störung des Daten-Loggers wurden im November 2004 die Daten von knapp 1 Woche nicht erfasst (Graphik 4, linke Abbildung). Dank der regelmässigen Datenkontrolle konnte die Störung jedoch schnell detektiert und behoben werden. Die Messdatenerfassung, die Datenkommunikation und die Datenaufbereitung zeigten wenig Probleme.

Die zeitliche Verfügbarkeit der PV-Anlage (Graphik 4, rechte Abbildung) entspricht dem Verhältnis der Betriebsstunden (Stunden, bei welchen die Einstrahlungssumme grösser 80 Wh/m^2 und die Generatorleistung im Durchschnitt mehr als 50 W/kWp beträgt) zu den Sonnenstunden (Stunden, bei welchen die Einstrahlungssumme grösser 80 Wh/m^2 beträgt).



Graphik 4. links: Verfügbarkeit Messdaten. Rechts: Zeitliche Verfügbarkeit der Gesamt-Anlage

In den Auswertungen wurden jeweils die Daten der einzelnen Teilanlagen ab März bis November miteinander verglichen, um aussagekräftige Informationen zu erhalten. Grund dafür sind unterschiedliches Anfangs-Degradationsverhalten der eingesetzten Modul-Typen (gemäss Hersteller-Angaben bis zu 25% höhere Anfangsleistung sowie Anfangs-Degradation während den ersten 6 bis 8 Wochen) und die eingeschränkte Verfügbarkeit der einzelnen Teilanlagen wegen unterschiedlicher Schneebedeckung während den Monaten Dezember bis Februar.

Betrieb der Teil-Anlagen

Die 21 Teilanlagen sind seit der Installation vollständig in Betrieb. Es traten keine Wechselrichter-ausfälle ein.

Bei den 3 Teilanlagen des Modultyps ASIOPAK-SG30 (Glas/Glas) sind im Juni 2003 Lamine mit Glassprüngen entdeckt worden (in der Teilanlage geneigt 4 Stk., in der Teilanlage flach hinterlüftet 2 Stk., in der Teilanlage flach isoliert 3 Stk.), welche nicht eindeutig einer bestimmten Ursache zugeschrieben werden können. Obwohl der Hersteller RWE Schott Solar umgehend benachrichtigt worden ist, waren Ersatzmodule erst im 1. Quartal 2004 lieferbar. Begründet wurde dies mit der Auslastung der Produktionslinie. Anfangs März 2004 sind diese dann ausgewechselt worden.

Gleichzeitig wurden sämtliche Lamine vorbeugend mit einer neuen Unterkonstruktion versehen, welche durch den Solarmodul-Hersteller RWE Schott Solar im voraus schriftlich beglaubigt worden ist.

Trotzdem wurden im September 2004 erneut 3 Module mit Glassprüngen (in Teilanlage geneigt 2 Stk. in der Teilanlage flach isoliert 1 Stk.) entdeckt. Der Hersteller RWE Schott Solar wurde umgehend benachrichtigt. Die Module sind bis Ende Jahr noch nicht ersetzt worden. In der Zwischenzeit sind 2 weitere Lamine mit Glassprüngen entdeckt worden.

Im 2003 wurde aufgrund der Monatsanalysen festgestellt, dass die Werte der Teilanlagen ASIOPAK-SG30 ab Juni 2003 für einen sinnvollen Vergleich unzulässig sind. Im Betriebsjahr 2003 werden deshalb untereinander und gegenüber den anderen Modultypen nur die Werte der Monate März bis Mai verglichen, mit Ausnahme der Messdatenreihe der horizontal hinterlüfteten Teilanlage. Diese Daten scheinen plausibel zu sein. Trotz den ebenfalls vorhandenen Sprüngen ist sehr wahrscheinlich bis zur Auswechslung keine Feuchtigkeit in den Glas/Glas-Zwischenraum gelangt, sodass Korrosion/Kurzschluss noch nicht stattfinden konnte.

Für das Betriebsjahr 2004 gilt, dass die Werte für die ASIOPAK-SG30-Module auch nach deren Auswechslung mit Vorsicht zu betrachten sind: Wenige Monate nach der Instandstellung der einzelnen Teilanlagen wurden erneut Module mit Glassprüngen entdeckt. Ob Auswirkungen durch die neuen Glassprünge bereits zum Tragen gekommen sind und falls ja ab welchem Zeitpunkt, ist aus den vorhandenen Daten nicht uneindeutig feststellbar. Mittelfristig wird eindringende Feuchtigkeit im Glas/Glas-Zwischenraum wohl zu Korrosion/Kurzschluss führen.

Outdoor-Performanz-Test, Flashen, Prüfdaten Hersteller – Basis Auswertung

Pro Modultyp wurden jeweils 6 zufällig gewählte Teststücke beim TISO geflasht. 1 Stück der geflashten Module wurde zusätzlich einem Outdoor-Performanz-Test unterzogen. Der Outdoor-Performanz-Test hat gezeigt, dass das Flashen der Dünnfilm-Module keine korrekten Daten liefert, wie bereits im Vorfeld vermutet wurde; der TISO-Flasher ist wie die meisten Flasher nur für kristalline Module geeignet. Gemäss Recherchen gab es zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der PV-Anlage im Sommer 2002 kein Messinstitut in Europa, welches die Möglichkeit besass, die Dünnfilm-Module innerhalb nützlicher Frist und aussagekräftigen Resultaten zu flashen.

Erschwerend kommt hinzu, dass - trotz mehrmaligem Nachfassen – nicht alle Modullieferanten/-hersteller die Prüfdaten der einzelnen Module (Modul-Nummer, Isc, Imp, Usc, Umpp, Pmpp) zur Verfügung gestellt haben. Anbei die Übersicht:

- Prüfdaten zur Verfügung gestellt: Dunasolar DS40, Kaneka K58
- Prüfdaten nicht erhältlich: BP Millenia BP850, ASIOPAK SG30, Siemens ST40, Uni-Solar US64
- Prüfdaten gegen Entgelt erhältlich: Siemens SM110

Die Auswertungen basieren deshalb auf der stabilisierten Nominal-Leistung gemäss Angaben Hersteller-Datenblatt. Ziel des Projektes ist nicht eine detaillierte Modul-Untersuchung, sondern der Praxis-Vergleich bezgl. Ertrag- und Temperaturverhalten der einzelnen Modultypen in unseren Breitengraden für den Endkunden. Sollte ein Hersteller mehr Leistung verkauft haben, als die Module tatsächlich besitzen, so wird dementsprechend der Ertrag pro installierte kWp-Leistung bzw. der Performance Ratio tiefer ausfallen.

Resultate / Tendenzen

Aussagekraft der Resultate

Messgenauigkeit, Datenerfassung und Datenverfügbarkeit werden als sehr hoch klassifiziert. Die Aussagekraft der Resultate ist aufgrund folgender Punkte in ihrer wissenschaftlichen Signifikanz aber dennoch aus folgenden Gründen in gewissen Aussagen einzuschränken:

- Flashen der Module: Aufgrund fehlender Prüfdaten der Hersteller basieren die Auswertungen auf den stabilisierten Nominal-Leistungen gemäss Hersteller-Datenblätter zum Zeitpunkt des Modulkauftes und nicht wie üblich auf den spezifischen STC-Werten der einzelnen Module.
- Degradation der Module: Die Anfangs-Degradationen der eingesetzten Dünnfilm-Module sind durch die Hersteller mit 6 bis 8 Wochen angegeben worden. Die Analyse der ersten 2 Betriebsjahre zeigt, dass der Performance Ratio der Referenz im Jahresvergleich stabil geblieben ist, während der Performance Ratio der meisten Dünnfilm-Modulen im 2. Betriebsjahr im Vergleich zum 1. Betriebsjahr tiefer ausfällt. Entgegen den Hersteller-Angaben wird deshalb vermutet, dass der Prozess der Anfangs-Degradation nicht über Wochen sondern Monate und Jahre verläuft. Die Vermutung wird gestützt durch Messresultate der gebäudeintegrierten Solarstromanlage am IMT Neuchâtel [3] mit ASE-Modulen (Vorläufer von ASIOPAK), wonach sich die Leistung nach 7 Jahren Betrieb bei -11% stabilisiert hat; die Stabilisierung trat erst ab dem 6. Betriebsjahr ein.
- Technische Mängel an Modulen: Module des Modultypes ASIOPAK SG30 weisen trotz nachträglich verbesserter Unterkonstruktion (neue Unterkonstruktion durch Modulhersteller Schott Solar CH festgelegt) erneut Glassprünge auf. Der direkte Vergleich mit anderen Modultypen ist deshalb eingeschränkt.
- Zeitraum Messung: Solarmodule müssen heute zwischen 20 bis 25 Jahren funktions- und leistungsfähig sein. Bei einer Messperiode von 2 Jahren können bezüglich langfristigem Verhalten verständlicherweise noch keine abschliessend gesicherten Aussagen gemacht werden.

Trotzdem besitzen die Resultate eine hohe Aussagekraft, um mögliche Tendenzen erkennen zu können. Erste Resultate sind den einzelnen Herstellern/Lieferanten im 2004 zur Begutachtung und Stellungnahme zugestellt worden. Reaktionen blieben grösstenteils aus.

Temperatur

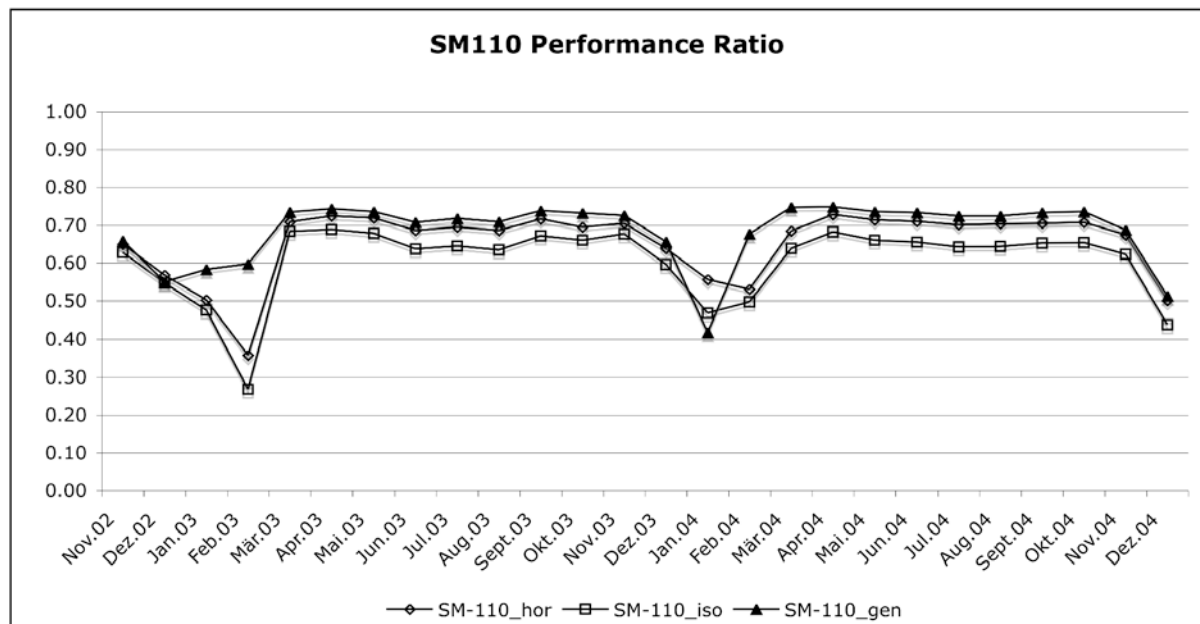
Vergleicht man die höchste Monatsmittel-Temperatur der einzelnen Teilanlagen, so fällt auf, dass die Module im Monatsmittel ähnliche Verhaltensweisen zeigen wie bei der Stundenmittel-Temperatur: die thermisch isolierten Teilanlagen liegen rund 10° bis 15° C über den Werten der horizontal bzw. geneigt hinterlüfteten Modulreihen. Der Unterschied ist signifikant.

Teilanlage	geneigt		flach hinterlüftet		flach thermisch isoliert	
	Höchst-T [°C, h-Mittel]	Tiefst-T [°C, h-Mittel]	Höchst-T [°C, h-Mittel]	Tiefst-T [°C, h-Mittel]	Höchst-T [°C, h-Mittel]	Tiefst-T [°C, h-Mittel]
SM110Referenz	62.9	-10.7	62.6	-10.7	80.4	-12.8
US64	59.0	-11.1	59.0	-11.3	73.3	-12.3
ST40	62.7	-10.9	65.2	-10.7	83.8	-13.6
BP850	63.9	-10.7	60.9	-10.8	78.9	-12.6
SG30	64.1	-10.8	61.7	-13.6	79.2	-14.4
K58	57.1	-10.8	60.8	-10.6	75.1	-14.1
DS40	60.7	-10.2	66.5	-10.6	80.6	-14.2

Tabelle 5. Modultemperaturen aus dem Jahr 2003 [°C, h-Mittel]. Höchst, bzw. Tiefstwerte seit Inbetriebnahme. Umgebungstemperatur: Höchstwert 37.4° C, Tiefstwert -9.1° C.

Performance Ratio / spezifischer Ertrag

Im Folgenden werden die Abweichungen des Performance Ratio der Dünnfilm-Module zum entsprechenden Performance Ratio der kristallinen Referenzanlage SM110 verglichen.



Graphik 6. Performance Ratio Referenzanlagen SM110 (Monatsmittel Nov 02 – Nov 04)

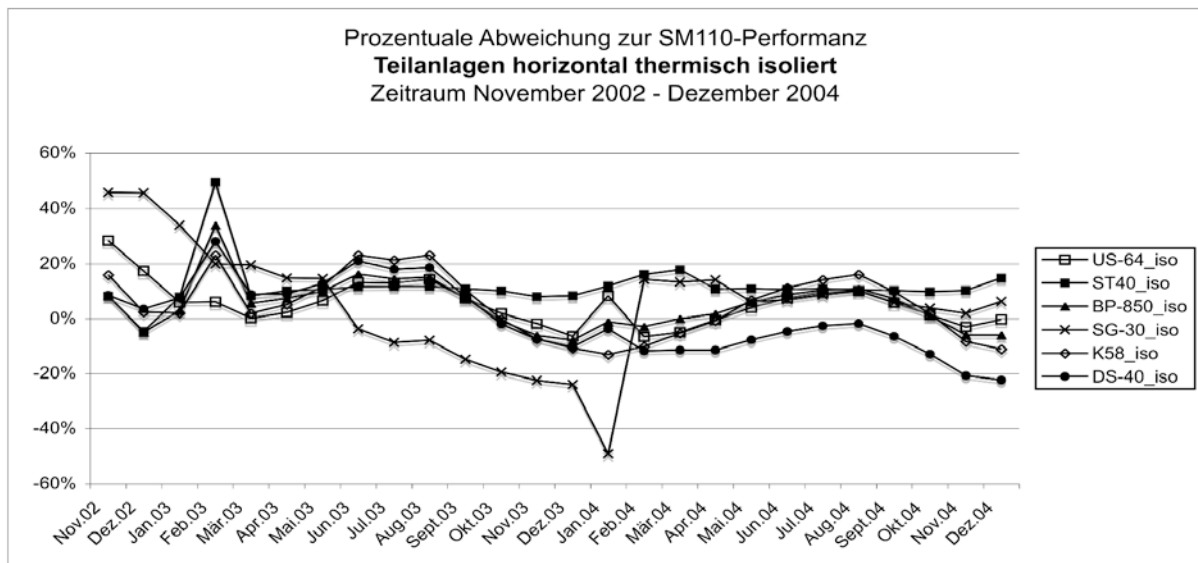
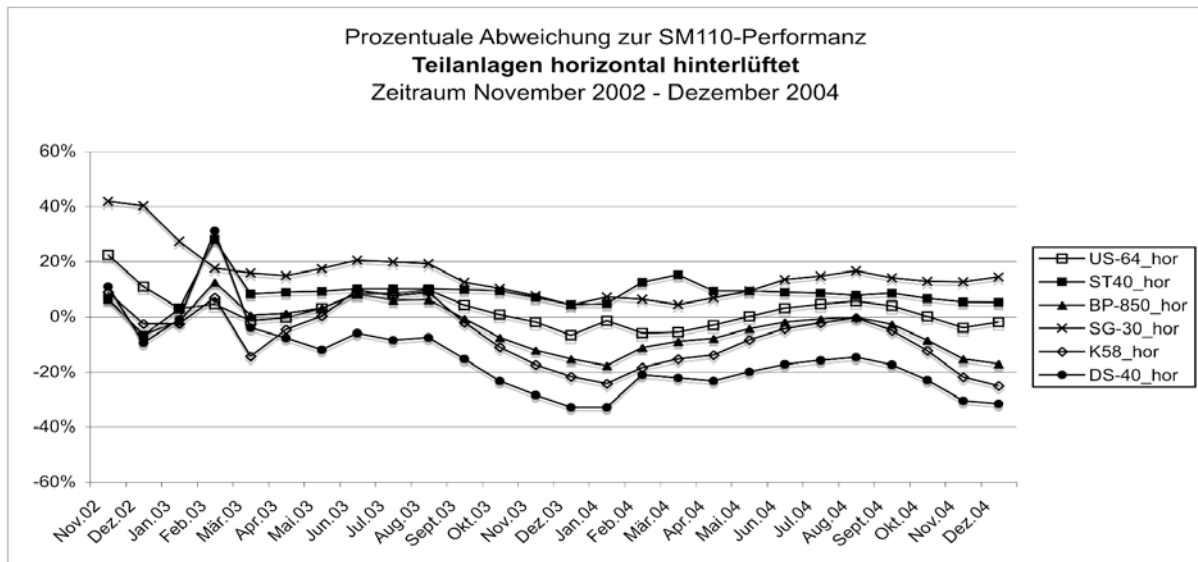
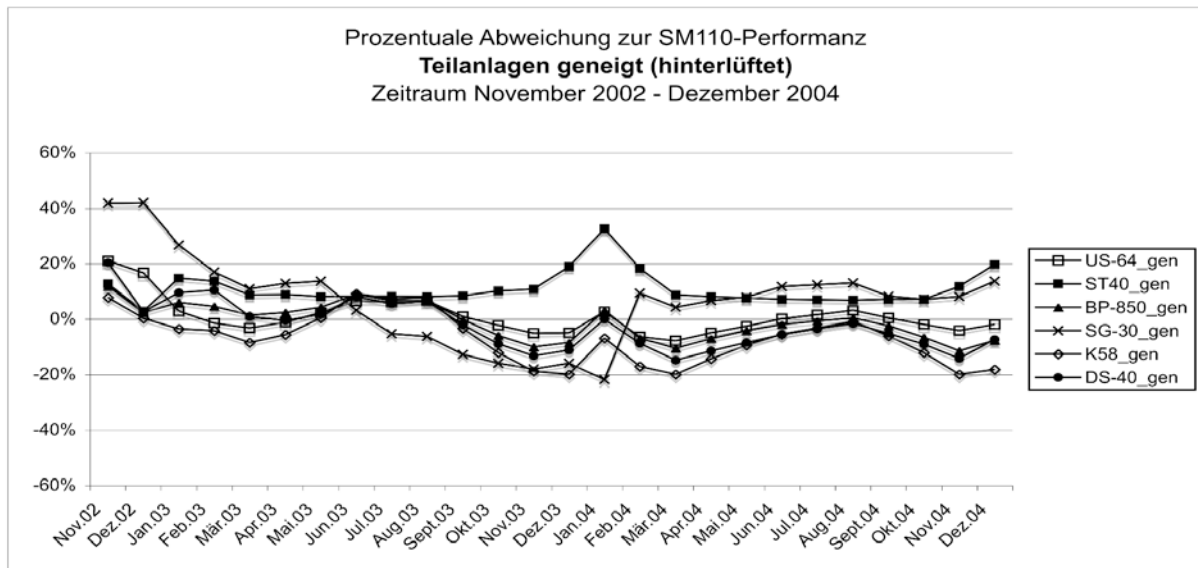
Bei der Referenzanlage SM110 liegt der Performance Ratio der horizontal hinterlüfteten Teilanlage („hor“) im Vergleich mit dem Performance Ratio der geneigten Teilanlage („gen“) um ca. 3% tiefer, derjenige der horizontal thermisch isolierten Teilanlage („iso“) um rund 10% tiefer. Dieses Resultat wurde in beiden Betriebsjahren bestätigt und darf als gesichert gelten. Zudem entspricht es den Erwartungen auf Grund langjähriger anderer Erfahrungen.

Aus Graphik 7 ist ersichtlich, dass sämtliche Dünnfilm-Modultypen bei den horizontal thermisch isolierten Teilanlagen („iso“) gegenüber der kristallinen Referenzanlage während den heißen Sommermonaten einen grösseren Performance Ratio aufweisen: zwischen 10% bis 20%. Ausnahme bilden der Modultyp DS40 im Jahr 2004 sowie das Modul SG30 im Jahr 2003, wo infolge Glasbruch bei den Modulen keine plausiblen Messdaten ermittelt werden konnten.

Dabei heben sich K58 und DS40 in den Monaten Jun 03 bis Aug 03 mit rund 20% sichtbar ab. Im Jahre 2004 hebt sich das Modul K58 erneut in den Monaten Jul 04 und Aug 04 mit rund 15% ab. Sobald Temperatur und Einstrahlung geringer werden (Monate Oktober bis April), liegt der Performance Ratio der Dünnfilm-Module im Bereich der kristallinen Referenzanlage oder sogar deutlich tiefer. Die Ausnahme dazu bilden ST40 und SG30. Die gewonnene Charakteristik wird in beiden Betriebsjahren bestätigt. Dabei ist zu beachten, dass sich die prozentuale Performance Ratio-Differenz der meisten Dünnfilm-Modultypen um rund 5% vermindert hat, vermutlich infolge stärkerer Degradation.

Der Performance Ratio des CIS-Moduls ST40 liegt bei allen 3 verschiedenen Aufständervarianten rund 5% bis 10 % höher, auch im Winterhalbjahr. Die erfassten Messdaten der SG30-Teilanlage horizontal hinterlüftet lässt die nicht gesicherte Erkenntnis zu, dass das Laminat ebenfalls einen sehr guten Performance Ratio aufweist. Der Ertrag der horizontal hinterlüfteten Teilanlage („hor“) liegt in den heißen Sommermonaten deutlich über demjenigen des ST40-Moduls. Eine mögliche Erklärung könnte die Anfangsdegradation des SG30-Modules darstellen, welche noch nicht vollständig abgeschlossen sein könnte und sich entgegen den Herstellerangaben über einen längeren Zeitpunkt hinzieht (vgl. [3]).

Der Einbruch bei der horizontal thermisch isolierten Teilanlage („iso“) ist auf defekte Module (Glassprung) zurückzuführen. Bedingt durch unerwartete Glassprünge bei einzelnen Modulen der SG30-Teilanlagen lassen hier das Potential dieses Modultypes nur erahnen. Solange jedoch weiterhin mechanische Schäden am Laminat auftreten, stellt das Modul in dieser Ausführung keine reelle Alternative dar.



Graphik 7. Prozentuale Performance Ratio-Abweichung der Dünnfilm-Modul-Teilanlagen zum entsprechenden Performance Ratio der Referenzanlage. Zeitraum November 2002 bis Dezember 2004. Oben: Teilanlagen geneigt hinterlüftet („gen“); Mitte: Teilanlagen horizontal hinterlüftet („hor“); Unten: Teilanlagen horizontal thermisch isoliert („iso“).

Die Dünnfilm-Modultypen K58, BP850, US64 und DS40 weisen bei den geneigt („gen“) sowie flach hinterlüfteten Teilanlagen („hor“) während den heissen Sommermonaten gegenüber der kristallinen Referenz nur einen geringen Vorteil auf: bei beiden Aufständerungsvarianten fällt der Performance Ratio vor und nach den Sommermonaten (Juni bis August) im Vergleich zur kristallinen Referenz SM110 gleich oder gar deutlich tiefer aus .

Die Peaks in Graphik 7 (vgl. flache Aufständerungsvarianten („hor“) im Feb. 03 bzw. Jan.04 und geneigte Aufständerungsvariante („gen“) in Monat Jan. 04) sind witterungsbedingt zu erklären:

- Schnee. Die Module waren in den entsprechenden Monaten zeitweise komplett mit Schnee bedeckt.
- Unterschiedliches Verhalten bei Teilflächenbeschattung. Beim Einsetzen der Schneeschmelze produzieren Dünnfilm-Module im Vergleich zu den kristallinen Modulen schneller Energie, was den Effekt der Schmelze wiederum beschleunigen dürfte, da sich die Module stärker erwärmen.

Erstaunlich dabei ist, dass sich dieses Phänomen auch bei der geneigten Versuchsanordnung überaus deutlich zeigt: üblicherweise gleitet der Schnee von geneigten Moduloberflächen im Schweizer Mittelland in kurzer Zeit ab. Aufgrund der ausserordentlich lange anhaltenden Kälteperiode im Januar 2004 fror der Schnee aber wohl an der Moduloberfläche fest.

Teilanlage	geneigt	flach hinterlüftet	flach thermisch isoliert
Modultyp	Spezifischer Energieertrag der Monate Mär 03 - Nov 03 sowie Mär 04 - Nov 04 [kWh/kWp]		
	(Basis Einstrahlungssumme 2'448 kWh/m ²)	(Basis Einstrahlungssumme 2'362 kWh/m ²)	
SM110 _{Referenz}	1780	1661	1548
US64	1793	1714	1648
ST40	1925	1816	1716
BP850	1782	1656	1677
SG30	1862	1902	1604
K58	1712	1613	1711
DS40	1738	1550	1603

Tabelle 8. Spezifische Energieerträge [kWh/kWp] der Monate Mär-Nov 2003; Mär-Nov 2004. Grau angegebene Werte sind wegen der beschriebenen mechanischen Defekte einzelner Module (Glassprünge) nicht direkt vergleichbar, sie sind der Vollständigkeit halber aber trotzdem aufgeführt.

Beim Vergleich der spezifischen Energieerträge und des Performance Ratio fallen folgende weitere interessante Beobachtungen auf:

- US64. Im Jahr 2003 lagen die Erträge noch 5 % über dem kristallinen Referenzwert. Im Jahre 2004 haben sich die Erträge gegenüber 2003 im Vergleich zur Referenz jedoch bei allen Teilanlagen um ca. 4% vermindert. Einzig bei der thermisch isolierten Teilanlage wurden deutlich höhere Erträge erzielt. Die Entwicklung dieses Modultyps sollte in den nächsten Jahren zwingend weiterverfolgt werden, um aussagekräftige Informationen betreffend dem Langzeitverhalten zu erhalten.
- ST40. Dieser Modultyp ist ertragsmässig nach zwei Jahren der Spitzenreiter aller sechs Modultypen. Dieser CIS-Modultyp produziert im Vergleich zur Referenz einen deutlich höheren Mehrertrag und bestätigt teilweise die in Dünnfilmmodule gesetzten Erwartungen, allerdings leider nicht hinsichtlich des Temperaturverhaltens. Das Betriebsverhalten der CIS-Technologie ist dem Betriebsverhalten von kristallinen Zellen sehr ähnlich. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die prozentuale Differenz zur Referenz kaum geändert (ca. -1%).

- BP850: Hinsichtlich der Erträge spielt die Temperatur eine fast zu vernachlässigende Rolle. Flach hinterlüftete wie auch thermisch isolierte Module produzieren praktisch denselben Energieertrag (leichtes Plus für thermisch isolierte Anwendung). Im Jahr 2004 hat sich die prozentuale Differenz zur Referenz im Vergleich zum Vorjahr um knapp 5% vermindert. Einzig bei der thermisch isolierten Teilanlage werden im Vergleich zur Referenz deutlich höhere Erträge erzielt.
- SG30. Trotz den eruierten Glasbrüchen hat dieser Modultyp hohe Erträge erzielt. Das Betriebsverhalten ist demjenigen der kristallinen Zellen teilweise ähnlich – sofern eine solche Aussage aufgrund lückenhafter vergleichbarer Daten zulässig ist. Der Einfluss der Modultemperatur auf den Ertrag ist nicht so ausgeprägt wie bei der kristallinen wie auch der CIS-Technologie. Durch das Auswechseln einiger Module muss die Degradation dieses Modultyps in den nächsten Jahren genauer betrachtet und verifiziert werden. Trotz dem sich abzeichnenden Potential ist der Einsatz dieses Modultyps aufgrund der erlittenen Glasbrüche in den letzten 2 Jahren mit Vorbehalten belastet.
- K58. Thermisch isolierte Module erzeugen im internen Vergleich deutlich mehr Ertrag (vgl. Tabelle 7: ca. 6% mehr). Die Erträge bei der geneigten und der flach hinterlüfteten Teilanlage liegen jedoch um rund 8 % unter dem Referenzertrag. Der Hersteller empfiehlt deshalb bei jeder Aufständervariante die Module zusätzlich thermisch zu isolieren um Mehrertrag zu generieren. K58 ist somit ein Produkt, dass mit seinem Temperaturverhalten in der Gebäudeintegration deutliche Vorteile besitzt. Seit dem 1. Quartal 2004 wird das Modul K58 neu als K54 verkauft; der Hersteller hat die Leistungsangabe um ca. 7% nach unten korrigiert.
- DS40. Thermisch isolierte Module erzeugen im internen Vergleich mehr Ertrag (vgl. Tabelle 7: ca. 6% mehr). Im Vergleich zur Referenz fallen jedoch sämtliche Erträge mit -7% oder mehr deutlich tiefer aus. Die Herstellung der DünFilm-Module wurde durch DunaSolar im Verlaufe der Messperiode eingestellt. Der entsprechende Modultyp wird nicht mehr hergestellt.

Im Vergleich mit den Ertragsdaten der P+D-Anlage Newtech [4] konnte bestätigt werden, dass der Ertrag der ST40-Module im Vergleich mit den beiden Module BP850 („Pendant“ zum MST43-LV) und US64 ebenfalls höher ausfällt. Im Gegensatz zur Newtech-Anlage wurde allerdings kein grosser Unterschied bezüglich Ertragsverhalten von BP850 und US64 bei den geneigten Teilanlagen festgestellt. Die Feststellung von Dr. Häberlin, dass sich die Technologie der CIS-Module vom Betriebsverhalten dem von kristallinen Zellen sehr ähnlich ist, kann wie oben bereits ausgeführt ebenfalls bestätigt werden. Es ist jedoch in diesem Vergleich unbedingt zu berücksichtigen, dass i) sich die Werte von Newtech auf eine Anlage mit 30°-Neigung und 0°-Südausrichtung bezieht, ii) das MST43LV nicht exakt dem BP850 entspricht und iii) der Messzeitraum nicht identisch ist.

Schlüsse über die Langlebigkeit von DünFilm-Modulen können zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund dieser Testanordnung noch nicht gezogen werden. Insbesondere kann das langjährige Degradationsverhalten noch nicht abschliessend beurteilt werden. Nach 2 Betriebsjahren ist der Performance Ratio nur noch bei 4 von 6 Modultypen höher oder gleich wie bei der Referenz. Bestätigt werden konnte, dass DünFilm-Module auf Siliziumbasis ein markant positiveres Temperaturverhalten aufweisen als die kristalline Technologie. Aufgrund dieser Erkenntnis empfehlen sie sich deshalb als tendentiell geeigneter für die Gebäudeintegration.

Detaillierte normierte Auswertungen der letzten 2 Betriebsjahre jeder einzelnen Teilanlage finden sich im Anhang.

Schlussbemerkungen und Ausblick

Bei der Projektinizierung wurde davon ausgegangen, dass der Vergleich der Dünnfilm-Technologien gegenüber der herkömmlichen kristallinen Technologie deutlich zugunsten ersterer ausfällt.

Dass die Dünnfilm-Technologie Vorteile in der besseren Materialverfügbarkeit des Rohstoffes und in dem reduzierten Herstell-Energieaufwand verfügen, ist in diversen Publikationen bereits früher gezeigt worden.

Bei Betrachtung der Modulkosten war allerdings festzustellen, dass die Dünnfilm-Module nur teilweise günstiger zu Beschaffen waren als kristalline Module, überraschenderweise zum Teil sogar deutlich kostspieliger. Unter Berücksichtigung der höheren Balance of System-Kosten (BOS) und des geringeren Flächenwirkungsgrades sind die im Projekt bezahlten Modulpreise für Solar-Contractoren bzw. -Investoren hinsichtlich der angestrebten niedrigeren Strom-Gestehungskosten als leider nicht attraktiv einzuschätzen. Insbesondere auch aufgrund noch weitgehend fehlender Langzeitstudien für Dünnfilm-Module sollte der Preisanreiz deutlich korrigiert werden. Wohl nur eine erhöhte Rendite-Erwartung kann Solar-Investoren dazu bewegen, das bei Dünnfilm-Modulen verbleibende grössere unternehmerische Risiko einzugehen.

Bei Betrachtung der heutigen Modulmarkt-Situation mit laufend steigenden Modulpreisen im kristallinen Sektor können Dünnfilm-Module allerdings kurzfristig eine Alternative darstellen. Dünnfilm-Module können unverhofft die Chance erhalten, ihre Zuverlässigkeit unter Beweis zu stellen, bis sich die Lage der Silizium-Verfügbarkeit wieder entspannt hat. Im überhitzten Solarmarkt mit hohen Modulpreisen für kristalline Module werden bereits heute in verschiedenen Ländern langwierig entwickelte und geplante Projekte aufgrund mangelnder wirtschaftlicher Rendite nicht mehr umgesetzt werden. In der Zwischenzeit wurden u.a. in Deutschland einige Projekte bekannt, welche an Stelle der ursprünglich geplanten kristallinen Modulen mit Dünnfilm-Modulen realisiert wurden.

Dass Dünnfilm-Module im Vergleich zu herkömmlichen kristallinen Modultypen ein besseres Temperaturverhalten ausweisen, konnte während des Testverlaufs bestätigt werden. Erwärmen sich die Module aufgrund hoher Temperaturen, erzielen die Dünnschicht-Module verglichen mit dem kristallinen Typ einen signifikant besseren Ertrag. Diese Tatsache macht die Dünnfilm-Technologie für Standorte mit hohen Temperaturen interessant, insbesondere:

- für Fassaden- und Dach-integrierte Anlagen mit der bekannt geringeren Hinterlüftung
- für Gebieten mit deutlich mehr Sonnentagen und höheren Umgebungs- und Betriebstemperaturen als in der Schweiz z.B. in den neuen Solarmärkten Spanien, Italien und Griechenland.

Aufgrund des gekürzten P+D-Budgets wird das Projekt vom BfE nicht weiterunterstützt. Bis auf weiteres werden die Daten auf eigenes Risiko und eigene Kosten weiterhin erfasst und gespeichert. Zur Zeit wird diskutiert, ob allfällige Auswertungen folgender Betriebsjahre gegen einen kosten-deckenden Beitrag Interessenten zur Verfügung gestellt werden.

Wenn sich der Performance Ratio der Dünnfilm-Module in den folgenden 2 Jahren stabilisiert und parallel dazu die Dünnfilm-Modulkosten fallen, so werden einzelne Dünnfilm-Technologien mittelfristig ihren Marktanteil wohl deutlich verbessern können.

Verdankungen

Die Errichtung der Dünnfilm-Testanlage wurde vom der Genossenschaft Migros Zürich im Rahmen einer wirtschaftlichen Risiko-Investition ermöglicht. Der produzierte Solarstrom wird durch das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) vergütet. Die beschriebenen Messungen wurden vom Bundesamt für Energie (BfE) und vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) finanziert.

All diesen Institutionen und Firmen sei an dieser Stelle für Ihre wertvolle Unterstützung herzlich gedankt.

Referenzen / Publikationen

- [1] International Electrotechnical Commission (IEC): Standards IEC 61274, Photovoltaic System Performance Monitoring – Guidelines for Measurement, Data Exchange and Analysis
- [2] TNC Consulting AG, Richtlinien zur Auswertung und Darstellung von Messdaten von PV-Netzverbundanlagen, Januar 1995
- [3] Institut de Microtechnique de l'Université Neuchâtel, R. Tschärner, A.V. Shah, Rapport final 'Installation photovoltaïque, IMT Neuchâtel, silicium amorphe intégré dans toiture', Novembre 2003
- [4] Berner Fachhochschule Burgdorf, Dr. H. Häberlin, Schlussbericht 'Newtech, Vergleich 3 * 1 kWp Dünnschichtzellenanlagen', Oktober 2003
- [4] Vortrag '6-Dünnschicht-Technologien in 3 verschiedenen BIPV-Varianten: Erste Resultate des Performanz-Tests unter realen Bedingungen', 19. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 10.- 12. März 2004
- [5] Eingabe wissenschaftlicher Beitrag an der 19th European PV Conference Paris, France: '6 Thin-Film Technologies in 3 different BIPV Modes: Results of Real Outdoor Performance Test'
- [6] Redaktioneller Beitrag PHOTON International, Test system for thin-film modules in Zurich, 2/2003
- [7] Redaktioneller Beitrag ENET-NEWS, Power vom Flachdach, April 2003
- [8] Redaktioneller Beitrag Schweizer Energiefachbuch 2003, Leistungstes Dünnschicht-Solarmodule: Quervergleich
- [9] Redaktioneller Beitrag tec21 (sia), Dünnschicht-Solarzellen, Nr. 5, 31. Januar 2003

Dieses Projekt wird unterstützt durch:



Bundesamt für Energie



Elektrizitätswerk der Stadt Zürich

Für den Bericht und die Schlussfolgerungen sind alleine die Verfasser verantwortlich.

Zürich, im Oktober 2005

Christian Meier

Roland Frei

Anhang

Symbole und Einheiten

Einstrahlung, Ertrag, Verluste udgl.		
Y _{r,g}	Referenz (Global)	[kWh/(kWp*d)]
Y _r	Referenz (Modulebene)	[kWh/(kWp*d)]
Y _a	Generator Ertrag	[kWh/(kWp*d)]
Y _f	Anlagen Ertrag	[kWh/(kWp*d)]
L _s	Inverterverluste	[kWh/(kWp*d)]
L _c	Feldverluste	[kWh/(kWp*d)]
PR	Performance Ratio	---
n _{Feld}	Betriebswirkungsgrad (Generator)	---
n _{Inv}	Betriebswirkungsgrad (Inverter)	---
n _{tot}	Gesamtwirkungsgrad der Anlage	---
Betr	zeitliche Verfügbarkeit der Anlage	[%]
T _{p b}	mitl. Modultemperatur bei Betrieb	[°C]
spez. Ertr.	spezifischer Jahresertrag	[kWh/(kWp*d)]

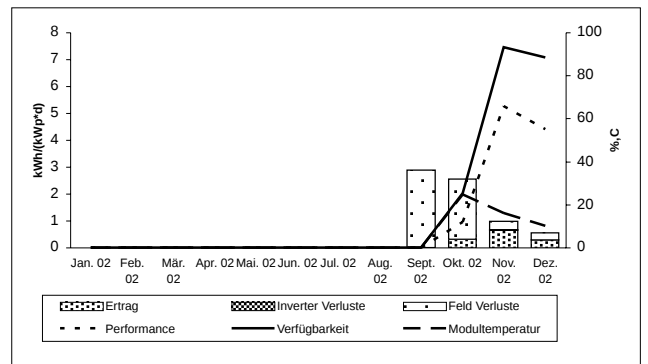
Modultyp

Siemens SM110

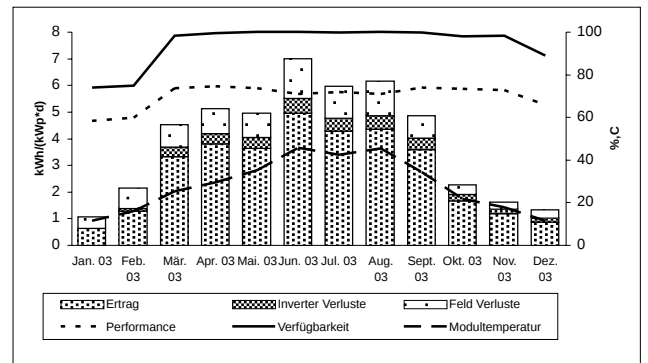
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

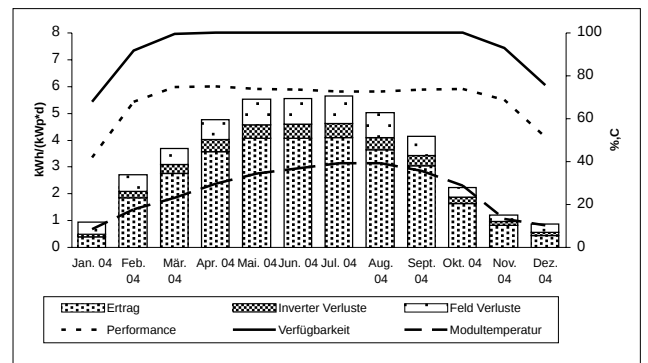
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.56	0.32	0.30	0.02	2.24	0.12	0.02	0.95	0.01	25.35	24.8	9.3
Nov. 02	0.87	0.98	0.66	0.64	0.01	0.32	0.66	0.09	0.98	0.08	93.07	16.2	18.6
Dez. 02	0.49	0.51	0.25	0.28	0.00	0.26	0.55	0.06	1.13	0.07	88.52	10.1	8.7
2002	1.44	1.58	0.34	0.34	0.00	1.24	0.22	0.03	1.00	0.03	39.53	18.93	36.6



Jan. 03	0.88	1.06	0.64	0.62	0.02	0.42	0.58	0.08	0.97	0.07	73.83	11.5	19.1
Feb. 03	1.63	2.14	1.38	1.28	0.10	0.76	0.60	0.08	0.93	0.08	74.69	16.0	35.9
Mär. 03	3.91	4.52	3.67	3.32	0.35	0.85	0.74	0.10	0.91	0.09	98.29	25.2	103.0
Apr. 03	4.86	5.12	4.18	3.81	0.37	0.94	0.74	0.10	0.91	0.09	99.36	29.5	114.2
Mai. 03	5.00	4.94	4.03	3.64	0.40	0.91	0.74	0.10	0.90	0.09	100.00	35.3	112.7
Jun. 03	7.19	7.00	5.50	4.96	0.54	1.51	0.71	0.10	0.90	0.09	100.00	45.8	148.8
Jul. 03	6.10	5.95	4.77	4.27	0.50	1.18	0.72	0.10	0.90	0.09	99.73	42.3	132.4
Aug. 03	5.94	6.14	4.86	4.35	0.51	1.28	0.71	0.10	0.89	0.09	100.00	45.5	134.9
Sept. 03	4.35	4.86	4.01	3.59	0.42	0.85	0.74	0.10	0.89	0.09	99.66	34.3	107.7
Okt. 03	1.94	2.26	1.89	1.66	0.23	0.37	0.73	0.11	0.88	0.09	97.96	21.5	51.4
Nov. 03	1.30	1.61	1.34	1.17	0.17	0.27	0.73	0.11	0.87	0.09	98.10	17.6	35.1
Dez. 03	1.00	1.31	1.00	0.86	0.14	0.31	0.66	0.10	0.86	0.08	88.81	11.5	26.7
2003	3.68	3.91	3.11	2.80	0.31	0.80	0.72	0.10	0.90	0.09	96.77	34.61	1021.9



Jan. 04	0.61	0.94	0.48	0.39	0.09	0.45	0.42	0.07	0.81	0.05	67.65	8.5	12.1
Feb. 04	2.09	2.71	2.08	1.84	0.24	0.63	0.68	0.10	0.88	0.09	91.58	17.6	53.2
Mär. 04	3.31	3.67	3.09	2.75	0.34	0.58	0.75	0.11	0.89	0.09	99.27	23.0	85.1
Apr. 04	4.61	4.76	4.00	3.56	0.44	0.75	0.75	0.11	0.89	0.09	100.00	29.6	106.9
Mai. 04	5.58	5.51	4.56	4.05	0.51	0.95	0.74	0.10	0.89	0.09	100.00	34.3	125.7
Jun. 04	5.73	5.54	4.58	4.07	0.52	0.96	0.73	0.10	0.89	0.09	100.00	36.7	122.0
Jul. 04	5.74	5.65	4.60	4.09	0.51	1.04	0.72	0.10	0.89	0.09	100.00	39.0	126.9
Aug. 04	4.91	5.01	4.08	3.63	0.45	0.92	0.73	0.10	0.89	0.09	100.00	39.2	112.5
Sept. 04	3.81	4.14	3.42	3.03	0.38	0.72	0.73	0.10	0.89	0.09	100.00	35.5	91.0
Okt. 04	1.94	2.21	1.86	1.63	0.24	0.35	0.74	0.11	0.87	0.09	100.00	28.7	50.4
Nov. 04	1.02	1.18	0.97	0.81	0.15	0.22	0.69	0.10	0.84	0.09	92.92	13.1	19.5
Dez. 04	0.72	0.85	0.55	0.44	0.11	0.31	0.51	0.08	0.80	0.07	75.53	10.2	13.2
2004	3.39	3.56	2.89	2.56	0.34	0.67	0.72	0.10	0.88	0.09	97.20	32.20	918.6



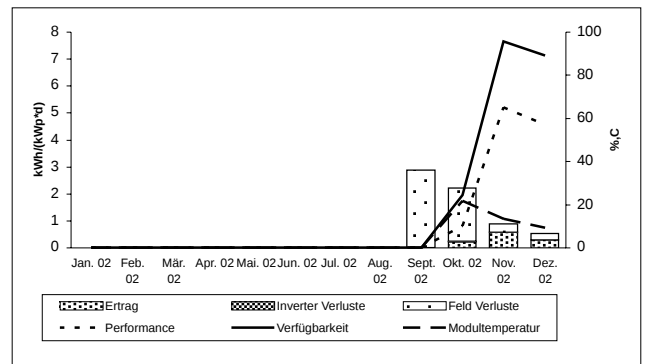
Modultyp

Siemens SM110

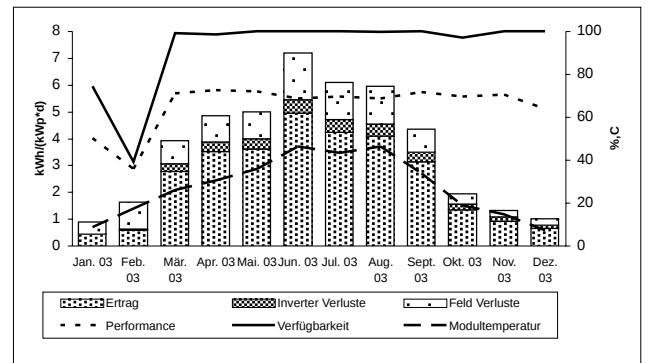
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

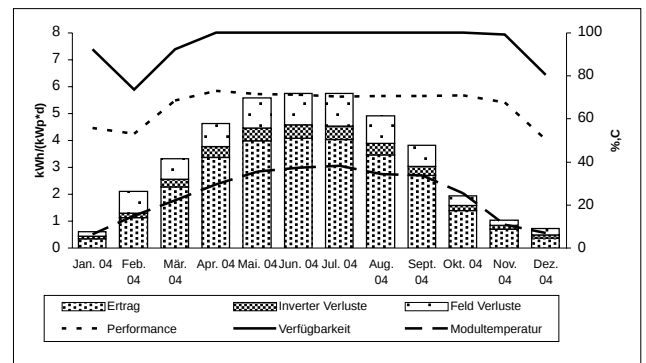
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	0.24	0.22	0.01	1.96	0.10	0.01	0.95	0.01	24.31	21.6	6.9
Nov. 02	0.87	0.87	0.58	0.57	0.01	0.30	0.65	0.08	0.98	0.08	95.50	13.4	16.4
Dez. 02	0.49	0.49	0.25	0.28	0.00	0.24	0.57	0.06	1.13	0.07	89.06	9.2	8.6
2002	1.44	1.44	0.30	0.30	0.00	1.15	0.21	0.03	1.01	0.03	41.70	15.93	32.0



Jan. 03	0.88	0.88	0.44	0.44	0.00	0.44	0.50	0.06	1.00	0.06	74.31	8.5	13.7
Feb. 03	1.63	1.63	0.61	0.58	0.03	1.02	0.36	0.05	0.96	0.05	39.22	17.2	16.3
Mär. 03	3.91	3.91	3.06	2.78	0.28	0.85	0.71	0.10	0.91	0.09	98.97	25.9	86.1
Apr. 03	4.86	4.86	3.86	3.52	0.35	0.99	0.72	0.10	0.91	0.09	98.44	30.5	105.5
Mai. 03	5.00	5.00	3.98	3.60	0.38	1.02	0.72	0.10	0.90	0.09	100.00	36.0	111.6
Jun. 03	7.19	7.19	5.45	4.94	0.51	1.74	0.69	0.10	0.91	0.09	100.00	46.3	148.1
Jul. 03	6.10	6.10	4.72	4.24	0.48	1.38	0.69	0.10	0.90	0.09	100.00	43.1	131.4
Aug. 03	5.94	5.94	4.54	4.07	0.47	1.40	0.69	0.10	0.90	0.09	99.72	46.1	126.3
Sept. 03	4.35	4.35	3.49	3.12	0.36	0.87	0.72	0.10	0.90	0.09	100.00	33.9	93.7
Okt. 03	1.94	1.94	1.55	1.35	0.20	0.39	0.70	0.10	0.87	0.09	96.98	18.8	41.8
Nov. 03	1.30	1.30	1.07	0.92	0.15	0.24	0.70	0.10	0.86	0.09	100.00	14.7	27.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.76	0.64	0.12	0.24	0.64	0.10	0.84	0.08	100.00	7.3	19.8
2003	3.68	3.68	2.80	2.53	0.28	0.88	0.69	0.10	0.90	0.09	95.68	35.81	921.8



Jan. 04	0.61	0.61	0.42	0.34	0.08	0.19	0.56	0.09	0.80	0.07	92.21	6.3	10.5
Feb. 04	2.09	2.09	1.28	1.11	0.17	0.81	0.53	0.08	0.87	0.07	73.50	15.0	32.1
Mär. 04	3.31	3.31	2.56	2.27	0.29	0.75	0.69	0.10	0.89	0.09	92.39	22.1	70.4
Apr. 04	4.61	4.61	3.76	3.36	0.40	0.85	0.73	0.10	0.89	0.09	100.00	29.6	100.8
Mai. 04	5.58	5.58	4.46	3.98	0.47	1.12	0.71	0.10	0.89	0.09	100.00	35.4	123.4
Jun. 04	5.73	5.73	4.57	4.08	0.50	1.16	0.71	0.10	0.89	0.09	100.00	37.1	122.3
Jul. 04	5.74	5.74	4.52	4.03	0.49	1.22	0.70	0.10	0.89	0.09	100.00	38.0	125.0
Aug. 04	4.91	4.91	3.87	3.46	0.42	1.03	0.70	0.10	0.89	0.09	100.00	34.1	107.2
Sept. 04	3.81	3.81	3.02	2.69	0.33	0.79	0.71	0.10	0.89	0.09	100.00	33.6	80.6
Okt. 04	1.94	1.94	1.58	1.37	0.21	0.36	0.71	0.10	0.87	0.09	100.00	25.4	42.5
Nov. 04	1.02	1.02	0.83	0.69	0.14	0.19	0.67	0.10	0.83	0.09	99.12	10.7	16.6
Dez. 04	0.72	0.72	0.47	0.36	0.11	0.25	0.50	0.08	0.77	0.06	80.43	6.9	10.8
2004	3.39	3.39	2.65	2.35	0.30	0.74	0.69	0.10	0.89	0.09	96.71	31.62	842.1



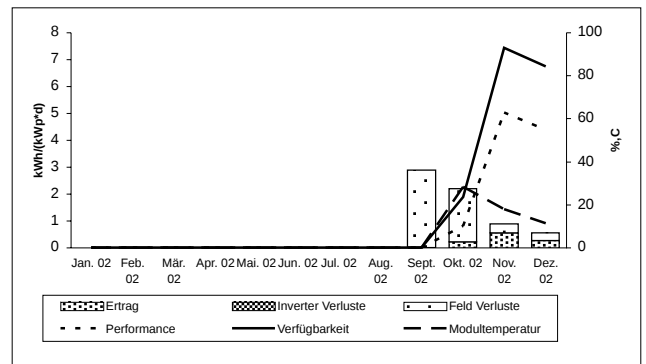
Modultyp

Siemens SM110

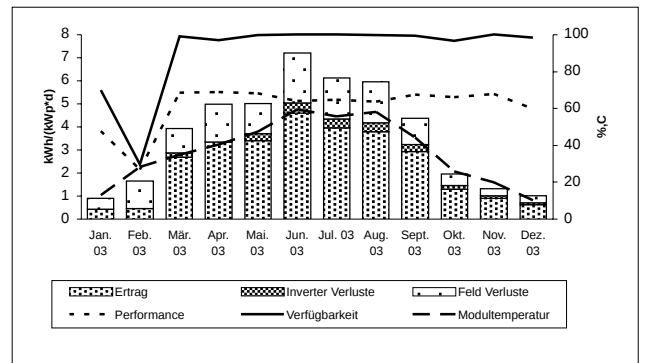
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

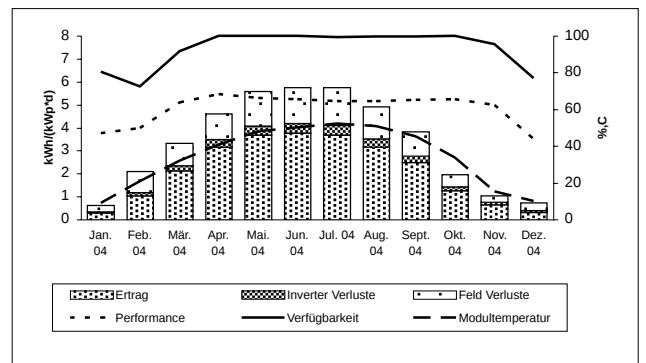
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	0.22	0.22	0.00	1.98	0.10	0.01	1.01	0.01	23.39	28.2	6.8
Nov. 02	0.87	0.87	0.53	0.55	0.00	0.34	0.63	0.08	1.03	0.08	92.79	17.9	15.9
Dez. 02	0.49	0.49	0.22	0.27	0.00	0.27	0.55	0.06	1.23	0.07	84.38	11.2	8.3
2002	1.44	1.44	0.27	0.29	0.00	1.17	0.20	0.02	1.07	0.03	40.15	20.88	31.0



Jan. 03	0.88	0.88	0.40	0.42	0.00	0.48	0.48	0.06	1.04	0.06	69.72	12.7	13.0
Feb. 03	1.63	1.63	0.44	0.44	0.01	1.19	0.27	0.03	0.98	0.03	29.41	28.0	12.2
Mär. 03	3.91	3.91	2.85	2.67	0.18	1.06	0.68	0.09	0.94	0.09	98.97	34.6	82.9
Apr. 03	4.86	4.86	3.22	3.35	0.00	1.64	0.69	0.08	1.04	0.09	96.88	40.3	100.4
Mai. 03	5.00	5.00	3.71	3.40	0.31	1.30	0.68	0.09	0.92	0.09	99.72	47.2	105.3
Jun. 03	7.19	7.19	5.02	4.59	0.43	2.18	0.64	0.09	0.91	0.08	100.00	59.5	137.7
Jul. 03	6.10	6.10	4.33	3.94	0.40	1.77	0.65	0.09	0.91	0.08	100.00	55.6	122.0
Aug. 03	5.94	5.94	4.16	3.77	0.39	1.78	0.63	0.09	0.91	0.08	99.32	58.0	116.8
Sept. 03	4.35	4.35	3.23	2.93	0.30	1.13	0.67	0.09	0.91	0.09	99.33	44.0	87.8
Okt. 03	1.94	1.94	1.44	1.28	0.16	0.50	0.66	0.09	0.89	0.08	96.48	25.6	39.7
Nov. 03	1.30	1.30	1.00	0.88	0.11	0.31	0.68	0.10	0.89	0.09	100.00	19.8	26.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.69	0.60	0.09	0.32	0.60	0.09	0.87	0.08	98.37	10.0	18.5
2003	3.68	3.68	2.55	2.36	0.19	1.13	0.64	0.09	0.93	0.08	94.69	46.62	862.7



Jan. 04	0.61	0.61	0.34	0.28	0.05	0.27	0.47	0.07	0.84	0.06	80.52	9.1	8.8
Feb. 04	2.09	2.09	1.17	1.04	0.13	0.92	0.50	0.07	0.89	0.06	72.50	20.9	30.2
Mär. 04	3.31	3.31	2.35	2.12	0.23	0.96	0.64	0.09	0.90	0.08	91.67	31.9	65.6
Apr. 04	4.61	4.61	3.48	3.15	0.34	1.13	0.68	0.10	0.90	0.09	100.00	40.6	94.4
Mai. 04	5.58	5.58	4.08	3.68	0.40	1.50	0.66	0.09	0.90	0.08	100.00	48.0	114.2
Jun. 04	5.73	5.73	4.17	3.76	0.41	1.56	0.66	0.09	0.90	0.08	100.00	50.3	112.8
Jul. 04	5.74	5.74	4.09	3.69	0.40	1.65	0.64	0.09	0.90	0.08	99.47	52.3	114.4
Aug. 04	4.91	4.91	3.50	3.16	0.34	1.41	0.64	0.09	0.90	0.08	99.71	50.9	98.0
Sept. 04	3.81	3.81	2.76	2.49	0.27	1.05	0.65	0.09	0.90	0.08	99.65	45.3	74.6
Okt. 04	1.94	1.94	1.43	1.27	0.16	0.51	0.65	0.09	0.89	0.08	100.00	33.7	39.3
Nov. 04	1.02	1.02	0.74	0.64	0.10	0.28	0.62	0.09	0.86	0.08	95.58	15.4	15.3
Dez. 04	0.72	0.72	0.39	0.32	0.07	0.33	0.44	0.07	0.81	0.06	77.17	10.2	9.5
2004	3.39	3.39	2.41	2.16	0.25	0.98	0.64	0.09	0.90	0.08	95.92	43.89	777.1



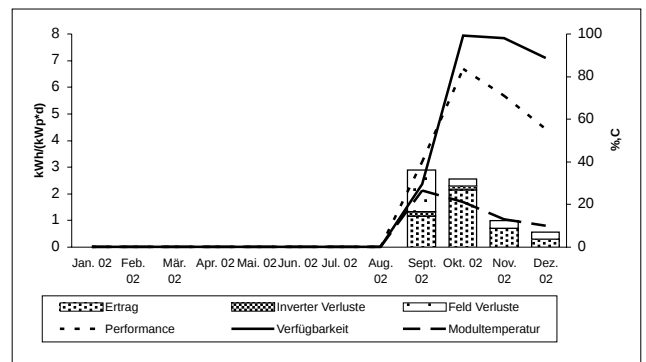
Modultyp

Kaneka K58

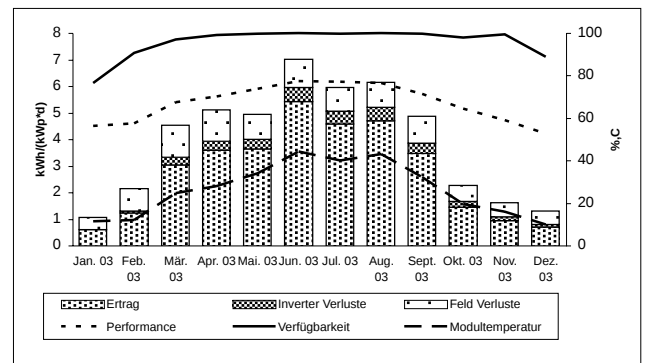
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

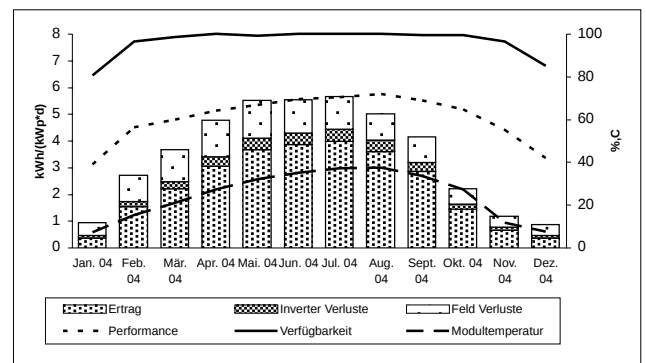
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	1.33	1.15	0.18	1.54	0.40	0.03	0.87	0.03	29.41	26.5	18.4
Okt. 02	2.20	2.56	2.28	2.13	0.14	0.28	0.83	0.06	0.94	0.06	99.06	21.0	66.1
Nov. 02	0.87	0.98	0.70	0.69	0.01	0.28	0.71	0.05	0.99	0.05	98.02	12.9	20.1
Dez. 02	0.49	0.51	0.24	0.28	0.00	0.27	0.55	0.03	1.18	0.04	88.52	9.9	8.7
2002	1.44	1.58	1.12	1.06	0.06	0.47	0.67	0.05	0.95	0.05	79.06	19.66	113.3



Jan. 03	0.88	1.06	0.59	0.59	0.00	0.46	0.56	0.04	1.00	0.04	76.64	11.4	18.4
Feb. 03	1.63	2.14	1.29	1.23	0.06	0.85	0.57	0.04	0.95	0.04	90.74	12.0	34.4
Mär. 03	3.91	4.52	3.33	3.04	0.28	1.19	0.67	0.05	0.91	0.05	96.92	24.7	94.3
Apr. 03	4.86	5.12	3.92	3.59	0.33	1.20	0.70	0.05	0.92	0.05	99.04	27.9	107.8
Mai. 03	5.00	4.94	4.01	3.65	0.36	0.93	0.74	0.06	0.91	0.05	99.71	34.1	113.2
Jun. 03	7.19	7.00	5.96	5.42	0.54	1.04	0.77	0.06	0.91	0.05	100.00	44.2	162.6
Jul. 03	6.10	5.95	5.07	4.58	0.49	0.88	0.77	0.06	0.90	0.05	99.73	40.1	142.1
Aug. 03	5.94	6.14	5.20	4.69	0.51	0.94	0.76	0.06	0.90	0.05	100.00	43.1	145.5
Sept. 03	4.35	4.86	3.85	3.47	0.38	1.01	0.71	0.05	0.90	0.05	99.66	32.3	104.2
Okt. 03	1.94	2.26	1.65	1.46	0.20	0.61	0.64	0.05	0.88	0.04	97.96	19.7	45.1
Nov. 03	1.30	1.61	1.09	0.95	0.14	0.52	0.59	0.05	0.87	0.04	99.37	16.1	28.5
Dez. 03	1.00	1.31	0.81	0.69	0.11	0.51	0.53	0.04	0.86	0.04	88.81	9.8	21.4
2003	3.68	3.91	3.07	2.79	0.28	0.84	0.71	0.05	0.91	0.05	97.58	32.74	1017.5



Jan. 04	0.61	0.94	0.45	0.36	0.09	0.49	0.39	0.03	0.81	0.03	80.39	7.3	11.3
Feb. 04	2.09	2.71	1.71	1.52	0.19	1.00	0.56	0.04	0.89	0.04	96.53	15.2	44.2
Mär. 04	3.31	3.67	2.46	2.20	0.26	1.21	0.60	0.05	0.89	0.04	98.54	21.0	68.2
Apr. 04	4.61	4.76	3.40	3.05	0.35	1.36	0.64	0.05	0.90	0.04	100.00	27.4	91.5
Mai. 04	5.58	5.51	4.10	3.67	0.42	1.41	0.67	0.05	0.90	0.05	99.14	32.1	113.9
Jun. 04	5.73	5.54	4.30	3.85	0.45	1.25	0.69	0.05	0.90	0.05	100.00	35.1	115.4
Jul. 04	5.74	5.65	4.42	3.97	0.45	1.23	0.70	0.05	0.90	0.05	100.00	37.1	122.9
Aug. 04	4.91	5.01	4.01	3.60	0.41	0.99	0.72	0.05	0.90	0.05	100.00	37.4	111.6
Sept. 04	3.81	4.14	3.18	2.85	0.33	0.96	0.69	0.05	0.90	0.05	99.27	33.6	85.5
Okt. 04	1.94	2.21	1.63	1.43	0.20	0.58	0.65	0.05	0.88	0.04	99.48	27.1	44.3
Nov. 04	1.02	1.18	0.77	0.65	0.12	0.41	0.55	0.04	0.84	0.04	96.46	11.8	15.6
Dez. 04	0.72	0.85	0.45	0.36	0.09	0.40	0.42	0.04	0.79	0.03	85.11	7.4	10.8
2004	3.39	3.56	2.61	2.33	0.28	0.95	0.65	0.05	0.89	0.04	98.15	30.01	835.1



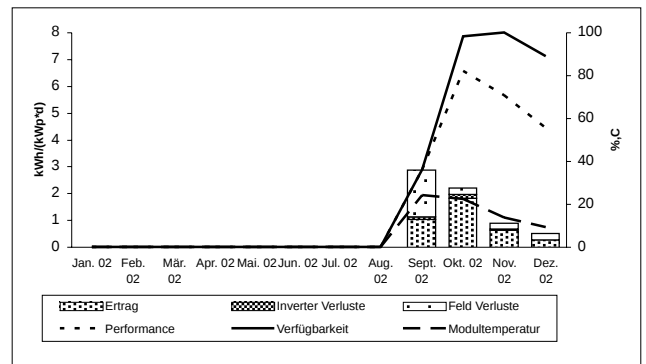
Modultyp

Kaneka K58

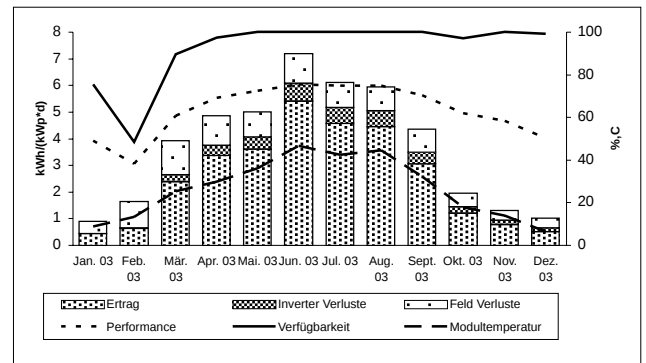
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

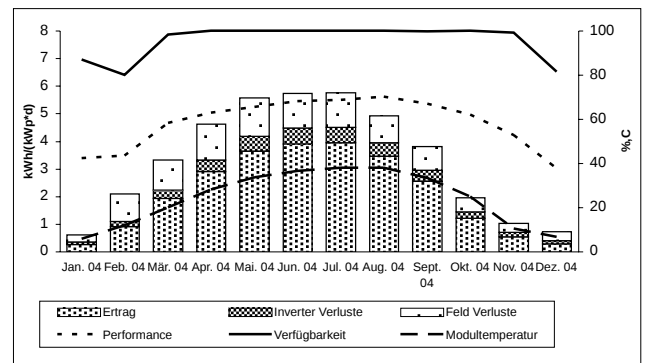
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	1.13	1.03	0.10	1.74	0.36	0.03	0.91	0.02	36.00	24.2	16.5
Okt. 02	2.20	2.20	1.97	1.80	0.16	0.23	0.82	0.06	0.92	0.06	98.17	22.4	56.0
Nov. 02	0.87	0.87	0.66	0.62	0.04	0.22	0.71	0.05	0.94	0.05	100.00	13.8	17.9
Dez. 02	0.49	0.49	0.25	0.27	0.00	0.24	0.55	0.03	1.09	0.04	89.06	9.3	8.4
2002	1.44	1.44	0.99	0.92	0.07	0.45	0.64	0.05	0.93	0.04	82.43	20.20	98.8



Jan. 03	0.88	0.88	0.44	0.43	0.01	0.44	0.49	0.03	0.98	0.03	75.23	8.6	13.3
Feb. 03	1.63	1.63	0.65	0.62	0.03	0.98	0.38	0.03	0.96	0.03	48.37	13.2	17.4
Mär. 03	3.91	3.91	2.64	2.38	0.26	1.27	0.61	0.05	0.90	0.04	89.35	25.2	73.7
Apr. 03	4.86	4.86	3.74	3.36	0.39	1.11	0.69	0.05	0.90	0.05	97.20	29.6	100.7
Mai. 03	5.00	5.00	4.06	3.61	0.45	0.94	0.72	0.06	0.89	0.05	100.00	36.0	112.0
Jun. 03	7.19	7.19	6.07	5.41	0.66	1.12	0.75	0.06	0.89	0.05	100.00	46.7	162.4
Jul. 03	6.10	6.10	5.17	4.56	0.61	0.93	0.75	0.06	0.88	0.05	100.00	42.2	141.4
Aug. 03	5.94	5.94	5.04	4.44	0.60	0.90	0.75	0.06	0.88	0.05	100.00	44.4	137.5
Sept. 03	4.35	4.35	3.49	3.06	0.43	0.87	0.70	0.05	0.88	0.05	100.00	32.1	91.8
Okt. 03	1.94	1.94	1.43	1.20	0.23	0.51	0.62	0.05	0.84	0.04	96.98	17.9	37.2
Nov. 03	1.30	1.30	0.93	0.76	0.17	0.37	0.58	0.05	0.81	0.04	100.00	13.8	22.8
Dez. 03	1.00	1.00	0.64	0.50	0.14	0.36	0.50	0.04	0.78	0.03	99.19	6.3	15.5
2003	3.68	3.68	2.87	2.54	0.33	0.81	0.69	0.05	0.88	0.05	95.14	35.00	925.9



Jan. 04	0.61	0.61	0.35	0.26	0.10	0.25	0.42	0.04	0.72	0.03	87.01	5.9	7.9
Feb. 04	2.09	2.09	1.10	0.91	0.19	0.99	0.43	0.04	0.83	0.03	80.00	11.9	26.3
Mär. 04	3.31	3.31	2.23	1.93	0.31	1.08	0.58	0.05	0.86	0.04	98.19	20.0	59.7
Apr. 04	4.61	4.61	3.32	2.90	0.43	1.29	0.63	0.05	0.87	0.04	100.00	28.2	86.9
Mai. 04	5.58	5.58	4.18	3.65	0.53	1.40	0.65	0.05	0.87	0.04	100.00	33.5	113.2
Jun. 04	5.73	5.73	4.47	3.90	0.57	1.26	0.68	0.05	0.87	0.05	100.00	36.6	117.0
Jul. 04	5.74	5.74	4.51	3.94	0.56	1.23	0.69	0.05	0.87	0.05	100.00	38.0	122.2
Aug. 04	4.91	4.91	3.94	3.45	0.50	0.97	0.70	0.06	0.87	0.05	100.00	37.9	106.8
Sept. 04	3.81	3.81	2.94	2.55	0.39	0.87	0.67	0.05	0.87	0.05	99.65	33.2	76.6
Okt. 04	1.94	1.94	1.45	1.20	0.24	0.49	0.62	0.05	0.83	0.04	100.00	25.0	37.3
Nov. 04	1.02	1.02	0.70	0.54	0.16	0.32	0.53	0.05	0.77	0.04	99.12	10.5	13.0
Dez. 04	0.72	0.72	0.39	0.27	0.12	0.32	0.38	0.04	0.69	0.03	81.52	6.7	8.1
2004	3.39	3.39	2.50	2.16	0.35	0.88	0.64	0.05	0.86	0.04	97.54	31.12	775.0



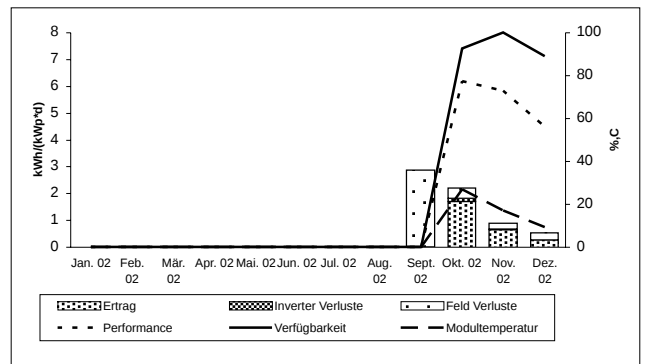
Modultyp

Kaneka K58

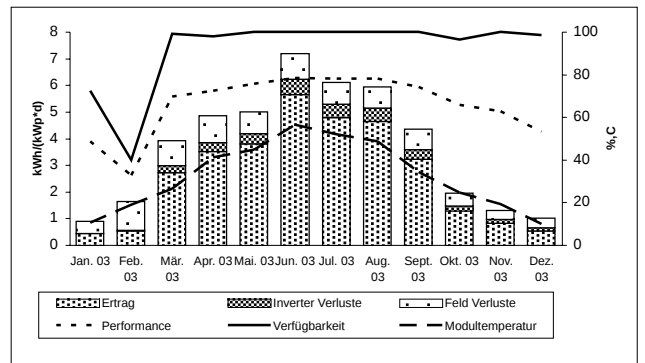
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

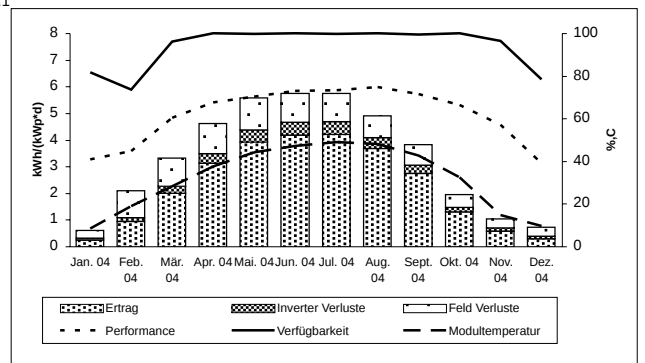
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	1.82	1.70	0.12	0.38	0.77	0.06	0.93	0.05	92.66	26.9	52.6
Nov. 02	0.87	0.87	0.66	0.64	0.02	0.21	0.73	0.05	0.97	0.05	100.00	16.9	18.4
Dez. 02	0.49	0.49	0.24	0.27	0.00	0.25	0.56	0.03	1.13	0.04	89.06	9.1	8.5
2002	1.44	1.44	0.78	0.74	0.03	0.67	0.51	0.04	0.96	0.04	71.43	23.02	79.5



Jan. 03	0.88	0.88	0.43	0.43	0.00	0.45	0.49	0.03	0.99	0.03	72.48	10.6	13.2
Feb. 03	1.63	1.63	0.55	0.54	0.02	1.08	0.33	0.02	0.97	0.02	39.87	18.9	15.0
Mär. 03	3.91	3.91	2.98	2.72	0.26	0.93	0.70	0.05	0.91	0.05	98.97	26.3	84.4
Apr. 03	4.86	4.86	3.84	3.51	0.33	1.01	0.72	0.05	0.91	0.05	97.82	41.3	105.4
Mai. 03	5.00	5.00	4.17	3.79	0.38	0.83	0.76	0.06	0.91	0.05	100.00	44.8	117.5
Jun. 03	7.19	7.19	6.21	5.64	0.57	0.98	0.78	0.06	0.91	0.05	100.00	56.4	169.3
Jul. 03	6.10	6.10	5.29	4.77	0.52	0.81	0.78	0.06	0.90	0.05	100.00	51.8	147.8
Aug. 03	5.94	5.94	5.14	4.63	0.50	0.80	0.78	0.06	0.90	0.05	100.00	48.6	143.6
Sept. 03	4.35	4.35	3.58	3.23	0.35	0.77	0.74	0.06	0.90	0.05	100.00	34.2	96.9
Okt. 03	1.94	1.94	1.46	1.28	0.18	0.48	0.66	0.05	0.87	0.05	96.48	24.7	39.6
Nov. 03	1.30	1.30	0.95	0.82	0.13	0.35	0.63	0.05	0.86	0.04	100.00	19.2	24.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.64	0.53	0.11	0.36	0.53	0.04	0.83	0.04	98.37	10.0	16.5
2003	3.68	3.68	2.95	2.67	0.28	0.73	0.72	0.05	0.90	0.05	95.52	43.11	973.8



Jan. 04	0.61	0.61	0.32	0.25	0.07	0.29	0.41	0.04	0.78	0.03	81.82	8.5	7.7
Feb. 04	2.09	2.09	1.08	0.93	0.15	1.00	0.45	0.04	0.86	0.03	73.50	19.0	27.1
Mär. 04	3.31	3.31	2.25	2.00	0.25	1.06	0.61	0.05	0.89	0.04	96.01	28.3	62.1
Apr. 04	4.61	4.61	3.47	3.12	0.35	1.13	0.68	0.05	0.90	0.05	100.00	37.7	93.6
Mai. 04	5.58	5.58	4.37	3.93	0.44	1.21	0.70	0.05	0.90	0.05	99.73	44.1	121.7
Jun. 04	5.73	5.73	4.66	4.18	0.48	1.08	0.73	0.06	0.90	0.05	100.00	47.3	125.3
Jul. 04	5.74	5.74	4.69	4.21	0.48	1.05	0.73	0.06	0.90	0.05	99.73	49.1	130.5
Aug. 04	4.91	4.91	4.08	3.67	0.41	0.83	0.75	0.06	0.90	0.05	100.00	48.1	113.7
Sept. 04	3.81	3.81	3.04	2.73	0.31	0.77	0.72	0.05	0.90	0.05	99.30	42.6	81.9
Okt. 04	1.94	1.94	1.47	1.29	0.18	0.46	0.67	0.05	0.87	0.05	100.00	32.5	39.9
Nov. 04	1.02	1.02	0.71	0.58	0.12	0.32	0.57	0.05	0.83	0.04	96.46	14.8	14.0
Dez. 04	0.72	0.72	0.37	0.28	0.09	0.35	0.39	0.04	0.75	0.03	78.26	9.6	8.4
2004	3.39	3.39	2.58	2.30	0.28	0.80	0.68	0.05	0.89	0.05	96.48	40.87	825.9



929.1

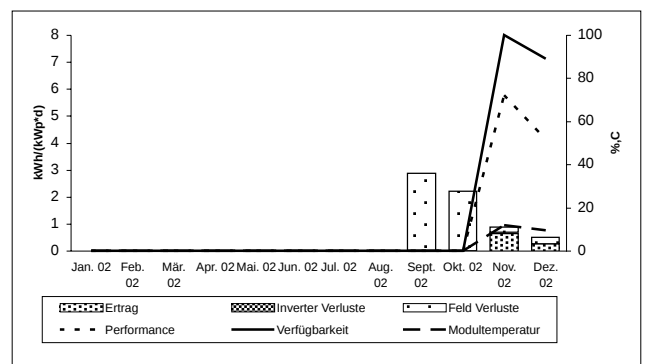
Modultyp

Duna DS40

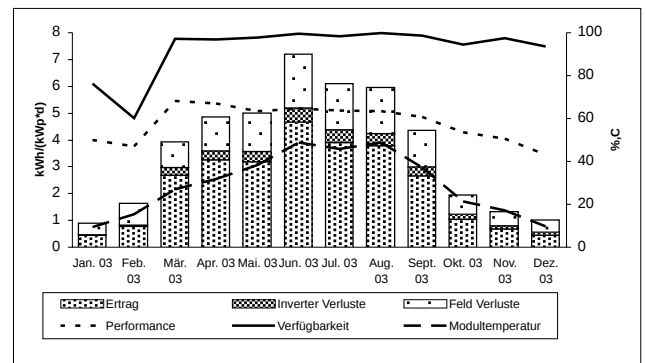
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

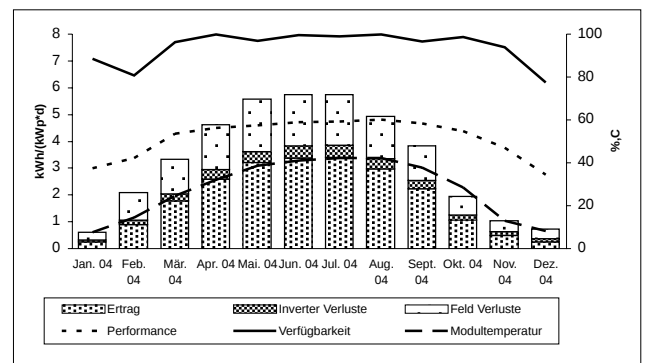
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20				2.20							
Nov. 02	0.87	0.87	0.68	0.63	0.05	0.19	0.72	0.04	0.92	0.04	100.00	11.8	18.3
Dez. 02	0.49	0.49	0.25	0.25	0.00	0.24	0.52	0.03	1.02	0.03	89.06	9.5	7.8
2002	1.44	1.44	0.26	0.24	0.01	1.19	0.17	0.01	0.95	0.01	32.43	11.15	26.1



Jan. 03	0.88	0.88	0.46	0.44	0.02	0.42	0.50	0.03	0.95	0.03	76.15	9.2	13.6
Feb. 03	1.63	1.63	0.81	0.76	0.05	0.82	0.47	0.03	0.94	0.02	60.13	15.3	21.4
Mär. 03	3.91	3.91	2.97	2.67	0.31	0.94	0.68	0.04	0.90	0.03	96.91	27.0	82.7
Apr. 03	4.86	4.86	3.59	3.25	0.34	1.27	0.67	0.04	0.91	0.03	96.57	31.6	97.5
Mai. 03	5.00	5.00	3.55	3.17	0.38	1.45	0.63	0.04	0.89	0.03	97.75	38.3	98.4
Jun. 03	7.19	7.19	5.18	4.65	0.53	2.01	0.65	0.04	0.90	0.03	99.50	48.6	139.4
Jul. 03	6.10	6.10	4.36	3.88	0.48	1.73	0.64	0.04	0.89	0.03	98.16	45.6	120.4
Aug. 03	5.94	5.94	4.23	3.77	0.46	1.71	0.63	0.04	0.89	0.03	99.72	48.8	116.7
Sept. 03	4.35	4.35	2.98	2.64	0.33	1.38	0.61	0.03	0.89	0.03	98.65	37.0	79.3
Okt. 03	1.94	1.94	1.22	1.03	0.19	0.72	0.53	0.03	0.85	0.03	94.47	21.2	32.1
Nov. 03	1.30	1.30	0.80	0.66	0.14	0.50	0.50	0.03	0.82	0.03	97.44	16.9	19.7
Dez. 03	1.00	1.00	0.55	0.43	0.12	0.46	0.43	0.03	0.79	0.02	93.50	9.4	13.3
2003	3.68	3.68	2.57	2.29	0.28	1.12	0.62	0.04	0.89	0.03	95.17	37.80	834.4



Jan. 04	0.61	0.61	0.31	0.23	0.09	0.29	0.37	0.03	0.73	0.02	88.31	7.6	7.0
Feb. 04	2.09	2.09	1.04	0.88	0.17	1.04	0.42	0.03	0.84	0.02	80.50	14.4	25.4
Mär. 04	3.31	3.31	2.02	1.77	0.26	1.29	0.53	0.03	0.87	0.03	96.01	24.4	54.8
Apr. 04	4.61	4.61	2.93	2.58	0.35	1.68	0.56	0.03	0.88	0.03	99.69	31.8	77.4
Mai. 04	5.58	5.58	3.61	3.19	0.42	1.96	0.57	0.03	0.88	0.03	96.71	38.6	98.9
Jun. 04	5.73	5.73	3.83	3.38	0.45	1.91	0.59	0.03	0.88	0.03	99.46	40.8	101.3
Jul. 04	5.74	5.74	3.84	3.40	0.44	1.90	0.59	0.03	0.88	0.03	98.67	42.0	105.4
Aug. 04	4.91	4.91	3.34	2.95	0.39	1.57	0.60	0.03	0.88	0.03	99.71	42.0	91.5
Sept. 04	3.81	3.81	2.53	2.22	0.31	1.29	0.58	0.03	0.88	0.03	96.49	37.7	66.6
Okt. 04	1.94	1.94	1.25	1.06	0.19	0.68	0.55	0.03	0.84	0.03	98.47	28.4	32.8
Nov. 04	1.02	1.02	0.62	0.48	0.14	0.41	0.47	0.03	0.78	0.02	93.81	12.8	11.5
Dez. 04	0.72	0.72	0.36	0.25	0.11	0.36	0.34	0.03	0.69	0.02	77.17	8.2	7.4
2004	3.39	3.39	2.17	1.89	0.28	1.21	0.56	0.03	0.87	0.03	95.98	35.14	680.0



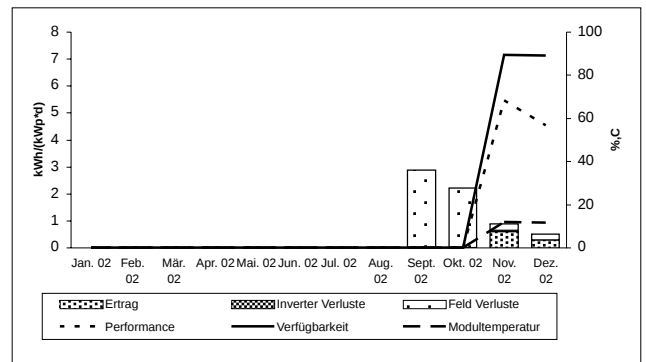
Modultyp

Duna DS40

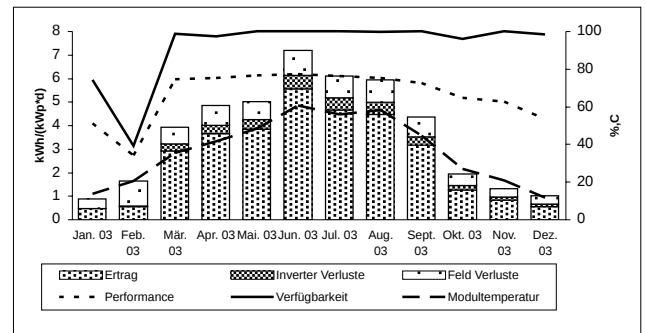
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

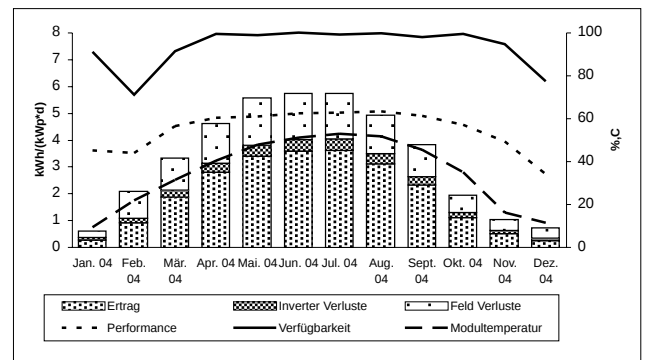
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20				2.20							
Nov. 02	0.87	0.87	0.63	0.59	0.04	0.24	0.68	0.04	0.94	0.03	89.19	11.8	17.2
Dez. 02	0.49	0.49	0.26	0.28	0.00	0.23	0.57	0.03	1.06	0.03	89.06	11.4	8.6
2002	1.44	1.44	0.25	0.24	0.01	1.20	0.17	0.01	0.98	0.01	30.12	11.71	25.8



Jan. 03	0.88	0.88	0.47	0.45	0.02	0.41	0.51	0.03	0.96	0.03	74.31	13.5	13.9
Feb. 03	1.63	1.63	0.58	0.56	0.03	1.05	0.34	0.02	0.96	0.02	39.22	20.6	15.6
Mär. 03	3.91	3.91	3.21	2.91	0.30	0.70	0.74	0.04	0.91	0.04	98.63	35.5	90.2
Apr. 03	4.86	4.86	4.00	3.65	0.36	0.85	0.75	0.04	0.91	0.04	97.20	41.3	109.4
Mai. 03	5.00	5.00	4.24	3.83	0.41	0.77	0.77	0.04	0.90	0.04	100.00	48.4	118.7
Jun. 03	7.19	7.19	6.14	5.55	0.59	1.06	0.77	0.04	0.90	0.04	100.00	60.5	166.4
Jul. 03	6.10	6.10	5.17	4.64	0.53	0.93	0.76	0.04	0.90	0.04	100.00	55.9	143.8
Aug. 03	5.94	5.94	4.97	4.46	0.51	0.97	0.75	0.04	0.90	0.04	99.72	58.3	138.4
Sept. 03	4.35	4.35	3.52	3.16	0.36	0.84	0.72	0.04	0.90	0.04	100.00	44.6	94.7
Okt. 03	1.94	1.94	1.44	1.26	0.19	0.50	0.65	0.04	0.87	0.03	95.98	26.8	38.9
Nov. 03	1.30	1.30	0.95	0.82	0.14	0.35	0.63	0.04	0.85	0.03	100.00	20.9	24.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.65	0.54	0.11	0.36	0.53	0.03	0.83	0.03	98.37	11.4	16.6
2003	3.68	3.68	2.96	2.66	0.30	0.73	0.72	0.04	0.90	0.04	95.39	47.12	971.0



Jan. 04	0.61	0.61	0.35	0.27	0.08	0.26	0.45	0.03	0.78	0.02	90.91	9.3	8.5
Feb. 04	2.09	2.09	1.07	0.92	0.15	1.02	0.44	0.03	0.86	0.02	71.00	21.9	26.6
Mär. 04	3.31	3.31	2.11	1.87	0.24	1.20	0.57	0.03	0.89	0.03	91.30	31.2	58.1
Apr. 04	4.61	4.61	3.12	2.78	0.34	1.49	0.60	0.03	0.89	0.03	99.37	40.4	83.5
Mai. 04	5.58	5.58	3.81	3.39	0.41	1.77	0.61	0.03	0.89	0.03	98.90	47.6	105.2
Jun. 04	5.73	5.73	4.02	3.58	0.44	1.72	0.62	0.04	0.89	0.03	100.00	51.0	107.4
Jul. 04	5.74	5.74	4.03	3.60	0.43	1.71	0.63	0.04	0.89	0.03	99.20	52.9	111.5
Aug. 04	4.91	4.91	3.48	3.11	0.38	1.43	0.63	0.04	0.89	0.03	99.71	51.7	96.3
Sept. 04	3.81	3.81	2.62	2.33	0.29	1.19	0.61	0.03	0.89	0.03	97.89	45.4	69.8
Okt. 04	1.94	1.94	1.29	1.10	0.18	0.65	0.57	0.03	0.86	0.03	99.49	34.8	34.2
Nov. 04	1.02	1.02	0.63	0.51	0.13	0.39	0.49	0.03	0.80	0.03	94.69	16.1	12.1
Dez. 04	0.72	0.72	0.34	0.24	0.09	0.38	0.34	0.02	0.72	0.02	77.17	11.4	7.3
2004	3.39	3.39	2.27	2.01	0.27	1.11	0.59	0.03	0.88	0.03	95.59	44.15	720.5



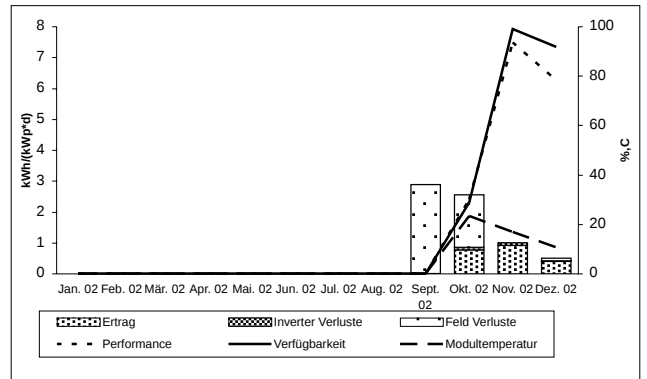
Modultyp

RWE ASIOPAK-30-SG

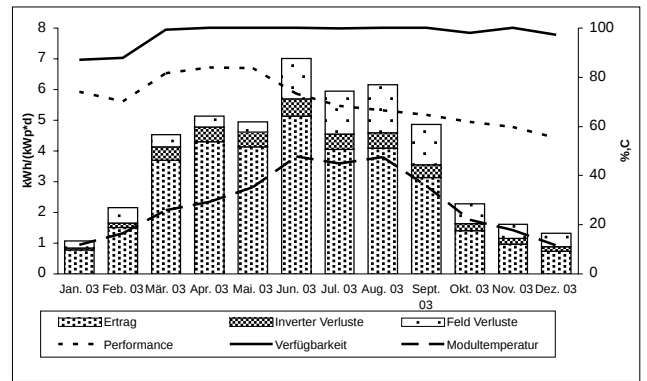
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

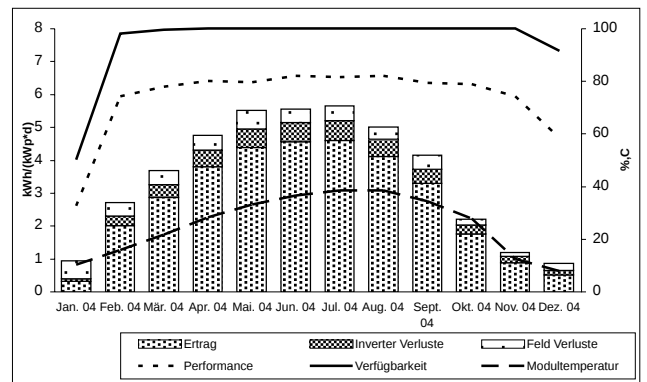
Ref. Nr.	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						----	—	—	—			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.56	0.84	0.77	0.08	1.71	0.30	0.02	0.91	0.02	28.64	23.3	23.8
Nov. 02	0.87	0.98	0.99	0.91	0.08	0.00	0.93	0.05	0.92	0.05	99.01	16.8	26.5
Dez. 02	0.49	0.51	0.42	0.40	0.02	0.09	0.78	0.04	0.95	0.04	91.80	10.6	12.3
2002	1.44	1.58	0.63	0.58	0.05	0.95	0.37	0.02	0.92	0.02	42.47	18.64	62.5



Jan. 03	0.88	1.06	0.84	0.78	0.06	0.22	0.74	0.04	0.93	0.04	86.92	11.7	24.2
Feb. 03	1.63	2.14	1.64	1.50	0.14	0.50	0.70	0.04	0.92	0.04	87.65	16.3	42.0
Mär. 03	3.91	4.52	4.12	3.69	0.43	0.40	0.82	0.05	0.90	0.04	99.32	25.8	114.4
Apr. 03	4.86	5.12	4.77	4.29	0.48	0.35	0.84	0.05	0.90	0.04	100.00	29.2	128.8
Mai. 03	5.00	4.94	4.60	4.13	0.47	0.34	0.84	0.05	0.90	0.04	100.00	35.2	128.1
Jun. 03	7.19	7.00	5.68	5.12	0.56	1.32	0.73	0.04	0.90	0.04	100.00	47.7	153.6
Jul. 03	6.10	5.95	4.54	4.05	0.49	1.41	0.68	0.04	0.89	0.04	99.73	44.7	125.6
Aug. 03	5.94	6.14	4.59	4.08	0.51	1.55	0.67	0.04	0.89	0.04	100.00	47.5	126.6
Sept. 03	4.35	4.86	3.54	3.13	0.40	1.32	0.65	0.04	0.89	0.03	100.00	35.6	94.0
Okt. 03	1.94	2.26	1.63	1.39	0.24	0.63	0.62	0.04	0.85	0.03	97.96	21.8	43.2
Nov. 03	1.30	1.61	1.14	0.96	0.18	0.47	0.60	0.04	0.84	0.03	100.00	17.8	28.7
Dez. 03	1.00	1.31	0.88	0.72	0.16	0.43	0.55	0.04	0.82	0.03	97.01	11.4	22.4
2003	3.68	3.91	3.17	2.83	0.34	0.75	0.72	0.04	0.89	0.04	98.55	34.39	1031.5



Jan. 04	0.61	0.94	0.40	0.31	0.09	0.54	0.33	0.02	0.77	0.02	50.00	10.3	9.5
Feb. 04	2.09	2.71	2.29	2.01	0.28	0.42	0.74	0.05	0.88	0.04	98.02	15.8	58.3
Mär. 04	3.31	3.67	3.24	2.86	0.38	0.43	0.78	0.05	0.88	0.04	99.64	21.8	88.8
Apr. 04	4.61	4.76	4.30	3.80	0.49	0.46	0.80	0.05	0.89	0.04	100.00	28.3	114.1
Mai. 04	5.58	5.51	4.95	4.38	0.57	0.56	0.80	0.05	0.88	0.04	100.00	33.2	135.8
Jun. 04	5.73	5.54	5.15	4.55	0.60	0.40	0.82	0.05	0.88	0.04	100.00	36.5	136.4
Jul. 04	5.74	5.65	5.20	4.60	0.60	0.45	0.81	0.05	0.88	0.04	100.00	38.4	142.5
Aug. 04	4.91	5.01	4.64	4.10	0.53	0.37	0.82	0.05	0.88	0.04	100.00	38.5	127.2
Sept. 04	3.81	4.14	3.72	3.29	0.44	0.41	0.79	0.05	0.88	0.04	100.00	34.2	98.6
Okt. 04	1.94	2.21	2.02	1.74	0.27	0.19	0.79	0.05	0.86	0.04	100.00	27.8	54.0
Nov. 04	1.02	1.18	1.06	0.88	0.18	0.12	0.74	0.05	0.83	0.04	100.00	12.3	21.1
Dez. 04	0.72	0.85	0.64	0.50	0.14	0.21	0.58	0.04	0.78	0.03	91.49	7.8	15.0
2004	3.39	3.56	3.18	2.79	0.39	0.38	0.78	0.05	0.88	0.04	97.84	31.11	1001.3



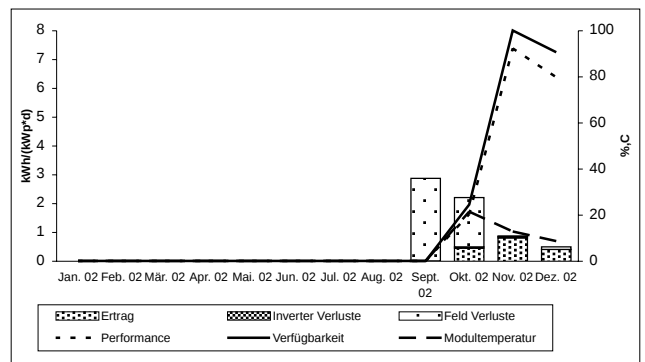
Modultyp

RWE ASIOPAK-30-SG

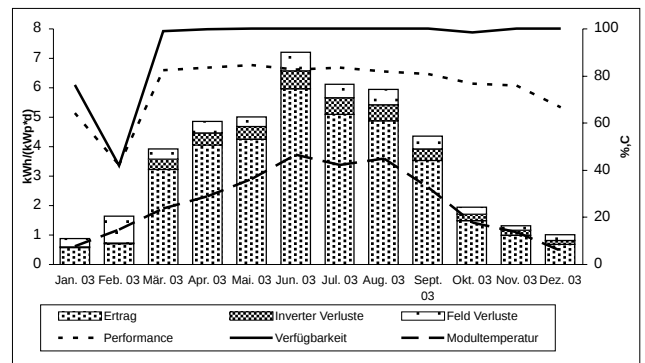
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

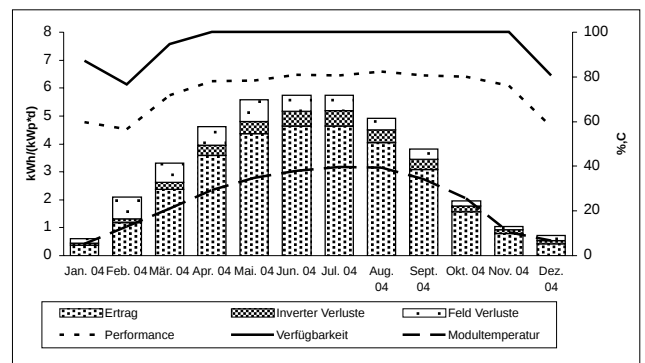
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	0.48	0.45	0.04	1.72	0.20	0.01	0.92	0.01	24.31	21.3	13.8
Nov. 02	0.87	0.87	0.85	0.80	0.04	0.02	0.92	0.05	0.95	0.05	100.00	12.8	23.3
Dez. 02	0.49	0.49	0.39	0.39	0.00	0.10	0.80	0.04	1.00	0.04	90.63	8.5	12.1
2002	1.44	1.44	0.48	0.46	0.02	0.96	0.32	0.02	0.95	0.02	42.86	15.18	49.2



Jan. 03	0.88	0.88	0.58	0.56	0.02	0.30	0.64	0.04	0.97	0.03	76.15	7.5	17.4
Feb. 03	1.63	1.63	0.71	0.68	0.03	0.92	0.42	0.02	0.96	0.02	41.83	14.8	19.2
Mär. 03	3.91	3.91	3.56	3.22	0.34	0.35	0.82	0.05	0.90	0.04	98.97	23.5	99.8
Apr. 03	4.86	4.86	4.46	4.05	0.41	0.40	0.83	0.05	0.91	0.04	99.69	28.7	121.4
Mai. 03	5.00	5.00	4.67	4.23	0.43	0.34	0.85	0.05	0.91	0.05	100.00	36.1	131.2
Jun. 03	7.19	7.19	6.56	5.95	0.62	0.63	0.83	0.05	0.91	0.04	100.00	46.4	178.4
Jul. 03	6.10	6.10	5.65	5.08	0.57	0.45	0.83	0.05	0.90	0.04	100.00	42.0	157.5
Aug. 03	5.94	5.94	5.42	4.86	0.56	0.52	0.82	0.05	0.90	0.04	100.00	44.9	150.6
Sept. 03	4.35	4.35	3.92	3.52	0.40	0.43	0.81	0.05	0.90	0.04	100.00	32.6	105.5
Okt. 03	1.94	1.94	1.70	1.49	0.21	0.24	0.77	0.05	0.87	0.04	98.49	17.7	46.1
Nov. 03	1.30	1.30	1.15	0.99	0.16	0.16	0.76	0.05	0.86	0.04	100.00	13.6	29.7
Dez. 03	1.00	1.00	0.79	0.67	0.13	0.21	0.67	0.04	0.84	0.04	100.00	5.7	20.7
2003	3.68	3.68	3.28	2.95	0.33	0.41	0.80	0.05	0.90	0.04	96.12	34.76	1077.6



Jan. 04	0.61	0.61	0.44	0.36	0.08	0.17	0.60	0.04	0.82	0.03	87.01	5.3	11.2
Feb. 04	2.09	2.09	1.30	1.18	0.12	0.79	0.56	0.03	0.91	0.03	76.50	12.9	34.1
Mär. 04	3.31	3.31	2.60	2.37	0.23	0.71	0.72	0.04	0.91	0.04	94.57	21.1	73.5
Apr. 04	4.61	4.61	3.94	3.59	0.35	0.67	0.78	0.05	0.91	0.04	100.00	29.2	107.6
Mai. 04	5.58	5.58	4.80	4.36	0.44	0.78	0.78	0.05	0.91	0.04	100.00	34.7	135.1
Jun. 04	5.73	5.73	5.15	4.63	0.52	0.59	0.81	0.05	0.90	0.04	100.00	38.0	138.8
Jul. 04	5.74	5.74	5.17	4.63	0.54	0.57	0.81	0.05	0.90	0.04	100.00	39.6	143.5
Aug. 04	4.91	4.91	4.50	4.04	0.47	0.41	0.82	0.05	0.90	0.04	100.00	39.2	125.1
Sept. 04	3.81	3.81	3.43	3.07	0.36	0.38	0.81	0.05	0.90	0.04	100.00	34.2	92.1
Okt. 04	1.94	1.94	1.76	1.55	0.22	0.17	0.80	0.05	0.88	0.04	100.00	25.6	48.0
Nov. 04	1.02	1.02	0.92	0.78	0.15	0.10	0.76	0.05	0.84	0.04	100.00	10.4	18.7
Dez. 04	0.72	0.72	0.52	0.41	0.11	0.19	0.58	0.04	0.79	0.03	80.43	6.6	12.4
2004	3.39	3.39	2.92	2.62	0.30	0.47	0.77	0.05	0.90	0.04	97.01	32.32	940.0



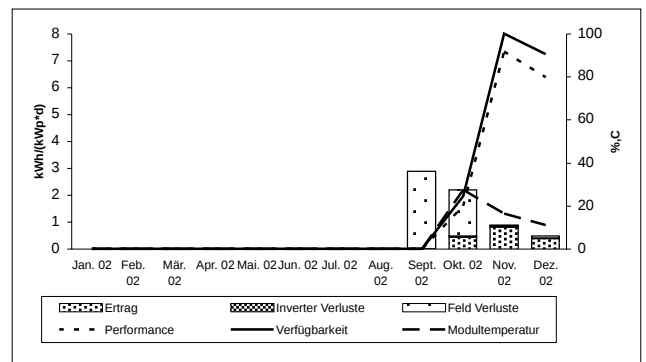
Modultyp

RWE ASIOPAK-30-SG

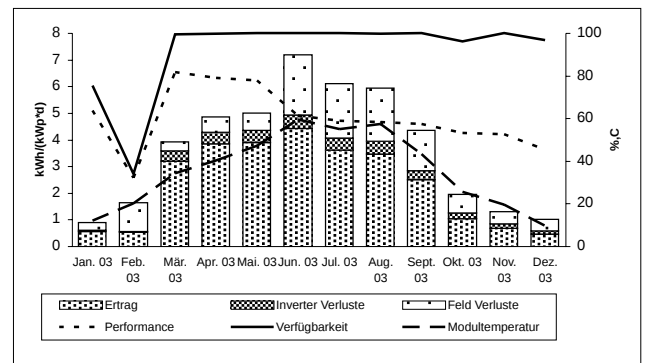
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

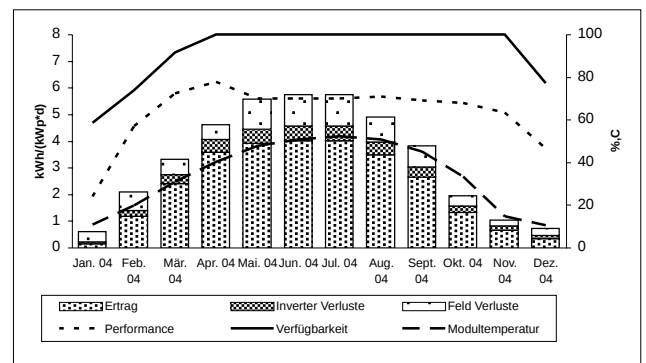
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	0.48	0.44	0.04	1.72	0.20	0.01	0.91	0.01	24.31	27.4	13.6
Nov. 02	0.87	0.87	0.87	0.80	0.07	0.00	0.92	0.05	0.92	0.05	100.00	16.4	23.2
Dez. 02	0.49	0.49	0.41	0.39	0.02	0.08	0.80	0.04	0.96	0.04	90.63	11.0	12.1
2002	1.44	1.44	0.49	0.46	0.04	0.95	0.32	0.02	0.93	0.02	42.86	19.51	48.9



Jan. 03	0.88	0.88	0.59	0.56	0.03	0.29	0.64	0.04	0.95	0.03	75.23	11.9	17.4
Feb. 03	1.63	1.63	0.55	0.52	0.02	1.08	0.32	0.02	0.96	0.02	33.99	20.0	14.6
Mär. 03	3.91	3.91	3.58	3.20	0.39	0.33	0.82	0.05	0.89	0.04	99.31	34.1	99.1
Apr. 03	4.86	4.86	4.28	3.83	0.44	0.58	0.79	0.05	0.90	0.04	99.69	40.2	115.0
Mai. 03	5.00	5.00	4.34	3.89	0.46	0.66	0.78	0.05	0.90	0.04	100.00	47.2	120.5
Jun. 03	7.19	7.19	4.92	4.41	0.51	2.27	0.61	0.04	0.90	0.03	100.00	59.4	132.4
Jul. 03	6.10	6.10	4.05	3.59	0.46	2.05	0.59	0.04	0.89	0.03	100.00	54.9	111.4
Aug. 03	5.94	5.94	3.93	3.47	0.47	2.01	0.58	0.04	0.88	0.03	99.72	57.2	107.4
Sept. 03	4.35	4.35	2.85	2.49	0.35	1.51	0.57	0.03	0.88	0.03	100.00	43.3	74.8
Okt. 03	1.94	1.94	1.24	1.03	0.21	0.70	0.53	0.03	0.83	0.03	95.98	25.5	32.0
Nov. 03	1.30	1.30	0.84	0.68	0.16	0.46	0.52	0.03	0.81	0.03	100.00	19.4	20.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.58	0.45	0.13	0.42	0.45	0.03	0.78	0.02	96.75	9.7	14.1
2003	3.68	3.68	2.66	2.35	0.30	1.03	0.64	0.04	0.89	0.03	95.42	46.02	859.2



Jan. 04	0.61	0.61	0.22	0.14	0.07	0.39	0.24	0.02	0.67	0.01	58.44	10.9	4.5
Feb. 04	2.09	2.09	1.40	1.19	0.21	0.69	0.57	0.04	0.85	0.03	74.00	20.0	34.4
Mär. 04	3.31	3.31	2.74	2.40	0.35	0.57	0.72	0.04	0.87	0.04	91.67	31.0	74.4
Apr. 04	4.61	4.61	4.07	3.58	0.48	0.54	0.78	0.05	0.88	0.04	100.00	40.3	107.5
Mai. 04	5.58	5.58	4.44	3.91	0.54	1.13	0.70	0.04	0.88	0.04	100.00	47.8	121.1
Jun. 04	5.73	5.73	4.57	4.02	0.56	1.16	0.70	0.04	0.88	0.04	100.00	50.7	120.5
Jul. 04	5.74	5.74	4.56	4.01	0.55	1.18	0.70	0.04	0.88	0.04	100.00	52.1	124.3
Aug. 04	4.91	4.91	3.96	3.48	0.48	0.95	0.71	0.04	0.88	0.04	100.00	50.8	107.8
Sept. 04	3.81	3.81	3.02	2.63	0.38	0.80	0.69	0.04	0.87	0.04	100.00	45.0	79.0
Okt. 04	1.94	1.94	1.56	1.31	0.24	0.38	0.68	0.04	0.84	0.04	100.00	33.4	40.8
Nov. 04	1.02	1.02	0.82	0.65	0.17	0.21	0.63	0.04	0.80	0.03	100.00	14.9	15.6
Dez. 04	0.72	0.72	0.46	0.33	0.12	0.26	0.47	0.03	0.73	0.02	77.17	10.6	10.0
2004	3.39	3.39	2.69	2.34	0.35	0.70	0.69	0.04	0.87	0.04	95.75	43.75	840.0



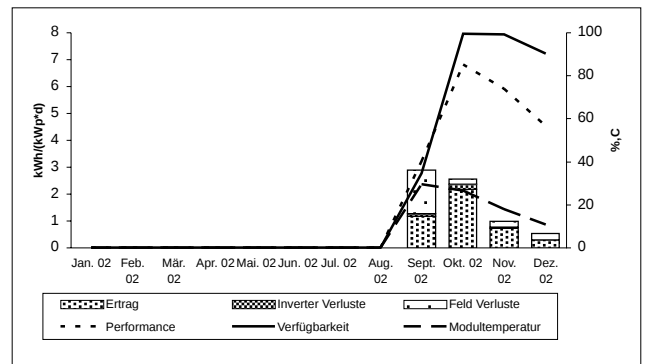
Modultyp

BP Millenia BP 850

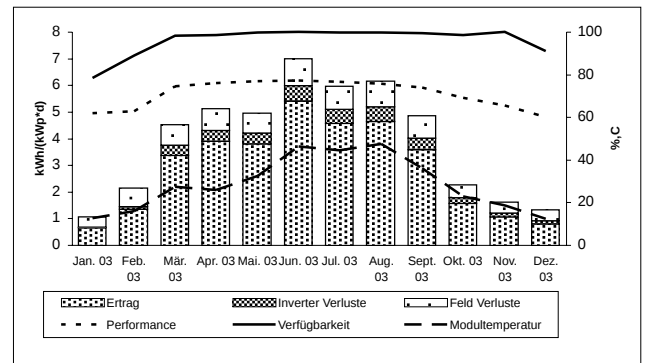
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

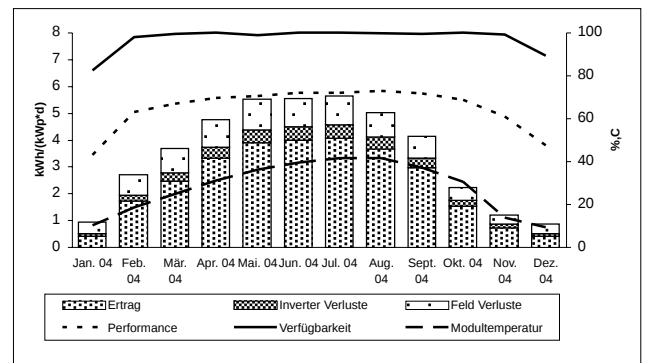
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	1.26	1.16	0.10	1.61	0.40	0.03	0.92	0.02	34.56	29.4	18.5
Okt. 02	2.20	2.56	2.36	2.18	0.18	0.20	0.85	0.06	0.92	0.05	99.53	26.5	67.5
Nov. 02	0.87	0.98	0.76	0.72	0.04	0.22	0.74	0.05	0.95	0.04	99.01	17.8	20.9
Dez. 02	0.49	0.51	0.27	0.29	0.00	0.24	0.56	0.03	1.07	0.03	90.16	10.7	8.9
2002	1.44	1.58	1.15	1.08	0.07	0.43	0.68	0.04	0.94	0.04	81.02	24.32	115.7



Jan. 03	0.88	1.06	0.68	0.65	0.03	0.37	0.62	0.04	0.96	0.04	78.50	12.5	20.3
Feb. 03	1.63	2.14	1.44	1.34	0.10	0.70	0.63	0.04	0.93	0.04	88.89	15.9	37.6
Mär. 03	3.91	4.52	3.74	3.37	0.37	0.78	0.75	0.05	0.90	0.05	98.29	27.4	104.4
Apr. 03	4.86	5.12	4.30	3.90	0.41	0.81	0.76	0.05	0.91	0.05	98.39	25.9	116.9
Mai. 03	5.00	4.94	4.20	3.79	0.41	0.74	0.77	0.05	0.90	0.05	99.71	32.3	117.6
Jun. 03	7.19	7.00	5.99	5.41	0.59	1.01	0.77	0.05	0.90	0.05	100.00	46.3	162.2
Jul. 03	6.10	5.95	5.09	4.56	0.53	0.86	0.77	0.05	0.90	0.05	99.73	44.3	141.3
Aug. 03	5.94	6.14	5.20	4.65	0.55	0.94	0.76	0.05	0.89	0.05	99.72	47.3	144.1
Sept. 03	4.35	4.86	4.01	3.59	0.42	0.85	0.74	0.05	0.89	0.04	99.33	36.1	107.6
Okt. 03	1.94	2.26	1.78	1.56	0.22	0.48	0.69	0.05	0.88	0.04	98.47	22.7	48.4
Nov. 03	1.30	1.61	1.21	1.05	0.16	0.40	0.65	0.05	0.87	0.04	100.00	18.7	31.5
Dez. 03	1.00	1.31	0.92	0.79	0.13	0.39	0.60	0.04	0.86	0.04	91.04	12.4	24.4
2003	3.68	3.91	3.22	2.89	0.33	0.70	0.74	0.05	0.90	0.05	97.71	35.03	1056.2



Jan. 04	0.61	0.94	0.50	0.40	0.09	0.44	0.43	0.03	0.81	0.03	82.35	10.2	12.5
Feb. 04	2.09	2.71	1.93	1.71	0.22	0.78	0.63	0.04	0.89	0.04	98.02	18.5	49.6
Mär. 04	3.31	3.67	2.76	2.46	0.30	0.91	0.67	0.05	0.89	0.04	99.27	24.6	76.2
Apr. 04	4.61	4.76	3.71	3.31	0.40	1.04	0.70	0.05	0.89	0.04	100.00	30.9	99.4
Mai. 04	5.58	5.51	4.36	3.88	0.48	1.15	0.71	0.05	0.89	0.04	98.85	36.2	120.4
Jun. 04	5.73	5.54	4.49	3.99	0.50	1.06	0.72	0.05	0.89	0.04	100.00	39.5	119.6
Jul. 04	5.74	5.65	4.56	4.07	0.50	1.08	0.72	0.05	0.89	0.04	100.00	41.5	126.1
Aug. 04	4.91	5.01	4.10	3.65	0.45	0.91	0.73	0.05	0.89	0.04	99.71	41.6	113.2
Sept. 04	3.81	4.14	3.33	2.96	0.37	0.81	0.72	0.05	0.89	0.04	99.27	37.1	88.9
Okt. 04	1.94	2.21	1.74	1.52	0.22	0.47	0.69	0.05	0.88	0.04	100.00	30.4	47.1
Nov. 04	1.02	1.18	0.85	0.72	0.13	0.33	0.61	0.04	0.84	0.04	99.12	13.6	17.3
Dez. 04	0.72	0.85	0.51	0.41	0.10	0.35	0.47	0.04	0.80	0.03	89.36	9.3	12.2
2004	3.39	3.56	2.77	2.46	0.32	0.79	0.69	0.05	0.89	0.04	98.58	33.81	882.3



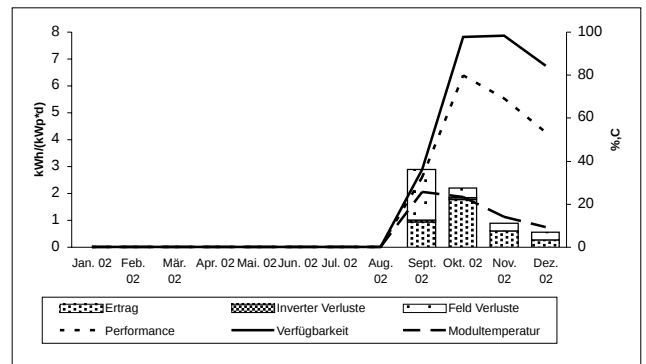
Modultyp

BP Millenia BP 850

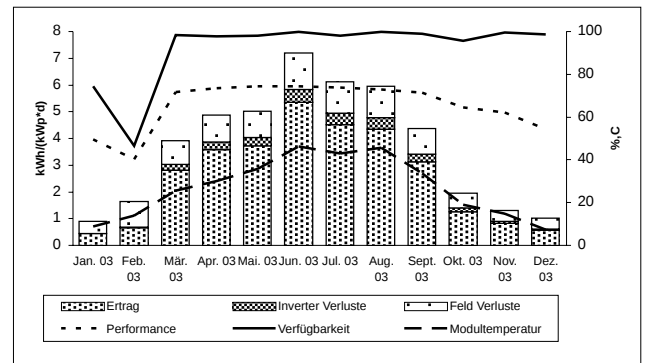
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

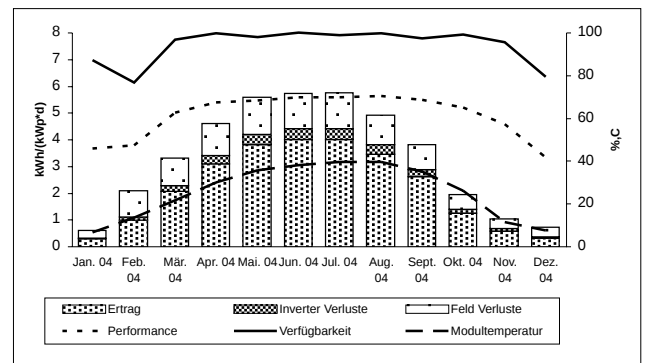
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	1.00	0.93	0.06	1.87	0.33	0.02	0.94	0.02	36.00	25.6	15.0
Okt. 02	2.20	2.20	1.83	1.75	0.08	0.37	0.80	0.05	0.96	0.05	97.71	23.1	54.3
Nov. 02	0.87	0.87	0.60	0.60	0.00	0.27	0.69	0.04	1.01	0.04	98.20	14.1	17.5
Dez. 02	0.49	0.49	0.21	0.26	0.00	0.28	0.53	0.03	1.23	0.03	84.38	9.4	8.0
2002	1.44	1.44	0.90	0.89	0.02	0.54	0.61	0.04	0.98	0.04	81.27	20.93	94.8



Jan. 03	0.88	0.88	0.42	0.43	0.00	0.46	0.50	0.03	1.04	0.03	74.31	8.7	13.5
Feb. 03	1.63	1.63	0.66	0.66	0.00	0.97	0.40	0.02	0.99	0.02	46.41	13.8	18.4
Mär. 03	3.91	3.91	3.03	2.80	0.23	0.88	0.71	0.05	0.92	0.04	98.28	25.5	86.7
Apr. 03	4.86	4.86	3.86	3.56	0.29	1.00	0.73	0.05	0.92	0.04	97.51	29.9	106.9
Mai. 03	5.00	5.00	4.03	3.72	0.31	0.97	0.74	0.05	0.92	0.05	98.03	35.6	115.2
Jun. 03	7.19	7.19	5.83	5.35	0.48	1.37	0.74	0.05	0.92	0.05	99.75	46.0	160.4
Jul. 03	6.10	6.10	4.93	4.49	0.43	1.17	0.74	0.05	0.91	0.04	97.89	42.8	139.3
Aug. 03	5.94	5.94	4.76	4.33	0.44	1.18	0.73	0.05	0.91	0.04	99.72	45.6	134.1
Sept. 03	4.35	4.35	3.41	3.11	0.30	0.95	0.71	0.05	0.91	0.04	98.65	33.5	93.2
Okt. 03	1.94	1.94	1.38	1.25	0.13	0.56	0.64	0.04	0.90	0.04	95.48	18.9	38.7
Nov. 03	1.30	1.30	0.90	0.81	0.09	0.40	0.62	0.04	0.90	0.04	99.36	14.7	24.2
Dez. 03	1.00	1.00	0.61	0.54	0.07	0.39	0.54	0.04	0.89	0.03	98.37	7.1	16.8
2003	3.68	3.68	2.83	2.60	0.23	0.86	0.70	0.05	0.92	0.04	95.04	35.33	947.2



Jan. 04	0.61	0.61	0.32	0.28	0.04	0.29	0.46	0.03	0.86	0.03	87.01	6.5	8.6
Feb. 04	2.09	2.09	1.09	0.98	0.11	1.00	0.47	0.03	0.90	0.03	76.50	13.5	28.5
Mär. 04	3.31	3.31	2.27	2.07	0.21	1.04	0.62	0.04	0.91	0.04	96.74	21.5	64.1
Apr. 04	4.61	4.61	3.41	3.10	0.31	1.20	0.67	0.05	0.91	0.04	99.69	29.8	93.0
Mai. 04	5.58	5.58	4.20	3.81	0.39	1.38	0.68	0.05	0.91	0.04	97.81	35.7	118.1
Jun. 04	5.73	5.73	4.41	4.00	0.42	1.32	0.70	0.05	0.91	0.04	100.00	38.1	119.9
Jul. 04	5.74	5.74	4.41	4.00	0.41	1.33	0.70	0.05	0.91	0.04	98.93	39.6	123.9
Aug. 04	4.91	4.91	3.80	3.45	0.35	1.11	0.70	0.05	0.91	0.04	99.71	39.4	107.0
Sept. 04	3.81	3.81	2.88	2.61	0.26	0.93	0.69	0.05	0.91	0.04	97.19	35.2	78.4
Okt. 04	1.94	1.94	1.40	1.26	0.14	0.54	0.65	0.04	0.90	0.04	98.98	26.2	39.0
Nov. 04	1.02	1.02	0.67	0.59	0.08	0.36	0.57	0.04	0.88	0.03	95.58	11.5	14.0
Dez. 04	0.72	0.72	0.36	0.30	0.06	0.36	0.42	0.03	0.84	0.03	79.35	7.6	9.0
2004	3.39	3.39	2.47	2.24	0.23	0.91	0.66	0.04	0.91	0.04	96.22	32.80	803.5



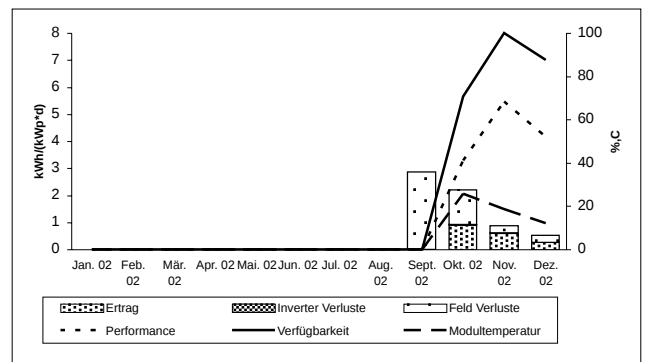
Modultyp

BP Millenia BP 850

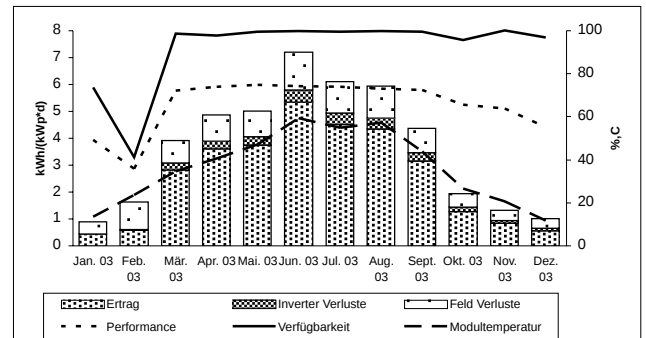
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

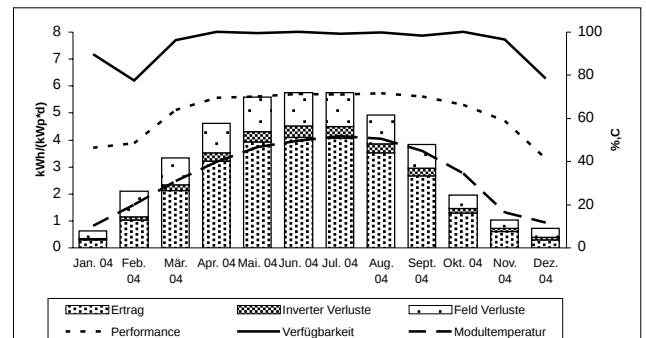
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	0.93	0.90	0.03	1.27	0.41	0.03	0.97	0.03	70.64	25.6	28.0
Nov. 02	0.87	0.87	0.61	0.59	0.02	0.26	0.68	0.04	0.97	0.04	100.00	18.6	17.3
Dez. 02	0.49	0.49	0.22	0.25	0.00	0.26	0.52	0.03	1.13	0.03	87.50	12.2	7.9
2002	1.44	1.44	0.50	0.50	0.00	0.94	0.34	0.02	0.99	0.02	61.97	22.42	53.1



Jan. 03	0.88	0.88	0.43	0.43	0.00	0.45	0.49	0.03	1.00	0.03	73.39	13.5	13.3
Feb. 03	1.63	1.63	0.60	0.58	0.01	1.03	0.36	0.02	0.98	0.02	41.18	23.6	16.3
Mär. 03	3.91	3.91	3.06	2.82	0.24	0.85	0.72	0.05	0.92	0.04	98.63	34.5	87.4
Apr. 03	4.86	4.86	3.89	3.59	0.30	0.97	0.74	0.05	0.92	0.05	97.51	40.3	107.6
Mai. 03	5.00	5.00	4.05	3.73	0.32	0.95	0.75	0.05	0.92	0.05	99.44	47.2	115.7
Jun. 03	7.19	7.19	5.79	5.33	0.46	1.40	0.74	0.05	0.92	0.05	99.75	59.1	159.8
Jul. 03	6.10	6.10	4.92	4.50	0.42	1.18	0.74	0.05	0.91	0.04	99.47	54.7	139.4
Aug. 03	5.94	5.94	4.74	4.33	0.42	1.19	0.73	0.05	0.91	0.04	99.72	57.1	134.2
Sept. 03	4.35	4.35	3.45	3.15	0.30	0.91	0.72	0.05	0.91	0.04	99.33	43.7	94.4
Okt. 03	1.94	1.94	1.42	1.27	0.15	0.52	0.66	0.04	0.89	0.04	95.48	26.4	39.4
Nov. 03	1.30	1.30	0.94	0.83	0.11	0.36	0.64	0.04	0.88	0.04	100.00	20.6	24.8
Dez. 03	1.00	1.00	0.64	0.55	0.09	0.36	0.55	0.04	0.86	0.03	96.75	11.5	17.1
2003	3.68	3.68	2.84	2.60	0.24	0.85	0.71	0.05	0.92	0.04	95.17	46.14	949.5



Jan. 04	0.61	0.61	0.34	0.28	0.06	0.27	0.46	0.03	0.83	0.03	89.61	10.2	8.7
Feb. 04	2.09	2.09	1.14	1.01	0.13	0.95	0.48	0.03	0.89	0.03	77.50	19.8	29.3
Mär. 04	3.31	3.31	2.34	2.12	0.22	0.97	0.64	0.04	0.91	0.04	96.01	31.0	65.6
Apr. 04	4.61	4.61	3.51	3.20	0.32	1.09	0.69	0.05	0.91	0.04	100.00	39.6	95.9
Mai. 04	5.58	5.58	4.30	3.91	0.39	1.28	0.70	0.05	0.91	0.04	99.45	46.5	121.1
Jun. 04	5.73	5.73	4.50	4.08	0.42	1.23	0.71	0.05	0.91	0.04	100.00	49.6	122.5
Jul. 04	5.74	5.74	4.48	4.07	0.41	1.26	0.71	0.05	0.91	0.04	99.20	51.7	126.2
Aug. 04	4.91	4.91	3.85	3.50	0.35	1.05	0.71	0.05	0.91	0.04	99.71	50.5	108.6
Sept. 04	3.81	3.81	2.94	2.67	0.27	0.87	0.70	0.05	0.91	0.04	98.25	44.7	80.0
Okt. 04	1.94	1.94	1.44	1.28	0.16	0.50	0.66	0.05	0.89	0.04	100.00	34.4	39.7
Nov. 04	1.02	1.02	0.71	0.60	0.11	0.32	0.59	0.04	0.85	0.04	96.46	16.2	14.4
Dez. 04	0.72	0.72	0.38	0.30	0.08	0.34	0.41	0.03	0.79	0.03	78.26	11.7	8.9
2004	3.39	3.39	2.53	2.29	0.25	0.85	0.68	0.05	0.90	0.04	96.71	43.02	820.9



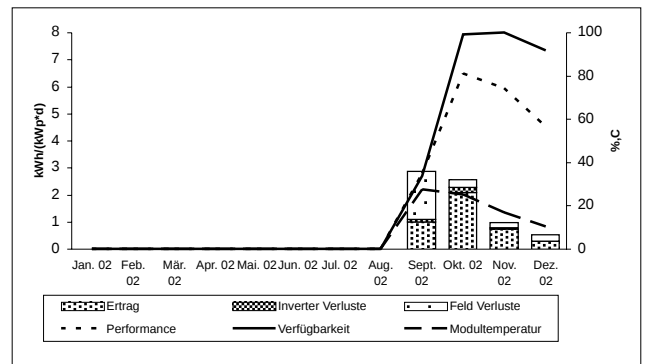
Modultyp

Siemens ST40

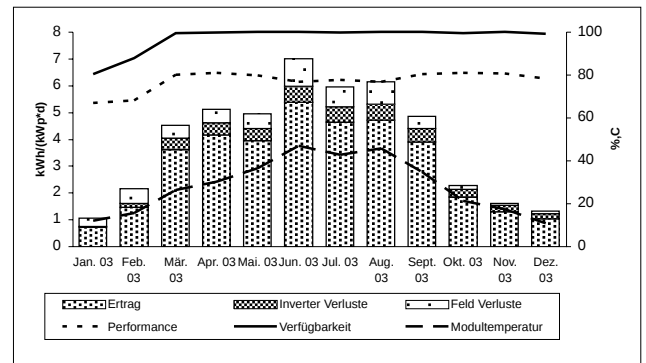
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

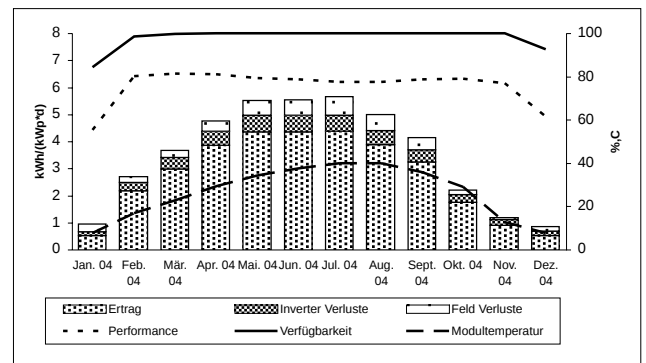
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	1.09	1.00	0.09	1.78	0.35	0.04	0.92	0.03	33.82	27.6	16.0
Okt. 02	2.20	2.56	2.27	2.07	0.19	0.29	0.81	0.08	0.92	0.08	99.06	25.2	64.3
Nov. 02	0.87	0.98	0.78	0.73	0.06	0.19	0.74	0.08	0.93	0.07	100.00	16.8	21.0
Dez. 02	0.49	0.51	0.27	0.29	0.00	0.23	0.57	0.05	1.05	0.05	91.80	10.3	8.9
2002	1.44	1.58	1.11	1.03	0.08	0.47	0.65	0.07	0.93	0.06	81.02	23.04	110.3



Jan. 03	0.88	1.06	0.75	0.71	0.04	0.31	0.67	0.07	0.94	0.06	80.37	11.9	21.9
Feb. 03	1.63	2.14	1.59	1.46	0.13	0.55	0.68	0.07	0.92	0.06	87.65	15.5	40.8
Mär. 03	3.91	4.52	4.04	3.61	0.43	0.48	0.80	0.08	0.89	0.08	99.32	26.3	112.0
Apr. 03	4.86	5.12	4.62	4.14	0.47	0.50	0.81	0.08	0.90	0.08	99.68	30.0	124.3
Mai. 03	5.00	4.94	4.39	3.93	0.46	0.55	0.80	0.08	0.90	0.07	100.00	36.5	121.8
Jun. 03	7.19	7.00	5.98	5.37	0.61	1.02	0.77	0.08	0.90	0.07	100.00	46.9	161.1
Jul. 03	6.10	5.95	5.20	4.62	0.57	0.75	0.78	0.08	0.89	0.07	99.73	42.6	143.3
Aug. 03	5.94	6.14	5.31	4.71	0.60	0.83	0.77	0.08	0.89	0.07	100.00	45.8	145.9
Sept. 03	4.35	4.86	4.40	3.89	0.50	0.46	0.80	0.09	0.89	0.08	100.00	34.5	116.8
Okt. 03	1.94	2.26	2.12	1.83	0.30	0.14	0.81	0.09	0.86	0.08	99.49	21.1	56.6
Nov. 03	1.30	1.61	1.52	1.30	0.23	0.09	0.81	0.09	0.85	0.08	100.00	17.3	38.9
Dez. 03	1.00	1.31	1.22	1.02	0.19	0.09	0.78	0.09	0.84	0.07	99.25	10.7	31.7
2003	3.68	3.91	3.43	3.06	0.38	0.48	0.78	0.08	0.89	0.07	98.48	34.99	1115.3



Jan. 04	0.61	0.94	0.66	0.52	0.15	0.27	0.55	0.07	0.78	0.05	84.31	7.5	16.1
Feb. 04	2.09	2.71	2.48	2.17	0.31	0.23	0.80	0.09	0.87	0.08	98.51	16.9	63.0
Mär. 04	3.31	3.67	3.41	2.99	0.42	0.27	0.81	0.09	0.88	0.08	99.64	22.9	92.6
Apr. 04	4.61	4.76	4.38	3.85	0.53	0.38	0.81	0.09	0.88	0.08	100.00	29.2	115.6
Mai. 04	5.58	5.51	4.96	4.36	0.60	0.55	0.79	0.08	0.88	0.07	100.00	34.3	135.3
Jun. 04	5.73	5.54	4.96	4.36	0.60	0.58	0.79	0.08	0.88	0.07	100.00	37.6	130.8
Jul. 04	5.74	5.65	4.97	4.38	0.59	0.68	0.78	0.08	0.88	0.07	100.00	39.8	135.7
Aug. 04	4.91	5.01	4.40	3.88	0.53	0.60	0.77	0.08	0.88	0.07	100.00	40.0	120.1
Sept. 04	3.81	4.14	3.70	3.25	0.45	0.43	0.79	0.08	0.88	0.07	100.00	35.7	97.6
Okt. 04	1.94	2.21	2.03	1.74	0.29	0.18	0.79	0.09	0.86	0.07	100.00	29.1	54.0
Nov. 04	1.02	1.18	1.11	0.91	0.20	0.07	0.77	0.09	0.82	0.07	100.00	12.7	21.8
Dez. 04	0.72	0.85	0.68	0.53	0.15	0.17	0.61	0.07	0.77	0.06	92.55	7.6	15.8
2004	3.39	3.56	3.19	2.78	0.41	0.37	0.78	0.08	0.87	0.07	99.09	32.10	998.5



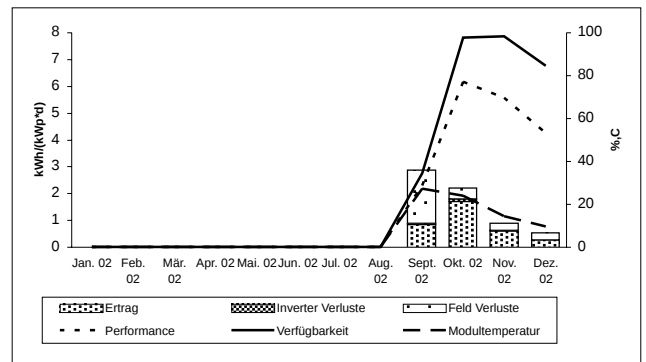
Modultyp

Siemens ST40

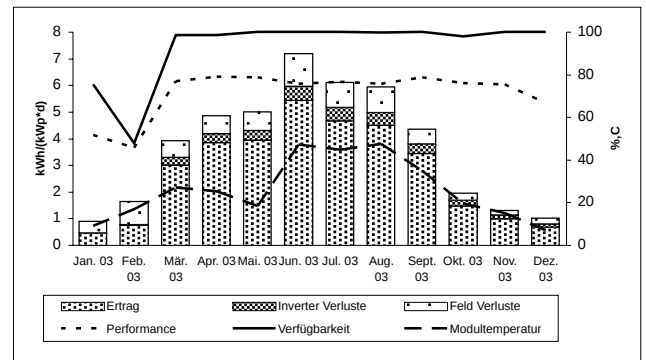
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

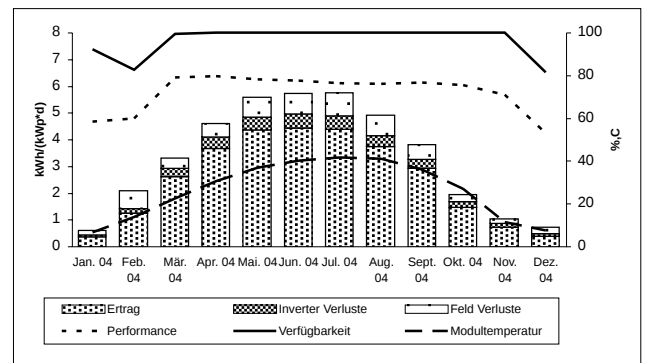
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	0.88	0.83	0.06	1.98	0.29	0.03	0.93	0.03	34.40	27.1	13.2
Okt. 02	2.20	2.20	1.79	1.69	0.10	0.40	0.77	0.08	0.94	0.07	97.71	23.9	52.4
Nov. 02	0.87	0.87	0.61	0.61	0.01	0.26	0.69	0.07	0.99	0.07	98.20	14.4	17.6
Dez. 02	0.49	0.49	0.22	0.26	0.00	0.27	0.53	0.04	1.16	0.05	84.38	9.5	8.0
2002	1.44	1.44	0.88	0.85	0.03	0.56	0.59	0.06	0.97	0.06	80.89	21.67	91.2



Jan. 03	0.88	0.88	0.45	0.45	0.00	0.42	0.52	0.05	1.00	0.05	75.23	9.1	14.1
Feb. 03	1.63	1.63	0.77	0.75	0.03	0.86	0.46	0.04	0.97	0.04	47.71	16.7	20.9
Mär. 03	3.91	3.91	3.29	3.00	0.28	0.62	0.77	0.08	0.91	0.07	98.63	27.0	93.2
Apr. 03	4.86	4.86	4.19	3.83	0.36	0.66	0.79	0.08	0.91	0.07	98.44	25.2	115.0
Mai. 03	5.00	5.00	4.31	3.93	0.37	0.70	0.79	0.08	0.91	0.07	100.00	18.4	122.0
Jun. 03	7.19	7.19	5.95	5.44	0.51	1.25	0.76	0.08	0.91	0.07	100.00	47.2	163.1
Jul. 03	6.10	6.10	5.16	4.67	0.49	0.94	0.77	0.08	0.91	0.07	100.00	44.7	144.7
Aug. 03	5.94	5.94	4.97	4.48	0.48	0.97	0.76	0.08	0.90	0.07	99.72	47.5	139.0
Sept. 03	4.35	4.35	3.81	3.43	0.38	0.55	0.79	0.08	0.90	0.07	100.00	34.8	102.9
Okt. 03	1.94	1.94	1.68	1.48	0.20	0.26	0.76	0.08	0.88	0.07	97.99	19.5	45.7
Nov. 03	1.30	1.30	1.13	0.98	0.15	0.17	0.75	0.08	0.87	0.07	100.00	14.9	29.5
Dez. 03	1.00	1.00	0.78	0.67	0.12	0.22	0.67	0.07	0.85	0.06	100.00	6.9	20.7
2003	3.68	3.68	3.05	2.77	0.28	0.63	0.75	0.08	0.91	0.07	96.16	35.87	1010.8



Jan. 04	0.61	0.61	0.43	0.35	0.08	0.18	0.58	0.07	0.82	0.05	92.21	6.7	11.0
Feb. 04	2.09	2.09	1.42	1.25	0.17	0.67	0.60	0.06	0.88	0.06	82.50	13.8	36.2
Mär. 04	3.31	3.31	2.93	2.62	0.31	0.39	0.79	0.08	0.89	0.07	99.28	22.3	81.2
Apr. 04	4.61	4.61	4.09	3.67	0.42	0.52	0.80	0.08	0.90	0.07	100.00	30.7	110.2
Mai. 04	5.58	5.58	4.85	4.35	0.49	0.73	0.78	0.08	0.90	0.07	100.00	36.9	135.0
Jun. 04	5.73	5.73	4.95	4.44	0.51	0.78	0.77	0.08	0.90	0.07	100.00	40.0	133.1
Jul. 04	5.74	5.74	4.88	4.38	0.50	0.86	0.76	0.08	0.90	0.07	100.00	41.5	135.7
Aug. 04	4.91	4.91	4.15	3.73	0.43	0.75	0.76	0.08	0.90	0.07	100.00	41.1	115.6
Sept. 04	3.81	3.81	3.26	2.92	0.34	0.55	0.77	0.08	0.90	0.07	100.00	36.0	87.5
Okt. 04	1.94	1.94	1.67	1.46	0.21	0.27	0.76	0.08	0.88	0.07	100.00	26.9	45.4
Nov. 04	1.02	1.02	0.87	0.73	0.14	0.16	0.71	0.08	0.84	0.07	100.00	11.2	17.5
Dez. 04	0.72	0.72	0.48	0.38	0.10	0.24	0.53	0.06	0.79	0.05	81.52	7.4	11.4
2004	3.39	3.39	2.87	2.56	0.31	0.51	0.76	0.08	0.89	0.07	98.01	33.97	919.6



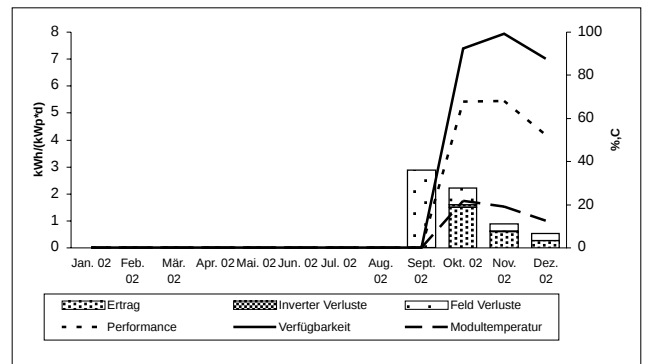
Modultyp

Siemens ST40

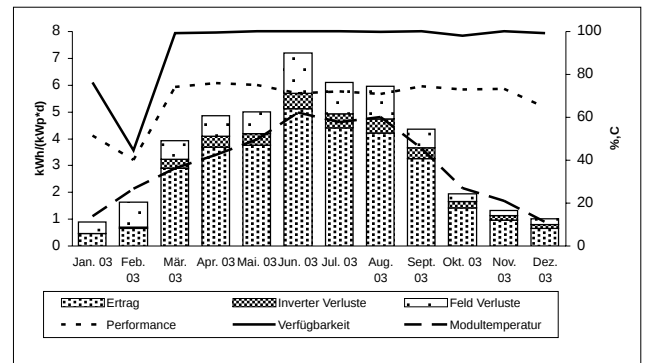
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

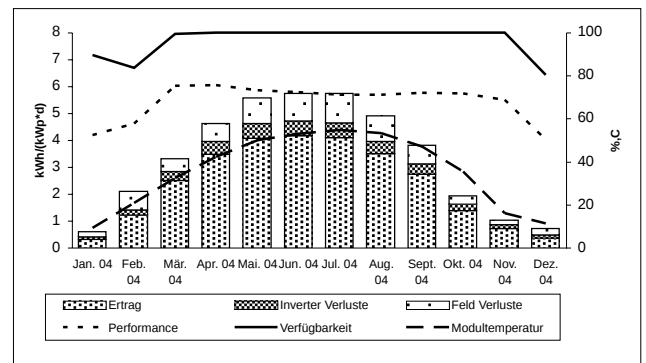
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	1.60	1.49	0.11	0.60	0.68	0.07	0.93	0.06	92.20	21.6	46.1
Nov. 02	0.87	0.87	0.62	0.59	0.03	0.25	0.68	0.07	0.96	0.06	99.10	19.0	17.2
Dez. 02	0.49	0.49	0.23	0.26	0.00	0.26	0.52	0.04	1.10	0.05	87.50	12.4	7.9
2002	1.44	1.44	0.70	0.66	0.03	0.75	0.46	0.05	0.95	0.04	70.85	19.66	71.1



Jan. 03	0.88	0.88	0.46	0.45	0.01	0.41	0.51	0.05	0.97	0.05	76.15	13.7	14.0
Feb. 03	1.63	1.63	0.69	0.65	0.04	0.94	0.40	0.04	0.94	0.04	44.44	26.6	18.2
Mär. 03	3.91	3.91	3.22	2.90	0.33	0.69	0.74	0.08	0.90	0.07	98.97	36.1	89.8
Apr. 03	4.86	4.86	4.09	3.68	0.41	0.77	0.76	0.08	0.90	0.07	99.38	42.4	110.4
Mai. 03	5.00	5.00	4.18	3.75	0.42	0.83	0.75	0.08	0.90	0.07	100.00	49.4	116.3
Jun. 03	7.19	7.19	5.69	5.12	0.57	1.51	0.71	0.07	0.90	0.07	100.00	62.1	153.5
Jul. 03	6.10	6.10	4.93	4.39	0.53	1.17	0.72	0.08	0.89	0.07	100.00	57.5	136.2
Aug. 03	5.94	5.94	4.74	4.20	0.53	1.20	0.71	0.08	0.89	0.07	99.72	59.9	130.4
Sept. 03	4.35	4.35	3.66	3.24	0.42	0.70	0.74	0.08	0.89	0.07	100.00	45.5	97.2
Okt. 03	1.94	1.94	1.64	1.41	0.23	0.30	0.73	0.08	0.86	0.07	97.99	26.9	43.7
Nov. 03	1.30	1.30	1.13	0.95	0.17	0.18	0.73	0.08	0.85	0.07	100.00	20.9	28.6
Dez. 03	1.00	1.00	0.78	0.65	0.14	0.22	0.65	0.07	0.82	0.06	99.19	11.2	20.1
2003	3.68	3.68	2.94	2.63	0.32	0.74	0.71	0.08	0.89	0.07	96.12	48.30	958.3



Jan. 04	0.61	0.61	0.41	0.32	0.09	0.20	0.52	0.06	0.78	0.05	89.61	9.1	9.9
Feb. 04	2.09	2.09	1.41	1.21	0.20	0.68	0.58	0.06	0.86	0.05	83.50	20.7	35.0
Mär. 04	3.31	3.31	2.84	2.49	0.35	0.47	0.75	0.08	0.88	0.07	99.28	32.5	77.2
Apr. 04	4.61	4.61	3.94	3.48	0.47	0.66	0.75	0.08	0.88	0.07	100.00	42.1	104.4
Mai. 04	5.58	5.58	4.62	4.08	0.54	0.95	0.73	0.08	0.88	0.07	100.00	50.0	126.5
Jun. 04	5.73	5.73	4.72	4.16	0.56	1.02	0.72	0.08	0.88	0.07	100.00	52.9	124.7
Jul. 04	5.74	5.74	4.64	4.09	0.55	1.10	0.71	0.08	0.88	0.07	100.00	54.7	126.8
Aug. 04	4.91	4.91	3.96	3.49	0.47	0.95	0.71	0.08	0.88	0.07	100.00	53.2	108.2
Sept. 04	3.81	3.81	3.12	2.74	0.38	0.69	0.72	0.08	0.88	0.07	100.00	47.1	82.2
Okt. 04	1.94	1.94	1.63	1.39	0.24	0.31	0.72	0.08	0.85	0.07	100.00	35.3	43.1
Nov. 04	1.02	1.02	0.86	0.70	0.16	0.16	0.69	0.08	0.81	0.06	100.00	16.1	16.9
Dez. 04	0.72	0.72	0.48	0.36	0.12	0.24	0.50	0.06	0.75	0.05	80.43	11.2	10.8
2004	3.39	3.39	2.76	2.41	0.35	0.63	0.71	0.08	0.87	0.07	97.98	45.46	865.7



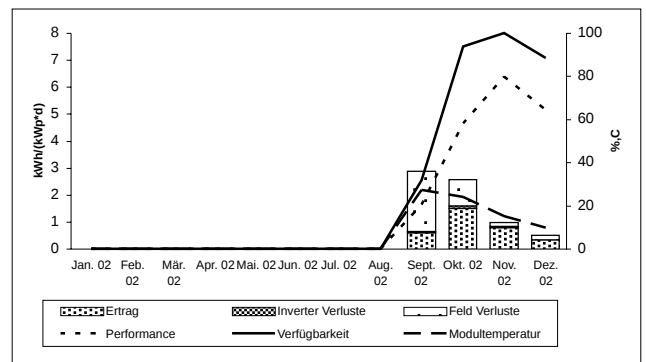
Modultyp

UNI-Solar 64

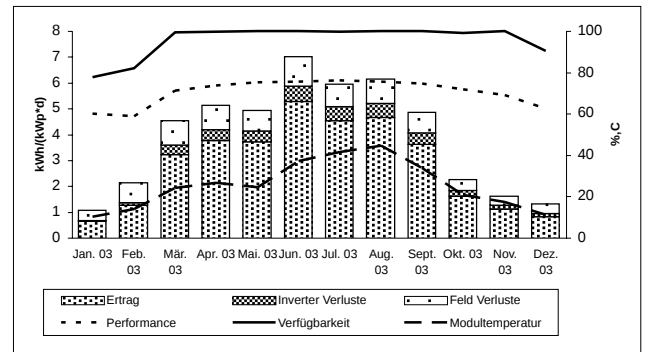
Aufständerungsvariante

20° geneigt hinterlüftet

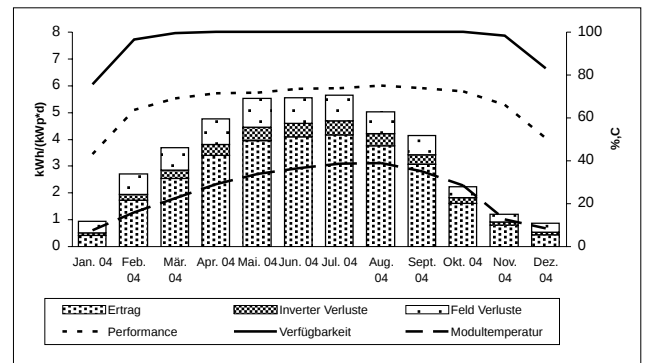
Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	0.63	0.59	0.04	2.24	0.20	0.01	0.93	0.01	31.62	27.3	9.4
Okt. 02	2.20	2.56	1.60	1.49	0.11	0.96	0.58	0.04	0.93	0.04	93.90	24.1	46.1
Nov. 02	0.87	0.98	0.84	0.78	0.06	0.14	0.80	0.05	0.93	0.05	100.00	15.0	22.6
Dez. 02	0.49	0.51	0.33	0.33	0.00	0.18	0.64	0.04	1.00	0.04	88.52	9.6	10.1
2002	1.44	1.58	0.88	0.82	0.05	0.70	0.52	0.04	0.94	0.03	77.89	22.01	88.2



Jan. 03	0.88	1.06	0.66	0.63	0.03	0.39	0.60	0.04	0.96	0.04	77.57	10.3	19.6
Feb. 03	1.63	2.14	1.36	1.26	0.10	0.78	0.59	0.04	0.93	0.04	82.10	14.0	35.3
Mär. 03	3.91	4.52	3.59	3.22	0.37	0.93	0.71	0.05	0.90	0.05	99.32	24.1	99.7
Apr. 03	4.86	5.12	4.18	3.77	0.41	0.94	0.74	0.05	0.90	0.05	99.68	26.8	113.0
Mai. 03	5.00	4.94	4.14	3.72	0.42	0.80	0.75	0.05	0.90	0.05	100.00	24.4	115.3
Jun. 03	7.19	7.00	5.88	5.28	0.60	1.12	0.75	0.05	0.90	0.05	100.00	37.3	158.5
Jul. 03	6.10	5.95	5.07	4.53	0.54	0.88	0.76	0.05	0.89	0.05	99.73	41.6	140.6
Aug. 03	5.94	6.14	5.20	4.64	0.55	0.94	0.76	0.05	0.89	0.05	100.00	44.5	144.0
Sept. 03	4.35	4.86	4.05	3.63	0.43	0.81	0.75	0.05	0.89	0.05	100.00	33.8	108.8
Okt. 03	1.94	2.26	1.84	1.62	0.22	0.43	0.72	0.05	0.88	0.05	98.98	20.8	50.3
Nov. 03	1.30	1.61	1.26	1.11	0.15	0.35	0.69	0.05	0.88	0.04	100.00	17.3	33.3
Dez. 03	1.00	1.31	0.94	0.82	0.12	0.37	0.62	0.05	0.87	0.04	90.30	11.0	25.4
2003	3.68	3.91	3.19	2.86	0.33	0.73	0.73	0.05	0.90	0.05	97.68	31.25	1043.7



Jan. 04	0.61	0.94	0.49	0.40	0.09	0.45	0.43	0.03	0.82	0.03	75.49	7.3	12.5
Feb. 04	2.09	2.71	1.93	1.72	0.21	0.78	0.63	0.05	0.89	0.04	96.53	15.9	49.9
Mär. 04	3.31	3.67	2.84	2.53	0.31	0.84	0.69	0.05	0.89	0.04	99.27	22.5	78.4
Apr. 04	4.61	4.76	3.79	3.39	0.41	0.96	0.71	0.05	0.89	0.05	100.00	29.0	101.7
Mai. 04	5.58	5.51	4.43	3.95	0.48	1.08	0.72	0.05	0.89	0.05	100.00	33.7	122.5
Jun. 04	5.73	5.54	4.58	4.07	0.51	0.96	0.73	0.05	0.89	0.05	100.00	36.4	122.2
Jul. 04	5.74	5.65	4.67	4.16	0.51	0.98	0.74	0.05	0.89	0.05	100.00	38.5	129.0
Aug. 04	4.91	5.01	4.20	3.75	0.46	0.80	0.75	0.05	0.89	0.05	100.00	38.8	116.1
Sept. 04	3.81	4.14	3.42	3.05	0.37	0.72	0.74	0.05	0.89	0.05	100.00	35.0	91.4
Okt. 04	1.94	2.21	1.81	1.60	0.22	0.40	0.72	0.05	0.88	0.05	100.00	28.4	49.5
Nov. 04	1.02	1.18	0.91	0.78	0.13	0.27	0.66	0.05	0.85	0.04	98.23	12.6	18.7
Dez. 04	0.72	0.85	0.53	0.43	0.10	0.33	0.50	0.04	0.81	0.03	82.98	8.5	12.9
2004	3.39	3.56	2.84	2.52	0.32	0.72	0.71	0.05	0.89	0.04	98.25	31.45	904.8



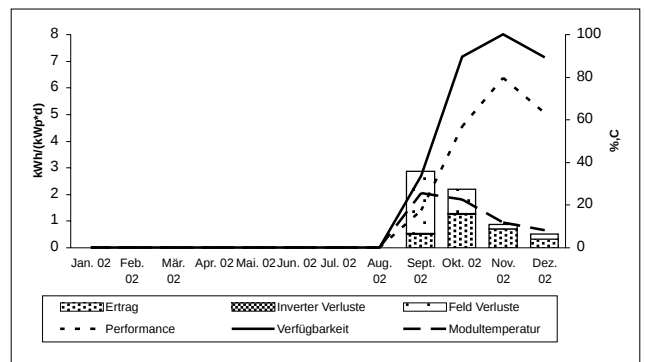
Modultyp

UNI-Solar 64

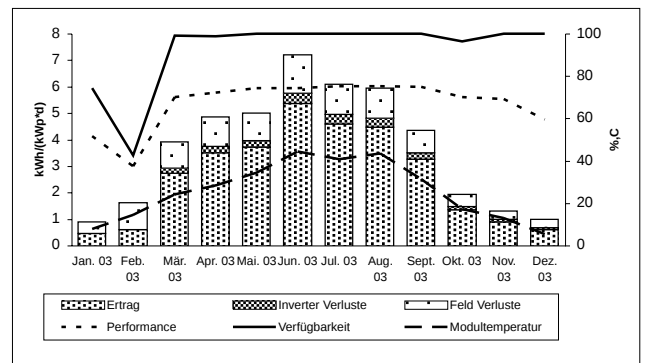
Aufständerungsvariante

horizontal hinterlüftet

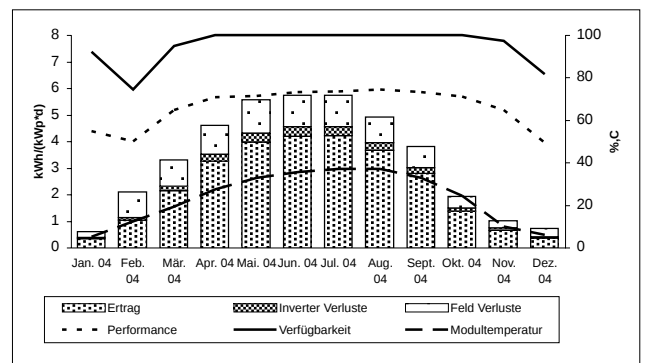
Ref. Nr. #REF!	####	####	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
			[kWh/(kWp*d)]				---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87	0.52	0.50	0.02	2.35	0.18	0.01	0.97	0.01	33.60	25.4	8.0
Okt. 02	2.20	2.20	1.28	1.25	0.03	0.92	0.57	0.04	0.98	0.04	89.45	22.5	38.8
Nov. 02	0.87	0.87	0.71	0.69	0.01	0.17	0.80	0.05	0.98	0.05	100.00	11.8	20.1
Dez. 02	0.49	0.49	0.29	0.31	0.00	0.20	0.63	0.04	1.08	0.04	89.06	8.1	9.5
2002	1.44	1.44	0.72	0.71	0.01	0.72	0.50	0.03	0.99	0.03	78.19	19.88	76.5



Jan. 03	0.88	0.88	0.44	0.46	0.00	0.44	0.52	0.03	1.03	0.03	74.31	7.7	14.1
Feb. 03	1.63	1.63	0.61	0.61	0.00	1.02	0.37	0.02	1.00	0.02	42.48	14.6	17.0
Mär. 03	3.91	3.91	2.92	2.74	0.18	0.99	0.70	0.05	0.94	0.04	98.97	24.2	84.8
Apr. 03	4.86	4.86	3.74	3.51	0.23	1.12	0.72	0.05	0.94	0.05	98.75	28.5	105.2
Mai. 03	5.00	5.00	3.97	3.72	0.25	1.03	0.74	0.05	0.94	0.05	100.00	34.4	115.2
Jun. 03	7.19	7.19	5.74	5.36	0.39	1.45	0.74	0.05	0.93	0.05	100.00	44.5	160.7
Jul. 03	6.10	6.10	4.95	4.59	0.36	1.14	0.75	0.05	0.93	0.05	100.00	40.6	142.4
Aug. 03	5.94	5.94	4.81	4.47	0.35	1.12	0.75	0.05	0.93	0.05	100.00	43.5	138.5
Sept. 03	4.35	4.35	3.50	3.26	0.24	0.85	0.75	0.05	0.93	0.05	100.00	31.5	97.8
Okt. 03	1.94	1.94	1.48	1.36	0.12	0.46	0.70	0.05	0.92	0.04	96.48	17.3	42.1
Nov. 03	1.30	1.30	0.99	0.90	0.09	0.31	0.69	0.05	0.91	0.04	100.00	13.1	27.0
Dez. 03	1.00	1.00	0.67	0.60	0.07	0.33	0.60	0.04	0.89	0.04	100.00	5.5	18.5
2003	3.68	3.68	2.83	2.64	0.19	0.85	0.72	0.05	0.93	0.05	95.87	33.74	963.4



Jan. 04	0.61	0.61	0.39	0.33	0.05	0.22	0.55	0.04	0.86	0.03	92.21	5.1	10.3
Feb. 04	2.09	2.09	1.14	1.04	0.10	0.94	0.50	0.03	0.91	0.03	74.50	12.4	30.2
Mär. 04	3.31	3.31	2.32	2.14	0.17	1.00	0.65	0.04	0.93	0.04	94.93	19.3	66.5
Apr. 04	4.61	4.61	3.51	3.26	0.25	1.10	0.71	0.05	0.93	0.04	100.00	27.5	97.7
Mai. 04	5.58	5.58	4.31	3.99	0.32	1.27	0.72	0.05	0.93	0.05	100.00	32.9	123.6
Jun. 04	5.73	5.73	4.55	4.20	0.35	1.19	0.73	0.05	0.92	0.05	100.00	35.7	126.0
Jul. 04	5.74	5.74	4.56	4.22	0.34	1.18	0.73	0.05	0.92	0.05	100.00	37.1	130.7
Aug. 04	4.91	4.91	3.95	3.66	0.29	0.96	0.75	0.05	0.93	0.05	100.00	37.0	113.4
Sept. 04	3.81	3.81	3.01	2.79	0.22	0.80	0.73	0.05	0.93	0.05	100.00	32.7	83.8
Okt. 04	1.94	1.94	1.50	1.37	0.13	0.44	0.71	0.05	0.92	0.04	100.00	24.4	42.6
Nov. 04	1.02	1.02	0.75	0.66	0.08	0.28	0.65	0.05	0.89	0.04	97.35	9.9	15.9
Dez. 04	0.72	0.72	0.42	0.35	0.07	0.30	0.49	0.04	0.84	0.03	81.52	5.9	10.6
2004	3.39	3.39	2.57	2.37	0.20	0.81	0.70	0.05	0.92	0.04	96.98	30.48	851.4



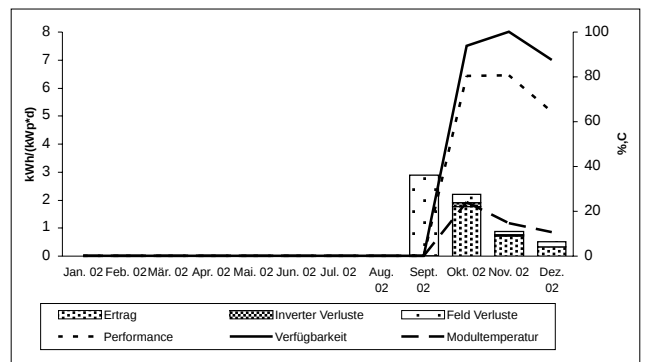
Modultyp

UNI-Solar 64

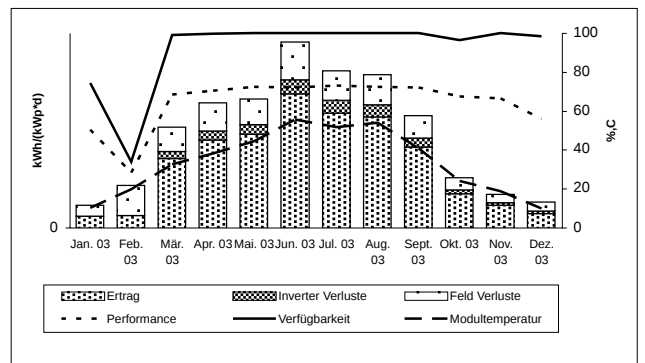
Aufständerungsvariante

horizontal thermisch isoliert

Ref. Nr. #REF!	Y r,g	Y r	Y a	Y f	L s	L c	PR	n Feld	n Inv	n tot	Betr [%]	Tp b [°C]	spez. Ertr. [kWh/kWp]
	[kWh/(kWp*d)]						---	---	---	---			
Jan. 02													
Feb. 02													
Mär. 02													
Apr. 02													
Mai. 02													
Jun. 02													
Jul. 02													
Aug. 02													
Sept. 02	2.87	2.87				2.87							
Okt. 02	2.20	2.20	1.90	1.76	0.14	0.30	0.80	0.05	0.93	0.05	93.58	24.1	54.7
Nov. 02	0.87	0.87	0.75	0.70	0.04	0.13	0.81	0.05	0.94	0.05	100.00	14.7	20.4
Dez. 02	0.49	0.49	0.31	0.31	0.00	0.18	0.64	0.04	1.02	0.04	87.50	10.5	9.7
2002	1.44	1.44	0.84	0.79	0.05	0.60	0.55	0.04	0.94	0.03	71.62	20.70	84.8



Jan. 03	0.88	0.88	0.45	0.44	0.01	0.43	0.50	0.03	0.98	0.03	74.31	10.2	13.7
Feb. 03	1.63	1.63	0.48	0.46	0.02	1.15	0.28	0.02	0.97	0.02	33.99	19.6	12.9
Mär. 03	3.91	3.91	2.95	2.68	0.28	0.96	0.68	0.05	0.91	0.04	98.97	32.5	83.0
Apr. 03	4.86	4.86	3.76	3.42	0.34	1.10	0.70	0.05	0.91	0.04	99.69	38.1	102.5
Mai. 03	5.00	5.00	3.99	3.62	0.37	1.01	0.72	0.05	0.91	0.05	100.00	44.3	112.2
Jun. 03	7.19	7.19	5.74	5.19	0.56	1.45	0.72	0.05	0.90	0.05	100.00	55.5	155.6
Jul. 03	6.10	6.10	4.94	4.45	0.50	1.16	0.73	0.05	0.90	0.05	100.00	51.5	137.8
Aug. 03	5.94	5.94	4.78	4.30	0.48	1.16	0.72	0.05	0.90	0.05	100.00	54.0	133.3
Sept. 03	4.35	4.35	3.48	3.14	0.34	0.88	0.72	0.05	0.90	0.05	100.00	40.8	94.2
Okt. 03	1.94	1.94	1.46	1.31	0.16	0.48	0.67	0.05	0.89	0.04	96.48	24.1	40.5
Nov. 03	1.30	1.30	0.98	0.87	0.11	0.33	0.66	0.05	0.89	0.04	100.00	18.7	26.0
Dez. 03	1.00	1.00	0.64	0.56	0.08	0.36	0.56	0.04	0.87	0.04	98.37	9.7	17.3
2003	3.68	3.68	2.82	2.55	0.27	0.87	0.69	0.05	0.90	0.04	95.49	43.36	929.1



Jan. 04	0.61	0.61	0.36	0.31	0.06	0.24	0.51	0.04	0.85	0.03	90.91	8.0	9.6
Feb. 04	2.09	2.09	1.10	0.97	0.13	0.99	0.47	0.03	0.89	0.03	72.00	19.2	28.2
Mär. 04	3.31	3.31	2.24	2.01	0.23	1.07	0.61	0.04	0.90	0.04	91.30	28.0	62.4
Apr. 04	4.61	4.61	3.47	3.13	0.34	1.14	0.68	0.05	0.90	0.04	100.00	37.0	93.8
Mai. 04	5.58	5.58	4.26	3.83	0.43	1.31	0.69	0.05	0.90	0.04	100.00	43.3	118.7
Jun. 04	5.73	5.73	4.51	4.04	0.47	1.23	0.70	0.05	0.90	0.04	100.00	46.1	121.2
Jul. 04	5.74	5.74	4.48	4.04	0.44	1.26	0.70	0.05	0.90	0.04	99.73	48.0	125.2
Aug. 04	4.91	4.91	3.87	3.48	0.39	1.04	0.71	0.05	0.90	0.04	100.00	47.1	107.8
Sept. 04	3.81	3.81	2.92	2.63	0.29	0.89	0.69	0.05	0.90	0.04	100.00	41.9	78.9
Okt. 04	1.94	1.94	1.45	1.29	0.16	0.49	0.66	0.05	0.89	0.04	100.00	32.0	39.8
Nov. 04	1.02	1.02	0.72	0.62	0.10	0.31	0.60	0.04	0.86	0.04	94.69	14.7	14.8
Dez. 04	0.72	0.72	0.38	0.31	0.07	0.34	0.44	0.03	0.82	0.03	78.26	9.8	9.4
2004	3.39	3.39	2.52	2.26	0.26	0.87	0.67	0.05	0.90	0.04	96.22	40.14	809.7

