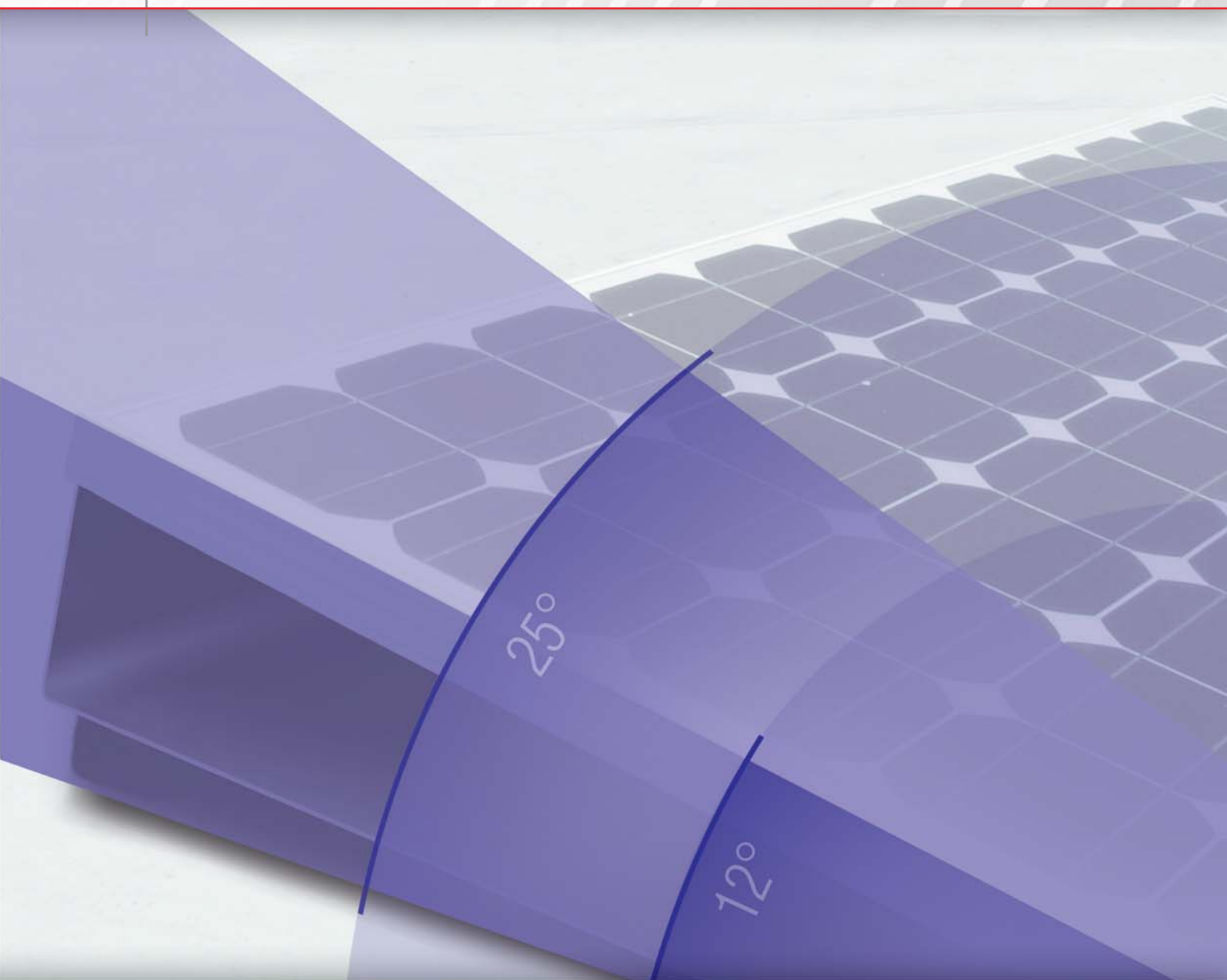


Nr. 7 / 2010

REPORT



Kein nennenswerter Unterschied im Jahresertrag

Ertragsmessungen an PV-Modulen
mit einem Neigungswinkel von 25° und 12°

Ertragsmessungen an PV-Modulen mit einem Neigungswinkel von 25° und 12°

Die Versuchsobjekte: monokristalline Module vom Typ ANTARIS ASM 180

2008 veröffentlichte das TEC-Institut für technische Innovationen einen Bericht mit dem Titel „Höhe des Energieertrags von Photovoltaikmodulen unter verschiedenen Neigungswinkeln und Ausrichtungen“ (auf: www.tec-institut.de). Diese Untersuchungen wurden an sogenannten herunterskalierten Aufbauten mit Kleinmodulen durchgeführt. Nach der Veröffentlichung wurde von verschiedenen Seiten angefragt, ob wir Teile der damaligen Untersuchungen mit handelsüblichen Modulen im Netz-Einspeisebetrieb wiederholen könnten. Daher entschlossen wir uns, eine Testreihe über mindestens 1 Jahr durchzuführen.

Als Versuchsobjekte wählten wir monokristalline Module vom Typ ANTARIS ASM 180. Jeweils zwei dieser Module wurden zu je einem Mini-String verschaltet. Über je einen passend dimensionierten Wechselrichter erfolgte die Einspeisung ins Strom-Netz.

Das eine Modulpaar wurde unter einem Neigungswinkel von 25°, das andere Paar unter einem Neigungswinkel von 12° auf Flachdach-Trägersystemen montiert und jeweils exakt nach Süden ausgerichtet (siehe auch Abb. 1).

Für jedes PV-Modulpaar wurden gleichstromseitig Gleichstrom und Gleichspannung erfasst. Daraus ließen sich Leistung und Ertrag berechnen. Der Messtakt betrug 1 Minute. Weiterhin wurde auf gleiche Bedingungen der beiden Messaufbauten (z.B. gleiche Kabellängen, gleiche Messdaten-Erfassung, etc.) geachtet. Wie in der Photovoltaik üblich, bezieht sich der ermittelte Ertrag auf das kWp – in unserem Falle auf das geflashte kWp. Deshalb wurden alle Module auch einer Flash-Messung (unter STC) unterzogen.



Abb. 1: 25° und 12° Aufbauten

Unterschiedlicher Ertrag abhängig vom Neigungswinkel und jahreszeitlich bedingtem Sonnenstand

Der Zeitraum der Untersuchungen erstreckte sich über 15 Monate von März 2009 bis Mai 2010, die Monatserträge sind in Abb. 2 dargestellt. Als Ertragssumme für 1 Jahr (1.3.2009 bis 28.2.2010) ergab sich für:

- Modulpaar mit 25°-Neigung: 901,36 kWh/kWp
- Modulpaar mit 12°-Neigung: 853,24 kWh/kWp

Das Modulpaar mit 12° Neigung erzielt 94,7 % des Ertrages des Modulpaares mit 25° Neigung.

Die Monate März 2010 bis Mai 2010 wurden zusätzlich in das Diagramm mit aufgenommen, um den weiteren Trend darzustellen. Sie spielen bei der Ermittlung des Jahresertrages keine Rolle.

Hierbei ist zu beachten, daß die verwendeten Kleinwechselrichter der beiden Modulpaare, Wirkungsgrade von ca. 89% haben. Dies ist typisch für Kleinwechselrichter. Wären die Module in größeren Anlagen mit größeren Wechselrichtern betrieben worden (Wechselrichterwirkungsgrade von ca. 97%), so wären auch die Erträge beider Modulpaare entsprechend höher. Auch in diesem Fall würden die Module mit 12° Neigung, 94,7% des Ertrages der Module mit 25° Neigung erzielen.

Vergleich: Monatsertrag pro geflashtes kWp (kWh/kWp) bei 12°- und 25°- Neigung

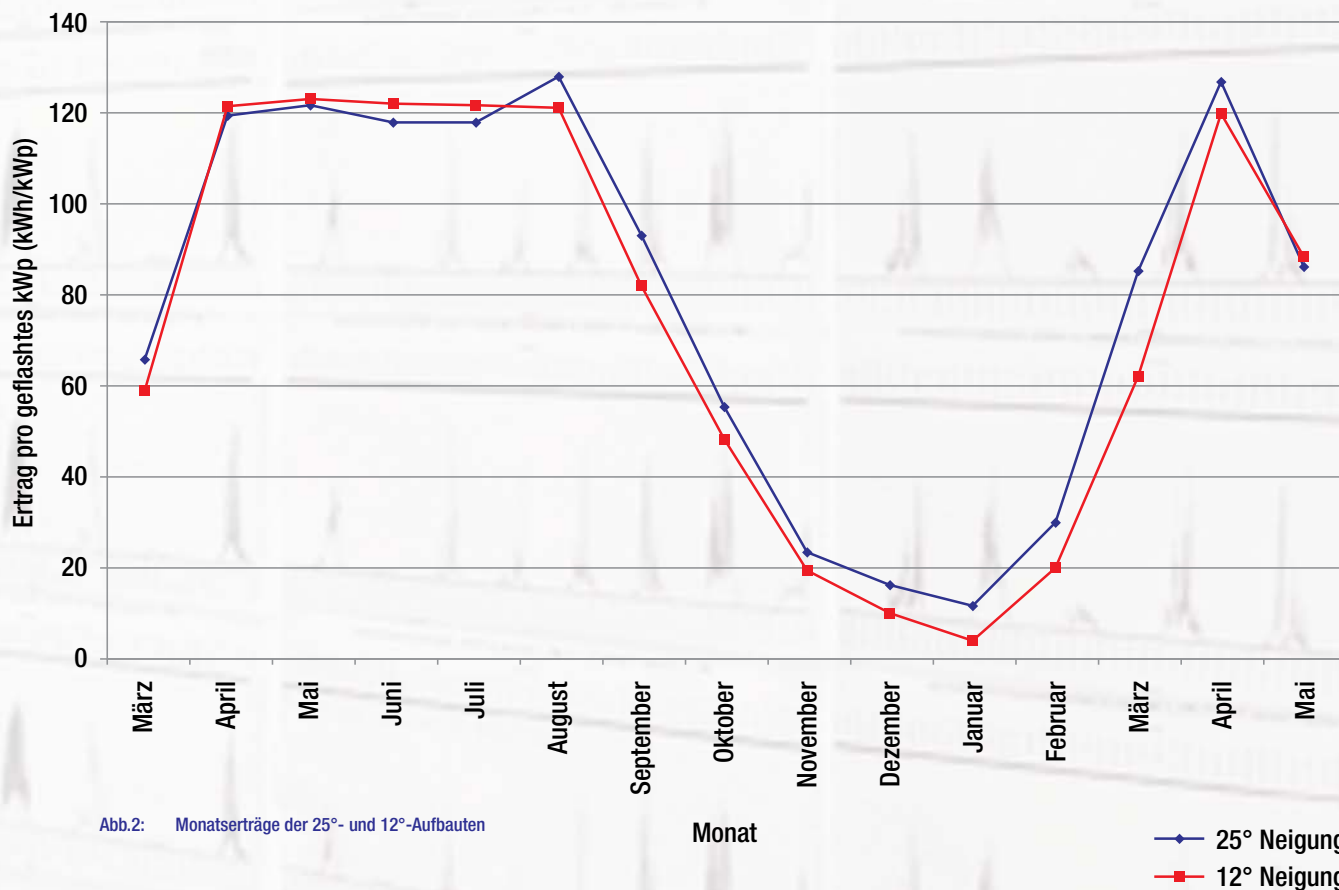


Abb.2: Monatserträge der 25°- und 12°-Aufbauten

Exemplarisch für die verschieden hohen Sonnenstände der einzelnen Jahreszeiten und der davon abhängigen Erträge, zeigt z.B. Abb. 3 bei nahezu höchstem Sonnenstand die Tageskurven vom 16. und 17. Juni. Beide Tage waren abwechselnd sonnig und bewölkt. Die Kurven der 25° und 12° geneigten Module sind quasi identisch, sowohl bei vollem Sonnenschein, als auch bei Bewölkung.

PV-Module mit 25° und 12° Neigung, jeweils 2 Module in Reihe, Wechselrichterbetrieb

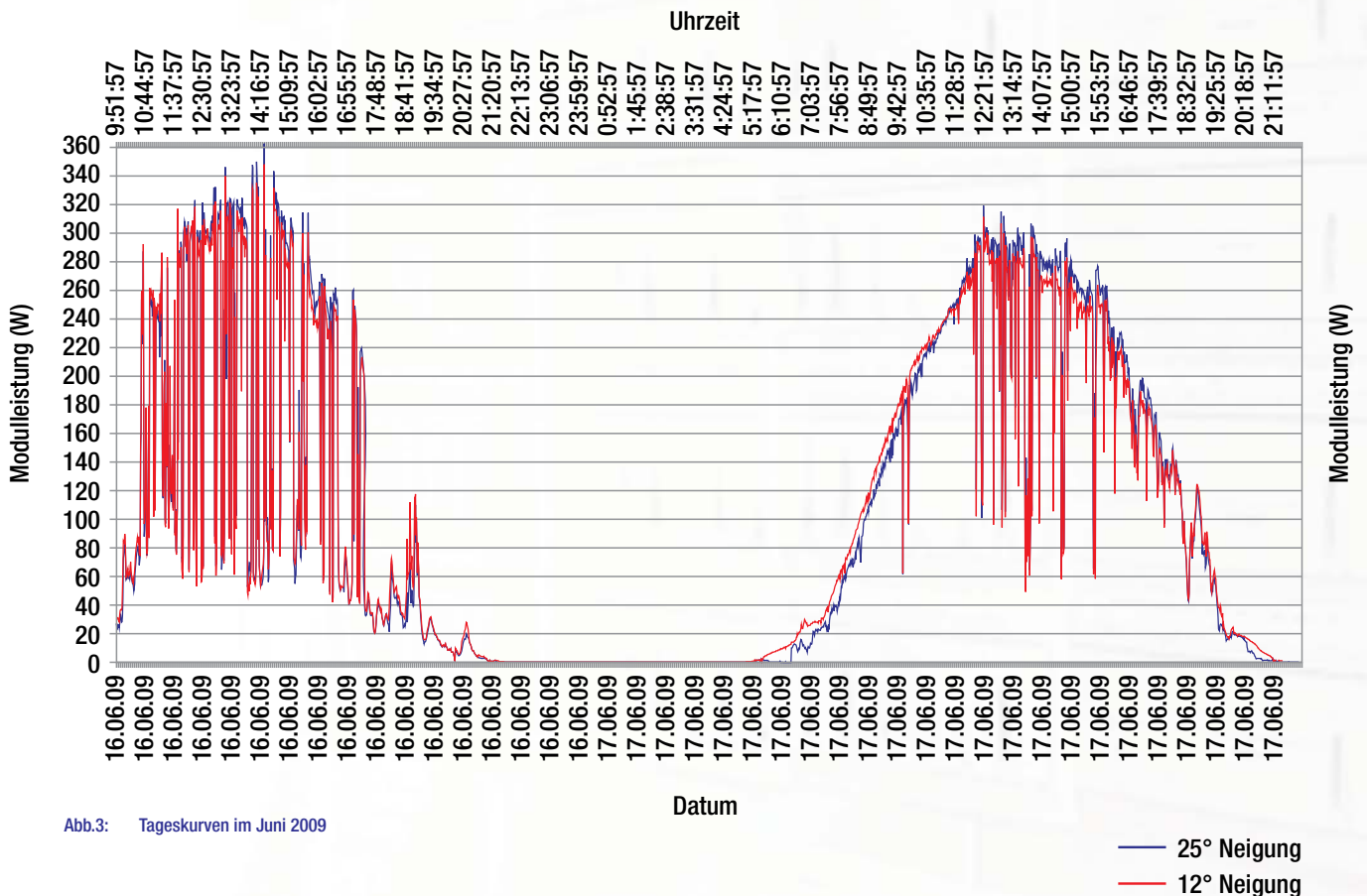


Abb.3: Tageskurven im Juni 2009

— 25° Neigung
— 12° Neigung

Auf Abb. 4 mit der Tageskurve von März 2009 ist deutlich zu erkennen, dass an trüben Tagen die Kurven der 25°- und 12°-Neigungen übereinstimmen. An sonnigen Tagen liegt die Leistungskurve der 25°-geneigten Module deutlich über den Modulen mit 12°-Neigungswinkel.

PV-Module mit 25° und 12° Neigung, jeweils 2 Module in Reihe, Wechselrichterbetrieb

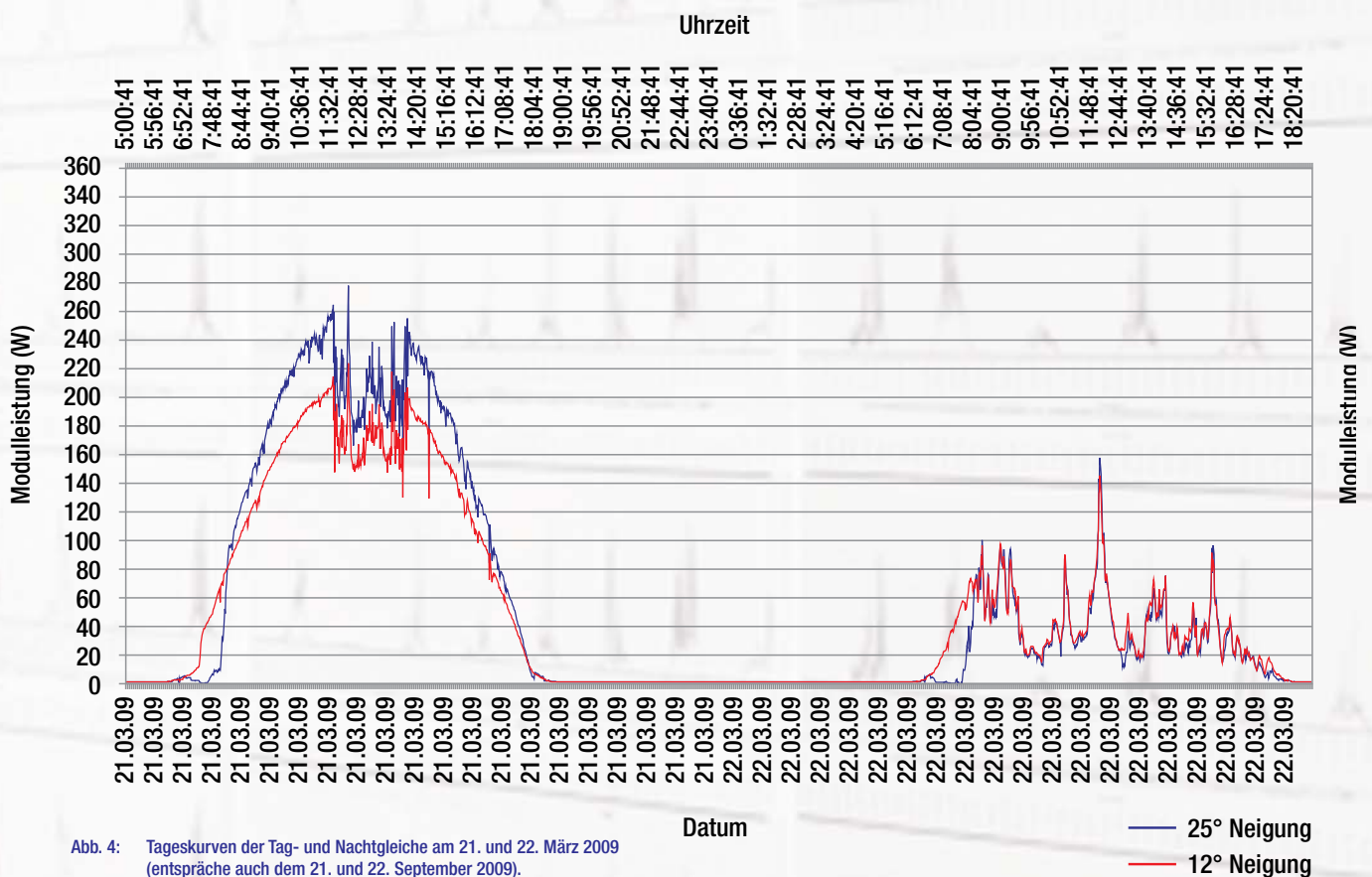


Abb. 4: Tageskurven der Tag- und Nachtgleiche am 21. und 22. März 2009 (entspricht auch dem 21. und 22. September 2009).

Zum Zeitpunkt des niedrigsten Sonnenstandes (Wintersonnenwende) auf Abb. 5 zeigt sich, dass an trüben Tagen die beiden Kurvenverläufe ebenfalls identisch sind, an sonnigen Tagen liegt der 25°-Aufbau aber ca. 35% (im Maximum) über dem 12°-Aufbau.

Nicht nennenswerter Unterschied im Jahresertrag

Der 12°-Aufbau erzielte 94,7% der Energiesumme des 25°-Aufbaus während der ersten 12 Monate (siehe auch Abb. 2). Das entspricht recht genau dem Tabellenwert, der zu erwarten war. In den Sommermonaten (sowie im späten Frühling) waren die Erträge

PV-Module mit 25° und 12° Neigung, jeweils 2 Module in Reihe, Wechselrichterbetrieb

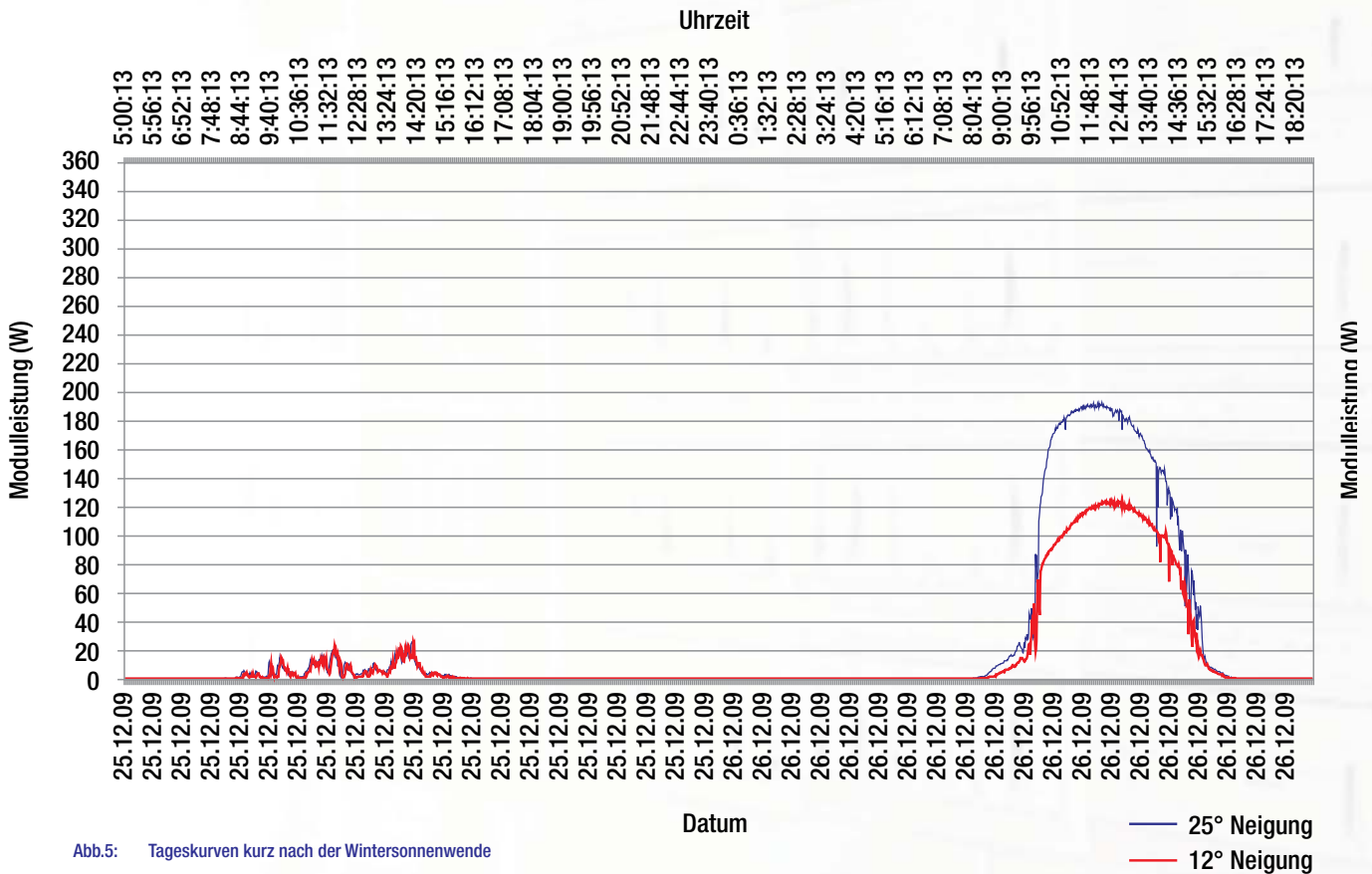


Abb.5: Tageskurven kurz nach der Wintersonnenwende

beider Aufbauten quasi gleich. Während der restlichen Monate des Jahres (Spätherbst, Winter, zeitiges Frühjahr) lag der 25°-Aufbau an sonnigen Tagen zwar deutlich vor dem 12°-Aufbau, da aber in unseren Breiten in der Zeit von November bis März in der Regel trübes Wetter herrscht, wirkte sich dieser Minderertrag des 12°-Aufbaus gegenüber dem 25°-Aufbau im Jahresertrag kaum aus (siehe Abb. 2, 3, 4, 5).

Einen Vorteil gibt es

Ein erheblicher Vorteil liegt darin, dass auf Flachdächern bei einer 12°-Aufständigung das Dach wesentlich dichter mit Modulen belegt werden kann als bei einer 25°-Aufständigung – die Abstände zwischen den einzelnen Modulreihen halbieren sich, der Energieertrag erhöht sich wesentlich, da der Schattenwurf der aufgestellten Module geringer ausfällt.

Zukunftspläne

Im Verlauf der letzten Monate erhielten wir zahlreiche Anfragen und Vorschläge, auch andere Ausrichtungen als die Südausrichtung unter Real-Bedingungen, also Einspeisebedingungen, zu untersuchen. Darauf aufbauend läuft seit einigen Monaten eine Messreihe, die Ertragsunterschiede bei westlicher Ausrichtung gegenüber Südausrichtung im Netz-Einspeisebetrieb ermittelt. Über die Ergebnisse informieren wir Sie in einem der nächsten TEC-Reporte.

Das verwendete Test-Equipment

Gerät:	Typ:	Hersteller/Lieferant:
Multimeter	Fluke 45	Fluke
Multimeter	Fluke 89IV	Fluke
Wechselrichter	Soladin 600	Mastervolt
Selbst. Freischaltstelle	ENS 26	UfE
Messrechner	GX260	Dell
Software	MS Visual Basic 6.0	Microsoft
Software	MS Excel 2003	Microsoft
PV-Module	ASM 180	ANTARIS



**Dipl.-Ing. (FH)
Eberhard Zentgraf**

TEC-Institut für Technische Innovationen GmbH & Co. KG

Am Heerbach 5
63857 Waldaschaff
Tel.: +49 (0) 6095 999-666
Fax: +49 (0) 6095 999-197
Email: info@tec-institut.de
Internet: www.tec-institut.de

