

**Aufgedeckt: So halten Hersteller ihre Supercheck-Versprechen**

Januar 2024  
Deutschland € 4,90 • Österreich € 5,60  
Schweiz 8 sfr • Benelux € 5,90 • Italien € 6,90 • Spanien € 6,90  
Portugal € 6,90 • Schweden SKr 132,00 • Dänemark DKR 54,95

1

www.promobil.de

# pro mobil

Europas größtes Reisemobil-Magazin



12 TOLLE PLÄTZE

Stellplatz-Musterregion in den Niederlanden



Schon gecheckt

## Autark und mit Allrad

Eura Mobil Xtura: Robuster TI auf Mercedes Sprinter 4 x 4

ERSTER TEST

## Dethleffs Trend I



SONDERDRUCK

## Solaranlagen im großen Vergleich

Photovoltaik-Module von Dometic-Büttner überzeugen im Test mit ausgefeilter Technik und hohem Stromertrag.

die wichtigsten Neuheiten für 2024



**FAHREN IM WINTER:** Sicher unterwegs bei Eis & Schnee



**GETESTET:** 10 Solarmodule im großen Technologie-Vergleich

**FERNWEHZIEL KANADA:** Alle Infos für die große Traumtour



**REISEMOBIL & RADELN - SECHS TOUREN AUF DEM HANSE-RADWEG**



## Unterschiedliche Technologie-Ansätze:

### BYPASS-DIODEN

Trenn-Dioden überbrücken einzelne Bereiche eines Moduls, beim Büttner CDS sogar jede Zelle einzeln, wenn diese durch Schattenwurf ausgebremst wird.

### MULTI CELL

Zwischen 42 und 136 Photovoltaik-Zellen haben die Module im Test. Viele, wie beim Büttner Black Line, versprechen dadurch höhere Leistung. Stimmt das?

### SCHINDELTECHNIK

Eines von zwei Schindelmodulen im Test ist das Ective SSP 120 Black. Die PV-Zellen werden hier leitend verklebt. Das spart Platz auf der Oberfläche.

### FRONT CONTACT

Mit seinen ausgeprägten Leiterbahnen auf der Vorderseite ist das Emergo Plus konventionell designt. Es ist das nominell stärkste Modul im Test (140 Wp).

### PERC-PRINZIP

Die PERC-Technik des Teleco-Moduls macht dank spezieller Modulrückseite auch einen Teil des Sonnenlichts nutzbar, der sonst ungenutzt bleibt.

# Sommer, Sonne, Freiheit

Schindeltechnik, PERC, Hochvolt oder was? Welches Photovoltaik-System überzeugt? Welches Modul liefert den höchsten Ertrag? Im Vergleichstest sucht *promobil* das beste Solarpanel. Da ist **SPANNUNG GARANTIERT**.

**A**ch herrlich, keinen 230-Volt-Anschluss zu benötigen, sondern nach der Landung direkt zum Spritz überzugehen. Solaranlagen schenken Reisemobilisten ein gutes Stück mehr Unabhängigkeit, indem sie die Bordbatterie mit kostenloser Sonnenenergie laden. Kein Wunder, dass Photovoltaik-Systeme zu den am häufigsten nachgerüsteten bordtechnischen Komponenten gehören.

Der PV-Markt für Reisemobile wird im Zuge der wachsenden Popularität von Balkonanlagen für zuhause aktuell förmlich überschwemmt – auch mit Paneelen zu teilweise extrem günstigen Preisen, von denen bei Weitem nicht alle für eine mobile Anwendung geeignet

sind. Die zwei entscheidenden Fragen: Welche Anlage taugt wirklich für Reisemobile? Und welche liefert den besten Ertrag?

Um Klarheit zu schaffen, testet *promobil* zehn Rahmenmodule bekannter und renommierter Marken – zu Preisen von knapp 200 bis 880 Euro. Rahmenmodule sind für Reisemobile immer noch die gängigste Panelart. Sie sind robust und durch die Installation mittels Montageprofilen gut unterlüftet, was wichtig ist für die Kühlung: Die Leistungsabgabe leidet nämlich unter der starken Aufheizung der Module in der Sonne. Zudem lassen sich Rahmenmodule für Reparaturarbeiten, die Erweiterung der Anlage oder beim Verkauf des Mobils einfach wieder demonstrieren – im Gegensatz zu den

flachen, vollflächig verklebten halbflexiblen Modulen.

**Die gängige Leistungsklasse** um 120 Watt wählt die Redaktion zum Test aus. Tatsächlich reicht die Spanne der Testmodule jedoch von 110 bis 140 W<sub>p</sub>. In erster Linie hängt von dieser No-

minalleistung ab, wie viel Ertrag ein einzelnes Modul liefert, in zweiter aber auch von der eingesetzten Technologie. *promobil* untersucht daher auch, wie effizient die unterschiedlichen Systeme letztlich arbeiten.

Über die beste Technologie kursieren vielfältige Meinun-



Jedes Modul hat im Test seinen eigenen Laderegler. Sehr praktisch am Smart Solar von Victron: die via App abrufbare Aufzeichnung des Solarertrags.

gen. Marketingversprechen zufolge sollen zum Beispiel Schindelmodule wahre Wunder vollbringen und konventionellen, monokristallinen Modulen insbesondere bei suboptimalen Lichtverhältnissen, etwa bei Verschattung oder in der Dämmerung klar überlegen sein. Bei Schindelmodulen werden die einzelnen Zellen leicht überlappend mit einem leitenden Klebstoff miteinander verbunden statt mit metallischen Kontakten und Leiterbahnen verlötet. Man erkennt Panele dieser Bauart an der feinen Struktur. Vertreter der Schindeltechnik im Test sind die Module von Ective und Wattstunde.

Mit einer auffällig erhöhten Leerlaufspannung von über 40 Volt arbeiten die Panele von Tiger Exped und Wattstunde. Zum Vergleich: Die Module mit der niedrigsten Leerlaufspannung im Test haben nur jeweils etwa 22 Volt. Das Ziel einer höheren Leerlaufspannung: Bereits bei nicht idealen Lichtverhältnissen bauen solche Module eine Spannung auf, die über der des Bordakkus liegt, und versorgen diesen daher auch noch in Dämmerungsphasen mit Ladestrom. Zum Hintergrund: Die Ladespannung eines Lithium-Akkus sollte mindestens 14,25 Volt, bei Blei-Gel- und -AGM-Akkus zirka 14,4 bzw. 14,8 Volt betragen.

Die Leerlaufspannung erhöht man entweder durch eine größere Anzahl oder durch eine

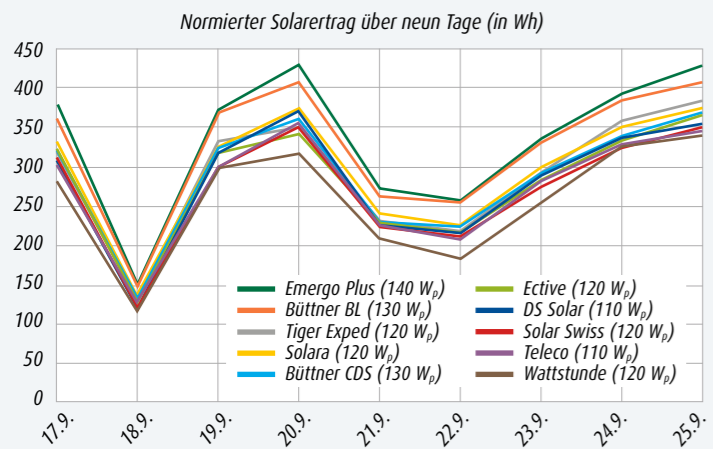
entsprechende Verschaltung der Photovoltaik-Zellen. In Reihe geschaltet addieren sich die Spannungen der einzelnen PV-Zellen. Denselben Effekt versucht man sich übrigens auch zu Nutze zu machen, indem man mehrere Solarmodule – wie im Hausbau üblich – in Reihe schaltet. Dabei wird die für Fahrzeuge zulässige Maximalspannung von 48 Volt jedoch schnell überschritten. Für Reisemobile gilt daher: PV-Module in der Regel parallel schalten, zumal der dadurch entstehende, etwas höhere Verkabelungsaufwand bei der naturgemäß eher kleinen Panelanzahl – anders als auf Gebäudedächern – kaum ins Gewicht fällt. Zudem ergab der *promobil*-Test, dass eine höhere Spannung nicht automatisch auch mehr Ertrag mit sich bringt.

Dasselbe gilt ebenso für eine größere Anzahl an PV-Zellen. Sie kann sich positiv auf den Ertrag auswirken, muss es aber nicht. Die zwei Schindelmodule im Test haben bereits technisch bedingt mehr Zellen als üblich. Auffallend viele sind es jedoch auch bei Tiger Exped

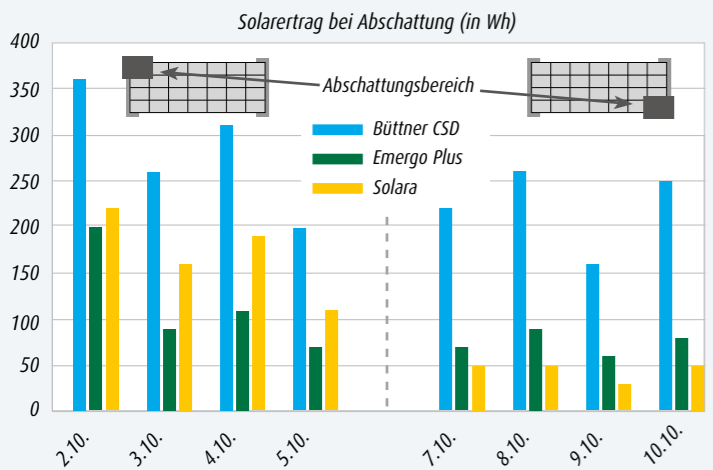
und Teleco (je 66) und beim Büttner Black Line (72). **Wie sehen die Ergebnisse** nun in der Praxis aus? *promobil* ermittelt zunächst den Ertrag, den jedes Modul unter möglichst idealen Bedingungen erzielt. Dieser steht logischerweise im Zusammenhang mit dem Wetter und dem Testzeitraum. Die zweite Septemberhälfte ist 2023 zwar überdurchschnittlich sonnig, im Spätsommer bleiben aber einfach deutlich weniger Tageslichtstunden als in den Monaten zur Jahresmitte. Darum wird der Ertrag bei allen Modulen im Juni, Juli und August nochmals höher ausfallen. Für den Vergleich ist das jedoch unerheblich. Um herauszubekommen, welches Modul in der Praxis wie viel Leistung generiert, ist eine Momentaufnahme allerdings wenig aussagekräftig. Daher messen wir den Energiegewinn ohne Verschattung über einen Zeitraum von neun Tagen auf dem Dach unseres Verlagshauses im Zentrum Stuttgarts.

Den höchsten Ertrag bei diesem Test liefert das Power

**Gesamtertrag.** Bei der Messung der Solarerträge über neun Tage ist der Wettereinfluss klar zu sehen. Der 18.9. war einer der wenigen Regentage im September 2023, am 25.9. schien über rund zehn Stunden durchgängig die Sonne. Wegen der unterschiedlichen Nennleistungen wurden die Erträge auf 100 W<sub>p</sub> normiert.



**Verschattung.** Je nach Modultechnologie reagieren die Panele unterschiedlich auf die Abschattung, die nacheinander an zwei Stellen platziert wurde. Das Büttner CDS zeigt sich dabei sehr verschattungsresistent, das Emergo Plus bricht durchgängig ein, während das Solara mal mehr, mal weniger schwächelt.



Die Victron-App zeigt tagesgenau an, wie viel Ladeleistung der Smart-Solar-Regler vom Modul in den Akku geschickt hat.

Volle Kontrolle: alle Module im Test in der Victron-App.

## MONTAGE-PROFILE: DARAUF KOMMT'S AN

**Rahmenmodule werden mit speziellen Montageprofilen** auf dem Reisemobil installiert. Sie dienen nicht allein der Fixierung, sondern auch der Unterlüftung der Solarpaneele. Als wichtigen, sicherheitsrelevanten Bestandteil einer PV-Anlage bewertet *promobil* im Rahmen des Tests auch die mitgelieferten Befestigungen. Denn: Was nutzt das beste Modul, wenn es wegen eines ungeeigneten Spoilers nicht sicher und dauerhaft befestigt werden kann und eines Tages in voller Fahrt vom Dach segelt? Haltespoiler bestehen meist aus Kunststoff. Sehr resistent gegen die intensive UV-Strahlung auf dem Reisemobildach sind PUR-Kunststoffe (Büttner). Das gebräuchlichere ABS, das oft aus Recyclingstoffen besteht, schneidet im Test weniger gut ab. Am besten UV- und bruchstabil sind Aluminium-Profile. Die einzigen im Test (Solar Swiss) sind vorgebohrt und sehr einfach am Modul anzubringen. Montageecken (Tiger Exped, Wattstunde) lassen sich universell, unabhängig von der Panelbreite einsetzen. Das gilt auch für die kurzen Spoiler von Teleco. Die Ecken ragen jedoch ein gutes Stück seitlich über den Rand hinaus und verlangen daher etwas mehr Platz auf dem Dach. Die Materialdicke entscheidet mit über Stabilität und Haltbarkeit. Pluspunkte gibt es auch für große Klebeflächen. Zum einen hält „mehr“ einfach besser, zum anderen lässt sich der Kleber sauberer aufbringen.



XS 140 von Emergo Plus, den geringsten das TBS 110 WS von Teleco. Da die Module allerdings mit unterschiedlichen Nennleistungen antreten und schwächer angegebene Module nicht von vornherein im direkten Vergleich benachteiligt sein sollen, wurde im zweiten Schritt eine Normierung der Erträge auf 100 W<sub>p</sub> vorgenommen (siehe Tabelle Seite 6–7). Das Emergo Plus behält jedoch trotzdem seine Spitzenposition mit 3014 Wattstunden.

Durchschnittlich 469 Wh fördert es in absoluten Werten am Tag, pumpst bezogen auf das 12-Volt-Bordnetz also rund 39 Amperestunden in die Batterie. An sehr sonnigen Tagen kommen üppige 600 Wh (50 Ah) zustande; für den Stromverbrauch eines Durchschnittsmobils wäre das vollkommen

ausreichend. Nur geringfügig weniger liefert das Büttner Black Line im normierten Gesamtertrag (2923 Wh). Mit Abstand folgen das Solara S 480 M 45, das Tiger Exped Black Tiger 120 und das Büttner CDS. Die geringsten Erträge bringen das preisgünstige WS 120 BL HVS von Wattstunde (2333 Wh) und das KVM 120 von Solar Swiss (2467 Wh). Im Mittelfeld platzieren sich DC Solar, Ective und Teleco. Diese Ergebnisse fließen mit 25 Prozent Gewichtung am Ende in die Gesamtnote ein.

Da die Module unterschiedlich groß sind, haben wir ihre Leistung zudem ins Verhältnis zur Fläche gesetzt. Welches Modul liefert also den meisten Ertrag je Quadratmeter? Wenn bei der vorhandenen Fläche auf dem Reisemobildach jeder Quadratzentimeter zählt, kann die-

ser Wert, den wir mit zehn Prozent bei der Gesamtnote gewichten, ebenfalls als Orientierung dienen. Das kleine Teleco-Modul (0,52 m<sup>2</sup>) mit seiner PERC-Technik glänzt bei dieser Wertung mit dem zweitbesten Ergebnis (5250 Wh/m<sup>2</sup>), und auch das Ective Schindelmodul (5000 Wh/m<sup>2</sup> = Platz 5) schlägt sich noch respektabel. Das Schindel- und PERC-Module, die tendenziell kleiner sind als nominell gleich leistungsfähige mit klassischer Technik, generell eine höhere Flächenleistung erbringen, lässt sich aus dem Test aber nicht ableiten. Das große und mit seinen ausgeprägten Kontaktflächen und breiten Leiterbahnen auf der Oberseite ertrag je Quadratmeter? Wenn bei der vorhandenen Fläche auf dem Reisemobildach jeder Quadrat-

ner Black Line markiert den drittbesten Ertrag je Quadratmeter.

**Wie modern und hoch entwickelt** ein Modul ist, zeigt sich jedoch nicht unter Idealbedingungen. Die herrschen ja auch in der Praxis nicht ständig. Mal versinkt die Sonne allzu früh hinter dem hübschen Bergpanorama gegenüber, mal ist das Wetter schlicht usselig, und mal liegt der schönste Standplatz im Schatten eines Baums. Verschattung ist – bedauerlicherweise – ein häufiger Leistungskiller. Daher gewichten wir den Einfluss von Schattenwurf und schlechten Lichtverhältnissen beziehungsweise die Resistenz dagegen in der Endnote mit 50 Prozent am höchsten: aufgeteilt auf 35 Prozent für die normierte Leistung und 15 Prozent für den Flächenertrag. >>

## ANSCHLÜSSE: SO ENTSTEHT DER KONTAKT

**Die gebräuchlichste Methode**, Solarmodule anzuschließen, sind MC4-Steckverbindungen. Sieben von zehn Modulen im Test sind mit MC4-Steckern ausgestattet, einem weiblichen (Plus) und einem männlichen (Minus) Anschluss. Das Kabel vom Solarregler wird mittels Crimpzange und dem entsprechenden Werkzeugeinsatz mit den jeweiligen Gegenstücken versehen. Üblicherweise sind MC4-Steckverbindungen nach Schutzklasse IP68 als wasserdicht klassifiziert, deshalb für den Einsatz im Freien geeignet und zugelassen. Im Gebäudebau sind MC4-Stecker Standard; für die mobile Anwendung haben sie aber auch Nachteile, denn sie stellen nun mal eine leitende Verbindung in einem exponierten Außenbereich dar, wo sie nicht nur Wind und Wetter, sondern auch Erschütterungen dauerhaft trotzen müssen. Einfacher und sicherer ist es, das Kabel auf dem Dach ohne zusätzliche Verbindung in einem Kabelkanal von der Anschlussdose am Modul bis zur Dachdurchführung verlegen zu

können. Das klappt im Test nur bei den Modulen von Büttner und Solar Swiss. Bei Solar Swiss werden die Kabel in der Anschlussdose mit den Polen einfach verklemt. Allerdings bleiben die Leitungen, da sie einzeln in die Box eingeführt werden, außerhalb der Dose einige Zentimeter nur einfach isoliert. Bei den Paneelen von Büttner wird das komplett ummantelte Kabel in die Anschlussdose auf der Modulrückseite geführt. Die beiden Leitungen werden in der Box separiert und mit Ringkabelschuhen an Plus- und Minuspol angeschraubt. Auch der Anschluss eines weiteren Moduls erfolgt innerhalb der Dose. Kleine, feine Unterschiede gibt es auch bei den Anschlussdosen. Bei den meisten sind die Deckel mit zwei bis vier einrastenden Kunststoffzungen verklemt. Nur bei den Büttner-Modulen sind die Deckel geschraubt. Mindestens gegen Strahlwasser nach Schutzklasse IP65 sind alle Anschlussdosen geschützt. Wenige erfüllen auch die höheren Anforderungen von IP67.



Die Sonne lacht nicht immer so vom wolkenlosen Himmel, nicht jeder hat so viel Dachfläche übrig und nur wenige brauchen so viel Leistung. Für ein durchschnittliches Mobil reichen 120 W<sub>p</sub> oft schon aus. Eine exakte Verbrauchsanalyse gehört zur Planung einer PV-Anlage jedoch unbedingt dazu.



1 Sehr einfach zu bewerkstelliger Anschluss: Die Litzen werden bei Solar Swiss federnd eingeklemmt. Gut zu erkennen: die zwei integrierten Trenndioden. 2 Der Anschluss der Leitungen in der Dose macht bei Büttner weitere Verbindungen der Kabel auf dem Dach überflüssig. 3 MC4-Stecker in Einzelteilen. 4 Der Großteil der Module wird mit Standard-Anschlüssen vorkonfiguriert geliefert. 5 Die verclipsten MC4-Steckverbindungen sind wasserdicht und können nur mit Spezialwerkzeug wieder getrennt werden.

Eine Erkenntnis des *promobil*-Tests dabei: Gute Module liefern auch dann noch einiges ab, wenn die Lichtverhältnisse suboptimal sind, weniger gute lässt ein ungünstig fallender Schatten förmlich einbrechen.

Die Problematik ist insbesondere dann stark ausgeprägt, wenn (zu) viele PV-Zellen eines

Moduls in einem String zusammen geschaltet sind. Liegt ein Schatten auf nur einer Zelle innerhalb eines Strangs und drosselt dessen Leistung, werden alle folgenden Zellen von diesem Rückgang ebenfalls ausgebremst.

Einige Hersteller versuchen daher, diesen Stau zu umgehen.

Diesem Zweck dienen zum einen die eingangs beschriebenen Techniken: Schindel, PERC und erhöhte Leerlaufspannung. Zum anderen sollen es sogenannte Bypass- oder Trenndioden richten: Sie lotsen den Ladestrom sozusagen am ausgebremsten String vorbei. Eine Bypass-Diode trennt das Modul

in zwei Strings, zwei Bypässe erzeugen drei, drei vier Stränge usw. Je mehr unabhängige Segmente, desto besser, so das Prinzip. Im Extremfall wie beim teuren Büttner CDS wird sogar jede einzelne Zelle überbrückt.

Je nachdem, welche Stelle auf dem Modul verschattet wird, kann die Ertragsenbuße

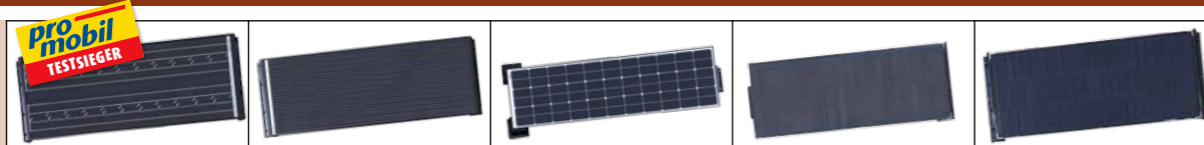
größer oder kleiner ausfallen. Um kein Panel zu benachteiligen, nimmt *promobil* diesen Test daher in zwei Zyklen vor. Im ersten Zeitraum werden jeweils rund fünf Prozent der Modulfläche oben links, im zweiten unten rechts komplett abgedeckt – harte Bedingungen, gewiss, aber dieselben für alle.

Tatsächlich ist das aufwendig gefertigte Büttner-Modul mit seinen 44 Trenndioden im Test das Maß der Dinge in der Disziplin Verschattungsresistenz. Mit 1554 Wh Normertrag liefert es rund 300 Wh mehr als die beiden Zweitplatzierten Teleco und Tiger Exped; deren 3 Wh Differenz bedeuten ange-

sichts der normalen Streuung – eine PV-Zelle schwankt üblicherweise zwischen 0,5 und 0,7 Volt – quasi ein Patt. Der Ertrag des Büttner CDS geht verschattet zwar merklich zurück gegenüber der Messung ohne Verschattung. Doch die erste Messung wurde auch bei sonnigerem Wetter, einem Tag

längerer Testdauer und bei im Schnitt knapp einer Stunde mehr Tageslicht generiert. Relativ achtbar schlagen sich im Verschattungstest das Schindelmodul von Ective (1179 Wh), das Multicell-Modul Büttner Black Line (1138 Wh) und mit einigem Abstand das Wattstunde-Modul. Erhebliche >>

## SOLARANLAGEN IM TEST: TECHNISCHE DATEN, MESSWERTE, BEWERTUNG



Marke	Dometic/Büttner	Dometic/Büttner	Tiger Exped	Teleco	Ective
<b>Modulbezeichnung</b>	MT 130 CDS	MT 130 MC Black Line	Black Tiger 120	TBS 110 WS	SSP 120 Black
<b>Nennleistung</b>	130 W <sub>p</sub>	130 W <sub>p</sub>	120 W <sub>p</sub>	110 W <sub>p</sub>	120 W <sub>p</sub>
<b>monokristallin</b>	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Technologie</b>	Bypass-Diode	Multi Cell	Bypass-Diode	PERC	Schindel
<b>Anzahl Zellen</b>	44	72	66	66	120
<b>Anzahl Bypass-Dioden</b>	44	3	3	1	k. A.
<b>Maße (L x B x H)</b>	1329 x 530 x 35 mm	1410 x 530 x 35 mm	1440 x 429 x 35 mm	1160 x 450 x 30 mm	1200 x 510 x 30 mm
<b>Fläche</b>	0,70 m <sup>2</sup>	0,75 m <sup>2</sup>	0,62 m <sup>2</sup>	0,52 m <sup>2</sup>	0,61 m <sup>2</sup>
<b>Gewicht</b>	8,5 kg	9,0 kg	7,0 kg	5,7 kg	6,6 kg
<b>Leerlaufspannung (U<sub>oc</sub>)</b>	29,90 V	21,60 V	48,16 V	21,45 V	31,68 V
<b>Kurzschluss-Strom (I<sub>sc</sub>)</b>	5,60 A	9,00 A	3,12 A	6,42 A	4,77 A
<b>Nennspannung (U<sub>mpp</sub>)</b>	25,50 V	19,65 V	40,90 V	18,15 V	26,65 V
<b>Nennstrom (I<sub>mpp</sub>)</b>	5,33 A	6,85 A	2,94 A	6,06 A	4,50 A
<b>Leistungsgarantie</b>	25 Jahre	25 Jahre	k. A.	k. A.	25 Jahre
<b>Preis</b>	879 Euro	600 Euro	290 Euro	234 <sup>6)</sup> Euro	170 Euro
<b>Messwerte</b>					
<b>Gesamtertrag <sup>1)</sup></b>	3370 Wh	3800 Wh	3130 Wh	2730 Wh	3050 Wh
<b>max. Tagesertrag</b>	480 Wh	530 Wh	460 Wh	390 Wh	440 Wh
<b>min. Tagesertrag</b>	170 Wh	190 Wh	150 Wh	140 Wh	150 Wh
<b>durchschnittlicher Tagesertrag</b>	374 Wh	422 Wh	348 Wh	303 Wh	339 Wh
<b>normierter Ertrag <sup>2)</sup> (25 %)</b>	<b>2592 Wh</b>	<b>2923 Wh</b>	<b>2608 Wh</b>	<b>2482 Wh</b>	<b>2542 Wh</b>
<b>Punkte <sup>3)</sup></b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>
<b>Flächenertrag (10 %)</b>	<b>4814 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>5067 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>5048 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>5250 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>5000 Wh/m<sup>2</sup></b>
<b>Punkte <sup>3)</sup></b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>
<b>Gesamtertrag Verschattung</b>	2020 Wh	1480 Wh	1510 Wh	1380 Wh	1415 Wh
<b>Ertrag bei Verschattung 1 <sup>4)</sup></b>	1130 Wh	850 Wh	860 Wh	780 Wh	710 Wh
<b>Ertrag bei Verschattung 2 <sup>5)</sup></b>	890 Wh	630 Wh	650 Wh	600 Wh	705 Wh
<b>normierter Ertrag <sup>2)</sup> (35 %)</b>	<b>1554 Wh</b>	<b>1138 Wh</b>	<b>1258 Wh</b>	<b>1255 Wh</b>	<b>1179 Wh</b>
<b>Punkte <sup>3)</sup></b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>
<b>Flächenertrag (15 %)</b>	<b>2886 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>1973 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>2435 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>2654 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>2320 Wh/m<sup>2</sup></b>
<b>Punkte <sup>3)</sup></b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>
<b>Montageprofil-/Anschluss-technik (15 %)</b>	Haltespoiler aus PUR, robust, dickwandig, große Klebeflächen, Anschlüsse direkt in strahlwassergeschützter Anschlussdose (IP65), Deckel verschraubt	Haltespoiler aus PUR, robust, dickwandig, große Klebeflächen, Anschlüsse direkt in strahlwassergeschützter Anschlussdose (IP65), Deckel verschraubt	Eckprofile aus ABS-Kunststoff, mittlere Wandstärke, große Klebeflächen, seitlich ausladend, Anschlüsse mit MC4-Steckern, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65	Haltespoiler aus ABS, mittlere Stabilität, schmal, große Klebeflächen, Anschlüsse über MC4-Stecker, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65	Haltespoiler aus ABS, mittlere Stabilität, kleine Klebeflächen, Anschlüsse über MC4-Stecker, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65
<b>Punkte <sup>3)</sup></b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>
<b>Gesamturteil</b>	<b>4,5</b>	<b>4,1</b>	<b>3,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>

Wattstunde	DC Solar by Solara	Solara	Emergo Plus	Solar Swiss	Marke
WS 120 BL HVS Black Line	E 440 M 42/S	S 480 M 45	Power XS 140 W	KVM 120-12-6C	<b>Modulbezeichnung</b>
120 W <sub>p</sub>	110 W <sub>p</sub>	120 W <sub>p</sub>	140 W <sub>p</sub>	120 W <sub>p</sub>	<b>Nennleistung</b>
ja	ja	ja	ja	ja	<b>monokristallin</b>
Schindel	PERC	PERC	konventionell	Bypass-Diode	<b>Technologie</b>
136	42	45	36	42	<b>Anzahl Zellen</b>
k. A.	2	k. A.	1	2	<b>Anzahl Bypass-Dioden</b>
1395 x 430 x 35 mm	1065 x 550 x 35 mm	1250 x 550 x 35 mm	1480 x 540 x 30 mm	1196 x 536 x 40 mm	<b>Maße</b>
0,60 m <sup>2</sup>	0,59 m <sup>2</sup>	0,69 m <sup>2</sup>	0,80 m <sup>2</sup>	0,64 m <sup>2</sup>	<b>Fläche</b>
6,8 kg	6,2 kg	6,8 kg	9,0 kg	7,7 kg	<b>Gewicht</b>
44,00 V	28,28 V	29,94 V	22,10 V	28,20 V	<b>Leerlaufspannung (U<sub>oc</sub>)</b>
3,49 A	4,90 A	4,89 A	k. A.	5,10 A	<b>Kurzschluss-Strom (I<sub>sc</sub>)</b>
36,0 V	23,30 V	25,65 V	18,10 V	24,80 V	<b>Nennspannung (U<sub>mpp</sub>)</b>
3,34 A	4,72 A	4,68 A	5,52 A	4,84 A	<b>Nennstrom (I<sub>mpp</sub>)</b>
25 Jahre	3 Jahre (Produktgarantie)	25 Jahre	10 Jahre	20 Jahre	<b>Leistungsgarantie</b>
189 Euro	199 Euro	349 Euro	204 Euro	280 Euro	<b>Preis</b>
<b>Messwerte</b>					<b>Messwerte</b>
2800 Wh	2810 Wh	3190 Wh	4220 Wh	2960 Wh	<b>Gesamtertrag <sup>1)</sup></b>
410 Wh	410 Wh	450 Wh	600 Wh	420 Wh	<b>max. Tagesertrag</b>
140 Wh	130 Wh	160 Wh	210 Wh	140 Wh	<b>min. Tagesertrag</b>
311 Wh	312 Wh	354 Wh	469 Wh	329 Wh	<b>durchschnittlicher Tagesertrag</b>
<b>2333 Wh</b>	<b>2555 Wh</b>	<b>2658 Wh</b>	<b>3014 Wh</b>	<b>2467 Wh</b>	<b>normierter Ertrag <sup>2)</sup> (25 %)</b>
<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>Punkte <sup>3)</sup></b>
<b>4667 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>4763 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>4623 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>5275 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>4625 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>Flächenertrag (10 %)</b>
<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>Punkte <sup>3)</sup></b>
1310 Wh	860 Wh	960 Wh	770 Wh	800 Wh	<b>Gesamtertrag Verschattung</b>
740 Wh	680 Wh	320 Wh	470 Wh	230 Wh	<b>Ertrag bei Verschattung 1 <sup>4)</sup></b>
570 Wh	180 Wh	640 Wh	300 Wh	570 Wh	<b>Ertrag bei Verschattung 2 <sup>5)</sup></b>
<b>1092 Wh</b>	<b>782 Wh</b>	<b>800 Wh</b>	<b>550 Wh</b>	<b>667 Wh</b>	<b>normierter Ertrag <sup>2)</sup> (35 %)</b>
<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>Punkte <sup>3)</sup></b>
<b>2183 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>1344 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>1391 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>963 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>1250 Wh/m<sup>2</sup></b>	<b>Flächenertrag (15 %)</b>
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Punkte <sup>3)</sup></b>
Eckprofile aus ABS-Kunststoff (Aluminium-Profilen alternativ), mittlere Wandstärke, große Klebeflächen, seitlich ausladend, Anschlüsse mit MC4-Steckern, Dose (IP65)	Haltespoiler aus ABS (Aluminium-Profilen alternativ), eher dünnwandig, mittelgroße Klebeflächen, Anschlüsse mit MC4-Steckern, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65	Haltespoiler aus ABS (Aluminium-Profilen alternativ), eher dünnwandig, mittelgroße Klebeflächen, Anschlüsse mit MC4-Steckern, Anschlussdose wasserdicht nach IP67	Haltespoiler aus ABS, mittlere Stabilität, kleine Klebeflächen, Anschlüsse über MC4-Stecker, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65	Haltespoiler aus Aluminium, stabil und UV-beständig, vorgebohrt, große Klebeflächen, Anschlüsse über Klemmverbindungen, Anschlussdose strahlwassergeschützt nach IP65	<b>Montageprofil-/Anschluss-technik (15 %)</b>
<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>4,5</b>	<b>Punkte <sup>3)</sup></b>
<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>Gesamturteil</b>

<sup>1)</sup> Laufzeit 9 Tage, 17.-25.9., überwiegend sonnig, durchschn. Tagesdauer: 735 min bzw. 12 h 15 min; <sup>2)</sup> normiert auf 100 W<sub>p</sub>; <sup>3)</sup> max. 5 Punkte; Bester erhält volle Punktzahl; <sup>4)</sup> Laufzeit 4 Tage, 2.-5.10., ca. 5 Prozent der Modulfläche oben links verschattet; <sup>5)</sup> Laufzeit 4 Tage, 7.-10.10., ca. 5 Prozent unten rechts verschattet; <sup>6)</sup> inkl. Montageprofilen und 6 m Kabel

■ = gewertete Erträge; ■ = Bewertung; ■ = Bestwerte; ■ = Minimalwerte

Probleme mit der Verschattung haben das KVM 120 von Solar Swiss und die beiden PERC-Module von DC Solar und Solara. Am deutlichsten geht die Leistung beim Emergo Plus zurück. Es fördert unter dem simulierten Schattenwurf am Tag 373 Wh beziehungsweise 31 Ah weniger als bei der ersten Messung. Einige Schindel- und PERC-Module sowie solche mit hohen Leerlaufspannungen zeigen bei Verschattung gewisse Vorteile gegenüber eher einfach gebauten Modulen mit nur wenigen Trenndioden. Verallgemeinern lässt sich das aber erkennbar nicht. Es kommt auf das einzelne Modul an.

Mit 15 Prozent Gewichtung fließen auch die Anschlüsse (siehe Seite 5) und Montageprofile (Seite 4) in die Gesamtnote ein. Zwischen rund 20 Euro (Wattstunde) und 85 Euro (Büttner) sind für Letztere extra zu veranschlagen. Achten Sie beim Kauf besonders auf UV-Stabilität und Größe der Klebeflächen. Für die Leistungsfähigkeit der Module selbst garantieren die Hersteller zwischen fünf und 25 Jahren. Eine Solaranlage ist darum eine langfristige Investition, die sich über die Jahre sogar amortisieren kann – was freilich stark von den Anschaffungskosten abhängt. Dagegen ist die gewonnene Frei-

heit geradezu unbezahlbar. Viele der Module im Test werden im Übrigen auch in vorkonfigurierten Sets inklusive Solarregler, Montagematerial, Dach-

durchführung, Kleber und Kabeln angeboten. Für die Installation durch den Profi zahlt man jeweils etwa dasselbe: rund 500 bis 800 Euro. □

#### KOMMENTAR

### BRÜDER, ZUR SONNE, ZUR FREIHEIT

Die zitierte einstige Hymne der Sozialdemokratie könnte auch für die sehr praktische Solartechnik geschrieben sein. Denn ein Plus an Freiheit beschert einem jedes der zehn getesteten Module. Je nach Bedingungen mal mehr, mal weniger. Über alle Kriterien hinweg gibt es jedoch einen klaren Testsieger: das an den Einsatz auf Reisemobilen hervorragend angepasste Büttner CDS, dessen anspruchsvolle Technik allerdings auch ihren Preis hat. Sehr gut, aber mit anderen Stärken schneidet auch das Büttner Black Line ab. Gut schlagen sich unterm Strich zudem das Tiger Exped und das Teleco. Alle anderen verdienen sich immerhin ein „Befriedigend“.



Dominic Vierneisel

## DER TESTAUFBAU – IDENTISCHE BEDINGUNGEN FÜR ALLE MODULE

**Kein Tag ist wie der andere.** Sonneneinstrahlung und Lichteinfall sind nie exakt gleich. Daher werden die Erträge aller zehn Solarmodule im Test parallel über denselben Zeitraum ermittelt. Den zum Testzeitpunkt im September maximal erzielbaren Stromertrag erfassen wir über eine Dauer von neun Tagen. Dabei gab es viele Sonnentage, wenige bewölkte und einen verregneten. Die Verschattungsresistenz ermitteln wir in zwei Abschnitten über jeweils vier Tage im Oktober. Um kein Modul bei der Wahl der Verschattungsposition zufällig zu benachteiligen, wurde der Versuch zweimal durchgeführt mit unterschiedlicher Position der Abdeckung und die Erträge anschließend addiert. Der aufwendige Testaufbau garantiert bestmögliche Vergleichbarkeit: Die zehn Module werden an ebenso viele Regler desselben Typs angeschlossen. Wir wählen den Victron Smart Solar MPPT 75/15 (ca. 100 Euro), der mit einer maximalen Spannung von 75 V und 15 A Ladestrom die Leistung der

Testmodule gut abdeckt und zudem sämtliche Erträge tagesgenau aufzeichnet. Alle zehn Regler laden mit der passend für Lithium-Akkus eingestellten Kennlinie dieselbe Batterie, um eine Verfälschung durch unterschiedlich streuende Speicher auszuschließen. Für insgesamt 1220 Wh Solarleistung wählen wir einen entsprechend großen Akku, in dem Fall eine Lithium-Eisenphosphat-Batterie von Liontron mit 200 Amperestunden. Die regelmäßige gezielte Entladung durch einen entsprechend energiehungrigen Verbraucher hält den Akku im Messzeitraum stets in einem Zustand, in dem er die Ladeleistung der PV-Module auch aufnehmen kann. Ein Batteriecomputer überwacht über einen Messshunt ständig den aktuellen Status der Batterie. Erreicht der Füllstand 70 Prozent, wird über eine Signalleitung der Dometic-Wechselrichter Sine Power DSP 1812T mit 1800 W eingeschaltet, der wiederum einen Fön mit Wechselstrom versorgt. Bei 30 Prozent Kapazität schaltet er wieder ab.



**1** Die MPPT Solarregler lassen sich über die Victron-App an den jeweiligen Batterietyp (Blei-Gel, -AGM, LiFePO<sub>4</sub>) anpassen. Sie dokumentieren den Ertrag des angeschlossenen Moduls über die jeweils zurückliegenden 30 Tage. **2** Batteriecomputer (oben) und Messshunt (unten) überwachen ständig den Füllstand der Liontron-LiFePO<sub>4</sub>-Batterie. **3** Die LEDs am Solarregler zeigen an, in welchem Lademodus sich das Gerät aktuell befindet. Die blaue LED signalisiert „Bulk“: Der Regler gibt die aktuell maximal mögliche Ladung an die Batterie ab. **4** Alle Module werden für den Test auch gewogen und vermessen.

