



TEST Photovoltaikmodule	Aleo S_18, 225 W	Schott Poly 220	Sovello SV-X-205-fa1	Upsolar UP-M185M	Bosch c-Si M 60, 230 W	CNPV-220P	Kyocera KD210GH-2PU
Anbieter	Aleo	Schott Solar	Sovello	Upsolar	Bosch	CNPV	Kyocera
Art der Zellen	polykristallin	polykristallin	polykristallin (String Ribbon)	monokristallin	monokristallin	polykristallin	polykristallin
Hergestellt in	Deutschland	EU (Zellen: Deutschland)	Deutschland	China	Deutschland	China	Europa
Produktgarantie	10 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
Abmessung	166 x 99 cm	169 x 99 cm	150 x 80 cm	158 x 81 cm	166 x 99 cm	165 x 99 cm	150 x 99 cm
Gewicht	21 kg	23 kg	19 kg	15 kg	21 kg	20 kg	18 kg
Nennleistung	225 W	220 W	205 W	185 W	230 W	220 W	210 W
Leistungstoleranz laut Hersteller	0 - 4,99 W	0 / +	0 - 2,5 %	<b>+/- 3 %</b>	<b>+/- 2,5 W</b>	<b>+/- 3 %</b>	<b>+/- 5 %</b>
Gemessene Leistung / Abweichung zur Nennleistung	230,5 W / + 2,5 %	222,4 W / + 1,1 %	208,0 W / + 1,5 %	189,6 W / + 2,5 %	232,9 W / + 1,3 %	224,0 W / + 1,8 %	210,3 W / + 0,1 %
Modulwirkungsgrad	14,0 %	13,3 %	13,3 %	14,8 %	14,2 %	13,7 %	14,2 %
Veränderung des Modulwirkungsgrads bei schwachem Licht (100 W/m <sup>2</sup> )	- 7,7 %	- 7,2 %	- 9,3 %	- 9,3 %	- 5,4 %	- 6,8 %	<b>- 13,9 %</b>
Füllfaktor	75,5 %	73,3 %	74,3 %	76,3 %	74,7 %	<b>72,7 %</b>	74,2 %
Veränderung der Leistung bei Wärme (70 °C)	- 19,8 %	- 19,7 %	- 20,0 %	- 19,5 %	<b>- 20,9 %</b>	- 20,2 %	- 19,5 %
Erkennbare Auffälligkeiten und Mängel (Elektrolumineszenz und Thermografie)	nein	gering	nein	nein	nein	nein	nein
<b>Testergebnis Leistungsprüfung</b>	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	gut	gut
Weitere Mängel	nein	nein	nein	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>	<b>ja</b>
<b>Testergebnis Weitere Mängel</b>	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	gut	gut	gut
Anmerkungen	4)						
<b>Gesamturteil</b>	<b>sehr gut</b>	<b>sehr gut</b>	<b>sehr gut</b>	<b>sehr gut</b>	<b>gut</b>	<b>gut</b>	<b>gut</b>

## Technisches Lexikon

**Die Nennleistung** ist die vom Hersteller angegebene maximale Leistung unter Standardtestbedingungen: Einstrahlung 1.000 Watt pro Quadratmeter, Modultemperatur von 25 Grad Celsius, und eine definierte Art der Einstrahlung, des Sonnenspektrums (Luftmasse = 1,5). Die Angabe erfolgt häufig in Watt Peak, Peak bedeutet lediglich, dass die Wattangabe unter Standardtestbedingungen erfolgt.

**Der Modulwirkungsgrad** gibt das Verhältnis zwischen der abgegebenen elektrischen Leistung eines Solarmoduls und der eingestrahlten Leistung an. Ein hoher Wirkungsgrad führt zu mehr Leistung bei gleicher Fläche. Er liegt bei kristallinen Modulen im Allgemeinen bei 13 bis 14 Prozent, der Rest sind Verluste, die aus physikalischen Gründen nur wenig vermindert werden können. Der maximale Wirkungsgrad wird in der Regel bei mittleren Einstrahlungen um die 700 Watt pro Quadratmeter erreicht.

**Die Leistungstoleranz** gibt den Bereich an, innerhalb derer die Leistungen der einzelnen Solarmodule des Herstellers liegen müssen. Bedingt durch die unterschiedliche Qualität der Siliciumzellen müssen diese in Zellen gleicher Leistung sortiert werden. Optimal ist eine möglichst geringe Bandbreite im fertigen Modul, weil dann auch die Solaranlage entsprechend

optimiert werden kann. Das schwächste Glied in der Reihe bestimmt letztendlich die Leistungsfähigkeit. Die Hersteller geben die Leistungstoleranz in Watt oder in Prozent an. Teilweise liegt sie nur im positiven Bereich, das heißt es wird eine Mindestleistung garantiert. Bei anderen Herstellern geht die Sortierung aber auch in den negativen Bereich, häufig werden +/-3 oder gar +/-5 Prozent angegeben. Kommt dann noch eine Messunsicherheit von +/-4 Prozent hinzu, kann sich das bis auf neun Prozent Minderleistung aufaddieren.

**Der Füllfaktor** beschreibt die Qualität der Strom-Spannungskennlinie und ist ein Maß für die Güte der Zelle. Er ist definiert als Quotient aus der maximalen Leistung einer Solarzelle und dem Produkt aus Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom. Optimalerweise ist er gleich eins, was aber rein physikalisch nicht möglich ist, bei kristallinen Zellen werden Werte um 75 Prozent erreicht (wird auch als 0,75 angegeben).

**Der Temperaturkoeffizient** gibt an, in welchem Maß die Leistung sich bei Erwärmung verringert. Er liegt bei kristallinen Modulen in der Regel bei etwa -0,45 Prozent pro Kelvin. Je niedriger er ist, umso besser, umso weniger stark fällt die Leistung bei Hitze im Sommer ab.



TEST Photovoltaikmodule	REC Premium 210	Solarfabrik SF 200A-225	Solarwatt M220-60 GET AK, 230 W	Yingli YL210P-29b	Trina TSM-180DC01	Solarfun SF160-24-1M180	Sun Earth TDB125X125-72-P	Suntech STP190-18/Ub
Anbieter	REC	Solar-Fabrik	Solarwatt	Yingli	Trina	Solarfun	Ningbo Solar / Sig Solar	Suntech Power
Art der Zellen	polykristallin	polykristallin	monokristallin	polykristallin	monokristallin	monokristallin	monokristallin	polykristallin
Hergestellt in	Schweden	Deutschland (Zellen: Singapur)	Deutschland	China	China	China	China	China
Produktgarantie	63 Monate	7 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre	5 Jahre
Abmessung	167 x 99 cm	167 x 100 cm	168 x 99 cm	165 x 99 cm	158 x 81 cm	158 x 81 cm	158 x 81 cm	148 x 99 cm
Gewicht	22 kg	24 kg	24 kg	20 kg	16 kg	15 kg	16 kg	17 kg
Nennleistung	210 W	225 W	230 W	210 W	180 W	180 W	160 W	190 W
Leistungstoleranz laut Hersteller	+/- 5 %	+/- 2,5 W	0 - 5 W	+/- 3 %	+/- 3 %	+/- 5 %	+/- 5 %	+/- 3 %
Gemessene Leistung / Abweichung zur Nennleistung	212,2 W / + 1,0 %	223,5 W / - 0,7 %	231,6 W / + 0,7 %	218,5 W / + 4,1 %	180,6 W / + 0,3 %, <b>große Abweichung der beiden Module</b>	179,3 W / - 0,4 %	159,9 W / - 0,1 %	184,1 W / - 3,1 %
Modulwirkungsgrad	12,9 %	13,4 %	13,9 %	13,4 %	14,1 %	14,0 %	12,5 %	12,5 %
Veränderung des Modulwirkungsgrads bei schwachem Licht (100 W/m <sup>2</sup> )	- 8,7 %	- 9,1 %	- 6,6 %	- 11,2 %	- 8,3 %	- 12,4 %	- 5,3 %	- 19,0 %
Füllfaktor	72,5 %	73,6 %	75,0 %	74,0 %	75,9 %	74,2 %	70,2 %	72,2 %
Veränderung der Leistung bei Wärme (70 °C)	- 20,0 %	- 17,6 %	- 22,3 %	- 19,4 %	- 19,5 %	- 20,4 %	- 20,6 %	- 19,3 %
Erkennbare Auffälligkeiten und Mängel (Elektrolumineszenz und Thermografie)	nein	gering	gering	gering	gering	gering	ja, ausgefallene Stellen	gering
Testergebnis Leistungsprüfung	gut	gut	gut	gut	gut	befriedigend	mangelhaft	mangelhaft
Weitere Mängel	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Testergebnis Weitere Mängel	gut	gut	sehr gut	gut	befriedigend	befriedigend	gut	gut
Anmerkungen	6)				1)	1) 5)	2)	3)
Gesamturteil	gut	gut	gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft	mangelhaft

Fett gedruckt sind Mängel.

Abkürzungen: W = Watt.

**Anmerkungen:** 1) Garantiebedingungen nicht in deutscher Sprache. 2) Das Modul wurde im August 2008 produziert und befindet sich laut Hersteller „schon über zwei Jahre nicht mehr im Standard-Lieferprogramm“. Es sei noch in der „alten Fabrik“ hergestellt worden und stelle nicht mehr den heutigen Qualitäts- und Leistungsstandard dar. Heute würden hauptsächlich Module mit mindestens 180 Watt hergestellt, mit einer Leistungstoleranz von 0 – 3 % und einer Produktgarantie von 7 Jahren. 3) Laut Anbieter sind die Testmodule aus der Produktion von 2008 und entsprechen deshalb nicht dem aktuellen Stand der Technik und Produktion. Auch die Garantiebedingungen wurden zwischenzeitlich überarbeitet. 4) Die Testmodule wurden vom Hersteller geliefert, weil sie kurzfristig nicht lieferbar waren. 5) Laut Anbieter wurde die Leistungstoleranz nach Produktion des Moduls im Jahre 2009 auf +/- 3 % umgestellt. 6) Laut Anbieter wurde das Modul in REC AE 210 umbenannt. Seit Januar 2010 gebe es eine positive Sortierung, die Leistungstoleranz beträgt nunmehr 0 – 2 % beziehungsweise 0 – 5 W.

**Legende: Produkte mit dem gleichen Gesamturteil sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.** Unter dem Testergebnis Leistungsprüfung führen zur Abwertung um zwei Noten: ein Modulwirkungsgrad von unter 13,9 % bei monokristallinen Zellen gekoppelt mit erkennbaren Mängeln (ausgefallene Stellen). Zur Abwertung um jeweils eine Note führen: a) ein knappes Einhalten der Leistung (ab einer Leistung von – 0,5 % im Vergleich zur Nennleistung, ohne Berücksichtigung der Messtoleranzen) und/oder eine Leistung außerhalb der Leistungstoleranz des Herstellers; b) eine große Abweichung der gemessenen Leistung zwischen den beiden Testexemplaren von mehr als 5 %; c) ein Modulwirkungsgrad von unter 12,9 % bei polykristallinen Zellen; d) ein Füllfaktor von unter 73 %; e) eine Abnahme des Modulwirkungsgrads bei schwachem Licht (100 W/m<sup>2</sup>) von mehr als 10 % bezogen auf 1.000 W/m<sup>2</sup>; e) eine Abnahme der Leistung

bei Wärme (70 °C) von mehr als 20,25 %, was einem Temperaturkoeffizienten von mehr als – 0,45 %/K entspricht. Unter dem Testergebnis Weitere Mängel führen zur Abwertung um je eine Note: a) eine negative Leistungstoleranz; b) Garantiebedingungen nicht in deutscher Sprache. Das Gesamturteil beruht auf dem Testergebnis Leistungsprüfung. Ein Testergebnis Weitere Mängel, das „befriedigend“ ist, verschlechtert das Gesamturteil um eine Note.

**Testmethoden:** Leistungsmessung bei Standardtestbedingungen: Einstrahlung 1.000 W/m<sup>2</sup> auf Modulebene, Zell-/Modultemperatur 25 °C, Luftmasse 1,5; Sonnensimulator Pasan Sun Simulator IIIb MFG 502. Schwachlichtverhalten: wie Leistungsmessung, Bestrahlungsstärke jedoch 100, 200, 400 und 700 W/m<sup>2</sup>. Temperaturkoeffizient: Aufnahme der Strom-/Spannungskennlinie bei 1.000 W/m<sup>2</sup> und einer Luftmasse von 1,5 mit dem Sonnensimulator, dabei wird die Temperatur des Solarmoduls in definierten Stufen bis über 70 °C erhöht; aus dem Temperaturkoeffizienten errechnet sich die Leistung bei Wärme (70 °C) durch Multiplikation mit der Temperaturdifferenz von 45 Grad. Erkennbare Auffälligkeiten und Mängel: a) durch Elektrolumineszenz: Anlegen einer Spannung an die Modulanschlüsse, Aufnahme der Photonenstrahlung der Zellen mit einer Elektrolumineszenzkamera; b) durch Thermografie unter Last: Bestromung des Moduls, Messung der Aufheizungen mit einer Thermografiekamera, Auflösung 1,23 Megapixel (1.280 x 960 Pixel). Die Testergebnisse sind auf eine Stelle nach dem Komma kaufmännisch gerundet. Abmessungen und Gewicht sind Zirkangaben, die Abmessungen auf ganze Zentimeter und das Gewicht auf Kilogramm gerundet.

**Einkauf der Testprodukte:** Januar – Februar 2010.

**Anbieterverzeichnis:** siehe [www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)

**Tests und deren Ergebnisse sind urheberrechtlich geschützt. Ohne schriftliche Genehmigung des Verlages dürfen keine Nachdrucke, Kopien, Mikrofilme oder Einspielungen in elektronische Medien angefertigt und/oder verbreitet werden.**