



English

**Solar-Report**

Diese Seite drucken

Branche Bücher Geld Impressum Initiative Lexikon Pinnwand Service Solar-Magazin Solarstore Termine Wissen

**Solar-Magazin****Solar-Reports:**

- . [Photovoltaik-Produktion: Auf dem Weg zur Gigawattfabrik](#)
- . [Messerückblick Intersolar 2008: Größte Solar-Messe der Welt](#)
- . [Photovoltaik-Trends 2008: Innovative Dünnschichttechnologie und große Kraftwerke](#)
- . [Solarenergie im Mittelpunkt: "Woche der Sonne" und "Europäische Solartage" 2008](#)
- . [Konzentrator-Photovoltaik: neue deutsche Technologie für effiziente Solar-Kraftwerke](#)
- . [Studie zum Potenzial der Erneuerbaren in den Bundesländern](#)



### Photovoltaik-Produktion: Auf dem Weg zur Gigawattfabrik

von Mark Osborne  
07.08.2008

Das rasche Wachstum der Photovoltaik-Nachfrage hat in den vergangenen Jahren einen massiven Ausbau der Produktion ermöglicht, nicht nur bei den großen Produzenten, sondern auch bei vielen neuen Akteuren im Markt. Die anhaltend kräftige Nachfrage bedingt eine Massenproduktion, welche die PV-Industrie in Verbindung mit einer Steigerung der Wirkungsgrade zu Kosten pro Watt Leistung führt, welche schließlich die Wettbewerbsfähigkeit von Solarstrom zu Spitzenlastzeiten (Grid Parity) bis zum Jahr 2012 erreichen kann. Das wird jedoch nur möglich sein, wenn die Produktionsstätten sich zu Gigawatt-Fabriken entwickeln. Photovoltaik International diskutierte die Chancen eines Ausbaus der Solarzellen- und -Modulfertigung mit Robert Gattereder, Geschäftsführer der M+W Zander FE GmbH, denn eine detaillierte Studie hat ergeben, dass die gegenwärtigen Vorstellungen überdacht werden müssen und die Hersteller gezwungen sind, sich mit einer beträchtlichen Ausweitung der Produktionskapazitäten zu befassen. In Zusammenarbeit mit dem Photovoltaics International Journal beleuchtet der Solarserver die Perspektiven der PV-Produktion im großen Stil.

Solar-Report als [PDF-Dokument](#)

- . [Solar-Report](#)
- . [Solar-News](#)
- . [Solar-Links](#)
- . [Anlage / Produkt des Monats](#)
- . [Solarserver-Standpunkt](#)
- . [Akteure](#)
- . [Solar-Interviews](#)
- . [Archiv:](#)
  - . [Solarstrom](#)
  - . [Solarwärme](#)
  - . [Solares Bauen](#)
  - . [Bioenergie](#)
  - . [Brennstoffzelle](#)
  - . [Nachrichten](#)
- . [Ihr Vorschlag](#)



Suche im Solarserver



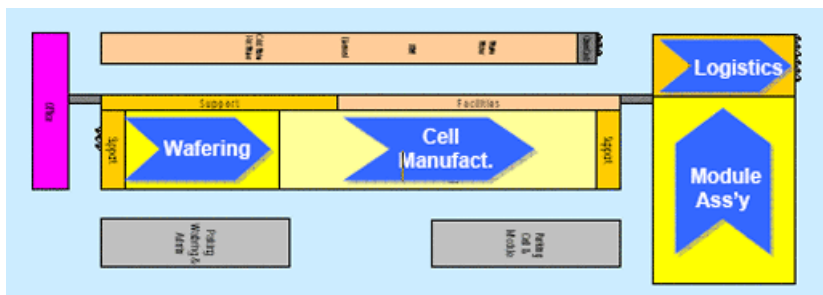

Entwurf einer Gigawatt-Photovoltaikfabrik mit zwei Produktionseinheiten à 450 MW und zentralen, gemeinsamen Versorgungssystemen. Grafik: M+W Zander FE GmbH

Gegenwärtig hat der größte Teil der Photovoltaik-Produktionsstätten eine Jahreskapazität von weniger als 25 Megawatt. Solche herkömmlichen Fabriken einfach zu vervielfachen scheint beim Wettlauf zur Grid Parity nicht ausreichend, um kontinuierliche Kostensenkungen zu erreichen. Voll integrierte und hoch automatisierte Fabriken werden nötig sein, und der Ausbau einzelner Fabriken bis hin zur Gigawatt-Größenordnung ist eine kluge strategische Entscheidung, sowohl für die Hersteller herkömmlicher Zellen auf der Basis von Silizium als auch für die neuen Dünnschicht-Produzenten.

Raum für Innovationen:  
Bannerwerbung im Großformat, 3 Monate für 900 Euro.

Jetzt buchen:  
07071/93871-01

**Heizkosten**  
online ~~CO<sub>2</sub>~~  
überprüfen!



Entwurf einer integrierten PV-Produktion. Grafik: M+W Zander FE GmbH

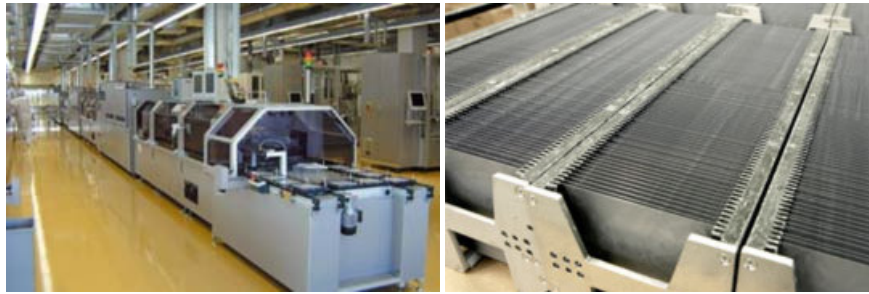
### Warum Größe zählt

Entsprechend einer gründlichen Untersuchung aus dem Jahr 2007, in die sowohl Anlagenbauer als auch herkömmliche Photovoltaikhersteller sowie Dünnschichtproduzenten einbezogen wurden, stellt die M+W Zander FE GmbH – ein führendes Technologie-Unternehmen – fest, dass beim Bau und Betrieb von PV-Fabriken weit reichende Veränderungen erforderlich sind, wenn die erforderliche Kostensenkung zur Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden soll.

Wafer-basierte Produktion		60 MWp		200 MWp (Benchmark)		400 MWp		1000 MWp	
Bereich	Einheit								
Verwaltung	m <sup>2</sup>	600	6 %	1.500	6 %	2.250	6 %	3.375	4 %
Infrastruktur	m <sup>2</sup>	2.500	23 %	5.200	22 %	7.280	18 %	11.648	13 %
Logistik	m <sup>2</sup>	600	6 %	1.600	7 %	2.880	7 %	7.200	8 %
Support	m <sup>2</sup>	400	4%	800	3 %	1.440	4 %	2.880	3 %
Produktion	m <sup>2</sup>	6.600	62 %	15.000	62 %	27.000	66 %	67.500	73 %
Gesamtfläche	m <sup>2</sup>	10.700	100 %	24.100	100 %	40.850	100 %	92.603	100 %
MWp/m <sup>3</sup>		0.009		0.013		0.015		0.015	

Grafik: : M+W Zander FE GmbH

"Die Photovoltaikindustrie muss nun verstehen und auch akzeptieren, dass Gigawatt-Fabriken nötig sind um dieses Potenzial zu erreichen", merkt Robert Gattereder an. "Solche Größenordnungen sind nicht mit zehn Produktionslinien mit jeweils 10 MW zu erreichen. Ohne einen neuen Zugang und ohne die möglichen Skaleneffekte sinken die Kosten nicht genügend und Fragen zum Umweltschutz drängen sich auf, in Verbindung mit dem Gebrauch von Chemikalien, der in den gegenwärtigen Solar-Fabriken gemacht wird." Gattereder betont, dass herkömmliche PV-Produktionslinien auf einem linearen Prozessfluss basieren, der sich an den Verarbeitungsschritten orientiert und die Wafer normalerweise manuell in den Verarbeitungsprozess eingebracht werden. Die Kapazität wird hier gesteigert, indem neben den bestehenden Produktionslinien neue aufgestellt werden.



Links: Solarwafer-Produktion bei der Deutsche Solar AG. Quelle: SolarWorld AG. Rechts: Produktionslinie einer Solarzellenfabrik. Quelle: M+W Zander FE GmbH

Obwohl dies die typische Vorgehensweise von Photovoltaik-Herstellern ist, glaubt Gattereder, dass Verbesserungen dieser herkömmlichen "Farm"-Solarzellenfabriken durchaus möglich sind. Er merkt an, dass eine bessere Auslastung der Anlagen möglich sei, welche wiederum die Zahl der benötigten Hilfsmittel und zugleich die erforderliche Fläche reduzieren könne. Weitere Einsparungen könnten hinsichtlich der Lohnkosten erreicht werden, wobei diese jedoch nur drei bis fünf Prozent der Gesamtkosten ausmachen. Laut Gattereder reichen solche Ansätze jedoch nicht aus, um die Produktionskosten so weit zu senken, dass die Grid Parity möglich wird.

Entsprechend der Studie von M+W Zander (s. Tabelle 1) ergab sich mit Blick auf die waferbasierte Photovoltaik, dass Kostensenkungen in der Größenordnung von 15 Prozent möglich wären, wenn die Produktion im Gigawatt-Maßstab erfolgt. In solchen weitaus größer dimensionierten Fabriken könnten effizientere Produktionslinien und Hilfsmittel eingesetzt werden, welche die nötigen Kostensenkungen tatsächlich ermöglichen. (s. Tabelle 2)

Area Category	Short Cut	Unit	20 MWp		60 MWp (Benchmark)		200 MWp		1 GWp	
Administration	AA	m <sup>2</sup>	570	7%	1.000	6%	1.800	6%	4.000	5%
Facility	FA	m <sup>2</sup>	1.780	22%	2.500	14%	3.500	11%	8.000	11%
Support	PS/GS	m <sup>2</sup>	1.130	14%	1.530	9%	2.000	6%	5.000	7%
Logistics	LA	m <sup>2</sup>	1.032	13%	2.500	14%	4.000	13%	10.000	13%
Manufacturing	MA	m <sup>2</sup>	3.400	43%	10.000	57%	20.000	64%	48.000	64%
Total Area	TA	m <sup>2</sup>	7.912		17.530		31.300		75.000	100%
Capacity	C	MWp	20		60		200		1000	
		MWp/m <sup>2</sup>	0,006		0,006		0,010		0,021	
		TA/MA	2,3		1,8		1,6		1,6	

Tabelle 2. Wafer-basierte Produktion: Größe und Produktivität, Grafik: M+W Zander FE GmbH

### **"Kostensenkungen in einer Größenordnung von 15 % sind möglich, wenn im Gigawatt-Maßstab produziert wird"**

M+W Zander ist davon überzeugt, dass die waferbasierte Gigawatt-Fabrik einen hohen Grad an Integration haben wird und skaliert sein muss. Wegen der Kapitalkosten und des Zeitaufwands für den Produktionsausbau könnte eine Gigawattfabrik in zwei Schritten realisiert

werden. Die Fabrik würde aus zwei Einheiten à 450 MW bestehen, von denen jede einen eigenen Bereich zur Waferverarbeitung, Zellproduktion und Modulmontage hätte.

Eine Schlüsselrolle bei diesem Fabrikdesign spielt für M+W Zander, dass die wichtigen Versorgungssysteme der Fabrik (Gase, Wasser, Energie) zwischen den beiden Produktionseinheiten platziert werden und somit eine deutliche Ersparnis bedingen.

"Wenn wir über die Gigawattfabrik sprechen, reden wir von einer Produktionskapazität von täglich 75.000 Wafern. Dann sollte man auch daran denken, wie viel Reinstwasser gebraucht wird - und das ist enorm viel, nämlich etwa 250 bis 300 Kubikmeter pro Stunde. Deshalb meinen wir, dass nicht nur Lösungen für das Recycling, sondern auch für den Verbrauch erforderlich sind. Denn was wir nicht verbrauchen, müssen wir auch nicht recyceln", unterstreicht Gattereder. Er merkt an, dass zum Beispiel das Wasserrecycling nicht gebräuchlich sei, weil die PV-Produktion sich auf niedrigem Niveau bewegt hatte. Deshalb müsse sich die Einstellung dazu mit Blick auf die Megawatt-Produktion in einem Ansatz von unten nach oben ändern. "Wir haben herausgefunden, dass niedrigere Kosten im Hinblick auf den Wasserverbrauch, die benötigten Prozesschemikalien und die erforderliche Energie möglich sind. All das macht große Kostensenkungen möglich".

### "Eine Gigawattfabrik kann täglich 750.000 Wafer produzieren"

Gattereder fügt rasch hinzu, dass man nur einen Blick auf den Verbrauch an Prozesschemikalien werfen müsse, um bestätigt zu sehen, dass es nötig sei, deren Verbrauch um 50 Prozent zu senken und den Verbrauch von Reinstwasser mindestens um 60 Prozent zu reduzieren. "Das könnte die Kosten um mehrere Prozent senken, unabhängig vom Wafer", so Gattereder.

Bei einer voll ausgelasteten Gigawattfabrik rechnet Gattereder mit einem Energiebedarf von 25 bis 30 Megawatt. Das mache eine Kombination mehrerer Energiequellen mit moderner Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung erforderlich, wie dies beispielsweise in der Halbleiter- und Energiebranche der Fall sei. Als Beispiel nennt er den Halbleiterproduzenten AMD in Dresden, für dessen KWK-Anlage M+W Zander als Generalübernehmer die Gesamtverantwortung für Planung, Errichtung und schlüsselfertige Übergabe hatte. Die Herausforderung sei, sowohl die Produktionskosten pro Watt zu senken als auch den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu reduzieren und zugleich eine höhere Energieeffizienz zu ermöglichen wie aus Abbildung 3 ersichtlich werde.

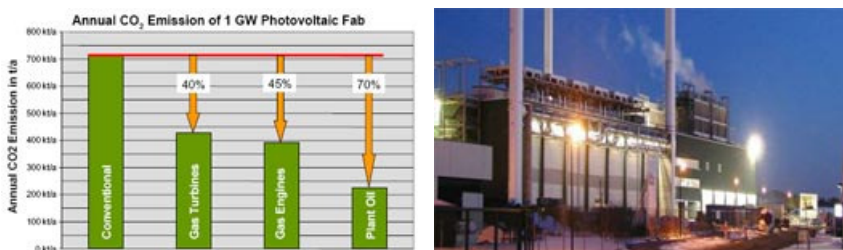


Abb. 3. Jährliche Emissionen einer 1 GW-PV-Fertigung. Grafik und Foto: M+W Zander FE GmbH

Das werde umso wichtiger, weil viele Experten damit rechneten, dass in Kürze etliche Länder mit Kosten verbundene Emissionszertifikate einführen. "Alles in allem ist das keine leichte Aufgabe, und wir müssen viele Faktoren kombinieren, um Kostenvorteile zu erzielen. Doch die zentrale Botschaft ist, dass ein Produktivitätszuwachs von 15 % möglich ist, wenn wir die Fabriken entsprechend groß bauen", kommentiert

Gattereder.

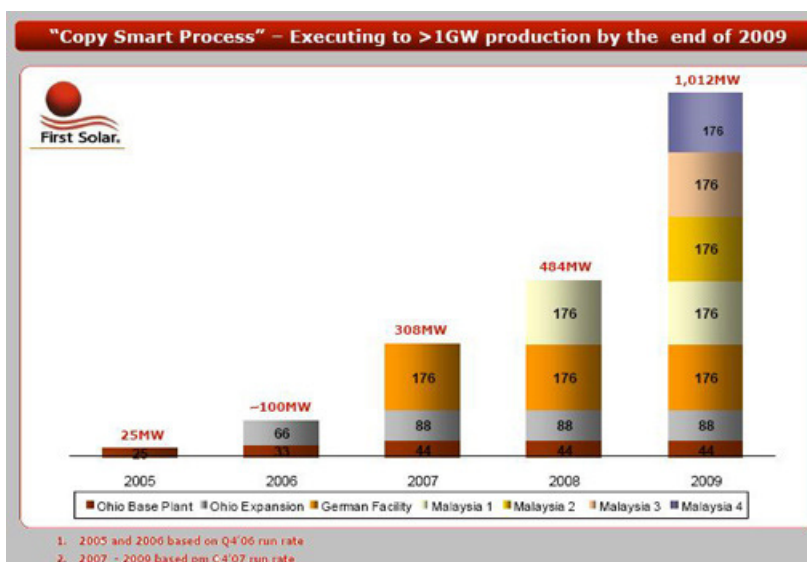
## Ausbau der Dünnschichtproduktion

Die Dünnschichtproduktion, welche beträchtliches Interesse vor allem bei neuen Marktteilnehmern geweckt hat, war ebenfalls Teil der Untersuchung von M+W Zander. Zum Beispiel böten große Anlagenbauer wie Applied Materials, Oerlikon Solar und Ulvac schlüsselfertige Produktionslösungen an, bei denen der anhaltende Siliziummangel und die damit verbundenen, deutlich höheren Rohstoffkosten außen vor blieben. Die Dünnschicht-Photovoltaik ermögliche es den Investoren, die Produktion im großen Stil auszubauen, ohne durch den Silizium-Engpass behindert zu werden.



Links: Dünnschicht-Photovoltaikproduktion mit Oerlikon-Technologie. Quelle: Oerlikon Solar. Rechts: Applied SunFab: Produktionslinie für Dünnschicht-Solarmodule. Quelle: Applied Materials.

Doch nur wenige Beispiele zeigen bis jetzt, dass ein rascher Ausbau von Dünnschichtfabriken möglich ist, der über die Produktionskapazitäten der Hersteller von kristallinen Zellen und Modulen hinausgeht. Das beste Beispiel dafür ist First Solar. In der Einladung zur Bilanzkonferenz im Februar 2008 hatte das Unternehmen eine Jahreskapazität von rund einem Gigawatt bis Ende 2009 zu erreichen, wenn alle vier in Malaysia geplanten Produktionsstätten den Betrieb aufgenommen haben. Für den Ausbau in Malaysia sei ein Investitionsvolumen von 500 Millionen US-Dollar vorgesehen.



First Solar: 1GW-Planung bis Ende 2009. Grafik: First Solar Inc.;M+W Zander FE GmbH

## "Dünnschichttechnologie ist wesentlich einfacher zu produzieren als herkömmliche Photovoltaik"

Anzumerken ist, dass der Produktionsausbau bei First Solar auf mehrere Fabriken verteilt ist, von denen einige nicht in Malaysia angesiedelt sind.

Anzeigen

[Nachrichten](#)

Aktuelle Nachrichten online - epochtimes.de

[Altenpflege](#)

Humanis Altenpflege - Pflegedienst und Seniorenbetreuung.

Doch es wird deutlich, dass First Solar in der Lage war, die Dünnschichtproduktion schneller hochzufahren als die Hersteller waferbasierter Photovoltaik (s. Abb. 3), von denen einige die Gigawatt-Kapazität im selben Zeitraum erreichen wollen.

Laut M+W Zander können Dünnschichtfabriken der Gigawatt-Klasse von einer besseren Nutzung der Flächen um bis zu 12 Prozent profitieren, wie aus Tabelle ersichtlich wird. Ein weiterer aufschlussreicher Aspekt der M+W Zander-Studie ist, dass Dünnschichtfabriken der Gigawatt-Klasse noch wettbewerbsfähiger sein können, wenn sie in der Gigawatt-Klasse betrieben werden.

Wenn die gesamten genannten Kostenvorteile ausgespielt werden, zeigt der Vergleich zwischen waferbasierter Technologie und Dünnschicht (Tabelle 3), dass die Anforderungen der Dünnschichtproduktion deutlich niedriger sind als jene der Wafer-Photovoltaik.

Produktionsanlagen	waferbasiert (Wafer, Solarzelle, Modul)	Dünnschicht (CIS)	Einheit
Zuluft	1.200.000	190.000	m³/h
Abluft	1.100.000	170.000	m³/h
Strom	80	60	M/W
Kühlwasser	1.600	2.100	m³/h
Reinstwasser	220	300	m³/h
Druckluft	9.400	2.500	Nm³/h
N2 (Stickstoff)	1.600	50	Nm³/h
HF (Fluorwasserstoff)	140	n.a.	l/h

## Ausblick

Gattereder ist überzeugt, dass die Größenvorteile, die eine Gigawattfabrik einem waferbasierten Hersteller bietet, einen um 25% niedrigeren Kapitaleinsatz erforderlich macht. Für Dünnschichthersteller könnte der Kapitaleinsatz sogar noch weiter reduziert werden. Laut Gattereder bedingen vergrößerte Glassubstrate noch weitere Kostenvorteile. Größe - so scheint es - ist doch alles, aber sind die Hersteller wirklich daran interessiert, ihre Kapazität auf ein Gigawatt hochzufahren? "Es gibt drei wichtige Akteure im Markt, für die wir Untersuchungen und Konzepte geliefert haben", betont Gattereder. "Um weiter zu wachsen und im Zeitraum von 2010 bis 2012 die Wettbewerbsfähigkeit von Solarstrom zu erreichen, wird die Industrie nicht ohne solche Gigawattfabriken auskommen, davon bin ich überzeugt", sagt Gattereder.

Autor: Mark Osborne ist Chefredakteur von Photovoltaics International, der einzigen Fachzeitschrift, die sich speziell der Photovoltaik-Wertschöpfungskette widmet, einschließlich der Materialien, Komponenten, Ausrüstung und Produktion im industriellen Maßstab.

In Kooperation mit dem Solarserver bietet Semiconductor Media Ltd. die Erstausgabe der Fachzeitschrift Photovoltaics International zum kostenlosen Bezug an (regulärer Preis: \$59 USD). Mit dem Bezug der Erstausgabe sind keine weiteren Verpflichtungen verbunden.

Photovoltaics International Journal:

[http://www.pv-tech.org/subscribe/?referrer\\_id=1328](http://www.pv-tech.org/subscribe/?referrer_id=1328).

Übersetzung: Rolf Hug, Chefredakteur [www.solarserver.de](http://www.solarserver.de)

[Übersetzung Deutsch Englisch](#)

Übersetzung Deutsch Englisch leicht gemacht mit Lingo24.

[Pauschalreisen](#)

Travel24 ist der Fachmann für Pauschalreisen & Urlaubsreisen.

[Archiv](#) [Bannerwerbung](#) [Behörden](#) [Berichte](#) [Bücher](#) [Brennstoffzelle](#) [Einkaufen](#) [Fachkräfte](#)  
[Fachliteratur](#) [Firmen](#) [Förderung](#) [Forschung](#) [Geschenke](#) [Initiativen](#) [Interviews](#) [Links](#) [Medien](#) [Messen](#)  
[Nachrichten](#) [Nachschlagen](#) [Photovoltaik](#) [PV-Rechner](#) [Ratgeber](#) [Service](#) [Software](#) [Solaranlagen](#)  
[Solarthermie](#) [Stellenangebote](#) [Veranstaltungen](#) [Verbände](#)

[Branche](#) [Bücher](#) [Geld](#) [Impressum](#) [Initiative](#) [Lexikon](#) [Pinnwand](#) [Service](#) [Solar-Magazin](#) [Solarstore](#) [Termine](#) [Wissen](#)

[nach oben](#)

Letzte Änderung: 14:32 7.8.2008

[Webdesign Heindl Internet AG](#)