

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	Lastesel der Photovoltaik (Sascha Rentzing)	Hoffnungsträger der PV (Sascha Rentzing)	
0	Solarzellen aus multikristallinem Silizium sind die meist verkauften Sonnenlichtfänger. Einst als Auslaufmodell deklariert, konnten die dickschichtigen Module dank stetiger Weiterentwicklung die Konkurrenz auf Abstand halten. Start einer Serie zu den führenden Solarzellen-Techniken.	Schnelle Kostensenkungen können das Überleben der Solarhersteller in der Krise sichern. Damit rücken Zellen aus multikristallinem Silizium wieder stärker in den Fokus. Sie sind kostengünstig und ihr Wirkungsgrad lässt sich mit relativ geringem Aufwand schnell steigern.	0
		An multikristallinen Zellen führt heute kein Weg vorbei	
1	Eigentlich sollte es die Technik gar nicht mehr geben. Als in den Neunzigerjahren der Bedarf an Photovoltaik(PV)-Anlagen stieg, galten Solarmodule aus multikristallinem Silizium nur als Übergangslösung. Die klobigen Zellen arbeiteten zwar verlässlich, galten mit durchschnittlich zehn Prozent Wirkungsgrad aber als ineffizient. Dünnere und leistungsstärkere Absorber sollten sie bald ersetzen.	Die Technik sollte längst keine Rolle mehr spielen. Als in den Neunzigerjahren der Bedarf an Photovoltaik-Anlagen stieg, galten Solarmodule aus multikristallinem Silizium bereits als Auslaufmodell. Die Zellen waren zu klobig und mit nur durchschnittlich 10 % Wirkungsgrad nicht effizient genug. Dünnere und leistungsstärkere Absorber sollten sie daher bald ersetzen.	1
2	Forscher in den USA ergriffen die Initiative. Über eine Milliarde Dollar Fördergeld pumpte Washington in den Neunzigerjahren in die Weiterentwicklung von Dünnschicht- sowie Mehrfachzellen , die bis dato Satelliten mit Sonnenenergie versorgten (neue energie 9/2009).	Die US-Regierung investierte in den Neunzigerjahren insgesamt über eine Milliarde Dollar Fördergelder in die Weiterentwicklung von Dünnschicht- sowie Mehrfachzellen. Während die Dünnschicht wegen ihres geringen Materialbedarfs das Interesse der Forscher weckte, faszinierten die Mehrfachzellen aufgrund ihrer hohen Effizienz. Bis zu fünf verschiedene Halbleiterschichten wandeln bei dieser Technik fast 40 % des Lichts in Strom um.	2
	In Deutschland und Japan wiederum fokussierten sich die Forscher auf monokristallines Silizium: Rückkontaktzellen mit verschattungsfreier Front und Heterojunction-Zellen , die so genannte HIT-Technik – monokristalline Zellen, ummantelt von amorphem Dünnschichtsilizium. Damit wurden Effizienzen von 20 Prozent angepeilt.	In Japan wiederum fokussierten sich die Forscher besonders auf reines monokristallines Silizium. Sogenannte Heterojunction-Zellen (HIT) zum Beispiel, die zur Vermeidung von Ladungsträgerverlusten extra mit einer zusätzlichen Schutzschicht aus amorphem Dünnschichtsilizium ummantelt werden, erreichen Wirkungsgrade von mehr als 20 %.	3
3	Heute müssen die Innovatoren eingestehen: Ihr anvisierter Technologiewechsel ist geplatzt. Denn gegen die praxisbewährten und leicht herstellbaren Multis konnten sich die neuen Solartechniken nicht durchsetzen. Multikristalline Technik war für die Massenproduktion bereit. Fertigungsequipment, sogar komplette Linien für Siliziumzellen, waren bereits zu kaufen. Als Anfang der 2000er Jahre chinesische Unternehmen in die PV drängten, um rasch Marktanteile zu gewinnen, war klar, auf welche Technik sie setzen würden. Firmen wie Suntech oder Yingli errichteten in kurzer Zeit gewaltige Multifabriken, etablierten die Siliziummodule als Leitprodukte.	In Deutschland hingegen arbeiteten die Firmen trotz der Vorbehalte auch weiterhin mit multikristallinem Silizium. „Die hiesige Industrie investierte weniger in revolutionäre Zellentechniken, sondern setzte eher auf die Evolution bestehender Konzepte“, sagt Prof. Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Inzwischen zeigt sich, dass die Unternehmen damit intuitiv den richtigen Weg einschlugen.	4
	Heute dominieren multikristalline Module die	Noch immer dominieren multikristalline Zellen	

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	<p>Photovoltaik laut einer Marktanalyse von Photon mit 53 Prozent klar vor Monopaneelen, die 2010 einen Marktanteil von 35 Prozent erzielten. Abgeschlagen mit zwölf Prozent folgt die Dünnschicht. Die Mehrfachzellen tauchen in den Marktstatistiken gar nicht auf.</p>	<p>die Photovoltaik laut Marktforscher Navigant Consulting mit 47 % Marktanteil klar vor monokristallinen Zellen mit 38 %. Mit 14 % folgt mit großem Abstand die Dünnschicht, die Mehrfachzellen tauchen in der Marktstatistik gar nicht auf.</p>	
	<p>Schlappe Konkurrenz</p>		
4	<p>Ob Dünnschicht- und Mehrfachzellen je aufholen können, ist fraglich, denn technische Fortschritte vollziehen sich hier viel langsamer als erwartet. Beispiel CIS: Die kupferbasierten Dünnschichtzellen erreichen im Labor 20 Prozent Wirkungsgrad – mehr als jede andere Dünnschichttechnik und genauso viel wie multikristalline Laborzellen. Allerdings dümpeln industriell gefertigte CIS-Zellen noch bei durchschnittlichen Wirkungsgraden von zehn Prozent, und auch bei den Produktionskosten liegen sie offensichtlich noch über ihren kristallinen Konkurrenten. „Die Halbleiterabscheidung erweist sich beim CIS als großes Problem“, gesteht der Dünnschichtexperte Michael Powalla vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW).</p>		
5	<p>Abgeschlagen sind auch die Mehrfachzellen. Die nur fingernagelgroßen Kraftprotze können zwar materialsparend in Konzentratorsystemen integriert werden und Licht mit bis zu 40 Prozent Wirkungsgrad in Strom umwandeln. Allerdings ist die Herstellung der Zellen noch nicht wirtschaftlich, da bis zu fünf verschiedene Halbleiter sauber aufeinander abgeschieden werden müssen. Viele Konzentratorbauer setzen bei ihren Systemen daher inzwischen auf die weitaus billigeren Siliziumzellen.</p>		
6	<p>Bei den Multis hingegen entwickeln sich Innovationen stetig und rasch.</p>	<p>Dass an den multikristallinen Zellen bis heute kein Weg vorbeiführt, ist leicht erklärt: Innovationen entwickelten sich hier rascher als bei konkurrierenden Techniken.</p>	5
	<p>Der durchschnittliche Modulwirkungsgrad stieg in den vergangenen zehn Jahren um drei Prozentpunkte auf 14 Prozent. Und das Effizienzpotenzial ist noch längst nicht ausgereizt: „20-Prozent-Module sind möglich“, sagt der Materialwissenschaftler Jan Schmidt vom Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH). Damit würde die multikristalline Technik in Regionen vordringen, die bisher monokristallinen Paneelen vorbehalten waren.</p>	<p>„Der durchschnittliche Wirkungsgrad stieg in den vergangenen zehn Jahren um fünf Prozentpunkte auf 15 %“, erklärt Eicke Weber.</p>	
	<p>Gleichzeitig fallen die Produktionskosten. Zwar machen die wenigsten Hersteller Angaben dazu, aber der Preisrutsch bei den Modulen spricht eine deutliche Sprache (neue energie 10/2011).</p>	<p>Gleichzeitig sank der Materialbedarf. Mit 0,2 mm Dicke sind die Siliziumscheiben, die sogenannten Wafer, inzwischen im Schnitt ein Drittel dünner als noch vor einer Dekade. Außerdem lassen sich</p>	

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	<p>Im Januar 2011 gab die Online-Plattform PV-Exchange Großhandelspreise von 1,74 Euro pro Watt für kristalline Module aus deutscher und von 1,47 Euro aus chinesischer Produktion an. Seitdem senkten die Produzenten ihre Preise um 40 Prozent.</p>	<p>multikristalline Standardzellen leichter produzieren als die neuen Techniken. So konnten zügig Produktionslinien aufgebaut und Skaleneffekte durch steigende Produktionsmengen erzielt werden.</p>	
		<p>Vom Auslaufmodell zum Bestseller</p> <p>Dank der besseren und immer größeren Produktionen fielen die Kosten drastisch. Im Sommer 2011 gab die Online-Plattform pvXchange Großhandelspreise von rund 1,50 Euro pro Watt für kristalline Module aus deutscher Produktion an. Seitdem senkten die Hersteller ihre Preise um rund ein Drittel auf unter einen Euro pro Watt. Und die Technik kann noch deutlich günstiger werden. „Die Effizienz multikristalliner Module lässt sich sicher noch auf 20 % erhöhen“, sagt Weber. Steigt die Effizienz, sinken automatisch der Materialbedarf und die Kosten. Großes Innovationspotential haben sicher auch die Dünnschicht- und die Mehrfachzellen, nur vollziehen sich technische Fortschritte hier langsamer. Dünnschichtzellen auf Basis der Halbleiter Kupfer, Indium und Gallium (CIS) zum Beispiel erreichen zwar bereits Wirkungsgrade von 13 %, konnten ihre kristallinen Konkurrenten beim Preis aber noch nicht unterbieten – laut pvXchange kosten CIS-Module derzeit noch rund 1,40 Euro pro Watt. „Der Aufbau großer Fertigungskapazitäten ist beim CIS schwieriger als erwartet“, gesteht der Dünnschichtexperte Prof. Dr. Michael Powalla vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung. Auch die Mehrfachzellen-Produktion ist durch den niedrigen Automatisierungsgrad noch nicht wirtschaftlich.</p>	6
7	<p>Die Stellschrauben für Kostenersparnisse sind bekannt: Optimierte Zellschichten sorgen dafür, dass mehr Licht ausgenutzt wird und weniger der generierten Ladungsträger im Siliziumkristall verloren gehen. Bessere Maschinen produzieren bei geringerem Energieverbrauch mit höherem Durchsatz, stellen also pro Zeiteinheit mehr Zellen her. Zudem sinkt der Materialbedarf. Mit 0,2 Millimeter Dicke sind die Siliziumwafer, die Zellenrohlinge, inzwischen im Schnitt ein Drittel dünner als vor zehn Jahren. Und schließlich fällt der Siliziumpreis: Als im Jahr 2007 die PV erstmals richtig boomte, wurde der Rohstoff äußerst knapp, explodierte sein Spotmarktpreis auf 400 Dollar pro Kilogramm. Seither wird der Zellengrundstoff dank wachsender</p>	<p>Das Problem ist, dass die Solarindustrie nicht mehr viel Zeit hat, um die Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik zu erreichen. Fast überall in Europa haben Länder mit einer Einspeisevergütung für Solarstrom die Fördertarife radikal gekürzt, weil der starke Zubau an Solaranlagen außer Kontrolle geriet. In Deutschland zum Beispiel sinkt die Solarstromvergütung dieses Jahr rückwirkend um bis zu 30 %. „Wer in diesem schwierigen Marktumfeld bestehen will, muss seine Preise weiter massiv senken“, sagt der Analyst Dr. Matthias Fawer von der Schweizer Bank Sarasin.</p>	7

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	Produktionsmengen immer billiger und steuert – so die Prognose von Analyst Simon Jäger, Dekabank – auf ein Rekordtief von 20 Dollar zu.		
8	Klar ist aber auch: Ohne die Finanzkrise 2008 und 2009 wären multikristalline Module heute nicht so erfolgreich. Bevor die Rezession um sich griff, standen revolutionäre Konzepte aus monokristallinem Silizium in den Roadmaps fast aller Hersteller: Etwa die BJ-BC-Rückkontaktzellen (Back-junction-back-contact) oder die so genannte Perl-Zelle (Passivated Emitter with Rear Locally diffused), mit der Martin Green von der University of New South Wales in Sydney den Effizienzrekord bei Siliziumzellen mit 25 Prozent hält. Viele Hersteller hatten schon Kooperationen mit führenden Instituten angebahnt, um die neuen Monotechniken rasch zur Serienreife zu bringen und dann die Märkte aufzumischen. Doch als die Finanzkrise zum Sparen zwang, verabschiedeten sie sich von ihren ehrgeizigen Vorhaben und schlugen den kostengünstigeren Weg ein: Evolution bestehender Konzepte. „Es ist bis heute so, dass die Firmen Risiken vermeiden und stattdessen möglichst viel des produktionstechnischen Know-hows der vorherigen Stufe in die nächsten Generationen von Zellen- und Modulproduktionen hinüberretten wollen“, sagt Stefan Glunz, Leiter der Abteilung Solarzellen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Ise) in Freiburg.	Aus jetziger Sicht sind multikristalline Zellen hierfür am ehesten geeignet, denn sie weisen von allen Techniken die steilste Lernkurve auf. Die deutschen Solarmaschinenbauer und Hersteller sind die Technologieführer bei den Multis und kennen die Stellschrauben für weitere Innovationen. Unternehmen wie Centrotherm, Manz oder Schmid liefern Equipment für alle Bereiche der kristallinen Wertschöpfungskette von der Siliziumherstellung bis zur Modulfertigung. Mit ihren Anlagen und Automationslösungen sorgen sie für rasche Effizienzgewinne und sinkende Fertigungskosten. Eine zukunftssträchtige Technologie, die schon bald Einzug in die Fabriken halten könnte, sind multikristalline Zellen mit Rückseitenpassivierung, die sogenannten Perc-Zellen (Passivated Emitter and Rear Contact).	8
	Evolution statt Revolution		
9	Das geht zum Beispiel mit multikristallinen Zellen mit Rückseitenpassivierung, der so genannten Perc-Technik (Passivated Emitter and Rear Contact).	Anlagenbauer Schmid zum Beispiel hat jetzt eine spezielle Perc -Variante von Schott Solar lizenziert und vertreibt dafür nun Produktionsequipment an Kunden weltweit.	
	Bei Solarzellen werden durch die Zufuhr von Lichtenergie Ladungsträger getrennt und Spannung aufgebaut; auf der Vorderseite entsteht eine Elektronenüberschuss und auf der Rückseite ein positives Potenzial. Hier fließt der Strom bei Standardzellen über einen Aluminiumkontakt ab, der großflächig auf dem Wafer liegt. Durch das Aluminium ist der elektrische Kontakt zum Pluspol zwar gewährleistet, aber der direkte Kontakt zwischen Metall und Halbleiter führt dazu, dass sich negative und positive Ladungsträger auch gegenseitig auslöschen, im Fachjargon: rekombinieren. Die Entwickler nutzen deshalb einen Trick: Sie ersetzen das Aluminium durch eine neue Schicht, die Stromverluste reduziert. Eine so genannte dielektrische Passivierungsschicht, die aus Siliziumnitrid,	Bei den derzeit gängigen Standardzellen drängen Elektronen zum Minuspol auf der Vorderseite und die Elektronenlöcher zum Plus pol auf der Rückseite. Hier fließt der Strom über einen Aluminiumkontakt ab, der großflächig auf dem Wafer liegt. Durch das Aluminium ist der elektrische Kontakt zum Pluspol zwar sehr gut, aber der direkte Kontakt zwischen Metall und Halbleiter führt dazu, dass sich negative und positive Ladungsträger an dieser Grenze gegenseitig auslöschen, im Fachjargon: rekombinieren. Die Entwickler nutzen deshalb einen einfachen Trick: Sie ersetzen das Aluminium durch eine neue Schicht, die Stromverluste reduziert. Man bezeichnet diese Schicht als dielektrische Passivierungsschicht, die aus Siliziumnitrid, Siliziumoxid oder Aluminiumoxid bestehen kann. Allerdings haben	9

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	Siliziumoxid oder Aluminiumoxid bestehen kann. Allerdings haben diese chemischen Verbindungen den Nachteil, dass sie Strom nicht leiten. Deshalb müssen sie zusätzlich an einigen Stellen geöffnet werden, um die metallenen Stromanschlüsse dort hindurchführen und mit dem Halbleiter verbinden zu können.	diese Schichten den Nachteil, dass sie Strom nicht leiten. Deshalb müssen sie zusätzlich an einigen Stellen geöffnet werden, um die metallenen Stromanschlüsse dort hindurchführen und mit dem Halbleiter verbinden zu können.	
		Diverse neue Konzepte	
		Der ostdeutsche Solaranbieter Q-Cells setzt ebenfalls auf Perc-Zellen. Die Firma musste zwar im April Insolvenz anmelden, doch sind die Chancen auf eine erfolgreiche Restrukturierung laut Insolvenzverwalter Henning Schorsch günstig. Perc soll beim Neuanfang helfen:	10
10	Die Industrie zeigt großes Interesse an dem Konzept. Q-Cells beispielsweise hat dafür seine gesamten Pläne für die wesentlich komplexeren Back-junction back-contact-Zellen aufgegeben.	Auf der Solarmesse Intersolar präsentierte Q-Cells sein neues Modul namens „Qantum“, das mit diesen Zellen ausgestattet ist.	
	Die Firma verspiegelt und passiviert multikristalline Wafer auf der Rückseite mit einer speziellen Siliziumnitrid-Schicht. Für die Kontaktierung nutzt sie den vom Ise entwickelten Laserfired Contact-Prozess: „Wir schießen von außen mit Lasern auf das Aluminium und feuern es so durch unsere dielektrische Nanoschicht auf den Wafer“, erklärt Q-Cells-Cheftechniker Peter Wawer. Die Laserbehandlung lohnt sich: Durch die neue Rückseitenstruktur steige der Zellenwirkungsgrad in der Pilotproduktion auf 19,5 Prozent, bezogen auf das Modul auf 18 Prozent. 2012 soll die Technik unter dem Namen Quantum auf den Markt kommen.	Die Firma verspiegelt und passiviert multikristalline Wafer auf der Rückseite mit einer speziellen Siliziumnitrid-Schicht. Für die Kontaktierung nutzt sie einen vom ISE entwickelten Prozess: „Wir schießen von außen mit Lasern auf das Aluminium und feuern es so durch unsere dielektrische Nanoschicht auf den Wafer“, erklärt Q-Cells-Cheftechniker Dr. Peter Wawer. Die Laserbehandlung lohnt sich: Durch die neue Rückseitenstruktur steige der Zellenwirkungsgrad in der Pilotproduktion auf 19,5 %, bezogen auf das Modul auf 18 %.	
11	Auch Schott Solar erreicht dank Perc-Technologie Moduleffizienzen von über 18 Prozent. Das Unternehmen will aber noch einen Schritt weiter gehen und diese Zellen künftig aus so genanntem Quasi-Mono-Material herstellen. Dieser neue Wafertyp , der dem multikristallinen Silizium zugeordnet wird, gilt in der Branche als eine Art Sprungbrett zur Wettbewerbsfähigkeit. Es wird wie einfaches multikristallines Material in Schmelztiegeln hergestellt, hat aber die Eigenschaften des höherwertigen monokristallinen Materials . „Wir erhoffen uns damit einen deutlichen Effizienzgewinn bei nahezu gleichbleibenden Produktionskosten. Solarzellen mit nahezu 20 Prozent Effizienz wurden bereits nachgewiesen. Damit sind Moduleleistungen von über 280 Watt in Produkten mit 60 Zellen möglich“, sagt Schott-Solar-Entwicklungschef Klaus Wangemann .	Die Überlegungen deutscher Solarhersteller gehen aber noch weiter . Bosch Solar Energy, Q-Cells und Solarworld erwägen, Perc-Zellen künftig aus sogenanntem Quasi-Mono-Silizium herzustellen. Dieser neue Halbleiter , der dem multikristallinen Silizium zugeordnet wird, gilt in der Branche als eine Art Sprungbrett zur Wettbewerbsfähigkeit. Es wird wie einfaches multikristallines Material in Schmelztiegeln hergestellt, hat aber die Eigenschaften des höherwertigen monokristallinen Materials . „Damit ist es möglich, einen Effizienzgewinn von bis zu zwei Prozentpunkten bei nahezu gleichbleibenden Produktionskosten zu erzielen “, sagt Dr. Jan Schmidt , Leiter der Abteilung Photovoltaik im Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH).	11
	Multis in Monoqualität		
12	Vorreiter beim Quasi-Mono ist der chinesisch-kanadische Hersteller JA Solar (neue energie		

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	10/2011). Er fertigte Anfang 2011 als erster Zellen mit 17,5 Prozent Wirkungsgrad und verbesserte damit die Effizienz gegenüber seinen Multi-Standards um einen Prozentpunkt.		
	Normalerweise wird Silizium in einem speziellen Tiegel geschmolzen und anschließend kontrolliert abgekühlt. Beim Blockguss für multikristalline Blöcke richten sich die Kristalle unterschiedlich aus. In ihren Zwischenräumen entstehen Korngrenzen, jene Unregelmäßigkeiten, die die Stromausbeute schmälern. JA Solar präpariert den Tiegelboden darum mit einer Platte aus einkristallinem Silizium als Saatkristall. Beim Abkühlen erstarrt der Halbleiter an diesem Kristall und übernimmt weitgehend dessen Orientierung. Dadurch werden effizienzschmälernde Defekte im Material vermieden. Ja Solar verkauft die Technik bereits unter dem Namen Maple, Suntech folgte kurze Zeit später mit Blackpearl-Modulen. Schott will erstmalig 2013 Quasi-Mono für seine Zellen einsetzen.	Normalerweise wird Silizium in einem speziellen Tiegel geschmolzen und anschließend kontrolliert abgekühlt. Beim Blockguss für multikristalline Blöcke richten sich die Kristalle unterschiedlich aus. In ihren Zwischenräumen entstehen sogenannte Korngrenzen, jene Unregelmäßigkeiten, die die Stromausbeute schmälern. Daher wird der Tiegelboden mit einer Platte aus einkristallinem Silizium als Saatkristall präpariert. Beim Abkühlen erstarrt der Halbleiter an diesem Kristall und übernimmt weitgehend dessen Orientierung. Dadurch werden effizienzschmälernde Defekte im Material vermieden.	12
13	Das Verbundprojekt Sunwins, an dem sich elf Firmen und 13 Institute beteiligen, arbeitet seit Februar 2011 ebenfalls an verbessertem multikristallinem Silizium. Sein Ansatz: den Blockguss so zu steuern, dass kaum noch kristallographische Defekte entstehen und weniger metallische Verunreinigungen aus den Tiegelwänden ins Material wandern. Es gebe gute Fortschritte, erklärt ISFH-Forscher Schmidt. „Wir sind guter Dinge, dass wir nach der dreijährigen Projektlaufzeit Ende 2013 Material haben werden, das an die Qualität von monokristallinem Silizium heranreicht.“		
14	Mit sinkenden Material- und Produktionskosten rückt schließlich eine Technik in den Fokus der Hersteller, an die sie sich wegen der vergleichsweise schwierigen Produktion lange nicht heranwagten: die so genannten Metal-Wrap-Through (MWT)-Zellen. Bei dem vom niederländischen Energieforschungsinstitut ECN entwickelten Ansatz werden die Stromsammelschienen intern auf die Rückseite durchgeführt. Dadurch liegen auf der Vorderseite weniger Leiterbahnen, die Licht von der Zelle fernhalten. Der Wirkungsgrad steigt, und gleichzeitig können die Module mit effizienteren Methoden gefertigt werden. Das ECN entwickelte schon vor Jahren eine multikristalline MWT-Zelle, die das Unternehmen Solland Solar zur Serienreife brachte. Nur fand sich drei Jahre lang niemand, der sie in Module einbauen wollte.	Mit sinkenden Material- und Produktionskosten rückt schließlich eine Technik in den Fokus der Hersteller, an die sie sich wegen der vergleichsweise schwierigen Produktion lange nicht heranwagten: die sogenannten Metal-Wrap-Through (MWT)-Zellen. Bei dem vom niederländischen Energieforschungsinstitut ECN entwickelten Ansatz werden die Stromsammelschienen intern auf die Rückseite durchgeführt. Dadurch liegen auf der Vorderseite weniger Leiterbahnen, die Licht von der Zelle fernhalten. Der Wirkungsgrad steigt, und gleichzeitig können die Module mit effizienteren Methoden gefertigt werden.	13
15	Jetzt geht es wieder voran. Schott Solar hat		

Abs	Neue Energie (1 / 2012)	Elektropraktiker (7 / 2012)	Abs
	zusammen mit Solland eine Pilotlinie aufgebaut, will aber vorerst nicht in die Serienfertigung einsteigen.		
	Bosch Solar, JA Solar, Kyocera und Canadian Solar schon. Letztgenannte Firma, die zwar in Kanada sitzt, aber ausschließlich in China produziert, will in diesem Jahr eine Fabrik mit 600 Megawatt Jahreskapazität errichten, die nur für diese Technik ausgelegt ist. Dort sollen dann multikristalline Module mit 16 Prozent Wirkungsgrad gefertigt werden.	Mit Bosch Solar, Ja Solar, Kyocera und Canadian Solar wollen jetzt gleich vier Firmen die neue Technik serienmäßig herstellen. Kein Wunder, denn sie ermöglicht Module mit 16 % Wirkungsgrad.	14
	Will heißen: Multikristalline dominieren den Markt auf absehbare Zeit. Wer hätte das vor 20 Jahren gedacht.	Damit stößt die multikristalline Technik in Effizienzbereiche vor, die bisher den teureren monokristallinen Modulen vorbehalten waren.	