

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	Rechnen Sie mit Altersschwäche (Sascha Rentzing, Diethard Rolink)	Modulqualität: Vorzeitige Altersschwäche (Sascha Rentzing)	
0	Solaranlagen sollen 25 Jahre lang konstant Strom erzeugen. Doch es gibt Hinweise darauf, dass einige Module an vorzeitiger Altersschwäche leiden könnten.	Solaranlagen sollen 25 Jahre lang Strom erzeugen. Wegen des derzeitigen Booms kommen Qualität und Qualitätssicherung aber zu kurz — mit negativen Auswirkungen auf Modulleistung und -lebensdauer. Bei der Dünnschicht steht die Forschung erst am Anfang.	0
1	Die Solarbranche boomt. Nicht nur die Nachfrage zieht seit Jahren stark an, auch die Zahl der Hersteller wächst überdurchschnittlich . Was die Branche nach außen hin als großen Erfolg verkauft, hat aber auch eine Kehrseite: Der Kampf um Kunden wird für die einzelnen Firmen immer schwieriger und der Druck, die Preise zu senken, steigt.	Die Solarbranche boomt. Nicht nur die Nachfrage zieht stark an, auch die Zahl der Hersteller wächst rasant . Was die Branche als grossen Erfolg verkauft, hat aber auch eine Kehrseite: Der Kampf um Kunden wird für die Firmen immer schwieriger und der Druck, die Preise zu senken, steigt.	1
2	Einige Unternehmen veranlasst dies offensichtlich dazu, dort zu sparen, wo es am wenigsten angebracht ist — nämlich bei der Qualität ihrer Produkte.	Einige Unternehmen veranlasst dies dazu, dort zu sparen, wo es am wenigsten angebracht ist — bei Qualität und Qualitätssicherung.	
	Hersteller klagen über mangelhafte Ware		
3	Eindeutige Hinweise kommen aus der Branche selbst. So klagen Hersteller von so genannten Wafern, den Zellenrohlingen, vermehrt über unreines Silizium, Zellenproduzenten über schlechte Wafer, Modulbauer über fehlerhafte Zellen — und viele Betreiber werden sich möglicherweise bald über defekte oder vorzeitig alternde Module beschweren.	Hinweise dafür kommen aus der Branche selbst. So klagen Hersteller von so genannten Wafern, den Zellenrohlingen, vermehrt über unreines Silizium, Zellenproduzenten über schlechte Wafer, Modulbauer über fehlerhafte Zellen — und viele Betreiber werden sich möglicherweise bald über defekte oder vorzeitig alternde Module beschweren.	2
4	Symptomatisch für den Qualitätsverlust in der Branche ist das Beispiel des Solarherstellers Sunways. Seit einiger Zeit beschwert sich dieser über mangelhafte Wafer, die das Unternehmen von anderen Produzenten bezieht.	Symptomatisch für den Qualitätsverlust in der Branche ist das Beispiel des Solarherstellers Sunways. Seit einiger Zeit beschwert sich die Firma über mangelhafte Wafer, die sie von anderen Produzenten bezieht.	3
5	„Vor fünf Jahren hatten wir so gut wie keinen Ausschuss, heute kommt es vor, dass wir zehn Prozent aussortieren müssen“, beklagt der Technikvorstand des Unternehmens, Roland Burkhardt. Hohe Rohstoffkosten verleiten einige Wafer-Produzenten offensichtlich dazu, hochwertiges Silizium, den Hauptbestandteil der Wafer, mit schlechtem zu mischen. Folge: Die Leistungsfähigkeit der Wafer sinkt.	«Vor fünf Jahren hatten wir so gut wie keinen Ausschuss, heute kommt es vor, dass wir zehn Prozent aussortieren müssen», klagt Sunways-Technikvorstand Roland Burkhardt. Hoher Fertigungsdruck und hohe Rohstoffkosten verleiten einige Wafer-Produzenten offensichtlich dazu, hochwertiges Silizium, den Hauptbestandteil der Wafer, mit schlechtem zu mischen. Folge ist eine schlechtere Stromausbeute der Zelle .	
6	Sunways geht nach eigenen Angaben daher auf Nummer sicher und korrigiert die Nennleistung eines Moduls vor dem Verkauf um einige Prozent nach unten . So will man seine Kunden nicht verärgern.	Sunways geht nach eigenen Angaben daher auf Nummer sicher und korrigiert die Wirkungsgrade, Massstab für die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie, um einige Prozent nach unten .	
7	Am Ende der solaren Wertschöpfungskette gibt es ebenfalls Grund zur Klage: Der Dresdner Modulbauer Solarwatt wurde zuletzt häufiger mit mangelhaften Folien zur Zellen-Einbettung		

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	beliefert. „Wir machen zwar präzise Vorgaben, was wir brauchen, aber manchmal passt die gelieferte Ware nicht zu unserem technologischen Prozess“, erklärt Dietmar Jakob, Vertriebsleiter für Deutschland.		
	Nicht alle Firmen lassen ihre Module testen		
8	Eigentlich dürfte der Kunde von dem Qualitätsverlust wenig spüren. Denn viele Hersteller lassen ihre Produkte von unabhängigen Instituten freiwillig überprüfen .	Eigentlich dürfte der Kunde von dem Qualitätsverlust wenig spüren, da viele Hersteller ihre Produkte von unabhängigen Instituten freiwillig prüfen lassen.	4
9	Dass dennoch minderwertige Produkte verkauft werden, hat vor allem zwei Gründe: „Zum einen lässt nicht jedes Unternehmen seine Ware testen“, erklärt Björn Hemmann vom Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum (solid) in Fürth. Zum anderen sind auch die Prüfungen kein Garant für 100-prozentige Sicherheit. So vergehen etwa bei der TÜV Deutschland Group zwischen der Basisprüfung eines Moduls und der Nachprüfung drei Jahre. In dieser Zeit können sich die Leistungswerte eines Moduls aber verschlechtern, etwa wenn Zellen aus unreinem Silizium verarbeitet werden.	Dass dennoch auch minderwertige Produkte verkauft werden, hat zwei Gründe: «Zum einen lässt nicht jedes Unternehmen seine Ware testen», erklärt Björn Hemmann vom Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum (Solid) in Fürth. Zum anderen sind auch die Prüfungen kein Garant für 100-prozentige Sicherheit. So vergehen etwa bei der TÜV Deutschland Group zwischen der Basisprüfung eines Moduls und der Nachprüfung drei Jahre. In dieser Zeit können sich die Leistungswerte eines Moduls typs deutlich verschlechtern, etwa wenn vermehrt Zellen aus unreinem Silizium verarbeitet werden.	
10	Viele Hersteller berücksichtigen diese Alterungseffekte (Degradation) nicht. Stattdessen verkaufen sie ihre Module mit den höheren Leistungsangaben, die durch die Basisprüfung ermittelt wurden. Folge: Die Anlage liefert nicht die versprochenen Erträge.	Viele Hersteller berücksichtigen diese qualitativen Veränderungen nicht. Stattdessen verkaufen sie ihre Module mit den höheren Leistungsangaben, die durch die Basisprüfung ermittelt wurden. Folge: Die Anlage liefert nicht die versprochenen Erträge. Seriöse Hersteller berücksichtigen hingegen diesen Alterungseffekt (Degradation) und rechnen die Wirkungsgrade sicherheitshalber herunter.	5
11	Hinzu kommt, dass die Modulalterung für viele Experten immer noch ein Buch mit sieben Siegeln ist. „Obwohl wir in den letzten Jahren viel über Degradation gelernt haben, ist es schwer vorhersagbar, wie schnell ein Modul altert“, sagt Jörg Eylert, Leiter des TÜV-Prüflabores Photovoltaik in Köln. Der Experte kennt immerhin die Hauptursachen für die Leistungsverluste:	Hinzu kommt, dass die Modulalterung immer noch ein Buch mit sieben Siegeln ist. «Obwohl wir in den letzten Jahren viel über Degradation gelernt haben, ist es schwer vorhersagbar, wie schnell ein Modul altert», sagt Jörg Eylert, Leiter des TÜV-Prüflabores Photovoltaik in Köln. Immerhin kennt der Experte die Hauptursachen für die Leistungsverluste:	6
12	<ul style="list-style-type: none"> - Ablagerungen und Schichten aus Staub und Dreck, die sich in das Glas fressen und zu dessen Ermattung führen und - physikalische Effekte in der Zelle. Zum Beispiel das gegenseitige Auslösen der Ladungsträger, die dadurch für die Solarstromerzeugung verloren gehen. 	Es sind vor allem Staub und Dreck , die sich in das Glas fressen und zu dessen Ermattung führen sowie physikalische Effekte in der Zelle.	
13	Bei Siliziummodulen wird heute daher allgemein von 0,5 % Leistungsverlust pro Jahr ausgegangen, also von 12,5 % nach 25 Jahren Betrieb. Garantiert werden dem Kunden aber in der Regel nur 80 % der Nennleistung nach 25	Bei kristallinen Siliziummodulen wird heute allgemein von einem halben Prozent Leistungsverlust pro Jahr ausgegangen, also von 12,5 Prozent nach 25 Jahren Betrieb. Garantiert werden dem Kunden in der Regel 80 Prozent der	7

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	Jahren (20 % Verlust nach 25 Jahren). Neben den Leistungseinbußen in Höhe von 12,5 % kalkulieren die Hersteller mit einem Puffer von 7,5 % für unerwartete Alterungseffekte.	Nennleistung nach 20 oder 25 Jahren. Neben den Verlusten in Höhe von 12,5 Prozent kalkulieren die Hersteller mit einem Puffer von 7,5 Prozent für unerwartete Alterungseffekte.	
14	Die Ergebnisse erster Langzeitstudien deuten darauf hin, dass dieser Puffer ausreichend groß bemessen sein könnte. So wurden unter anderem von einem Forschungszentrum der Europäischen Union (Environment and Sustainability Joint Research Centre im italienischen Ispra) kristalline Module 22 Jahre überwacht.		
15	Ergebnis nach mehr als zwei Jahrzehnten: Im Mittel hatten die Solarstromanlagen etwa 6 % ihrer Anfangsleistung verloren.		
16	Allerdings waren nur gewöhnliche Hausdachanlagen unter den Testkandidaten.		
	Was aber passiert, wenn die Module hohen Ammoniak- und Staubbelastungen auf Dächern in der Landwirtschaft ausgesetzt sind?	Was aber passiert, wenn die Module besonderen Belastungen ausgesetzt sind, etwa Ammoniak oder viel Staub in der Landwirtschaft?	8
	Ammoniak – die unbekannte Größe		
17	Keiner kann derzeit darauf eine verlässliche Antwort geben. Nicht einmal in den herkömmlichen Modultests wird dieser Faktor berücksichtigt. Ulrike Jahn beschäftigt sich beim TÜV-Rheinland mit dem Thema und berichtet: „Es gibt keine 100-prozentigen Hinweise darauf, dass Ammoniak die Module schädigt. Aber ausschließen können wir es auch nicht.“	Bislang kann keiner darauf eine verlässliche Antwort geben.	
18	So hat Jahn durch einen Vergleich von Solarstromanlagen eher zufällig festgestellt, dass Module auf landwirtschaftlichen Dächern oft einen schlechteren Ertrag liefern als solche, die auf Wohnhäusern installiert wurden. Ob dieses Phänomen aber auf eine starke Ammoniakbelastung zurückzuführen ist, wisse man noch nicht. Der TÜV-Rheinland will künftig jedoch verstärkt die Auswirkungen von Ammoniak auf Solarstrom-Module und deren Komponenten erforschen.		
19	Auch das Testzentrum „Technik und Betriebsmittel“ der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) entwickelt ein Testverfahren, das die besonderen Bedingungen der Solarstromproduktion auf landwirtschaftlichen Dächern berücksichtigt. Ende 2008 soll das Projekt starten.	Das Testzentrum «Technik und Betriebsmittel» der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) entwickelt daher ein Testverfahren, das die besonderen Bedingungen der Solarstromproduktion auf landwirtschaftlichen Dächern berücksichtigen soll.	
20	Solange wie dieser Punkt noch nicht endgültig geklärt ist, rät der Energieberater Stefan Blome von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: „Wer eine Solarstromanlage installieren will, sollte sich zuvor sein Dach genau anschauen und möglichst dort, wo sich viel Staub ablagert, keine Module anbringen.“ Vor allem		

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	<p>Schornsteine sollten weiträumig umbaut werden. Zudem sollten genügend Wartungsgänge eingeplant werden. So könne man die Anlage später gut reinigen, wenn sich doch vermehrt Dreck auf den Modulen ablagert. Von Inndachanlagen, bei denen die Module die Dachhaut ersetzen, rät er auf landwirtschaftlichen Gebäuden ganz ab. Die Anlage sei nämlich dann der staubhaltigen und feuchten Luft in den Ställen direkt ausgesetzt.</p>		
		Und bei Dünnschichtanlagen?	
21	<p>Das Thema vorzeitige Modulalterung könnte die Solarbranche künftig noch aus anderen Gründen beschäftigen. So steigt die Nachfrage nach Dünnschichtsolaranlagen derzeit stark. Im Vergleich mit herkömmlichen Siliziummodulen sind sie nämlich teilweise um bis zu 200 € günstiger, da sie mit weniger oder sogar ganz ohne das teure Silizium auskommen. Nur, was taugen sie?</p>	<p>Das Thema vorzeitige Modulalterung könnte die Solarbranche künftig noch aus anderen Gründen beschäftigen. So steigt die Nachfrage nach Dünnschichtsolaranlagen wegen ihres geringen Preises derzeit stark.</p>	9
22	<p>Auch diese Frage ist schwer zu beantworten, da noch keine Langzeiterfahrungen für diese Typen vorliegen. Einen weiteren Grund nennt Dieter Geyer, Leiter des Testzentrums für solare Dünnschicht-Module im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Stuttgart: „Wir haben das physikalische Verhalten der Dünnschicht noch nicht ganz verstanden.“</p>	<p>Was sie taugen, ist aber schwer zu beantworten, denn Langzeiterfahrungen wie bei kristallinen Modulen gibt es bei diesen Anlagen noch nicht. Einen weiteren Grund nennt Dieter Geyer, Leiter des Testzentrums für solare Dünnschicht-Module im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Stuttgart: «Wir haben das physikalische Verhalten der Dünnschicht noch nicht ganz verstanden.»</p>	
	<p>Bei dieser Technologie ist die Bestimmung von Leistung und elektrischem Verhalten nämlich kniffliger als bei Siliziummodulen. Bei Dünnschichtmodulen aus amorphem Silizium beispielsweise wird davon ausgegangen, dass sie in den ersten 1 000 Sonnenstunden rund 20 % ihrer Leistung verlieren. Doch in einem stabilen Zustand und bereit zur endgültigen Leistungsvermessung für den Verkauf sind sie dann noch nicht.</p>	<p>Bei den Dünnschichttechnologien ist die Bestimmung von Leistung und elektrischem Verhalten schwieriger als bei kristallinen Modulen. Bei Modulen aus amorphem Silizium zum Beispiel wird davon ausgegangen, dass sie in den ersten 1000 Sonnenstunden rund 20 Prozent ihrer Leistung verlieren. Doch in einem stabilen Zustand und bereit zur endgültigen Leistungsvermessung sind sie dann noch nicht.</p>	10
23	<p>Zum einen geht die Alterung in amorphem Silizium nach 1 000 Stunden verlangsamt weiter, zum anderen macht es bei Kälte schlapp, während es bei Wärme mehr Licht in Strom umwandelt.</p>	<p>Zum einen geht die Alterung in amorphem Material nach 1000 Stunden verlangsamt weiter, zum anderen macht es bei Kälte schlapp, während es mit steigenden Temperaturen mehr Licht in Strom umwandelt.</p>	
24	<p>„Im Sommer erreichen amorphe Siliziummodule daher eine vergleichsweise hohe Nennleistung. Bestimmt man ihre Leistung dann, werden möglicherweise zu hohe Ertragserwartungen geweckt“, sagt Hans-Dieter Mohring, Leiter der Abteilung „Module - Systeme - Anwendungen“ im ZSW. Einziger Ausweg aus dem Dilemma: Die Branche führt einheitliche Messstandards ein. Doch darauf konnte man sich bislang nicht einigen.</p>	<p>«Im Sommer erreichen amorphe Siliziummodule daher eine vergleichsweise hohe Nennleistung. Bestimmt man ihre Leistung dann, werden möglicherweise zu hohe Ertragserwartungen geweckt, sagt Hans-Dieter Mohring, Leiter der Abteilung «Module - Systeme -Anwendungen» im ZSW. Einziger Ausweg aus dem Dilemma: Die Branche führt einheitliche Messstandards ein. Doch darauf konnte man sich bislang nicht einigen.</p>	
25	<p>Ebenso schwer lässt sich der Alterungsprozess</p>	<p>Ebenso schwer lässt sich der Alterungsprozess</p>	11

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	<p>von Dünnschichtmodulen aus Kupfer in Verbindung mit Indium, Gallium, Selen oder Schwefel (CIS) sowie Cadmiumtellurid (CdTe) prognostizieren. Anders als bei amorphen Siliziummodulen steigt die Leistung zum Beispiel bei CIS-Modulen bei Lichtbehandlung zunächst an, sie können aber durch eine Dunkelphase elektrisch instabil werden und erheblich an Leistung verlieren.</p>	<p>von Modulen aus Kupfer in Verbindung mit Indium, Gallium, Selen oder Schwefel (CIS) sowie Cadmiumtellurid (CdTe) prognostizieren. Anders als bei amorphen Siliziummodulen steigt die Leistung zum Beispiel bei CIS-Modulen bei Lichtbehandlung zunächst an, sie können aber durch eine Dunkelphase elektrisch instabil werden und erheblich an Leistung verlieren. Es ist also schwierig, für diese Modultypen eine einheitliche Messroutine zu etablieren.</p>	
	<p>„Wenn ihnen ein Hersteller heute ein CIS-Modul mit einer Nennleistung von 110 Watt verkauft, kann es sein, dass es tatsächlich nur 100 Watt oder aber 125 Watt bringt“, schildert ZSW-Forscher Geyer das Problem.</p>	<p>«Wenn ihnen ein Hersteller heute ein CIS-Modul mit einer Nennleistung von 110 Watt verkauft, kann es sein, dass es tatsächlich nur 100 Watt oder aber 125 Watt bringt», schildert ZSW-Forscher Geyer das Problem.</p>	
		<p>Kritische Jahre stehen noch bevor</p>	
26	<p>Gerade weil die Modulalterung bei Dünnschichtmodulen mit Unsicherheiten verbunden ist, raten Experten: Wer auf Nummer sicher gehen will, setzt auf kristalline Module. Diejenigen, die sich dennoch für Dünnschichtmodule entscheiden, sollten mindestens mit 1 % Modulalterung pro Jahr kalkulieren, rät Blome.</p>	<p>Noch kommt die Solarindustrie mit ihren vagen Leistungsangaben beim Kunden durch. Die Photovoltaik liegt im Trend und Solaranlagen sind heiss begehrt — in solchen Boomzeiten wird selten nach möglichen Schwächen im Alter gefragt. Zumal es bislang kaum schlechte Nachrichten über vorzeitig alternde Anlagen gibt, denn die ersten grossen Solarkraftwerke sind bislang noch nicht in die kritischen Jahre gekommen.</p>	12
27	<p>Stefan Braun vom Maschinenring Schwäbisch-Hall in Ilshofen, Baden-Württemberg, geht noch einen Schritt weiter. Wegen der Unsicherheiten rät der Solarfachmann nur dann zum Kauf von Dünnschichtmodulen, wenn diese mindestens 400 € günstiger sind als kristalline. Sonst sei das Risiko zu groß.</p>	<p>Doch es spricht einiges dafür, dass künftig nicht nur Preis und Leistungsfähigkeit, sondern auch die Robustheit von Modulen ein entscheidendes Auswahlkriterium sein wird. Experten sehen den Solarmarkt vor dem Wandel vom Anbieter- zum Käufermarkt. Möglicherweise werden 80-prozentige Leistungsgarantien dann nicht mehr reichen.</p>	
28	<p>Der Energieberater Blome empfiehlt außerdem, Solarstromanlagen stetig zu überwachen (siehe Kasten auf Seite 149). Nur so könne rechtzeitig erkannt werden, ob die Anlage Leistung verliert oder ein Modul defekt ist. Wichtig ist aus seiner Sicht auch, auf die gängigen Tests und Prüfsiegel für Solaranlagen zu achten (siehe Kasten auf der Seite 146). Auch wenn diese nicht für eine 100-prozentige Sicherheit bürgen können, auf sie zu verzichten sei dennoch fatal. Denn Hersteller, die nichts zu verbergen haben, scheuen nicht die Kontrolle durch Dritte.</p>	<p>Ebenso wenig werden sich potenzielle Investoren künftig mit Ertragseschätzungen abspesen lassen; sie werden genau wissen wollen, welches die Alterungsrisiken sind und wie sie sich konkret auswirken. Vor allem den Dünnschichtanbietern könnten dadurch in Post-Boomzeiten grosse Absatzprobleme entstehen.</p>	
	<p>Wir halten fest</p>		
29	<p>Nach wie vor ist das Thema „Modulalterung“ nicht in allen Einzelheiten geklärt. Hinzu kommt das lückenhafte Wissen über die Auswirkungen von Ammoniak auf Solaranlagen und die bislang wenig erforschten Dünnschichtmodule.</p>		
30	<p>Kalkulieren Sie deshalb genügend Leistungsverlust über die Jahre mit ein. Für</p>		

Abs	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (SSES) (2 / 2009)	Abs
	Dünnschichtmodule sollten Sie mindestens 1 % pro Jahr ansetzen. Bei kristallinen Produkten sind rund 0,8 % pro Jahr zu veranschlagen (20 % auf 25 Jahre).		
31	Achten Sie auch darauf, dass Ihr Modul die gängigen Prüfsiegel trägt und überwachen Sie regelmäßig den Ertrag Ihrer Anlage. Dächer, die stark verstauben, sollten möglichst gemieden werden. Schornsteine sollten weiträumig umbaut werden. Denken Sie außerdem an ausreichend Platz für Wartungsgänge, um später die Anlage leichter reinigen zu können.		