

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	Vorzeitige Altersschwäche (Sascha Rentzing)	<u>Rechnen Sie mit Altersschwäche</u> (Sascha Rentzing, Diethard Rolink)	Modulqualität: Vorzeitige Altersschwäche (Sascha Rentzing)	
0	Solarmodule sollen 25 Jahre lang mit möglichst konstanter Leistung Strom erzeugen.	Solaranlagen sollen 25 Jahre lang konstant Strom erzeugen.	Solaranlagen sollen 25 Jahre lang Strom erzeugen.	0
	Wegen des derzeitigen Booms kommen Qualität und Qualitätssicherung aber auf allen Wertschöpfungsstufen zu kurz - mit negativen Folgen für Pannelleistung und -lebensdauer. Bei der Dünnschicht steht die Forschung erst am Anfang.	Doch es gibt Hinweise darauf, dass einige Module an vorzeitiger Altersschwäche leiden könnten.	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.	
1	Das Vorhaben der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) klingt sehr speziell: Die Organisation will untersuchen, ob und wie stark sich tierische Ammoniakdämpfe, wie sie etwa in Schweinemastbetrieben auftreten, in Gläser und Anschlüsse von Photovoltaik(PV)-Anlagen fressen. Noch werde diese Frage in den international genormten Testverfahren nicht betrachtet, sagt Winfried Gramatte, im DLG-Prüflabor zuständig für erneuerbare Energien. Dabei gebe es Hinweise, dass Module durch Geruchs- und Ammoniakemissionen schneller altern.			
2	Seine Gesellschaft hat kürzlich 220.000 Euro in einen neuen Versuchsstand, eine Art Zeitmaschine, investiert, auf dem Module in einer Ammoniakatmosphäre schnellen Temperatur- und Klimaschwankungen ausgesetzt werden. So wollen die DLG-Prüfer den Alterungsprozess, die sogenannte Degradation, bei landwirtschaftlichen Lichtsammlern simulieren. Ende 2008 soll das Projekt starten, das Know-how wolle man den Prüfinstituten und PV-Herstellern anbieten, erklärt Gramatte das Ziel.			
	Ätzende Schweinegase			
3	Die Solarbranche zeigt an dem Projekt bislang			

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	wenig Interesse: Es gebe keine konkreten Fälle von Ammoniakkorrosion, heißt es auf Anfrage bei Unternehmen und Maschinenring, über die viele Landwirte ihre Solaranlagen beziehen.			
4	Doch es könnte ein Bauernaufstand ausbrechen, wenn die ersten Landkraftwerke in die Jahre kommen. Allein in den vergangenen vier Jahren installierten die Agrarier nach Expertenschätzungen hierzulande über 1.500 Megawatt (MW) Solarstromleistung — weit mehr als jede andere Kundengruppe. Selbst wenn nur ein Bruchteil dieser Anlagen auffällig wird, drohen der Solarbranche enorme Regressforderungen und ein erheblicher Akzeptanzverlust.			
5	Das Thema vorzeitige Modulalterung dürfte die Unternehmen künftig noch aus anderen Gründen beschäftigen. So steigt die Nachfrage nach Dünnschicht-Solaranlagen derzeit stark, da sie weniger kosten als konventionelle Siliziummodule (neue energie 6/2008). Ob die neuen Technologien aber auch nach Jahren noch volle Leistung bringen, ist ungewiss. Die Leistungsversprechen der Hersteller basierten weniger auf Wissen als vielmehr auf Schätzungen, warnen Experten. „Wir haben das physikalische Verhalten der Dünnschicht noch nicht ganz verstanden“, sagt Dieter Geyer, Leiter des Testzentrums für solare Dünnschicht-Module im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZWS) in Stuttgart.			
6	Auch die Tatsache, dass in Zeiten von Nachfrageboom und Massenproduktion Qualität und Qualitätssicherung oft zu kurz kommen, birgt Gefahren.	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	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

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
		Druck, die Preise zu senken, steigt.		
		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		2
	Ingot- und Waferhersteller klagen über unreines Silizium, Zellenproduzenten über schlechte Wafer, Modulbauer über fehlerhafte Zellen. Eine Reihe von Betreibern wird sich in einigen Jahren möglicherweise über vorzeitig alternde Lichtsammler und Mindererträge beschweren. Die Vorwürfe von Brancheninsidern wiegen schwer: Für viele Hersteller zählten Qualitätsstandards in Boomzeiten nichts mehr, manchmal würden minderwertige Bauteile sogar wissentlich durch die Produktion gewunken, um Prozesse in Gang und Kosten gering zu halten. Die Kritik richtet sich dabei nicht nur gegen die üblichen Verdächtigen – Neueinsteiger und Firmen aus Fernost –, sondern auch gegen Branchengrößen in Europa, Japan und den USA.	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.	
	Jeder zehnte Wafer schadhaf			
7	Solarhersteller Sunways zum Beispiel hat seit einiger Zeit Probleme mit der Qualität der Wafer, die ihm geliefert werden. »Vor fünf Jahren hatten wir so gut wie keinen Ausschuss, heute kommt es vor, dass wir zehn Prozent aussortieren müssen«, sagt Vorstandschef Roland Burkhardt.	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
	Die Ursache liege bei den Ingotherstellern, die in Zeiten von Rohstoffknappheit und hohen Fertigungsdrucks nicht ausschließlich hochwertiges Silizium verwendeten, sondern oft unterschiedliche Qualitäten vermischten. Produktionsergebnis seien dann niederohmige Wafer, die stärker degradierten als gute, hochohmige Ware.	„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	«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	

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
		schlechtem zu mischen. Folge: Die Leistungsfähigkeit der Wafer sinkt.	Wafer, mit schlechtem zu mischen. Folge ist eine schlechtere Stromausbeute der Zelle.	
8	Um Kunden nicht zu verärgern, geht Sunways bei den Leistungswerten seiner Module daher auf Nummer sicher: Vor deren Auslieferung würden ihre Wirkungsgrade ermittelt und um einige Prozent nach unten korrigiert, sagt Burkhardt.	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.	
9	Am Ende der solaren Wertschöpfungskette gibt es ebenfalls Grund zur Klage: Der Dresdner Modulbauer Solarwatt wurde zuletzt häufiger mit mangelhaften sogenannten Ethylvinylacetat(EVA)-Folien zur Zellen-Einbettung beliefen. „Wir machen zwar präzise Vorgaben, was wir brauchen, aber manchmal passt die gelieferte Ware nicht zu unserem technologischen Prozess“, erklärt Dietmar Jakob, Vertriebsleiter für den deutschsprachigen Raum.	Am Ende der solaren Wertschöpfungskette gibt es ebenfalls Grund zur Klage: Der Dresdner Modulbauer Solarwatt wurde zuletzt häufiger mit mangelhaften Folien zur Zellen-Einbettung 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.		
10	Bei den hohen internationalen Prüfanforderungen ist es nur schwer verständlich, dass es minderwertige Module bis auf die Dächer schaffen: Sie sollen mindestens 25 Jahre lang halten — entsprechend hart sind die Alterungstests.	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
	Als besonders hohe Hürde gilt der Feuchte-Hitze-Test, bei dem Module über einen Monat lang 85 Prozent Luftfeuchtigkeit und 85 Grad Celsius Hitze ausgesetzt werden. Verliert ein Panel dabei mehr als fünf Prozent Leistung, fällt es durch. Besteht es, folgt der Stresstest mit 200 Temperaturzyklen. Zwischen den Testläufen werden die Panels Sicht-, Leistungs- und Isolationsprüfungen unterzogen. Nur Module, die alle Prozeduren schadlos überstehen, erhalten ein Zertifikat.	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 Modultyps deutlich verschlechtern, etwa wenn vermehrt Zellen aus unreinem Silizium verarbeitet werden.	
11	Dennoch werden nicht durchweg langlebige	Viele Hersteller berücksichtigen diese	Viele Hersteller berücksichtigen diese qualitativen	5

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	Premiumprodukte verkauft. So vergehen etwa bei der TÜV Deutschland Group zwischen Basiszertifizierung und dem sogenannten Reaudit, der Modulnachprüfung, drei Jahre. In dieser Zeit können sich die Leistungswerte eines Modultyps deutlich verschlechtern, etwa wenn vermehrt Zellen aus unreinem Silizium verarbeitet werden. Nicht alle Hersteller, so wird kolportiert, rechnen die Modulwirkungsgrade dann runter und berücksichtigen den Degradationseffekt stärker.	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.	Veränderungen nicht. Stattdessen verkauften 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.	
	Viele unbekannte Größen			
12	Außerdem können die gängigen Tests die realen „Lebensbedingungen“ der Module unter der Sonne nicht genau simulieren. So kann es sein, dass ein Modul auf dem Prüfstand Top-Leistungen bringt, aber in freier Wildbahn schwächelt.	Hinzu kommt, dass die Modulalterung für viele Experten immer noch ein Buch mit sieben Siegeln ist.	Hinzu kommt, dass die Modulalterung immer noch ein Buch mit sieben Siegeln ist.	6
	»Obwohl wir in den letzten Jahren viel über Degradation gelernt haben, ist es schwer vorhersagbar, wie schnell ein Modul altert“, resümiert Jörg Eylert, Leiter des TÜV-Prüflabors Photovoltaik. Immerhin sind den Testern die wesentlichen Ursachen für Leistungsverluste bekannt: Ablagerungen und Fremdschichten wie Staub und Dreck, die sich in das Glas fressen und zu dessen Ermattung führen können, sowie physikalische Effekte in der Zelle wie zum Beispiel irreversible Rekombinationsvorgänge, also das gegenseitige Auslöschen der Ladungsträger, die dadurch für die Solarstromerzeugung verloren gehen.	„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:	„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:	
13	Wegen der Lücken in der Altersforschung haben sich Wissenschaftler und Unternehmen auf eine einfache Sprachregelung verständigt:	<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 Auslöschen der Ladungsträger, die dadurch für die Solar- 	Es sind vor allem Staub und Dreck, die sich in das Glas fressen und zu dessen Ermattung führen sowie physikalische Effekte in der Zelle.	

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
		stromerzeugung verloren gehen.		
	Bei kristallinen Siliziummodulen wird heute allgemein von einem halben Prozent Leistungsverlust pro Jahr ausgegangen, also von 12,5 Prozent nach 25 Jahren Betrieb. Aus dieser vagen Annahme erklären sich auch die Leistungszusagen der Hersteller. Das Gros garantiert, dass bei gegebener definierter Solareinstrahlung nach 20 oder 25 Jahren noch 80 Prozent der Nennleistung eines neuen Moduls erreicht werden.	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 Jahren (20 % Verlust nach 25 Jahren).	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 Nennleistung nach 20 oder 25 Jahren.	7
	Bei der Differenz von 7,5 Prozent handelt es sich um Sicherheitsabschläge, die die Anbieter wegen möglicher unerwarteter Alterungseffekte mit einplanen.	Neben den Leistungseinbußen in Höhe von 12,5 % kalkulieren die Hersteller mit einem Puffer von 7,5 % für unerwartete Alterungseffekte.	Neben den Verlusten in Höhe von 12,5 Prozent kalkulieren die Hersteller mit einem Puffer von 7,5 Prozent für unerwartete Alterungseffekte.	
		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.		
		Ergebnis nach mehr als zwei Jahrzehnten: Im Mittel hatten die Solarstromanlagen etwa 6 % ihrer Anfangsleistung verloren.		
		Allerdings waren nur gewöhnliche Hausdachanlagen unter den Testkandidaten.		
14	Genau diese unbekanntes Größen bergen aber große Gefahren. Niemand kann zum Beispiel heute sagen, ob Schweinegase Module nicht fast gänzlich funktionsunfähig machen können. Ebenfalls unklar ist, welche physikalischen Prozesse im Laufe der Jahre in direkt gereinigtem metallurgischen Silizium ablaufen. Einige Hersteller wie Q-Cells planen langfristig mit diesem neuartigen Sonnenstoff, da er deutlich günstiger herzustellen ist als	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

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	Standardsilizium, aber dennoch gute Zelleffizienzen von 14 bis 16 Prozent verspricht (neue energie 5/2008).			
		<p>Ammoniak – die unbekannte Größe</p> <p>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.“</p>	Bislang kann keiner darauf eine verlässliche Antwort geben.	
		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.		
		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.	
		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 Schornsteine sollten		

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
		<p>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>		
	Unbekannte dünne Schichten		Und bei Dünnschichtanlagen?	
		<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
		<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>	
15	<p>Bei den Dünnschichttechnologien ist die Bestimmung von Leistung und elektrischem Verhalten noch kniffliger als bei kristallinen Modulen. Bei Panels aus amorphem Silizium zum Beispiel wird gemeinhin davon ausgegangen, dass sie in den ersten 1.000 Sonnenstunden rund 20 Prozent ihrer Leistung verlieren. Doch in einem stabilen Zustand und bereit zur Leistungsvermessung sind sie dann noch nicht.</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

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	<p>Zum einen geht die Degradation in amorphem Material nach 1.000 Stunden verlangsamt weiter, zum anderen macht es bei Kälte schlapp, während es mit steigenden Temperaturen mehr Licht in Strom umwandelt.</p>	<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>	
	<p>Die Wankelmütigkeit amorpher Module bereitet Forschern und Firmen große Schwierigkeiten, da sich der günstigste Zeitpunkt für eine Charakterisierung nur schwer bestimmen lässt. Wird im falschen Moment gemessen und eine zu hohe Nennleistung ermittelt, werden beim Kunden möglicherweise zu hohe Ertragserwartungen geweckt.</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>	<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>	
16	<p>Noch ärgerlicher wäre es, wenn unvorhersehbare oder bislang unbekannte Altersbeschwerden hinzukommen. Das ist nicht ausgeschlossen: Amorphes Silizium wird heute immer häufiger mit mikrokristallinem Silizium in sogenannten Tandem- oder Triplezellen eingesetzt. Dieser Materialmix lässt höhere Wirkungsgrade erwarten als Singlezellen. Doch wie lange ergänzen sich die Materialien wirkungsvoll? Diese Frage lässt sich derzeit nicht eindeutig beantworten.</p>			
17	<p>Ebenso schwer lässt sich der Alterungsprozess 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. Je nachdem, um welche CIS-Technologie es sich handelt, sind diese Effekte stärker oder weniger stark ausgeprägt. Hinzu kommt, dass alle CIS-Module unter</p>	<p>Ebenso schwer lässt sich der Alterungsprozess 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>Ebenso schwer lässt sich der Alterungsprozess 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.</p>	11

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
	Sonnenlicht besser abschneiden als im Labor.			
	Es ist also schwierig, dem Material beizukommen und dafür eine einheitliche Messroutine zu etablieren.		Es ist also schwierig, für diese Modultypen eine einheitliche Messroutine zu etablieren.	
	„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-Mann Geyer das Problem.	„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.	„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.	
	Arbeit an besseren Tests		Kritische Jahre stehen noch bevor	
18	Noch kommt die Solarindustrie mit ihren vagen Leistungsangaben beim Kunden durch. 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, weil die ersten großen Solarkraftwerke bislang nicht in die kritischen Jahre gekommen sind.	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.	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.	12
	Doch es spricht einiges dafür, dass künftig nicht nur Preis und Leistungsfähigkeit, sondern auch die Robustheit von Modulen ein entscheidendes Auswahlkriterium sein werden. Nicht wenige Experten sehen den Solarmarkt vor dem Wandel vom Anbieter-zum Käufermarkt. Möglicherweise werden 80-prozentige Leistungsgarantien dann nicht mehr reichen.	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.	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.	
	Ebenso wenig werden sich potenzielle Investoren künftig mit Ertragsschätzungen abspeisen lassen; sie werden genau wissen wollen, welches die Alterungsrisiken sind und wie sie sich konkret auswirken. Vor allem Dünnschichtanbietern könnten dadurch in Post-Boomzeiten große Absatzprobleme entstehen.	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 ver-	Ebenso wenig werden sich potenzielle Investoren künftig mit Ertragsschätzungen abspeisen 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.	

Abs	Neue Energie (9 / 2008)	Top Agrar (1 / 2009)	Erneuerbare Energien (2 / 2009)	Abs
		zichten sei dennoch fatal. Denn Hersteller, die nichts zu verbergen haben, scheuen nicht die Kontrolle durch Dritte.		
		Wir halten fest		
19	Aber das Bewusstsein bei Forschern wie Herstellern wandelt sich: Lange klein geredet, wird Degradation für die Solarbranche immer mehr ein Thema. Das vom Bundesumweltministerium geförderte Projekt „Zuverlässigkeit von PV-Modulen“ ist dafür ein Beleg.	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.		
	Um die Modulalterung künftig besser simulieren zu können, haben das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme und der TÜV mit Beteiligung deutscher Solarhersteller Module in den unterschiedlichsten Gegenden der Welt aufgestellt.	Kalkulieren Sie deshalb genügend Leistungsverlust über die Jahre mit ein. Für Dünnschichtmodule sollten Sie mindestens 1 % pro Jahr ansetzen. Bei kristallinen Produkten sind rund 0,8 % pro Jahr zu veranschlagen (20 % auf 25 Jahre).		
	So wollen die Institute verstehen, wie sie sich in unterschiedlichen Klimaten verhalten. Aus den Messergebnissen sollen dann Labortests entwickelt werden, die über bisherige Standards hinausgehen. Auch die DLG könnten mit ihrem Ammoniak-Projekt künftige Enttäuschungen vermeiden helfen. Allerdings wird sie bislang kaum beachtet.	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.		