

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	Konkurrenz auf dem DACH (Sascha Rentzing)	Heizen mit Sonnenstrom (Sascha Rentzing)	
0	Dank großzügiger Förderung lohnt es sich mittlerweile, mit Photovoltaikstrom zu heizen. Dabei ist Solarthermie energetisch sinnvoller.	Photovoltaik Solarstrom vom eigenen Dach zur Gewinnung von Wärme oder Kälte nutzen – dank sinkender Modulpreise kann sich das lohnen.	0
		Starker Zubau – sinkende Preise	
1	Als die Europäische Vereinigung der Photovoltaikindustrie Anfang des Jahres ihre neuesten Marktzahlen vorstellte, war die Fachwelt baff:	Als die Europäische Vereinigung der Photovoltaikindustrie (EPIA) Anfang des Jahres 2012 ihre neuesten Weltmarkt-Zahlen vorstellte, war die Fachwelt baff . Nach dem Boom 2010 stieg der globale Zubau an Photovoltaik-Anlagen 2011 erneut um zwei Drittel auf 28.000 Megawatt installierte Leistung. Und das, obwohl viele Länder mit Einspeisevergütung ihre Fördertarife für Solarstrom deutlich reduziert haben. Offensichtlich fruchteten die massiven Rabatte der Industrie.	*
	Innerhalb eines Jahres senkten die Hersteller ihre Preise um durchschnittlich ein Drittel auf 2000 Euro pro Kilowatt. Damit kommt Sonnenstrom nun auch für Anwendungen infrage, die früher geradezu absurd erschienen – zum Beispiel für die Erzeugung von Wärme.	Innerhalb eines Jahres senkte sie den Preis für Solaranlagen um durchschnittlich ein Drittel auf 2.000 Euro pro Kilowatt. (sr)	
2	Energiebewussten Zeitgenossen galt das Verheizen von Strom lange Zeit als Unding. Schließlich ist Elektrizität als edelste und vielseitigste Form von Energie viel zu schade, um in schöne Wärme umgesetzt zu werden. Doch rein wirtschaftlich betrachtet, sieht die Sache anders aus:	Mit sinkenden Preisen ist Photovoltaik auch für die Wärmegegewinnung interessant geworden.	1
	„Wenn die Kosten weiter fallen wie zuletzt, wird Solarstrom in vier bis fünf Jahren nur noch elf bis zwölf Cent pro Kilowattstunde kosten und dann direkt mit Öl für die Heizung konkurrieren“, prognostiziert Volker Quaschnig, Professor für regenerative Energien und Solarenergie in Berlin.	„Wenn die Kosten weiter fallen wie zuletzt, wird Solarstrom in vier bis fünf Jahren nur noch 11 bis 12 Cent kosten und dann direkt mit Öl für die fossile Heizung konkurrieren“, prognostiziert der Elektrotechniker Volker Quaschnig, Professor für regenerative Energien und Solarenergie in Berlin.	
3	Schon heute können Privatleute ihr Warmwasser unter bestimmten Bedingungen preiswerter per Photovoltaik erzeugen als mit herkömmlichen Sonnenkollektoren, wie die Fachzeitschrift „Photon“ berechnet hat. Wenn der Sonnenstrom eine Wärmepumpe antreibt, lässt sich die Kilowattstunde (kWh) Wärme demnach bereits für fünf bis sieben Cent erzeugen.	Die Fachzeitschrift Photon hat berechnet, dass sich Warmwasser für den Hausgebrauch mit Photovoltaik bereits günstiger erzeugen lässt als mit Solarthermie.	2
	Klassische Solarthermieanlagen hingegen produzieren Warmwasser für acht bis zwölf Cent pro kWh.	Herkömmliche thermische Solarkollektoren auf dem Dach liefern die Kilowattstunde Wärme laut Photon für 8 bis 12 Cent. Solarzellen in Verbindung mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe liefern bei heutigen solaren Stromgestehungskosten typischer Hausdachanlagen von 19,5 Cent pro kWh die Kilowattstunde Wärme bereits für 5 bis 7 Cent. Der Strom von einer Dachanlage kann auch mittels einer Heizpatrone direkt zum Aufheizen des Warmwasserspeichers genutzt werden.	
	„Damit amortisiert sich das Photovoltaik-System schon nach zwölf Jahren“, sagt Christoph Podewils, stellvertretender Chefredakteur von „Photon“. Solarthermieanlagen rechnen sich hingegen meist erst gegen Ende ihrer rund 20-jährigen Lebensdauer.	So eine Lösung ist kostengünstiger und amortisiert sich nach der Photon-Rechnung schneller als die Wärmepumpen-Anlage, allerdings ist der solare Deckungsgrad geringer.	
4	Eine Wärmepumpe verwertet den Solarstrom sehr effizient, weil sie ihn nutzt, um der Umgebung Wärme zu entziehen. Aus einem Kilowatt elektrischer	Das Interessante an der Photovoltaik-Wärmepumpen-Kombination ist, dass sie den Solarstrom sehr effizient nutzt. Eine Kilowattstunde	3

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	<p>Antriebsleistung kann sie so drei bis vier Kilowatt Wärme erzeugen (siehe TR 2/2008, S. 68). Selbst wenn eine Art Tauchsieder den Photovoltaik-Strom direkt zum Erhitzen von Wasser verwendet, kann sich das rechnen: Dann entfällt zwar der Effizienzhebel der Wärmepumpe, aber dafür muss der Bauherr auch viel weniger investieren. Wirtschaftlich gesehen ist diese energetisch ungünstige Lösung deshalb sogar die attraktivere: Laut „Photon“ verkürzt sich die Amortisationszeit der PV-Anlage dadurch um weitere zwei auf rund zehn Jahre. Der entscheidende Pluspunkt für die Photovoltaik ist aber: Wenn es keinen Bedarf an Wärme gibt, kann der Sonnenstrom das ganze Jahr über für knapp 20 Cent pro kWh ins Netz eingespeist werden. Die überschüssige Wärme einer Solarthermieanlage lässt sich bisher hingegen kaum nutzen.</p>	<p>Strom reicht der Wärmepumpe als Antriebsenergie aus, um aus der Energie in der Luft oder im Erdreich drei bis vier Kilowattstunden Wärme bereitzustellen. Der entscheidende Vorteil der Photovoltaik-Lösung ist allerdings, dass nicht für die Wärmeerzeugung benötigter Solarstrom nach den Richtlinien des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) entweder ins Netz eingespeist oder selbst anderweitig verbraucht werden kann. Beim Eigenverbrauch spart der Hausbesitzer den Stromeinkauf beim örtlichen Versorger. „Damit amortisiert sich das System schon nach zwölf Jahren“, sagt Christoph Podewils, stellvertretender Chefredakteur von Photon. Eine Solarthermieanlage hingegen produziert nur so lange, bis der Warmwasserspeicher aufgeheizt ist. Die Sonnenenergie, die dann noch auf das Dach gelangt, geht ungenutzt verloren. Viele Anlagen rechnen sich daher erst am Ende ihrer 20-jährigen Lebenszeit.</p>	
5	<p>Erste Komplettsysteme aus Wärmepumpe, Warmwasserspeicher, Solarmodulen und Wechselrichter kommen gerade auf den Markt. Der Münchener Hersteller Centrosolar beispielsweise bietet ein solches Paket unter dem Namen „Cenpac plus“ mit drei bis fünf kW elektrischer Spitzenleistung an. Die Pumpe nutzt die Wärme der Umgebungsluft, der dazu nötige Wärmetauscher ist im Gerät integriert.</p>	<p>Erste Systeme marktreif</p> <p>Die Industrie wittert einen neuen Massenmarkt und bringt derzeit die ersten photovoltaischen Wärmesysteme auf den Markt. Centrosolar zum Beispiel bietet Wärmepumpen mit integriertem Speicher zur Kombination mit Solarmodulen und Wechselrichtern als Komplettsysteme mit 3 bis 5 kW Leistung an.</p>	4
	<p>Ein Energiemanagementsystem regelt, wann der Solarstrom die Wärmepumpe und wann er andere elektrische Geräte betreiben soll, erklärt Produktingenieur Sebastian Voigt. „So maximieren wir den lukrativen Eigenverbrauch.“</p>	<p>Ein Energiemanagementsystem regelt, wann der Solarstrom die Wärmepumpe und andere elektrische Geräte betreiben soll, erklärt Produktingenieur Sebastian Voigt. „So maximieren wir den lukrativen Eigenverbrauch.“ Vermutlich werden demnächst weitere Anbieter auf den Markt drängen. Denn auch bei Bosch, Schüco, Vaillant und Viessmann hat man die Bausteine für Photovoltaik-Wärmepumpen-Kombination im Sortiment.</p>	
6	<p>Wenn sich mit Photovoltaik schon günstig Warmwasser erzeugen lässt - warum soll sie dann nicht auch gleich das ganze Haus heizen? Bei der Solarthermie werden die meisten Anlagen mittlerweile ohnehin so dimensioniert, dass sie die Heizung unterstützen oder gar ganz ersetzen. Auch hier will die Photovoltaik einen Fuß in die Tür bekommen. Centrosolar entwickelt bereits ein entsprechendes Paket zur Heizungsunterstützung, verrät Voigt. Es enthält eine leistungsstärkere Wärmepumpe als die Warmwasser-Variante, arbeitet aber ebenfalls mit einem integrierten Luft-Wärmetauscher. Aufwendige Erdsonden, die Wärme aus dem Boden gewinnen, sind also nicht nötig. Das System erhitzt dabei vorrangig das Brauchwasser, speist überschüssige Wärme aber direkt in das Heizungssystem ein.</p>	<p>Kaum hat Centrosolar sein erstes Wärmepumpenpaket geschnürt, soll bald ein größeres folgen. Das System werde bereits zur zusätzlichen Unterstützung der Raumheizung weiterentwickelt, verrät Voigt. Das Konzept: Leistungsstärkere Wärmepumpen erhitzen vorrangig das Brauchwasser und speisen überschüssige Wärme ohne Zwischenspeicherung direkt in die Räume. „Wir wollen die thermische Kapazität gut gedämmter Gebäude als Speicher nutzen“, erklärt Voigt. So könne Wärme vom Tag in Decken und Wänden bis in die Nacht gespeichert werden. Damit bekommt die Solarthermie auch im Bereich der Heizungsunterstützung Konkurrenz. Anders als bei der Warmwasserbereitung füllen für die Raumheizung mehr Solarkollektoren größere Speicher und steigern so den solaren Deckungsanteil am gesamten Wärmebedarf eines Haushalts von 10 auf bis zu 30 %.</p>	5
7	<p>Dank Photovoltaik kommt eine weitere Öko-Alternative zu Öl- und Gasthermen in Sicht, die in deutschen Kellern immer noch weitgehend konkurrenzlos vor sich hin köcheln. Obwohl sich die Preise für Heizöl und Gas in den letzten zehn Jahren nahezu verdoppelt haben, ist der Anteil erneuerbarer</p>	<p>Dank der Photovoltaik scheint nun eine wirtschaftlich lukrativere Öko-Alternative zu Öl- und Gasthermen in Sicht zu sein, die in deutschen Kellern immer noch konkurrenzlos vor sich hinköcheln. Obwohl sich die Preise für Heizöl und Gas in den letzten zehn Jahren nahezu verdoppelt haben, ist der Anteil der Ökoenergien</p>	6

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	<p>Energien am deutschen Wärmemarkt nach Angaben des Heizungsverbands BDH seit 2008 um ein Drittel auf elf Prozent gesunken. Ein Grund dafür: Die Förderung regenerativer Wärmeerzeugung und Effizienzmaßnahmen wurde von 2009 bis 2011 nahezu halbiert (siehe TR 10/2011, 5. 58). Zuschüsse für Warmwasserkollektoren wurden 2010 sogar komplett gestrichen. Dies ist eine von mehreren Erklärungen dafür, dass die Solarthermie im Vergleich zur Photovoltaik im Moment so schlecht abschneidet.</p>	<p>am deutschen Wärmemarkt nach Informationen des Bundesverbandes Deutscher Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. seit 2008 sogar um ein Drittel auf 11 % gesunken. Ein Grund dafür ist, dass die Förderung für regenerative Wärmeerzeuger und Effizienzmaßnahmen von 2009 bis 2011 nahezu halbiert wurde – nur noch 1,2 Milliarden Euro stellte der Bund 2011 über das Marktanzreizprogramm und das CO2-Gebäudesanierungsprogramm zur Verfügung.</p>	
8	<p>Fakt ist aber auch, dass die Solarthermie-Anbieter ihre Kosten kaum senken. Gerade die größeren Anlagen mit Heizungsunterstützung sind</p>	<p>Solarthermie mit Problemen</p> <p>Fakt ist aber auch, dass die Preise für solarthermische Anlagen kaum fallen. Gerade die größeren Kombianlagen wären bei geringeren Kosten wohl längst viel gefragter, da sie wegen ihres hohen solaren Deckungsanteils für den Klimaschutz sehr interessant sind.</p>	7
	<p>mit durchschnittlichen Wärmegestehungskosten von 15 Cent pro kWh noch unwirtschaftlicher als reine Warmwasseranlagen. Das liegt zum Teil daran, dass solche „Kombianlagen“ prinzipiell wegen ihrer großen Kollektoren über das Jahr gesehen weniger Ertrag pro Fläche erbringen -</p>	<p>Mit durchschnittlichen Wärmegestehungskosten von 15 Cent pro kWh sind sie aber noch unwirtschaftlicher als reine Warmwasseranlagen. Das lässt sich einerseits physikalisch begründen: Da die Kombis mehr thermische Energie bereitstellen müssen, benötigen sie größere Kollektoren. Und je größer die Lichtsammler konzipiert sind, desto geringer ist ihr nutzbare Zeit pro Quadratmeter Fläche.</p>	
	<p>im Sommer haben sie den Wärmebedarf eines Haushalts schnell gedeckt und schalten sich dann ab.</p>	<p>Gerade im Sommer decken große Anlagen den Wärmebedarf eines Haushalts schnell. Dann schalten sie sich oft schon vormittags automatisch ab, um Überhitzungsschäden zu vermeiden – ihre Betriebszeit sinkt.</p>	
	<p>Das eigentliche Problem ist jedoch die Innovations-trägheit der Branche. »Da die Kunden von den Herstellern keine vergleichbaren Informationen über Leistung und Ertrag von solarthermischen Anlagen erhalten, konnte sich in der Solarthermie bislang kein Effizienz- und Preiswettbewerb entwickeln“, erklärt Gerhard Stryi-Hipp, Leiter der Forschungsgruppe Thermische Kollektoren am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Während der Betreiber einer Photovoltaik-Anlage jederzeit auf Cent und Wattstunde den Stromertrag nachvollziehen kann, muss sich der Kollektorbesitzer mit deutlich weniger Informationen zufriedengeben: Das Display seiner Anlage zeigt nur an, ob sie in Betrieb ist, welche Temperatur seine Kollektoren aufweisen und wie voll der Speicher ist. Wie viel Energie seine Solarkollektoren tatsächlich eingespart haben, kann der Hausherr erst später anhand der Heizkostenabrechnung abschätzen.</p>	<p>Das eigentliche Problem ist jedoch die Innovationsträgheit der Solarthermiebranche. „Da die Kunden von den Herstellern keine vergleichbaren Informationen über Leistung und Ertrag von solarthermischen Anlagen erhalten, konnte sich in der Solarthermie bislang kein Effizienz- und Preiswettbewerb entwickeln“, erklärt Gerhard Stryi-Hipp, Leiter der Forschungsgruppe Thermische Kollektoren und Anwendungen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg.</p>	
10	<p>Ist der Zug für die Solarthermie abgefahren? So einfach ist es nicht. Werner Koldehoff, langjähriges Vorstandsmitglied im Bundesverband Solarwirtschaft, glaubt an die Zukunft der Solarthermie. „Zur Warmwasserbereitung und im Neubau macht Photovoltaik vielleicht Sinn, nicht aber für die Beheizung älterer Gebäude“, sagt Koldehoff.</p>	<p>Nicht überall sinnvoll</p> <p>Aber auch für den Einsatz der Photovoltaik im Wärmebereich sieht der Solarthermie-Experte Werner Koldehoff, langjähriges Vorstandsmitglied im Bundesverband Solarwirtschaft, Einschränkungen.</p>	8
	<p>In Altbauten müsse wegen der schlechten Dämmung mehr Wärme bereitgestellt werden, und das erfordert relativ hohe Vorlauftemperaturen von bis zu 60 Grad.</p>	<p>In Altbauten zum Beispiel müsse wegen der schlechten Dämmung viel Wärme bereitgestellt werden und alte Heizungssysteme erforderten relativ</p>	

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	„Wenn man diese Temperaturen mit Wärmepumpen erzeugen will, verringert sich ihre Effizienz rapide“, sagt Koldehoff.	hohe Vorlauftemperaturen von bis zu 60 Grad Celsius. „Wenn man diese Temperaturen mit Wärmepumpen erzeugen will, verringert sich rapide die Effizienz“, sagt Koldehoff. Denn je höher die Temperaturdifferenz ist, die eine Wärmepumpe überwinden muss, desto mehr Strom verbraucht sie. Dadurch sinkt nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch der ökologische Nutzen des Systems. Wärmepumpen stehen bereits in der Kritik, für schnöde Wärme wertvollen Strom zu verheizen.	
	„Energetisch gesehen ist das Quatsch.“	„Geschieht das nun auch noch ineffizient, ist das energetisch gesehen Quatsch“, sagt Koldehoff. Was die Ökobilanz weiter verschlechtert: Solarzellen können den hohen Strombedarf der Wärmepumpe im Winter meist nicht decken – für Wärme muss dann Strom aus dem Netz genutzt werden.	
11	Sonnenkollektoren sind für die energetische Sanierung besser geeignet – besonders, wenn man sie ebenfalls mit einer Wärmepumpe kombiniert. Bei vielen älteren Mehrfamilienhäusern wird dies bereits gemacht. Für Wärmepumpen, die solch große Objekte heizen müssen, reichen eingebaute Luft-Wärmetauscher wie in der Warmwasseranlage von Centrosolar nicht mehr aus. Sie beziehen ihre Wärme deshalb in der Regel aus dem Erdreich. Werden diese Wärmepumpen von Solarkollektoren unterstützt, muss sie keine so große Temperaturdifferenz mehr überwinden und arbeitet effizienter. Außerdem wird die Wärme der Kollektoren besser ausgenutzt.	Sonnenkollektoren seien für die energetische Sanierung besser geeignet, sagt Koldehoff. Kombiniert man zum Beispiel Kollektoren mit einer Erdwärmepumpe, kann im Sommer Solarwärme in deren Sonde oder Erdfächerbereich gespeist werden. Durch die im Winter wärmere Quelle verbessert sich die Leistung der Wärmepumpe im Winter, da die Vorlauftemperatur der Heizung schneller erreicht wird. Außerdem können die Kollektoren dank des zusätzlichen Abnehmers bei niedrigeren Temperaturen und höheren solaren Erträgen betrieben werden. „Auf diese Weise verbessert sich die Energiebilanz des Heizsystems und die Solarthermie wird rechenbarer“, sagt Koldehoff.	
12	Selbst bei gut gedämmten Neubauten sehen einige Experten die Solarthermie im Vorteil: Dank ihres hohen Wirkungsgrads von bis zu 90 Prozent reicht laut Markus Metz von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie eine Kollektorfläche von 40 Quadratmetern aus, um ein Einfamilienhaus über das Jahr zu hundert Prozent mit solarer Wärme zu versorgen. Das funktioniert allerdings nur mit einem etwa 20 Kubikmeter großen Pufferspeicher, der Solarwärme über mehrere Tage oder sogar Wochen bei Temperaturen bis zu 90 Grad bunkert. Die ganze Anlage kann mehrere Zehntausend Euro kosten.		
13	Mit Photovoltaik ist das schon allein deshalb nicht möglich, weil die Wärmepumpe es in der Regel nicht schafft, einen Pufferspeicher auf ausreichend hohe Temperaturen aufzuheizen. Zudem können Solarzellen den hohen Strombedarf der Wärmepumpe im Winter meist nicht decken. Dann muss doch wieder konventionell erzeugter Strom aus dem Netz für die Wärmeerzeugung herhalten. Langfristig kann dies zu Netzengpässen führen und dazu, dass zusätzliche Kraftwerkskapazitäten vorgehalten werden müssen. Wem Energiesparen also wichtiger ist als Geldsparen, der kommt an Solarthermie nicht vorbei.		
		Solare Kühlung	
14	Noch besser sieht die Energiebilanz von Solarkollektoren aus, wenn sie mit einer sogenannten Sorptions-Klimaanlage kombiniert werden, die Wärme in Kälte verwandelt (siehe TR 8/2007, S. 89). So lässt sich überschüssige Hitze auch im Sommer sinnvoll	Im Sommer kann die thermische Energie der Kollektoren zusätzlich zur solaren Kühlung durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung genutzt werden. Das ist wesentlich klimaschonender als die üblichen Klimaanlagen zu verwenden, die in Deutschland rund	9

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	nutzen. Herkömmliche elektrische Kompressions-Klimaanlagen verschlingen in Deutschland rund 90 Milliarden kWh Strom pro Jahr - 15 Prozent des gesamten Stromverbrauchs . Das Einsparpotenzial ist also gewaltig.	90 Milliarden kWh Strom pro Jahr verschlingen und somit auf einen unglaublichen Anteil von 15 % am Gesamtstromverbrauch kommen.	
15	Sorptionssysteme basieren darauf, dass eine Flüssigkeit unter niedrigem Druck verdampft und dabei der Umgebung Wärme entzieht. Den Dampf nehmen Feststoffe („ Adsorption “) oder Salzlösungen („ Absorption “) auf. Wenn diese Substrate erhitzt werden, geben sie die aufgenommene Feuchtigkeit wieder ab, und der Kreislauf beginnt von vorn. Camping-Kühlschränke arbeiten nach diesem Prinzip, ihnen dient eine Gasflamme als Wärmequelle. Mittlerweile gibt es mehrere Klimaanlagen auf dem Markt, bei denen Sonnenwärme diese Aufgabe übernimmt.	Die solarthermische Kühlung basiert auf den Prinzipien der Absorption oder der Adsorption , zusammengefasst als sorptionsgestützte Verfahren bezeichnet, bei denen deutlich weniger elektrische Energie für Pumpen und Rückkühleinheiten nötig sind. Ein Beispiel für ein solches Verfahren: Warme Außenluft wird angesaugt und mithilfe von Feststoffen wie Silicagel oder Zeolithen getrocknet. Die trockene Luft wird wiederum befeuchtet, wobei Verdunstungskälte entsteht. Die Klimaanlage kann die gekühlte Luft jetzt in den Raum blasen. Hier kommt nun die Sonnenwärme ins Spiel: Ein solar erwärmter Luftstrom trocknet das mit Wasser vollgesogene Substrat – der Kreislauf kann von vorne beginnen.	
16	Das Berliner Unternehmen InvenSor etwa hat eine Sorptionskältemaschine entwickelt, die speziell auf niedrige Temperaturen ausgelegt ist, wie sie ein Sonnenkollektor liefert. Sie arbeitet mit reinem Wasser als Kältemittel, das von Zeolith adsorbiert wird. Bereits bei 65 Grad erreiche die Maschine nahezu ihre volle Kälteleistung von zehn kW, heißt es bei InvenSor. Das reicht zum Beispiel für Autohäuser, Arztpraxen, Büros oder Rechenzentren. Ein ähnliches Gerät hat auch die Firma SorTech im Angebot (siehe TR 2/2010, S. 70). Da statt eines Kompressors nur ein paar Pumpen elektrisch betrieben werden, haben die Anlagen einen 50 bis 80 Prozent geringeren Stromverbrauch als konventionelle Klimaanlagen.		
Trotzdem kostet die Kilowattstunde			
17	Kälte bei den Sorptionsgeräten mit 24 bis 28 Cent noch rund doppelt so viel wie bei der Kompressor-Konkurrenz , hat das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) berechnet. Das liegt daran, dass die Wärme-Kälte-Wandler bisher nur in geringen Stückzahlen produziert werden und ihre Technik kaum standardisiert ist . Entsprechend teuer ist ihre Anschaffung.	Noch sind solche Sorptionsklimaanlagen allerdings relativ teuer , weil bisher nur geringe Stückzahlen produziert werden und die Technik kaum standardisiert ist . Konventionelle Kompressionskältemaschinen liefern die kWh für zwölf bis 14 Cent. Wärme aus Sorptionsanlagen kostet nach Berechnungen des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) im Durchschnitt etwa doppelt so viel.	10
	Aber der Kostentrend weist klar nach unten. „Mit zunehmender Standardisierung und steigenden Produktionsmengen könnten sich Sorptionsanlagen schon bald rechnen“ , schätzt Manfred Riepl, Kälteexperte beim ZAE. Am ehesten werde das bei größeren gewerblichen Anlagen mit hoher Auslastung der Fall sein.	Aber der Kostentrend weist bei der solaren Kühlung klar nach unten. „Mit zunehmender Standardisierung und steigenden Produktionsmengen könnten sich Sorptionsanlagen schon bald rechnen“ , schätzt ZAE-Kälteexperte Manfred Riepl. Am ehesten werde das bei größeren gewerblichen Anlagen mit hoher Auslastung der Fall sein , etwa in Büros oder in der Landwirtschaft.	
18	Doch auch beim solaren Kühlen wird sich die Solarthermie mit der Photovoltaik um den Platz an der Sonne streiten müssen. „Hier sehe ich ebenfalls bessere Chancen für die Photovoltaik“ , wirft Energieprofessor Quaschnig ein . Vor allem, da das im März geänderte Erneuerbare-Energien-Gesetz Betreibern von Solaranlagen ab April nur noch 10 bis 15 Prozent des erzeugten Stroms vergütet — den Rest müssen sie selbst vermarkten oder verbrauchen.	Doch auch beim solaren Kühlen wird sich die Solarthermie mit der Photovoltaik um den Platz an der Sonne streiten müssen. „Hier sehe ich ebenfalls gute Chancen für die Photovoltaik“ , wirft Energieprofessor Quaschnig ein .	11
19	Dieser Sachverhalt verweist gleichzeitig auf eine	Der Strom vom eigenen Dach lasse sich bereits mit	10

Abs	Technology Review (4 / 2012)	Joule (5 / 2012)	Abs
	<p>zentrale Schwäche aller ökonomischen Kalkulationen: Sie hängen entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen ab. Wird die Einspeisevergütung für Sonnenstrom zusammengestrichen, sind die alten Berechnungen plötzlich nichts mehr wert. Sämtliche Photovoltaik-Heizkonzepte stünden daher, resümiert ISE-Politikstrategie Stryi-Hipp, „auf wackeligem wirtschaftlichen Fundament“. Den einzelnen Bauherrn betrifft diese Unsicherheit zwar nicht denn er kann auf die Förderung bauen, die zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme galt Wohl aber die Industrie. deren Produkte von heute auf morgen obsolet werden können.</p>	<p>einer einfachen Kompressionskältemaschine in kalte Luft umwandeln. „Mit dem Eigenverbrauchsbonus und bei Investitionskosten für das Aggregat von 300 bis 400 Euro ist das sogar noch lukrativer, als den Strom für die Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen zu nutzen“, erklärt Quaschnig. Und im Gegensatz zum Wärmebedarf ist der Kältebedarf von Menschen und Computerservern quasi deckungsgleich mit der Intensität der Sonneneinstrahlung.</p>	
		Fazit	
20	<p>Umgekehrt gilt für die Solarthermie: Noch niedriger kann ihre Förderung praktisch nicht mehr ausfallen. Es ist aber denkbar, dass die Anforderungen für die Energieeffizienz von Häusern irgendwann so verschärft werden, dass sie nur noch mit Solarthermie erfüllt werden können. „Die Zeit der Solarthermie wird kommen“, prophezeit Wärmeexperte Koldehoff daher. Allerdings muss sie dafür schnell günstiger werden. Rausreden kann sich die Industrie nicht, denn das Kostensenkungspotenzial ist noch längst nicht ausgereizt. Laut ISE können die Wärmegestehungskosten vor allem durch einfachere, kompaktere Systeme, effizientere Speicher und zügigere Installationen bis 2020 halbiert werden. Den derzeitigen wirtschaftlichen Vorteil von Solarzellen in einigen Bereichen der Wärmeproduktion könnte die Solarthermie dann schon bald wettmachen.</p>	<p>Die Sonnenenergie zur Heizung und Warmwasserbereitung kann sowohl mit solarthermischen Kollektoren als auch mit Photovoltaikmodulen eingefangen werden. Finanziell nehmen sich beide Systeme momentan nicht viel. Bei der Variante Photovoltaik kann der Strom im Sommer auch gut zum Betrieb von konventioneller Kühltechnik verwendet werden.</p>	