



**Stromfresser:** Werden alle Räume einzeln mit Kühlanlagen an der Fassade klimatisiert wie in diesem Bürohaus, verbraucht die Temperierung des Gebäudes große Mengen elektrischer Energie.

# Das große Kühlen

Der Energiebedarf für Klimaanlage wird in Zukunft laut Prognosen erheblich steigen. **Alternative Kühlkonzepte** können den CO<sub>2</sub>-Ausstoß begrenzen, müssen sich aber gegenseitig ergänzen.

Von Frank Thomas Wenzel

**D**er Sommer hat dieses Jahr im April begonnen. Und Ende September wunderte sich in Frankfurt niemand mehr über 30 Grad im Schatten. Die Stadt im Südhessischen war einer der Hotspots der Republik. An den heißesten Tagen – Ende Juli und Anfang August – wollte das Thermometer auch mitten in der Nacht nicht mehr unter die 25-Grad-Marke sinken.

Um einigermaßen Schlaf zu finden, erinnerten sich Bewohner an Praktiken aus Großmutterns Zeiten. Feuchte Bettlaken wurden in Fenster gehängt, um die Zimmertemperaturen etwas zu drosseln. Auf Grillpartys wurde im Schweiß des Angesichts über die Anschaffung von Klimageräten diskutiert. Frankfurter Verhältnisse als Vorboten für das, was uns der Klima-

wandel in den nächsten Jahren bescheren wird?

Der örtliche Energieversorger Mainova jedenfalls hat sich längst darauf eingestellt, dass die Lastspitzen beim Strom nicht an kalten, dunklen Wintertagen auftreten, sondern wenn die Sonne senkrecht vom Himmel knallt. Das hat nicht nur mit den meteorologischen Verhältnissen zu tun und



damit, dass die Stadt besonders dicht bebaut ist. In den zahlreichen Bankentürmen aus Glas, Stahl und Beton ist in der warmen Jahreszeit ein Arbeiten ohne Klimaanlage undenkbar.

Hinzu kommt, dass Frankfurt auch noch die Bundeshauptstadt der Rechenzentren ist, die ebenfalls gehörig gekühlt werden müssen. Dieses Jahr sei die ohnehin schon hohe Stromnachfrage im Sommer weit überdurchschnittlich gestiegen, sagt ein Mainova-Sprecher. Details will er nicht nennen. Aber die Versorgungssicherheit sei jederzeit gegeben gewesen – schließlich habe man Erfahrungen mit solchen Bedarfsspitzen.

Experten der Internationalen Energieagentur (IEA) sind da nicht ganz so cool. Sie geben sich beinahe alarmistisch. „Die wachsende Nachfrage nach elektrischer Energie für Klimaanlagen ist einer der kritischsten blinden Flecken in der aktuellen Energiedebatte“, sagt IEA-Direktor Fatih Birol. In den USA und in Japan sorgen Klimaanlagen in 90 Prozent der Haushalte für angenehme Temperaturen. In den

wärmsten Ländern der Erde liegt die Verbreitung laut IEA im Durchschnitt noch bei nur acht Prozent. Aber beispielsweise in Indien sorgen Klimaanlagen in Spitzenlastzeiten schon für zehn Prozent des Strombedarfs. Um es kühl zu haben, wird weltweit bereits ein Fünftel des Stromverbrauchs in Wohnungen und Büros durch Klimageräte und Ventilatoren verursacht.

Die IEA geht in einer aktuellen Studie davon aus, dass bis 2050 aufgrund zweier Faktoren diese Zahlen vor allem in Schwellenländern „raketenartig“ (Birol) in die Höhe schießen werden. Zum Klimawandel mit weltweit steigenden Temperaturen kommt der wachsende Wohlstand in riesigen Staaten wie China oder Indien, wo es schon jetzt viel heißer ist als in Frankfurt. Wenn Menschen in Zukunft Geld für einen höheren Lebensstandard übrig haben, werden sie sich nach Ansicht der IEA-Experten als eine der ersten Anschaffungen ein Klimagerät zulegen. Die Bilder aus Südeuropa oder Japan, wo an Häuserfassaden über jedem zweiten Fenster ein weißer Kasten klebt, könnten dann zu einem globalen Erkennungszeichen für ökonomischen Fortschritt werden.

Die Energieagentur jedenfalls rechnet hoch, dass sich der Energiehunger zur Erzeugung von Kälte für Wohn- und Bürogebäude in den nächsten 32 Jahren mehr als verdreifachen kann. Klimaanlagen sind Stromfresser: Der prognostizierte Zusatzbedarf an elektrischer Energie müsste rechnerisch mit den gesamten Erzeugungskapazitäten abgedeckt werden, über die heute die USA, die EU und Japan zusammen verfügen, so die Kalkulation der IEA. Das zugrundeliegende Szenario geht davon aus, dass die Zahl der Geräte weltweit von derzeit 1,6 auf 5,6 Milliarden steigen wird. Der Weltklimarat wagt eine noch hochgestochene Prognose: Im Jahr 2100 werde die Menschheit 30-mal so viel Energie für Kühlung aufwenden wie im Jahr 2000. Eine Vorahnung von dem, was droht, konnte man jüngst in Kalifornien besichtigen, wo der Sommer ebenfalls ungewöhnlich heiß war. Teile des Stromnetzes in dem US-Bundestaat brachen zeitweise zusammen.

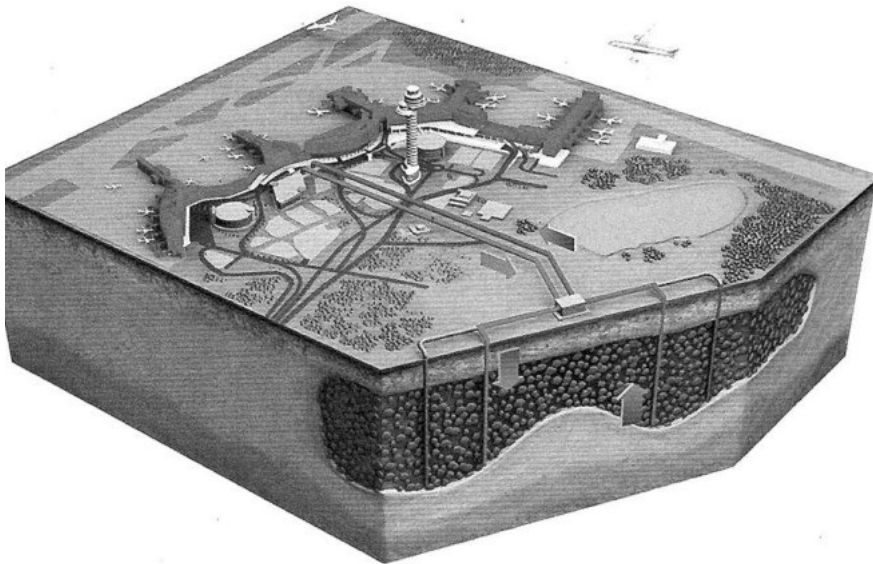
Wird also auch Deutschland früher oder später einen Kälteschock der besonderen

Art erleiden? „Ja und nein“, heißt die zunächst etwas irritierende Antwort von Veit Bürger vom Öko-Institut. Auch für ihn besteht kein Zweifel daran, dass der Klimawandel den Bedarf nach Kühlung hierzulande steigen lassen wird. Doch es werde sich zugleich ein gegenläufiger Effekt einstellen. Erderwärmung bedeute für Deutschland zugleich, dass weniger geheizt werden müsse. Das Öko-Institut hält es für möglich, dass der Wärmebedarf um bis zu 15 Prozent zurückgeht. Unter dem Strich werde die Gesamtnachfrage nach Energie zur Temperierung von Gebäuden keinesfalls steigen, sondern eher sinken, so Bürger. Das ziehe außerdem eine Verlagerung bei der Nutzung der Energiequellen nach sich: Weg von Öl und Gas, hin zu Strom.

Damit es frischer wird, muss bei einer konventionellen Klimaanlage ein flüssiges Kühlmittel, das in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird, mittels eines Ventils verdampft werden. So kann es die Wärme der Umgebung aufnehmen. Um das Verdampfen zu ermöglichen, ist es nötig, das Kühlmittel zunächst unter Hochdruck zu einem heißen Gas zu verdichten, das in einem zweiten Schritt mittels Kondensation verflüssigt wird. Für diesen Prozess braucht es einen Kompressor, der jede Menge Energie benötigt, die heute in der Regel elektrisch ist.

Doch es geht auch anders. Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wird an Lösungen geforscht, die eine bislang stark vernachlässigte natürliche Ressource nutzen: die wasserführenden Schichten im Untergrund. Kälteerzeugung mittels so genannter Aquifere wurde schon vor rund 60 Jahren in China zu Beginn der dortigen Industrialisierung aus der Not heraus entwickelt, weil man für Fabriken dringend Kühlung benötigte. Das Prinzip ist simpel, es macht sich zunutze, dass in Aquiferen das Wasser kaum oder überhaupt nicht fließt. Es handelt sich im Grunde um gigantische Badewannen, gefüllt mit Sand, Kies und Wasser. Das umgebende Gestein wirkt wie eine isolierende Schicht.

Diese Grundwasserreservoirs werden angebohrt. Das kühle Wasser wird aus dem Brunnen beispielsweise zu einem Flughafengebäude oder einem Wohngebiet ge-



**Natürlicher Kühlkreislauf:** Der Stockholmer Flughafen Arlanda wird mit Hilfe eines nahegelegenen Aquifers klimatisiert. Dazu leiten Rohre im Sommer kaltes Wasser aus dem Grundwasserreservoir zum Kühlen in das Gebäude. Das erwärmte Wasser wird anschließend wieder in den Boden gepumpt. Da es seine Temperatur in den isolierenden Untergrundschichten lange Zeit halten kann, lässt es sich im Winter zurückholen und zum Heizen nutzen.

pumpt. Über Wärmetauscher und Leitungssysteme gelangt die Kälte in Anflughallen oder Wohnungen. Bei diesem Prozess erwärmt sich das Grundwasser, das über einen zweiten Brunnen wieder zurück in den Untergrund geleitet wird. So entstehen dort verschiedene Zonen mit relativ konstanten, aber unterschiedlich hohen Temperaturen, begünstigt durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der wasserführenden Schichten.

Das macht einen positiven „Nebeneffekt“ möglich: Warmes Wasser lässt sich über Monate speichern. Im Winter kann so die Fließrichtung der Anlage umgekehrt und das Grundwasser zum Heizen eingesetzt werden. Bislang gibt es hierzulande nur vier Standorte mit Energiespeicherung im Grundwasser. Prominentestes Beispiel ist das Reichstagsgebäude in Berlin.

KIT-Forscher studieren die Funktionsweise der Aquiferspeicher im Bonner Bogen nahe dem Rhein. „Die Kälteversorgung für ein Hotel und zwei Bürokomplexe kann komplett über diesen Speicher gewährleistet werden“, erläutert KIT-Wissenschaftler Paul Fleuchaus, der über die unterirdischen Speicher seine Doktorarbeit schreibt. Es handele sich um Gebäude mit einer Fläche von insgesamt 60 000 Quadratmetern.

Gegenüber einer konventionellen Geothermie-Anlage würden jährlich rund 1700 Megawattstunden Energie sowie 400 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart. Weltweit gibt es etwa 3000 solcher Anlagen, davon 90 Prozent in den Niederlanden. Es handelt sich um ein Verfahren, das nur in großtechnischen Dimensionen wirtschaftlich funktioniert – etwa für Museen, Bürogebäude, Einkaufszentren und Krankenhäuser. Das verlangt einiges an Aufwand. Aber der lohnt sich nach den Berechnungen der KIT-Wissenschaftler: Die Investitionen machten sich nach zwei bis maximal zehn Jahren bezahlt.

Allerdings braucht es dafür nicht nur Geld, sondern auch die passenden geologischen Verhältnisse. Doch Fleuchaus geht davon aus, dass dies in „allen Industrieländern und natürlich auch in China“ möglich sei. Hierzulande bestehe großes Potenzial für Aquiferspeicher, das bislang kaum genutzt werde.

Das gilt auch für den Süden der Republik, was für die Energiewende wichtig ist. Denn im Süden ist es nicht nur wärmer als an Nord- und Ostsee, dort liegen auch zahlreiche Großstädte – nebst industriellen Zentren, die viel Strom brauchen. Doch ein Gros des Ökostroms wird auch künftig im Norden und Nordosten der Republik hergestellt. Aquifer-Anlagen könnten also Stromtransporte verringern.

Fleuchaus räumt ein, dass das Anzapfen der unterirdischen Speicher nicht das Allheilmittel sein kann, um den „Cold Crunch“ zu vermeiden, das böse Erwachen bei der Kühlenergie, vor dem die IEA warnt. „Wir können nur einen Beitrag leisten.“ In Dubai etwa oder in anderen sehr heißen Gegenden sei Grundwasser erstens zu warm und zweitens zu rar, um damit Kühl-Konzepte in großem Stil umzusetzen.

Es braucht also ein Zusammenspiel verschiedener Lösungen. Wobei Öko-Institut-Experte Bürger darauf aufmerksam macht, dass eine günstige Korrelation die Sache vereinfacht: Die Sonne, die die Sommerhitze erzeugt, kann auch eingesetzt werden, um den Menschen Kühlung zu verschaffen.

Solarthermische Anlagen sind dafür bestens geeignet, obwohl sie eigentlich für das Erzeugen von warmem Wasser entwickelt wurden und obwohl Kühlen mittels Hitze auf den ersten Blick paradox wirkt. Doch längst sind Verfahren serienreif, bei denen der Kompressor ersetzt wird: Das Kühlmittel wird zunächst von einer zweiten Substanz (Wasser oder Salz) absorbiert, um es dann mit der Wärme aus einer solarthermischen Anlage in heißes Gas umzuwandeln, das in den gängigen Kühlkreislauf eingespeist werden kann.

Solch eine Anlage schützt beispielsweise Patienten im United Nations Hospital vor der Gluthitze in Khartum (Sudan). Dabei braucht sie relativ wenig Energie: Bis zu 90 Prozent können durch den Einsatz von Solarthermie eingespart werden. Dennoch ist diese Technologie bislang in einer winzigen Nische versteckt. Denn die Anlagen kosten über den Daumen das Vier- bis Fünffache im Vergleich zu konventionellen. Ein weiteres Problem sei, so Bürger, dass die Sonnenkollektoren relativ viel Platz benötigen. Der ist gerade in Metropolen in Schwellenländern rar.

Kein Wunder also, dass Wissenschaftler in aller Welt daran arbeiten, die Effizienz der Solarthermie zu erhöhen. Kurioserweise geht es dabei vor allem darum, die Temperaturen der Flüssigkeiten in den Kollektoren deutlich zu erhöhen. Zugleich wird an Hybridanlagen geforscht, mit dem Ziel, den Strombedarf der Kompressoren zu ver-

ringern, etwa indem Sonnenwärme das Kühlmittel vorheizt. Laut dem Fachmagazin Spektrum der Wissenschaft könne damit der Energiebedarf immerhin um ein Drittel sinken, höhere Anschaffungskosten könnten innerhalb von zwei Jahren wieder reingeholt werden. Zudem hoffen die Anhänger der Solarthermie auf Skaleneffekte, also darauf, dass mit einer wachsenden Zahl von Anlagen die Kosten für die Komponenten deutlich zurückgehen.

Gleiches gilt natürlich auch für die Photovoltaik. Große Hoffnungen ruhen dabei auf organischen Solarzellen. „Der geringe Materialverbrauch und die Anwendung effizienter Produktionstechnologien eröffnen ein hohes Potenzial für eine kostengünstige Herstellung“, so das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Weitere Vorteile seien „die mechanische Flexibilität und das geringe Gewicht“. Organisch bedeutet, dass anstelle von Silizium Kohlenstoffverbindungen zur Umwandlung von Licht in Strom genutzt werden. Die Zellen können so dünn wie eine Folie sein, entsprechend groß sind die potenziellen Einsatzgebiete. Der Nachteil ist allerdings bislang der geringere Wirkungsgrad von bestenfalls 14 Prozent.

In der Fachzeitschrift „Science“ stellten Wissenschaftler aber jüngst neue organische Solarzellen mit einem Rekordwirkungsgrad von 17,3 Prozent vor. Forscher von der Nankai-Universität im chinesischen Tianjin haben es geschafft, in einem Prototyp lichtaktive Substanzen in insgesamt neun extrem dünnen Lagen zu stapeln. Das Ziel der Forscher: den Wirkungsgrad auf bis zu 25 Prozent zu steigern. Damit würden sie sogar die derzeit kommerziell hergestellten Siliziumzellen abhängen. Plausibel wäre, solche Zellen auf Außen-Jalousien oder Fassaden anzubringen. Noch einen Schritt weiter gehen die Wissenschaftler der South China University of Technology, die Folien mit organischen Zellen auf Fensterscheiben kleben wollen, womit nicht nur Strom erzeugt, sondern zugleich ein Teil des UV-Lichts reflektiert werden soll. Letzteres wirkt allein schon kühlend.

Ob Jalousie oder Fenster – in jedem Fall können mit dem organischen Sonnenstrom Kompressoren von Klimaanlagen betrieben



**Umweltschonend angelegt:** Ein Aquifer-Speicher versorgt zwei Bürogebäude und ein Hotel im Bonner Bogen im Sommer mit Kälte und im Winter mit Wärme.

werden, und zwar immer dann mit einer Höchstleistung, wenn die Hitze heftig vom Himmel knallt. Ergänzend dürften früher oder später Batteriespeicher hinzukommen, für die ebenfalls massive Preissenkungen zu erwarten sind. So könnte elektrische Energie zum Kühlen auch zu nachtschlafender Zeit abrufbar sein.

Das alles zeigt: Technologische Ansätze, um mehr Kälte in die Welt zu bringen, gibt es viele. Doch die Zeit drängt. Wie lassen sich Entwicklungen forcieren? Die IEA macht in ihrer Studie darauf aufmerksam, dass die in Europa und Japan derzeit eingesetzten Klimaanlagen im Schnitt um rund 25 Prozent weniger Strom verbrauchen als Geräte, die in den USA und in China zum Einsatz kommen. Das deutet auf riesige Effizienzpotenziale hin. Um diese zu heben, schlagen Birol und seine Kollegen vor, dass Regierungen Performance-Standards für Klimageräte vorschreiben. Auch Kennzeichnungspflichten bringt die IEA ins Gespräch. Das erinnert an die Abgas-Politik der EU, die mit der Setzung von Grenzwerten für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß erreicht hat, dass die Effizienz von Verbrennungsmotoren in den vergangenen Jahren merklich gesteigert wurde – wenngleich da noch deutlich mehr möglich wäre.

Strenge Standards können jedenfalls in der Industrie Anstrengungen zur Entwick-

lung sparsamer und klimafreundlicher Lösungen initiieren. Die IEA ist davon überzeugt, dass die durchschnittliche Energieeffizienz von Klimageräten bis 2050 mehr als verdoppelt werden könne, was die Notwendigkeit zum Ausbau der Energieinfrastruktur massiv reduziere.

Doch es gibt jenseits technologischer Lösungen noch andere Wege, um Innenräume kühler zu machen. So sieht Veit Bürger auch Architekten und Stadtplaner in der Pflicht. In Bebauungsplänen etwa könnten Gebäude so ausgerichtet werden, dass das Kühlen leichter falle. Zu den ganz simplen Vorkehrungen gehörten große Dachüberstände, die viel Schatten spenden.

Und auch in bestehenden Gebäuden ist Einiges drin. Das Öko-Institut hat schon 2016 in einer Studie für das Umweltbundesamt darauf hingewiesen, dass „durch die geregelte Öffnung von Fenstern in der Fassade und Öffnungen im Dach mittels Elektromotoren“ Luftzirkulation und Luftaustausch angeregt werden, ganz ohne Ventilatoren. Kommen Wärmeschutzglas, Jalousien, Rollläden und Markisen hinzu, könne durch die automatisierte natürliche Lüftung die benötigte Kühlenergie im Vergleich zur konventionellen Klimaanlage um bis zu 60 Prozent reduziert werden. Es müssen also nicht unbedingt nasse Bettlaken an Fenstern sein. ◀

## Klimawandel

### Auf der Suche nach Kälte

Der Sommer hat einen Vorgeschmack geliefert. Es wird für die Menschen immer heißer auf der Erde. Forscher suchen längst nach Lösungen, die für Abkühlung sorgen.

22.09.2018 21:59 Uhr



[Von Frank-Thomas Wenzel](#)



Im Winter ist Abkühlung einfach zu haben: ein Schwimmer in einem See von Shenyang, China. Foto: rtr

Mehr als 30 Grad am Polarkreis. In vielen Regionen Deutschlands so viele Sommertage wie noch nie. Temperaturabweichungen nach oben in ganz Europa. Die Monate von April bis Ende August lieferten einen Vorgeschmack auf den Klimawandel. Viele Menschen suchten nach Wegen, ihre Umgebung zu kühlen, und fanden eine einfache Lösung für ihr Hitze-Problem: Kühlgeräte.

Fatih Birol, Direktor der Internationalen Energieagentur (IEA), warnt: Bis 2050 werde der Energiebedarf für Klimaanlage „raketenartig“ in die Höhe schießen. Zum Klimawandel hinzu kommen Bevölkerungswachstum und wachsender Wohlstand in riesigen Ländern wie China oder Indien, wo die Bereitschaft groß sein wird, in Geräte zu investieren, die für Abkühlung sorgen.

Die IEA geht davon aus, dass sich der Energiehunger zur Erzeugung von Kälte für Wohn- und Bürogebäude in den nächsten drei Jahrzehnten mehr als verdreifachen wird. Der Weltklimarat prognostiziert, dass im Jahr 2100 die Menschheit 30-mal so viel Energie für Kühlung aufwenden wird wie im Jahr 2000. Dieser riesige Bedarf sei weder mit den bestehenden Stromnetzen noch mit herkömmlichen Energieträgern zu stemmen, heißt es beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Dort wird an Lösungen geforscht, wie eine bislang

stark vernachlässigte natürliche Ressource zum Kühlen genutzt werden kann: die wasserführenden Schichten im Untergrund.

## Unterirdische Speicher sollen Kälte spenden

Bei den sogenannten Aquiferen handelt es sich im Grunde um gigantische Badewannen, in denen Wasser kaum oder gar nicht fließt. Das kühlende Nass aus der Tiefe wird zu einem Wohngebiet oder einem Einkaufszentrum gepumpt. Über Wärmetauscher und Leitungssysteme wird die Kälte in Wohnungen und Geschäfte geleitet. Das Grundwasser selbst fließt wieder in den Untergrund zurück. Nach diesem Prinzip wird auch das Reichstagsgebäude gekühlt.

### Mehr Klimaanlage

Laut einer Studie der Internationalen Energieagentur (IEA) wird die Zahl der Klimaanlage für Büros und Wohnungen weltweit von derzeit 1,6 auf 5,6 Milliarden im Jahr 2050 steigen. Bemerkenswert ist, dass die in Europa und Japan aktuell eingesetzten Geräte im Schnitt rund 25 Prozent weniger Strom verbrauchen als Apparaturen in den USA und in China. Das deutet auf riesige Effizienzpotenziale hin. Um diese zu heben, schlägt die IEA vor, dass Regierungen Verbrauchsstandards und Kennzeichnungspflichten vorgeben, um Anstrengungen zur Entwicklung sparsamer und klimafreundlicher Lösungen zu initiieren. (fw)

KIT-Forscher studieren indes die Funktionsweise der Aquiferspeicher im Bonner Bogen nahe des Rheins. „Die Kälteversorgung für ein Hotel und zwei Bürokomplexe kann komplett über diesen Speicher gewährleistet werden“, erläutert KIT-Wissenschaftler Paul Fleuchaus. Weltweit gibt es etwa 3000 solcher Anlagen, davon 90 Prozent in den Niederlanden. Sie lassen sich wirtschaftlich nur in großtechnischen Dimensionen betreiben. Aber die Investitionen machten sich nach zwei bis maximal zehn Jahren bezahlt, so der KIT-Forscher.

## Kein Allheilmittel für den Klimawandel

Die nötigen geologischen Verhältnisse gebe es in „allen Industrieländern und natürlich auch in China“. Auch hierzulande bestehe großes Potenzial. Fleuchaus räumt aber auch ein, dass das Anzapfen der unterirdischen Speicher nicht das Allheilmittel sein kann, um die „Kälte-Klemme“ zu vermeiden, vor der die IEA warnt. In Dubai etwa oder in anderen sehr heißen Gegenden sei Grundwasser erstens zu warm und zweitens zu rar für Kühlkonzepte.

Das zeigt, es braucht ein Zusammenspiel verschiedener Lösungen. Auch mit solarthermischen Anlagen, obwohl diese eigentlich für das Erzeugen von warmem Wasser entwickelt wurden. Das funktioniert so: Das Herzstück einer konventionellen Klimaanlage ist ein elektrisch betriebener Kompressor, der in einem geschlossenen Kreislauf ein Kühlmittel zu einem heißen Gas verdichtet, das dann mittels Kondensation verflüssigt wird, um es schließlich mit einem Ventil zu verdampfen.

Das Kühlmittel nimmt die Wärme der Umgebung auf und fließt zum Kompressor zurück. Dieser kann ersetzt werden, indem das Kühlmittel von einer zweiten Substanz (Wasser oder Salz) absorbiert wird. Daraus wird mit der Wärme einer solarthermischen Anlage ein heißes

Gas erzeugt, das in den gängigen Kühlkreislauf eingespeist wird. Der Vorteil: Im Vergleich zu einem konventionellen Klimagerät kann der Energiebedarf um bis zu 90 Prozent reduziert werden. Doch dafür kostet so eine Apparatur das Vier- bis Fünffache.

## Solarthermie und Photovoltaik

Anhänger der Solarthermie hoffen nun vor allem auf Skaleneffekte, also darauf, dass mit einer wachsenden Zahl von Anlagen die Kosten für die Komponenten deutlich sinken werden. Das gilt natürlich auch für die Photovoltaik, die ebenfalls von der glücklichen Korrelation profitiert, dass die Sonne als Verursacher der Hitze genutzt wird, um es den Menschen frischer zu machen.

Dabei ruhen große Hoffnungen auf organischen Solarzellen, die Kohlenstoffverbindungen statt Silizium einsetzen, um Licht in elektrische Energie zu verwandeln. Das macht Zellen möglich, die so dünn und flexibel wie eine Plastikfolie sind. Plausibel wäre, solche Zellen auf Außenjalousien oder Fassaden anzubringen, um Strom für Klimaanlage zu erzeugen. Die technologischen Entwicklungen sind jedenfalls rasant.

Wissenschaftler bemühen sich mit großem Eifer, den bislang geringen Wirkungsgrad der organischen Zellen von bislang bestenfalls 14 Prozent zu steigern. Forscher von der Nankai-Universität im chinesischen Tianjin etwa haben kürzlich einen Prototyp präsentiert, der mehr als 17 Prozent schafft. Als Ziel haben sie sich 25 Prozent vorgenommen, was aktuellen Hochleistungszellen aus Silizium entspricht.

### [Fotostrecke Klimaforschung am Helheim-Gletscher Galerie öffnen](#)



## Kühlkonzept muss nicht immer Hightech sein

Doch es muss nicht immer Hightech sein. So sieht Veit Bürger vom Öko-Institut auch Architekten und Stadtplaner in der Pflicht. Beim Erstellen von Bebauungsplänen etwa müsse bedacht werden, Gebäude so auszurichten, dass das Kühlen erleichtert werde. Zu den ganz simplen Vorkehrungen gehörten große Dachüberstände, die viel Schatten spenden. Und das Architekturbüro Woha in Singapur hat in dem asiatischen Stadtstaat, wo es das ganze Jahr über tagsüber mehr als 30 Grad heiß ist, Hochhäuser gebaut, die mit begrünten Plateaus (Sky Parks) besetzt sind. Bäume und Sträucher spenden Schatten und kühlen die Innenräume. Die Woha-Konzepte haben längst international für Furore gesorgt.

Auch bei bestehenden Gebäuden ist einiges drin. Das Öko-Institut hat schon 2016 in einer Studie für das Umweltbundesamt darauf hingewiesen, dass „durch die geregelte Öffnung von Fenstern in der Fassade und Öffnungen im Dach mittels Elektromotoren“ Luftzirkulation und Luftaustausch angeregt werden, ohne Ventilatoren zu benötigen. Kommen Wärmeschutzglas, Jalousien, Rollläden und Markisen hinzu, könne durch die automatisierte Lüftung die benötigte Endenergie zur Kühlung im Vergleich zur konventionellen Klimaanlage um bis zu 60 Prozent reduziert werden.

Quelle: <http://www.fr.de/wirtschaft/klimawandel-auf-der-suche-nach-kaelte-a-1587354,0#artpager-1587354-1>



Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
	Klimawandel <b>Auf der Suche nach Kälte</b> (Frank-Thomas Wenzel)	Klima <b>Das große Kühlen</b> (Frank-Thomas Wenzel)	
		Der Energiebedarf für Klimaanlage wird in Zukunft laut Prognosen erheblich steigen. Alternative Kühlkonzepte können den CO <sub>2</sub> -Ausstoß begrenzen, müssen sich aber gegenseitig ergänzen.	0
0	<b>Der Sommer hat</b> einen Vorgeschmack geliefert. Es wird für die Menschen immer heißer auf der Erde. Forscher suchen längst nach Lösungen, die für Abkühlung sorgen.	<b>Der Sommer hat</b> dieses Jahr im April begonnen. Und Ende September wunderte sich in Frankfurt niemand mehr über 30 Grad im Schatten. Die Stadt im Südhessischen war einer der Hotspots der Republik. An den heißesten Tagen — Ende Juli und Anfang August — wollte das Thermometer auch mitten in der Nacht nicht mehr unter die 25-Grad-Marke sinken.	1
		Um einigermaßen Schlaf zu finden, erinnerten sich Bewohner an Praktiken aus Großmutterzeiten. Feuchte Bettlaken wurden in Fenster gehängt, um die Zimmertemperaturen etwas zu drosseln. Auf Grillpartys wurde im Schweiß des Angesichts über die Anschaffung von Klimageräten diskutiert. Frankfurter Verhältnisse als Vorbote für das, was uns der Klimawandel in den nächsten Jahren bescheren wird?	2
		Der örtliche Energieversorger Mainova jedenfalls hat sich längst darauf eingestellt, dass die Lastspitzen beim Strom nicht an kalten, dunklen Wintertagen auftreten, sondern wenn die Sonne senkrecht vom Himmel knallt. Das hat nicht nur mit den meteorologischen Verhältnissen zu tun und damit, dass die Stadt besonders dicht bebaut ist. In den zahlreichen Bankentürmen aus Glas, Stahl und Beton ist in der warmen Jahreszeit ein Arbeiten ohne Klimaanlage undenkbar.	3
		Hinzu kommt, dass Frankfurt auch noch die Bundeshauptstadt der Rechenzentren ist, die ebenfalls gehörig gekühlt werden müssen. Dieses Jahr sei die ohnehin schon hohe Stromnachfrage im Sommer weit überdurchschnittlich gestiegen, sagt ein Mainova-Sprecher. Details will er nicht nennen. Aber die Versorgungssicherheit sei jederzeit gegeben gewesen — schließlich habe man Erfahrungen mit solchen Bedarfsspitzen.	4
1	Mehr als 30 Grad am Polarkreis. In vielen Regionen Deutschlands so viele Sommertage wie noch nie. Temperaturabweichungen nach oben in ganz Europa. Die Monate von April bis Ende August lieferten einen Vorgeschmack auf den Klimawandel. Viele Menschen suchten nach Wegen, ihre Umgebung zu kühlen, und fanden eine einfache Lösung für ihr Hitze-Problem: Kühlgeräte.	Experten der Internationalen Energieagentur (IEA) sind da nicht ganz so cool. Sie geben sich beinahe alarmistisch. „Die wachsende Nachfrage nach elektrischer Energie für Klimaanlage ist einer der kritischsten blinden Flecken in der aktuellen Energiedebatte“, sagt IEA-Direktor Fatih Birol. In den USA und in Japan sorgen Klimaanlage in 90 Prozent der Haushalte für angenehme Temperaturen. In den wärmsten Ländern der Erde liegt die Verbreitung laut IEA	5

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		im Durchschnitt noch bei nur acht Prozent. Aber beispielsweise in Indien sorgen Klimaanlage in Spitzenlastzeiten schon für zehn Prozent des Strombedarfs. Um es kühl zu haben, wird weltweit bereits ein Fünftel des Stromverbrauchs in Wohnungen und Büros durch Klimageräte und Ventilatoren verursacht.	
2	Fatih <b>Biol</b> , Direktor der Internationalen Energieagentur (IEA), warnt: <b>Bis 2050</b> werde der Energiebedarf für Klimaanlage „ <b>raketenartig</b> “ in die Höhe schießen.	Die IEA geht in einer aktuellen Studie davon aus, dass <b>bis 2050</b> aufgrund zweier Faktoren diese Zahlen vor allem in Schwellenländern „ <b>raketenartig</b> “ ( <b>Biol</b> ) in die Höhe schießen werden.	6
	Zum Klimawandel hinzu kommen Bevölkerungswachstum und <b>wachsender Wohlstand in riesigen Ländern wie China oder Indien</b> , wo die Bereitschaft groß sein wird, in Geräte zu investieren, die für Abkühlung sorgen.	Zum Klimawandel mit weltweit steigenden Temperaturen kommt der <b>wachsende Wohlstand in riesigen Staaten wie China oder Indien</b> , wo es schon jetzt viel heißer ist als in Frankfurt. Wenn Menschen in Zukunft Geld für einen höheren Lebensstandard übrig haben, werden sie sich nach Ansicht der IEA-Experten als eine der ersten Anschaffungen ein Klimagerät zulegen. Die Bilder aus Südeuropa oder Japan, wo an Häuserfassaden über jedem zweiten Fenster ein weißer Kasten klebt, könnten dann zu einem globalen Erkennungszeichen für ökonomischen Fortschritt werden.	
3	Die IEA geht davon aus, dass sich der Energiehunger zur Erzeugung von Kälte für Wohn- und Bürogebäude in den nächsten drei Jahrzehnten <b>mehr als verdreifachen wird</b> .	Die Energieagentur jedenfalls rechnet hoch, dass sich der Energiehunger zur Erzeugung von Kälte für Wohn- und Bürogebäude in den nächsten 32 Jahren <b>mehr als verdreifachen kann</b> . Klimaanlage sind Stromfresser: Der prognostizierte Zusatzbedarf an elektrischer Energie müsste rechnerisch mit den gesamten Erzeugungskapazitäten abgedeckt werden, über die heute die USA, die EU. und Japan zusammen verfügen, so die Kalkulation der IEA. Das zugrundeliegende Szenario geht davon aus, dass die Zahl der Geräte weltweit von derzeit 1,6 auf 5,6 Milliarden steigen wird.	7
	Der Weltklimarat prognostiziert, dass <b>im Jahr 2100 die Menschheit 30-mal so viel Energie für Kühlung aufwenden wird wie im Jahr 2000</b> .	Der Weltklimarat wagt, eine noch hochgestochene Prognose: <b>Im Jahr 2100 werde die Menschheit 30-mal so viel Energie für Kühlung aufwenden wie im Jahr 2000</b> . Eine Vorahnung von dem, was droht, konnte man jüngst in Kalifornien besichtigen, wo der Sommer ebenfalls ungewöhnlich heiß war. Teile des Stromnetzes in dem US-Bundestaat brachen zeitweise zusammen.	
		Wird also auch Deutschland früher oder später einen Kälteschock der besonderen Art erleiden? „Ja und nein“, heißt die zunächst etwas irritierende Antwort von Veit Bürger vom Öko-Institut. Auch für ihn besteht kein Zweifel daran, dass der Klimawandel den Bedarf nach Kühlung hierzulande steigen lassen wird. Doch es werde	8

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		sich zugleich ein gegenläufiger Effekt einstellen. Erderwärmung bedeute für Deutschland zugleich, dass weniger geheizt werden müsse. Das Öko-Institut hält es für möglich, dass der Wärmebedarf um bis zu 15 Prozent zurückgeht. Unter dem Strich werde die Gesamtnachfrage nach Energie zur Temperierung von Gebäuden keinesfalls steigen, sondern eher sinken, so Bürger. Das ziehe außerdem eine Verlagerung bei der Nutzung der Energiequellen nach sich: Weg von Öl und Gas, hin zu Strom.	
	Dieser riesige Bedarf sei weder mit den bestehenden Stromnetzen noch mit herkömmlichen Energieträgern zu stemmen,	Damit es frischer wird, muss bei einer konventionellen Klimaanlage ein flüssiges Kühlmittel, das in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird, mittels eines Ventils verdampft werden. So kann es die Wärme der Umgebung aufnehmen. Um das Verdampfen zu ermöglichen, ist es nötig, das Kühlmittel zunächst unter Hochdruck zu einem heißen Gas zu verdichten, das in einem zweiten Schritt mittels Kondensation verflüssigt wird. Für diesen Prozess braucht es einen Kompressor, der jede Menge Energie benötigt, die heute in der Regel elektrisch ist.	9
	heißt es beim <b>Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</b> . Dort wird an Lösungen geforscht, wie eine <b>bislang stark vernachlässigte natürliche Ressource</b> zum Kühlen genutzt werden kann:	Doch es geht auch anders. Am <b>Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</b> wird an Lösungen geforscht, die <b>eine bislang stark vernachlässigte natürliche Ressource</b> nutzen:	10
	<b>die wasserführenden Schichten im Untergrund.</b>	<b>die wasserführenden Schichten im Untergrund.</b> Kälteerzeugung mittels so genannter Aquifere wurde schon vor rund 60 Jahren in China zu Beginn der dortigen Industrialisierung aus der Not heraus entwickelt, weil man für Fabriken dringend Kühlung benötigte. Das Prinzip ist simpel, es macht sich zunutze,	
	<b>Unterirdische Speicher sollen Kälte spenden</b>		
4	Bei den sogenannten <b>Aquiferen handelt es sich im Grunde um gigantische Badewannen, in denen Wasser kaum oder gar nicht fließt.</b>	dass <b>in Aquiferen das Wasser kaum oder überhaupt nicht fließt.</b> Es <b>handelt sich im Grunde um gigantische Badewannen,</b> gefüllt mit Sand, Kies und Wasser. Das umgebende Gestein wirkt wie eine isolierende Schicht.	
		Diese Grundwasserreservoirs werden angebohrt.	11
	<b>Das kühlende Nass aus der Tiefe wird zu einem Wohngebiet oder einem Einkaufszentrum gepumpt.</b>	<b>Das kühle Wasser wird aus dem Brunnen beispielsweise zu einem Flughafengebäude oder einem Wohngebiet gepumpt.</b>	
	<b>Über Wärmetauscher und Leitungssysteme wird die Kälte in Wohnungen und Geschäfte geleitet.</b> Das Grundwasser selbst fließt wieder in den Untergrund zurück.	<b>Über Wärmetauscher und Leitungssysteme gelangt die Kälte in Anflughallen oder Wohnungen.</b> Bei diesem Prozess erwärmt sich das Grundwasser, das über einen zweiten Brunnen wieder zurück in den Untergrund geleitet wird. So entstehen dort verschiedene Zonen mit relativ konstanten, aber unterschiedlich hohen Temperaturen, begünstigt durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der	

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		wasserführenden Schichten.	
		Das macht einen positiven „Nebeneffekt“ möglich: Warmes Wasser lässt sich über Monate speichern. Im Winter kann so die Fließrichtung der Anlage umgekehrt und das Grundwasser zum Heizen eingesetzt werden. Bislang gibt es hierzulande nur vier Standorte mit Energiespeicherung im Grundwasser.	12
	Nach diesem Prinzip wird auch das Reichstagsgebäude gekühlt.	Prominentestes Beispiel ist das Reichstagsgebäude in Berlin.	
5	KIT-Forscher studieren indes die Funktionsweise der Aquiferspeicher im Bonner Bogen nahe des Rheins. „Die Kälteversorgung für ein Hotel und zwei Bürokomplexe kann komplett über diesen Speicher gewährleistet werden“, erläutert KIT-Wissenschaftler Paul Fleuchaus.	KIT-Forscher studieren die Funktionsweise der Aquiferspeicher im Bonner Bogen nahe dem Rhein. „Die Kälteversorgung für ein Hotel und zwei Bürokomplexe kann komplett über diesen Speicher gewährleistet werden“, erläutert KIT-Wissenschaftler Paul Fleuchaus, der über die unterirdischen Speicher seine Doktorarbeit schreibt. Es handele sich um Gebäude mit einer Fläche von insgesamt 60 000 Quadratmetern.	13
		Gegenüber einer konventionellen Geothermie-Anlage würden jährlich rund 1700 Megawattstunden Energie sowie 400 Tonnen CO2 eingespart.	14
	Weltweit gibt es etwa 3000 solcher Anlagen, davon 90 Prozent in den Niederlanden. Sie lassen sich wirtschaftlich nur in großtechnischen Dimensionen betreiben.	Weltweit gibt es etwa 3000 solcher Anlagen, davon 90 Prozent in den Niederlanden. Es handelt sich um ein Verfahren, das nur in großtechnischen Dimensionen wirtschaftlich funktioniert — etwa für Museen, Bürogebäude, Einkaufszentren und Krankenhäuser. Das verlangt einiges an Aufwand.	
	Aber die Investitionen machten sich nach zwei bis maximal zehn Jahren bezahlt, so der KIT-Forscher.	Aber der lohnt sich nach den Berechnungen der KIT-Wissenschaftler: Die Investitionen machten sich nach zwei bis maximal zehn Jahren bezahlt.	
		Allerdings braucht es dafür nicht nur Geld, sondern auch die passenden geologischen Verhältnisse. Doch Fleuchaus geht davon aus,	15
	<b>Kein Allheilmittel für den Klimawandel</b>		
6	Die nötigen geologischen Verhältnisse gebe es in „allen Industrieländern und natürlich auch in China“. Auch hierzulande bestehe großes Potenzial.	dass dies in „allen Industrieländern und natürlich auch in China“ möglich sei. Hierzulande bestehe großes Potenzial für Aquiferspeicher, das bislang kaum genutzt werde.	
		Das gilt auch für den Süden der Republik, was für die Energiewende wichtig ist. Denn im Süden ist es nicht nur wärmer als an Nord- und Ostsee, dort liegen auch zahlreiche Großstädte — nebst industriellen Zentren, die viel Strom brauchen. Doch ein Gros des Ökostroms wird auch künftig im Norden und Nordosten der Republik hergestellt. Aquifer-Anlagen könnten also Stromtransporte verringern.	16
	Fleuchaus räumt aber auch ein,	Fleuchaus räumt ein,	17
	dass das Anzapfen der unterirdischen Speicher nicht das Allheilmittel sein kann, um die „Kälte-Klemme“ zu vermeiden, vor der die IEA warnt.	dass das Anzapfen der unterirdischen Speicher nicht das Allheilmittel sein kann, um den „Cold Crunch“ zu vermeiden, das böse Erwachen bei	

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		der Kühlenergie, vor dem die IEA warnt. „Wir können nur einen Beitrag leisten.“	
	In Dubai etwa oder in anderen sehr heißen Gegenden sei Grundwasser erstens zu warm und zweitens zu rar für Kühlkonzepte.	In Dubai etwa oder in anderen sehr heißen Gegenden sei Grundwasser erstens zu warm und zweitens zu rar, um damit Kühl-Konzepte in großem Stil umzusetzen.	
7	Das zeigt, es braucht ein Zusammenspiel verschiedener Lösungen.	Es braucht also ein Zusammenspiel verschiedener Lösungen. Wobei Öko-Institut-Experte Bürger darauf aufmerksam macht, dass eine günstige Korrelation die Sache vereinfache: Die Sonne, die die Sommerhitze erzeugt, kann auch eingesetzt werden, um den Menschen Kühlung zu verschaffen.	
	Auch mit solarthermischen Anlagen, obwohl diese eigentlich für das Erzeugen von warmem Wasser entwickelt wurden. Das funktioniert so: Das Herzstück einer konventionellen Klimaanlage ist ein elektrisch betriebener Kompressor, der in einem geschlossenen Kreislauf ein Kühlmittel zu einem heißen Gas verdichtet, das dann mittels Kondensation verflüssigt wird, um es schließlich mit einem Ventil zu verdampfen.	Solarthermische Anlagen sind dafür bestens geeignet, obwohl sie eigentlich für das Erzeugen von warmem Wasser entwickelt wurden und obwohl Kühlen mittels Hitze auf den ersten Blick paradox wirkt.	18
8	Das Kühlmittel nimmt die Wärme der Umgebung auf und fließt zum Kompressor zurück. Dieser kann ersetzt werden,	Doch längst sind Verfahren serienreif, bei denen der Kompressor ersetzt wird:	
	indem das Kühlmittel von einer zweiten Substanz (Wasser oder Salz) absorbiert wird. Daraus wird mit der Wärme einer solarthermischen Anlage ein heißes Gas erzeugt, das in den gängigen Kühlkreislauf eingespeist wird. Der Vorteil:	Das Kühlmittel wird zunächst von einer zweiten Substanz (Wasser oder Salz) absorbiert, um es dann mit der Wärme aus einer solarthermischen Anlage in heißes Gas umzuwandeln, das in den gängigen Kühlkreislauf eingespeist werden kann.	
		Solch eine Anlage schützt beispielsweise Patienten im United Nations Hospital vor der Gluthitze in Khartum (Sudan). Dabei braucht sie relativ wenig Energie:	19
	Im Vergleich zu einem konventionellen Klimagerät kann der Energiebedarf um bis zu 90 Prozent reduziert werden.	Bis zu 90 Prozent können durch den Einsatz von Solarthermie eingespart werden. Dennoch ist diese Technologie bislang in einer winzigen Nische versteckt.	
	Doch dafür kostet so eine Apparatur das Vier- bis Fünffache.	Denn die Anlagen kosten über den Daumen das Vier- bis Fünffache im Vergleich zu konventionellen. Ein weiteres Problem sei, so Bürger, dass die Sonnenkollektoren relativ viel Platz benötigen. Der ist gerade in Metropolen in Schwellenländern rar.	
		Kein Wunder also, dass Wissenschaftler in aller Welt daran arbeiten, die Effizienz der Solarthermie zu erhöhen. Kurioserweise geht es dabei vor allem darum, die Temperaturen der Flüssigkeiten in den Kollektoren deutlich zu erhöhen. Zugleich wird an Hybridanlagen geforscht, mit dem Ziel, den Strombedarf der Kompressoren zu verringern, etwa indem Sonnenwärme das Kühlmittel vorheizt. Laut dem Fachmagazin Spektrum der Wissenschaft könne	20

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		damit der Energiebedarf immerhin um ein Drittel sinken, höhere Anschaffungskosten könnten innerhalb von zwei Jahren wieder reingeholt werden.	
	<b>Solarthermie und Photovoltaik</b>		
9	Anhänger der Solarthermie hoffen nun vor allem auf Skaleneffekte, also darauf, dass mit einer wachsenden Zahl von Anlagen die Kosten für die Komponenten deutlich <b>sinken werden</b> .	Zudem <b>hoffen</b> die <b>Anhänger der Solarthermie</b> auf Skaleneffekte, also darauf, dass mit einer wachsenden Zahl von Anlagen die Kosten für die Komponenten deutlich <b>zurückgehen</b> .	
	Das <b>gilt natürlich auch für die Photovoltaik</b> , die ebenfalls von der glücklichen Korrelation profitiert, dass die Sonne als Verursacher der Hitze genutzt wird, um es den Menschen frischer zu machen.	Gleiches <b>gilt natürlich auch für die Photovoltaik</b> .	21
10	<b>Dabei ruhen große Hoffnungen auf organischen Solarzellen,</b>	<b>Große Hoffnungen ruhen dabei auf organischen Solarzellen.</b> „Der geringe Materialverbrauch und die Anwendung effizienter Produktionstechnologien eröffnen ein hohes Potenzial für eine kostengünstige Herstellung“, so das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Weitere Vorteile seien „die mechanische Flexibilität und das geringe Gewicht“. Organisch bedeutet,	
	die <b>Kohlenstoffverbindungen</b> statt <b>Silizium</b> einsetzen, um <b>Licht in elektrische Energie</b> zu verwandeln.	dass anstelle von <b>Silizium Kohlenstoffverbindungen</b> zur Umwandlung von <b>Licht in Strom</b> genutzt werden.	
	Das macht Zellen möglich, die <b>so dünn</b> und flexibel <b>wie eine Plastikfolie</b> sind. Plausibel wäre, solche Zellen auf Außenjalousien oder Fassaden anzubringen, um Strom für Klimaanlage zu erzeugen. Die technologischen Entwicklungen sind jedenfalls rasant.	Die Zellen können <b>so dünn wie eine Folie</b> sein, entsprechend groß sind die potenziellen Einsatzgebiete.	
		Der Nachteil ist allerdings <b>bislang der geringere Wirkungsgrad von bestenfalls 14 Prozent</b> .	
11	<b>Wissenschaftler</b> bemühen sich mit großem Eifer, den <b>bislang geringen Wirkungsgrad</b> der <b>organischen Zellen</b> von bislang <b>bestenfalls 14 Prozent</b> zu steigern.	In der Fachzeitschrift „Science“ stellten <b>Wissenschaftler</b> aber jüngst neue <b>organische Solarzellen</b> mit einem Rekordwirkungsgrad von 17,3 Prozent vor.	22
	<b>Forscher von der Nankai-Universität im chinesischen Tianjin</b> etwa <b>haben</b> kürzlich einen <b>Prototyp</b> präsentiert, der mehr als 17 Prozent schafft. Als <b>Ziel</b> haben sie sich <b>25 Prozent</b> vorgenommen, was aktuellen Hochleistungszellen aus Silizium entspricht.	<b>Forscher von der Nankai-Universität im chinesischen Tianjin haben</b> es geschafft, in einem <b>Prototyp</b> lichtaktive Substanzen in insgesamt neun extrem dünnen Lagen zu stapeln. Das <b>Ziel</b> der Forscher: den Wirkungsgrad auf bis zu <b>25 Prozent</b> zu steigern. Damit würden sie sogar die derzeit kommerziell hergestellten Siliziumzellen abhängen. Plausibel wäre, solche Zellen auf Außen-Jalousien oder Fassaden anzubringen. Noch einen Schritt weiter gehen die Wissenschaftler der South China University of Technology, die Folien mit organischen Zellen auf Fensterscheiben kleben wollen, womit nicht nur Strom erzeugt, sondern zugleich ein Teil des UV-Lichts reflektiert werden soll. Letzteres wirkt allein schon kühlend.	

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
		Ob Jalousie oder Fenster — in jedem Fall können mit dem organischen Sonnenstrom Kompressoren von Klimaanlage betrieben werden, und zwar immer dann mit einer Höchstleistung, wenn die Hitze heftig vom Himmel knallt. Ergänzend dürften früher oder später Batteriespeicher hinzukommen, für die ebenfalls massive Preissenkungen zu erwarten sind. So könnte elektrische Energie zum Kühlen auch zu nachtschlafender Zeit abrufbar sein.	23
		Das alles zeigt: Technologische Ansätze, um mehr Kälte in die Welt zu bringen, gibt es viele. Doch die Zeit drängt. Wie lassen sich Entwicklungen forcieren? Die IEA macht in ihrer Studie darauf aufmerksam, dass die in Europa und Japan derzeit eingesetzten Klimaanlage im Schnitt um rund 25 Prozent weniger Strom verbrauchen als Geräte, die in den USA und in China zum Einsatz kommen. Das deutet auf riesige Effizienzpotenziale hin. Um diese zu heben, schlagen Birol und seine Kollegen vor, dass Regierungen Performance-Standards für Klimageräte vorschreiben. Auch Kennzeichnungspflichten bringt die IEA ins Gespräch. Das erinnert an die Abgas-Politik der EU, die mit der Setzung von Grenzwerten für den CO2-Misstoß erreicht hat, dass die Effizienz von Verbrennungsmotoren in den vergangenen Jahren merklich gesteigert wurde — wenngleich da noch deutlich mehr möglich wäre.	24
		Strenge Standards können jedenfalls in der Industrie Anstrengungen zur Entwicklung sparsamer und klimafreundlicher Lösungen initiieren. Die IEA ist davon überzeugt, dass die durchschnittliche Energieeffizienz von Klimageräten bis 2050 mehr als verdoppelt werden könne, was die Notwendigkeit zum Ausbau der Energieinfrastruktur massiv reduziere.	25
	<b>Kühlkonzept muss nicht immer Hightech sein</b>		
12	<b>Doch es</b> muss nicht immer Hightech sein.	<b>Doch es</b> gibt jenseits technologischer Lösungen noch andere Wege, um Innenräume kühler zu machen.	26
	<b>So sieht Veit Bürger</b> vom Öko-Institut <b>auch Architekten und Stadtplaner in der Pflicht.</b> Beim Erstellen von <b>Bebauungsplänen etwa</b> müsse bedacht werden, <b>Gebäude so</b> auszurichten,	<b>So sieht Veit Bürger auch Architekten und Stadtplaner in der Pflicht.</b> In <b>Bebauungsplänen etwa</b> könnten <b>Gebäude so</b> ausgerichtet werden,	
	<b>dass das Kühlen</b> erleichtert werde. <b>Zu den ganz simplen Vorkehrungen gehörten große Dachüberstände, die viel Schatten spenden.</b> Und das Architekturbüro Woha in Singapur hat in dem asiatischen Stadtstaat, wo es das ganze Jahr über tagsüber mehr als 30 Grad heiß ist, Hochhäuser gebaut, die mit begrünten Plateaus	<b>dass das Kühlen</b> leichter falle. <b>Zu den ganz simplen Vorkehrungen gehörten große Dachüberstände, die viel Schatten spenden.</b>	

Abs	Frankfurter Rundschau (22.9.2018)	Neue Energie (10 / 2018)	Abs
	(Sky Parks) besetzt sind. Bäume und Sträucher spenden Schatten und kühlen die Innenräume. Die Woha-Konzepte haben längst international für Furore gesorgt.		
13	Auch bei bestehenden Gebäuden ist einiges drin.	Und auch in bestehenden Gebäuden ist Einiges drin.	27
	Das Öko-Institut hat schon 2016 in einer Studie für das Umweltbundesamt darauf hingewiesen, dass „durch die geregelte Öffnung von Fenstern in der Fassade und Öffnungen im Dach mittels Elektromotoren“ Luftzirkulation und Luftaustausch angeregt werden, ohne Ventilatoren zu benötigen.	Das Öko-Institut hat schon 2016 in einer Studie für das Umweltbundesamt darauf hingewiesen, dass „durch die geregelte Öffnung von Fenstern in der Fassade und Öffnungen im Dach mittels Elektromotoren" Luftzirkulation und Luftaustausch angeregt werden, ganz ohne Ventilatoren.	
	Kommen Wärmeschutzglas, Jalousien, Rollläden und Markisen hinzu, könne durch die automatisierte Lüftung die benötigte Endenergie zur Kühlung im Vergleich zur konventionellen Klimaanlage um bis zu 60 Prozent reduziert werden.	Kommen Wärmeschutzglas, Jalousien, Rollläden und Markisen hinzu, könne durch die automatisierte natürliche Lüftung die benötigte Kühlenergie im Vergleich zur konventionellen Klimaanlage um bis zu 60 Prozent reduziert werden. Es müssen also nicht unbedingt nasse Bettlaken an Fenstern sein.	