

Energie der Zukunft

Mehr als Windrad und Solardach

Jenseits von Windkraft und Fotovoltaik gibt es noch andere Technologien, die umweltverträgliche Energiequellen erschließen und je nach Einsatzzweck die beste unter vielen Alternativen darstellen können. Einige Beispiele für die Energiewende.



Dr. Gernod Dittel

Strom kommt aus der Steckdose, das wissen alle. Wo und wie er aber produziert wird, war vielen lange Zeit sehr egal und nicht bewusst. Das ändert sich gerade – notgedrungen und kriegsbedingt. Dabei wird leider klar, dass es wesentlich einfacher war, sich aufs Abschalten bestimmter Technologien zu einigen, als für den nötigen nachhaltigen Ersatz zu sorgen.

Im Stromnetz nimmt die Instabilität zu, es entstehen Engpässe, Notfallpläne werden diskutiert. Man spricht über hektische Gegenmaßnahmen, die Industrie und Bevölkerung über den Winter bringen sollen. Die politisch eigentlich unerwünschten Energietechnologien – Kohle, Gas, Atom – erhalten dadurch kurzfristig eine neue Aufmerksamkeit. Für den Ausbau der ökologisch verträglicheren Stromerzeugungstechnologien

Windkraft und Fotovoltaik ändert sich hingegen erst mal nicht viel – abgesehen davon, dass die nicht erfüllten Zielvorgaben der Vergangenheit durch noch höhere, noch unrealistischere abgelöst werden. Zielvorgaben beseitigen nicht die Hürden, die einem Ausbau in der Praxis entgegenstehen. Widerstände, etwa aus dem Kampf gegen Bürokratie und Bürgerwillen vor Ort, lassen sich nur langwierig abbauen oder überwinden. Die größte Investitionshürde ist dabei die Unentschlossenheit der deutschen Energiepolitik. Ob diese die Sprunghaftigkeit tatsächlich einmal durch langfristig verlässliche Rahmenbedingungen ablösen wird, ist fraglich. So lange ist der Einstieg in nachhaltige Energieproduktion weniger lukrativ, als es wünschenswert wäre. Technisch wäre hingegen längst eine Menge möglich.

Kühlung aus dem Parkhaus

Angenommen, es gelingt: Der Strommarkt wird so gestaltet, dass Energiequellen jenseits fossiler Technologien attraktiv werden und massive Investitionen in sie fließen. Welche Technologien wären in dem Fall die aussichtsreichsten?





© Alberto Masnovo - stock.adobe.com



© sekura - stock.adobe.com

Während Windräder und Fotovoltaikmodule sowie neue Speichertechnologien mit Sicherheit eine wichtige Rolle spielen werden, lohnt der Blick auch auf Technologievarianten, die selten genannt werden.

Wussten Sie bspw., dass sich der Stromverbrauch von Klimaanlage in Bürogebäuden durch ein paar Baggerschaufeln Granitsteine drastisch verringern lässt? Sie kühlen die Raumluft der Büroetagen in einem Erdspeicher im Kellergeschoss vor. Dazu werden dort unten Strömungskanäle angelegt und mit den Steinen gefüllt, die die Luft fürs Raumklima kühlen und entfeuchten. Vorzugsweise kommt Granit zum Einsatz, der Keime blockiert, also mikrobiologisch keine besonderen Probleme schafft. Bisherige Parkhäuser in Untergeschossen von Bürogebäuden sind für einen solchen Umbau wie geschaffen. Die Lösung ist so einfach wie genial und sollte bei Büroimmobilien zur Pflicht werden. Obwohl es hierzu längst Anwendungsbeispiele gibt, ist das sinnvolle Konzept nur wenig bekannt.

Das Beispiel zeigt: Erneuerbare Energien sind ein weites Feld, auf dem ein kleinteiliger, dezentraler Mix an Systemen entstehen wird. Welche Komponenten auch dazugehören könnten, wird im Folgenden an einigen Beispielen geschildert. Die meisten sind mittlerweile gut erforscht. Nicht alle sind High-Tech. Anders als das Kühlsystem aus dem Steinbruch, welches lediglich eine Baggerschaufel verlangt, sind andere Lösungen denkbar ohne filigrane Strukturen und ohne Reinraumtechnik, etwa weil Oberflächenstrukturen im Mikro- und Nanometermaßstab über die Energieausbeute entscheiden.

In Pilotprojekten getestet, sehen neuartige Kraftwerke in Sachen Effizienz und Skalierbarkeit ihrer technischen und betriebswirtschaftlichen Optimierung und im nächsten Schritt ihrer Verbreitung entgegen. Je nach Einsatzzweck und -gebiet können sie – in Smart Grids vernetzt – ihre jeweiligen Vorzüge ausspielen und somit unter vielen anderen die beste verfügbare Alternative darstellen.

Fotovoltaikmodule zu Lande, zu Wasser und im All

Die nachhaltigste Energie, die es in den nächsten Millionen Jahren geben wird, stammt von der Sonne. Die höchste Strahlungsmenge trifft in den Ländern ein, die im sogenannten Sonnengürtel liegen.

Das sind Länder in einem breiten Streifen unter- und oberhalb des Äquators, von Australien bis Japan, von Südafrika bis zum Mittelmeer, von Chile bis zu den USA. Während viele davon – etwa in Afrika – bislang kaum Fotovoltaikmodule nutzen, führt ein Land die Liste der Länder mit der höchsten pro Kopf installierten Modulfläche an: Deutschland. Mit rund 500 Watt pro Kopf installierter Leistung wartet damit ein Land am meisten auf die Energie von der Sonne, wo diese vergleichsweise wenig scheint. Am Äquator lassen sich etwa über 2.200 KW Sonnenenergie pro Quadratmeter abgreifen, hierzulande sind im



**GREEN
CLEANROOM®**

Reinraumsysteme

Von der Planung bis zur Qualifizierung

- innovativ
- modular
- wirtschaftlich

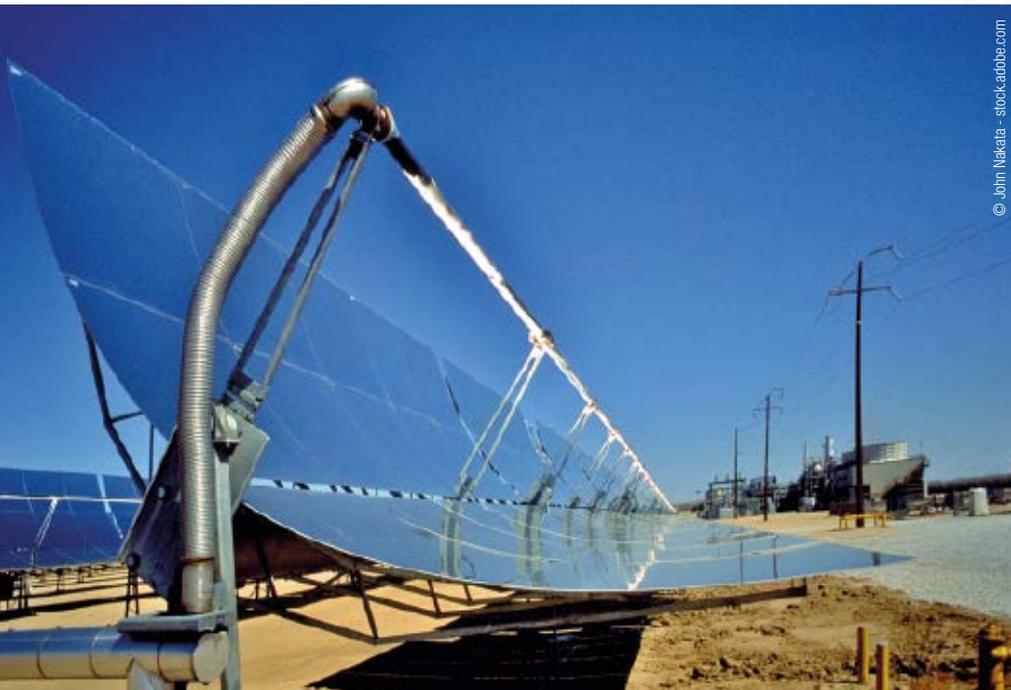
**SCHILLING
ENGINEERING**

Industrial Handling

Cleanroom Systems

SCHILLING ENGINEERING REINRAUMSYSTEME

Industriestraße 26
D-79793 Wutöschingen
Telefon +49 (0) 7746 / 92789-0
www.SchillingEngineering.de



© John Nakata - stock.adobe.com

Durchschnitt nicht mal halb so viele – in Bayern mehr, an der Küste weniger. Die üppige Ausstattung mit Solarmodulen liegt an den üppigen Fördermitteln, die Immobilieneigentümern ab der Jahrtausendwende aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zur Verfügung standen. Seitdem sind die Modulpreise um 90 % gesunken. Die Fertigungslinien, die unter eingehausten Raumbedingungen aus fein geschnittenen Siliziumwafern zunächst Solarzellen und anschließend Solarmodule herstellen, stehen inzwischen fast alle in China. Die Aufbruchstimmung zur Jahrtausendwende, die eigene europäische Solarfabriken hervorbrachte, mündete angesichts niedriger Preise aus Fernost in der Ernüchterung. Während die hiesige Produktionskapazität ausdünn, liefern die dortigen Hersteller in Massen. An Solarmodulen jedenfalls herrscht kein Mangel.

Welches Zwischenfazit lässt sich nach zwei Jahrzehnten des massiven Zubaus der Fotovoltaik in Deutschland ziehen? Bis 2021 wurden 2,2 Millionen Anlagen installiert. Aktuell haben diese laut dem Portal Energy Charts des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE Module eine theoretische maximale Leistung von rund 58,4 GW. Auf die entscheidende Frage, ob die Solarmodule damit relevante Beiträge zur Stromversorgung leisten, antwortet Harry Wirth, Bereichsleiter Fotovoltaik am Fraunhofer ISE, klar und deutlich mit: „Ja.“ Die Größenordnungen sind bei gutem Wetter beeindruckend. „An sonnigen Tagen kann PV-Strom zeitweise über zwei Drittel unseres Strombedarfs decken“, so Wirth in seiner aktuellen Marktzusammenfassung „Aktuelle Fakten zur Fotovoltaik in Deutschland“. 60,9 %.

So hoch war im vergangenen Jahr der höchste Anteil der Solarenergie an der deutschen Stromerzeugung, erreicht am 27.6.2021 um 13:30 Uhr. Auf einen ganzen Tag bezogen lag der maximale Anteil der Solarenergie bei 30 %

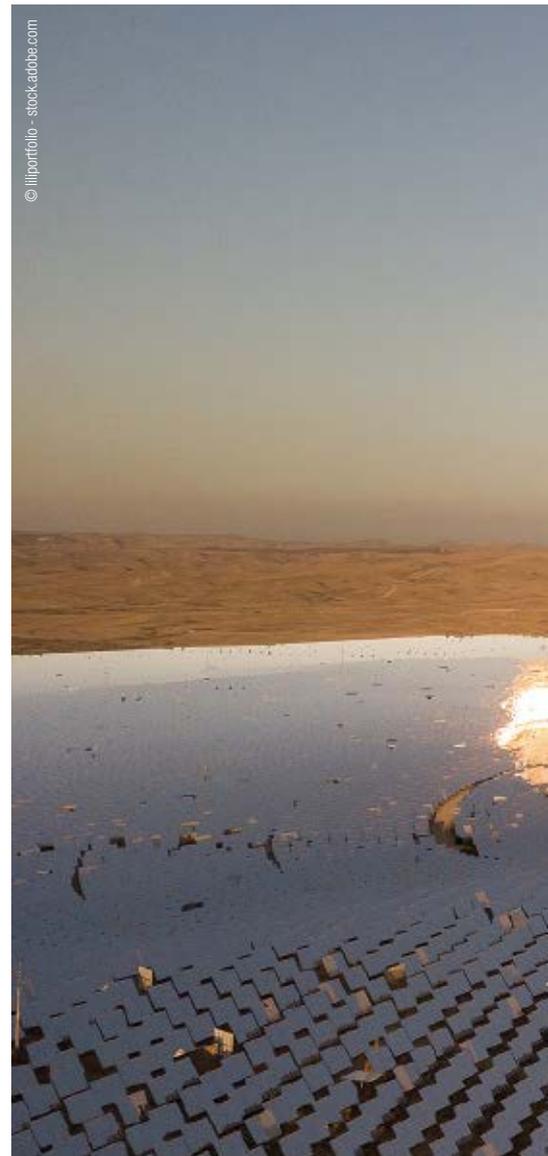
(am 30. Mai 2021). In dem Jahr flossen insgesamt 50 TWh Sonnenstrom ins deutsche Netz. Sie deckten 8,9 % des Bruttostromverbrauchs in Deutschland.

Das scheint – bei allem, was damit schon erreicht wurde – erst der Anfang zu sein. Regierungsplanungen zufolge soll dieser Anteil bis 2030 auf 30 % zulegen. Die installierte Leistung soll sich dazu fast vervierfachen. Auch im internationalen Rahmen wird dem Solarstrom eine Schlüsselrolle übertragen: Die Studie „Shell Scenarios Sky – Meeting the goals of the Paris agreement“ des Shell-Konzerns aus dem Jahr 2018 erwartet, dass Fotovoltaik in den nächsten Jahrzehnten weltweit zur dominierenden Stromquelle wird – weit vor der Windkraft. Im Jahr 2075 könnte demnach fast die Hälfte des bis dahin gewachsenen Strombedarfs der Welt aus solartechnischen Anlagen fließen.

Wo die nötigen Flächen herkommen sollen, auf denen künftig Solarmodule angebracht werden sollen, ist eine Frage, die in Fachkreisen diskutiert wird. Dem ISE zufolge genügen in Deutschland 22 m² einer nach Süden geneigten Dachfläche, um den durchschnittlichen Jahresstrombedarf einer Familie zu decken. Die dafür geeigneten Dachflächen der 40 Millionen Gebäude in Deutschland werden bislang zu weniger als 10 % ihres gesamten Potenzials zur Stromerzeugung genutzt. Noch seltener genutzt werden die Möglichkeiten, die Fassaden bieten. Neben den Gebäuden gibt es Flächenpotenziale auf dem flachen Land – etwa durch die Kombination landwirtschaftlich teilweise weiterhin nutzbarer Flächen mit Solaranlagen.

Darüber hinaus sind Gewässer nutzbar, auf denen Solarmodule schwimmen. Einer der Vorteile besteht im höheren Wirkungsgrad, da die Zellen vom darunter befindlichen Wasser gekühlt werden.

Weltweit sind derzeit solche Anlagen mit rund 3 GW Spitzenleistung (GWP) installiert. In



© lilipottfolio - stock.adobe.com

einer japanischen Meeresbucht entsteht nun der mit 13,4 MW größte schwimmende Solarpark. Laut ISE bieten jedoch allein schon in Deutschland die gefluteten oder noch zu flutenden Braunkohletagebaue und andere künstliche Seen die Möglichkeit, bis zu 44 GWP-Strom mit schwimmenden Solaranlagen (FPV – „Floating PV“) zu erzeugen.

Weltweit betrachtet, tun sich ganz andere Dimensionen auf. Die beiden größten Solarparks sind 2019 und 2020 in Indien entstanden (Pavagada bzw. der Bhadla-Solar-Park), mit einer Leistung von jeweils mehr als 2.000 MW. Im australischen Outback werden derzeit auf 120 km² Module aufgestellt, deren produzierter Strom per Unterseekabel bis nach Singapur transportiert werden soll.

Noch weiter aus greifen Konzepte, die Strom aus dem Weltall beziehen sollen. Das klingt nach Zukunftsmusik und Science-Fiction. Dennoch gibt es immer wieder neue Pläne, Sonnenlicht mit Gerätschaften in einer Erdumlaufbahn einzufangen und als Energie auf die Erde zu schicken. Außerhalb der Atmosphäre ist die Strahlungsintensität nämlich bis zu achtmal stärker als auf der



Produzent
Händler
Lieferant
Servicepartner



Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

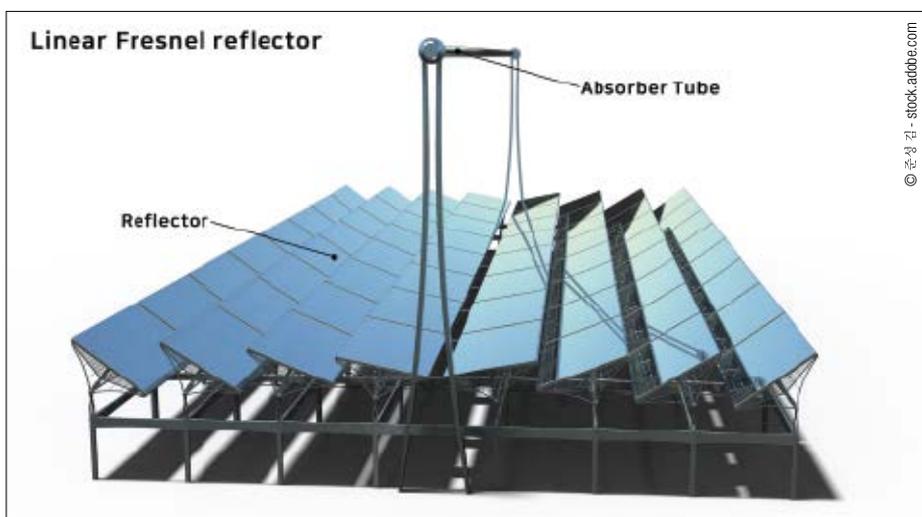
LOUNGES CLEANROOM
PROCESSES

18. bis 20. April 2023 · Messe Karlsruhe

Stand H1.2

Professionelle
Reinraum-Kompetenz

Dastex Reinraumzubehör
GmbH & Co. KG
Draisstraße 23
76461 Muggensturm
Tel. +49 7222 9696-60
info@dastex.com



Erde. Bisherige Konzepte wie Sonnensegel oder ein Kranz an Minispiegeln wurden nicht realisiert. Ein japanisches Konsortium arbeitet nun an einem 4 km² großen Solarpanel, das ab 2030 Energie zur Erde senden soll – kabellos per Mikrowellen oder Laser. Geostationär platziert, könnte die verständlicherweise extrem teure Anlage etwa 1 GW liefern, 24 Stunden am Tag.

Solarthermische Kraftwerke

Mehr Solarmodule aufzustellen, ist ein extensiver Weg zu mehr Strom. Daneben zielt die Forschung darauf, die Stromausbeute aus dem eintreffenden Sonnenlicht zu maximieren.

Bei dieser Strategie der Intensivierung der Solarstromproduktion kommen solarthermische Technologien ins Spiel, die die Form großflächiger Solarkraftwerke annehmen.

Aufgrund der höheren Auslastung werden diese Solarkraftwerke am besten im Sonnengürtel platziert. Im Süden Spaniens ist etwa Europas größtes Testzentrum für Solartechnik angesiedelt. In der „Plataforma Solar de Almería“ werden an 3.000 Sonnenstunden im Jahr solarthermische Techniken getestet und weiterentwickelt.

Wie alle Großkraftwerke, auch die herkömmlichen, dienen solarthermische Anlagen dem

Zweck, große Hitze und damit heißen Dampf zu erzeugen, der über Turbinen geleitet wird, die wiederum Stromgeneratoren antreiben. Anders jedoch als Atom-, Kohle- und Gaskraftwerke nutzen die solarthermischen Kraftwerke für die Wärmeentwicklung das Sonnenlicht. Besonders vier Varianten kommen dafür im großen Stil in Frage. Die Technologien haben gemeinsam, dass sie die Energie des Sonnenlichts bündeln, wenn auch auf verschiedene Art und Weise.

Solarturm

Ein Solarturm-Kraftwerk besteht aus einem schmalen Turm, der von einer Bodenfläche mit vielen flachen Spiegeln umgeben ist (sog. Heliostate). Diese richten sich computergesteuert permanent auf die Spitze des Turms aus, in deren Richtung sie das Sonnenlicht reflektieren. In dem Empfangsteil an der Spitze erhitzt sich die Luft daraufhin auf bis zu 1.200 °C.

Parabolrinnen

In einem Parabolrinnen-Kraftwerk sind die Spiegel länglich und wie Dachrinnen gekrümmt. In der Mitte der Rinne verläuft ein mit Thermoöl gefülltes Rohr, das sich im Fokus der Spiegel auf bis zu 550 °C erwärmt.

Weitergeleitet an einen Wärmetauscher, erzeugt es Wasserdampf, der die Turbinenschaufeln bewegt. Das für den Nachtbetrieb nötige Speichermedium für die Wärmeenergie ist eine Mischung aus Natriumnitrat und Kaliumnitrat, die in großen Tanks lagert. Das erste und größte Parabolrinnenkraftwerk Europas befindet sich in Südspanien. „Andasol“ hat drei Ausbaustufen, jede etwa 2 km² groß. Erzeugt werden, bei einer theoretischen Höchstleistung von 150 MW, im Jahreschnitt etwa 60 MW. Ein wirtschaftlicher Erfolg war dem Entwickler der Anlagen – dem 2011 in Konkurs gegangenen Erlanger Unternehmen Solar Millenium – nicht beschieden. Der Betrieb läuft unter anderen Händen weiter. Bei Andasol-3 sind unter anderem die Stadtwerke München und die Kölner Rheinenergie beteiligt.

Fresnel-Kollektoren

Fresnel-Kollektoren sind keine Spiegel, sondern Linsen. Als Material für die großflächigen und flachen Paneelen dient der kratzfeste und wetterwie wüstenbeständige Kunststoff PMMA. Die Linsen bündeln das Licht, das wiederum ein Rohr mit Flüssigkeit erwärmt. Anders als bei Kraftwerken, die großflächige Spiegel benötigen und damit den Boden verschatten, sind hoch aufgebockte Fresnel-Kollektoren so lichtdurchlässig, dass unter ihnen Landwirtschaft betrieben werden kann. Diese Technologie ist jedoch nicht so weit entwickelt wie etwa die Parabolrinnentechnik. Eine Grenze setzt derzeit die Biegestabilität der bis zu 100 m² großen Linsenflächen. Das Bewegen, also das Nachführen entlang des Sonnenwegs, ist nur eingeschränkt möglich. Es gibt aber auch statische Konstruktionen.

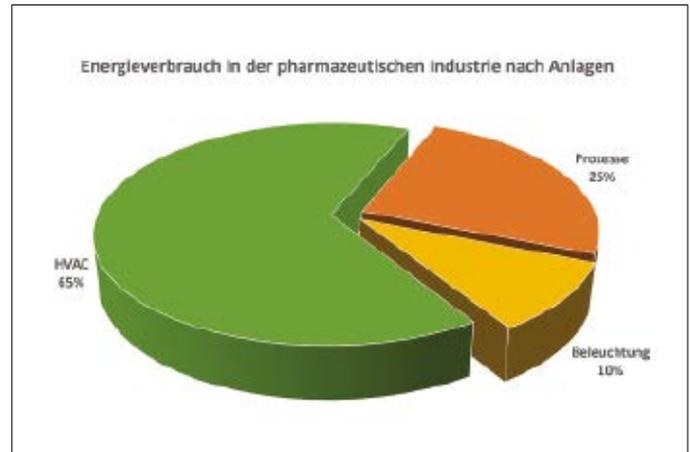
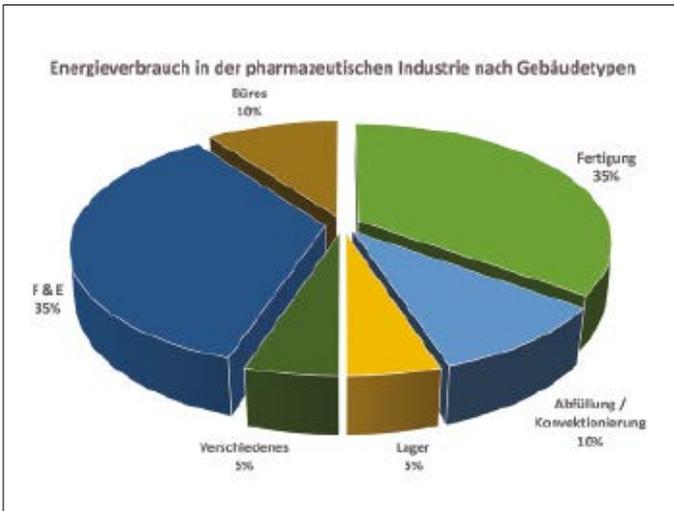
Dish-Stirling

Dish-Stirling-Kraftwerke sind eine Kombination aus einer mit Spiegeln besetzten Schüssel (Dish), die wie eine überdimensionierte Satelliten-Schüssel aussieht, und einem Sterling-Motor.

Dieser befindet sich im Brennpunkt der Spiegel und erzeugt mithilfe der entstehenden rund 900 °C direkt Strom. Er nutzt ein Kreislaufmedium wie Wasserstoff, das bspw. vier Zylinder und darüber einen Generator antreibt. Die bis zu einem Dutzend Meter breite Schüssel folgt dem Lauf der Sonne.

Energiesparen

Neue Stromquellen aus dem Sonnenlicht zu erschließen, ist nicht nur angesichts der Nachteile dringend geboten, die bisherige Stromerzeugungsarten mit sich brachten. Es geht auch um das Eingeständnis, dass das bloße Abschalten bisheriger Quellen nicht ausreicht, sondern auch ein weltweit steigender Mehrbedarf befriedigt werden muss. Sparen ist eine Alternative mit begrenzter Tragweite. Die Einsparpotenziale der Industrie und der Haushalte sind begrenzt. Zwar war beim deutschen Stromverbrauch zwischen den Jahren 2008 bis 2021 ein Rückgang von immerhin 8 % zu verzeichnen. Doch die selbst gesteckten Ziele der Politik wurden damit verfehlt. Dennoch



werden diese Sparvorgaben immer ambitionierter. Die Bundesregierung möchte den Primärenergieverbrauch Deutschlands bis zum Jahre 2050 auf die Hälfte des Verbrauchs verringern. Ohne zukunftsfähige Energieerzeugung steht zu befürchten, dass dieses Einsparziel zwar erreicht wird, jedoch um den Preis der weitgehenden Deindustrialisierung großer Landesteile. Auf ähnliche Weise wurde zumindest der größte Teil der gesamtdeutschen CO₂-Einsparungen nach 1990 erreicht. Sie ergaben sich als Nebeneffekt aus dem Rückbau der Industrie in der ehemaligen DDR.

Zwar macht Strom nur etwa ein Fünftel des gesamten Energiebedarfs aus, den ein durchschnittlicher deutscher Industriebetrieb hat – neben Wärme und der Energie aus Öl, Gas und Kohle. Das Gleiche gilt für den durchschnittlichen Privathaushalt. Da dieser Haushalt aber rund die Hälfte seines Stromverbrauchs nur fürs Kühlen und Kochen einsetzt, wird ihm ab einem gewissen Punkt das Verzichtes schwerfallen.

Wer hört schon auf zu kochen oder schafft seinen Kühlschrank ab? Weitere 20 % des Stromverbrauchs werden verbraucht für Fernseher, Telefon und Internet, sowie 10% für die Beleuchtung. Auch bei diesen Nutzungen bietet sich wenig Sparpotenzial. Stattdessen wächst mit

der steigenden Zahl an Elektroautos eine Flotte zusätzlicher und starker Stromverbraucher heran. Der Verkehrssektor ist neben Industrie und Haushalten der größte Energieverbraucher und basiert aktuell zu 90 % auf Mineralölprodukten. Es verlangt entsprechende zusätzliche Kapazitäten der Stromerzeugung, wenn dieser Sektor von Energie aus Benzin und Diesel auf Strom aus Batterie und Oberleitung wechseln soll.

Angesichts dessen sind politische Sparappelle an die Steckdosennutzer in den Haushalten nicht ausreichend. Sie sind wohlfeile, jedoch weitgehend folgenlose Symbolpolitik. Die aktuelle Energiespar-Kampagne der Bundesregierung, „80 Millionen gemeinsam für Energiewechsel“, die etwa zum Austausch von Duschköpfen motivieren soll, erinnert an ähnliche Moralappelle der Vergangenheit, die gut klangen, aber angesichts relevanter Marktlagen und Konsumbedürfnisse nicht das passende Instrument waren. „Der Wattfraß geht um!“, lautete schon Ende der 1950er Jahre ein Aufklärungsprogramm der DDR, das die Bevölkerung und Betriebe zum Energiesparen animieren sollte. Auch im Westen fehlte es nicht an Kampagnen. Der Energiebedarf in Deutschland hat bis zum Jahr 2007 dennoch stetig weiter zugenommen. Seitdem sinkt er langsamer

als von der Politik gewünscht. Deren Vertreter lassen sich dadurch nicht von Plänen abhalten, vorwegnehmend Kraftwerke aus dem Netz zu entfernen. Angesichts dieser Entwicklungen ist der Ausbau der nachhaltigen Nutzung des Sonnenlichts die überfällige und überlegene Strategie, um die Energieversorgung zu sichern – national und global.

KONTAKT

Dr. Gernod Dittel
 Dittel Engineering GmbH, Schlehdorf
 Tel.: +49 08851/61 59 0-0
 g.dittel@dittel-ce.de
 www.dittel-engineering.de