

WISSENSCHAFT

SONNEN-ENERGIE

Nur bei schönem Wetter

Vor mehreren tausend amerikanischen Chemikern, die zu einer Arbeitstagung in New York zusammengekommen waren, erging sich der Präsident der Harvard-Universität, der Chemiker Dr. Bryant Conant in Zukunftsträumen: „Die Menschheit wird im nächsten halben Jahrhundert einen dritten Weltkrieg ganz knapp vermeiden und sich die Sonnen-Energie als unerschöpfliche Kraftquelle dienstbar machen.“

Dr. Conant, der unter amerikanischen Chemikern einen wissenschaftlichen Ruf hat, ist überzeugt, daß nicht die Atomsondern die Sonnen-Energie die Kraftquelle der Zukunft ist. Gegen Ende des

lichem Ehrgeiz mit möglichst wenig Heizmaterial auskommen. Er hat im letzten Jahr nur 10 Prozent des sonst benötigten Heizstromes verbraucht. 90 Prozent Stubenwärme lieferte ihm die Sonne.

In den „Sonnenhäusern“ von Florida, 15 Breitengrade südlicher, verbrauchen die Bewohner etwa zwei Drittel der sonst üblichen Kohlenmenge. Ihre Sonnenheizung funktioniert im Winter nur bei schönem Wetter. Gegen Abend wird sie aber wieder kalt, weil die Anlagen schlechter isoliert sind als die Sonnenheizung im Bostoner Institut.

Es ist relativ einfach, die Sonnenwärme einzufangen. Die Dächer sind, wie bei Treibhäusern, mit Glas bedeckt. Darunter liegen schwarz angestrichene Metallziegel, die sich bei Sonnenschein sehr schnell erhitzen. Nur die Speicherung der Wärme machte den Wissenschaftlern Kopfzerbrechen. Sie haben das Problem auf verschiedene Weise gelöst. Nach einem System läßt man Wasser über die Metallziegel

Sonnenzentralheizung, nutzten die Strahlenergie nur zu einem winzigen Bruchteil aus. 93 bis 99 Prozent Energie gehen bei diesen Maschinen noch immer verloren.

Für Forschungszwecke konstruierte Professor Felix Trombe vom französischen Regierungszentrum für wissenschaftliche Forschung in Meudon bei Paris eine besonders leistungsfähige Anlage. Der Professor baute einen verlassenen deutschen Flakscheinwerfer zu einem riesigen Brennspiegel um. Wenn die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Metallspiegel einfallen, werden sie gebündelt zurückgeworfen und erzeugen im Brennpunkt eine Hitze von 3000 Grad Celsius. Das ist die höchste Temperatur, die bisher auf der Erde erreicht wurde — abgesehen von den Explosionsmomenten der Atombomben.

Im Meudoner Sonnenofen zerschmilzt Eisen und fängt an zu kochen, verdampft Kohle, ohne vorher flüssig zu werden. Es gibt fast kein Material, das dieser ungeheuren Hitze standhalten kann. Mit dem Meudoner Scheinwerfer wollen die Wissenschaftler nun erforschen, wie sich verschiedenartiges Material bei so großer Hitze verhält.

Die beiden ersten Sonnenfabriken für industrielle Produktion hat Professor Trombe inzwischen in Algerien und in der Nähe von Mont Louis in den Ostpyrenäen einrichten lassen. In Algerien darf er mit 3000 Sonnenstunden im Jahr rechnen. In dieser Zeit will er mit Sonnenenergie 5000 Tonnen Salpetersäure und andere Stickstoffverbindungen erzeugen. (Bisher mußte das Land etwa die gleiche Menge einführen.)

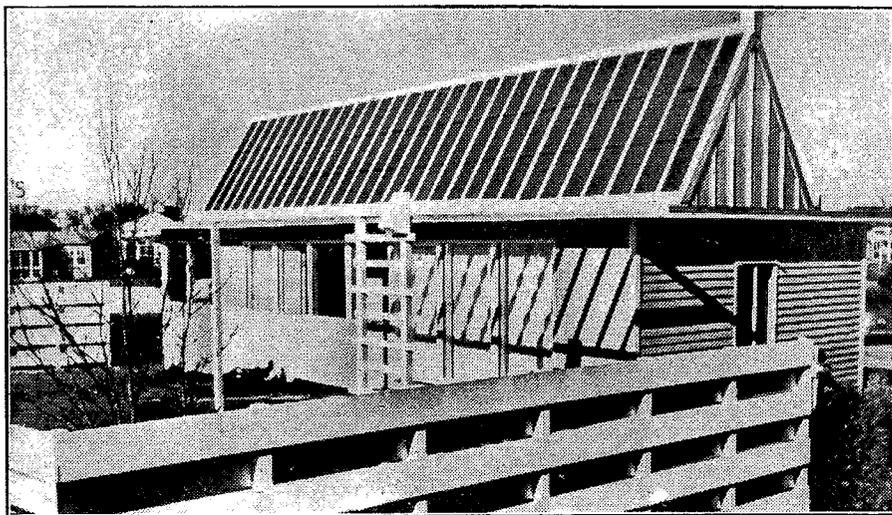
Die Vereinigten Staaten haben sich vorerst noch wenig um Sonnenfabriken mit Brennspiegeln gekümmert. Sie suchen einen Ersatz für Turbine und Dampfmaschine. Dazu scheint sich die Sonnenenergie aber nicht zu eignen. „Es wäre unglaubliche Verschwendung, mit ihr Dampf und elektrischen Strom erzeugen zu wollen“, bestätigt Dr. William Conn vom Rockhurst College in Kansas City, der vor zwei Jahren den ersten größeren Brennspiegel aufbauen ließ. Er braucht ihn für chemische Reaktionen und zum Schmelzen von Material, das bisher der Hitze standhielt.

Aber selbst für die chemischen Fabriken ist die Sonne ein unzuverlässiger Mitarbeiter. Sie macht die Industrie abhängiger vom Wetter als die Landwirtschaft. Die Russen haben deshalb vorsichtigerweise in ihrer ersten Konservenfabrik in Taschkent (Zentralasien) außer zwei Sonnenspiegeln auch reguläre Öfen aufgestellt. In dem baum- und kohlelosen Bezirk ist die Ausnutzung der Sonnenkraft nur rentabel, weil Heizmaterial auf wochenlangen Transporten herangebracht werden muß. In erschlossenen Gebieten konnten die Russen sich noch nicht zur Nachahmung des Experiments entschließen.

Der bestechende Gedanke, mit Sonnenenergie zu heizen, ist noch nicht befriedigend verwirklicht worden. Der Ehrgeiz der Physiker hat sich bisher immer an ihren Berechnungen festgerannt. Theoretisch strahlt die Sonne in jeder Stunde auf einen Quadratmeter Erde eine Energiemenge von einem Kilowatt. Allein die Strahlen, die eine Stunde lang durch das geöffnete Fenster fallen, könnten 24 Stunden lang Strom für eine 40-Watt-Birne liefern.

Obwohl diese Energie technisch nicht ausnutzbar ist, kommt sie der Wirtschaft zugute. Die Pflanzen erzeugen im Sonnen-

*) Im Brennpunkt eines Parabolspiegels verbinden sich Sauerstoff und Stickstoff bei 3000 Grad Hitze zu Stickstoffoxyd. Die Sonne hilft, in Abwandlung des berühmten Haber-Bosch-Verfahrens, Stickstoff aus der Luft zu gewinnen.



Gegen abend wieder kalt: Häuser mit Sonnenheizung

Jahrhunderts, erklärte Conant den Chemikerkollegen, würden die Weltreserven an flüssigen Brennstoffen zu Ende gehen. Dann würde sich der Bergbau und die erdfördernde Industrie in eine chemische Industrie verwandeln und damit eine Umwälzung beenden, die nach dem ersten Weltkrieg begann. „Die praktische Nutzbarmachung der unerschöpflichen Sonnenenergie wird zusammen mit gewaltigen Umwälzungen in der Lebensmittelerzeugung ungeheure Auswirkungen auf die wirtschaftliche Struktur der einzelnen Länder haben.“

Conants hoffnungsvolle Prophezeiungen hätten den Eindruck erwecken können, die amerikanische Forschung habe sich der Ausbeutung der Sonnen-Energie mit vollen Kräften zugewandt. Das ist nicht der Fall. Conants Prophezeiung täuscht die Öffentlichkeit darüber hinweg, daß bisher nur wenige Forscher an der praktischen Ausbeutung der Sonnen-Energie arbeiten. Sie täuscht auch darüber hinweg, daß diese Forschungsarbeiten zum größten Teil noch in ihren Anfängen stecken.

Nur in den USA werden bei schönem Wetter schon 2000 Privathäuser von der Sonne geheizt. Nachts und bei bedecktem Himmel schalten die Hausbesitzer auf Elektro- oder Kohlenheizung um. Nur in der Dienstwohnung des Dr. Godfrey L. Cabot im Technologischen Institut von Boston wird es in den Schlechtwetterperioden ungemütlich. Dr. Cabot, einer der Pioniere der Sonnenheizung, will aus wissenschaft-

laufen, das dabei sehr heiß wird (bis zu 97 Grad). Durch Röhren gelangt das Wasser dann in einen Kessel in der Mitte des Hauses, der „wie eine Wärmflasche im Bett“ isoliert ist und von dem aus, wie bei jeder Zentralheizung, alle Zimmer mit heißem Wasser versorgt werden.

Den kostspieligen Luxus, Kohlen und Strom durch Sonnenöfen zu sparen, leisten sich vorläufig nur schwerreiche Liebhaber. Die Sonnenheizung wird sich erst durchsetzen können, wenn bessere Methoden der Wärmespeicherung eingeführt werden. Aussichtsreich, aber auch teurer, sind Glaubersalz- und Natriumsalze, die bei etwa 32 Grad schmelzen. Im flüssigen Zustand nehmen sie viel Wärme auf und geben sie später beim Erstarren wieder ab. In einem Bostoner Haus, das der Ingenieur Dr. Telkes mit einer Glaubersalz-Sonnenheizung ausstattete, soll es auch nach zehntägigen Regenperioden noch immer gemütlich warm sein.

Die deutschen Ingenieure zeigten bisher wenig Interesse an dieser Erfindung. Bei 1700 Stunden Sonnenschein im Jahr (1 Jahr = 8760 Stunden) wäre die Sonne in Deutschland eine sehr unzuverlässige Heizquelle.

Die Projekte, die Energie der Sonne auszunutzen, sind im allgemeinen anspruchsvoller. Jedoch scheint die Idee der Sonnenmaschine unter einem ungünstigen Stern zu stehen. Alle bisher erdachten Anlagen, einschließlich der amerikanischen

licht Zucker und daraus wieder Stärke, Fett und Eiweiß. Wie sie das machen, interessiert die Forscher nicht nur aus theoretischen Gründen. „Das Geheimnis des Pflanzenwuchses birgt den Schlüssel zur wirksamsten Ausnutzung der Sonnenenergie“, verspricht Dr. Dean Burk vom Nationalen Krebsforschungsinstitut in Bethesda, USA.

Alle technischen Versuche zur direkten Ausnutzung der Sonnenenergie werden durch ein Forschungsprojekt überragt, für das die amerikanische Regierung seit Kriegsende großes Interesse zeigt: Erforschung der Photosynthese*).

Der bekannteste Fachmann auf diesem Gebiet ist der deutsche Nobelpreisträger Prof. Dr. Otto Warburg, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Zellphysiologie in Berlin-Dahlem. Unmittelbar nach der Währungsreform wurde er eingeladen, seine Forschungen in den USA fortzusetzen. Bis September 1949 arbeitete er mit Dr. Dean Burk in Bethesda zusammen. Dann gingen beide gemeinsam wieder nach Berlin. Stadtkommandant General Maxwell Taylor gab Warburgs Institut, das bis dahin als Headquarters Berlin Command beschlagnahmt war, sofort frei.

In dem modern eingerichteten Parkschlößchen, Garystraße 32, das die Rockefeller-Stiftung 1931 als Institut für Warburg gebaut hatte, lösten Warburg und Burk in diesem Jahr das Problem, um das sich die Forscher seit Jahrzehnten bemüht hatten. Es ging um die Frage: Wie bewertet die Pflanze das Sonnenlicht, wenn sie Nahrungsmittel aufbaut? Genauer noch: Wieviel Sonnenlicht verbraucht sie zu dieser Arbeit?

Bisher wußte man: Wasser aus dem Boden und Kohlensäure aus der Luft verbinden sich zu Kohlenwasserstoffen. Dabei wird Sauerstoff (der in Wasser und Kohlensäure enthalten ist) in die Luft abgegeben. Zwei Sauerstoffatome verlassen immer gleichzeitig als ein Molekül die Blätter. Frage: Wieviel Licht muß die Pflanze treffen, damit ein Molekül Sauerstoff in die Luft entweicht? Die kleinste mögliche Lichtmenge hat Max Planck ein Quant genannt. Die ersten Berechnungen über die Zahl der benötigten Quanten schwankten zwischen 12 und 500. Nur Warburg fand, daß schon vier Quanten für eine Reaktion genügen müßten.

Albert Einstein war als Physiker aber auch mit diesem besten aller Ergebnisse noch nicht zufrieden. Als er noch in Berlin wohnte, sagte er einmal seinem fünf Jahre jüngeren Kollegen Warburg: „Kommen Sie wieder, wenn Ihre Versuche bestätigen, daß ein einziges Quant genügt.“ Zwischen Theorie und Praxis klaffte hier eine tiefe Lücke, denn es war wissenschaftlich bewiesen, daß zur Abspaltung eines Sauerstoff-Moleküls fast die dreifache Energiemenge eines Quants nötig war. Wie wird das Defizit gedeckt?

Professor Otto Warburg und Dr. Dean Burk haben jetzt die Lösung des Rätsels

*) Wörtlich: Aufbau durch Licht. Aus Kohlen- säure und Wasser produzieren die Pflanzen unter Einfluß des Sonnenlichts Kohlenwasser- stoffe, zu denen Zucker gehört.



Betriebsstoff: Licht
Pflanzenforscher Warburg

gefunden: Die Pflanze verbraucht tatsächlich, wie Albert Einstein damals vermutet hatte, nur ein Quant Sonnenlicht für jede Reaktion. Die restliche Energie schießt die Pflanze selbst vor. Sie gibt ein „Darlehen“, das aber schon im nächsten Augenblick zurückgezahlt wird. In einem Kreisprozeß bauen die grünen Organe in den Zellen mit geschenkter Sonnenkraft und geliehener Pflanzenenergie organische Materie auf. Auch die „grüne Fabrik“ produziert also auf „Pump“. Wie sie ständig neue „Kredite“ kurzfristig bekommt und weitermachen kann, erklärt Warburg mit Formeln, die dem Laien unverständlich bleiben.

„Wieviel Licht die Pflanzen brauchen, damit sie produzieren können, ist nun bekannt“, faßt Warburg zusammen. Aber er brems zugleich die Phantasie der Utopisten, die schon das Gras im Laboratorium wachsen hören und unter der Hand des Chemikers künstliche Pflanzen entstehen sehen: „Der zweite Teil des Rätsels der Photosynthese ist noch nicht gelöst. Vorläufig sind nämlich noch nicht die chemischen Substanzen bekannt, die an diesem Prozeß beteiligt sein müssen.“

Dr. Ochoa von der New Yorker Universität ist mit seinen Äußerungen weniger zurückhaltend. Er vermutet, das gesuchte Geheimmittel der Natur sei ein 1934 von Professor Warburg entdeckter Stoff^{*)}. Er gibt damit einen wichtigen Fingerzeig, wie auch das chemische Rätsel gelöst werden könnte. Warburg hält Ochoas Hinweis für wichtig genug, um jetzt Versuche darüber anzustellen.

*) Triphosphorpyridinnukleotid.

In einem Porzellanwaschbecken hat er seine eigene Welt aufgebaut. Die Sonne wird durch eine Hundert-Watt-Lampe ersetzt. Vier Gläser mit grünlicher Flüssigkeit repräsentieren die Flora der Erde. In diesem Miniaturkosmos, in den nie ein richtiger Sonnenstrahl eindringt, wachsen Millionen grüner Pflanzen, einzellige Chlorella-Algen. Warburg hat sie 1923 als Versuchspflanzen eingeführt, weil sie für Studien besonders geeignet sind.

Inzwischen haben die Chlorella-Algen sich auch als besonders anspruchslose Nutzpflanzen erwiesen. Sie verbrauchen nämlich, im Gegensatz zu den Acker- gewächsen, keine Energie, um Wasser und Nährstoffe aus dem Boden in die Blätter zu transportieren. Außerdem sind sie von der Grundfläche des Bodens unabhän- gig und wachsen im Wasser zu einer dicken Schicht heran.

Alle Pflanzen, die im Lauf eines Jahres auf einem Hektar Ackerland wachsen, wiegen im Höchstfall 7500 Kilogramm. Auf der gleichen Fläche können aber nach Mitteilung von Dr. Burk 125 000 Kilogramm Chlorella-Algen geerntet werden. In künstlich angelegten Becken, flachen Seen und Meeresbuchten, einer Kreuzung aus Acker und Fabrik, könnten Algen gezüchtet werden. Sie könnten Fett oder Eiweiß erzeugen, also Grundstoffe, aus denen viele Nahrungsmittel hergestellt werden. Margarinefabriken mit eigener Algenplantage wären in Sicht.

Die ersten Algenzuchten in Wannen und Becken von der Größe mittlerer Gärten betreibt das Stanford Research Institute in Palo Alto, Kalifornien, schon jetzt. Es will vorläufig erst die Bedingungen klären, unter denen Algenbau besonders wirtschaftlich und ertragreich ist. Palo Alto ist das Muster einer Sonnenfabrik, die bewußt die Energien des Lichts ausbeutet. Betriebsstoffe sind allein Licht, Kohlensäure und Wasser. Ueber die Höhe der Anlagekosten, und damit der Rentabilität, herrscht im Augenblick noch keine Einmütigkeit.

Auf eine weitere Möglichkeit weist Dr. Dean Burk hin: Eine Sonnenfabrik könnte sich vielleicht sogar ganz unabhängig von den Pflanzen machen. Vorher müßte die Chemie aber lernen, die Fermente^{*)} praktisch auszunutzen, die an der Photosynthese beteiligt sind. Burk weiß am besten, welche Schwierigkeiten es da noch zu überwinden gibt. Bis zum Gemüse aus dem Reagenzglas scheint es ihm ein beschwerlicher und vielleicht gar nicht lohnender Weg. Er glaubt nicht, daß Nahrungsmittel durch Nachahmung von Naturprozessen erzeugt werden können.

Dr. Dean Burk spekuliert darauf auch nicht: „Die Energie des Lichts könnte in einer Sonnenfabrik in Materie verwandelt werden, die zumindest einen Heizwert hat und Brennstoffe wie Holz, Petroleum oder Kohle ersetzen kann. Wenn diese künstlich aufgebaute Materie nicht gleich nach Spargel oder frischen Erdbeeren schmeckt, braucht uns das nicht weiter zu kümmern.“

*) Fermente: Von lebenden Zellen erzeugte Stoffe. Sie beschleunigen gewisse chemische Prozesse, ohne sich dabei selbst zu verändern.

PALMOLIVE-RASIERCREME Große Tube DM 1.40
RASIERSEIFE Normal " DM 0.75
für glatteres und bequemereres Rasieren Mit dem handlichen Fuß DM 1.-