Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 103 (1985)

Heft: 14

Artikel: Die schwarze Milchwirtschaft: Ruracon: ein hypothetisches Energiewirtschafts-Modell

Autor: Schoch, Eduard H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75749

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

der Unterscheidung zwischen dem kontrollierten und dem unkontrollierten Lüftungszustand. Dieses Ziel kann durch verschiedene Mittel erreicht werden (diszipliniertes Benützerverhalten, unterstützt durch selektive Messpunkte, mechanische Lüftung zentral oder dezentral mit neuen Typen von Sonden, in Fenster integrierte Lüftungsmechanismen usw.).

Wärmebrücken

Als Wärmebrücken bezeichnet man Bereiche von Bauteilen, die im Vergleich zu ihrer Umgebung bei sonst gleichen Bedingungen einen erhöhten Energiefluss von der warmen zur kalten Seite aufweisen. Mit diesem erhöhten Energiefluss kann je nach den weiteren Bedingungen auch eine lokale Absenkung der warmseitigen Oberflächentemperatur und damit erhöhte Kondensationsgefahr verbunden sein. Vom Fenster müssen im Sinne einer ausgewogenen Betrachtung alle Teile miteinbezogen werden:

- Verglasung (Fläche und Randverbund)
- Rahmen (Blend- und Flügelrahmen)
- Anschluss an das Bauwerk und die Rollladenkasten usw.

Es kommt dabei auf die gegenseitige Angepasstheit der Werte der einzelnen Teile an (Verglasung und Rahmen - Rahmen und Anschluss an Baukörper - Fenster und Wand).

Die einfachen Mess- und Berechnungsmethoden geben wohl akzeptable Resultate für mittlere k-Werte, für das Verhalten in Randzonen geben sie kaum gültige Anhaltspunkte.

Die computermässigen Temperaturfeldberechnungen, wie sie in der Forschung und Entwicklung angewandt werden, haben im Moment für den Planer keine Aussagekraft, da sie in der Regel nicht auf andere Randbedingungen übertragbar sind.

Erst die Verbreitung von benützerfreundlichen Rechenprogrammen auf dem Niveau von Mikrocomputern wird es erlauben, diese Probleme individuell anzupacken. Für grössere vorfabrizierte Fassaden können solche Berechnungen jedoch bereits heute im Planungsstadium durchgeführt werden. Für die Grosszahl der Anwendungen wird die Lösung wohl in der Erarbeitung von Standarddetails für die gebräuchlichsten Fenster- und Anschlussdetails liegen.

Literatur

[1] Fenster und Fenstersysteme, Stand der Forschung und Entwicklung. *IEA-Annexe XII*, Mai 1983. Zu beziehen bei den Autoren oder beim Bundesamt für Energiewirtschaft.

[2] *Steinemann, U., und Hartmann, P:* Planungshilfsmittel zur Kontrolle des Luftaustausches in Gebäuden. Schweizer Ingenieur und Architekt 33/34, 1984.

[3] NEFF-Projekt «Wärmebrücken», Untersuchungen von Wärmebrücken in Neubauten in bezug auf thermische und energetische Folgen (*C.U. Brunner* und *P. Nänni*, HTL-Windisch)

[4] *Impulsprogramm 1:* Vergleichsprüfungen an Fenstern. EDMZ, Bern 1983

[5] *Impulsprogramm:* Handbuch «Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen», EDMZ, Bern 1984

Adresse der Verfasser: *J.-B. Gay*, Dr.ès.sci. dipl. Phys. ETH, und *N. Kohler*, dipl. Arch. ETH, EPFL, Leso, 1015 Lausanne.

Die schwarze Milchwirtschaft: Ruracon

Ein hypothetisches Energiewirtschafts-Modell

Von Eduard H. Schoch, Kastanienbaum

Unsere auf fossilen Brennstoffen basierende Energiewirtschaft bedroht die Umwelt ernsthaft mit Luftverschmutzung und weltweitem CO_2- Treibhauseffekt.
Die hypothetische Studie des Verfassers skizziert ein umweltschonendes und globalökonomisch vorteilhaftes Energiewirtschafts-Modell: In armen, aber sonnenreichen Tropenländern synthetisieren «Ruracons» (Rural Radiation Converters) - dezentral wie Milchkühe - mittels Sonnenenergie aus Wasser und CO_2 eine «Energiemilch», die regional zu lager- und transportfähigem Brennstoff, z.B. Polyäthylen-Granulat, veredelt wird. Diesen importieren die Industrieländer für ihre Energieversorgung.
Die Entwicklungsarbeit für billigste Geräte, welche die Photosynthese bzw. nur schon die Wasser-Photoelektrolyse durchführen, darf nicht unterschätzt werden. Jahrzehnte intensiver Forschung dürften nötig sein. Das anvisierte Kleingerät jedoch wirkt kaum spektakulär oder lukrativ genug, die erforderlichen Milliardenbeträge - wie für Superprojekte, z.B. Grossbeschleuniger oder Raumfahrt - innert nützlicher Frist verfügbar zu machen.

Bekannte Tatsachen ...

A. Unser Planet Erde wird vom Energiespender Sonne sehr ungleich bestrahlt. Das tropische Gebiet zwischen den Wendekreisen erhält zuviel Bestrahlung, grosse Teile sind zu heiss, ausgetrocknet, und die Menschen leiden dort unter zuviel Wärme.

Die gemässigten Zonen zwischen Wende- und Polarkreisen haben Jahreszeiten mit kalten und warmen Perioden. Sie benötigen zum Überleben in den kalten Perioden enorme Mengen Energie.

Die Polarzonen sind im Prinzip wenig bewohnt, immer kalt, besitzen aber die grössten Vorräte des wichtigsten Lebenselements für alle Menschen: Trinkwasser.

B. Das Heizen in den kalten Jahreszeiten wird in den gemässigten und polaren Zonen immer notwendig sein. Wenn in grossen Agglomerationen auch zentrale Wärmeversorgungen zum Normalfall werden, sind immer noch grosse Mengen Brennstoff notwendig, um dezentral Wärme zu erzeugen. Elektrische Energie dafür allein einzusetzen ist falsche Verwendung dieser höchsten Energieform (siehe F). Von den drei Aggregatzuständen der Brennstoffe ist der feste der weitaus sicherste. Flüssige Brennstoffe sind immer gefährlich wegen möglicher Umweltverschmutzung, gasförmige wegen Explosionsgefahr und H_2 auch wegen hochdruckfester Lagerung. *Ideal* ist jener Brennstoff, der wohl fest, aber transportierbar ist wie ein flüssiger und verbrennbar wie ein Gas ohne Immissionen.

C. Solange Brennstoffe verheizt werden, entsteht auch CO_2, ausser bei Verbrennung mit gleichzeitiger Absorption. Wesentlich wäre also, dafür besorgt zu sein, dass das durch Verbrennung entstandene CO_2 - global gesehen - wieder reduziert und das O_2 an die Atmosphäre zurückgegeben wird.

D. Entwicklungsländer, vorwiegend in der tropischen Zone gelegen, sind arm. Beschäftigungs- und Produktionsmöglichkeiten und entsprechende Abnehmer mangeln.

E. In Europa hat sich während Jahrhunderten ein Wirtschaftssystem ausgebildet, das einem grossen Teil der Bevölkerung Arbeit und allen Lebensmittel verschafft: die *Milchwirtschaft*. Die-

se ist ein dezentrales, hierarchisch aufgebautes System, das heute kaum mehr wegzudenken ist, nicht mehr kritisch betrachtet wird.

Die Kuh, ein Negativ-Entropie-Produzent, ist in enormer Zahl dispers verteilt. Ihr Produkt, die Milch, läuft in Sammelstellen zusammen und geht von dort weiter zu Aufbereitungsstellen. Je weiter von der Kuh entfernt, um so höher ist der Aufbereitungsgrad der Milch, um so konzentrierter im Energiegehalt sind die Produkte, um so höher also auch der hierarchische Rang.

F. Wenn man die heute verfügbaren Energiearten ordnet nach bestehenden Umformungsmöglichkeiten in andere Energiearten und die dabei jeweils auftretenden Verluste mit in Betracht zieht, dann liegt die Wärme ganz unten und die elektrische Energie ganz oben. Aus diesem Grund ist es technisch unbegreiflich, ja unverzeihlich, wenn elektrische Energie direkt in Niedrigtemperatur-Wärme umgewandelt wird, es sei denn, es handle sich um Abfallenergie, nicht verwendbare (für Speicherwerke) Bandenergie von Flusskraft- oder thermischen Kraftwerken (auch KKW).

... Aufgabenstellung

Welches Modell lässt sich vorschlagen, um die Punkte A bis F der Einführung in idealer Weise so zu kombinieren, dass wenig oder keine negativen und möglichst viele positive Ergebnisse erzielt werden?

Wesentlich muss dabei sein, dass nicht weitere Wärme freigesetzt, sondern aus jenen Gegenden, wo zuviel davon vorhanden ist, weggeführt und dorthin gebracht wird, wo zeitweise Wärmemangel herrscht.

Prinzip der «schwarzen Milch»

In den tropischen Gebieten werden Geräte-«Energiekühe» aufgestellt, die mit Hilfe der Sonnenstrahlung (UV und eventuell sichtbarer Anteil sowie Infrarotanteil) einerseits und durch Absorption von CO_2 anderseits imstande sind, negativ-entropisch zu arbeiten und Kohlehydrate (KH) oder gar Kohlenwasserstoffe (KW) (bei gleichzeitiger Photolyse von H_2O) in wässeriger Lösung zu erzeugen. Solche Geräte werden im folgenden näher behandelt.

Entsprechend Punkt E der Einführung wird eine Hierarchie aufgebaut, ähnlich jener der bekannten Milchwirtschaft. Die in den Geräten angereicherte Lösung wird zu Sammelstellen gebracht, dort kontrolliert und entsprechend der abgegebenen Menge und Qualität gutgeschrieben bzw. vergütet und sodann in einem ersten Prozess konzentriert.

In regionalen Zentren, wo grössere Mengen zusammenlaufen, erfolgt eine erneute Konzentration und darauffolgend die Herstellung transportabler Halbfeststoffe (ähnlich z.B. dem Käse).

In ein bis zwei Synthesebetrieben pro Land erfolgt abschliessend die Aufbereitung zum definitiven Brennstoff, der zum grössten Teil exportiert, d.h. in die gemässigte Zone verkauft wird.

Vorteile des Modells

Die Aufspaltung von CO_2 und gegebenenfalls von H_2O zur Erzeugung von KH bzw. KW mit Sonnenenergie wird kaum je mit hohem Wirkungsgrad möglich sein. Doch unter der Voraussetzung sehr einfacher und billiger Geräte kann sie *immer* und *überall* durchgeführt werden, wo viel Sonneneinstrahlung (zuviel Wärme) und zuwenig Arbeit vorhanden sind. Die Betreuung der Geräte muss deshalb möglichst dezentral, dispers, durch eine sehr grosse Zahl von Menschen vorgenommen werden können, denen die Ablieferung eines Minimums an «Energiemilch» Verdienst bringt. Dieser Verdienst soll nicht nur Entlöhnung, sondern auch einen Anteil des aufkonzentrierten Energieträgers umfassen, so dass der Tendenz zur Abholzung entgegengewirkt werden kann. Gleichzeitig wird die Atmosphäre durch alle in Betrieb stehenden Geräte mit O_2 angereichert und das CO_2, das später bei der Verbrennung wieder entsteht, zum voraus kompensiert.

Die Sammelstellen, Zentralstellen und Syntheseanlagen bringen weitere Arbeit, wenn auch nur für geschultes bzw. angelerntes Personal. Die auf diese Weise erzeugten Brennstoffe können so hergestellt werden, wie sie den Idealansprüchen am ehesten genügen, z.B. als fein granuliertes Polyäthylen, das ähnlich wie andere Granulate oder Zement mit Pressluft befördert, in Tanks gelagert und später verbrannt werden kann, also in keiner Weise umweltverschmutzend sein wird, da es nicht versickert, bei Unfällen auf dem Wasser schwimmt, also allenfalls wieder eingesammelt werden kann.

Ruracon oder die «Energiekuh»

Der Ruracon(*rural radiation converter*) ist das Hauptelement des Systems. Er muss so aufgebaut sein, dass ihn *jedermann* bedienen kann, obwohl darin mehrere chemische Prozesse ablaufen. Seine Funktion ist im Prinzip vergleichbar mit jener des Blattes, das Sonnenstrahlung und CO_2 aus der Luft aufnimmt und O_2 abgibt, während das Wasser im Falle des Blattes mit zusätzlicher Energie über das Wurzel- und Stammsystem zugeführt wird.

Versuche laufen schon seit Jahren, den Assimilationsprozess künstlich nachzubilden, aber nie sind die Arbeitsbedingungen dafür so festgelegt worden wie hier beim Ruracon.

Bereits *Melvin Calvin* geht darauf wissenschaftlich ein und beschreibt mögliche Lösungen [1].

Das von jedermann zu bedienende Gerät darf nicht allzugross sein, z.B. maximal eine Fläche von 1,5 bis 2,0 m² aufweisen; es muss tragbar und relativ leicht aufstell- und demontierbar sein, d.h. bei schlechtem Wetter, insbesondere bei starkem Wind, geschützt werden können. Wesentlich ist, dass es teilweise lichtdurchlässig ist, um gleichzeitig als Beschattungsgerät für Anpflanzungen zu dienen.

Die Flüssigkeit im Gerät zirkuliert mit Hilfe der Schwerkraft und muss deshalb stets wieder *von Hand* oben neu eingeschüttet werden. Die Verdunstung wird verhindert, indem das Gerät zweischichtig ausgeführt ist, so dass verdampftes Wasser an der Innenseite der oberen Schicht wieder kondensiert, ähnlich wie bei den Solardestillationsanlagen für Meerwasser, wie sie vor schon mehr als 20 Jahren in Griechenland entwickelt worden sind.

Das Durchlaufen, teilweise Kondensieren usw. dient gleichzeitig der CO_2-Aufnahme aus der Luft.

Wesentlichster Teil des Ruracon ist der im Durchlaufteil dispergierte Katalysator (oder die Katalysatoren) für Photolyse und Photosynthese. Vermutlich sind in der zirkulierenden Flüssigkeit Zusätze enthalten, die eine Anreicherung photosynthetisch erzeugter KH oder KW erst ermöglichen oder verbessern. Ob mit dem Ruracon KW oder «nur» KH erzeugt werden können, ist heute noch nicht festlegbar; in der Natur sind es ja meist KH. (Gummi, Fette und Öle zeigen indes, dass aber auch KW möglich sind.) Ideal wären KW in einer Form, die sich am leichtesten aufbauen und polymerisieren lassen zu dem erwähnten Polyäthylen.

Der Ruracon produziert während mehrerer Tage je eine Charge, die dann am letzten Abend ganz entleert, an die Sammelstelle gebracht und dort gegen neue Einfüllflüssigkeit ausgetauscht wird.

Selbstverständlich ist es dem einzelnen möglich, auch mehrere Geräte gleichzeitig zu überwachen und nachzufüllen, so dass die wöchentlich produzierte Menge an Energiemilch grösser wird.

Da die Einheiten klein sind, lassen sie sich überall aufstellen, und zwar in beliebig grosser Zahl. Sie werden aber erst dann in grosser Zahl abgegeben, wenn der Betreuer beweist, dass er damit richtig umgeht und eine kontinuierliche Produktion gewährleisten kann.

Prinzipiell sollte der Ruracon wenig zusätzliches Wasser benötigen, so dass er auch in wasserarmen Gegenden ohne weiteres einsetzbar ist, und es wäre wünschenswert, wenn sogar in irgendeiner Weise beim ganzen Prozess menschlicher Urin Verwendung finden könnte, damit das Flüssigkeits-Recycling noch geschlossener wird.

Nicht ein möglichst hoher Wirkungsgrad des Ruracon hat Priorität, sondern die Einfachheit seiner Bedienung, Umstellbarkeit und Transportmöglichkeit. Geräte mit höherer Effizienz können später immer noch dort aufgestellt werden, wo Spezialisten herangezogen worden sind oder wo spezifische Betriebsbedingungen dies ermöglichen, z.B. in Städten und Dörfern bei der Kühlung der Hausdächer durch Energieabsorption anstelle der energetisch unsinnigen Klimaanlagen, die noch mehr Wärme erzeugen und dabei Energie verbrauchen statt zu binden.

Wesentlich ist die Zahl der Ruracons. Sie müsste mit der Zeit in die Millionen gehen. Überall wo Sonnenenergie im Überfluss vorhanden ist, müssen diese Geräte zur Selbstverständlichkeit werden. Der Umstand, dass das Leben *unter* ihnen angenehmer sein wird, wird zur weiteren Verbreitung beitragen.

Solange das Einzelgerät nicht durch Grossanlagen ersetzt wird, bleibt dem Einzelnen ein Minimaleinkommen erhalten, und die Produktion der «Energiemilch» stützt sich auf eine fast unbeschränkte Zahl Einzelner ab, d.h. sie wird damit in hohem Masse stabil, sie wird zum Kontinuum.

Die Sammel- und Konzentrationsstellen

Ähnlich wie bei der heutigen Milchwirtschaft, wo aus den Dörfern täglich die Milch regional zusammengezogen wird, erfolgt auch hier das Entgegennehmen der «Energiemilch» mit Notieren und Verrechnen der erbrachten Leistung. Während in der heutigen Milchwirtschaft der Bauer mit *leeren* Gefässen zurückkehrt, trägt der «Energiebauer» *neue Primärflüssigkeit* nach Hause. Er füllt sie am Morgen in den Ruracon und setzt sie während einiger Tage immer wieder erneut um.

Die Sammelstelle konzentriert die wesentlichen Bestandteile aus der angelieferten Flüssigkeit durch z.B. Zentrifugieren, spezielles Filtrieren, Absetzen, eventuell nach vorhergehender Fällung. Sie füllt die Konzentrate, immer noch in schwacher wässeriger Lösung, in Gefässe zum Weitertransport ab. Die ausgeschiedene Flüssigkeit wird in einfachsten Geräten durchmischt, dabei egalisiert und mit den notwendigen Chemikalien wieder aufgepuffert, um am Abend den Einbringern der «Energiemilch» ausgehändigt zu werden.

Die Zentralstelle

Die von den Sammelstellen der Dörfer angelieferten Konzentrate werden in den regionalen Zentralstellen entwässert und zu praktisch nicht mehr wasserhaltigen Feststoffen aufbereitet, damit sie über grössere Distanzen leichter transportfähig werden.

Anderseits versorgen die Zentralstellen die Sammelstellen mit den notwendigen Chemikalien für die Aufpufferung der an die Energiebauern abzugebenden Basisflüssigkeit. Diese Chemikalien entstammen zum Teil dem vorhergegangenen Konzentrationsprozess, anderseits der regional angepassten Produktion aus direkt angelieferten, teilweise auch importierten Basis-Chemikalien.

Der zentrale Synthesebetrieb

Es liegt ja noch nicht fest, ob nur KH oder bereits KW in den Konzentraten der regionalen Zentralstellen enthalten sind. Dementsprechend werden auch die Einrichtungen für die Synthese und eventuelle Polymerisation des brennbaren Endprodukts verschieden sein.

Das Endprodukt aber muss aus *allen* zentralen Synthesebetrieben immer genau das gleiche sein, d.h. gleiche chemische Zusammensetzung und genau gleiche Form aufweisen, ein Granulat mit kugeliger Form des einzelnen Kornes sein, derart dass dieses mit Pressluft über grosse Distanzen in Pipelines bis an die nächstliegenden Meereshäfen befördert und dort entweder gelagert oder direkt in Transportschiffe eingefüllt werden kann.

Das Endprodukt

Die vorläufige Vorstellung für das Endprodukt der ganzen Kette ist Polyäthylen. Es kann aber ebensogut ein heute noch nicht oder wenig bekanntes Polymerisat sein, das den wesentlichen Ansprüchen genügt. Diese sind in erster Linie:

- spezifisches Gewicht knapp unter 1,0 (Schwimmfähigkeit),
- oxidationsstabil in normaler Luft bei allen auftretenden Umgebungstemperaturen,
- kein Verkleben des Granulates bei maximal auftretenden Umgebungstemperaturen,
- Granulat, kugelförmig, für Druckluftförderung geeignet,
- keine Saugfähigkeit für Meerwasser bzw. H_2O,
- Lagerbeständigkeit in Tankanlagen,
- biologisch stabil, d.h. kein kurz- und mittelfristiger Abbau durch Bakterien in feuchtem Milieu,
- Schmelzpunkt nicht über 200 bis 300 °C wegen Verbrennung im Luftstrahl,
- reiner Kohlenwasserstoff, d.h. ohne Zusätze, die bei der Verbrennung zu unerwünschten Abgasen oder Rückständen führen können,
- nicht notwendig sind die guten mechanischen Eigenschaften des heute bekannten Polyäthylens. (Keine Vernetzungen usw.)

Verkauf, Logistik und Verbrennung

Ähnlich wie für andere Granulate sind auch die Lagermöglichkeiten für das granulierte Endprodukt. Schutzmassnahmen gegen Versickerung und Grundwasserverschmutzung entfallen, nicht aber jene des Brandschutzes (allfällig mögliche Staubexplosionen). Da keine Versickerungsgefahr besteht, ist die Lagerung auch in gemauerten oder betonierten Räumen möglich. Wesentlich ist, dass das Granulat *trocken* bleibt, damit es immer leicht befördert werden kann. Die Zu- und Abfuhr aus den Tanks erfolgt pneumatisch mittels Druckluft. Die dafür notwendige Technologie ist im Prinzip seit Jahren entwickelt und erprobt. Der Verkauf an einzelne Konsumenten erfolgt vermutlich nach Gewicht ab Tankwagen, gewogen wie bereits heute beim Wägen von Silos mit der Druckmesstechnik in der Verfahrenstechnik.

Die Einzellagerung beim Verbraucher ist gegenüber Heizöl und anderen flüssigen Brennstoffen wesentlich einfacher. Sie kann sogar in nicht mehr zulässigen Heizöltanks erfolgen, sofern diese noch mechanisch stabil und dicht gegen eindringendes Grundwasser sind; ebenso ist aber die Lagerung auch in gewöhnlichen Kellerräumen mög-

lich, soweit diese rundum abgeschlossen sind und kein Granulat ausgeblasen werden kann. Tankreinigungen wie bis anhin gesetzmässig vorgeschrieben sind, werden unnötig, da das trockene Granulat keinerlei korrosive Einwirkungen auf den Lagerraum ausübt.

Die *Brenner* für das Granulat müssen neu entwickelt werden. Die Entwicklung kann aber zurückgreifen auf bereits Vorhandenes wie Kohlenstaubbrenner, Schwerölbrenner mit Wasserdampf-Injektor usw. Da die Granulate aus *reinen* KW aufgebaut sind, sind auch keine Verschmutzungen des Brennerraumes mehr zu erwarten, solange die Verbrennung richtig gesteuert ist und keinen Russ erzeugt. Auch für solche Verbrennungsformen liegen spezifische Erfahrungen bereits vor, wie z.B. bei den Blaubrennern für Ölheizungen, wo schon heute das Öl vor der Verbrennung verdampft wird, bei der Verbrennung zu einer blauen Flamme führt und Russbildung verhindert.

Da für Transport und Verbrennung nun Druckluft notwendig wird, und zwar für jede einzelne Verbrennungsstelle, ergibt sich daraus eine neue Forderung an die Infrastruktur bei allen Verbrauchern, also auch beim Ein- und Mehrfamilienhaus.

Finanzierung

Für die Entwicklungshilfe werden allein aus Europa jährlich Milliarden ausgegeben («Schnee für Afrika» [2]). Wenig davon aber entfällt auf Projekte, die der Bevölkerung in tropischen Gebieten Möglichkeiten verschaffen, mehr oder überhaupt zu verdienen. Die «schwarze Milchwirtschaft» führt aber dazu. Aus diesem Grunde sollten auch Mittel aus der Entwicklungshilfe für ein derartiges Projekt freigemacht werde können, insbesondere für den Bau der Ruracons und deren Abgabe an die Bevölkerung. Wenn sich das integrale hierarchische System einmal eingelaufen hat, kann es mit der Zeit ohne zusätzliche Hilfe selbsttragend werden.

Politische Gesichtspunkte

Diese Fragen sind am kompliziertesten, entsteht doch eine weitere Abhängigkeit der gemässigten Zonen von den tropischen und subtropischen. Wir werden aber niemals mehr von derartigen Abhängigkeiten freikommen; zu Zeiten, als diese Abhängigkeiten überhaupt noch nicht bestanden (Mittelalter), war das Leben in den gemässigten Zonen auch entsprechend einfacher, bescheidener und kaum je vergleichbar mit dem heutigen. Es wird auch nie wieder im alten Sinne rekonstruierbar sein.

Da aber das skizzierte Energiegewinnungssystem von den Ländern der gemässigten Zonen konzipiert und organisiert werden muss, ist die Abhängigkeit gegenseitig; die Möglichkeit der einseitigen Erpressung dürfte damit eingeschränkt bleiben. Hinzu kommt, dass die Schwierigkeiten um so kleiner werden, je mehr Länder sich für das gleiche interessieren.

Probleme sind aber trotzdem in diesem Sektor viel eher zu erwarten als im technisch-wissenschaftlichen, der vorerst Lösungen für die gemachten Vorschläge finden muss.

Zusatzbemerkung

Wir haben uns daran gewöhnt, dass KW-angetriebene Motoren überall und jederzeit und bis zu den allerkleinsten Modellen Verwendung finden. Man kann sich daher fragen, ob sich nicht auch das Gegenteil verwirklichen lässt, d.h. Energiegewinnung überall, immer und ebenso auch mit sehr kleinen Einheiten. Die oben gemachten Vorschläge vereinfachen diese Fragestellung insofern, als es sich nur um einen *einzigen* Typ von Energiegewinnungsgerät handelt, zumindest vorläufig, den Ruracon.

Hauptsache ist, dass vorerst nur Minitechnologie für die Sonnenenergie-Umwandlung zur Anwendung gelangt, dem Einzelnen also Selbständigkeit belässt. Grosstechnologie aber, die abhängige Arbeitskräfte schafft, die an bestimmte Plätze gebunden sind, bringt dem Kleinbauern wiederum nichts ein, er ist ja an seine Hütte, sein Feld usw. gebunden.

NB: Wir verfügen auch heute, trotz unseren enormen Kenntnissen der Verfahrenstechnik, immer noch nicht über Milchproduktionsanlagen (weisse Milch) im grosstechnologischen Ausmass, die einige tausend bis zehntausend Kühe ersetzen können!

Vergleich mit der Natur

Im Grunde genommen basiert das Leben auf unserem Planeten allein auf dem Prinzip der Photosynthese. Immer aber handelt es sich vorerst um KH in einfacher Form, die wegtransportiert und danach weiter umgewandelt werden. Die Natur hat also mit den anfangs synthetisierten Produkten weit mehr geleistet, als den vorgeschlagenen Ruracons zugedacht wird.

Zur Photosynthese dient vor allem die UV-Strahlung mit den notwendigen Energiequanten für die Photolyse. Die UV-Strahlung macht aber nur einen Bruchteil der gesamten Sonnenstrahlung (200 cal/cm²/d, total 500 bis 700) aus. Da in Ländern, die nördlich bzw. südlich der Wendekreise liegen, im Sommer die Sonnenscheindauer entscheidend länger ist als in den vorwiegend tropischen Entwicklungsländern, ist auch in den gemässigten Zonen die tägliche Produktion von Biomasse im Sommer entsprechend grösser.

David M. Gates [3] gibt gemessene Produktionsmengen von Biomasse pro Tag und Quadratmeter für verschiedene Gebiete der Erde. Diese schwanken zwischen 23 g/m²/d für den tropischen Regenwald, 28 g für die trockene Savanne, normalen 38 g in Europa bis zu 71 g in den USA in forcierten Kulturen.

Mit wieviel kann man nun bei einem Ruracon im besten Falle rechnen? Ich weiss es noch nicht. Da keine Energie für den Transport innerhalb der Pflanze und zusätzliche Umwandlungen (in Stärke, Zellulose usw.) notwendig ist, kann vermutlich mit grösseren Anteilen gerechnet werden.

Da sich in den tropischen Gebieten die Bestrahlungsverhältnisse selten ändern, kann mit viel längeren Betriebsdauern pro Jahr gerechnet werden; eine Annahme von rund 300 Tagen dürfte realistisch sein. Die Jahresleistung pro m² mag also schwanken zwischen 6 kg (20 g/m²/d) bis 15 kg (50 g/m²/d), falls nicht gar wesentlich höhere Ausbeutungsraten möglich werden dank Anwendung geeigneter Materialien und Chemikalien bzw. Katalysatoren.

Pflanzen verdunsten enorme Wassermengen. Die dafür notwendige Energie für Transport (Wurzel–Blatt) und Verdunstung muss ebenfalls der Sonnenstrahlung entzogen werden, aus einem anderen Wellenbereich. Dieser Energieanteil ist im Falle des Ruracon eindeutig kleiner, es bleibt also für den Umwandlungsprozess aus dieser Sicht mehr Energie zur Verfügung.

Wie das CO_2 aus der Luft aufzunehmen ist, sei hier nicht näher erörtert.

Grenzen und Wirtschaftlichkeit

Gates [3] gibt in seinem Artikel die von der Erde an verschiedenen Stellen aufgenommene totale Sonneneinstrahlung in Kcal pro cm² und Jahr an (Wüste 220, tropischer Regenwald 120, Europa 90 bis 130, Polarzonen 80). Daraus ergeben sich die *theoretisch* überhaupt möglichen Energiemengen, die pro m² pro-

duziert werden könnten, wenn alle Strahlung *verlustfrei* in einen KW umgewandelt würde. Diese Energiemengen, ausgedrückt in z.B. kg Benzin (10 000 Kcal/kg), würden damit für die Wüste pro Jahr und m² 220 kg, Europa 90 bis 130 kg Benzin betragen, pro Ruracon also das 1,5- bis 2fache, je nach dessen Fläche.

Bei der rein biologischen Betrachtung im vorhergehenden Abschnitt ergibt sich an Biomasse pro Jahr und m² rund 40mal weniger, wenn man den Energieinhalt der Biomasse mit 5000 Kcal/kg einsetzt. Das mit dem Ruracon Erreichbare liegt dazwischen, doch sicher viel näher bei den biologisch erreichbaren Werten.

Die *heutigen* Energiepreise erlauben kaum eine Energieproduktion wie die hier beschriebene. Offen aber ist die Frage, was der heutige Energiepreis eigentlich umfasst und was nicht! (Kosten für Umweltbelastung, Sicherheitsmassnahmen, Reinigungen, Waldsterben usw.) Werden alle diese zusätzlichen Kosten mitgerechnet, dann sieht der Energiepreis schon heute wohl ganz anders aus. Erfolgt zudem noch der Einbezug eines Teils der Auslagen für Entwicklungshilfe, so wird die Kosten-Nutzen-Analyse eines Projektes wie des hier vorgeschlagenen nochmals ein anderes Bild ergeben.

Geht man vom totalen Energieverbrauch für Heizung aus, zieht jene Anteile ab, die künftig zentral, z.B. über KKW, ferngeheizt werden, und rechnet man dann auf die notwendige Anzahl von Ruracons um, so wird sich eine heute noch wenig realistische Zahl dafür ergeben, was allerdings noch nicht bedeutet, dass das Ganze vollkommen unrealistisch sei.

Erschwerend für den hier gemachten Vorschlag ist, dass es beinah unmöglich erscheint, im ganz Kleinen zu beginnen und das System danach selbst wachsen zu lassen, da die hierarchische Struktur ja auch vorhanden sein muss.

Prinzipabklärungen und Pilotanlagen dagegen sind ohne weiteres möglich, wenn der Ruracon einst zur Verfügung steht.

Zusammenfassung

Die Umwandlung der Sonnenstrahlung in Energie ist das Grundprinzip unseres Lebens. Warum soll das nicht auch künstlich nachvollziehbar sein? Da aber pro Einheit bestrahlter Fläche immer nur begrenzte Produktionsmengen möglich sind, müssten Riesenanlagen oder aber in ihrer Zahl unbegrenzt kleine Anlagen erstellt, bedient und «gemolken» werden. Wenn damit ein neues, hierarchisch strukturiertes System verwirklicht werden kann, welches in ökonomisch-entwicklungspolitischer Hinsicht Beschäftigung und Verdienst bringt, dann ist mit der Produktion und dem Transfer von Energie aus dem tropischen in den gemässigten Gürtel ein positiver Weg aufgezeigt, um das Energieproblem auf neue, ganz anders konzipierte Weise zu lösen, ohne dass das vorhandene Gleichgewicht auf unserem Planeten zusätzlich beeinflusst wird und auch keine wesentliche Veränderung der Albedo entsteht. Ein solcher Weg könnte z.B. die «schwarze Milchwirtschaft» sein.

Literatur

[1] *Calvin M.:* Solar Energy by Photosynthesis. Science, 184 (1974) No. 4134, 19 April, 375–381

[2] *Bandulet, B.:* «Schnee für Afrika». Entwicklungshilfe: Vergeudete Milliarden. 1978 F.A. Herbig Verl. München, Berlin. ISBN 3 77 66 0906 0

[3] *Gates, D.M.:* The Flow of Energy in the Biosphere. Scientific American, 224 (1971) H. 3, September, 89–100

Adresse des Verfassers: *Eduard H. Schoch*, dipl. Ing. ETH/SIA, St. Niklausenstrasse, 6047 Kastanienbaum.

Wettbewerb Überbauung PTT-Terrain in Lenzburg AG

Die Kreispostdirektion Aarau plant seit einiger Zeit, in Lenzburg ein neues Postbetriebsgebäude mit Annahmeamt zu bauen. Die Grösse des zur Verfügung stehenden Grundstückes, dessen ausgezeichnete Lage gegenüber dem neuen Aufnahmegebäude SBB und am Ende der langgestreckten Bahnhofstrasse veranlassten die PTT-Betriebe, mit der Stadt Lenzburg nach Möglichkeit einer intensiveren Nutzung des Grundstückes zu suchen. Zudem ergab sich der glückliche Umstand, dass die Direktion Lenzburg der Schweizerischen Kreditanstalt ihr Interesse anmeldete, sich mit einigen Raumbedürfnissen an einer Überbauung des PTT-Grundstückes zu beteiligen. Um die günstigste Möglichkeit für die Überbauung des PTT-Grundstückes zu eruieren, veranstalteten die Abteilung Hochbau PTT, die Stadt Lenzburg und die Schweizerische Kreditanstalt einen Projektwettbewerb. Teilnahmeberechtigt waren Architekten des Bezirks Lenzburg und fünf eingeladene auswärtige Architekten. Fachpreisrichter waren A. Barth, Schönenwerd, D. Roy, Bern, H. R. Schilling, Unterentfelden, H. Zwimpfer, Basel, Chr. Kunz, Chef Abt. Hochbau PTT, Th. Bertschinger, Lenzburg, L. Ryser, SKA; H. Zaugg, Olten, Ersatz.

Zur Aufgabe

Raumprogramm Postlokale: Annahmeamt 230 m², Postfachanlage 50 m², Selbstbedienungsanlage 20 m², Botenraum 230 m², Paketraum 240 m², Laderäume 60 m² bzw. 200 m², Postgeleise 40 m², betriebliche Nebenräume 60 m², Aufenthaltsraum 40 m², Garderoben 75 m², Parkplätze für 23 Autos und 40 Fahrräder, Dienstwohnung; Erweiterung etwa 150 m²; Bankräume UG (Tresorräume mit Nebenräumen) 160 m², EG (Schalterhalle, Kassenbüro, Empfang usw.) 210 m², 1. OG (Verwalter, Sekretariat, Kredit, Sitzung usw.) 265 m²; 70 Parkplätze. Entsprechend der «Bebaubarkeit» des PTT-Grundstückes waren weitere Nutzungen vorzuschlagen (Ladenflächen, grössere einfache Wohnungen).

Zur städtebaulichen Situation: Die Bahnhofstrasse erscheint als Achse zwischen der Altstadt und dem Bahnhof SBB, ohne dass die Bahnhofanlage aber der Altstadt einen gleichwertigen Abschluss der Achse gegenüberstellen kann. Den unbestimmten Übergang von der Bahnhofstrasse in die Murackerstrasse und den Übergang in die durch die Murackerstrasse erschlossene, westliche Überbauung zu verdeutlichen, ist eine der Begründungen für diesen Projektwettbewerb. Die städtebauliche Aufgabenstellung lautete demnach:

- Abschluss der Achse Altstadt-Bahnhof
- Klärung des unbestimmten Überganges Bahnhof-Murackerstrasse
- Schaffung eines architektonisch markanten Bauwerkes für Post und Bank, das den Massstab für weitere Bauten in den vorhandenen Freiräumen geben soll.

Ergebnis

Es wurden 14 Entwürfe beurteilt.

1. Preis (15 000 Fr.): Herren + Spörri, Oberentfelden

2. Preis (13 000 Fr.): Prof. Jacques Schader, Zürich

3. Preis (8000 Fr.): Kunz + Amrein, Lenzburg

4. Preis (7000 Fr.): Zimmerli + Blattner AG, Lenzburg und Aarau

5. Preis (5000 Fr.): Luescher und Michel, Lenzburg und Zürich

6. Preis (4000 Fr.): Metron Architekten, Windisch

Das Preisgericht empfahl der Bauherrschaft, die Verfasser der beiden erstprämierten Projekte zu einer Überarbeitung einzuladen.