

Die Wasserstoffrevolution

Januar 2008

Mit meinem Vortrag rufe ich alle hier Anwesenden zur REVOLUTION auf! Ein solcher Aufruf – an dieser Stelle – wird manchem wie ein schlechter Scherz erscheinen, ist aber ernst gemeint. Sicherlich klingt mein Aufruf verwirrend und irritierend; er ist daher erläuterungsbedürftig. Mit „Revolution“ meine ich nicht einen Aufruf zu Gewalt oder einer Demo auf der Straße, mein Anliegen ist eine Aufklärungskampagne. Und mein Thema lautet: „Die Wasserstoffrevolution“, das ist zugleich der Titel dieses Buches, das zu lesen ich dringlich empfehle. Es ist für 10 Euro im Fischer-Taschenbuchverlag erhältlich. Ich hoffe, dass es demnächst in unserer Logenbibliothek verfügbar sein wird.

Der Untertitel erläutert bereits den Inhalt: „Mit neuer Energie für eine gerechte Weltwirtschaft“. Bevor ich auf den Inhalt dieses Buches eingehe, muss ich ein wenig ausholen. Wir alle wissen um die Problematik der Bevölkerungsexplosion, der Umweltverschmutzung und der sich anbahnenden Klimakatastrophe und wir alle sind betroffen von der Energiekrise mit den ins Unbezahlbare steigenden Preisen für Kraftstoff, Strom und Erdgas. Ein Ende der Versorgung mit fossilen Brennstoffen ist also absehbar. Wir wissen auch, dass die Nutzung von Kohle, Erdöl und Erdgas den CO₂-Gehalt schnell anwachsen lässt, und dass, wenn alle – damit meine ich auch China und Indien mit je über eine Milliarde Menschen – so weiter machen, die Erde irgendwann unbewohnbar werden wird.

Leider ist der Öffentlichkeit kaum bekannt, dass es für diese Probleme längst eine Lösung gibt, nämlich die: Wasserstoff-Brennstoffzelle. Diese technische Entwicklung ist inzwischen so ausgereift, dass im Sommer 2007 ein deutsches U-Boot mit einer Brennstoffzelle als Hauptenergiequelle in Dienst gestellt werden konnte. Auch die Kraftfahrzeugindustrie in Deutschland, Japan und den USA hat bereits Prototypen / PKWs mit Brennstoffzellen ausgerüstet.

Es ist heute also technisch möglich, dass jeder Wohnblock – ja selbst Einfamilienhäuser – mit einer Brennstoffzelle im Keller durch Verbrennen von Wasserstoff die Heizung betreiben und gleichzeitig die Stromversorgung – unabhängig vom E-Werk – sicherstellen kann.

Obwohl also die technischen Probleme gelöst sind, ist die ökonomische Frage wegen der kleinen Stückzahlen noch offen. Vor allem aber ist die Produktion von Wasserstoff in großen Mengen problematisch. Zwar ist H₂ im Wasser = H₂O unbegrenzt verfügbar, kann jedoch aus der Verbindung mit dem Sauerstoff nur durch Energiezufuhr, z. B. Elektrolyse, gewonnen werden. Derzeit geschieht das in kleinen Mengen mit Hilfe von Strom, der in unseren Kraftwerken durch Verbrennung fossiler Energie (Kohle) gewonnen wird.

Mit Hilfe der Photovoltaik könnte der für die Elektrolyse notwendige Strom durch Sonnenenergie erzeugt werden. Wirkungsvoll ist dies jedoch nur in Äquatornähe z. B. in der Sahara oder der Wüste Gobi. Für die notwendigen Verträge mit den afrikanischen Staaten wäre unsere Politik gefordert und für den Transport des Wasserstoffs aus Afrika nach Europa müsste die Industrie eine bezahlbare Lösung finden. Sowohl Gasflaschen, wie auch Pipelines sollten in Betracht kommen.

Die größte Schwierigkeit hierbei ist jedoch, dass bei einer Umstellung auf Wasserstoff-Brennstoffzellen unsere Energiewirtschaft nicht mehr zentral durch Kraftwerke, sondern dezentral durch Brennstoffzellen im Haushalt oder PKW erfolgen würde. Die großen Monopolisten, die uns heute über Hochspannungsleitungen mit Strom versorgen, würden sich bei einer Umstellung auf Brennstoffzellen den Ast absägen, auf dem sie derzeit noch bequem sitzen. Die Multis, die das finanzielle Potential hätten, um unsere Energieversorgung auf Wasserstoff umzustellen, sind an einer solchen Entwicklung also kaum interessiert. Wenn wir also die Einführung der Wasserstoff-Brennstoffzellen in ausreichender Stückzahl und erschwinglichen Preisen forcieren möchten, bleibt uns nur die Möglichkeit als Wähler an unsere Abgeordneten heranzutreten.

Weil bei den Politikern der einzelne Wähler wenig zählt, sollten wir uns zu Interessensverbänden zusammenschließen, um unseren Wünschen mehr Nachdruck zu verleihen. Wenn ich daran denke, dass die Politiker durchaus in der Lage sind, Milliarden für die internationale Raumfahrt aufzubringen, dann sollte es auch möglich sein, dass z.B. die Europäische Union Geld für die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft – auf drängen ihrer Wähler – frei macht.

Und nun möchte ich aus diesem Buch Jeremy Rifkin zitieren und den ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik erläutern.

Der erste und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagen, dass die Menge der Energie im Weltall unverändert und Entropie ein irreversibler Prozess ist. Das bedeutet: Energie kann weder erzeugt noch zerstört werden. Alle Energie im Universum ist seit dem Beginn der Zeit vorhanden und wird sich bis zum Ende aller Zeiten quantitativ nicht verändern. Jeder Mensch, der geboren wurde, jedes Ding, das Menschen im Lauf der Geschichte gestaltet, gebaut oder hergestellt haben, ist Energie, die von einem Zustand in einem anderen transformiert wurde. Die Energie aus der unser Körper oder die von uns geschaffenen Gegenstände bestehen, lag zuvor in anderen natürlichen Zustandsformen vor. Wenn ein Mensch stirbt und sein Leichnam sich zersetzt, fließt Energie in die Natur zurück, ebenso, wenn sich menschliche Erzeugnisse auflösen.

Und hier setzt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik an. Energie kann weder geschaffen, noch zerstört werden, aber ihre Umwandlung ist gerichtet. Aus verfügbarer, nutzbarer Energie wird nicht-verfügbare, nicht-nutzbare Energie. Wenn wir ein Stück Kohle verbrennen, bleibt die Energie erhalten, aber als Schwefeldioxid, Kohlendioxid und andere flüchtige Gase. Die Energie bleibt erhalten, aber wir können dieses Stück Kohle nie wieder verbrennen und damit Dampf für eine Maschine erzeugen. Der zweite thermodynamische Satz besagt: Wann immer Energie umgewandelt wird, geht ein Teil der nutzbaren Energie verloren und kann keine Arbeit mehr verrichten. Diesen Sachverhalt nennt man Entropie. Entropie gehört zu den wichtigsten aber, am wenigsten verstandenen und am stärksten abgelehnten Begriffen der Physik.

Thermodynamisch gesehen bildet die Erde im Verhältnis zum Sonnensystem oder zum Weltall ein geschlossenes System. Die Physiker unterscheiden drei thermodynamische Systeme: offene, geschlossene und isolierte. Offene Systeme tauschen sowohl Materie als auch Energie untereinander aus. Geschlossene Systeme tauschen zwar Energie, jedoch keine Materie untereinander aus. Isolierte Systeme tauschen weder das eine noch das andere untereinander aus. Die Erde ist ein geschlossenes System, sie steht mit dem Sonnensystem in Energieaustausch, empfängt jedoch abgesehen von dem einen oder anderen Meteoriten und kosmischen Staub keine Materie aus dem Weltraum. Der Punkt, auf den es hier ankommt, ist der Umstand, dass der Energie-Input von der Sonne für sich genommen noch nicht Materie erzeugt. Die Sonne kann über Jahrtausende scheinen, ohne dass Leben entsteht. Die Erde hat eine bestimmte Menge terrestrischer Materie als Mitgift erhalten, die sich mit dem Sonnenlicht in Leben und andere nützliche Formen umwandeln lassen.

Fassen wir zusammen. Der Erste Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass die vorhandene Energie im Weltall konstant bleibt, dass Energie weder geschaffen noch zerstört werden kann, sondern dass sie lediglich verschiedene Zustandsformen annimmt. Der zweite Hauptsatz besagt, dass die Umwandlung von Energie stets in eine Richtung verläuft. Aus nützlicher wird nutzlose, aus verfügbarer nicht-verfügbare Energie, aus Ordnung wird Unordnung. Das Universum begann nach dieser Theorie als geballte verfügbare Energie und sie strebt schrittweise den Zustand nicht-verfügbare, verstreuter Energie an. Entropie bezeichnet das Ausmaß, in dem die verfügbare Energie in allen Subsystemen des Weltalls bereits in nicht-verfügbare Energie umgewandelt wurde.

Alle verfügbare Energie stammt letztlich von der Sonne. Pflanzen absorbieren das Sonnenlicht, nutzen es für die Photosynthese und konzentrieren die Energie auf diese Weise, so dass sie direkt von Pflanzenfressern oder indirekt von Tieren über die Nahrungskette genutzt werden kann.

Auch ohne langes Nachdenken fügen sich diese Aussagen gut in unser Alltagsverständnis. Wir bleiben am Leben, indem wir unserem Körper Energie zuführen. Wird dieser Energiefluss unterbrochen, etwa durch eine Krankheit, sterben wir sehr schnell, und wir gehen in einen Gleichgewichtszustand über. Direkt nach dem Tod zersetzt sich der Körper, unsere physische Existenz verschmilzt mit der Umgebung. Leben ist nach Definition der Biologen ein Beispiel für eine Thermodynamik des Ungleichgewichts, es erhält eine Ordnung fernab jedes Gleichgewichts, indem unablässig freie oder verfügbare Energie aus der näheren und weiteren Umgebung abgezogen wird. Im Gleichgewicht sein heißt für ein solches System Tod.

Die Aufrechterhaltung des Ungleichgewichts verschlingt viel Energie. Die „Kraftwerke“ mit dem höchstem Wirkungsgrad auf der Erde, die Pflanzen, binden in der Photosynthese nur einen winzigen Bruchteil der auf der Erde treffenden Sonnenenergie. Das meiste bleibt zerstreut. Je höher ein Lebewesen in der Nahrungskette steht, desto mehr Energie benötigt es zur Erhaltung seines Körpers. „Ein Mensch müsste 300 Forellen essen, um sich ein Jahr lang zu ernähren. Diese Forellen müssten im gleichen Zeitraum 90.000 Frösche verzehren, die wiederum 27 Millionen Heuschrecken fangen müssten. Die Heuschrecken schließlich müssten in diesem Jahr über 1.000 Tonnen Grass "herfallen". Je höher auf der Evolutionsleiter ein Lebewesen steht, desto mehr Ungleichgewicht ist vorausgesetzt, um es am Leben zu erhalten, immer zulasten der Unordnung.

Energie ist die Elementargewalt und das Medium, auf dem alle Kultur aufbaut. Und tatsächlich: Im Lauf der Geschichte wuchs die Energiemenge, welche die Menschen verbrauchten, und die Komplexität gesellschaftlicher Institutionen, die das Strömen der Energiemassen ermöglichen. Aber um die Gründe für den Aufstieg und Untergang von Zivilisationen in letzter Konsequenz zu verstehen, muss man nicht nur die Zusammenhänge von Energienutzung und Gesellschaft, sondern auch die physikalischen Gesetzmäßigkeiten kennen. Die Naturgesetze diktieren die Bedingungen, unter denen die Energie hier auf Erden wie im ganzen Universum fließt. Sie legen die Regeln fest, Regeln, an denen die untergegangenen Hochkulturen der Vergangenheit gescheitert sind. An ihrem Beispiel können wir lernen, wie unsere Gesellschaft am „Wendepunkt“ des Ölzeitalters dem gleichen Schicksal entgehen könnte.

Abschließend komme ich noch einmal auf meinem Aufruf zur Revolution zurück. Ich gehe davon aus, dass die zunächst irritierende Aufforderung jetzt verständlicher klingt.

Obwohl meine Schulzeit etwa 60-70 Jahre zurückliegt, erinnere ich mich an ein Zitat (Ich glaube von Goethe): „Edel sei der Mensch, hilfreich und gut!“. Welch frommer Wunsch!, denn schon die alten Römer wussten: „Der Mensch ist des Menschen Wolf“. Und wenn man weiß, dass zu den allzu menschlichen Eigenschaften Egoismus / Eigennutz, Trägheit / Faulheit, Verantwortungsscheue / Ängstlichkeit gehört, dann besteht wohl wenig Hoffnung das unsere Industriekapitäne oder Wirtschaftsmanager die geringste Neigung haben werden, sich am Wasserstoff „die Finger zu verbrennen“.

Und wie man weiß, sind schon oft Patente aufgekauft worden, nur um sie dann in den Tresor zu legen, damit mangelhafte Ware, mit der sich aber Geld verdienen lässt ungestört weiterproduziert werden kann – wie z.B. die Kohlefaden-Glühbirnen, die ständig durchbrannten, also nachgekauft werden mussten.

Es wird keinem von uns helfen, an der Tankstelle in stiller Verzweiflung vor sich hin zu fluchen oder voll Wut den unschuldigen Tankwart zu beschimpfen. Wohl aber kann es helfen, wenn sich viele die Mühe machen, ihren Abgeordneten anzuschreiben, mit der Bitte, die Wasserstoff-Brennstoffzelle zu fördern. Aber weil schon diese kleine Mühe vermutlich daran scheitern wird, dass sich keiner findet, der eine solche Aktion organisiert, hoffe ich zumindest, dass dieses Buch demnächst in unserer Bibliothek verfügbar sein und gelesen werden wird. Und wer das Buch jetzt kauft, seinen Kindern oder Enkelkindern schenkt, hat damit seinen Beitrag zur Wasserstoffrevolution geleistet und darf von sich sagen: „Ich habe mich bemüht!“

An unsere Politiker und Entscheidungsträger

Betrifft: Aufbau einer Wasserstoffversorgungs-Infrastruktur für Brennstoffzellen

Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren.

um die Klimakatastrophe abzuwenden machen wir - allen voran unsere Bundesrepublik - große Anstrengungen. Diese Bemühungen werden viele Milliarden kosten und leider nur wenig bewirken, schon weil andere, größere Umweltverschmutzer z. B. die USA, China, Indien, usw. nicht mitmachen. Vor allem aber wird sich unsere Abhängigkeit von dem zu Ende gehenden Erdöl und Erdgas durch alle bisher geplanten Maßnahmen nicht verringern.

Zu unserem Glück ist eine Lösung die Brennstoffzelle, technisch bereits ausgereift, verfügbar. Auf unseren U-Booten sind bereits Brennstoffzellen, die Wasserstoff zur Stromerzeugung verwenden, im Einsatz. Und Hamburg baut zur Zeit ein Ausflugschiff mit zwei Brennstoffzellen (eine für die Alster, eine zweite auf der Elbe). Für die Versorgung dieses Schiffes baut Hamburg eine Wasserstofftankstelle für etwa eine Million Euro, in etwa so teuer wie das gesamte Schiff.

Leider zögern die Hersteller von Brennstoffzellen - darunter auch Siemens - mit der Markteinführung, weil die Infrastruktur für die Wasserstoffversorgung fehlt. Wasserstoff- in H_2O - ist unbegrenzt verfügbar und kann durch Elektrolyse gewonnen werden. Unsere noch bestehenden Kernkraftwerke wären durch billigen Strom dazu sehr geeignet. Leider haben unsere rot-grünen Politiker, um ihre Wähler bei der Stange zu halten, unsere Öffentlichkeit so verängstigt, dass wir vor allem auf Photovoltaik, aber auch Windkraft zur Stromerzeugung für die Elektrolyse angewiesen sein werden.

Derzeit arbeitet die Fachhochschule Lübeck - mit Fördermitteln aus Brüssel - an einem Projekt, um die ca. 20% Strom, die derzeit bei den Windgeneratoren während Starkwindphasen ungenutzt verloren geht (Strom ist nicht speicherbar), durch Wasserstoffgewinnung (H_2 ist speicherbar) zu nutzen.

Vor allem aber könnte Wasserstoff in großem Maßstab durch Solarenergie gewonnen werden. Die Sonnenenergie steht uns gratis und unbegrenzt zur Verfügung. Weil der Wirkungsgrad der Photovoltaik-Elemente in Äquatornähe am größten ist, könnten wir von afrikanischen Staaten brach liegende Flächen - Wüsten - pachten und dort quadratkilometerweise Photovoltaik-Elemente aufbauen. Als Nebeneffekt würden wir durch unsere Pachtzahlungen Entwicklungshilfe für Afrika leisten. Wenn es möglich ist, demnächst eine Gaspipeline durch die Ostsee zu verlegen, sollte es auch möglich sein, eine Pipeline durch das Mittelmeer zu bauen.

Die für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur notwendigen Milliarden können nur mit Hilfe der Politik aufgebracht werden. Auch die Europäische Union ist hier gefordert. Den Anfang mit einem Pilotprojekt, sollte die Bundesrepublik machen. Danach könnte sich unsere Industrie vor Aufträgen weltweit nicht mehr retten. Wir würden zwei große Probleme gleichzeitig lösen. Erstens unsere Abhängigkeit von fossilen Energien wäre überwunden und zweitens, die Klimakatastrophe - soweit sie auf CO_2 zurückzuführen ist - wäre abgewendet. Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht nur Wasserdampf. Auch unsere Autoindustrie könnte aufatmen.

Ich hoffe auf mutige Entscheidungen auch gegen die Bedenkenräger („viel zu teuer“) und gegen die Konzerne, die an Erdöl, Erdgas und Strom derzeit noch gut verdienen. Leider ist in der breiten Öffentlichkeit die Brennstoffzelle noch unbekannt und Wasserstoff gilt fälschlicherweise als sehr gefährlich, seitdem in New York in den Dreißiger Jahren ein Zeppelin nicht explodiert, aber abgebrannt ist.

Der Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur wird Jahrzehnte benötigen, daher besteht verstärkter Handlungsbedarf. Die Bereitstellung von Fördermitteln für die Forschung und eine Pilotanlage ist eilbedürftig. Vor allem aber ist eine umfassende Information unserer Wähler über den Stand der Technik notwendig. Das Thema Wasserstoff wäre auch für jeden Wahlkampf sehr geeignet, weil es ideologisch weder von Rechts noch Links besetzt ist.

Für eine kurze Nachricht, dass meine Vorschläge Sie erreicht haben und nicht im Aktenordner des Referenten, der Ihre Post sichtet abgelegt worden sind, wäre ich sehr dankbar.

Mit freundlichen Grüßen.

(Kulikowsky)

Wasserstoff-Farmen auf dem Meer

Eine Idee

Mit der Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle, welche die chemische Reaktionsenergie des Wasserstoffes mit Sauerstoff in elektrische Energie wandelt, ist die kostengünstige Wasserstofferzeugung in den Blickpunkt von Industrie und Öffentlichkeit gekommen.

Die Zerlegung von Wassermolekülen in Wasserstoff und Sauerstoff mittels Elektrolyse wurde erstmals um 1800 vom deutschen Chemiker Johann Wilhelm Ritter nachgewiesen. Da der Prozeß selbst kein CO₂ freisetzt, ist er umweltfreundlich. Problematisch ist aber die dazugehörige Stromerzeugung, da der Wirkungsgrad bei etwa 57 % liegt. Aus Sicht des Umweltschutzes und aus Kostengründen ist daher die Kombination der Elektrolyse mit Wasserkraftwerken sinnvoll.

Umweltschonend und kostengünstig läßt sich elektrische Energie über Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft gewinnen. Der Aufbau von entsprechenden Kraftwerken ist mit vielen Problemen behaftet, was durch Kombination mit der sicherheitstechnisch problematischen Wasserstofferzeugung noch verschärft wird. Deshalb werden inzwischen Windparks zur Energieerzeugung auf hoher See angelegt.

Bei den Wasserstoff-Farmen auf dem Meer handelt es um eine neue Idee, bei der die Wasserstoffproduktion auf viele kleine, auf dem Meer verankerte, mit Minifabriken ausgerüstete Flöße distributiv verteilt wird. Die benötigte elektrische Energie wird über auf den Flößen angebrachte Wasserräder, Windrotoren und Photovoltaik gewonnen. Über Elektrolyse erzeugter Wasserstoff und Sauerstoff werden auf den Flößen zwischengespeichert und später mit Versorgungsfahrzeugen abtransportiert.

Bei einer Abwandlung dieser Idee wird die auf den Flößen erzeugte elektrische Energie jeweils zu einem an der Floßfarm angedocktem Fabrikschiff geleitet, welches dann, quasi wie ein Fischereimutterschiff, über seine Wasserstoffproduktion die angelieferte Energie zwischenspeichert.