## Gottfried Hilscher

# ENERGIE für das 3.Jahrtausend

Innovation statt Strukturelle Ignoranz

VERLAG FÜR AUSSERGEWÖHNLICHE PERSPEKTIVEN

## Inhalt

Zum Geleit Erfinder in Deutschland Einsichten von Prof. Dr. jur. Erich Häusser, Präsident des Deutschen Patentamtes a. D.	009
Was soll's Gründe für dieses Buch	015
Über Strukturelle Ignoranz Plädoyer für die schöpferische Intelligenz am Wirtschaftsstandort Deutschland	019
NATURKRÄFTE Schauberger-Schule Lehren aus den Bewegungsabläufen in der Natur	045
Schwerkraftenergie ist perpetuell nutzbar Ein Schlüssel zum Erfolg: das Hydrostatische Paradoxon	059
SOLARTECHNIK Twin Solar Solarzellen im 3D-Format	069
Leistungsfähige Photovoltaikanlagen Preisgünstiger Solarstrom durch verdichtete Sonnenenergie	081
Nach der Sonnenfinsternis Bomin Solar weist der Solartechnik neue Wege	091
KREISPROZESSE Energiepotential Umgebungswärme als Energiequelle nutzen	103
Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik Kreisprozeß mit Zweistoffgemisch: Basis für eine neue Energietechnik	119
Komplettprogramm "Super"-Wärmepumpe und Dampfmaschine ohne Kondensator	131
Zurückgeholt aus der Technikgeschichte Zürcher Zellenradwärmepumpe könnte ein moderner Energiewandler werden	137
Innovatives die Fülle Wärme-Kraft-Kopplung nach dem Prinzip des Stirlingmotors	145
VERBRENNUNGSMOTOREN Stelzers Geniestreich Ein Verbrennungsmotor ohne Mechanik	157
Split-Cycle Technology	

"Grüner" Motor aus Australien	173
Knallgas Schadstofffreie Verbrennung in einem Rotationskolbenmotor	184
ELEKTRISCHE MASCHINEN Magnetismus als primäre Energiequelle Der Magnet-Motor/Generator des Bill Müller	190
Elektrotechnik nach dem Influenzprinzip Elektrische, nicht magnetische Felder wandeln die Energie	205
NEUE PHYSIK Phänomenal	
Energie aus Müll, aber nicht durch Verbrennung	215
Anomal, aber real: die Kalte Fusion	223

#### **Zum Geleit**

#### **Erfinder in Deutschland**

Einsichten von Prof. Dr. jur. Erich Häusser, Präsident des Deutschen Patentamtes a. D.

Dieses Buch mußte einmal geschrieben werden. Es war notwendig, um das in der Öffentlichkeit entstandene und von verschiedenen Stellen aufrechterhaltene verquere Bild der Erfinder in Deutschland zurechtzurücken. Es war notwendig, um aufzuzeigen, daß bei uns eigentlich immer noch tagtäglich herausragende technische und naturwissenschaftliche Leistungen erbracht werden, die in neue Produkte oder Verfahren umgesetzt werden könnten, zumindest aber einer sorgfältigen Prüfung wert wären. Und es mußte endlich einmal dargelegt werden, daß die in einer 1995 veröffentlichten » Erfinderstudie" des Fraunhofer-Institutes für Systemtechnik und Innovations-forschung aufgestellte Behauptung, ^Privat- oder Einzelerfinder" seien eine vernachlässigbare Größe, weil die Patenterteilungsquote für Einzelerfinder signifikant niedriger sei als für Unternehmen und weil sich ihre Erfindungen in der Mehrzahl auf Produkte des Alltags beziehen würden, eindeutigfalsch ist.

Dabei wird schlicht übergangen, daß die Geschichte der deutschen Industrie mit nEinzelerfindern" wie Werner von Siemens, Robert Bosch, Gottlieb Daimler, Carl Benz und Wilhelm Maybach begann und daß sich an dem prägenden Einfluß herausragender Erfinderpersönlichkeiten auf das wirtschaftliche Geschehen bis heute nichts geändert hat. Namen wie Konrad Zuse, Pahst von Ohain, Ludwig Bölkow, Hans Sauer, Artur Fischer, Hermann Kronseder und Jürgen Dethloff liefern dafür überzeugenden Beweis. Vielleicht könnte durch dieses Buch erreicht werden, daß das mehr und mehr schwindende Selbstvertrauen in die eigene technische und naturwissenschaftliche Leistungsfähigkeit wieder gestärkt wird.

Wer mehr mit Erfindungen und Erfindern befaßt ist, weiß aus eigener Erfahrung und Beobachtung, daß die von Gottfried Hilscher geschilderten Einzelfälle allenfalls die Spitze eines Eisberges darstellen, der wahrscheinlich gewaltige Ausmaße hat. Erfinder, aber auch Wissenschaftler werden bei uns - soweit sie nicht zum Establishment gehören - nicht mehr mit allen Mitteln unterstützt, gefördert und wegen ihrer Leistungen allgemein anerkannt, sondern vernachlässigt, nicht selten ausgesprochen schlecht behandelt oder - was fast noch schlimmer ist - einfach nicht zur Kenntnis genommen. Dieser Vorwurf trifft nicht nur Führungskräfte in Industrie und Politik, sondern auch die Meinungsmacher in unserer Gesellschaft. Erfinder sind längst nicht mehr Vorbilder, sondern eher Buhmänner der Nation, die wegen ihrer Leistungen auch noch angegriffen werden. Wo sind die Zeiten, da in einem Lehrbuch des Patentrechts Erfinder als " Lehrer der Nation " bezeichnet wurden (1906!)? Statt dessen haben wir ohne erkennbare Reaktion hingenommen, daß die Gebrüder Philbert, die selbst Naturwissenschaftler und erfolgreiche Erfinder sind, 1984 ein Buch veröffentlichten mit dem Titel " Überleben ohne Erfindungen?" und dem Untertitel ^Deutschland verstößt seine Erfinder". Es fand sich auch niemand, der dieser aufregenden Feststellung widersprochen hätte. Sie wurde von unseren Entscheidungsträgern überhaupt nicht zur Kenntnis genommen.

Es wäre ein Irrtum, wollte man annehmen, kreative Menschen würden in erster Linie durch in Aussicht stehende finanzielle Vorteile angeregt, sich um die Lösung häufig drängender technischer Probleme zu bemühen. Es ist vielmehr in aller Regel eine Idee, eine Vision, die erfinderische Menschen fasziniert, sie veranlaßt, gesicherte berufliche Positionen aufzugeben, ihr Familienleben zu opfern, Haus und Hof zu riskieren und bis zur Selbstaufgabe an der Verwirklichung ihrer Idee zu arbeiten. Liegt dann ein - häufig ebenfalls faszinierendes -Ergebnis vor, so ist das wesentliche und weiteres erfinderisches Schaffen anregende Erfolgserlebnis, daß dieses Ergebnis von der Fachwelt zur Kenntnis genommen wird, daß es in neuen Produkten oder Verfahren zur Anwendung gelangt und wirtschaftlichen Nutzen - vor allem im eigenen Lande - stiftet.

Dieses wesentliche Erfolgserlebnis bleibt den Erfindern in Deutschland allzu oft versagt. Statt freudig Bereicherungen der Technik aufzugreifen und die dadurch eröffneten Möglichkeiten wirtschaftlicher Verwertung objektiv zu prüfen, werden herausragende Erfindungen, und das keineswegs selten, von der Fachwelt entweder totgeschwiegen oder von (etablierten) Fachleuten zerredet und madig gemacht. Und dieses Risiko ist um so größer, je bedeutender der technische und naturwissenschaftliche Vorsprung ist, den ein Einzelkämpfer im Vergleich zu den Ergebnissen erreichte, die ganze Gruppen bestens ausgestatteter und bezahlter Fachleute zustande brachten. Ganz besonders kritisch wird es, wenn die

Lösung eines technischen Problems gesichert schemende Positionen im Wettbewerb gefährden könnte und das Interessengeflecht (etablierter) Wirtschaftskreise berührt.

Es sind Unsummen, die an Personalkosten und für Studien, Gutachten und Obergutachten ausgegeben werden, um den Nachweis zu führen, daß von einem Außenseiter erzielte Forschungsergebnisse technisch nichts taugen oder zumindest wirtschaftlich "nicht machbar" sind. Regelmäßig herrscht dann auch bei den Entscheidungsträgern in Industrie und Politik große Erleichterung und Befriedigung, wenn rechtfertigende Gründe vorliegen, keine, jedenfalls keine positive Entscheidung treffen zu müssen. Es wäre ein weiteres Buch Gottfried Hilschers wert, all die hierzulande entstandenen Erfindungen aufzulisten, die dann draußen aufgegriffen wurden und Grundlagen für Produkte schufen, mit denen unsere internationale Wettbewerbsfähigkeit untergraben wurde und bis heute noch wird.

1st dagegen eine von außen kommende Erfindung interessant und erscheint sie für ein Unternehmen wertvoll und nützlich, dann wird sie auch ohne Zögern in Anspruch genommen. Und dann wird ebenfalls, nicht nur in Ausnahmefällen, mit hohem Personalaufwand alles getan, um dem Erfinder seine Beteiligung am wirtschaftlichen Erfolg seiner Erfindung, den gerechten Lohn für seine Leistung, streitig zu machen oder sie doch so gering wie möglich zu halten. Die häufig durch ihre erfinderische Betätigung finanziell ausgebluteten Erfinder sind gegenüber einem finanzstarken Gegner in einer nahezu hoffnungslosen Situation und nicht selten gezwungen, auch eindeutig unter dem wirklichen Wert liegende Bedingungen zu schlucken. Hilft aber die Finanzkraft nichts gegen einen hartnäckigen Erfinder, so werden die Auseinandersetzungen mit ihm so lange hingezogen, bis man notfalls mit einer "biologischen Lösung" des Problemfalles rechnen kann.

Es ist also kein Wunder, daß erfolgreiche Erfinder mehr und mehr dazu übergehen, ihre Forschungsergebnisse zuerst ausländischen Partnern anzubieten, weil man in den USA und in Japan technischen Neuerungen unbefangener begegnet, ihre Urheber mit mehr Fairness behandelt und nicht zuletzt mehr unternehmerische Risikobereitschaft zeigt. Es ist aber auch verständlich, daß sich bei deutschen selbständigen Erfindern

zunehmend eine Verdrossenheit breit macht, die sich nicht zuletzt auch in dem seit Jahren rückläufigen Anteil der inländischen Patentanmeldungen darstellt, der eindeutig auf selbständige Erfinder zurückzuführen ist. Dieses wertvollste kreative Potential unseres Landes fühlt sich eben von Wirtschaft und Politik und auch von unserer Gesellschaft verraten und verkauft.

Dabei sind wir wie nie zuvor auf die Leistungsfähigkeit technisch-kreativer Menschen angewiesen, wenn unsere Zukunft auf Dauer gesichert werden soll. Das große Problem unserer Zeit, die Erhaltung vorhandener und die Schaffung neuer Arbeitsplätze, kann nicht durch Gesetze und Verordnungen und auch nur unvollkommen durch Standortprogramme gelöst werden. Es scheint auch illusorisch, daß eine Volkswirtschaft der Größenordnung Deutschlands nur durch Dienstleistungen sinnvoll überleben könnte. Wir brauchen unverändert eine produzierende Industrie, die durch ihre Produkte international wettbewerbsfähig ist. Und dazu gehört auch der unternehmerische Mut, neue Produkte und Verfahren zu entwickeln und dafür Nachfrage zu erzeugen, einen Markt dafür zu schaffen. Statt dessen ist es heute üblich, zuerst die Frage zu stellen, ob ein Markt vorhanden ist, und dann zu versuchen, mit ebenfalls vorhandenen Produkten einen Anteil an diesem Markt zu erobern.

Wir brauchen also Erfindungsreichtum, um für neue Produkte und Verfahren die unverzichtbaren Grundlagen zu schaffen. Es ist deshalb notwendig, kreative Menschen - Forscher, Wissenschaftler und Erfinder - mit allen verfügbaren Mitteln zu unterstützen, sie zu fördern und ihr Ansehen in unserer Gesellschaft wieder zu festigen. Vor allem aber müssen wir ihnen das Erfolgserlebnis der Verwirklichung ihrer Ideen im eigenen Land ermöglichen und ihnen eine faire Behandlung zukommen lassen. Dies alles wird ihnen bisher weitgehend verwehrt. Gelingt es nicht, das dafür ursächliche Kartell der Ignoranz zu durch-brechen, werden wir in durchaus absehbarer Zeit selbst wieder Billiglohnland und gezwungen sein, aus Not erfinderisch zu werden.

#### Was soll's?

#### Gründe für dieses Buch

Die Zukunft ist prinzipiell unbekannt. Ebenso das, was menschliche Kreativität künftig hervorbringen wird. Trendbeobachtung und Trendanalysen sind geeignete Mittel, um nicht gänzlich ahnungslos und unvorbereitet in die Zukunft zu stolpern. Wie relativ verläßlich daraus abgeleitete Prognosen sind, hängt nicht zuletzt von dem eingesetzten Erfahrungsschatz und dem Maß an Objektivität ab, mit der die Gegenwart beurteilt wird und werden kann.

Der "Wirtschaftsstandort Deutschland", um diese geläufige Floskel zu gebrauchen, befindet sich in einer Krise. Seit den Gründerjahren im vorigen Jahrhundert, und ein zweites Mal nach dem Zweiten Weltkrieg, waren es erfinderische, unternehmerische und risikobereite Menschen, denen wir einen Großteil der wirtschaftlichen Prosperität und des individuellen Wohlstandes verdanken, 1st es in dieser Beziehung in jüngerer Zeit zum Bruch einer gewissen Kontinuität gekommen? Der Verdacht liegt nahe. Die Klagen, daß es an Innovationen, Innovations- und Investitionsbereitschaft fehle, sind berechtigt. Das beeinträchtigt die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wie Deutschland im höchsten Maße. Man muß kein Zukunftsforscher sein, um eine weitere Verschlechterung der Lage vorherzusagen, wenn es nicht gelingt, mit neuen Produkten aufzuwarten, die Vorsprung sichern und für die Bedarf besteht. Dann wird Deutschland wirklich zum Sanierungsfall.

Die Mitteilungen dieses Buches beschränken sich auf den Energiesektor, auf wirtschaftlichere Energiewandler, umweltgerechte Energietechniken sowie Optionen für gänzlich neue Konzepte der Energieversorgung. Schlagworte und Parolen, die "grünem" politischem Wunschdenken entspringen und sich substantiell kaum begründen lassen, findet der Leser nicht. Zu kaufen gibt es das Neue allerdings auch noch nicht. Sollte es dabei bleiben, sollten die meisten oder gar alle der vorgestellten Vorschläge und Entwicklungen ungeprüft in der Versenkung verschwinden, würde sich Deutschland - und andere, die nicht zugreifen - großer Chancen begeben. Dem Energieverbraucher, vor allem dem in der Dritten Welt, wurde eine bessere Zukunft vermutlich vorenthalten.

Passieren kann das. Wer sich die Frage beantwortet, wem nichts daran gelegen sein kann, daß das eine oder andere Neue Realität wird, erkennt sehr schnell die Geld- und Machtinteressen, die Entwicklungen blockieren, das zumindest können. Aber es gibt noch ein grundlegenderes Hemmnis, das Fortschritt beund verhindert. Ich nenne es Strukturelle Ignoranz. Wie sich diese manifestiert und auswirkt, ist Thema des ersten Kapitels. Aufgebrochen und überwunden kann dieser monolithische Bremsklotz am wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Getriebe erst dann, wenn seine Existenz von vielen zunächst überhaupt erst einmal erkannt wird. Dazu soll dieses Buch beitragen.

Ich hätte mich nicht getraut, von Struktureller Ignoranz zu sprechen, ja, sie wäre mir gar nicht aufgefallen, wäre ich ihr nicht immer wieder knallhart begegnet. Jede Aussage meiner Analyse findet der Leser in den Kapiteln über neue Energietechniken vielfach bestätigt. Es ist eine Sammlung, die ich ohne eine vergleichende Bewertung vorstelle. Im wesentlichen sollte jeder Text ohne wissenschaftlich-technische Vorbildung verstehbar sein. Der mündige Bürger ist mein vorrangiger

Adressat. Er möge den Inhalt dieses Buches unbefangen zur Kenntnis nehmen, um dann selbständig weiterzudenken. Ich betone das eingedenk zweier grundverschiedener Haltungen, mit denen man einer neuen Idee begegnen kann. Die eine sucht mit Lust in besserwisserischer und oft hämischer Manier angestrengt nach Punkten, die beweisen, daß "das gar nicht gehen kann". Die andere verleitet zu wiederholtem Fragen, "ob es nicht doch gehen könnte". Dahinter steckt die Erfahrung, daß man auch aus Fehlern und falschen Ansätzen lernen kann. Versuch und Irrtum, diese Gezeiten schöpferischen Schaffens, sind keinem Erfinder unbekannt, mit dem der Leser hier Bekanntschaft macht. Er dürfte staunen darüber, was der einzelne unter zumeist widrigen Umständen zustande bringt. Vergleiche mit der etablierten Forschung und Entwicklung, zumal der öffentlich geförderten, sind erwünscht.

Tote Erfinder- und Unternehmerpersönlichkeiten werden hierzulande hochverehrt. Wie qualvoll ihre Lebenswege zumeist verliefen, bleibt weitgehend verborgen. Von denen, die viel anzubieten gehabt hätten, sich aber nicht beweisen konnten, erfährt man logischerweise so gut wie nichts. In einer wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Krisensituation sollte es naheliegen, aus der Vergangenheit mindestens das zu lernen: Am Anfang jeder Entwicklung steht eine Idee, geboren im Kopf eines kreativen Menschen. Diesem wenigstens den Spielraum zu schaffen, der ihm nachzuweisen gestattet, ob seine Idee etwas wert ist und wieviel, müßte eine Selbstverständlichkeit werden. Kluge Köpfe gibt es genug.

Sollten wir die schöpferische Intelligenz aber weiterhin dahinsiechen und ungenutzt verkommen lassen - und das ist fast die Regel -, dann: Gute Nacht Deutschland.						

## Über Strukturelle Ignoranz

Plädoyer für die schöpferische Intelligenz am Wirtschaftsstandort Deutschland

Die Sicht war nicht gut zu Beginn des Jahres 1996. Neblig-trüb. Die wirtschaftspolitischen Aussichten waren den meteorologisch bedingten nicht unähnlich. "Der wirtschaftliche Aufschwung geht weiter", verkündete Bundeskanzler Helmut Kohl in seiner Neujahrsansprache. Ein Lichtblick? Es ist gut für die Weisen, und besonders die unter den Konjunkturfor-schern, daß ihre Prognosen spätestens dann vergessen sind, wenn sie mit neuen Verheißungen aufwarten. Sie brauchen sich nie angerührt zu fühlen von der zuverlässigsten aller Vorhersagen: Daß nämlich auf längere Sicht fast alle Prognosen falsch sind. Wahr, und damit bezog sich Kohl auf den sich "fortsetzenden Aufschwung", wahr sei aber auch, "daß wir im Bereich der Beschäftigung noch keinen Durchbruch erzielt haben." Da wünschte man sich denn doch, daß ein anderer die Zukunft ergründender kluger Mensch, der Umernehmensbe-rater Roland Berger, nicht Recht bekommt. Der warnte wenige Tage vor des Kanzlers Rede ans Volk, daß aus den bislang 3,6 Millionen Arbeitslosen in Deutschland bald 6 bis 6,5 Millionen werden könnten. Das war eine Warnung, wohlgemerkt, denn Berger fügte hinzu: "Wenn wir das Ruder nicht herumwerfen." Er forderte die Politik zu einem "Befreiungsschlag" bei den Sozialkosten auf. Und die Unternehmer, die mögen sich doch ja nicht auf ihren Rationalisierungserfolgen ausruhen. Massive Innovationssprünge seien notwendig, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Diese Aufforderung war nicht sonderlich originell, auf jeden Fall nicht neu. Wer nicht nur auf die Schlagzeilen produzierende Großindustrie achtet, der könnte Kanzler Kohl, um ein letztes Mal aus seiner Neujahrsansprache 1995/96 zu zitieren, zustimmen: Es sei vor allem der selbständige Mittelstand, der in Deutschland Arbeitsplätze schaffe - und schaffen müsse. Wenige Wochen davor war Kohl in Asien, um, wie es hieß, in erster Linie der Wirtschaft Türen zu öffnen. Er wurde von 45 "Spitzenmanagern" begleitet. Den Mittelstand dürften diese kaum vertreten haben. So ist das immer, und es kann wohl auch nicht anders sein. Große reden mit Großen, Experten mit Experten, die Fachleute bleiben unter sich und heften sich gegenseitig die Auszeichnungen ans Revers. Während Kirchen und Gewerkschaften den sozialen Frieden im Lande gefährdet sehen, weil einerseits das Heer der Arbeitslosen und Bedürftigen zunehmend anschwillt, andererseits die Sozialleistungen zusammengestrichen werden, fehlt es nicht an gut gemeinten Ratschlägen. EU-Kommissar Martin Bangemann äußerte Anfang 1996 seine Überzeugung, daß mehr Umdenken, eine Änderung gewohnter Verhaltensmuster und die Bereitschaft zu neuen Lösungen nötig sei, und zwar mehr als zur Bewältigung früherer Krisen. Wir müßten schlicht besser sein, um den weltweiten Innovationswettlauf zu gewinnen. Gefordert seien Eigenschaften wie Kreativität, Kontaktfreudigkeit, ständige Lernbereitschaft und Flexibi-lität. Offenbar, so Bangemann weiter, hätten wir nicht immer die richtigen Mechanismen, um Kapital für Innovationen zu finden. "Wie wollen wir den Pioniergeist zum Beschreiten

von Neuland in Forschung und Technik beschwören", fragt Hans-Jürgen Warnecke, Präsident des Vereins Deutscher Ingenieure und Präsident der anwendungsnahe Forschung betreibenden Fraunhofer-Gesellschaft, "wenn Besitzstands-wahrung und Verteidigungsmentalität und Scheu vor dem Risiko unser Denken prägen?" Was wir brauchen, so Bundespräsident Roman Herzog kurz und bündig, sei eine neue "Wagniskultur". Und Bertold Leibinger, Chef eines Maschinenbauunternehmens, resümierte Ende 1995: "Phantasie wird überall gebraucht, und überall ist sie Mangelware."

Was ist bloß passiert mit dem glänzenden Wirtschaftsstandort Deutschland, daß er solche Appelle nötig hat? "Das größte Risiko für die Deutschen ist ihre Risikoscheu." Mit flotten Sprüchen tat sich der ehemalige Bundesminister für Forschung und Technologie Heinz Riesenhuber schon immer leicht, von dem dieser griffige Ausspruch stammt. Riesenhuber dürfte mit dazu beigetragen haben, daß Risikoscheu und Ratlosigkeit tiefe Wurzeln schlagen konnten. Kaum ein öffentlicher Auftritt, bei dem er Deutschlands Wirtschaft und Forschung nicht großgeredet hätte. Seine Schwärmerei und Worthuberei kamen mir immer wie ein leidlich getarnter Chauvinismus vor. Deutschland war einfach Spitze zu seiner Zeit. Spitzenforschung, Spitzentechnologie, High-tech, Zukunftstechnologie. Die Führerschaft war auf der Seite der Deutschen. Das barg zumindest die Gefahr von Selbstgefälligkeit und falscher Sicherheit in sich. Spitzenmanager in Wissenschaft und Wirtschaft bestärkten den Minister in seiner Euphorie mit immer

Man brauchte sich gegenseitig. Der Minister hätte ohne Glanzlichter in seiner Nähe etwas grau ausgesehen, diese wiederum mußten mit allen Mitteln auf Hochglanz gehalten werden. Und sei es auch nur mit Worten. Subsidien und immaterielle Rückenstärkung kann man schließlich nur Erfolgreichen und

neuen Erfolgsmeldungen.

solchen gewähren, die es zu werden versprechen. Johan Galtung, Gesellschaftswissenschaftler und Friedensforscher, hat mir die Abhängigkeitsverhältnisse auf der Ebene der Mächtigen einmal an einem Dreieck verdeutlicht. Die eine Ecke sei von der großen Politik besetzt, die zweite von den kapitalkräftigen Gruppen der Wirtschaft, und die dritte von Experten. Das Regieren fällt leichter, wenn die Kräfte der Wirtschaft d'accord sind und mitspielen. Diese wiederum fühlen sich am wohlsten, wenn ihnen die Regierung den Rücken frei hält. Und die dritte Gruppe im Dreierbund, die Experten, die haben es nach Galtung verstanden, sich für die anderen beiden unentbehrlich zu machen. Davon leben sie bekanntlich nicht schlecht.

Das ist gewiß überzeichnet, und die offen ausgetragenen Konflikte in der politischen Arena lassen oft wenig erkennen von dieser Allianz. Versucht man sich ein Bild von dem bei ihr akkumulierten Machtpotential zu machen, so kann sich dieses nicht nur zum Segen des Landes und seiner Gesellschaft ausgewirkt haben und auswirken. Wie sonst müßte heute so laut Klage geführt werden über den Wirtschaftsstandort Deutschland? Der technologische Chauvinismus Riesen-huberscher Prägung und die eigene Machtvollkommenheit der Etablierten, die in dem dreieckigen Haus versammelt sind, haben auf jeden Fall - wissentlich oder unwissentlich - dazu beigetragen, ein wesentliches Faktum in der Außenwelt zu unterschätzen und häufig zu ignorieren: Daß es nämlich in anderen Ländern auch kluge Leute gibt, die zum Besten ihrer Volkswirtschaften eine Menge leisten. Dort wird auch inno-viert und investiert, wird Qualität für den Weltmarkt produziert; meist sogar billiger als hierzulande.

In Asien kann die Expertenzunft noch nicht solange etabliert sein. Der Druck, sich aus miserablen Verhältnissen herauszuarbeiten, ist groß in vielen Ländern. Er mobilisiert Geist und Unternehmertum. Expertenmeinung hin oder her, es zählt, was weiterbringt. Das streikende Frankreich Ende 1995 hat vielleicht auch für Deutschland ein noch nicht verstandenes Signal aufblitzen lassen. Der Soziologe Pierre Bourdieu kommentierte die Vorgänge mit den Worten: "Worum es hier geht, ist die Rückeroberung der Demokratie von der Techno-kratie. Mit der Tyrannei der 'Experten', die ohne Diskussion die Verdikte des neuen Leviathan durchsetzen, muß Schluß gemacht werden." In Frankreich wie in Deutschland befindet sich das Establishment genau besehen in einer Kompetenzkrise. Seine Ratlosigkeit wird aller Orten offenbar. Die Liegestuhlmentalität hilft nicht mehr weiter. Die Nicht-Etablierten und bisher Nicht-Gefragten werden allmählich rebellisch.

Lothar Späth, der gewiefte Politiker, der zum Wirtschaftsmanager konvertierte, stellt mit seinem 1993 erschienenen Buch die Frage (so der Buchtitel): "Sind die Deutschen noch zu retten?" Ja, wären wir, resümieren er und sein Koautor Herbert A. Henzler, Professor für Strategie- und Orga-nisationsberatung, aber dazu müßten wir bereit sein, neue Wege zu beschreiten, dürften wir den Status quo nicht fortschreiben. Bisher hätten wir ganz gut gelebt ohne Risiko, sagte Späth im Oktober 1995 vor der TELI, Technisch-Literarische Gesellschaft, aber so gehe es nicht weiter. Nichts mehr mit schnell Kasse machen. Auch Risiken müßten finanziert werden. "Wir sind die Wildesten im Zoo", so Späth, "aber wehe, wenn der Zaun wegfällt." Der Zaun ist weg. Zurückgeblieben sind Politiker und Manager, die an abgegriffenen Hebeln hantieren, ohne daß sich die gewohnten Wirkungen einstellen.

Es soll investiert werden, "Zukunftsinvestitionen" sind gefragt. In was, bitteschön, und wo soll investiert werden? Die Global Player investieren dort, wo die Konditionen am günstigsten, der "return on invest" am höchsten und die Märkte am nächsten sind. Rationalisierungsinvestitionen stärken die Wettbewerbsfähigkeit. Richtig, aber nur solange, bis die -heute oft ausländische - Konkurrenz nachgezogen hat. Erweiterungsinvestitionen zugunsten von Produkten, mit denen auch andere auf enger werdende Inlands- oder heiß umkämpfte Weltmärkte drängen, könnten bald Investitionsruinen hinterlassen. Produkte herzustellen, die keiner mehr braucht oder will, konnte sich nur der Kommumsmus leisten. Ersatzinvestitionen sind nur dann vertretbar, wenn sich dafür eine ansehnliche Rendite errechnen läßt.

Nichts ist generell zu kritisieren, und jedem Unternehmen kann man nur weise Unternehmer- und Managemententscheidungen wünschen. In wirklich innovative Produkte und Fertigungsverfahren zu investieren, die im Idealfall noch kein anderer hat, schließt vielleicht ein relativ großes Risiko ein, bietet aber auch die größten Chancen für Wachstum und Gewinn. Aber das Neue müßte man logischerweise erst einmal haben. Warum es nicht in dem Maße verfügbar ist, wie das dem Wirtschaftsstandort Deutschland gut täte, ist vor allem auf die "Strukturelle Ignoranz" zurückzuführen, die im zweiten Teil dieses Vorwortes erläutert wird. Sie hat nur bedingt etwas mit dem Verhalten von Managern zu tun, die, wenn sie nicht zu den vielen "Nieten im Nadelstreifen" gehören, durchaus ihre Lektionen gelernt haben und befolgen. Wer die Situation am Wirtschaftsstandort Deutschland mit Feststellungen beklagt, wie sie eingangs zitiert wurden, der braucht nur etwas in der Fülle von Managementbüchern, von Leitfäden zur Rationalisierung und Automatisierung, zu wirtschaftlicher Betriebsführung, über "schlanke" Verwaltung

und moderne Logistik im Unternehmen herumzuschmökern. Er wird darin viele Ursachen kennenlernen, warum Innovationen, die den Rahmen des normalen technischen Fortschritts sprengen, doch ziemlich selten sind.

"Innovationsmanagement" wird sogar an Flochschulen gelehrt. Technischer Fortschritt, sagen seine Vertreter, sei relativ gut vorhersehbar und planbar. "Technologische Trajektorien" könne man erkennen, und folglich ließen sich auch Innova-tionsprozesse vorbereiten. "Zielklarheit" und "Zieloffenheit" seien dafür wichtige Voraussetzungen. Daß vieles, was davon nicht erfaßt wird, dadurch abgeblockt wird, scheint noch kaum aufgefallen zu sein. Wie überraschend Neues zu managen wäre, vom Erkennen der Bedeutung einer Idee, der Beur-teilung von Realisierungsmöglichkeiten und des kostspieligen und risikoreichen Entwicklungsweges, wie letztlich die Einführung einer neuen Technik oder Technologie bewältigt werden kann, darüber findet sich wenig Hilfreiches. Das ist nicht verwunderlich, bedingen doch echte Innovationen auch innovative und originelle Vorgehensweisen, um sie durchzusetzen. Diese aber können nur bedingt lehrbar sein.

Im übrigen stört das wirklich Neue, denn nichts wünschen sich die meisten Manager sehnlicher als Planungssicherheit. Wie irritiert sie in der Rolle des Krisenmanagers agieren und nicht selten freiwillig abdanken oder dazu gezwungen werden müssen, ist der täglichen Zeitung zu entnehmen. Dann verlassen sie ihre Managerweisheiten, die bislang gut waren, um Zuwachsraten, Gewinne und Anerkennungen zu verbuchen. Managen, das Wort ist mit dem italienischen "maneggiare" verwandt, das auch das Zureiten von Pferden (in einer "gesicherten" Manege) bedeuten kann. Wie man das macht, das steht in den Reitfibeln für das moderne Management. Sogar darüber, wie man Kreativität weckt, gibt es eine Vielzahl von Büchern. Aber sie vermitteln falsche Eindrücke. Daß nämlich Kreativität erlernbar sei, daß man sie sich durch bestimmte Techniken aneignen könne.

Wer gewohnt ist, immer auf Nummer sicher zu gehen und das Risiko zu scheuen, dem ist in der Regel auch die Phantasie abhanden gekommen. Wenn sie sich überhaupt entwickelt haben sollte. Eine gewisse schöpferische Intelligenz gehört zu jedem gesunden Menschen. Sie ist die Basis für Fortschritt im kleinen wie im großen. Kreative Menschen wären auch eine wichtige Basis für einen prosperierenden Wirtschaftsstandort Deutschland. Gewesen, konstatiere ich angesichts des Status quo. Die wichtigste Grundlage einer Industriegesellschaft und ihrer Kultur - und über sie kann man auf den Blättern gerade der deutschen Wirtschaftsgeschichte viel erfahren - haben wir hierzulande weithin verkommen lassen. Gemeint sind das schöpferische Individuum und die Entfaltungsmöglichkeiten, die ihm geboten werden sollten. Anzulasten ist das vor allem der Strukturellen Ignoranz in unserer Gesellschaft. Genauer: die in deren Establishment.

Was ist Kreativität, was heißt kreativ sein? Die Worte werden heute in der Bedeutung von "schöpferisch" und "erfinderisch" gebraucht. Wer Kinder beim ungestörten Spielen beobachtet, erfährt bereits sehr viel über kreatives Handeln. Spielen muß einem Kind nicht grundsätzlich beigebracht werden. Sein kreatives Potential ist ihm angeboren. Leben heißt: kreativ sein. Das spielende Kind nimmt seine Umgebung mit allen seinen Sinnen wahr. Es reagiert bei der Auseinandersetzung mit ihr mit Gefühlsäußerungen, Emotionen und Stimmungsausbrüchen. Ein Kind beobachtet und nimmt wahr, bewußt und unbewußt. Es handelt nach individuellen Bewegungsmustern, die sich im Laufe der Zeit freilich ändern, 1st der Turm aus Bauklötzen umgefallen, läßt es sich dadurch nicht entmutigen. Ein Kind lernt mit der größten Selbstverständlichkeit aus Fehlern und Mißgeschicken. Kinder lassen sich von den Gegenständen ihres Spiels faszinieren, ihr Spielplatz wird zum Erlebnisraum.

Das sollte prinzipiell auch für Erwachsene zutreffen. Kreativität ist ein Erlebnis. Was dabei herauskommt, wird - wie-

derum natürlicherweise - meist als Fragment, als unfertig empfunden. Die Achtsamkeit ist es, die Kreativität fördert, und die ist einem kreativen Menschen eigen. Mit dem Heranwachsen und Reifen wird das kreative Denken immer dominanter. Der Mensch kann lernen, auf seine Achtsamkeit zu achten. Karl-Heinz Brodbeck hat in seinem Buch "Entscheidung zur Kreativität" (Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1995) die Aspekte des Kreativen bis in alle seine Verzweigungen ausgeleuchtet. Kreativität sei ein Vermögen, mit dem jeder normale Mensch auf die Welt kommt. Sie entfaltet sich im täglichen Leben, in der Auseinandersetzung mit dem, was einem begegnet. Dazu freilich muß ihr Raum gegeben werden. Ein Raum geistiger Freiheit, in dem neue Ideen offen geäußert werden können, in dem sie willkommen sind. Kreativität entzieht sich jeder Planung. Sie ist nicht machbar, wie das so mancher in seinem Machbarkeitswahn gerne hätte. Kreativität kann nur eingeschränkt werden, lautet Brodbecks Fazit. Über geistige Freiheit, die am besten in einer "Offenen Gesellschaft" gedeiht, hat Karl Popper ein Leben lang nachgedacht. Dazu gehört, wie er in seinem letzten Buch "Alles Leben ist Problemlösen" (R. Piper Verlag, München, 1994) formuliert, daß wir nicht länger die allwissenden Propheten zu spielen versuchen.

Ständig schwingt bei Popper Kants Aufforderung mit, man solle sich seines eigenen Verstandes bedienen. Nach Popper ist es die kritische Diskussion, der wir die Wissenschaft ganz generell verdanken. Eine Garantie für wissenschaftlichen Fortschritt biete sie allerdings nicht. Auch verifizierte Thesen und Hypothesen hätten nur solange Gültigkeit, bis sie durch neue Erfahrungen und Erkenntnisse falsifiziert seien. Das Wenige, das wir wissen, sagt Popper, ist nichts im Vergleich zu dem, was wir wissen müßten, um die richtigen Entscheidungen zu treffen. Die daraus erwachsende Verantwortung für die Zukunft wiege schwer. Eine von Pop-pers Empfehlungen lautet: Die Gegenwart nicht durch die farbige Brille einer Ideologie zu betrachten und aus der Wirklichkeit zu lernen, was zu erreichen möglich ist. So gesehen gibt es zum Beispiel keinen Grund, Phänomene zu ignorieren und ins wissenschaftliche Abseits zu verdammen, weil sie (noch) nicht verstanden werden und nicht zu gültigen Paradigmen, nicht in anerkannte Denkschemata passen. "Phänomen" leitet sich vom griechischen "phainomein" ab, das etwas "durchscheinen" läßt. Was an einem Phänomen "durchscheint", wenigstens das sollte man zu erkennen versuchen. Ich frage mich in diesem Zusammenhang, ob es überhaupt unnötiges Wissen geben kann. Eingedenk Poppers sowie des ungeregelten Ablaufes kreativer Prozesse, der Kultur-, der Wissenschafts- und der Technikgeschichte, der Menschheitsgeschichte überhaupt und des unendlichen "Trial and Error", des Hin- und Herpendeins zwischen Versuch und Irrtum, kann ich die Frage nur verneinen. Die Etablierten in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik scheinen da ganz anderer Meinung zu sein. Eine offene Gesellschaft im Sinne Poppers erlauben sie sich bestenfalls selbst. Wer nicht zu ihnen gehört, wird ausgegrenzt. Er gehört fortan zum Nicht-Establishment und steht dem Establishment gegenüber. Ihm, dem Unwissenden, müssen die Experten sagen, wo's lang geht. Auch wenn sie selbst tausendmal ihre eigene Ratlosigkeit zu erkennen geben mußten. Sie bleiben unter sich, lassen sich nicht stören in ihren Kreisen. Sie haben es gar nicht nötig, Außenstehenden ihr Ohr zu leihen. Vereinfacht sehe ich einen tiefen Graben, der die Welt der Etablierten von der der Nicht-Etablierten scheidet. Von der Seite des Non-Establishments werden zwar immer wieder Brückenschläge versucht, aber auf der anderen Seite stehen keine Pfeiler. Bekanntermaßen ist die Scientific Community eine Realität. Das ist eine geschlossene Gesellschaft, wie es sie auch anderswo gibt. Man betrachtet sie wie einen Erbhof. Außenseiter können da nur feststellen, daß alles besetzt ist. Von Experten im weitesten Sinne und solchen, die sich dafür halten. Das hat unsere Gesellschaft und den Wirtschaftsstandort Deutschland schon viel gekostet. Denn eines ist klar: Wirklich Neues kann nur aus dem Bereich der Nicht-Etablierten kommen, sonst wäre es nicht neu und damit etabliert. Neues zu beurteilen darf man nicht allein den Experten überlassen, denn die sind logischerweise für das Bekannte, die "anerkannte Lehrmeinung" zuständig. Was sind "anerkannte Lehrmeinungen"? Bislang erfolgreiche Modelle, die als Wahrheit ausgegeben werden. Verweigern Experten der neuen Idee gegenüber eine vorurteilsfreie Aufmerksamkeit, tragen sie an erster Stelle die Verantwortung dafür, wenn der Gesellschaft bessere Alternativen vorenthalten werden.

Entgegen allem Anschein, dem vom Establishment gepflegten Schein, ist es dem schöpferischen Menschen weithin nicht möglich, zu zeigen, was er zu bieten hat. Das gilt auch für diejenigen, die innerhalb stolzer Institutionen und Unternehmen arbeiten. Es ist die schöpferische Intelligenz, die am wohlhabenden Wirtschaftsstandort Deutschland schmählich vernachlässigt wurde und wird. Als der "Sputnik-Schock" die USA aufrüttelte, glaubte man, daß hinter dem Eisernen Vorhang die kreativen Köpfe versammelt seien. Durch geeignete psychologische Testverfahren wollte man Faktoren ausfindig machen, die den Kreativen ausweisen. Der Versuch schlug fehl. Es gibt diese Faktoren nicht. Aber: In einer offenen Gesellschaft, in der die kritische Diskussion (Popper) eine Selbstverständlichkeit ist, zeigen sich die kreativen Köpfe von selbst. Das wäre auch in Deutschland und seinen Nachbarländern so. Kreativität kann man nicht züchten, sie ist vorhanden. Sie hat keine Ursache, sie kann nur behindert werden, wie Brodbeck feststellt. Dazu nun hat sich ein erprobtes Arsenal an Mitteln und Möglichkeiten herausgebildet, das in das unsichtbare System der Strukturellen Ignoranz eingewoben ist. Wie und wo wirkt sich das aus? Hätte es die "gesellschaftliche Generalinventur" gegeben, zu der Bundeskanzler Kohl angesichts des verschärften internationalen Wettbewerbs und der Bewältigung der deutschen Einheit in seiner Regierungserklärung vom 21. Oktober 1993 aufrief, hätten einige Seiten der Struktur gewordenen Ignoranz zum Vorschein kommen können. Aus Kohls Worthülse etwas zu machen, hat selbstverständlich niemand ernsthaft erwogen. Bei der Suche nach Hemmnissen, die der Verwirklichung von Kreativität entgegenstehen, wird man natürlicherweise gleich in Elternhäusern und Kinderzimmern fündig. Ich muß es mir versagen, Pädagogen und Erzieher darüber zu Wort kommen zu lassen, was Kinder anregt und was ihre Phantasie eher abtötet. Hat das Kind in dieser Beziehung die Vorschulzeit mehr oder weniger heil überstanden, droht ihm im wahrsten Sinne die Schule mit ihren Systemzwängen.

Ich beschränke mich auf einige Kommentare von Hartmut von Hentig, der als "Reformpädagoge" viel Zustimmung gefunden hat. Schule, schreibt er, bleibe vor allem eine Veranstaltung der sich verwaltenden, mehr als der sich entwickelnden Gesellschaft. Dort werde man in erster Linie belehrt, und das sei das Gegenteil von Lernen. Dadurch werde Erkenntnis verhindert und zur Flucht vor dem Denken ins Wissen angeleitet. Bildung sei auf jeden Fall nicht das, was in den Lehrplänen stehe und was viele Lehrer zu erkennen gäben. "Wir müssen", schreibt von Hentig, "Menschen zum Aushalten von Offenheit und von Ambivalenz, von Zweiwertigkeit erziehen. Und nicht den kleinen Menschen immer schon sagen, das und jenes laufe nach dieser und jener Regel ab. Wir dürfen ihnen nicht einprägen, daß die Welt wie ein Rechenschieber

geordnet ist. Sie müssen darauf vorbereitet werden, daß das, was man ihnen jetzt gibt, Mittel sind für unterschiedliche Lagen: Alles kann ganz anders sein, und du bist vor allem immer wieder anders als ich." Lehren ist für Hartmut von Hentig das Gegenteil von Belehrtwerden und keine schulmeisterliche Besserwisserei, die alle Neugierde verloren hat. -Glücklich die Kinder, um ein sehr einsames Beispiel zu nennen, die einem "Erfinderlehrer" Hubert Fenzel begegnen, der am Maristengymnasium in Fürstenzell bei Passau als Kunstlehrer einen seltenen Freiraum mit "Erfinderkursen" ausfüllt. Seine Schüler und Schülerinnen erhielten Dutzende von Preisen und in elf Jahren 15 echte amtliche Patente. Hat der Jugendliche auch die Schulzeit heil, sprich ohne große Einbußen seiner schöpferischen Fähigkeiten überstanden und setzt er seinen Bildungsweg an einer Hohen Schule fort, drohen seiner Persönlichkeit neue Gefahren. An diesen Bildungseinrichtungen werden Wissen und Wissenschaft verwaltet. Wie in den Schulen vorher sei auch an den Universitäten das abfragbare Wissen der Hauptinhalt der vermittelten Bildung, schreibt Konrad Schily in seinem Büchlein "Wege aus der Bildungskrise" (Econ Taschenbuch Verlag, Düsseldorf, 1994). Wenn der lebendige Geist einmal den Prüfungsordnungen, den Regelstudiengängen, den juristischen Definitionen geopfert worden sei, ziehe Mittelmäßigkeit ein. Und die setzt sich fort in Wirtschaft, Verwaltung und wissenschaftlichen Institutionen. Wenn es wahr ist, und es ist wahr, daß es die eigene Kreativität ist, die den Blick für die Kreativität anderer öffnet, dann befindet sich an dieser Stelle das größte Hindernis auf dem Wege zur Würdigung und Anerkennung schöpferischer Leistungen. Da in der Regel diejenigen, die die genormten Bahnen mit Bravour passiert haben, die Führungspositionen einnehmen, kommt es zu einer grotesken Situation: Wem noch nie, überspitzt ausgedrückt, etwas eingefallen ist, der wird zum Gutachter, ja zum Richter über neue Ideen, erste Versuchsergebnisse, den Prototyp einer neuartigen Maschine.

Gehört der Ideenträger oder Erfinder nicht zum Establishment, und das kann er strenggenommen nicht (siehe vorangegangene Bemerkungen), hat er dann einen verdammt schlechten Stand, wenn er auf Partner, auf fremdes Geld oder staatliche Förderung angewiesen ist. Ohne positive Fachgutachten geht nichts, wird er sich vergeblich um Anerkennung bemühen. Statt auf Gehör kann er sich auf Spott gefaßt machen. Bestenfalls erntet er ein mitleidvolles Schmunzeln, denn man kennt ja das Lied vom armen Erfinder. Viele hat das bereits so genervt, daß sie sich dagegen verwahren, als Erfinder angeredet zu werden. Und dieses passiert in einem Lande, das Erfindern eine Spitzenstellung unter den Industrienationen verdankt! Deutschland rühmt sich ihrer und ehrt sie auch: die toten Erfinder. Statt denjenigen, die mit neuen Ideen zur Stärkung und Sicherung des Wirtschaftsstandortes Deutschland beitragen könnten, möglichst alle Steine aus dem Wege zu räumen, wird ihnen das Leben oft unendlich schwer gemacht.

An Fachleuten aller Art, guten Kaufleuten, Managern, Bankern - und an Geld herrscht kein Mangel. Vergleichsweise rar ist dagegen die Spezies des kreativen Menschen. Auf dessen Ideenreichtum aber käme es besonders an, um Deutschland "Wohlstand für alle" und eine zukunftsträchtige Position auf den Weltmärkten zu sichern. Wem es als Erfinder gelingt, bis zu "Entscheidungsträgern" vorzudringen, stößt fast immer auf "Bedenkenträger". "Im Erfinden von Bedenken sind die Deutschen Weltmeister", hat der ehemalige Präsident des Deutschen Patentamtes, Erich Häusser, zutreffend und aus intimer Kenntnis vieler Erfinderschicksale formuliert. Dahinter stecken System und Methode.

Zunächst einmal darf das Establishment einem einzelnen Erfinder gar nichts zutrauen. Ja, "darf", denn seit Jahrzehnten suggeriert es dem Volk, daß technischer und wissenschaftlicher Fortschritt jetzt, da man ja schon "soo" weit sei (Spitzentechnik, Spitzenforschung), nur noch mühsam und in kleinen Schritten vorangetrieben werden können. Das sei nur noch im Team, mit viel Geldeinsatz und in großen Instituten möglich. Dort sind die großen Cracks versammelt. In dieser Situation könne der einzelne praktisch nichts mehr ausrichten. Hinter solchen Behauptungen, zu denen regelmäßige Erfolgsmeldungen gehören, verbirgt sich eine gehörige Portion Zweckpropaganda, die von den Regierungen wiederholt wird. Die einen müssen immer erneut ihre Existenz durch Verweise auf große Leistungen und Aufgaben begründen und als Unternehmen das Image einer High-tech-Schmiede pflegen. Die anderen wollen belegen, daß es

die Würdigsten und Größten sind, die subventioniert werden. Das Dreieck (Galtung) hält fest zusammen. Selbstverständlich können etablierte Institute und Firmen immer wieder auf beachtliche Leistungen und Innovationen verweisen - das wäre )a noch schöner, wenn nicht -, aber daß nur noch großes Geld und große Teams, Großforschungseinrichtungen und Großunternehmen echten Fortschritt bringen können, das ist einfach nicht wahr. Das könnten die Etablierten aus eigener Anschauung wissen, denn auch in ihren Reihen verdankt man entscheidende Durchbrüche kreativen und genialen Mitarbeitern, Unangepaßten und lästigen Querdenkern. Wohl den Firmen, die sie gewähren lassen und Freiräume sichern.

Ihre schöpferischen Kollegen, die draußen bleiben müssen, können von den Arbeitsmöglichkeiten drinnen nur träumen. Wenn sie überhaupt eine Chance haben sollen, verlangt man von ihnen astreine Testergebnisse und am liebsten eine fix und fertige Maschine. Steht eine ungewöhnliche Idee erst auf dem Papier, heißt es: "Beweis' mir's." Wird sie, etwa an Hand eines Modells, bewiesen, lautet eine gängige Antwort: "Ich seh's, aber ich glaub's nicht." Denn wenn das ginge, wäre ja die "anerkannte Lehrmeinung" erschüttert. Wer hingegen zum Establishment gehört und etwa an der Kernfusion forscht, der darf fortlaufend Jahr für Jahr verkünden, daß man vielleicht in 50 Jahren einen einsetzbaren Reaktor vorweisen könne. Wer so spreche, kommentierte ein Münchner Hochschulphysiker, der gebe nur zu erkennen, daß er nichts weiß.

Ich weiß, daß das alles von mir mit groben Strichen gezeichnet ist. Aber die Etablierten, die tagtäglich die Mikrophone für sich beanspruchen und ein Bollwerk der Nation glauben verteidigen zu müssen, tragen auch kräftig auf. Mit diesem Buch habe ich mich entschlossen, die Habenichtse unter den Kreativen etwas ins Licht zu rücken. Die allen Bürgern verantwortlichen und demokratisch gewählten Regierungen und die öffentliche Verwaltung sollten eigentlich alle innovationsträchtigen Vorgänge im Lande im Auge haben und zu würdigen und zu bewerten versuchen. Wo ein Beamter frei genug ist, überhaupt etwas zur Kenntnis zu nehmen, läuft es dann aber oft wie folgt ab:

Der Erfinder stellt seine Sache vor und bittet um Prüfung. In der leisen Hoffnung, eine Hilfe oder wenigstens einen hilfreichen Hinweis zu bekommen, der ihm die Möglichkeit zum Weiterarbeiten eröffnet. Der Beamte mag Interesse an der Angelegenheit finden oder nur das Gespräch beenden wollen. Er wird dem Erfinder in der Regel mitteilen, daß ein Fachmann die Sache beurteilen müsse. Der gehört klarerweise dem Establishment an. Ob er die Erfindung beurteilen kann oder nicht, er wird sein Votum abgeben. Das ist er schon seiner Reputation als Gefragter schuldig. Würde er befürworten, müßte er sich auf die Frage gefaßt machen, warum ihm und seinen Kollegen diese Lösung nicht selbst eingefallen sei. Schließlich sei er doch der Fachmann und werde dafür bezahlt, daß seine Angelegenheiten vorankommen. Schon das könnte die weitverbreitete Eitelkeit, unter Professoren beispielsweise, verletzen. Eine noch größere Rolle kann des Experten Sorge um seinen guten Ruf spielen. Was, wenn die von ihm gutgeheißene Sache schiefgeht? "Das hätten Sie aber doch vorhersehen müssen, Herr Kollege." Diese Schmach möchte er sich ersparen. Und Geld ist dann ja auch in den Sand gesetzt worden. Nein, das möchten beide nicht verantworten, der Gutachter nicht und der Beamte erst recht nicht. Die Ablehnung ist für beide die eleganteste Lösung. Der Gutachter bekommt sein Geld - und ist bei der Prüfung der Angelegenheit gewiß nicht dümmer geworden. Der Beamte hat seine Ruhe, und der Erfinder ist korrekt behandelt worden.

Der wandert nun weiter zu den Größten der einschlägigen Branche, von denen er überzeugt ist, daß sie ihm allein schon um der "augenscheinlichen" Wettbewerbsvorteile, die seine Idee eröffnet, diese mit Kußhand abnehmen. Aber da täuscht er sich. Handelt es sich um ein ganz großes Ding, gerät er damit ins Kalkül mächtiger, unter Umständen weltweiter Interessen. Die sind sich einig, ob und wann etwas Revolutionäres eingeführt wird. Die Gefahr, daß der Erfinder seines geistigen Eigentums beraubt und bei Lizenzvergaben, wenn sie denn überhaupt zustande kommen, über den Tisch gezogen wird, ist bei großen und kleinen Firmen gleichermaßen gegeben. Prozessiert der Erfinder, geht ihm bei finanzkräftigen Unternehmen ohnehin die Puste aus. Im besten Falle kann er sich mit einem (oft lächerlichen) Vergleich zufriedengeben. Meine Vermutung, daß die Wirtschaftskriminalität rund um bedeutende und weniger bedeutende Erfindungen enorm ist, wird sich weder beweisen noch widerlegen lassen. Die Verhandlungen zwischen Urheber und Verwerter sind geheim, im Betrugsfalle halten sich die Kontrahenten aus meist naheliegenden Gründen bedeckt. Was ist schon ein Erfinder, ein Patentinhaber, wenn er ohne das Geld anderer nicht weiterkommt? Und eine Idee, die ist bekanntlich so lange nichts wert, bis sich jemand gefunden hat, der sie in die Tat umsetzt.

Nach Regierung und Industrie sind die Banken ein naheliegender Ansprechpartner, um zu Geld für die Weiterentwicklung zum Beispiel eines neuen Verfahrens zu kommen. Fehlanzeige. Wagnis- und Risikokapital gibt es, wie man weiß, so gut wie nicht. Jedenfalls nicht für einzelne Ideenträger und

Firmengründer, die mit etwas noch nicht Etabliertem starten wollen. Sie kämen ja schon mit "Peanuts" zurande, aber dafür sind sie zu kleine Fische. Banken haben das Geld ihrer Einleger zu mehren und investieren in Objekte, für die hohe Renditen errechenbar sind. Eher verspekuliert man das Geld auf dem Währungsmarkt und an der Börse, als daß man es in risikobehaftete Entwicklungen steckt. Ja, wenn man Sicherheiten bieten könnte wie diejenigen, die aus eigener Kraft oder mit staatlicher Förderung gut existieren. Auch Banken haben ihre technisch und wissenschaftlich versierten Experten, die ihr Wissen verständlicherweise aus dem Bekannten schöpfen. Ihre Entscheidungsfreudigkeit dürfte die von Beamten und Industriemanagern kaum übertreffen.

Wo bleibt die Presse, die Publikums- und die Fachpresse? Sie könnte viel Aufklärungsarbeit leisten und einiges in Bewegung bringen. Besonders das Fernsehen, wie sich vor Jahren am Beispiel des Peiner Kesselbauers Richard Vetter und seiner Firma Veritherm gezeigt hat. Aber so etwas ist so selten wie eine zufällig beobachtete Sternschnuppe. Die Tageszeitungen glauben fast durchweg, Berichten aus Wissenschaft und Technik einen nur minimalen Platz einräumen zu können. Weil das Interesse ihrer Leser daran nicht sonderlich groß sei, behaupten die Verleger. Ausnahmen, wie die Süddeutsche Zeitung, beschränken sich im allgemeinen auf Berichte freier Mitarbeiter, die durch Bekanntmachungen großer Institute und Veranstalter angeregt werden, und auf übersetzte Meldungen aus ausländischen Fachzeitschriften. Da erfährt man dann zuweilen auch das Neueste aus dem deutschen Wissenschaftsbetrieb. Denn so begehrte "Erstveröffentlichungszeitschriften" wie die englischen "Nature" und "New Scientist" gibt es hierzulande schon lange nicht mehr. Selbst auf eine gut verständliche, interdisziplinäre Technikzeitschrift in ihrer Sprache müssen die rund 100 Millionen Deutschsprechenden in der Bundesrepublik und in den Nachbarländern verzichten. Von einer publizistischen Institution wie "Populär Mechanics", die das Denken von Millionen Amerikanern angeregt hat, kann man bei uns nur träumen.

Recherchen, um noch einmal auf die Zeitungen zurückzukommen, die Geld kosten, spart man sich im allgemeinen. Es gibt ja soviel kostenloses Material, zur Verfügung gestellt von Ministerien, Großforschungseinrichtungen und Großindustrie. Das braucht man nicht einmal zu überprüfen oder mit anderslautenden Meldungen zu konfrontieren, die ohnehin selten genug auf die Redaktionstische flattern. Was quasi amtlich und vom Wissen prominenter Experten durchtränkt ist, läßt sich auch kaum umgehen. Arger ist mit solchen Veröffentlichungen in der Regel auch nicht zu gewärtigen. Der Redakteur kann sich sozusagen hinter der Autorität anerkannter Fachleute verschanzen. Selbst wenn sich einige an Kant erinnerten und sich ihres eigenen Verstandes bedienen wollten, fänden sie wohl selten die Zeit dazu. Auf die mit Politik und Wirtschaft angefüllten Zeitungsseiten gelangen Technik und Wissenschaft nur höchst selten. Da gehörten sie aber auch hin. Und gerade Beiträge über Innova-tionsträchtiges aus dem "prä-innovativen" Bereich, über Neues, aus dem erst noch etwas werden soll oder könnte. In Fachzeitschriften sucht man danach noch vergeblicher als in der allgemeinen Presse. Dort ist man wie in Glaubensgemeinschaften jeweils unter sich. "Zielgruppenorientiert" geht es da zu, denn darauf kommt's beim Anzeigengeschäft an. Wissenschaftliche Redaktionsbeiräte mit viel Prominenz (zur Steigerung des Ansehens der Zeitschrift) wachen darüber, daß die tugendhaften Wege der "anerkannten Lehrmeinung" einschließlich Fachjargon nicht verlassen werden. Fachleute schreiben in Fachzeitschriften für Fachleute über das, was Sache ist - und dem Umsatz bei den Anzeigen nicht schadet. Was noch nicht innoviert und noch kontrovers diskutiert wird, hat hier keinen Platz. Wehe dem Redakteur, der es wagte, seinen Lesern "Unausgegorenes" zu präsentieren. Sein wissenschaftlicher Beirat, die Anzeigenkundschaft, ja die gesamte "Fachwelt" kämen ihm auf den Hals und würden Zweifel an seinem "Fach"-Verstand äußern. Das ungewöhnliche Neue, das noch nicht etabliert sein kann, hat weder in der Fach- noch in der Publikumspresse kaum eine Chance, gewürdigt und vorgestellt zu werden. Damit vernachlässigt die Presse eine wichtige Aufgabe: Öffentlichkeit zu schaffen für Innovationsmöglichkeiten, für möglicherweise bessere Alternativen zu Bestehendem. Öffentlichkeit aber ist ein Produktionsfaktor! Was nicht öffentlich wird, ist praktisch nicht. Auch das schwächt den Wirtschaftsstandort Deutschland. Die Presse ist eindeutig im Establishment angesiedelt, wenn es um die Förderung der freien öffentlichen Diskussion von Ideen und Entwicklungen in Wissenschaft und Technik geht, von denen man noch nicht wissen kann, ob sie einmal zu Innovationen führen werden. Die Demokratisierung von Wissenschaft und Technik ist eine zum Schlagwort degradierte, unerfüllte Forderung geblieben. Kein Wunder, denn sie beträfe einen weithin geschlossenen Bezirk, der in einer wenig offenen Gesellschaft (im Sinne von Popper) als solcher freilich auch kaum auffällt. Dafür haben die Experten schon gesorgt. Eine Option, die Erfinder, Außenseiter und Querdenker noch ins Auge fassen könnten, sind Messen, Ausstellungen und Kongresse. Diejenigen, auf die es ankäme, sind selbstredend fest in der Hand des glänzenden Establishments. Dieses kann sich die Platzmieten leisten, der einzelne Erfinder nicht. Keine

der ja nicht armen Messegesellschaften kam bisher auf die Idee oder ließ sich davon überzeugen, Hallenfläche parzelliert zu einem symbolischen niedrigen Preis an Erfinder zu vermieten, die zum jeweiligen Messethema etwas zu bieten hätten. Diese Stände könnten das Fachpublikum wie Magnete anziehen, denn dort kann man sich an Ungewöhnlichem reiben und von ihm auch beflügeln lassen. Der Erfinder, so kann man hoffen, käme aus seiner Isolierung heraus und mit den "richtigen" und gesuchten Gesprächspartnern zusammen. Eine IENA, die alljährliche deutsche Erfinderausstellung in Nürnberg, leistet das nicht. Ohne das dort Gezeigte herabwürdigen zu wollen: Diese Veranstaltung ist alles andere als repräsentativ für das erfinderische Geschehen im Lande. Im Gegenteil, sie lenkt davon ab und verführt zu der Meinung, daß Erfinder in der Regel ziemlich skurrile Typen sind, denen vorwiegend schnell verkäufliche Gags in den Sinn kommen.

Was sind das für Menschen, Erfinder, Kreative und Querdenker? Nach den eingangs gegebenen Hinweisen auf Kreativität schlechthin ist klar, daß es sich um mehr oder weniger unangepaßte Individualisten handelt. In unserer Massengesellschaft mit von den Massenmedien vorgegebenen Meinungen, mit Massenkonsum, von Lärm zugedröhnter Freizeit und scheinbar klaren, in zeitlichen Abständen verglichen aber doch sehr widersprüchlichen Wegweisungen aus dem Establishment spielen originelle Menschen zunächst einmal keine Rolle. Machen sie den Mund auf, haben sie es schwer, sich verständlich zu machen - in der Fachwelt wie in der Öffentlichkeit. So, wie alle entscheidenden Stühle von "kompetenten Experten" besetzt sind, so auch die Gehirne der Massenmenschen mit dem, was Massenmedien täglich verlautbaren. Je unkonventioneller das ist, was ein kreativer, genialer Kopf "rüberbringen" möchte, um so eher kann er schon an Sprachbarrieren scheitern. Zwischen der gestanzten Massensprache und den genormten, mit Anglizismen vollgestopften Fachsprachen gibt es wenig Spielraum. So kommt es, daß den Erfinder oft beide, weder der Alltagsmensch noch der Fachmann, nicht verstehen oder verstehen wollen.

"Wir stehen in einem harten internationalen Wettbewerb", posaunte der Leiter eines wissenschaftlichen Instituts in die Runde, "da lassen wir uns nicht von Dilletanten die Zeit stehlen." Einem Wissenschaftler wie diesem geht es nicht mehr um Wahrheit, bestenfalls um schnell verwertbare Gewißheit. Wer so reagiert, verrät - erst recht als Forscher - Unsicherheit, ist verängstigt. Wenn Forscher unter einem Erfolgszwang stehen wie Autoverkäufer, werden zumindest ihre schöpferischen Fähigkeiten in Mitleidenschaft gezogen. Schade, bedeutet doch "dilletare" im Italienischen auch, "etwas mit Lust tun". Da ist der freie Forscher und Erfinder denn doch besser dran. Sein Erkenntnisweg mag ihn viel Schweiß kosten und ihm viele Enttäuschungen bereiten, verlöre er aber die Lust, könnte er aufhören. Daß er die Lust häufig verlieren könnte, wenn sich Experten und Geldverwalter über seine Sache hermachen, dürfte der Leser dieses Buches nachempfinden. Die etablierte Forschung und technische Entwicklung sind sozusagen spurgebunden. Gearbeitet wird verständlicherweise nur an dem, für das die Finanzierung gesichert ist. Das wiederum entscheiden Manager, Politiker und Geldleute. Da prallen durchaus gegensätzliche Meinungen aufeinander, wird hart gerungen, wer für was das Geld, das vielerorts knapp gewordene, erhält. Wer da keine "Zukunftstechnologie" zu vertreten hat und nicht im modischen "Mainstream" der jüngsten Delphi-Studie mitschwimmen kann, der hat schlechte Karten

Fühlt sich ein kreativer Außenseiter aus sich heraus gedrängt, Neuland zu erkunden, muß er seine eigene Spur graben. Der Kreative verleugnet nicht das Fachwissen seiner Zeit, aber an gewissen Punkten geht er seine eigenen Wege. Er versteht es, aus eigenen Fehlern und Irrtümern konstruktive Lehren zu ziehen. Er bleibt beharrlich, erträgt Ungereimtheiten und kann lange in schwebender Ungewißheit weiterarbeiten. Er kriecht buchstäblich in ein Problem hinein, das ihn Tag und Nacht gefangenhalten kann. Er wird zu seinem eigenen Spezialisten, den man um seiner geistigen Fruchtbarkeit willen so gut wie es geht in seinem Kosmos belassen sollte. Seine assoziativen Fähigkeiten wird er dennoch behalten. Seine "Achtsamkeit" wird von Tag zu Tag größer und konzentriert sich immer stärker auf seine ureigenste Sache. Er kann geduldig warten, bis - hoffentlich - der "Göttliche Funke" überspringt. Das wird dann nicht selten als Eingebung, Erleuchtung oder Offenbarung erlebt. So etwas läßt sich nicht durch fremde Zielvorgaben oder irgendwelche Budgets diktieren. Eine erfolgversprechende Inkubation, schreibt Paul Matussek in seinem Buch "Kreativität als Chance" (Piper Verlag, München, 1974), setze die konzentrierte Beschäftigung mit einer Fragestellung und deren sorgfältige Präparation voraus. Rudolf Diesel, der ein leidvolles Erfinderschicksal bis zur Neige auskosten mußte, schrieb: "Dem Genie ist sein Werk Zweck, dem gewöhnlichen Menschen nur Mittel. Es gibt kein verlogeneres Sprichwort als das vom Genie, das sich selbst durchringt. Von hundert Genies gehen 99 unentdeckt zugrunde, und das hundertste pflegt sich unter unsäglichen Schwierigkeiten durchzusetzen." Diese Situation dürfte sich entgegen einer laufend Erfolge meldenden Propaganda inzwischen noch wesentlich verschärft haben,

denn die kreativitäts-feindlichen Strukturen in Köpfen und Organisationen sind eher perfektionierter und rigider geworden. Gut geschulte, aber einfallslose Spezialisten haben sie geprägt. Zugunsten des schöpferischen Menschen, den wir so dringend nötig hätten, sollten sie aufgebrochen werden, um Freiräume für sein Denken und Handeln zu sichern.

Ja, auch fürs Denken, denn die Mobilität beginnt hier erst recht im Kopf. Die Gedanken sind frei, natürlich, auch die des erfinderischen Menschen. Äußert der sie aber, weil sie sonst fruchtlos bleiben müßten, sucht er Verbündete zur Förderung und Verwirklichung des Gefundenen, rennt er fast immer gegen Mauern. Alles ist, wie gesagt, besetzt von Experten, die ihm eilfertig erklären, warum seine Sache nicht funktionieren kann, daß es dafür weder Geld noch Bedarf gebe, daß man sich keinen wirtschaftlichen Erfolg verspreche. Aber Experten sind, ich wiederhole mich, die Vertreter anerkannter Lehrmeinungen. Diese verteidigen sie wie geistige Besitzstände, als Herrschaftswissen, als Pfründe für gutes Einkommen und Subventionen. Nicht zuletzt hängt auch ihr Ansehen davon ab. Meist handelt es sich um dogmatisiertes Wissen, das ex cathedra verkündet wird. Vieles ist zur Ideologie verkommen, die J. G. Thieme in seinem Buch "Der ideologische Wahn" (Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt/Main, 1991) wie folgt zu definieren vorschlägt: "Eine Ideologie ist die systematische intellektuelle Ausarbeitung einer Idee und/oder eines Ideals (also ein System von Konzeptionen, ergänzenden Aussagen, Theorien und Zielen, die als Prinzipien menschlichen Verhaltens und Handelns und menschlicher Organisationen dienen), das autoritär als Wahrheit verkündet wird, selbst wenn es unbewiesen, unbeweisbar oder durch Tatsachen widerlegt ist."

Zu allem Überfluß: Auch noch mit Ideologien und einer Vielzahl von Denkschablonen hat die schöpferische Intelligenz zu kämpfen. Den Hauptwiderstand aber markiert die unsichtbare Grenze zwischen Establishment und Non-Establishment. Der Leser möge mir verzeihen, daß ich diesen Unterschied bis zur Penetranz strapaziert habe. Er diente mir zur Verdeutlichung dessen, was ich unter Struktureller Ignoranz verstehe. Ich habe die Leistungen etablierter Wirtschaftsmanager, Unternehmer und Kaufleute damit nicht etwa stillschweigend und pauschal herabgemindert. Ich habe mich nur zum Fürsprecher einer oft mundtot gemachten Gruppe von Menschen veranlaßt gesehen, deren der Wirtschaftsstandort Deutschland dringend bedürfte. Die schöpferische Intelligenz ist trotz allem noch vorhanden, nur vereinzelt ausgewandert - eher schon in die innere Emigration gegangen. Man brauchte nur mit einem geeigneten Schleppnetz durchs Land zu ziehen, und ein kostbarer Schatz könnte geborgen werden. Der Staat, der sich dabei als erster Schlepper auszeichnen könnte, wird es nicht tun. Der mündige Bürger dagegen, der mit gesundem Menschenverstand, der könnte viel dazu beitragen, daß diejenigen zur Geltung kommen, die Innovationsträchtiges anzubieten haben und die ihr Dasein oft wie in einer Isolationshaft verbringen müssen. Daß ich hier und da etwas übertrieben habe, war Absicht. Positive Gegenbeispiele anzudeuten, die es natürlich auch gibt, hielt ich für entbehrlich. Dafür ist die Wirklichkeit zuweilen aber noch viel schmerzhafter, als dieser Text erahnen läßt. Ich hätte dieses Vorwort nicht geschrieben, könnte ich nicht alle meine Aussagen und Behauptungen an ausgewählten Beispielen belegen. Sie sind auf den Energiesektor beschränkt. Nicht zuletzt wollte ich den Leser ermutigen, sich bei der Lektüre der nachfolgenden Kapitel seine eigenen Gedanken zu machen.

#### Unproduktive Phrasen

Das haben wir immer ganz anders gemacht.

Das haben wir noch nie so gemacht.

Das geht nicht.

Das ist zu teuer.

Das haben wir alles schon versucht.

Alles reine Theorie.

Das können wir uns nicht erlauben.

Das können wir unmöglich vorschlagen; was sollen die anderen von uns denken?

Das ist wieder einmal typisch . . .

Das paßt nicht in unser Programm.

Da könnte ja jeder kommen und . . .

## Schauberger-Schule

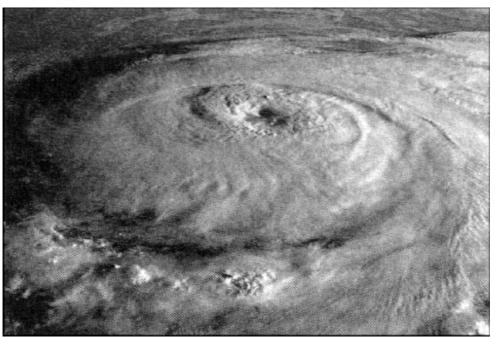
#### Lehren aus Bewegungsabläufen in der Natur

"Die Kunst besteht darin, aus einem Mailüfterl einen Orkan zu machen." Walter Schauberger, der 1994 in Lauffen bei Bad Ischl verstarb, hat diesen Satz von seinem Vater Viktor Schauberger überliefert. Der war ein Forstmann und lebte von 1885 bis 1958. Die größte Kunst, die er beherrschte, war eine unbefangene, aufmerksame Beobachtung der Natur, zu der ihm Wälder, die sich im Übergang vom Urwald zum Nutzwald befanden, genügend Gelegenheit boten. Er sah, wie in einem Fluß von den natürlichen Scheuerbewegungen rundgeschliffene Steine bis zur Größe eines Menschenkopfes anfingen zu tanzen und sich mehrere Meter durchs kristallklare Wasser nach oben an dessen Oberfläche bewegten. Seeadler, ein anderes Beispiel, kreisten vor seinen Augen in immer enger werdenden Runden auf die Wasseroberfläche zu und siehe da, die Fische sprangen ihnen regelrecht in den Schnabel. Die Wirbel mit Sogwirkung, die da offensichtlich im Spiel waren, faszinierten Viktor Schauberger. Er erkannte in ihnen eine natürliche Bewegungsart, die er als "planetare Bewegung" bezeichnete und in technische Gerätschaften umsetzte.

In der Forstwirtschaft stieß er mit sogenannten Kleinwasserstraßen auf großes Erstaunen und Interesse. Das waren "Holzbringungsanlagen", die die Stämme aus dem Bergwald zu Tal förderten. Die von Viktor Schauberger funktionierten wesentlich besser als die altbekannten. Zwischen ihrer Holzrinne und dem Wasser schien es keine Reibung mehr zu geben. Schauberger achtete nicht nur auf eine von ihm als richtig erkannte Kurvenführung des Wasserlaufes, an bestimmten Stellen korrigierte er auch die Wassertemperatur durch Zuleitung von Kaltwasser. Er war wahrscheinlich der erste, der sich vehement gegen begradigte Flußläufe und in Betonrinnen gezwungene Bäche aussprach. Im Gegensatz zum mäandernden Wasserlauf würde durch diese Eingriffe das Wasser naturwidrig behandelt; krankmachend für Pflanze, Tier und Mensch. Schauberger behauptete, daß sich Wasser, Blut und Säfte auf zwei gegensätzliche Weisen bewegen, die ständig in einem dynamischen Gleichgewicht zusammenwirken. Die eine war für ihn destruktiv, die andere konstruktiv und ordnend.

#### Auf zykloiden Raumkurven

Die Bewegungsformen, die Schauberger mit seinen Apparaten und "Energiemaschinen" erzeugte, ließen Gasen und Flüssigkeiten sozusagen ihren natürlichen Lauf. Schauberger spricht von zykloiden Raumkurven, die das agierende Medium durchläuft. Prof. Dr.-ing. Norbert Harthun, der sich jahrzehntelang mit Schaubergers Briefen und Aufsätzen befaßt hat, betont, daß damit eine Schraubenbewegung gemeint ist; genauer: Mehrfachschrauben, fraktal gegliedert bis ins kleinste. Harthun, Gründer der "Gruppe der Neuen", war Mitherausgeber der Zeitschrift "Mensch und Technik - natur-



Pic 047 Wirbel in der Natur veranschaulichen ein dynamisches Geschehen, bei dem hohe Energien im .Spiel sein können. Die Bewegung ist zentripetal, nach innen gerichtet.

gemäß", die 25 Jahre lang erschien; von 1969 bis 1994. Sie hat zahlreiche Beiträge zur "Schaubergerei" veröffentlicht. Harthun steht seit 1967 in engem fachlichen Kontakt mit einer schwedischen Forschungsgruppe unter der Leitung von Olof Alexandersson, die sich große Verdienste mit der experimentellen Verifizierung Schaubergerscher Erkenntnisse, und Ideen erworben hat. Bewegungen, wie sie Schauberger in der Natur beobachtete und für die Technik forderte, schaffen -jedenfalls muß man ihn so interpretieren - Ordnung, bauen auf, bewahren Ganzheiten und erhalten gesund. Zur kontrahierenden und konzentrierenden Zentripetalbewegung, die er verwirklicht sehen wollte, gehören sinkende Temperaturen. Im Gegensatz dazu führen zentrifugale Bewegungsabläufe zu Warmeentwicklung, Expansion und Explosion.

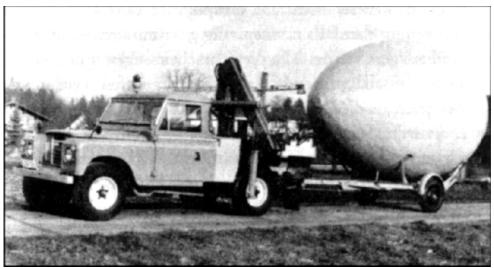
Der Tornado gehört zu den gewaltigsten natürlichen Vorbildern, an die Viktor Schauberger wohl auch dachte, als er nach den Grundlagen einer neuen, umweltverträglichen Energietechnik suchte. Die Energie, die aus diesen rasenden Luftwirbeln hervorbricht, mißt man an der Zerstörungskraft von Wasserstoffbomben, 1st ein Tornado erst einmal in Gang gekommen, beschleunigt er sich selbst. Er hat einen inneren Antrieb, der zu einer Abkühlung der von ihm erfaßten Luftmassen führt. Die energetischen Vorgänge in einem Wirbelsturm und in dessen Umgebung sind bis heute nicht schlüssig beschrieben worden. Mit der herkömmlichen Energie- und Wärmelehre dürfte das auch nicht gelingen. Eine Maschine, so eine der Schlußfolgerungen aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, die aus der Wärme der Umgebung Arbeit gewinnt, ist unmöglich. Genau das aber tut offensichtlich die "natürliche Maschine" Wirbelsturm.

Viktor Schauberger hat Patentschriften, viele Skizzen und noch mehr Aufzeichnungen hinterlassen, die eine Fülle von Hinweisen auf seine konstruktiven Bemühungen um eine neue, der Natur abgeschaute Technik liefern. Leider handelt es sich meist um recht unverständliche Fragmente. Die Umgangssprache und die Sprache der Wissenschaft scheinen ihn oft im Stich gelassen zu haben, wenn er seine Naturerkenntnisse vermitteln wollte. Daraus aber den Schluß zu ziehen, er habe mit eigenen Wortschöpfungen Eindruck schinden und Halbwissen kaschieren wollen, wäre verfehlt. Zu viele Berichte von und über Viktor Schauberger und gut dokumentierte Experimente, die auf Anregungen seines Sohnes Walter zustande kamen und von einer ganzen Schar seiner Schüler angestellt wurden, liefern überzeugende Beweise dafür, daß die "Schaubergerei" einen Schatz für eine wahrhaft zukunftsträchtige Technik - und vor allem Energietechnik - in sich birgt. Der Verein für Implosionsforschung und Anwendung e.V. (Windschlägerstraße 58, D-77652 Offenburg) pflegt das Erbe von Vater und Sohn Schauberger. Er hat die Traditions-

zeitschrift mit dem bezeichnenden Namen "Implosion" zu neuem Leben erweckt, die eine immer noch anwachsende Zahl von Schauberger-"Fans" verbindet.

#### Ein Wendelrohr sorgt für Erstaunen

Eine zum Patent angemeldete Schaubergersche Grundform ist das Wendel- oder Drallrohr, dessen Inneres dem gewundenen Gehörn der Kudu-Antilope nachempfunden ist. Dieses Rohr, vertikal von Wasser durchströmt, sollte natürliche Energieprozesse verdeutlichen, die sich nach Schaubergers Meinung allesamt durch eine zentripetal gerichtete Dynamik und durch Resonanzvorgänge auszeichnen. Professor Franz Popel von der Universität Stuttgart, der 1952 die in dem Wendelrohr auftretenden Phänomene untersuchte, war da zunächst ganz anderer Meinung. Die entscheidenden Bereiche der Technik, postulierte Popel vor Beginn seiner Versuche, beruhten auf



Pic 049 Ein Ei als Grundform eines Behälters für einen verfahrenstechnischen Versuch.

den Gesetzmäßigkeiten der klassischen Mechanik. Entsprechend zu behandeln seien auch Flüssigkeiten und Gase. Popel wollte gar nicht erst mit dem Experimentieren beginnen, weil ja doch keine technisch verwertbaren Ergebnisse dabei herauskämen. Dem stimmte zwar auch der Ministerialrat Kumpf aus dem Bonner Atomministerium zu, aber die Versuche befürwortete er dennoch. Damit, und das war seine negative Begründung, könne endlich den unqualifizierten Angriffen Schaubergers ein Riegel vorgeschoben werden, die vornehmlich gegen die Wasserwirtschaft gerichtet seien. Sie irrten, der Professor und der Ministerialrat, und korrigierten fairerweise ihr Vorurteil. Die Versuche sollten zuerst klären, ob Wasser beim Einströmen in ein Rohr (es war ein gläsernes, um die Vorgänge beobachten zu können) zu einer mehrfach einspulenden, drallartigen Bewegung angeregt werden kann. Mit einem trichterförmig gestalteten Einlauf, der das Wasser zur Drallbildung veranlaßte, gelang das auf Anhieb. Es sei erwiesen, vermerkt das Protokoll, daß sich in dem Rohr eine Fließbewegung ausbilde, die entlang einer Raumspirale verlaufe und die gleichzeitig um diese rotiere. Weiter heißt es, daß dieser mehrfach einspulende Fließvorgang von einer zweiten, ebenfalls raumspiralig gekrümmten Randbewegung überlagert werde. Alle diese Erscheinungen könnten nur durch zentripetal wirkende Kräfte hervorgerufen werden, die größer seien als die Zentrifugalkraft.

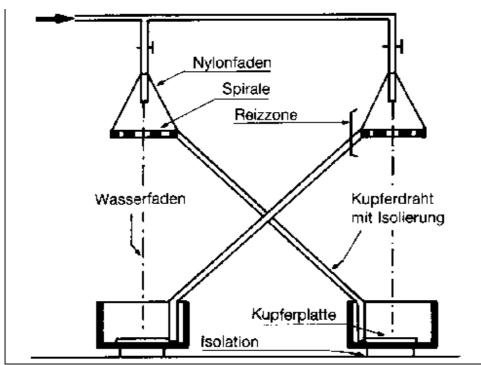
Das nach Schauberger gewendelte Drallrohr verstärkt durch seine Formgebung die zentripetal wirkenden Einspul-kräfte noch, und zwar auf eine harmonische Weise. Gelingt es, die kinetische Energie des Wassers mit der Raumspirale des Wassers zu "synchronisieren", bewegt sich die Wassersäule frei schwingend durch das Rohr. In diesen Fällen konnte Popel keine Rohrreibung mehr messen. Kupfer als Rohrleitungsmaterial führte im Zusammenwirken mit dem Wasser zu

den ausgeprägtesten Reaktionen. Popel mutmaßte, daß es sich hier nicht nur um rein hydrodynamische Wirkungen handeln könne. Vermutlich seien vor allem elektrophysikalische Effekte mit im Spiel. Popels Resümee: "Nachdem ihre Existenz (der Kräfte) erkannt wurde und die bewußte technische Anwendung im

Bereich der Möglichkeit liegt, wird sie eine revolutionierende Bedeutung auf den Gebieten der Behandlung und Förderung flüssiger und gasförmiger Medien erhalten."

#### Chancen, die nicht verfolgt werden

Denkste, nichts tat sich. Jedenfalls nicht öffentlich und nicht amtlich. Was hätte es nach dem erregenden Bericht aus dem Jahre 1952 nicht alles zu forschen gegeben. Zugunsten der Gestaltung von Wasserturbinen zum Beispiel. Der Pumpenbau wäre auch nicht dümmer geworden. Die experimentelle Physik hätte sich der nachgewiesenen Phänomene annehmen können. Mit diesen verwandt dürften die immer noch rätselhaften photophoretischen Bewegungen sein. Als "Photopho-rese" bezeichnet man das Phänomen, daß sich mikroskopisch kleine Teilchen unter dem Einfluß einer intensiven Bestrahlung entweder in Richtung der Strahlenquelle oder von ihr wegbewegen. Und das auf offenbar definierten spiraligen Bahnen. Nein, Schaubergersche Erkenntnisse fanden nicht das Interesse der etablierten Wissenschaft; sie stammten )a auch nicht aus deren Kreisen. Wie viele Außenseiter sie aufgegriffen und mit mehr oder weniger Erfolg weiterexperimentiert haben, läßt sich nur vermuten. Wenige waren und sind es nicht. Einer ist der Schwede Olof Alexandersson mit seiner »Forschungsgruppe für Biotechnik", der unter dem Titel "Living Water" (deutsche Ausgabe: "Lebendes Wasser") ein ganzes Buch über "Viktor Schauberger und die Geheimnisse der natürlichen Energie" geschrieben hat. Alexandersson hat zahlreiche der Schaubergerschen Versuche nachvollzogen. Zu den interessantesten, deren Phänomene noch keineswegs aufgeklärt sind, gehören die sogenannten Wasserfadenversuche (zur Wasserfallelektrizität; nach Prof. Lenard). Wer sie intensiv erforschen würde, bekäme mit ziemlicher Sicherheit einen Schlüssel in die Hand, wie aus strömenden Medien direkt, ohne Turbinen und Generatoren als zwischengeschaltete Hilfsmittel, Elektrizität zu gewinnen wäre. Die Versuchsanordnung: Aus zwei Düsen strömt Wasser in etwa einen Meter tiefer stehende Behälter, auf deren Böden jeweils eine Kupferplatte liegt. Die Behälter sind gegenüber der Tischplatte elektrisch isoliert. In einem gewissen Abstand unter jeder Düse, das stellte man fest, entsteht eine Art Reizzone. Um diese herum hängt man einen spiralig



Pic 052 Aufbau des sogenannten Wasserfadenversuchs nach Alexandersson.

gebogenen Kupferdraht auf. Die Spiralen wurden durch isolierte Kupferdrähte über Kreuz mit der jeweils anderen Kup-ferplatte in den Behältern verbunden. Nur wenige Sekunden, nachdem das Wasser zu

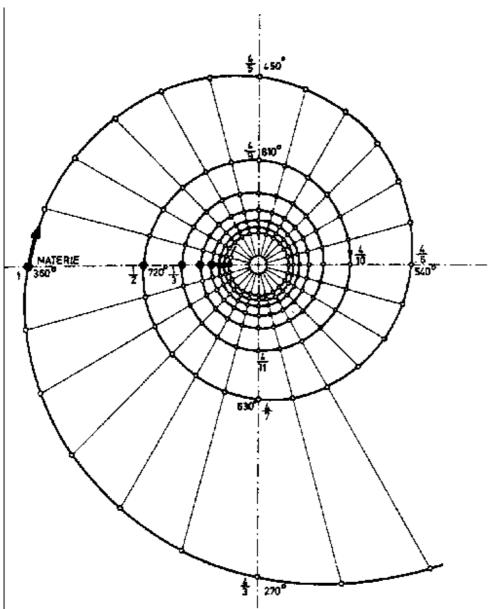
fließen beginnt, kann man die merkwürdigsten Dinge beobachten: Gleich unterhalb der Spiralen lösen sich die Wasserstrahlen auf. Die Wassertröpfchen bewegen sich in geordneten Bahnen überwiegend an den Auffangbehältern vorbei, zum Teil auf Spiralbahnen wieder nach oben, um sich mit dem herabströmenden Wasser zu vereinigen. Andere Tröpfchen umkreisen die gekreuzten Drähte auf zunehmend enger werdenden spiraligen Bahnen, wobei sich ihre Eigenrotation erhöht. Zwischen den Reizzonen mit den Ringspiralen und den isoliert aufgestellten Behältern konnten Spannungen bis 60.000 Volt gemessen werden. Ringförmige Leuchtstoffröhren, um die Drahtspiralen herum in deren Ebenen aufgehängt, leuchten, ohne daß sie mit diesen verbunden sind. Das Faszinierendste ist ein blauer Lichtschein, der von perlenschnurartigen Lichtspuren ausgeht, die in Höhe der Reizzonen ständig pulsieren. Phänomenal das alles, und eine Einladung an die Forschung, dem nachzuspüren, was dahinter steckt und wie dieses technisch nutzbar zu machen wäre.

#### "Techniker, ihr bewegt falsch"

Viktor Schaubergers Einblicke in den Ablauf natürlicher Bewegungsvorgänge ließ ihn den Technikern vorwerfen: "Ihr bewegt falsch." Nicht "explosive", sondern "implosive" Techniken seien naturgemäß. "Kapiert die Natur und kopiert sie", nef er aus, "k. und k." Das war für Viktor Schauberger keine weltanschauliche Phraseologie. Mit diesen Sätzen gab er die Botschaft wieder, zu der sich die Ergebnisse seiner Naturstudien und seiner Experimente verdichtet hatten. Es sollte naheliegend und lohnend sein, den von ihm hinterlassenen Wissensschatz mit neuzeitlichen Mitteln aufzuarbeiten. Tatsache ist schließlich, daß viele Umweltschäden und Bedrohungen unseres Lebensraumes von der Verbrennung fossiler Energieträger herrühren. Bis auf wenige Ausnahmen handelt es sich um "gebändigte" Explosionen, aus denen wir nutzbare Energien ableiten. Immer sind damit Verluste, schädliche Emissionen und eine zunehmend chaotische "Stofforganisation" verbunden. Walter Schauberger veranschaulichte die Verhältnisse mit einem Automaten, in den man oben eine Mark hineinsteckt und aus dem unten immer nur ein Teil davon als Kleingeld wieder herauskommt. "Sustainable", einen gesunden Lebensraum dauerhaft erhaltend, kann das nicht sein. Ganz im Gegensatz zur Natur, deren Stoff- und Energiekreisläufe letztlich keinen Abfall und keinen Sondermüll hinterlassen. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und der mit ihm verknüpfte Begriff der Entropie, nach dem alle Energiewandlungen, ja sogar alles menschliche Handeln zu einer immer größeren Unordnung führen müssen, sind der Natur offensichtlich unbekannt.

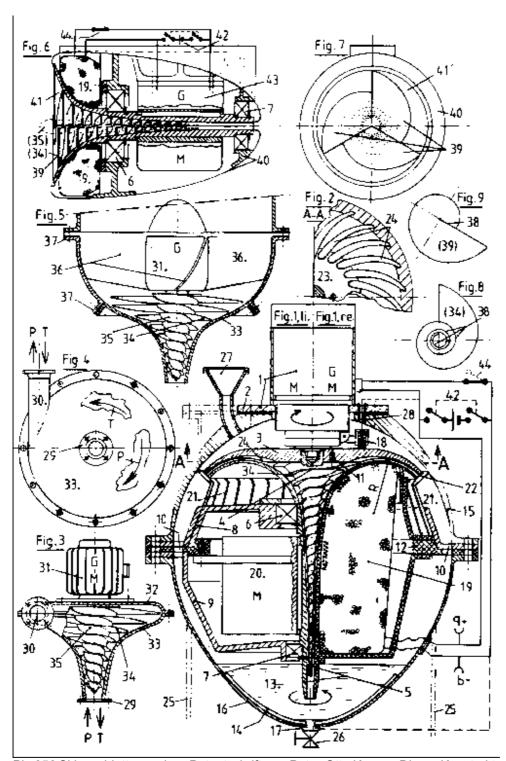
#### Pythagoras und Kepler als Zeugen

Walter Schauberger, der Diplomingenieur, hatte, wie er zu sagen pflegte, den Rucksack seines Vaters aufgenommen. Er entwickelte dessen Wissen weiter und hat es in seiner PK.S ungezählten Besuchern anschaulich vorgestellt. P steht für Pythagoras, der das Universum als harmonikales Ereignis (Harmonie der Sphären, Sphärenklänge) begriff. In der PKS erklingt ein Monocord, das von Pythagoras überlieferte Instrument, dessen Saitenlängen dem "Naturtongesetz" folgen. Der zweite Namensgeber der Schule (S) ist Johannes Kepler (K),



Pic 055 Die natürliche Spirale ist ein offenes System. Ihre Geometrie folgt dem »Nanirtongesetz" I/n • n =

dessen drittes Gesetz der Planetenbewegung bekanntlich besagt, daß sich die Planeten um so langsamer auf ihren Bahnen bewegen, je weiter sie sich von der Sonne entfernen. Bei unseren Rädern ist das genau umgekehrt: die Umfangsgeschwindigkeit nimmt mit dem Abstand von der Drehachse zu.



Pic 056 Skizzenblatt aus einer Patentschrift von Peter-Otto Krüger. Dieser Konstrukteur hat viele konkrete Vorstellungen, wie Schaubergersche Erkenntnisse in fortschrittliche Technik umgesetzt werden könnten.

Für Walter Schauberger wurde die nach dem von ihm so benannten Naturtongesetz (l/n • n= l) konstruierte hyperbolische Spirale zum Abbild natürlicher Bewegungsabläufe und Strukturen schlechthin. Nach ihr seien die Hörner der Kudu-Antilope gewunden. Wasser- und Luftwirbel folgten ihrem Bildungsgesetz. Ihm entspricht auch die Kontur des Hühnereies, mit dem sich die Auftriebswirkung eines Wirbels eindrucksvoll demonstrieren läßt: Man legt ein Ei in ein mit Wasser gefülltes zylindrisches Glas

und erzeugt eine "einspulende" Wasserbewegung, indem man einen Rührstab von der Mitte aus allmählich zum Glasrand hin kreisend bewegt. Hat der Wasserwirbel eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht, stellt sich das auf dem Boden liegende Ei zunächst auf die Spitze und dreht sich dabei zusammen mit der Wasserströmung um seine Längsachse. Wird die Wirbelgeschwindigkeit weiter gesteigert und zieht man den Rührstab vorsichtig aus dem Wasser, steigt das Ei mit nach unten gerichteter Spitze nach oben.

Nur ein amüsantes Experiment, das mit dem Hühnerei? Alles Spielereien, die Versuche, maschinell einen Tornado zu erzeugen? Viktor Schaubergers Konstruktionen von Energiemaschinen und Flugscheiben sind nicht mehr ohne weiteres nachzuvollziehen. Die Grundprinzipien aber, auf denen sie basiert haben dürften, sind weitgehend bekannt und einsichtig. Gelungene Nutzanwendungen aus jüngerer Zeit sind die Belüftung von Wasser und Gülle, indem diese gezwungen werden, sich in einen hyperbolischen Trichter hineinzubewegen. Der Energietechnik stünde ein erfolgversprechendes For-schungs- und Experimentierfeld offen. Es sollte nicht erst ausgelotet werden, wenn sich kaum noch Auswege bieten aus krisenhaften Entwicklungen in der Energieversorgung und beim Umwelt- und Lebensschutz.

### Schwerkraftenergie ist perpetuell nutzbar

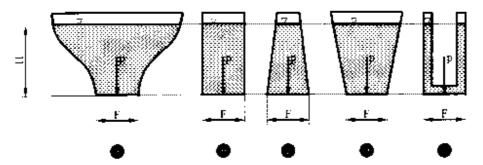
#### Ein Schlüssel zum Erfolg: das Hydrostatische Paradoxon

10 Liter Wasser füllen ein Volumen von 10.000 Kubikzentimetern und wiegen 10 Kilogramm. In einem Zylinder mit 100 Quadratzentimetern Grundfläche nehmen sie folglich eine Höhe von 100 Zentimetern ein. Stellt man sich den Zylinderboden als Schale einer Waage vor, würden 10 Kilogramm auf ihr lasten, die durch ein entsprechendes Gegengewicht ausbalanciert werden könnten; zum Beispiel wiederum 10 Kilogramm Wasser Würde man die Form des Wasserbehälters derart verändern, daß er nur noch I Liter faßt, dieser in ihm aber wiederum 100 Zentimeter hoch stünde, lasteten auf dem Behälterboden dann immer noch 10 Kilogramm, wenn dessen Grundfläche von 100 Quadratzentimetern unverändert bliebe. Ein Wassergewicht von I Kilogramm müßte dann mit 10 Kilogramm Gewicht ausgeglichen werden, soll die Waage ins Gleichgewicht kommen.

Über diese Ungereimtheit informiert jedes Physikbuch. **Die** Druckkraft auf Böden gleicher Grundfläche, heißt es da, **ist** unabhängig von der Form des Gefäßes, mithin auch unabhängig von dem Volumen des Behälters. Nur die Wasserhöhe im Behälter, nicht die Wassermenge bestimmt die Kraft, die auf seinen Boden drückt. Physiker sprechen vom Hydrostatischen Paradoxon. Nicht zu Unrecht, denn paradox ist das schon. Der Befund ist scheinbar widersinnig. Trotzdem ist an ihm nicht zu rütteln. Er gilt als Axiom, als Lehrsatz, der nicht weiter bewiesen zu werden braucht. Wer möchte, mag dahinter ein geheimnisvolles Spiel der Schwerkraftwirkung sehen, denn ohne die Schwerkraft, die jeden Körper - auch einen Wasserkörper - in Richtung Erdmittelpunkt beschleunigt, geschähe gar nichts. Die Bodendruckkraft in einem Wasserbehälter, das bleibt festzuhalten, ist ausschließlich von der Höhe der Wassersäule abhängig; sie nimmt proportional mit der Größe der Bodenfläche zu oder ab.

#### So paradox es klingt . . .

Ganz anders verhält es sich mit der Auftriebskraft, die nach oben, und damit der Schwerkraft entgegen gerichtet ist. Ihre Größe ist volumenabhängig, wie der griechische Mathematiker und Physiker Archimedes (gestorben 212 v.Chr.) herausgefunden hat. Das nach ihm benannte Gesetz besagt, daß die Auftriebskraft eines in eine Flüssigkeit eingetauchten Körpers dem Gewicht der Flüssigkeitsmenge entspricht, die er verdrängt. Ein Körper, der 9 Liter Wasser verdrängt, strebt folglich mit einer Kraft von 9 Kilogramm nach oben (wenn man sein Eigengewicht vernachlässigt). Würde man ihn in den 10 Liter fassenden Wasserbehälter eintauchen und die durch ihn verdrängte Wassermenge über den Behälterrand ablaufen lassen, stünde das Wasser in dem Zylinder immer noch 100 Zentimeter hoch.



Pic 061 Die Druckkraft P auf die jeweils gleiche Fläche F unterschiedlich geformter Gefäße hängt nur von der Wasserhöhe ab, nicht von der Wassermenge. Das versteht man unter dem Begriff "Hydrostatisches Paradoxon". P ist hier immer gleich groß.

Der Druckkraft von 10 Kilogramm auf den Behälterboden stünden 9 Kilogramm Auftriebskraft am Verdrängungskörper gegenüber. Verbände man in dem Behälter, dessen Boden sich wie ein Kolben auf und ab bewegen lasse, diesen (gedanklich) über ein Seil mit der Unterseite des Schwimmkörpers, zöge die Bodendruckkraft den Schwimmer mit einer Kraft von I Kilogramm (10 minus 9 kg) nach unten. Die

Druckkraft von I Liter Wasser, so könnte man sagen, übertrifft die Auftriebskraft, die aus der Verdrängung von 9 Litern Wasser resultiert, um I Kilogramm. Das ist wahrhaft paradox.

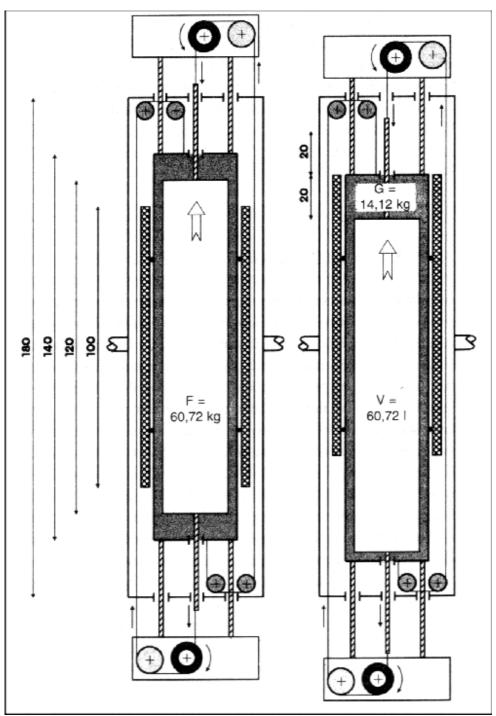
Mit Paradoxien aller Art lebt es sich schon deshalb unbeschwert, weil sie einem meistens gar nicht bewußt werden. Wissenschaftlern und Ingenieuren möchte man dieses Unbewußtsein allerdings nicht zubilligen, wenn es um die theoretischen und praktischen Grundlagen ihrer Arbeit geht. Ein Paradoxon wie das hydrostatische wird von ihnen vielmehr bewußt hingenommen, ignoriert. Es wird nicht hinterfragt, denn es handelt sich ja um ein Axiom. Ob es sich nutzbringend mit anderen Phänomenen kombinieren ließe, diese Frage fällt wohl auch unter das Denkverbot, das mit jeder axiomati-schen Aussage verbunden ist. Nur Außenseiter lassen sich davon nicht immer beeindrucken. An die Stelle intellektueller Behaglichkeit, die verinnerlichte Lehrsätze erzeugen, kann bei ihnen geistige Unruhe treten. Sie leugnen nicht das Wissen ihrer Zeit, stellen aber neue Zusammenhänge her.

#### Ein Leben lang über die Schwerkraft nachgedacht

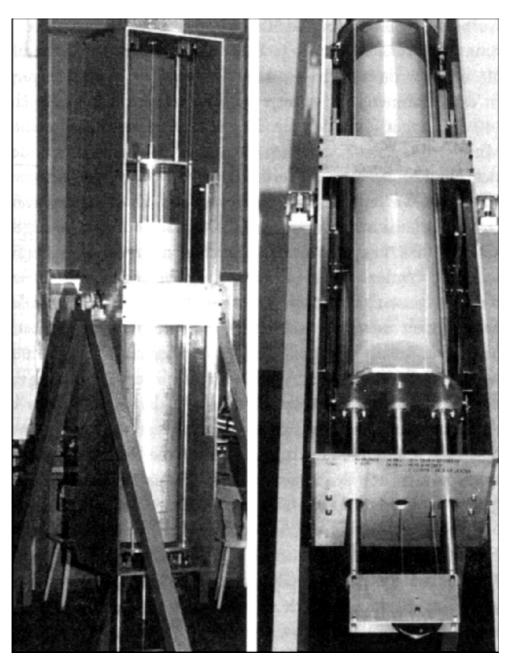
Klaus Grüter-Blasius, der den Anlaß zu diesem Buchkapitel gab, ist einer dieser Querdenker. "Seine Sache", ein hydraulischer Energiewandler, der die Schwerkraft perpetuell zu nutzen vermag, beunruhigt ihn heute nur noch insofern, als er den Partner mit Geld noch nicht gefunden hat, der mit ihm zusammen den Serienbau anginge. Seine theoretischen und experimentellen Arbeiten reichen über 50 Jahre zurück. Nach etwa einem Dutzend Modellen kann Grüter-Blasius seit einigen Jahren eines vorführen, das demjenigen, der es sich unbefangen erklären läßt, die Chance eines neuen Energiewandlers bis zu Kraftwerksgröße vor Augen führt. Manfred Lehnen, ein Handwerksmeister, der ihm seit vielen Jahren als Eingeweihter sachkundig zur Seite steht, war maßgeblich am Modellbau beteiligt. Karl Grüter-Blasius ist 1918 geboren. Nach dem Abitur wurde er zum Kampfflieger ausgebildet. Während Antoine de Saint-Exupery auf der gegnerischen Seite über das Leben und dessen Sinn nachdachte. verleiteten Grüter-Blasius die stundenlangen "Feindflüge" im Mittelmeerraum zu naturwissenschaftlichen Betrachtungen. Wie könnte man die Schwerkraft, die ihn immer erneut zur Landung zwang, in eine Arbeit leistende Drehbewegung umwandeln? Er rechnete und zeichnete, und seine Experimente, daran erinnert er sich noch gut, nahmen sogar seine Vorgesetzten ernst. Nach dem Kriege verwandelte sich bei ihm die Schwerkraft zunächst eher in Statik. Er studierte Architektur und arbeitete einige Jahre als Architekt, um danach seiner Frau bei der Führung ihrer ärztlichen Praxis behilflich zu sein. Seine theoretischen und praktischen Fortschritte in Sachen Schwerkraftnutzung diskutierte er mit Wissenschaftlern, aber die wollten oder konnten ihn nicht verstehen. "Bauen Sie ein Modell", forderten sie Grüter-Blasius auf.

#### Kopfschütteln über ein Funktionsmodell

Als 1984/85 das erste Modell fertig war, das seine Überlegungen bestätigte, kamen die Gelehrten wieder. Grüter-Blasius ist ihre Sprachlosigkeit noch in Erinnerung. "Wir haben 20 Jahre lang das Falsche gelehrt", hätten sie einander zugeraunt. Aber mit diesem Bekenntnis wollten sie anonym bleiben. Kein Wissenschaftler habe ihm in jüngster Zeit widersprochen, aber verwendet habe sich auch keiner für ihn. Gern hätte ich hier aus einem wissenschaftlichen Gutachten zitiert, einem positiven oder negativen, aber es wurde Grüter-Blasius bisher verweigert. Sein letztes Funktionsmodell läßt sich auf Papier kaum eingehender als prinzipiell erklären. Bei ihm wird die Differenz zwischen der Druckkraft einer Wassersäule und der Hubkraft eines Schwimmkörpers nutzbar gemacht. Die wirksame Wasserhöhe bleibt unverändert, weshalb der Erfinder von einem "Spannungsfeld des Ruhewassers" spricht, in dem sich kraftvolle Bewegungen abspielen. Bei einer gewissen Kopplung von Wasserbehälter und darin eingetauchtem leichtem Schwimmkörper hebt die Differenzkraft eine Wassermasse derart an, daß sie danach als potentielle Energie zur Verfügung steht, die in der Vorrichtung ein Drehmoment erzeugt.



Pic 64



Pic 065 Links: Aufbau des Energiewandlers, der die Gravitationskraft zum Anheben der Schwerpunkte einer Wassermasse (G) und von Gewichten (gekreuzt schraffiert) nutzt. Die auf diese Weise geschaffene potentielle Energie erzeugt ein Moment um die Drehachse, sobald der Apparat etwas aus der Vertikalen herauskippt. Werden zwei oder mehr dieser Apparate gegeneinander versetzt auf einer gemeinsamen Welle angeordnet, überwinden sie wechselseitig die Totpunkte beim Durchlaufen der vertikalen Stellungen. F ist die Auftriebskraft des Verdrängungskörpers mit dem Volumen V. Oben: Im Text beschriebenes Funktionsmodell.

#### Aufbau des Funktionsmodells:

Eine über zwei Meter lange Rahmenkonstruktion aus Stahlblech ist in ihrer Mitte drehbar auf einem Gerüst gelagert. In dem Rahmen, der vorerst senkrecht stehe, kann sich ein 140 cm langer Zylinder mit 30 cm Durchmesser von seiner Mittelstellung aus 20 cm nach unten bewegen. In ihm befindet sich ein 120 cm langer (Verdrängungs-) Körper, der sich um 20 cm im Wasser und zusammen mit dem Zylinder

um weitere 20 cm, mithin um insgesamt 40 cm nach unten bewegen kann. Hinzu kommen noch Gewichte, die sich, über Stahlseile und Umlenkrollen mit dem Zylinder verbunden, in der Rahmenkonstruktion nach oben bewegen; läuft der Zylinder nach unten, bewegen sich die Gewichte gleichzeitig nach oben. Die Relativbewegung des vollständig mit Wasser gefüllten Zylinders und des Verdrängungskörpers in ihm geht zwangsgesteuert vonstatten. Drahtseile, die über Rollen in einem mit dem Zylinder sich abwärts bewegenden Joch (eines an jedem Zylinderende) laufen, stellen die Verbindung zwischen beiden her. Seillängen und Rollendurchmesser erzwingen ein Untersetzungsverhältnis von 2: I.

#### Funktionsablauf:

Bewegt sich der Behälter (Zylinder) um 20 cm aus seiner Ausgangsstellung heraus nach unten - und gleichzeitig das mit ihm fest verbundene Joch um ebenfalls 20 cm -, legt das Seil, das über den großen Durchmesser der Doppelrolle im Joch läuft, an deren Umfang einen Weg von 40 cm zurück. Das Verhältnis 2:1 der Rollendurchmesser gestattet dem Schwimmkörper im abwärts bewegten Zylinder gleichzeitig eine Abwärtsbewegung von 20 cm. Bezogen auf die Drehachse der Vorrichtung legt der Schwimmkörper folglich einen Weg von insgesamt 40 cm zurück. Die Gewichte sind dagegen im Verhältnis I: I über Rollen und Seile an die Behälterbewe-

gung gekoppelt. Sie bewegen sich also um 20 cm nach oben, so daß ihr Schwerpunkt danach 10 cm über ihrer Ausgangsposition (als Speicher potentieller Energie) liegt.

#### Schwerkraft erzeugt potentielle Energie

Soweit zur recht komplizierten Kinematik der Vorrichtung, die ihre Dynamik aus dem Wirken der Schwerkraft an der im Zylinder eingeschlossenen Wassermasse bezieht. Diese wird -bis auf den Rest im Ringspalt zwischen Zylinder und Ver-drängungskörper - immer dann in den sich vergrößernden Raum über dem Verdränger geschoben, wenn sich Zylinder und Verdränger nach unten bewegen. Hierin liegt der Nutzeffekt begründet. Die Bodendruckkraft im Zylinder verrichtet Arbeit, wenn sie den Verdrängungskörper entgegen dessen natürlichem, vom Auftrieb herrührenden Bestreben nach unten zieht. Das Arbeitsergebnis manifestiert sich sozusagen in der nach oben, über den Verdränger geschobenen Wassermenge. Die Schwerpunkte der im System eingeschlossenen Wassermasse und die der zur gleichen Zeit im Rahmen nach oben gezogenen Gewichte sind nach oben verlagert worden. Auf diese Weise nutzt die hydraulische Vorrichtung als Energiewandler die Gravitation zum Anheben einer Wassermasse, die damit als potentielle Energie verfügbar ist. Dafür ist kein zu "bezahlender" Energielnput erforderlich. Die gewonnene Nutzenergie in Form eines Drehmomentes ist folglich ebenfalls kostenlos.

Dreht man den Rahmen um 180 Grad, wiederholt sich das Spiel. Aber das soll die Vorrichtung von sich aus in die Wege leiten. Sie kann das, wenn sie aus ihrer vertikalen Ausgangsstellung (Nullage) herauskippt. Dann erzeugen die Masse des Wassers und die Massen der Gewichte an einem Hebelarm (der zwischen ihrem gemeinsamen Schwerpunkt und der Drehachse während der ersten 90 Grad Drehung zunehmend länger wird) ein Drehmoment, das logischerweise und naturbedingt größer ist als das Gegenmoment "unterhalb" der Drehachse. Für das Versuchsmodell, das dieser Funktionsbeschreibung zugrunde lag, hat Grüter-Blasius ein wirksames "Überschuß"-Moment von 3,51 mkg (Meterkilogramm) errechnet. Ein einmaliger Impuls von außen, der als Anstoß der Vorrichtung über die Nullpunktlage hinweghilft, wäre nicht mehr als ein Schönheitsfehler. Zwei oder gar mehrere Vorrichtungen der geschilderten Art, auf einer gemeinsamen Welle winkelversetzt angeordnet, würden einen Impulsgeber überflüssig machen und den Energie-Output zum Nulltarif erheblich steigern. Bei entsprechenden Abmessungen sind nach diesem Prinzip Energiewandler im Leistungsbereich großer Kraftwerke ohne weiteres vorstellbar.

Was dem Leser wie eine Denksportaufgabe vorgekommen sein mag, war eine Beweisführung, wie sich die allgegenwärtige Schwerkraft technisch und perpetuell nutzen läßt. Karl Grüter-Blasius hat nachgewiesen, daß die Schwerkraftenergie mit bekannten Mitteln und ohne eine neue Theorie in ein Arbeit leistendes Drehmoment gewandelt werden kann. Eine Lebensleistung.

#### **Twin Solar**

#### Solarzellen im 3D-Format

Solarzellen, die Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandeln, werden in Deutschland praktisch nicht mehr produziert. Weil Industrie und Politik offenbar davon ausgehen, daß auf diesem Gebiet alles mehr oder weniger beim alten bleibt, ist (las nicht verwunderlich. Die Kilowattstunde photovoltaisch erzeugten Stroms koste, und daran habe sich seit Jahren nichts geändert, rund zwei Mark. Das wird sich auch nicht ändern, wenn nicht durch Finanzierungshilfen und angemessene Vergütungen für in das Netz eingespeisten Solarstrom Investitionsanreize geschaffen werden. Billiger müssen die Solarzellen auch werden, was wiederum eine wirtschaftliche Massenproduktion voraussetzt. Im Auftrage der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik hat Greenpeace die Chancen der Photovoltaik Studiert und Ende 1995 seine Erkenntnisse vorgestellt. Könnte eine Fabrik jährlich Solarzellen mit einem Leistungsäquivalent von 20 Megawatt herstellen, so eines der Ergebnisse, würden Photovoltaikanlagen nur noch die Hälfte kosten. Greenpeace ging davon aus, daß die bekannten blauen Platten, die Solarzellen, aus polykristallinem Silizium produziert werden. Nach der Ausweisung der deutschen Solarzellenindustrie kann man nicht mehr annehmen, daß hierzulande in absehbarer Zeit eine Massenproduktion aufgezogen wird. Wahrscheinlich auch nicht von neuartigen Solarzellen mit sogenannten dünnen (photovoltaischen) Schichten. Diese werden zwar auch in deutschen Laboratorien erforscht, aber das politisch-wirtschaftliche Klima wirkt, wenn es um die Sonnenenergie geht, generell nicht sonderlich ermutigend. Eine ganz andere Einstellung scheint bei der Europäischen Union in Brüssel und in einigen Nachbarländern vorzuherrschen. Da werden Neuentwicklungen subventioniert und sogar photovoltaische Kraftwerke geplant. Die Photovoltaik wird von vielen Fachleuten als einer der größten Wachstumsmärkte des 21. Jahrhunderts angesehen. Bei einem Angebot an leistungsfähigeren und billigeren Solarzellen, muß man hinzufügen. Deutschland wird da aber kaum eine erste Geige spielen. Strom erzeugen bei uns Großkraftwerke, und für Großkraftwerke ist die Photovoltaik ungeeignet. Die Vorstellung, daß Hunderttausende Quadratmeter preiswerter Solarzellen, über das Land verteilt und ihren Strom dezentral in die Netze einspeisend, sehr wohl einen wesentlichen Anteil des Elektrizitätsbedarfs decken könnten. paßt nicht ins Konzept. Auch die Umweltfreundlichkeit solar erzeugten Stromes kann man kaputtrechnen.

#### **Dreidimensionale Solarzellen**

Die hier vorzustellenden, völlig neuartigen Solarzellen wird man unter den geschilderten Umständen vielleicht einmal im Ausland kaufen können. Erdacht und erfunden wurden sie von Dr. Helmut Hoegl, der in Pullach bei München lebt. Diesem Wissenschaftler, der Generaldirektor des Genfer Battelle-Instituts war, verdankt die Welt patentierte Grundlagenent^cklungen, die beispielsweise in Form lichtempfindlicher jg^anischer Photoleiterschichten Eingang in die Kopier-igchnik gefunden haben.

•Daß Helmut Hoegl auch mit seinem Solarzellenkonzept eine gute Idee hatte, ist spätestens im Frühjahr 1993 bestätigt worden. Damals war es dem (nicht mehr existierenden) Bat-teUe-Institut in Frankfurt gelungen, eine Anzahl von Labormustern mit der Hoegischen Solarzelle herzustellen. Das war eine Hightech-Produktion, denn die Halbleiterschichten aus Silizium mußten im Vakuum auf das Trägermaterial aufgedampft werden. Dieses hatte man als Stäbchen aus Silizium-Wafern, dem Vormaterial für Chips und Solarzellen, herausgeschnitten. Es entstanden die ersten nicht-planaren Solarzellen der Welt. Helmut Hoegl und der in Patenten als Miterfinder genannte Ralph M. Kern haben damit ein neues Kapitel in der Solartechnik aufgeschlagen. Durch Aneinanderreihen vieler dieser stab- oder fadenförmigen Zellenelemente lassen sich preisgünstig großflächige Solarmodule herstellen. In der europäischen Patentanmeldung ist generell von "faden- beziehungsweise drahtförmigen Solarzellen" die Rede, die jede Querschnittsform einschlössen. Aufgabe der Erfindung sei es einerseits, die Nachteile der bekannten Solarzellen zu vermeiden oder zu verringern, andererseits die photovoltaische Energiegewinnung zu verbilligen.

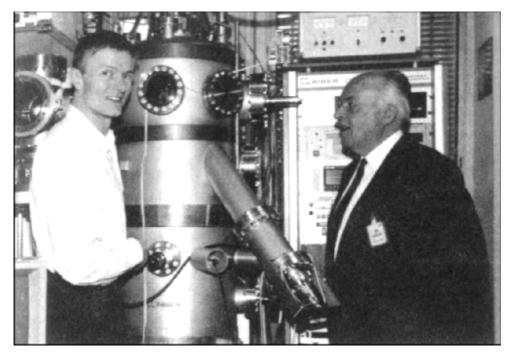
Daß dieses mit dem neuen Solarzellentyp möglich ist, kann auch der Nichtfachmann einsehen: Bei den heutigen planen Solarzellen wird die wirksame Fläche durch das Rasternetz der aufgeprägten Leiterbahnen, den Elektroden, nicht unerheblich verkleinert. Hinzu kommen Spannungs- und Stromverluste, denn die erzeugten elektrischen Ladungen müssen bis zu den Leitern doch relativ lange Wege zurücklegen. Auf diesen Pfaden kommt der photovoltaische Effekt zudem häufig zum Erliegen; man

spricht von Rekombination der Ladungsträger. Solarzellen mit rundem Querschnitt bieten gegenüber einem gleichgroßen Plattenmodul eine rund 1,5 mal größere Absorptionsfläche für das Sonnenlicht, wenn man annimmt, daß eine Zelle über die Hälfte ihres Umfangs hinweg vom Licht getroffen wird. Die Energieausbeute läßt sich auf einfache Weise noch steigern, wenn die Solarzelle vor einem Spiegel angeordnet wird, der ihre Rückseite "ausleuchtet".

#### Solarzellen immer paarweise

Das von Helmut Hoegl vorgesehene paarweise Arrangement der Solarzellenstäbchen gab dem System und der Entwicklungsfirma den Namen "Twin Solar". Die bei Battelle in Frankfurt entstandenen Labormuster, die der Unternehmer Peter Pelz gesponsert hat, veranschaulichen deutlich, was es damit auf sich hat: Jeweils zwei Stäbchen werden zu einer Twin-Zelle zusammengeschaltet. Bei dem einen Stäbchen liegt die p-leitende Schicht außen und die n-leitende darunter, beim anderen ist es umgekehrt. Über eine Kontaktschicht sind beide Stäbchen auf ihrer ganzen Länge miteinander verbunden, wird der p-n-Ubergang hergestellt. Das führt zu sehr kurzen Elektronenpfaden. Die Ableitung der erzeugten Elektrizität wird dadurch höchst einfach und verlustarm. An der einen Stirnseite des Zellenarrangements verbindet ein Sam-melleiter alle Pluspole, an der anderen ein zweiter alle Minuspole.

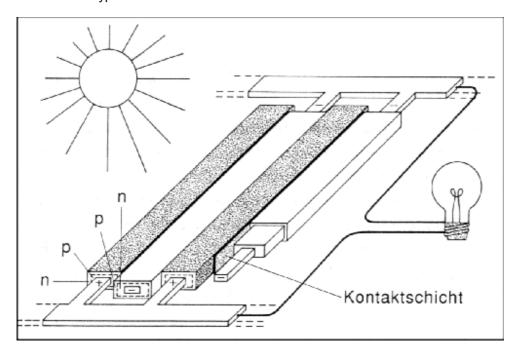
So weit, so gut. Würden die Solarzellen selbst nichts taugen, wäre alles nur eine schöne, aber wertlose Konstruktion. Das ist natürlich nicht der Fall, dann gäbe es dieses Buchkapitel gar nicht. Dr. Stefan Oelting, Dr. Dieter Bonnet und Doris Martini, die das Projekt Twin Solar am Battelle-Institut wis-



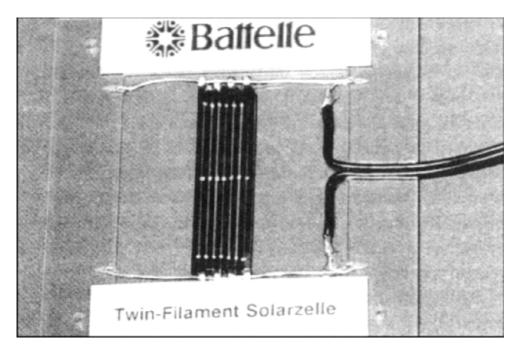
Pic 073 Dr. Stefan Oelting, Wissenschaftler am Battelle-Inscitut Frankfurt, und Dr. Helmut Hoegl (rechts), Erfinder der ersten nicht-planaren Solarzelle der Veit, vor der Vakuumanlage, in der die Halbleiterschichten auf die Zellen aufgedampft wurden.

senschaftlich begleitet haben, sind ausgewiesene Experten für Halbleitertechnologien und Photovoltaik. In ihrem Schlußbericht ist unter anderem zu lesen, daß die hergestellten "epitaktischen Schichten bezüglich ihrer elektronischen Eigenschaften mit einkristallinem Stabmaterial vergleichbar" seien. Die Kennlinien der Musterzellen hätten gut mit den theoretisch vorhergesagten übereingestimmt. Bei Schichtdicken von nur ^tausendstel Millimetern seien im Falle von Siliziurnzel-len Wirkungsgrade bis zu 12 Prozent zu erwarten. Unter Einsatz eines schnellen Bandziehverfahrens, so die Wissenschaftler weiter, könnten sich in der Massenfertigung von Twin-Solarzellen Vorteile ergeben.

Höhere Wirkungsgrade als 10 bis 12 Prozent lassen sich mit den heute üblichen polykristallinen Solarzellen auch nicht erreichen. Dünnschichtzellen aus amorphem Silizium und Zellen aus anderen Materialien, die sich durchwegs noch in der Entwicklung befinden, scheinen entweder vergleichsweise billig und - zumindest auf Dauer - wenig leistungsfähig oder relativ teuer und leistungsstärker auszufallen, wenn sie denn überhaupt einmal im großtechnischen Maßstab produziert werden sollten. Aber positive Überraschungen sind nicht ausgeschlossen, denn in zahlreichen Ländern, Japan und die USA eingeschlossen, wird der Solarzellenentwicklung ein hoher Stellenwert eingeräumt. Mit Twin-Solarzellen, vom laufenden Band hergestellt sozusagen, wie das Helmut Hoegl zunächst vorsieht, brauchte man den Entwicklungswettbewerb nicht zu fürchten. Solche Zellen könnte man gewebe- oder vliesartig zu regelrechten "Solarmatten" verarbeiten, die, entsprechend placiert, das Sonnenlicht praktisch von allen Seiten einfangen würden. Utopisch sind auch fadenartige Zellen aus Kunststoff nicht, von dem mehrere halbleitende Typen



Pic 074 Prinzipieller Aufbau einer Twin-Solarzelle.



Pic 075 Ein funktionierendes Labormuster der Twin-Solarzelle.

bekannt sind. Wie aus einem Fleischwolf könnten die Fäden extrudiert und mit p- und n-Schichten bedampft werden. Das sind Zukunftsaussichten, zu denen sich deutsche Wissenschaftler, Politiker und Manager nicht einmal äußern.

#### Das Establishment schweigt

Bekanntgeworden ist der deutschen Photovoltaikszene die Sache auf jeden Fall. Ausführliche Berichte in der Frankfurter Allgemeinen, in Bild der Wissenschaft und in dem (inzwischen eingestellten) Wirtschaftsmagazin TopBusiness sind nicht übersehen worden. Helmut Hoegl tat ein übriges, um die einschlägige Industrie über Twin Solar zu informieren. Der neugierigen Anfrage eines Lehrers an das Bundesforschungsministerium ist die Information zu verdanken, daß roan in dessen Kreisen Twin Solar ganz eindeutig zur Kenntnis genommen hat. Selbstverständlich hielt es niemand für nötig, Helmut Hoegl, den Urheber der neuen Solarzelle, auch nur zu einem Gespräch einzuladen. Experten können so etwas allein und unter sich beurteilen. Und wenn sie nach einer Stellungnahme gefragt werden, breiten sie ihr Fachwissen auch aus. So Dr. R. Urban vom Forschungszentrum Jü-lich, der dem Lehrer anstelle des Forschungsministers geantwortet hat. Nach drei gedrängten Briefseiten darüber, warum mit der Photovoltaik (noch) kein Staat zu machen ist, kommt er endlich auf Twin Solar zu sprechen. Neben Urbans mitgeteiltem überragendem Wissen verblaßt das des Erfinders Hoegl und seiner Partner von Battelle geradezu. Auf den ersten Blick, so der Experte im Regierungsauftrag, möge die Twin-Solarzelle durchaus Vorteile bieten, aber letztlich sei das Ganze doch mit erheblichen technischen Nachteilen verbunden. Ich zitiere aus Urbans Brief, und zwar vollständig die Twin Solar betreffende Passage, damit mir niemand vorwerfen kann, etwas aus dem Zusammenhang gerissen zu haben:

"Die Anordnung ist als Solarzelle im Prinzip verwendbar. Vorteile im Bereich des Materialverbrauchs sind nicht zu sehen. Die gesamte dem Licht gebotene Fläche muß mit einer ausreichend dicken, das gesamte Licht absorbierenden pv-aktiven Schicht versehen werden. Ob diese Schicht nun auf Drähte oder auf Flächen - wie bei herkömmlichen Zellen -aufgebracht wird, spielt keine Rolle. Im ersten Falle - hier müssen Sie zwei Drahtschichten versetzt "auf Lücke" untereinander anordnen - wird sogar mehr Material benötigt. -Wenn die ganze Anordnung einen Vorteil bringen soll, muß das Verhältnis von pv-aktiver Schicht zu Mittelleiter - also unbeschichtetem Draht - groß sein. Da Silizium als Material für die aktive Schicht aus materialspezifischen und technischen Gründen ausscheidet, wird der Einsatz von Dünnschichtmaterialien - Kupfer-Indium-Diselenid oder Cadmium-

•fgllurid - vorgeschlagen. Bei diesen Materialien reichen aber alirive Schichtdicken von wenigen tausendstel Millimetern. Der Draht müßte eine wenigstens vergleichbare Dicke, wenn nicht eine noch viel geringere Dicke besitzen. Einen derartigen Draht mit Verfahren zu beschichten, die schon für flache Schichten erhebliche Probleme bereiten, wird sehr aufwendig in der Entwicklung - auch die Verschaltung der Drähte zu Solarzellen unter dem Aspekt eines technisch sinnvoll zu nutzendem Verhältnis von Spannung zu Strom führt zu Problemen, da eine Serienverschaltung der Drähte sehr aufwendig wird." "Diese Beispiele mögen reichen, um zu illustrieren, daß zwischen der prinzipiellen Idee einer Drahtsolarzelle und der konkreten technischen Ausführung Probleme auftauchen, die etwaige Vorteile nicht aufwiegen. Der Ansatz löst insgesamt keines der gegenwärtig drängenden Probleme bei der Herstellung von entsprechenden Solarzellen. Demgegenüber tun sich zusätzliche Probleme auf, die die in diesem Bereich tätigen Firmen wohl auch von einer Verfolgung dieses Ansatzes hat absehen lassen." - Soweit der Gelehrte aus Jülich.

#### Siemens-Reaktionen

Also: Auch die "in diesem Bereich tätigen Firmen" dürften ach mit Twin Solar befaßt haben. Eine ganz gewiß, denn die hat Hoegl persönlich aufgesucht: Siemens. Sie trat ihm in Gestalt der Herren Dr. Aulich und Dr. Schulze gegenüber. Nach Hoegis Aufzeichnung war das Gespräch offen, fachlich und ließ den festen Willen der Siemens Solar GmbH erkennen, den Photovoltaikmarkt nicht nur anderen zu überlassen. Hoegl bildete sich ein, daß diesem Gespräch, das im Dezember 1993 stattfand, ein Brief folgen müßte, aus dem hervorgehe, ob mit Siemens weiter diskutiert werden könne oder nicht. Der erwartete Brief kam nicht. Ein gutes Jahr später hatte ich Gelegenheit, Prof. Dr. Hans Günter Danielmeyer, das für Forschung zuständige Mitglied des Siemens-Vorstandes, öffentlich nach Twin Solar und danach zu fragen, warum man Helmut Hoegl keiner Antwort würdige. Ich war erstaunt, daß der Spitzenmanager des Weltkonzerns überhaupt schon etwas von Twin Solar gehört hatte. Die Sache sei interessant, verkündete er coram publico. Wer sich an das Haus Siemens wende, der habe Anspruch auf eine ausführliche Antwort, und die brauche eben Zeit. Er bitte also noch um Geduld. Das war einsichtig und klang so gut, daß ich Helmut Hoegl anrief und ihm freudig mitteilte, daß er nun bald Antwort bekomme. Aber auch das öffentlich von einem Siemens-Vorstand Versprochene wurde nicht eingelöst. Als nunmehr auch persönlich Betroffener erinnerte ich Danielmeyer in einem Brief vom I. Mai 1995 an sein Versprechen. Am 13. Juni rief er mich an. Es gebe viele Zellenmodelle, sagte er. Siemens mache mit der Photovoltaik große Verluste, und da könne man sich auf nichts Neues einlassen. Hoegis Sache sei "nicht verkaufsfähig". So äußerte sich der Forschungsvor-stand von Siemens, der wenige Wochen zuvor in einem wohlgesetzten Interview der Wirtschaftswoche (Nr. 18/27.4.1995) erklärte: "Wir brauchen mehr Mut zu langfristigen, chancen-und risikoreichen Investitionen in neue Geschäfte". Daß der Forschungschef von Siemens vor diesem von ihm selbst ausgeleuchteten Hintergrund eine Sache wie Twin Solar, für die noch ein gehöriger Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, mit der kaufmännischen Floskel "nicht verkaufsfähig" beschied, wird mir unverständlich bleiben. Als ich Danielmeyer im Herbst 1995 auf den Widerspruch in seinen eigenen Aussagen - wiederum öffentlich aufmerksam machte, reagierte er unwirsch. Mich konnte das nur amüsieren. Helmut Hoegl aber scheiterte bisher vor allem an Haltungen wie diesen. Sein Pech, daß er nicht zum Establishment gehört. Da wird selbst ein Gartenzaun zur Grenze zwischen Establishment und Non-Establishment. Der Zufall wollte es, daß Dr. Werner Freiesleben Hoegis Hausnachbar ist. Der galt als eine Art Photovoltaik-Papst, als er noch als Wissenschaftler beim Wafer-Produzenten Wacker-Chemitronic arbeitete. Und auch noch danach, als er in Freiberg/Sachsen das alte DDR-Halbleiterzentrum auf westlichen Standard bringen sollte. Freiesleben, der geschätzte Wissenschaftler, hat bis heute, da dieser Text geschrieben wird, keinerlei Neugier an Twin Solar und seinen vorführbaren Labormustern gezeigt.

## Leistungsfähige Photovoltaikanlagen

## Preisgünstiger Solarstrom durch verdichtete Sonnenenergie

Die Sonne macht es ihren Freunden nicht leicht, auch nur winzige Bruchteile der riesigen Energiemenge, die sie täglich auf die Erde strahlt, in technisch nutzbare Energie umzuwandeln. Sicherlich könnte die Sonnenenergie in Form von Wärme und photovoltaisch erzeugten elektrischen Stromes längst einen nennenswerten Teil des Energiebedarfs decken. Aber das hätte Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen bedurft, die personell und finanziell wenigstens annähernd so auszustatten gewesen wären, wie das der Atomenergie bewilligt wurde. Den größten Nachteil der Sonnenenergie, ihre geringe Energiedichte, kann freilich niemand wegzaubern. Die Sonnenenergie muß buchstäblich eingesammelt werden, auf großen Flächen, und, wenn möglich, am Tage für die Nacht und im Sommer für den Winter. Nur wenn das auf wirksame Weise gelingt, hat sie Aussicht, mit künstlich erzeugter Energie konkurrieren zu können.

Konzentration ist generell eine Möglichkeit, Sonnenergie "kraftvoll" zur Wirkung zu bringen. Was jedes Brennglas verdeutlicht, wird mit solarthermischen Kraftwerken in industrielle Maßstäbe übertragen. Ihr Flächenbedarf ist groß. Gleiches gilt für Photovoltaikanlagen, ob sie ein Einfamilienhaus oder in Kraftwerksgröße eine Siedlung mit Elektrizität versorgen. Das Sonnenlicht konzentriert, sprich gesammelt und gebündelt auf Solarzellen zu lenken, ist gelegentlich versucht worden, brachte aber nie die gewünschten Ergebnisse. Der Aufwand stand in keinem angemessenen Verhältnis zur Mehrausbeute an elektrischem Strom. Den Besonderheiten der Solarzellen wurde auch kaum Rechnung getragen. Sonnenenergie zu konzentrieren, um sie dann doch zu einem großen Teil neben die Zellen zu strahlen, oder diese insgesamt oder in Teilbereichen unter einem Brennfleck zu überhitzen, das sind ungeeignete Methoden.

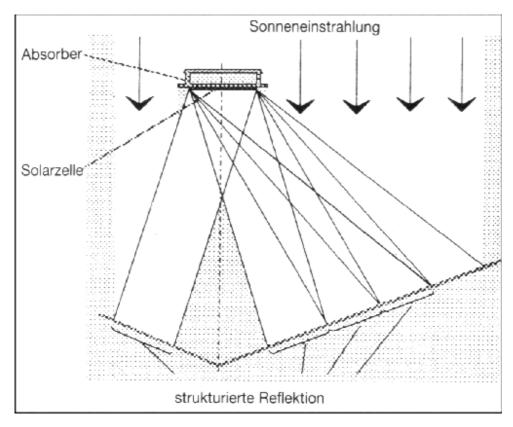
#### Ein Pionier der Solartechnik

Der Schweizer Thyl Steinemann kennt die untauglichen Versuche, durch Konzentration des Sonnenlichts mehr Strom aus Solarzellen herauszuholen. Sein Konzept heißt Strahlungsverstärkung oder Strahlungsverdichtung mit einem dem Sonnenlauf nachgeführten speziellen Spiegel. Das Thema beschäftigt Steinemann seit 1975. Er gehört zweifellos zu den Schweizer Pionieren der Sonnenenergienutzung. Schon Ende der 70er Jahre sammelte er erste Erfahrungen mit "konzentrierter Pho-tovoltaik". Die Berner Firma, für die er damals arbeitete, erhielt für Steinemanns Grundlagenforschung finanzielle Unterstützung vom NEFF, dem Nationalen Energie Forschungs Fonds. Am 3. Mai 1978, dem ersten Welttag der Sonnenenergie, meldete er sein Grundlagenpatent an. Im gleichen Jahr machte er sich auch selbständig. Für das Forschungsvorhaben "Fleliofol II - Sonnenkollektorsystem mit Flächenverdichtung", dessen erste Phase im Mai 1994 offiziell beendet wurde, konnte die von Steinemann 1991 gegründete Firma Kosrno Synergie AG einen Zuschuß vom schweizerischen Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) verbuchen. Das BEW war damit gut beraten. Steinemann konnte weiterarbeiten. Angesichts dessen, was er in den letzten Jahren geleistet und der Forschungsergebnisse, die er an das BEW abgeliefert hat, wird die "Fördersumme" hier schamhaft verschwiegen. Eine etablierte Forschungsinstitution, vorausgesetzt sie hätte überhaupt eine erfolgversprechende Idee gehabt, wäre damit nie und nimmer so weit gekommen. Steinemann, der gelernte Feinmechaniker und Instrumentenbauer, richtete sich ein "Atelier" ein, eine Garagenwerkstatt. Was er darin, zu Hause am Schreibtisch und mit Unterstützung von Freunden zustande gebracht hat, nötigt größte Hochachtung ab. Der amtlich bestellte Gutachter für den "Schlußbericht Projekt EF-REN (93) 008 Heliofol II", ein an der Universität Fribourg beschäftigter Ingenieur mit Doktortitel, scheint ein Papier erwartet zu haben, wie es Wissenschaftler bei Millionenprojekten verfassen, für die man nach weiterer Finanzierung Ausschau hält. Es handelte sich um ein interessantes Konzentratorkon-zept, schrieb der gelehrte Mann, und die Arbeiten seien auch sorgfältig durchgeführt worden. Dann verlegt sich der Gutachter aber auf fehlende Graphiken, unvollständig belegte Zahlen, nicht nachvollziehbare Aussagen sowie Zweifei an Wirtschaftlichkeitsabschätzungen. Die Entgegnung von Thyl Steinemann auf das Gutachten, in dem sein Bericht insgesamt als "unvollständig" bewertet wird, ist sachlich, begründet und ausführlich. Sie hat das

Blatt nicht mehr zu wenden vermocht. Steinemann hat die Hoffnung aufgegeben, die Fortführung seiner Arbeit staatlich gefördert zu bekommen. Er wandte sich an mögliche Projektpartner im Ausland, die finanziell stark sind und seiner zukunftsweisenden und hocheffizienten Energietechnik aufgeschlossen gegenüberstehen.

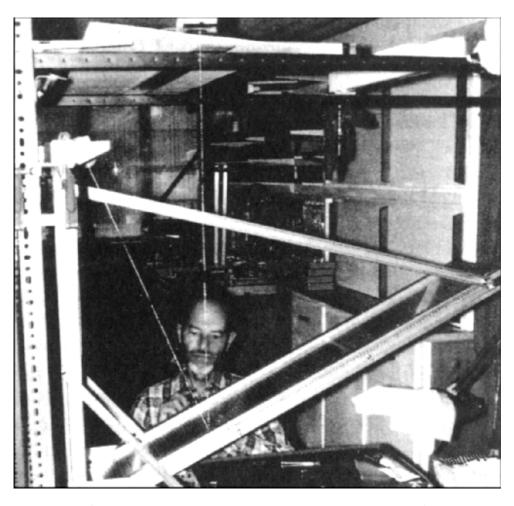
## Fresnel-Linse zur Strahlungsverdichtung

Kernstück des Steinemannschen Kollektorsystems mit Verdichtung der Sonnenstrahlung ist eine verspiegelte Fresnel-Folie, benannt nach dem französischen Physiker Augustin



Pic 084 Prinzip der Strahlungsverdichtung mit Hilfe eines vielfach gestuften Reflektors.

Jean Fresnel (1788-1827). Im Falle der Heliofol-Versuchs-apparatur ist statt der Folie ein vielfach gestufter Reflektor montiert worden, der aus insgesamt 112 einzelnen Glasspie-



Pic 085 Thyl Steinemann bei der Justierung der Einzelspiegel eines Reflektors unter Einsatz eines Laserstrahles.

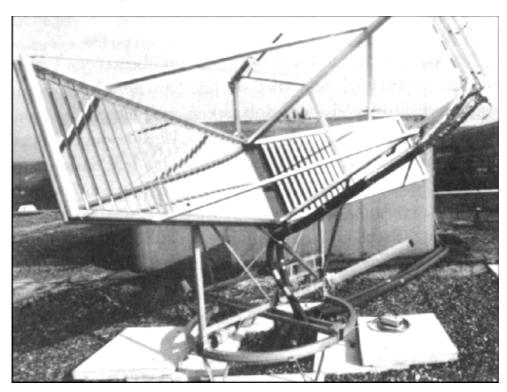
geln von 10 x 120 mm Größe besteht. Jeder Spiegel reflektiert (las Sonnenlicht auf eine Reihe (Array) von Solarzellen, die so jtfaeoretisch mit der Energie von 112 Sonnen beaufschlagt werden. Die Praxis war davon nicht weit entfernt. Eine hundertfache Strahlungsverdichtung wurde allemal erreicht. Steine-IBiann hat zusammen mit seinem Bruder Mathias jeden der 112 Spiegel mit Hilfe der Reflexion eines Laserstrahls so genau justiert, daß das von jedem Spiegel projizierte Abbild *der* Sonne jede Zelle auf ihrer gesamten Fläche gleichmäßig mit der vollen Strahlungsdichte ausleuchtet. Für seine Versuche konnte Steinemann drei verschiedene Typen von Hochleistungs-Solarzellen aus Silizium (Si) und Gallium-Arsenid (GaAs) einsetzen, die teilweise aus Rußland stammten und nicht im Handel erhältlich sind. Ihre Wirkungsgrade, die er selbst ermittelt hat, lagen zwischen 16,5 und 21,6%. Bei den durchschnittlich 90°C, auf die sie sich erhitzten, kam es zu dem erwarteten Wirkungsgradabfall. Er ist bei den GaAs-Zellen nur halb so groß wie bei den Si-Zellen. Eine über hundertfache Leistungssteigerung gegenüber den üblichen Solarzellen konnte aber dennoch eindeutig gemessen werden.

Die hervorragenden Ergebnisse, die Steinemann mit seiner Testanlage erzielte, sind sowohl unter einer Halogen-Lichtquelle als auch im Freien festgestellt worden. Einen wesentlichen Beitrag dazu leistete ein "Solar-Tracker", der den gesamten Sonnenspiegel in der Azimutebene mit der Sonne mitführt. Käufliche Geräte waren Thyl Steinemann zu ungenau. Er baute seine Sonnen-Mitführanlage selbst. Eine sehr stabile, die an jedem Standort verwendbar ist. Ebenso hat er die patentwürdige, hochpräzise elektronische Mitführsteuerung selbst geschaffen. Der nächste Heliofol-Solargenerator wird darüber hinaus eine in der Senkrechten automatisch geschwenkte Sonnenmitführung erhalten. Nach der Beschaffung eines transportablen Rechners und einer leistungsfähigen Software hat Steinemann auch die gesamte Meßdatenerfassung selbst aufgebaut. Sie lieferte ihm im Verlaufe der Versuche über hunterttausend Daten und, nach deren Auswertung, eine Vielzahl von Diagrammen, die eine einmalige

Wissensbasis für die Weiterführung der begonnenen Entwicklung darstellen. Sie gibt ihm die Sicherheit zu behaupten, daß nach seinem Verdichtungsprinzip die photovoltaische Elektrizitätserzeugung die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit klar überschreiten könne. Insbesondere bei großen Anlagen bis zu Kraftwerksgröße im Megawattbereich.

### Weniger Fläche, mehr Leistung

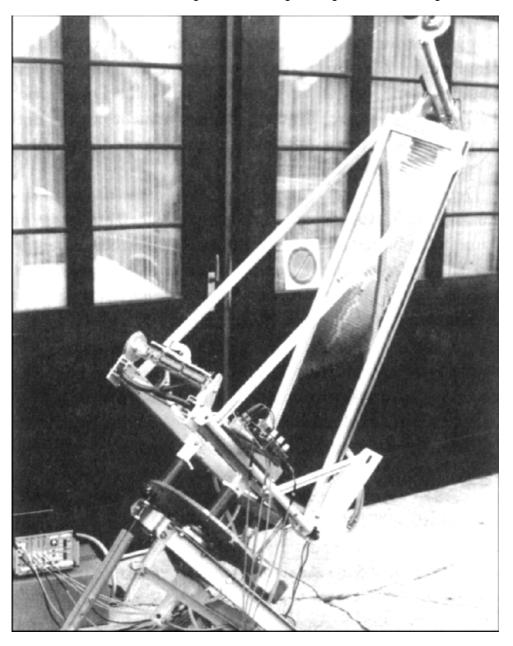
Sollten sich potente Industriekreise davon überzeugen lassen, und das ist anzunehmen, wird das die Serienproduktion zuverlässiger Höchstleistungs-Solarzellen stimulieren. Auf deren Preis wird es dann gar nicht so sehr ankommen, denn hohe photovoltaische Leistungen lassen sich laut Steinemann mit etwa einem Fünfhundertstel der heute üblichen Solarzellenfläche erzielen. Die von einer Anlage in Anspruch genommene Bodenfläche dürfte sich um mehr als die Hälfte reduzieren. Nach Steinemanns Erkundungen sind Solarzellen herstellbar, die selbst bei Temperaturen von 230 °C und höher noch einwandfrei funktionieren. Vor thermischen Uberbean-spruchungen würde im übrigen ein Wärmetauschmedium schützen, das durch einen Kühlkanal unter dem Solarzellen-Array strömt. Das wäre sogar vorteilhaft, denn dann könnte neben elektrischem Strom gleich noch solare Nutzwärme gewonnen werden. Sie ließe sich für Heizzwecke, als Prozeßwärme oder zur zusätzlichen Stromerzeugung auskoppeln. Von den mühsam zu justierenden Glasspiegeln will Steinemann bereits bei der nächsten Versuchsanlage abgehen. Genau gestufte und exakt geprägte Spiegelfolien sollen sie ersetzen, was die Strahlungsverdichter enorm verbilligen würde. Der Wissenschaftler Dr. Richard Kind hat 1992 die Wirtschaftlichkeit von Heliofol-Solarkraftwerken studiert. Auf einer angenommenen Technologiebasis von 1997 kam er für ein 10 Megawatt (elektrisch) leistendes Kraftwerk bei gleichzeitiger Nutzung der thermischen Energie auf Installationskosten von 6200 Schweizer Franken je Kilowatt. Unter Schweizer Einstrahlungsverhältnissen errechnete er einen Stromgestehungs-preis von 51 Rappen je Kilowattstunde: für das sonnenreiche Phoenix in Arizona 25 Rappen. Wem der Solarstrom hierzulande dann immer noch zu teuer sein sollte, der darf über



Pic 088 Prototyp von "Heliofol II" während der Testphase 1989.

künftige Olpreiserhöhungen spekulieren und an die ärmeren und armen Länder im Sonnengürtel der Erde denken. Sie kämen gewiß als Importeure und Lizenznehmer solarer High-tech aus Europa in Frage.

In seiner Schlußbetrachtung für das schweizerische Bundesamt für Energiewirtschaft stellt Steinemanns Mitstreiter Kurt Stegmüller fest, daß die mit der Versuchsanlage Heliofol II gewonnenen Meßdaten die Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Kind bestätigen. Stegmüller zitiert Prof. Herbert Matare, Hückelhoven (D)/Los Angeles, einen Experten für Konzentrator-Solarzellen, der sagt: "Die Kombination von Konzentrator plus Solarzellen plus Wärmeausnutzung ist in bezug auf den Wirkungsgrad jeder einfachen Flachzellenanordnung mit Luftkühlung überlegen". In Anlehnung daran



Pic 089 Weiterentwickelte "Heliofol"-Anlage aus dem Jahre 1994.

lautet Stegmüllers an die Behörde gerichteter Schlußkommentar:

"Die Subvention zur Verbreitung von Flachzellenanlagen verschlingt enorme Mittel, ohne daß damit (wie die Erfahrung gezeigt hat) die Investitionskosten für nicht subventionierte Flachzellenanlagen nennenswert verbilligt werden können. Nur nach einem die Sonnenstrahlung mittelhoch verdichtendem Prinzip, wie dem des Heliofol-II-Systems, kann mit dem heutigen Stand der Technik der wirtschaftliche

Durchbruch der Photovoltaik geschafft werden. Hier braucht nur die Entwicklung des Systems mit Hilfe öffentlicher (oder privater) Mittel unterstützt zu werden."

Dem sei nur noch hinzugefügt, daß diese nachprüfbare Aussage nicht aus einem hochdotierten

Dem sei nur noch hinzugefügt, daß diese nachprüfbare Aussage nicht aus einem hochdotierten Forschungsinstitut stammt. Sie basiert im wesentlichen auf den Arbeitsergebnissen eines einzelnen: des in die Außenseiterrolle abgedrängten Könners und Verfechters der Sonnenenergienutzung Thyl Steinemann.

#### Nach der Sonnenfinsternis

# Bomin Solar weist der Solartechnik neue Wege

Jürgen Kleinwächter, Physiker, ist Geschäftsführer der Bomin Solar Research GmbH im badischen Lörrach. Er hat mich zum Kaffee eingeladen und ist damit bereits mitten im Thema. Er stellt ein Gerät auf die Kaffeetasse, und siehe da, es fängt sogleich an, sich zu bewegen. Ein großflächiger Kolben gleitet langsam auf und ab und versetzt dadurch über einen Kurbeltrieb eine Scheibe in Rotation. Offenbar genügt die Wärme des Kaffees, den Apparat anzutreiben. Um wieviel wirksamer, so denkt man sich im Hause einer Firma für Solartechnik, mag da Sonnenwärme, erst recht konzentrierte, als Antriebsenergie für einen Stirlingmotor sein. Um so einen handelt es sich nämlich bei dem Kaffeetassenaggregat. Im Labor nebenan sind zwei seiner quadratmetergroßen Verwandten zu besichtigen, regelrechte Maschinen. Eine Anzahl von Scheinwerfern über ihnen ersetzt die Sonne. In der kreisrunden Maschine bewegt sich ein Kolben und treibt dadurch eine Wasserpumpe an. In der anderen kippt - mal nach links, mal nach rechts - eine dachartige Fläche um eine horizontale Achse, die dort liegt, wo beim Dach der First ist. Auch das ein Stirlingmotor, der naheliegenderweise ebenfalls eine Pumparbeit verrichten kann.

## Renaissance für den Stirlingmotor

Der Stirlingmotor ist für Bomin Solar das Kernstück einer Solartechnik, die Sonnenenergie in nutzbare Arbeit umwandelt. Diese Wärmekraftmaschine ist die Zweitälteste nach der Dampfmaschine. Es handelt sich um einen Heißgasmotor, der bereits 1816 dem schottischen Geistlichen Robert Stirling patentiert wurde. Weshalb er durch Otto- und Dieselmotor bis fast zur Vergessenheit in den Hintergrund gedrängt wurde, ist nicht ganz nachvollziehbar, aber eine Tatsache. In den letzten Jahrzehnten haben sich ihm dennoch wieder zahlreiche Konstrukteure und einige Firmen zugewandt. Anlaß dafür war nicht zuletzt der Schadstoffausstoß unserer Verbrennungsmotoren. Diese arbeiten mit einer sogenannten inneren Verbrennung, bei der stets Kohlenoxide, Stickoxide und in gewissen Mengen auch unverbrannte Kohlenwasserstoffe freiwerden. Das ist sozusagen naturnotwendig. Für den Stirlingmotor gilt das nicht, denn er läuft mit Wärme, die ihm von außen zugeführt wird. Selbst wenn diese durch Verbrennung entsteht, ist die Situation günstiger, denn außerhalb eines Motorzylinders lassen sich Verbrennungsprozesse in bezug auf die Schadstoffemission sehr genau kontrollieren. In einer kontinuierlichen Flamme können darüber hinaus relativ umweltfreundliche Stoffe, wie Erdgas und Wasserstoff, problemlos verbrannt werden. Als Energieträger kommen ferner "Abfallwärme" aus irgendwelchen Prozessen und natürlich die Wärme der Sonne in Frage.

In einem Stirlingmotor wird im Rhythmus seines Laufes das eingeschlossene Arbeitsmedium immer von einer warmen in eine kalte Kammer und wieder zurück in die warme

geschoben. Ein Stirlingmotor mit Kurbeltrieb hat deshalb außer dem Arbeitskolben einen Verdrängerkolben, der die Verschiebung des Mediums steuert. Dieses durchströmt auf dem Wege in den kalten Raum einen sogenannten Regenerator, in dem ein großer Teil der Wärme regelrecht hängenbleibt, um gleich darauf das zurückströmende Medium vorzuwärmen. Bei Freikolbenmaschinen schwingen Arbeits- und Verdrängerkolben als gasdynamische Masse-Feder-Systeme in Resonanz und in einer gewissen Phasenlage - ohne Kurbelbetrieb.

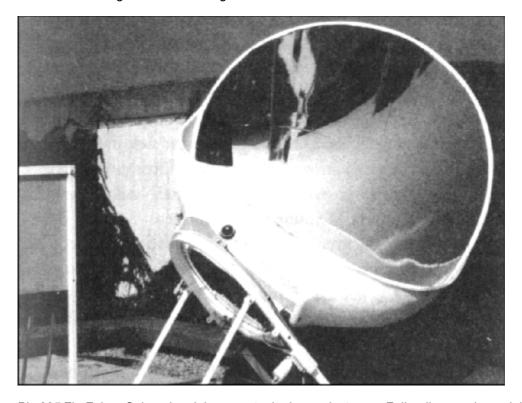
So einfach Aufbau und Funktion eines Stirlingmotors sind, eine dauerhaft leistungsfähige Maschine nach diesem Prinzip zu bauen, war offenbar eine große Ingenieuraufgabe. Bomin Solar kann heute sowohl serienreife Niedertemperatur-Motoren als auch einen Hochtemperatur-Stirling vorzeigen. In beide fanden einerseits der Stand der Technik und andererseits eigene Entwicklungen Eingang. In der Geschichte von Bomin Solar hat der Stirlingmotor stets eine bedeutende Rolle gespielt. Der entscheidende Durchbruch gelang mit einer Maschine, deren Arbeitsräume mit zwei in ihnen frei schwingenden Kolben hermetisch abgeschlossen sind. Die innere Mechanik ist mit der äußeren, zu der ein Kurbeltrieb gehört, durch die Zylinderwand hindurch magnetisch und damit berührungsfrei gekoppelt. Dieses weltweit patentierte Magnetsystem führte zu einem hocheffizienten, mit Helium gefüllten Hochtemperatur-Stirlingmotor. Er verkörpert eines der großen Innovationspotentiale, die sich unlautere Partner von Bomin Solar verspielt haben. Mehr noch. Sie haben die Entwicklung behindert und hätten beinahe die ganze Firma in den

Abgrund gestoßen. Wie eine große Sonnenfinsternis verdunkelte ein Großkonzern mit großem Geld und großen Managern das Schicksal der kleinen Bomin Solar.

### **Turbulente Firmengeschichte**

Die Angelegenheit verdient es, daß darüber wenigstens kurz berichtet wird. Sie gehört zu dem großen Thema mit Variationen, wie hierzulande mit kreativen Menschen und innovativen Kleinunternehmen umgesprungen wird. Nicht jeder überlebt das und kann sein geistiges Eigentum in Sicherheit bringen. Über Bomin Solar scheint wieder die Sonne.

Prof. Hans Kleinwächter, Jürgen Kleinwächters Vater, hatte ein Privatinstitut für Raumfahrt, Roboter und Atomtechnik. 1971 beschloß er die Gründung einer Abteilung, die sich solartechnischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten widmen sollte. Sie verselbständigte sich mehr und mehr, bis schließlich 1980 die Bomin Solar GmbH & Co. KG entstand. Namensgeber waren die ehemaligen Bochumer Mineralölwerke und die Sonne. Die Bochumer verschwanden, Kapital war knapp, Gesellschafter mit Geld willkommen. Araber stiegen ein, mußten aber bald wieder ausgebootet werden. Neuer Partner wurde 1990 die dem Bund und dem Saarland gehörende Saarberg Interplan AG. Man träumte von einem Solar-Fertigungszentrum Saar, für das Bonim Solar in der Tat viel zu bieten gehabt hätte: Eine optisch und mechanisch über ein Jahrzehnt im Wüstenklima erprobte Folie für Sonnenspiegel. Einen durch die Magnetkopplung effizient gewordenen Stirlingmotor. Einen leichten, die Sonnenstrahlung konzentrierenden Spiegel, dessen Brennpunkt während des Sonnenlaufes ortsfest bleibt. Einen thermochemischen Wärmespeicher schließlich, der im wesentlichen an den Max-Planck-Instituten für Kohlenforschung und Strahlenchemie, beide Mülheim/Ruhr, entwickelt worden war. Jürgen Kleinwächter, der mittelständisch strukturierten Partnerschaften anhängt, kann nur mit Widerwillen an die Verbindung mit den Saarbergwerken und deren Tochter Saar-



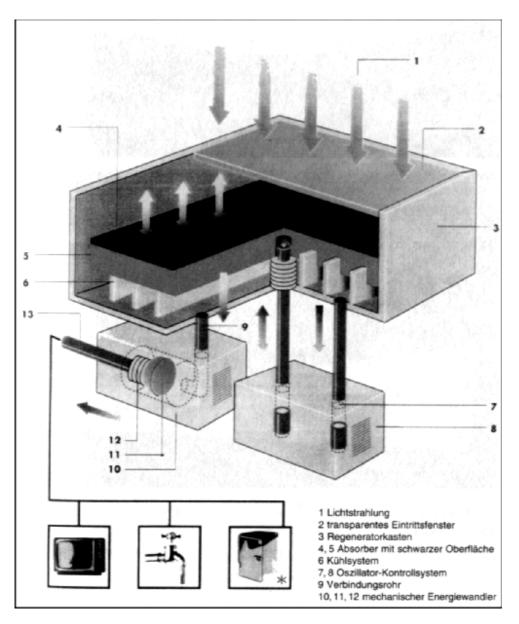
Pic 095 Fix-Fokus-Solarspiegel, bespannt mit einer anisotropen Folie, die von einem leichten Unterdrück in der richtigen Form gehalten wird. Der Spiegel wird dem täglichen Sonnenlauf nachgeführt und entsprechend dem jahreszeilichen Sonnenstand geschwenkt.

berg Interplan zurückdenken. "Hätten die nur getan, was sie versprachen . . ." Nur ein Milliardenkonzern könne den nötigen Rahmen für die kostspielige solartechnische Forschung und Entwicklung bieten, hieß es, die Integration in ein Großunternehmen gestatte darüber hinaus die Nutzung zahlreicher

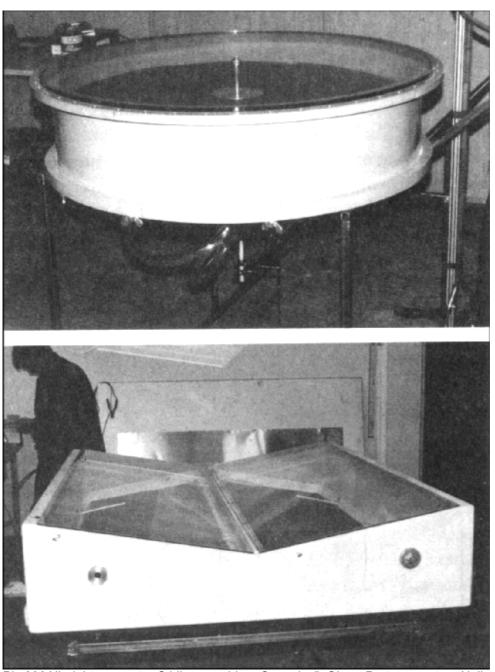
Synergieeffekte. Ein Fünfjahresplan wurde aufgestellt, Bonn stellte einige Millionen an Fördermitteln bereit. Nur, im Lör-racher Forschungszentrum kamen diese nicht an. Schon nach kurzer Zeit schlug das freundliche Klima ins Gegenteil um. Bomin Solar war vom arabischen Regen unter die saariän-dische Traufe geraten. Die dem kleinen Unternehmen vom großen aufgepfropfte Organisationsstruktur sei lähmend, demotivierend und zeitraubend gewesen, erinnert sich Jürgen Kleinwächter. Kein Wunder, kommentierte doch schon gleich der Vorsitzende des für Bomin Solar installierten Beirates das Thema Sonnenenergie mit dem unzweideutigen Wort "Scheiße". Der eingesetzte technische Geschäftsführer versuchte in seiner Unbedarf theit auf alles und jedes Einfluß zu nehmen. Unwürdig und eingeengt mußten sich die Fachleute aufs Improvisieren verlegen. Aus dieser Forschung und Entwicklung komme ja nichts Vermarktbares heraus, war die mehrfach geäußerte Meinung der Mächtigen. Jürgen Kleinwächter: "Der Fünfjahresplan geriet mehr und mehr zur Forderung nach einem kurzfristigen .Return of Investment', was auf die einseitige Verlagerung des Geschäftszweckes zugunsten der Vermarktung von Schwimmbadheizungen und Tageslichtsystemen hinauslief." Unter diesen nicht mehr zu ertragenden Verhältnissen und nach Ablehnung konkreter Lösungsvorschläge erklärte sich der Mitgesellschafter, die Firma Hermann Wärmesysteme, bereit, Bomin Solar auf eigene Kosten ein Jahr lang zu managen. Aber auch dieser Vorschlag wurde abgelehnt. Da müsse doch etwas faul sein, bemerkte Hans-Reiner Biehl, der Vorsitzende des Saarberg-Vorstandes, eines Tages Jürgen Kleinwächter gegenüber, wenn trotz dessen überzeugender und optimistischer Schilderung nichts voranginge. Was faul war, hat der hohe Herr vermutlich nicht einmal wissen wollen. Im Dezember 1991 kündigte Jürgen Kleinwächter seine Mitarbeit auf. Am I. April 1992 erklärte Saarberg den Konkurs von Bomin Solar.

## Neuanfang mit einem soliden Partner

Das war ein Ende mit Schrecken, von dem sich der Konkursverwalter erfreulicherweise nicht schrecken ließ. Die Auffanggesellschaft erwirtschaftete bereits 1993 einen Gewinn. Neuer Gesellschafter wurde die VTZ Versicherungs Treuhand Zürich AG, eine "ökonomisch-ökologische Vermögensverwaltung", •wie sich die Gesellschaft im Untertitel nennt. Sie übernahm am 15. Februar 1994 die Bomin Solar, Herstellung und Vertrieb solartechnischer Anlagen GmbH, Lörrach, und brachte sie als erste Tochtergesellschaft in die neugegründete Bomin Solar Holding mit Sitz im schweizerischen Zug ein. In einem



Pic 097 Prinzipieller Auftau der Niedenemperacur-Stirlingmaschine "Sunpulse".



Pic 098 Niedei-temperatur-Stirlingmaschine "Sunpulse". Oben: Prototyp, unten: Nullseriengerät.

von ihr herausgegebenen Prospekt kann man nachlesen, was die Neuerwerbung wert war: "Die GmbH hat sich in den letzten 15 Jahren mit der Forschung und der Entwicklung von innovativen Produkten im Bereich der Solartechnologie international einen Namen geschaffen. Dabei entwickelte die Firma bahnbrechende und wegweisende Systeme wie den Magnesium-Hydrid-Speicher, die Freikolben-Stirling-Maschinen, Solarkonzentratoren, Tageslicht-Beleuchtungssysteme und Flachkollektoren, die in über zwei Dutzend Patenten abgesichert sind. In den beste-henden Prototypen und Patenten stecken mehr als 15 Millionen DM Entwicklungsgelder aus europäischen, nationalen und regionalen Förderprogrammen. Auf dem Markt etablierte sich die GmbH bisher erfolgreich mit den Produktbereichen Tageslichttechnik und solare Schwimmbad-Heizsysteme."

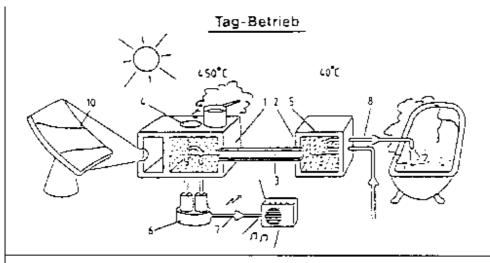
Zum Unternehmenskonzept gehörte die Aufsplittung in die "operative" Bomin Solar Herstellung und Vertrieb solartechnischer Anlagen GmbH, die Gewinn macht, und die Bomin Solar Research GmbH.

Deren Geschäftsführer ist Jürgen Kleinwächter. Der kann seitdem wieder frei durchatmen und zeigt sein gewinnendes Lächeln, wenn er von seinen Vorstellungen über die Nutzung der Sonnenenergie spricht. Die langsamlaufenden, fürs Wasserpumpen geeigneten Stirling-motoren, die wie maßgeschneidert sind für die Bedürfnisse ländlicher Regionen in warmen und Ländern der Dritten Welt, sind nur ein Artikel, der seinen Markt finden wird. Potentielle Lizenznehmer gaben sich im Frühjahr 1996 die Klinke in die Hand. Für alle Regionen, auch für Mitteleuropa, entwickelt Kleinwächter ein Solarkraftwerk mit thermochemischen Wärmespeichern, dessen Komponenten erprobt und serienreif sind. Mit diesen Kraftwerken wird es erstmals möglich, die Nächte und selbst mehrere sonnenscheinlose Tage zu überbrücken, die Energie der Sonne mithin kontinuierlich zu nutzen. Ein Hochtemperatur-Stirlingmotor treibt einen Generator zur Stromerzeugung an, Magnesium-Hydrid-Speicher sorgen dafür, daß immer Kochwärme und Warmwasser verfügbar sind und der Kühlschrank kühl bleibt.

#### Solarkraftwerk mit Wärmespeicherung

Während Umweltfreunde Wasserstoff als Brennstoff der Zukunft propagieren, weil dieser ja zu Wasser verbrenne (wobei unvermeidlich auch das zur Bildung bodennahen Ozons beitragende Stickoxid entsteht), nutzt Kleinwächter mit seinen Wärmespeichern das in diesen eingeschlossene Wasserstoffgas sozusagen nur als Mittel zum Zweck. In dem vom Max-Planck-Institut für Kohlenforschung entwickelten Magnesium-Hydrid-Speicher ist der Wasserstoff chemisch gebunden. In einer Schrift der Max-Planck-Gesellschaft, die Anfang 1996 unter dem Titel "Wissen für das 21. Jahrhundert" erschienen ist, heißt es zu diesem "homogenen Katalysator": "Das Magnesium-Hydrid (MgH2) ist ein fester Stoff, der 7,6 Prozent Wasserstoff (H2) enthält. Das ist die höchste bisher bekannte Speicherkapazität eines Materials für dieses Gas." Im MgH2 sei noch viel mehr H2 verstaut als in einer Stahlflasche unter hohem Druck und wie sich selbst in verflüssigter Form bei minus 253 Grad aufbewahren lasse. Führt man dem Speicher von außen Wärme zu, trennen sich Metall und Gas voneinander. Bei etwa 200 bis 300 Grad Celsius gibt das Metall den Wasserstoff frei, zurück bleibt ein fein verteiltes Magnesiumpulver. Strömt der Wasserstoff wieder zurück in den Speicher, was drucklos geschehen kann, wird Wärme frei. Bei erhöhtem Druck von zwei bis zehn bar etwa, erläutert der Max-Planck-Wissenschaftler Prof. Bogdanovic, laufe die Beladung des Speichers wesentlich schneller ab. Die Speicherkapazität bleibe auch nach 70 und mehr Zyklen praktisch unverändert erhalten.

Mit seinem Solarkraftwerk bringt Jürgen Kleinwächter diese Komponente, den Magnesium-Hydrid-Speicher, mit zwei anderen erprobten zusammen. Die Funktionsweise:



- 1 Hochtemperaturspeicher
- 2 Niedertemperaturspeicher
- 3 Wasserstoff
- 4 Hord
- 5 Wärmetauscher
- 6 Stirling-Motor mit Generator
- 7. elektrischer Strom
- B Heißwasser
- 9 Kühlschrank
- 0 Spiegel

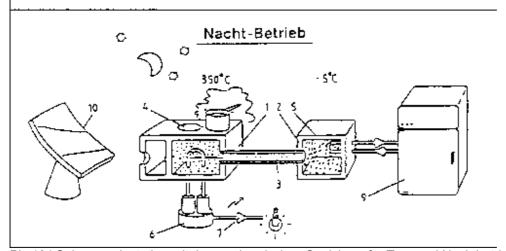
#### Hausenergiezentrale:

Tag-Betrieb:

Das durch den Spiegel konzentrierte Sonnenlicht erhitzt den Magnesiumhydnd-Hochtemperaturspeicher und treibt den Wasserstoff in den Niedenemperaturspeicher.

Nacht-Betrieb:

Der Wasserstoff strömt zurück in den Hochtemperaturspeicher und erzeugt dort Wärme, während im Niedertemperaturspeicher Kälte untsteht.



Pic 101 Solarenergiestation mit thermochemischen Speichern für Tag- und Nachtbetrieb.

Tagsüber heizt die Sonnenenergie, von einem Spiegel konzentriert, einen Hochtemperaturspeicher auf. Dabei wird der Wasserstoff aus dem Magnesiumhydrid ausgetrieben. Die eingefangene Sonnenwärme kann gleichzeitig einerseits zum Kochen und andererseits als Antrieb für den Stirlingmotor genutzt werden. Das unter hohem Druck austretende Wasserstoffgas strömt in einen Niedertemperaturspeicher. Die aus diesem dabei freiwerdende Wärme läßt sich zur Erzeugung von Warmwasser nutzen. Nachts läuft der Prozeß in umgekehrter Richtung ab. Nach dem Öffnen eines Ventils strömt der Wasserstoff aus dem Niedertemperaturspeicher zurück in den Hochtemperaturspeicher (was er bereits ab null Grad Celsius tut). Einem angeschlossenen Kühlschrank kann er dabei, sozusagen nebenher, Wärme entziehen. Beim Einströmen in den Hochtemperaturspeicher bildet sich unter starker Wärmeentwicklung erneut Magnesiumhydrid. Die Wärme zum Kochen und zum Betrieb des Stirlingmotors, die tagsüber von der Sonne kommt, liefert nachts das katalytische Speichersystem. Die Sonnenenergie ist rund um die Uhr nutzbar.

Dieses Tor zu einer praktischen Nutzung der Sonnenenergie im großen Stil - auch für diejenigen, die nicht im Sonnengürtel der Erde wohnen - ist nicht geöffnet worden von: Leuten, die nur die schnelle Mark im Kopf haben, von sachfremdem Managergehabe, ja nicht einmal mit Hilfe öffentlicher Fördermillionen. Der Erfolg wissenschaftlicher Forschung und beharrlicher Ingenieure, ein solider Finanzier und das unbeirrbare Verfolgen eines großen Zieles - trotz widrigster Umstände - haben das zustande gebracht, was anderswo mit viel Getöse oft nur deklamiert und reklamiert wird.

## **Energiepotential**

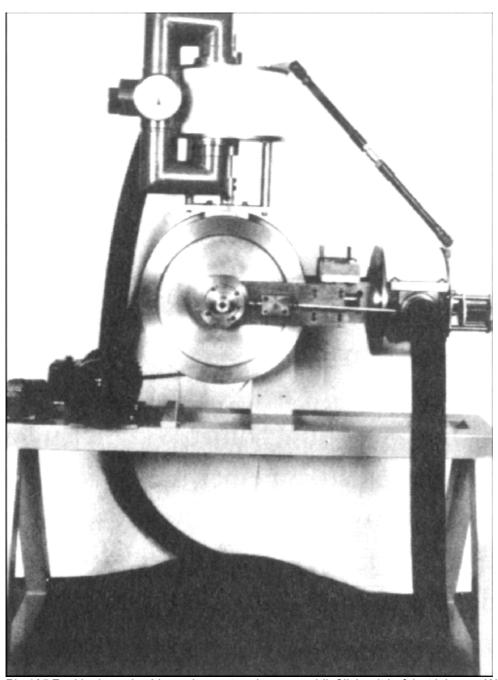
## Umgebungswärme als Energiequelle nutzen

Wilhelm Häberle ist von Haus aus Landwirt. Er wohnt in Scheer bei Sigmaringen. In seinem Briefkopf steht noch "Systementwicklung". Mit Patenten auf Kunststoffmaschinen, die er zum Teil selbst baute und auf denen beispielsweise Joghurtbecher hergestellt wurden, verdiente er Mitte der 70er Jahre nicht schlecht. Das Recycling von Kunststoffen und deren Aufbereitung zu erneut einsetzbarem Granulat wurde darüber hinaus zu einer bescheidenen Einnahmequelle. Aber in einer Zeit, in der so etwas noch kein Thema war. blieb auch der Pionier im Schatten.

Häberle ist eine sehr vielseitige Erfinderpersönlichkeit. In den 80er Jahren galt seine Lieblingsidee einer Maschine, in der er das Arbeitsvermögen von solchen Flüssigkeiten nutzen wollte, die sich bereits bei geringen Temperaturerhöhungen kräftig ausdehnen. Was die angeblich unumstößlichen Hauptsätze der Thermodynamik gestatteten und was nicht, kümmerte ihn dabei wenig. Er experimentierte und baute. Die erste Flüssigkeit, die Häberle als Arbeit leistendes Medium untersuchte, war Milch, die bekanntlich schnell überkocht. Seine Versuche endeten schließlich bei verschiedenen Kältemittein und bei Propan. Allein mit der Wärme, die ein Heizkörper im Zimmer abgab, gelang es ihm, mit einem handelsüblichen Hydraulikaggregat eine Leistung von 0,7 PS zu erzeugen. Nachdem rund eine Viertelmillion Mark ausgegeben war, konnte sich jedermann davon überzeugen, daß mit Hilfe gewisser Flüssigkeiten auf einfachste Weise Wärme niedriger Temperatur in mechanische Arbeit umgewandelt werden kann. Das alles liegt mehr als 15 Jahre zurück. Inzwischen hat sich der selbständige Unternehmer und Erfinder aus dem Erwerbsleben zurückgezogen. Um intensiver und ungestörter weiterzuarbeiten: an Wärmekraftmaschinen, für die es so gut wie keipe Vorbilder gibt. Von der rein wissenschaftlich abgehandelten Thermodynamik hielt er sich weiterhin fern. Die eher praxisbezogene Fachliteratur hat er dagegen kritisch studiert. Das hieß auch, daß er nicht jeden Lehrsatz auswendig gelernt hat oder sich von ihm bestimmen ließ. Häberle scheint mehr zwischen den Zeilen gelesen zu haben, getreu der Empfehlung von Lessing: "Wer aus den Büchern nichts mehr lernt, als was in den Büchern steht, der hat die Bücher nicht halb genutzt. Wen die Bücher nicht fähig machen, auch das verstehen und beurteilen zu lernen, was sie nicht enthalten; wessen Verstand die Bücher nicht überhaupt schärfen und aufklären, der wäre schwerlich viel schlimmer dran, wenn er auch gar keine Bücher gelesen hätte."

Wilhelm Häberle, den die erfinderische Neugier mit Milch, Kältemitteln und Propan experimentieren ließ, wandte sich danach dem natürlichsten aller Gase, der Luft, zu. In einer Kältemaschine sollte sie ihm als Wärmetauschmedium dienen. Die dieser zugrunde liegende Idee ist von elementarer Bedeutung; der bekannte Luftpumpeneffekt wird hier gewissermaßen umgedreht. Häberles Kreisprozeß beginnt nicht, wie das wohl mehrfach versucht worden ist, mit dem Verdichtungstakt, sondern mit der Expansion der angesaugten Luft.

.



Pic 105 Funkionierendes Versuchsmuster einer ausschließlich mit Luft betriebenen Wärmepumpe aus den 80er Jahren; unter dem Tisch zusammengerollt der lange Absorberschlauch

Sie sollte als Kältemittel dienen und erwärmt den Prozeß wieder verlassen. Das gelang Häberle zunächst mit einer längeren Absorberleitung, in der er die Luft eine Zeitlang auf einem niedrigen Druckniveau hielt. Dabei nahm sie Temperaturen weit unter dem Nullpunkt an. Die Absorberleitung wurde zur Falle für die Umgebungswärme. Beim Herauspumpen der Luft wurde die eingefangene Wärmeenergie wieder frei. Das entsprach dem Effekt einer Wärmepumpe. Wäre die Wärme nicht der Atmosphäre, sondern einem Kühlraum entzogen worden, wäre eine Kühlleistung der Nutzen der Maschine gewesen.

## Zahlen aus dem Physikbuch

Ein Kilogramm Luft nimmt bei einer Temperatur von 0 Grad Celsius und einem Druck von I bar einen Raum von 0,7838 Kubikmetern ein. Verdoppelt man dieses Volumen auf 1,5676 Kubikmeter, ohne Luft nachströmen zu lassen und ohne einen Wärmeaustausch zu gestatten, sinkt die Temperatur auf minus 66,1 °C ab. Je größer der Unterdruck, um so niedriger die Temperatur. Die tatsächlichen Werte, die in einem Unter-drucksystem meßbar sind, weichen zwar von den errechneten ab und werden zum Beispiel vom Feuchtegehalt der Luft beeinflußt, aber das ändert nichts an der prinzipiellen Brauchbarkeit von Luft als Arbeitsmedium in einer Kältemaschine oder einer Wärmepumpe.

Die Rechnung führt, verglichen mit anderen Wärmepumpenprozessen, zu einer sonst nicht erreichbaren Effizienz. Bei einer Temperatur der die Absorberleitung umgebenden Luft von 0 °C und einem atmosphärischen Druck von I bar strömt die angesaugte Luft dann mit einer Temperatur von + 51 Grad aus der Maschine, wenn sie sich im Absorber bei einem Unterdruck von 0,4 bar ausdehnen kann. Setzte man bei einer Versuchsmaschine, die im Juli 1985 der Presse vorgeführt wurde, die erforderliche Leistung des elektrischen Antriebsmotors zu der gewonnenen Wärme ins Verhältnis, ergab sich theoretisch für den Wärmepumpenbetrieb eine Leistungszahl von 5,4. Selbst wenn genaue Messungen und Berechnungen einen um über 50 Prozent schlechteren Wert ergeben hätten, wäre dieses Ergebnis noch immer sehr respektabel gewesen.

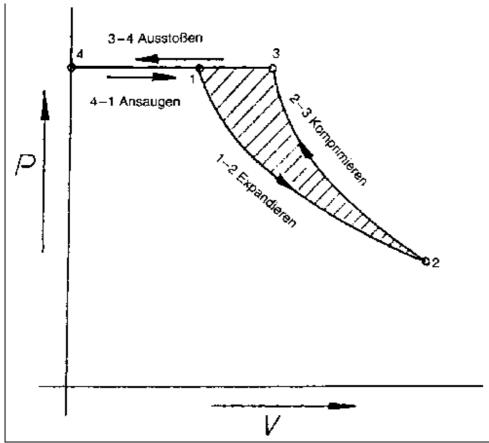
Derartige Zahlenwerte finden sich in Häberles Patentanmeldung mit dem Titel "Verfahren und Einrichtung zur Nutzung von Wärmeenergie". Daß der Prototyp der neuartigen Wärmepumpe damals keinen exakten energietechnischen Messungen unterworfen werden konnte, lag daran, daß Häberle dazu die Möglichkeiten fehlten und daß sich weder die Industrie noch wissenschaftliche Institute für die Sache interessierten. Der erwartete Effekt war jedoch eindeutig nachweisbar, ein neuer Wärmepumpentyp geboren. Eine An-

frage bei der baden-württembergischen Steinbeis-Stiftung für Wirtschaftsförderung, seine Förderungswürdigkeit zu prüfen, war schnell "abschlägig" beschieden. Die Frage wurde an einen Professor der Fachhochschule Weingarten weitergeleitet. Mit seinem Gutachen (für das er 400 Mark Honorar erhalten haben soll) hat er laut Häberle zu erkennen gegeben, daß er die Sache schon prinzipiell gar nicht verstanden hatte.

Die damals vorgestellte Maschine bestand aus zwei mechanisch miteinander gekoppelten Kolbenaggregaten. Das erste wurde von der in das Teilvakuum einströmenden Luft angetrieben. Die noch verbliebene Energie aus dem Druckpotential zwischen Atmosphäre und Unterdruck in der Absorberleitung ist auf die zweite Kolbenmaschine übertragen worden. Diese leistete die Pumparbeit, die nötig war, um die entspannte, jetzt warme Luft gegen den Atmosphärendruck wieder aus dem System hinauszudrücken. Die Hauptantriebsleistung entstammte einem Elektromotor.

Die Effizienz von Wärmekraftmaschinen wird üblicherweise durch Vergleich mit dem Carnotschen Wirkungsgrad beurteilt. Dessen Wert I oder 100 Prozent, sprich die vollständige Umwandlung einer Wärmemenge in mechanische Arbeit, kann in der Praxis nie erreicht werden. Der nach Carnot benannte "ideale Kreisprozeß" macht das deutlich. Dabei stellt man sich einen in einem Zylinder verschiebbaren Kolben vor, der vier zyklisch sich wiederholende Arbeitstakte ausführt:

Aus einem Reservoir wird eine bestimmte Menge Gas mit der Temperatur Ti angesaugt, I. Takt: Durch Zurückziehen des Kolbens wird das eingeschlossene Gasvolumen von Vi auf V2 vergrößert, wobei sich Ti nicht verändern soll (isotherme Expansion). 2. Takt: Der Kolben weicht weiter zurück und vergrößert dabei das Volumen von V2 auf V3; die Gastempera-tur sinkt dabei von *Ti* auf T3 ab, ohne daß das Gas (theoretisch) dabei Wärme verliert (adiabatische Expansion). 3. Takt:



Pic 108 Kreisprozeß der Kaltgasmaschine von Wilhelm Häberle. 1-2 erster und zweiter Takt, 2-3 dritter Takt, 3-4 vierter Takt.

Der Kolben verdichtet das Gas von V3 auf V4, ohne daß sich dabei die Temperatur ändert. 4. Takt: Weitere Verdichtung von V4 auf das ursprüngliche Volumen Vi, wobei wiederum kein Wärmetausch mit der Umgebung stattfinden soll (adiabatische Kompression). Die bei der Temperatur Ti im Verlaufe des dritten und vierten Taktes freiwerdende Wärme ist verloren. Zur Ermittlung des Wirkungsgrades wird die beim Prozeß gewonnene mechanische Arbeit durch die Wärmemenge dividiert, die mit dem eingeströmten Gas dem Prozeß zugeführt wurde. Eine andere Formel für den Wirkungsgrad bedient sich nur der Temperaturen und lautet:

$$n = \frac{T1 - T2}{T1}.$$

Das Rechenergebnis liegt immer unter 1.

Von der Darstellung im Druck(p)-Volumen(V)-Diagramm her spricht man von einem rechtsläufigen Carnot-Prozeß.

Läßt man ein Gas den Prozeß entgegen dem Uhrzeigersinn durchlaufen, ist eine Wärmepumpe darstellbar, der mechanische Arbeit zugeführt werden muß; etwa als Drehmoment eines Elektromotors. Die Wirkungsgradformel lautet in diesem Fall

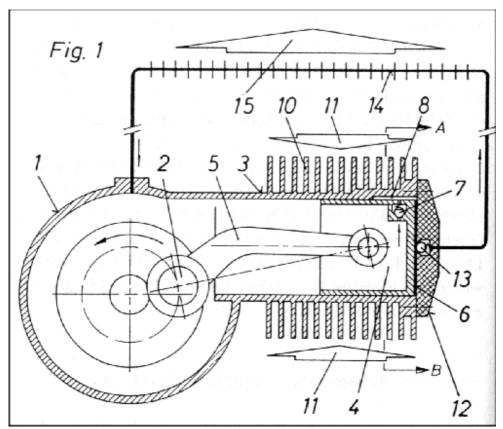
und ergibt einen Wert über I. Dennoch wird auch hier nicht mehr Energie gewonnen als man hineinsteckt. Um "diesen" Wirkungsgrad nicht mit dem anderer "Carnot" -Maschinen gleichzusetzen, spricht man bei Wärmepumpen von "Leistungszahl" oder "Leistungsziffer".

Bei der von Wilhelm Häberle erdachten Kältemaschine/ Wärmepumpe handelt es sich im allgemeinen Sinne um eine Kaltgasmaschine, die im Prinzip nicht mit Luft laufen muß. Das Druck/Volumen (p,V)-Diagramm veranschaulicht den Kreisprozeß, I. Takt: Der Kolben saugt ein gewisses Luftvolumen in den Zylinder, das mechanisch gesteuerte Einlaßventil schließt. 2. Takt: Durch den zurücklaufenden Kolben expandiert die Luft im Zylinder und kühlt sich ab, so daß durch die Zylinderwand Umgebungswärme

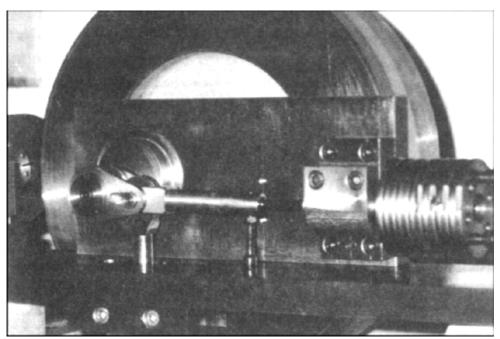
eindringen kann. Ther-modynamisch betrachtet läuft dabei eine polytrope Zustands-änderung ab. Diese verläuft im p,V-Diagramm zwischen einer adiabatischen und einer isothermen Veränderung des Gaszustandes. 3. Takt: Der Kolben verdichtet die expandierte Luft (abermals polytrop) wieder auf den ursprünglichen (Außen-) Druck. 4. Takt: Das selbsttätige Auslaßventil öffnet, die jetzt wesentlich wärmere Luft strömt aus; zum Beispiel in den Kanal einer Warmluftheizung.

### Achsenversatz und Energiebilanz

Daß das funktioniert, hat Wilhelm Häberle mit mehreren Versuchsmodellen nachgewiesen. Aber was wurde dabei gewonnen, welcher Wirkungsgrad, welche Leistungsziffer erreicht? Auch mit dem letzten Maschinchen, das unter der Nummer DE 39 39 780 Al zum Patent angemeldet wurde, konnte das nicht geklärt werden. Dazu hätte die Maschine in einem wärmetechnischen Laboratorium getestet und vermessen werden müssen, aber dazu fand sich keines bereit. Statt dessen kam es zu theoretischen Streitereien. Ein einziger Zylinder, in dem das Medium abwechselnd kalt und warm sei, tauge schon wegen der "schleichenden" Wärmeübergänge nichts. Wolle man eine nennenswerte Wärmeleistung erzielen, so ein anderer, nicht von der Hand zu weisender Einwand, dürfe man nicht einfach Luft von atmosphärischem Druck durch die Maschine pumpen. Und wenn schon, dann große Mengen,



Pic 110 Zeichnung aus der Patentschrift. Der Versatz von Zylinder- und Kurbelwellenachse und das gekröpfte Pleuel führen zu einer asymmetrischen Kolbenbewegung.



Pic 111 Versuchsmuster einer Wärmepumpe entsprechend der Patentanmeldung.

denn die spezifische Wärme von Luft sei, verglichen mit einem synthetischen Kältemittel etwa, sehr gering. Unstrittig blieb, daß Luft als ein nahezu ideales Gas in einem Carnot-Prozeß - wiederum theoretisch - auch den höchsten Wirkungsgrad erzielen muß.

Häberle ignorierte diese Einwände nicht, erkannte sie vielmehr auch selbst frühzeitig. Wer seine Patentschrift genau studiert, kann ersehen, wie er ihnen begegnet und zu begegnen gedenkt. Seine wahrscheinlich wichtigste Erkenntnis, die noch niemand vor ihm formuliert hat, lautet: Mit einer symmetrischen Kolbenbewegung, also einer identischen für den Expansions- und den Verdichtungshub, ist nichts zu gewinnen. Bei symmetrischer Kolbenbewegung, so Häberle, werde beim Verdichten auf den Ansaugdruck die gleiche Wärmemenge zurückgegeben, die beim Expandieren aufgenommen wurde, theoretisch werde auch beim Verdichten genau die gleiche Arbeit gewonnen, die zum Expandieren benötigt wird. Ein in der Patentzeichnung deutlich zu erkennendes gekröpftes Pleuel ist die Folge einer genialen Überlegung, die den Prozeß "gewinnbringend" verändert. Häberle hat die Zylinderachse gegenüber der Kurbelwellenachse versetzt. Dadurch läuft der Expansionshub verlangsamt ab, was für die eingeschlossene Luft bedeutet, daß mehr Zeit für die Wärmeaufnahme aus der Umgebung zur Verfügung steht. Umgekehrt wird die erwärmte Luft verhältnismäßig schnell ausgestoßen.

Die durch den Versatz von Zylinder- und Drehachse veränderte Mechanik des Kurbeltriebs hat beachtliche Konsequenzen, die nicht augenfällig sind. Die schrittweise Erklärung des Prozeßablaufes verdeutlicht sie:

#### **Ansaugen**

Bei geöffnetem Ansaugventil weicht der Kolben ein gewisses Stück zurück und saugt damit das Luftvolumen Vi an, das den Umgebungsdruck Pi aufweist. Das Einlaßventil schließt.

## Expandieren

Der Maschinenantrieb veranlaßt den Kolben, auf dem Weg I weiter zurückzuweichen, wodurch sich die Luft auf das Volumen V2 ausdehnt. Maschinenarbeit wird aufgewendet, um den Kolben gegen den Außendruck zurückzuziehen. Entsprechend dem größeren Volumen V2 sind der Druck der eingeschlossenen Luft auf p2 und die Temperatur auf T2 abgesunken. Das entstandene Temperaturgefälle von außen nach innen führt dazu, daß eine gewisse Wärmemenge von außen in den Zylinder eindringt. Steht für diese Wärmeaufnahme mehr Zeit zur Verfügung - wie das bei versetzter Zylinder-/ Kurbelwellenachse der Fall ist (verglichen mit einem üblichen Kurbeltrieb) -, wird auch mehr

Wärme eingespeichert. Die Folge davon ist, daß die Temperatur der ausgestoßenen Luft entsprechend höher ist.

Komprimieren

Bei geschlossenem Auslaßventil läuft der Kolben zurück, getrieben von dem - im Vergleich zum Innendruck - höheren Außendruck. Bis zum Öffnen des Ventils legt er den Weg II zurück, der kürzer ist als der Weg I. Warum?

#### Ausstoßen

Das Auslaßventil - so ist es konstruiert - öffnet dann, wenn sich der Innendruck auf den Wert des Außendrucks erhöht hat. Dieser wird dank der durch die Zeitverzögerung bei der Expansion "zusätzlich" aufgenommenen Wärmemenge bei einem größeren Volumen erreicht als dem ursprünglichen Vi (zu Beginn der Expansion). Der vom Atmosphärendruck in den Zylinder hineinbewegte und die Luft komprimierende Kolben benötigt folglich einen kürzeren Weg (Weg II), bis der Innendruck dem Außendruck entspricht. Ein kürzerer Kolbenweg bei gleicher geleisteter Verdichtungsarbeit bedeutet weniger Arbeit, als für die Expansion aufzuwenden war. Die Differenz muß dem Prozeß als Fremdenergie zugeführt werden. Um so mehr, je höher die Temperatur der ausgestoßenen Luft sein soll. Soweit die Theorie. Das Mehr an aufgenommener Wärme läßt sich nicht vollständig nutzen, denn ein Teil geht während des Kompressionstaktes durch die Zylinderwand hindurch wieder verloren. Aber, und das fand Häberle heraus, dieser Verlust an Energie wird durch den Energiegewinn am komprimierenden Kolben wieder ausgeglichen. Das wiederum ist der asymmetrischen Kolbenbewegung zu verdanken. Mit ihr korrespondiert die Ventilsteuerung. Das Einlaßventil wird so eingestellt, daß jeweils eine gewünschte Luftmenge angesaugt wird. Von dieser hängt logischerweise die Kälte- oder (im Falle einer Wärmepumpe) Wärmeleistung ab, sie bestimmt die Höhe der Lufttemperaturen und letztlich die Effizienz der gesamten Maschine. Das Auslaßventil öffnet selbsttätig, und zwar dann, wenn der Innendruck dem Außendruck entspricht.

Seitdem Wilhelm Häberle seine Zielvorstellungen in eine laufende Maschine umsetzen konnte, leistet er Überzeugungsarbeit zugunsten von Luft als Arbeitsmedium in Kältemaschinen und auch Wärmepumpen. Abgesehen davon, daß es sich bei Luft - im Gegensatz zu synthetischen Kältemitteln - um einen umweltneutralen Stoff, um unsere Atemluft handelt, treten in seinem Kreislauf keine Drosselverluste auf. Eine Drossel, die in jedem Kältekreislauf einen erheblichen Teil der Antriebsleistung aufzehrt, gibt es beim Häberleschen Prozeß nicht.

Der Prototyp von Häberles Maschine ist offen, die Luft strömt lediglich hindurch. Der Einwand, daß auf diese Weise keine nennenswerte Kälteleistung erzielt werden kann, ist berechtigt. Wegen der relativ geringen Wärmekapazität von Luft müßte man große Mengen durch eine entsprechend große Maschine schleusen, um ein verwertbares Kühlergebnis zu erzielen. Das war Häberle auch klar. Schon nach seiner Patentschrift soll es gar nicht bei einem offenen Prozeß bleiben. Die Maschine wird dort in einem geschlossenen Luft-Wärmetausch-Kreisprozeß gezeigt. Die Luft könnte unter einem Anfangsdruck von beispielsweise 50 bar stehen, den sie nach ihrer Expansion wieder erreicht. Das ergäbe eine große Luftmasse, die in einer kleinen Maschine zirkuliert und die Wärme aus einem Kühlraum holt oder die Wärme der Außenluft auf Wärme von Heiztemperatur "hochpumpt". Und wenn der Wärmetausch schon mit einem geschlossenen Kreislauf verwirklicht werden soll, dann könnte man diesen auch mit einem Medium füllen, dessen spezifische Wärme höher ist als die von Luft. Je höher diese "Wärmekapazität" eines Stoffes ist, um so mehr Wärme vermag er generell aufzunehmen.

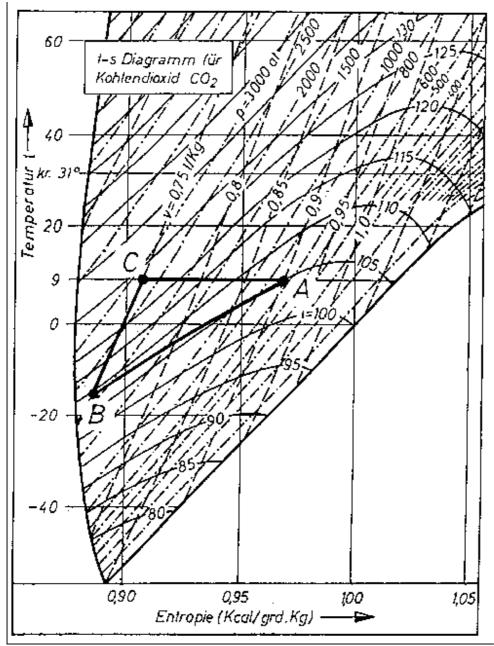
### Wenn sich Kohlendioxid "anders" verhält

Wilhelm Häberle besitzt kein Institut für Maschinenbau und hat auch kein Geld, um Forschungs- und Entwicklungsaufträge vergeben zu können. Aber denken kann er, und das meistens quer. Kohlendioxid (002), das den Sektkorken knallen läßt, hat ihn ob seiner energetischen Wirkungen immer fasziniert. Die Betrachtung des sogenannten t,s-Diagramms (Temperatur, Entropie) von 002 ließ in stutzig werden. Die darin eingezeichneten Kurven gleicher Enthalpie (Wärmeinhalt; auf die tiefere Bedeutung dieses Begriffes braucht hier nicht eingegangen zu werden) steigen von rechts nach links (bei abnehmender Entropie; auch dieser Begriff muß hier nicht erläutert werden) an, wobei sie Linien zunehmend höherer Drücke schneiden und die Temperatur zunimmt. Ab einer Art Kulminationspunkt, zu dem ein bestimmter Druck gehört, fallen die Enthalpiekurven wieder; die Drücke steigen weiter an, aber die Temperatur sinkt.

Jenseits der sogenannten Inversionslinie, die die "Kulminationspunkte" miteinander verbindet, verhält sich das 002, das sich immer im flüssigen Zustand befand und noch befindet, genau entgegengesetzt wie auf der anderen Seite der Inversionslinie - und wie wir es vom "normalen" Verhalten der Materie her gewohnt: Mit zunehmendem Druck sinkt die Temperatur, mit abnehmendem steigt sie an.

Daraus müßte sich ein energetischer Gewinn ziehen lassen. Häberles anfängliche Vermutung verdichtete sich mehr und mehr zur Gewißheit. In die Kurvenscharen des t,s-Diagramms für Kohlendioxid zeichnete er jenseits der Inver-sionslinie einen Kreisprozeß ein. Dieser illustriert wahrscheinlich schon für sich genommen eine bedeutende Entdeckung. Für eine Kolbenmaschine wäre danach folgendes Arbeitsspiel denkbar:

1. Auf der Strecke A-B wird das *C0i* von 650 bar auf 2200 bar verdichtet; möglichst schnell (adiabatisch), damit es zu keinem nennenswerten Wärmeaustausch mit der Umgebung



Pic 116 CO;-Kreisprozeß jenseits der sogenannten Inversionslinie (rechte Begrenzung des Diagramms).

kommt. Die Temperatur des 002 fällt dabei von +9°C auf -16°C.

- 2. Auf der Strecke B-C wird bei unverändertem Volumen (isochor) Wärme zugeführt, die den Druck von 650 bar auf 2800 bar und die Temperatur wieder auf 9°C ansteigen läßt.
- 3. Auf der Strecke C-A wird isotherm, das heißt bei gleichbleibender Temperatur von 9°C, expandiert, bis im Punkt A wieder der Ausgangsdruck von 650 bar erreicht ist. Dabei wird Wärme abgegeben. Diese Verhältnisse kann man mit geschultem Blick auf das C02-Zustandsdiagramm nachvollziehen. Häberle hat diesem mehr "abgeschaut", als hier zu vermitteln ist. Er hat sich eine Maschine überlegt, die Wärme niedriger Temperatur in mechanische Nutzenergie umwandeln soll, und diese zum Patent angemeldet. Mit ihrem Bau hat er begonnen. Ob er die hohen Drücke meistern kann, stand zum Zeitpunkt, da dieser Text geschrieben wurde, noch nicht fest. Die theoretischen Überlegungen dürften nur dann falsch sein, wenn das t.s-Diagramm für CC>2 nicht korrekt ist. Wenn sich das Arbeitsmittel 002 aber beim Verdichten abkühlt, so Häberles Schlußfolgerung, dann muß sich auch die bei dem Prozeß freiwerdende Wärme

wieder in diesen zurückführen lassen. Bei der von ihm ange-tt strebten Maschine ist das vorgesehen.

## Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik

# Kreisprozeß mit Zweistoffgemisch: Basis für eine neue Energietechnik

Wann verdampft eine Flüssigkeit, Wasser zum Beispiel? Das kommt darauf an. Im offenen Kochtopf beginnt die Verdampfung, wie jeder weiß, bei etwa 100 Grad Celsius. Die Temperatur bleibt konstant, bis alles Wasser verdampft ist. Setzt man das Wasser in einem geschlossenen Gefäß unter Druck, zum Beispiel durch Einleiten von Druckluft, kommt es erst bei einer höheren Temperatur zum Sieden. Unter gewissen Umständen entsteht eine sogenannte überhitzte Flüssigkeit. Deren Druck und Temperatur stehen nicht in dem Verhältnis zueinander, wie das die Dampfdruckkurve für die nicht überhitzte Flüssigkeit angibt. Weichen bei einer bestimmten Temperatur beide Größen um ein gewisses Maß voneinander ab, kann es zu einer spontanen Verdampfung der gesamten Wassermenge kommen. Die dazu erforderliche Verdampfungswärme entstammt dann der Wärmemenge, die bei der Uber-hitzung der Flüssigkeit in dieser gespeichert wurde. In den Anfängen der Dampfmaschinentechnik führte dieses damals noch unerforschte Phänomen des "Siedeverzugs" zu katastrophalen Kesselexplosionen. Ähnlich, nur umgekehrt, verhält es sich mit dem sogenannten unterkühlten Dampf. Dieser kondensiert bei einer deutlich niedrigeren Temperatur, als sie die Dampfdruckkurve anzeigt. Wiederum spontan und ohne daß weiter Wärme abgeführt werden müßte. In beiden Fällen kann man von einer adiabatischen Phasenumwandlung sprechen. Die Zeit ist gar nicht gegeben, als daß bei der abrupten Dampfbildung Wärme zugeführt und bei der plötzlichen Kondensation welche abgeführt werden könnte. Beide Zustandsänderungen gleichen Kippvorgängen, bei denen, könnte man sie im Zeitlupentempo verfolgen, eine Flüssigkeit und ein Gas (des gleichen Stoffes, Wasser zum Beispiel) miteinander wechselwirken. Ein Teil der vorher in der Flüssigkeit enthaltenen Wärme steckt nach dem Phasenwechsel im Gas beziehungsweise in der Flüssigkeit. Gleichgewichtszustände, wie man sie der Dampfdruckkurve für Wasser entnehmen kann und die den Zusammenhang von Druck und Temperatur angeben, herrschen während der spontanen Phasenübergänge nicht.

"Zustandsgleichungen", die im Falle von Gleichgewichtsverhältnissen die druck- und temperaturabhängigen Phasenübergänge genau und in einer technisch verwertbaren Form beschreiben, gibt es für Nichtgleichgewichte nicht. Selbst für Flüssigkeiten eines einzigen Stoffes sind nur eingeschränkt brauchbare Formeln bekannt. Für sogenannte ideale Gase ist vor über 300 Jahren die noch heute gültige Zustandsgleichung p • V/T = konstant gefunden worden. Sie beschreibt das Zusammenspiel der direkt meßbaren Zustandsgrößen Druck (p), Volumen (V) und Temperatur (T) eines mit Gas gefüllten, abgeschlossenen thermischen Systems. Herrschen Ungleichgewichtszustände, ist diese Gleichung nicht anwendbar. Dazu müßte sie wenigstens die aus p, V und T abgeleiteten "kalorischen" Zustandsgrößen mit enthalten. Diese sind: I. Die innere Energie U. Nach Kelvin ist das die gesamte thermische Energie in einem eingeschlossenen Stoff oder Stoffsystem, die durch die ungeordneten Bewegungen seiner Teilchen repräsentiert wird. U kann sich nur ändern, wenn von außen durch die Systemgrenzen hindurch Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird. 2. Die Enthalpie H, die Summe von U+p V. Die Einführung dieser Größe hat die thermodynamischen Berechnungen von Zustandsänderungen vereinfacht, sofern diese bei konstantem Druck ablaufen. 3. Die Entropie S, eine sogenannte Verwandlungsgröße, die auf verschiedene Weise definiert und interpretiert wird.

## Eine allgemeine Zustandsgleichung fehlt

Eine allgemeine Zustandsgleichung, die alle thermischen und kalorischen Zustandsgrößen berücksichtigt und für jeden Stoff in jedem Aggregatzustand die bei Zustandsänderungen und Phasenübergängen zuund abzuführenden Wärmemengen zu berechnen erlaubt, dürfte ein Wunschtraum bleiben. Das Verhalten realer Gase (im Gegensatz zum idealen Gas) mathematisch zu erfassen, war das Bestreben zahlreicher Wissenschaftler. Die Zustandsgleichung, die J. D. van der Waals (1837-1923) formuliert hat, erfaßt immerhin die zwischen den Gasmolekülen auftretenden Anziehungskräfte (Kohäsion) und das "Wechselwirkungsvolumen der Moleküle" (Kovolu-men), das etwa dem Vierfachen des Eigenvolumens eines Moleküls entspricht. Beide Einflußgrößen treten besonders bei hohen Drücken und tiefen Temperaturen in Erscheinung. Es sind stoffabhängige Konstanten, die für jedes Gas andere Werte aufweisen. Zeichnet man Isothermen (Kurven gleicher Temperatur) für einen Stoff in ein Druck-Volumen-

Diagramm ein, lassen sich generell drei Bereiche voneinander unterscheiden: Im ersten ist der Stoff flüssig, der zweite markiert ein Mischgebiet flüssig-gasförmig, im dritten ist der Stoff gasförmig. Diese Übersichtlichkeit endet allerdings am "kritischen Punkt". Jenseits von ihm kann kein Gas mehr kondensieren.

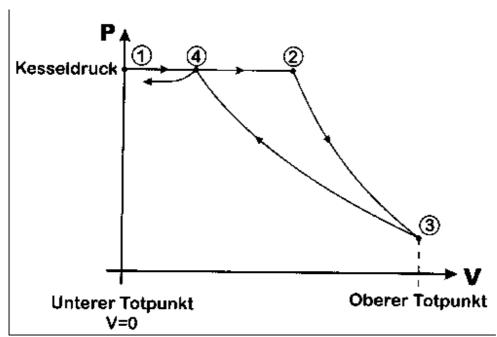
Dieser Exkurs an die Grenzen der Gleichgewichtsthermodynamik läßt sich auf einem anderen Wege noch weiterführen. Dazu wird der Begriff der Entropie bemüht, der nach seiner allgemeinsten Definition ein Maß für die Unordnung in einem System ist. Handelt es sich dabei um eine Wärmekraftmaschine, um eine Dampfturbine oder einen Verbrennungsmotor beispielsweise, ist deren Betrieb immer mit der Zunahme von Entropie, sprich zunehmender Unordnung verbunden. Im Abgas herrscht eine größere molekulare Unordnung als im Benzin, im Dampf ist die Entropie höher als in der Kohle. Soll der Dampf nach Verlassen der Maschine erneut Arbeit leisten, muß er zunächst abgekühlt werden und vollständig kondensiert sein. Erst nach abermaliger Verdampfung kann das Medium (Wasser zum Beispiel) in der Kraftmaschine wieder wirksam werden. Die aufzuwendende Energie, um einen Kreisprozeß wie diesen in Gang zu halten, ist auf jeden Fall größer als die dabei gewonnene.

Das ist eine Erfahrungstatsache, die mit dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik festgeschrieben wurde. Sie wird vom I. Hauptsatz sekundiert, nach dem es keine Maschine mit einem Wirkungsgrad über eins geben kann, denn diese müßte mehr Energie freisetzen, als zu ihrem Antrieb in sie hineingesteckt wird. Ob die große "Wettermaschine" in der Erdatmosphäre auch so funktioniert und das Geschehen mit heutigen Mitteln überprüfbar ist, diese Frage konnte ehrlicherweise noch niemand beantworten. Die Atmosphäre ist ein Gemisch von Wasser- und Luftmolekülen. Bilden sich Wassertröpfchen und sammeln sich diese, regnet es, wird Kondensationswärme frei.

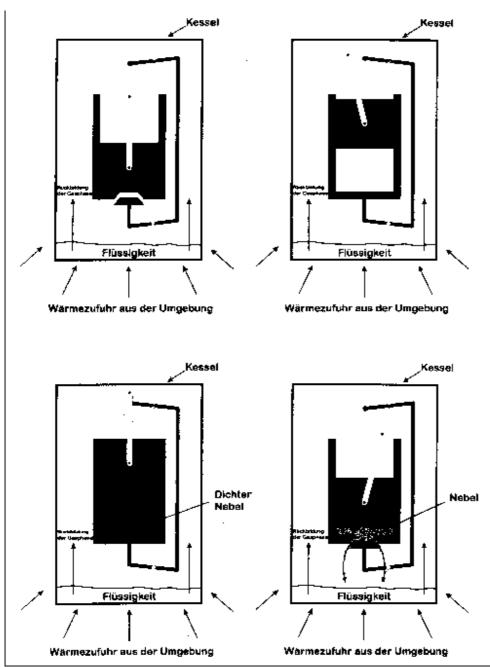
i Eine gewisse Unordnung geht in eine Ordnung über. Die i Wärme zum Verdampfen des Regenwassers, zur erneuten Vergrößerung der Unordnung in der Atmosphäre, kann nur von der Sonne kommen. Wo die Wärme aus der Kondensation von Wasserdampf bleibt, darüber kann man spekulieren. Verschwinden dürfte sie nicht, denn der I. Hauptsatz der Thermodynamik, der "Energieerhaltungssatz", besagt, daß Energie nicht verlorengehen, nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden kann. Erinnern wir uns der spontanen Verdampfung und der spontanen Kondensation, stellt sich die Frage, ob denn immer große Wärmemengen im Spiel sein müssen, wenn eine Flüssigkeit verdampft oder Dampf kondensiert. Sieht man Wasserdampf und Wasser in den Augenblicken, in denen sie bei den abrupten Phasenwechseln gemischt vorhanden sein müssen, als ein Zweistoffgemisch an, verlangen die Phasenübergänge weder eine Wärmezu- noch eine Wärmeabfuhr. Wasser und Luft bilden in der Atmosphäre ein Zweistoffgemisch. Ein wirkliches, denn es sind nicht - wie bei Wasser und Wasserdampf zwei Phasen ein und desselben Stoffes gemischt, sondern zwei verschiedene Stoffe.

## Rätselhafte Zweistoffgemische

Zweistoffgemische, und die sind das Thema dieses Buchkapitels, verhalten sich - jedenfalls nach bisherigen Erkenntnissen - recht rätselhaft. Sie sind noch wenig erforscht. Seit den 30er Jahren, das ergaben Recherchen des Berliner Physikers Bernhard Schaeffer, haben sich Wissenschaftler und andere häufiger, aber immer noch recht selten gefragt, ob sich nicht mit Zweistoffgemischen, wie Wasserdampf-Luft, Stickstoff-Sauerstoff, Kohlendioxid-Stickstoff oder Wasser-Benzol, therrnisehe Kreisprozesse darstellen ließen, die nutzbare Arbeit leisten. Schaeffer hat die Lösung dieser Fragestellung zu einer Art Lebensaufgabe gemacht. Und er stieß auf Verbündete. Einer ist der Moskauer Professor Dr. Albert V. Serogodsky. Weit über eine Million Mark privater Fördermittel hat Schaeffer in den letzten Jahren für grundlegende Experimente ausgegeben. Die benötigten Stoffdaten findet man nämlich nicht in der Fachliteratur, sie müssen erst gewonnen werden. Das ist mühsam, denn auch die Versuchsapparaturen sind nirgendwo erhältlich. Schaeffer steht kein gut dotiertes und adäquat ausgestattetes Laboratorium zur Verfügung. Was er in seiner



Pic 124 Typischer Kreisprozeß für ein Zweistoffgemisch, I-2 Kolben saugt trockenes Gasgemisch an. 2 Ansaugventil schließt. 2-3 Kolben weicht zurück, das Gasgemisch entspannt sich, es bildet sich dichter Nebel. ">-^ Das vernebelte Zweistoffgemisch wird komprimiert, der Nebel löst sich teilweise auf. 4 Der Kesseldruck ist wieder erreicht, das Ventil öffnet selbsttätig. 4-1 Das Zweistoffgemisch wird zusammen mit dem verbliebenen Nebel in den Kessel ausgestoßen, wo dieser abregnet. Durch die Wärmezufuhr von außen löst sich die Flüssigkeit im Kessel wieder auf. Die von dem rechtsläufigen Kurvenzug umschlossene Fläche repräsentiert die gewonnene Arbeit.



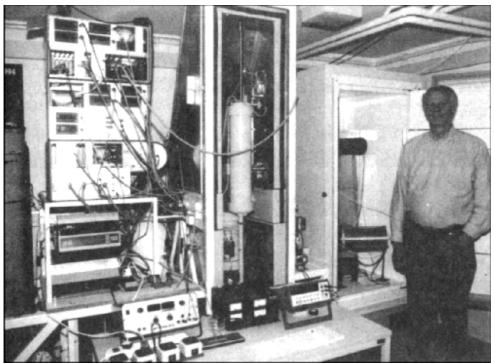
Pic 125 Schematischer Funktionsablauf in einer mit einem Zweistoffgemisch gefüllten Maschine entsprechend dem links abgebildeten Kreisprozeß (p,V-Dia-gramm). Dem Kessel fließt permanent Wärme von außen zu.

Hinterhofwerkstatt zusammen mit seinen Söhnen Jörg und Kai aufgebaut hat und vorführen kann, nötigt jedem "unverwöhnten" und unbefangenen Besucher dennoch große Hochachtung ab. Hier wird ein Weg in Neuland der Nutzenergiegewinnung erkennbar, und zwar einer absolut umweltneutralen. Es zeichnet sich ab, daß sich mit Zweistoffgemischen sogar die in der uns umgebenden Luft enthaltene Wärme zum Antrieb eines Energiewandlers herangezogen werden kann. Das widerspricht allen Erfahrungen und wird nicht vom 2. Hauptsatz der Thermodynamik gedeckt. Dessen von Max Planck überlieferte Definition macht das deutlich: "Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die Wärme aus einer Wärmequelle entnimmt und vollständig in mechanische Arbeit umwandelt." Eingedenk dieses Satzes braucht man als ehrenwerter Wissenschaftler und wissenschaftlich gut beratener Politiker gar nicht

erst hinzuhören, wenn Schaeffer seinen Mund aufmacht und um Gehör bittet. Versuchen er und seine Freunde gar noch Geldmittel für seine Arbeit zu akquirieren und Partner in wissenschaftlichen Kreisen und in der Industrie zu finden, gehen die Gespräche schnell zu Ende. Jede politische Beteuerung oder die einer öffentlichen Vereinigung, wonach man alles tue, um Energie einzusparen, die Umwelt von Schadstoffen zu entlasten und jede aussichtsreiche Energiealternative prüfen und nach Möglichkeit nutzen wolle, entpuppt sich dann bestenfalls als eine gutgemeinte Absicht, die an den Grenzen des sattsam Bekannten endet.

#### Echo aus der Industrie

Niemand hat das in jüngster Zeit deutlicher erfahren als der Unternehmer Dr. Hans Wilhelm Colsmann, Geschäftsführer der Dökowa GmbH 6c Co. KG, die sich seit Jahren um die



Pic 127 Bernhard Schaeffer neben einer seiner Versuchsapparaturen zur Untersuchung des Verhaltens von Zweistoffgemischen. Hier wird Grundlagenforschung betrieben.

linanzierung der Schaefferschen Zweistoff-Forschung kümmert. Ende Oktober 1995 berichtete er der Gesellschafterversammlung. Diese hatte im Juli beschlossen, die Zusammenarbeit mit führenden deutschen Industrieunternehmen zu suchen, nachdem Ergebnisse, die mit einer "Adiabaten-Meßanlage" gewonnen worden waren, zweifelsfrei erkennen ließen, daß mit dem geplanten Kreisprozeß Umgebungswärme in Nutzenergie umwandelbar sein müßte (um es vorsichtig auszudrücken). Vor der Beschreibung dieses Prozesses hier zunächst Auszüge aus einer Zitatensammlung von Hans W. Colsmann, die er nach seinen Kontaktanbahnungsversuchen mit deutschen Unternehmen angelegt hat. Nach der Vorstellung der Schaefferschen Forschungsarbeit und den sich abzeichnenden Aussichten für einen völlig neuartigen Energiewandler nahm Colsmann unter anderem die folgenden Rückäußerungen zu Protokoll:

RWE: "Die Natur läßt sich nicht überlisten, der 2. Hauptsatz gilt als Naturgesetz." ("Mit anderen Worten: Wir müssen uns irren.")

Veba: "Wir haben Kontakt zu einer Firma, die ebenfalls mit Gasgemischen experimentiert und vor der Anmeldung eines Patentes steht."

Daimler-Benz: "Wir haben uns für die nächsten 15 Jahre auf Antriebsverfahren festgelegt und kein Geld, um weitere Verfahren zu prüfen."

Krupp (Steag) u.a.: "Die Klärung eines Kreisprozesses gehört nicht zu unserem Produktprogramm."

MAN: "Wir sind sehr an dem Kreisprozeß interessiert, wenn wir ihn in Maschinen der von uns gebauten Leistungsstärke nutzen können. Jetzt können wir noch kein Geld dafür aufwenden."

Ruhrgas: "Wir sind aufgrund der Zielsetzung unseres Unternehmens ("saubere Energie") an einer intensiven Zusammenarbeit interessiert und werden in Berlin weitere Gespräche führen." (Die blieben im Ansatz stecken. - Anmerkung des Verfassers.)

#### Ein sensationelles Versuchsergebnis

Und nun der Prozeß und die Untersuchungsergebnisse, die im Sommer und Herbst 1995 gewonnen wurden:

In einen mit einem Kolben verschlossenen Zylinder wurde flüssiges Kohlendioxid (002) eingefüllt, darüber lagerte gasförmiger Stickstoff (N<sup>^</sup>). Alles befand sich im thermischen und kalorischen Gleichgewicht bei Werten, wie sie die Zustandsgleichungen für jeden der beiden Stoffe auswiesen. Überließ man das Stoffsystem sich selbst, kam es nach einer gewissen Zeit zu einer vollständigen Vermischung beider Stoffe. Umrühren führte sofort zur Störung des Gleichgewichtszustandes und zur Vermischung bei einem neuen Stoffgleichgewicht. Beim Zurückweichen des Kolbens (bei gleichbleibender Temperatur) sinkt der Druck ab, und das C0i wird zum größten Teil wieder flüssig. Der nachfolgende Verdichtungshub des Kolbens bringt das Stoffsystem kurzzeitig aus dem Gleichgewicht. Über dem flüssigen COi, das eine geringe Menge N2 enthält, lagert ein Gasgemisch aus Nz und C0i. Im "nächsten Moment" stellt sich der Ausgangszustand wieder ein, bei dem beide Stoffe vollkommen miteinander vermischt sind. Allerdings gibt es einen wichtigen Unterschied: Das Kondensat ist kälter als am Anfang. Um den tatsächlichen Anfangszustand wieder zu erreichen, muß von außen, aus der Umgebung der Apparatur - und einer später daraus zu entwickelnden Maschine -, Wärme in das System eindringen. Das ist die Antriebsenergie, die den angestrebten Energiewandler in Bewegung halten soll. Die automatisch aufgezeichneten Indikatordiagramme (p,V) weisen aus, daß ein rechtsläufiger (im Uhrzeigersinn) Kreisprozeß abgelaufen ist. Anfang 1996 war er noch nicht beliebig oft mit immer den gleichen Ergebnissen reproduzierbar. Aber es kann als gesichert angesehen werden, daß eine Maschine dann mit Umgebungswärme angetrieben werden kann, wenn in ihr ein Zweistoffgemisch bei ganz bestimmten Drücken, und damit auch Temperaturen, gezwungen wird, einen Kreisprozeß zu durchlaufen. Das ist die Basis für eine neue Energietechnik. Die daraus ableitbare Wärmekraftmaschine hat nur einen "warmen Pol", braucht keinen kalten. (Beim herkömmlichen Verbrennungsmotor ist beispielsweise der Kühler ein kalter Pol.) Worauf man bei den bekannten Wärmekraftmaschinen nicht verzichten kann und was deren Wirkungsgrade weit unter eins drückt, hat bei Zweistoff-Kreisprozessen gar keinen Platz. Die wechselseitige Beeinflussung, das Zusammenspiel zwischen einer gasförmigen und einer weniger flüchtigen Komponente eines Zweistoffgemisches ist aber im einzelnen noch unbekannt. Laut dem deutschen Patent, das im Oktober 1994 erteilt wurde und in dem Prof. Serogodsky als Erfinder genannt wird, ist seine Wärmekraftmaschine "dadurch gekennzeichnet", daß - das Arbeitsmedium ein Zweistoffgemisch ist, dessen beide Komponenten folgende Bedingungen

- Das Zweistoffgemisch ist ein Gemisch, in dem beide Komponenten gleichzeitig sowohl in flüssiger als auch in gasförmiger Form jeweils vermischt sind.
- Die leichter flüchtige oder gasförmige Komponente ist in der Flüssigphase der schwerer flüchtigen Komponente löslich.
- Die kritische Temperatur der einen Komponente liegt unterhalb der Kesseltemperatur, und die kritische Temperatur der anderen Komponente liegt oberhalb der Kesseltemperatur.
- Das Verhältnis der Konzentrationen der Komponenten des Zweistoffgemisches liegt bei der Kesseltemperatur im Bereich der retrograden Kondensation. (Anmerkungen des Verfassers: Die Patentschrift bezieht sich auf ein Gemisch aus Stickstoff und Butan. Unter "retrograder Kondensation"

versteht man die Bildung einer Flüssigphase aus einem Zweistoffgemisch durch Druckabsenkung bei konstanter Temperatur.) Bernhard Schaeffer und Albert Serogodsky konnten sich ihre Forschungs- und Meßergebnisse

Bernhard Schaeffer und Albert Serogodsky konnten sich ihre Forschungs- und Meßergebnisse gegenseitig bestätigen. Sollten sich ihre Arbeitsbedingungen - in Moskau und in Berlin - nicht bald und grundlegend verändern, wird der Menschheit möglicherweise eine der aussichtsreichsten Energiealternativen noch lange vorenthalten.

## Komplettprogramm

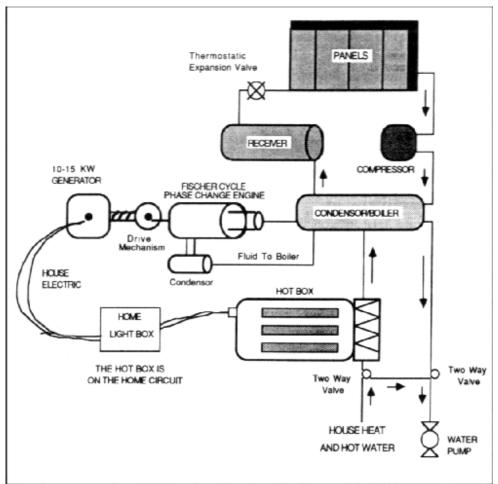
## "Super"-Wärmepumpe und Dampfmaschine ohne Kondensator

Maschinen laufen generell so lange, wie ihnen Antriebsenergie zugeführt wird. Hinter einer Maschine, die immer läuft, muß eine Energiequelle stecken, die ständig Energie liefert. Die Sonne ist so eine Energieguelle, aber ihre Energie zum permanenten Betrieb einer Maschine zu nutzen, fällt bekanntlich schwer. Tag und Nacht, Sommer und Winter, Wetterwechsel führen zu Diskontinuitäten bei der Energieversorgung aus dieser kosmischen Quelle. Anders verhielte es sich mit dem Energiereservoir Umgebungsluft, könnte man es anzapfen. Eine entsprechend konstruierte Maschine liefe dann unentwegt. Mit einer Wärmepumpe kann man Wärme aus der Luft (auch aus einem Gewässer oder dem Erdreich) extrahieren und deren Temperatur "hochpumpen", um mit der gewonnenen Wärme etwa eine Hausheizung zu betreiben. Zieht man den Stecker aus der Dose, unterbricht man die Stromzufuhr zu der Pumpe, die den Wärmepumpenkreislauf in Gang hält, ist es aus mit der Energiegewinnung aus der Luft. Die Leistungszahl einer Wärmepumpe gibt an, wie viele Energieeinheiten man gewinnt, wenn man eine Einheit zum Antrieb der Maschine in diese hineinsteckt. Bei der in der Regel erreichbaren Leistungszahl 3 gewinnt man drei Einheiten Wärme beim Verbrauch einer vergleichbaren Einheit an Elektrizität. Ließe sich die Leistungszahl auf 5 oder gar 12 steigern, ist es vorstellbar, die Energie für den Antrieb der Maschine aus der aufgenommenen Umgebungsenergie abzuzweigen. Dann hätte man eine ständig laufende Maschine aus einer unendlichen Quelle mit Energie versorgt. Ein Wunschtraum?

#### Wärmepumpe mit hoher Leistungszahl

Für den Amerikaner Dennis Lee keineswegs. 1987 hat er in Kalifornien ein Forschungslaboratorium eingerichtet, um seine Idee von einer "Super"-Wärmepumpe in die Tat umzusetzen. Längst hat er hochgradige Wissenschaftler und Ingenieure um sich geschart, die mit einer Vielzahl eigener Erfindungen, die allesamt für eine neue Energietechnik brauchbar sind, seine Better World Technologies Inc. bereichern. Das, was diese Gruppe anzubieten hat, nimmt sich wie ein Supermarkt für die Energieversorgung im dritten Jahrtausend aus. Würden wir uns daranbegeben, so sagt er sinngemäß, die heutigen Energiewandler durch eine umweltverträgliche Technik zu ersetzen, die ihre Nutzenergie auch noch quasi zum Nulltarif bereitstellen könnte, so wäre die Menschheit vollbeschäftigt. Vision hin oder her, schon die Spekulation darüber unterliegt einem Denkverbot. Der offene und unterschwellige Kampf mit der Energielobby eskaliert seit Jahren. Die Konsequenz, die Lee daraus gezogen hat, ist nicht unlogisch. Er will sein Wissen samt Bauanleitungen buchstäblich unter das Volk streuen. An dieser Stelle kann ich nur einige Schlaglichter werfen auf Technologien, von denen Dennis Lee behauptet, daß sie die "Konkurrenz" im Kalten zurücklassen werden.

Kernstück seiner "Super"-Wärmepumpe, die mit einer durchschnittlichen Leistungszahl von 6 aufwartet, aber auch schon 12 erreicht hat, ist der Verdampfer. Das ist der Wärmetauscher, der die Energie der Umgebungsluft in das System einkoppelt. Man stellt ihn ins Freie, wo ihn die Luft durchströmt, und zwar ohne die Mitwirkung eines Gebläses. Der in diesem Falle übergroße Verdampfer entspricht dem unendlichen Energievorrat der Umgebungsluft. Ein zu einem Kreis mit 2,1 m Durchmesser geformter Verdampfer beispielsweise bietet eine Kollektoroberfläche von über 370 m^. Dagegen ist die Verdampferfläche der üblichen Wärmepumpen vergleichsweise sehr gering. Und billig ist der Lee'sche Verdampfer obendrein, denn er wird nach dem sogenannten Rollbondver-fahren aus dünnem Aluminiumblech hergestellt. Das eingesetzte Kältemittel, für das es auch FCKW-freie Alternativen gebe, verdampft bei minus 40°C. Damit ist der Verdampfer praktisch witterungsunabhängig. Selbst wenn er mit Eis überzogen ist, kommt es noch zu einem Wärmeaustausch. Nach der Verdichtung des verdampften Kältemittels kann das Gas bis zu 120 °C heiß sein und steht unter einem hohen Druck. Der Kondensator hat, entsprechend dem Verdampfer, wiederum eine sehr große Wärmeaustauschfläche. Bei ein PS Antriebsleistung für den Kompressor liefere diese Wärmepumpe beispielsweise rund 8 kW Wärme. Die Wärmeenergie des heißen Gases kann zum Antrieb einer revolutionär neuen Dampfmaschine genutzt werden.



Pic 134 Alle Komponenten - Wärmepumpe, Fischer-Motor und Energiespeicher (Hot Box) - zusammengeschlossen ergeben ein Kraft-Wärme-System für das Haus,

#### Dampfmaschine neu erfunden

230 Jahre nach der Einführung der Watt'schen Dampfmaschine sei diese immer noch nicht voll entwickelt, postuliert Dennis Lee. Was unfachmännisch und lästerlich klingt, belegt er mit der nach ihrem Erfinder benannten "Fischer Cycle Phase Change Engine". Ihr Name verrät) daß in ihr eine Phasenumwandlung flüssig-Gas-flüssig stattfindet. Fischer hat den Kondensator abgeschafft, den James Watt aus dem Dampfzylinder nach draußen verlegt hat und ohne den keine Dampfmaschine laufen würde. Alle Wärmekraftmaschinen sind genaugenommen offene Systeme, denn sie entlassen Dampf oder Abgas. Nicht so der Fischer-Motor. In ihm läuft ein geschlossener Kreislauf ab, vollführt von einem unter hohem Druck stehenden Arbeitsmedium. Eine geringe flüssige Menge von ihm wird am oberen Totpunkt auf den Kolben der Maschine gespritzt. Das erzeugt eine kleine Hubkraft. Die sich anschließende explosionsartige Dampfentwicklung treibt den Kolben dann kraftvoll nach unten. Und weil mit dem sich vergrößernden Volumen der Dampfdruck sinkt, kondensiert der Dampf. Am unteren Totpunkt verläßt das Arbeitsmedium den Zylinderraum in flüssiger Form in Richtung eines Verdampfers (Boiler).

Allein durch den Wegfall des Kondensators, der die Kondensationswärme aus dem Prozeß ausleitet und der bei den bekannten Dampfmaschinen für einen Verlust von etwa 50 Prozent der mit dem Dampf eingebrachten Energie verantwortlich ist, ergibt sich ein bislang unerreichter Wirkungsgrad. Auch wenn dieser bei einem Arbeitszyklus nur 20 Prozent betrage, spiele das keine Rolle. Die nicht verbrauchte Energie fließe ja in den nächsten Zyklus wieder ein. Der Prozeß funktioniere bei jeder Temperatur, das hänge nur von der Art des Arbeitsmediums ab. Folglich könne auch die mit der Super-Wärmepumpe gewonnene Wärme als Antriebsenergie genutzt werden. 640.000 Dollar wurden ausgegeben, bis der

Prototyp des Fischer-Motors lief. Eine Serienmaschine, die beispielsweise ein Auto antreiben könne, würde nur einige hundert Dollar kosten. Nach dem entsprechenden Umbau des Fahrzeugs, den Lee mit rund 1500 Dollar veranschlagt, könne man abgasfrei an allen Tankstellen vorüberfahren.

#### Kompakter Wärmespeicher und andere Innovationen

Spätestens für den mobilen Betrieb hält das kreative Team des Dennis Lee einen als "Hot Box" bezeichneten Energiespeicher bereit. Welche Hightech sich dahinter verbirgt, ist vorerst Betriebsgeheimnis. In einem Volumen von 35 Kubikdezi-metern ließen sich 5865 Kilowattstunden speichern, heißt es. Aus Lee's Arsenal, in dessen Wärmepumpe allein 32 patentierte Erfindungen stecken, wäre noch ein als "Adiabatic Bicoannular Reactor" bezeichnetes Verbrennungssystem zu erwähnen. Bei einem Verbrennungswirkungsgrad bis annähernd 90 Prozent scheint es so gut wie alles schadstoffarm verbrennen zu können. Revolutioniert haben die Erfinder um Lee auch die Wasserzerlegung zur Gewinnung von Wasserstoff. Im Gegensatz zu der gängigen Wasserelektrolyse arbeitet man mit gepulstem Gleichstrom. Dadurch werde der Elektrizitätsbedarf enorm gesenkt, der Wunschkraftstoff Wasserstoff sehr billig. Ein Auto, das nur Wasser im Tank hat und dessen Motor mit an Bord erzeugtem Wasserstoff läuft, fährt bereits.

Es ist nicht zu fassen, was die geballte schöpferische Intelligenz eines einzigen Teams zuwege gebracht hat. Auch hier ist Energietechnik für das dritte Jahrtausend abholbereit, mindestens mit Aussicht auf großen Erfolg entwicklungsfähig. Freilich, wer heute von der Bereitstellung von Primär- und Sekundärenergie lebt, wird daran kaum Gefallen finden. Ohne gewaltige Machtkämpfe wird diese Energietechnik bestenfalls sporadisch auf den Markt kommen. Die rapide zunehmenden Probleme mit der Energie dürften dem Neuen allerdings die Bahn brechen helfen. Dennis Lee ist zuzustimmen, wenn er sich verstärkt an die breite Öffentlichkeit wendet und seine "Ware" zu einer wohlfeilen macht.

## Zurückgeholt aus der Technikgeschichte

## Zürcher Zellenrad-Wärmepumpe könnte ein moderner Energiewandler werden

Wird Luft verdichtet, erwärmt sie sich. Leitet man die warme Luft durch einen Wärmetauscher, in dem sie einen Teil ihrer Wärme wieder abgibt, verringert sich ihr Volumen. Während sich die Luft entspannt, sinkt ihre Temperatur unter diejenige, die sie vor ihrer Verdichtung hatte. Statt die Wärmeenergie über einen Wärmetauscher abzuführen, könnte man sie auch in einer Turbine "abarbeiten", sprich in eine Drehbewegung, ein Drehmoment umsetzen. Säßen Turbine und Verdichter auf einer gemeinsamen Welle, könnte die Turbine den Verdichter aber nicht antreiben, weil ihr nur ein vergleichsweise geringes Luftvolumen zur Verfügung stünde. Erwärmt man dagegen die Luft zusätzlich auf ihrem Wege vom Verdichter zur Turbine - durch Verbrennen von Kraftstoff etwa -, ist das möglich. Jede Gasturbine, zum Beispiel in einem Flugzeug, beweist das. Anstelle einer Brennkammer ist auch ein Zusatzantrieb denkbar. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Wärmepumpe, deren Name ihr Funktionsprinzip recht anschaulich umschreibt. Wärme von niedrigem Temperaturniveau wird auf ein höheres "gepumpt". Mit der Wärme der Umgebungsluft, eines Gewässers oder des Erdreichs läßt sich auf diese Weise beispielsweise ein Haus heizen. Zwei Voraussetzungen müssen allerdings erfüllt sein: Erstens muß die Wärmepumpe mechanisch angetrieben werden, zweitens muß ein Arbeits- oder Wärmetauschmedium durch sie hindurchgepumpt werden. Üblicherweise treibt ein Elektromotor eine Pumpe an, die ein sogenanntes Kältemittel in einen Kreislauf zwingt. Die von außen aufgenommene Wärme führt zur Verdampfung des Arbeitsmittels. Die Pumpe verdichtet den Dampf, dessen Temperatur und Wärmeinhalt sich dadurch weiter erhöhen. Anschließend durchströmt der Dampf einen Wärmetauscher, einen Kondensator, in dem er einen Teil seiner Wärmeenergie zum Beispiel an den Wasserkreislauf einer Hausheizung abgibt. Dem Kondensator ist ein Entspannungsventil (Drossel) nachgeschaltet, das den Druck des jetzt flüssigen Mediums auf das Niveau vor der Verdichtung absenkt.

Das Ergebnis ist auf den ersten Blick erstaunlich günstig. Für eine Einheit an Antriebsenergie kann man das Doppelte bis Dreifache an nutzbarer Heizenergie abführen. Man spricht von der Leistungsziffer, die bei motorisch angetriebenen Wärmepumpen in der Regel zwischen 2 und 3 liegt. Weniger imposant ist das Ergebnis, wenn man darüber hinaus den Wirkungsgrad des Kraftwerkes und die Verluste in den Leitungen berücksichtigt, die den Strom für den antreibenden Elektromotor liefern. Dann ist praktisch nichts gewonnen. Günstiger fällt die Rechnung aus, wenn man eine Wärmekraftmaschine als Antrieb für die Wärmepumpe wählt, denn die von ihr zwangsläufig entwickelte Wärme ist nutzbar.

### Luft als Wärmelieferant und Arbeitsmedium

Daß man statt eines Kältemittels auch ganz gewöhnliche Luft einsetzen kann, ist lange bekannt, hat aber kaum noch jemanden interessiert. Die Umgebungsluft sowohl als Wärmelieferant als auch als Arbeitsmedium zu nutzen, führt zu einer reinen Luftwärmepumpe. Bei ihr fallen das bislang umweltschädliche Kältemittel und die Drosselverluste weg. Und da sie nicht elektromotorisch angetrieben werden muß, braucht man auch die Kraftwerksverluste nicht einzurechnen. Im Gegensatz zu den Wärmepumpen mit Kältemitteln, die nur oberhalb von etwa 5°C Umgebungstemperatur betrieben werden können, weil sonst das Gerät an seinem "kalten Pol" vereist, ist eine Luftwärmepumpe auch noch unterhalb dieser Temperatur funktionsfähig. Freilich hat die Luft auch Nachteile. Wegen ihres relativ geringen "spezifischen Wärmeinhaltes" muß man große Luftmengen durch die Maschine schleusen, um nennenswerte Heizleistungen zu erzielen.

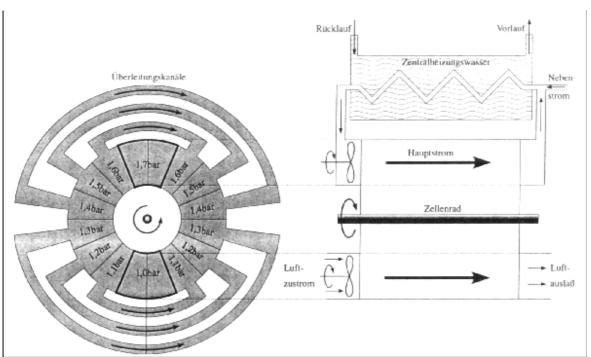
Um so verblüffender ist es, daß 1938 und danach das Zürcher Kongresshaus mit einer echten Luftwärmepumpe beheizt wurde. In der Zeitschrift "Elektrizitäts-Verwertung", Nr. 9/10 des Jahrgangs 1939/40, ist darüber ein ausführlicher Fachartikel erschienen. Die von den Firmen BBC und Gebrüder Sulzer installierte Maschine lieferte eine Heizleistung von 50 kW und eine Kälteleistung von 27 kW. Sie war für eine Warmluftmenge von 7300 mVh und 2°C Außentemperatur bemessen, die Abluftmenge betrug dabei 3800 mVh und erreichte eine Temperatur von 20°C. Die Leistungsziffer lag zwischen 2 und 3. Gegenüber einer Kaltdampfmaschine, so heißt es in dem Artikel, habe sie den Vorteil gehabt, daß sie mit "einem überall kostenlos vorhandenen ungefährlichen Arbeitsmedium (Luft) bei geringen Überdrücken (0,4 bis 0,6 bar) lief. Angetrieben wurde die Wärmepumpe durch einströmende Zusatzluft, deren Menge

bei 15 bis 20 Prozent der in einem sogenannten Zellenrad durchgesetzten Luftmenge lag. Dieses Zellenrad, erfunden von einem Ingenieur namens Lebre von der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich, war das Kernstück dieser Luftwärmepumpe.

Archivmaterial neu durchdacht

Was längst vom Archivstaub zugedeckt war, der genannte Fachartikel und weitere technische Unterlagen, hat der Berliner Physiker Bernhard Schaeffer wieder zutage gefördert und neu durchdacht. Er ist Inhaber der Schaeffer Apparatebau KG und Spiritus rector der Werkstatt für dezentrale Energieforschung e.V. Im September 1995 hielt sein Sohn Kai Schaeffer auf dem Kongreß "Neue Horizonte in Technik und Bewußtsein", veranstaltet vom Jupiter-Verlag/TransAltec in Gwatt am Thuner See, einen Vortrag darüber, wie die Zürcher Zellenrad-Wärmepumpe mit heutigen technischen Möglichkeiten und in modifizierter Form zu neuem Leben erweckt werden könnte. Bernhard Schaeffer hat sich dazu auch von einer Patentschrift des Engländers Dudley Brian Spalding inspirieren lassen, die am 29. Januar 1959 vom Deutschen Patentamt ausgelegt wurde. Ihr Titel: "Wärmepumpenanordnung mit Druckaustauscher-Zellenringsystem".

Der Trick des Zellenradrotors, so Kai Schaeffer in Gwatt, bestehe darin, daß die Wärmeübergänge und Druckausgleiche zwischen Luftkammern, in denen jeweils verschiedene Temperaturen und Drücke herrschen, so schnell abliefen, daß im thermodynamischen Sinne dabei kaum Verluste aufträten. Der Läufer der Zürcher Maschine, das Zellenrad, war über seinen Umfang hinweg axial in eine Anzahl gleich großer Kammern



Pic 141 Funktionsprinzip der Zellenrad-Wärmepumpe.

unterteilt. Hatte das angetriebene Zellenrad seine Betriebsdrehzahl erreicht, herrschte in den Kammern, die an ihren Enden und am Umfang vom Maschinengehäuse (Stator) eng umschlossen und damit auch ziemlich gut verschlossen waren, jeweils ein etwas anderer Druck. Beim Umlauf des Zellenrades, und dieses Prinzip soll beibehalten werden, gelangen die Kammern ständig vor die Öffnungen von Uberleitungs-kanälen, über die jeweils zwei Kammern ihren Druckunterschied ausgleichen. Nach einer halben Rotordrehung ist der Druck in jeder Kammer von dem ursprünglich vorhandenen auf den Maximaldruck angestiegen. In diesem Moment wird die dadurch erwärmte Luft über ein Gebläse abgezogen und bei gleichem Druck gegen kältere ausgetauscht. Während der zweiten Hälfte einer Rotorumdrehung sinkt der Druck in jeder Kammer wieder auf das Ausgangsniveau. Die Luft wird ausgeblasen und durch Frischluft ersetzt. Die bei der Verdichtung im Zellenrad erwärmte Luft liefert einen Teil ihrer Wärmeenergie in einem Wärmetauscher an die Hausheizung ab. Den zusätzlich zum Antrieb benötigten Luftstrom, den in Zürich ein elektrisch angetriebenes Gebläse erzeugte, möchte Bernard

Schaef-fer in Form von Heißluft - erzeugt durch das Verbrennen von Kraftstoff - in das System einbringen. Dazu hat er sich Alternativen mit jeweils zwei Wärmetauschern und drei oder vier Turbinen beziehungsweise Verdichtern überlegt.

### Schwingende Luftsäulen

Angeregt durch das Spaldingsche Patent hat Schaeffer die Druckverläufe in den Kammern studiert. Die auftretenden Verdichtungsstöße versetzen die Luft in Schwingungen, die bei einer entsprechenden Maschinenauslegung dazu führen müßten, daß sich der Luftwechsel praktisch selbsttätig vollzieht. Möglicherweise kann sogar der Rotorantrieb entfallen; dann nämlich, wenn man die (Druck-) Luft aus schräg einmündenden Kanälen in die Kammern strömen und so eine Kraft in Drehrichtung erzeugen läßt. Auf jeden Fall ist Bernhard Schaeffer davon überzeugt, daß sich die verschwundene Zürcher Zellenrad-Wärmepumpe zu einem effizienten Energiewandler weiterentwickeln läßt.

Das traut er sich zu. Und die LASA Brandenburg, die brandenburgische Landesagentur für Struktur und Arbeit GmbH, schien daran auch ein ernsthaftes Interesse zu haben. Im September 1993 wurde ein Werkvertrag unterschrieben, mit dem die LASA bei Bernhard Schaeffer eine "Studie zur Entwicklung der Luftwärmepumpe" bestellte. Sie wurde prompt bezahlt, aber damit hatte es sich auch. Am 22. November 1993 war die Studie abgeschlossen. Danach: Warten, Nachfragen bei der LASA und Enttäuschung über das schweigende Potsdam. Am 7. Mai 1994 schrieb Dr. Rolf Schmachtenberg vom Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Frauen des Landes Brandenburg einen Brief. Er war an Dieter Kersten adressiert, den Geschäftsführer der Werkstatt für dezentrale Energieforschung, der Schmachtenbergs Kollegen Olaf Sund zu einem öffentlichen Vortrag über die Luftwärmepumpe eingeladen hatte. Mit Herrn Referatsleiter Lawitzka vom Bundesforschungsministerium, so steht's in dem Brief, habe LASA-Geschäfts-führer K.-D. Klotz die Förderungsmöglichkeit eines entsprechenden F&E-Vorhabens erörtert. Seine Entscheidung mache Herr Lawitzka jedoch von einer Stellungnahme des "Wärmepumpenspezialisten" Prof. Dr. G. Alefeld von der TU München abhängig. Das war's denn. Klotz hat die LASA verlassen, Alefeld ist verstorben. Vater und Sohn Schaeffer, Dieter Kersten und seine "Werkstatt" haben längst ihren einst "fröhlichen Optimismus" (Originalton) eingebüßt und konnten vergleichbar schlechten Erfahrungen eine folglich überflüssige hinzufügen. Die vom Steuerzahler finanzierte Studie ist wohlfeil geworden und wird, von der Werkstatt für dezentrale Energieforschung vervielfältigt, zum Kauf angeboten.

#### Innovatives die Fülle

## Wärme-Kraft-Kopplung nach dem Prinzip des Stirlingmotors

Mit dem "Stand der Technik" hat sich Günter Pöschl selten zufrieden gegeben, wenn er für sich oder andere eine Ingenieuraufgabe zu lösen hatte. Er spricht von Evolution und denkt dabei an den technischwissenschaftlichen Fortschritt und an seine eigenen Erkenntnisprozesse. Fehle es an der Bereitschaft zur Mutation, werde wirklich Fortschrittliches nicht geboren. Genau das sei heute der Fall am "Wirtschaftsstandort Deutschland". Da würden Industriefriedhöfe gepflegt, da begegneten einem lauter "Krampfbündel", wie man in seiner österreichischen Geburtsheimat Menschen nennt, die nicht zur Entfaltung kommen. In dieser Situation sollte Günter Pöschl eigentlich ein begehrter Mann sein, zumal viele seiner "Evolutions"-Schritte von revolutionärem Charakter sind. Aber dem ist nicht so. Es fehlt eben die Mutationsbereitschaft. Das, was Pöschl anbietet, erfüllt bei seinen etablierten Gesprächspartnern aus der Industrie die Bedingungen von "Killerkriterien". Umstellungen im Denken und Produzieren wären die Folge, würde man seine Ideen und abholbereite Technik übernehmen. Das jedoch ist nicht gewollt. Mag diese Haltung angesichts der Menschheitsbedürfnisse und des Wettbewerbsdruckes auf den Weltmärkten noch so kurzsichtig und gefährlich sein: "Morgen werden wir schon noch über die Runden kommen."

### Ein Mann, der alles anders macht

Was ist das für ein Mann, dieser Günter Pöschl, der 1943 als Zweitältester von neun Geschwistern in Brück an der Murr geboren wurde? Ein suchender und findender Mensch auf alle Fälle. Maschinenschlosser hat er gelernt. Pilot wurde er, in Esslingen hat er Maschinenbau studiert, dazu Werbegraphik, an der Technischen Hochschule Karlsruhe schließlich Physik. Nebenbei war er stets gezwungen, seinen Lebensunterhalt zu verdienen. Unter anderem bei Bosch, wo ihm 1964 das erste Patent erteilt wurde; auf einen Fliehkraftregler für Zweitakter-Zündsysteme. Pöschl macht prinzipiell alles anders, verliert nie die Anwendungspraxis aus den Augen und kann gut kombinieren. Dann springt der Göttliche Funke über, den Arthur Koestler im schöpferischen Augenblick erkannt hat. Günter Pöschl konstruierte Motorenteile, Flugzeug- und Autositze, viele Sondermaschinen, Roboter und so etwas Ausgefallenes wie ein Siebdruckgerät für Skistöcke. Er entwickelte Rennautos und war an der Klimaanlagenentwicklung für den Airbus beteiligt.

Etwa Mitte der 70er Jahre machten ihm klimatische Veränderungen in den Unternehmen zu schaffen. Bis dahin seien Innovationen anerkannt worden. Dann hätten Betriebswirte das Ruder übernommen und sachfremde Unternehmensberater auf dilletantische Weise vieles umgekrempelt. Pöschl machte sich selbständig und gründete die Firma Novotherm

für solarbeheizte und gekühlte Gewächshäuser mit Latentwärmespeichern. 450 Hektar Gewächshausfläche verkaufte er im Jahr, vornehmlich nach Arabien. Er lernte arabisch und erwarb viele Patente: auf Sonnenspiegel und dem Sonnenlauf folgende Apparaturen sowie photovoltaische Anlagen. Untreue Mitarbeiter veranlaßten ihn, Novotherm zu liquidieren. Mit einem Ingenieurbüro für Solartechnik gelang ein Neuanfang. Beschäftigt haben ihn und seine sechs Mitarbeiter damals vorrangig "echte" Miniautos, wie er betont. Rund 300 Stück hat er gebaut und hauptsächlich in den Nahen Osten verkauft. Ein Kopist in Polen machte ihm das Geschäft zunichte. Pöschl geriet gewaltig unter Druck, dem er wieder einmal mit Innovationen auswich. Er entwarf ein neuartiges Flußkraftwerk, das auch begeistert aufgenommen worden sei. Nur nicht bei der baden-württembergischen Steinbeis-Stif-tung, die ihm zu einer staatlichen Förderung hätte verhelfen können. Aber das war undenkbar nach einem Expertengutachten, das für Pöschl nichts weiter als "deprimierenden Schwachsinn" dokumentierte.

#### **Unlautere Gesellschafter**

Kälteanlagen und deren geregelte Antriebe, die er zunächst für Autos und Kühlcontainer entwarf, wurden für Günter Pöschl selbst zum Antrieb für eine Vielzahl revolutionärer Neuerungen. Auf der Suche nach Partnern mit Geld geriet er an "die unangenehmste Person" in seinem Geschäftsleben. Der feine Herr blieb die zugesagten Gesellschaftsanteile schuldig und verwandelte sich in einen Erpresser, der sogar

Pöschls Leben bedrohte. Technologieberater entpuppten sich als Trittbrettfahrer. Der Name des großen Ganoven und seiner Firma sei hier verschwiegen; wegen Subventionsbetruges dürfte er sich demnächst vor dem Kadi zu verantworten haben und selbst "outen". Pöschl machte die Arbeit, der andere kassierte die öffentlichen Gelder. Aber der Kreativität des Erfinders tat das keinen Abbruch. Dem wurde ein Kälteerzeuger patentiert, der Ultraschall zur Kältegewinnung nutzt. Pöschl macht die Keramik einsatzreif für Kältekompressoren und schlägt Zyklobutan als FCKW-freies Kältemittel vor. Das ist der Stoff, welcher der Ex-DDR-Firma Foron weltweite Aufmerksamkeit verschaffte. Für den gutachtenden Prof. Horst Kruse, Leiter des Instituts für Kältetechnik und Angewandte Wärmetechnik der Universität Hannover, war das freilich nichts. Günter Pöschl verlor total die Lust, wie er sich erinnert, mit der Mafia der Kälteindustrie weiter zusammenzuarbeiten.

Ein neuer Gesellschafter rückte an Pöschls Seite. Der versuchte alles zu blockieren und wollte nur das Tauchboot "Sea-)et", dessen Motor mit Druckluft aus der Flasche läuft. Nachdem einige Prototypen verkauft waren, mußte sich Pöschl auch von diesem Gentleman trennen. Er erpreßt ihn noch heute und traktiert ihn mit unbilligen Forderungen, die auch einen Druckluft-Außenbordmotor betreffen.

## **Gewerblich organisierte Erfinderwerkstatt**

Etwa 1990 wurde der Geschäftsmann, der hinter der UTI Holding + Management Aktiengesellschaft steckt, zum Retter von Pöschls Existenz. Für über 60 seiner Patente hat er bereits die Gebühren übernommen. Günter Pöschl konnte weiterarbeiten. Etwa die Hälfte der Kosten, die seine GP Konstruktions und Management AG & Co. KG im Raum Stuttgart verursacht, erwirtschaftet er mit Entwicklungsund Fertigungsaufträgen von Dritten. Zu den jüngsten Novitäten gehören Kleinstkompressoren und eine handbetätigte Vakuumpumpe, die auch als Hochdruckverdichter einsetzbar ist und dann in einer Stufe einen Druck von 220 bar erzeugen kann. Günter Pöschl folgt seiner eigenen Entwicklungsstrategie. "Unser Augenmerk", sagt er, "liegt nicht in der Erweiterung und Anpassung bestehender Produktlinien, sondern ganz exklusiv in der Umsetzung technologisch neuer Ansätze, von der Idee bis zum marktfähigen Produkt." Wirklich innovative Bereiche ließen sich nur erschließen, wenn man etablierte Erkenntnisse und konventionelle Konstruktionsansätze ausgesprochen kritisch bewerte. Einen seiner wichtigsten Leitsätze hat Pöschl wie folgt formuliert: "Verfolge jede Idee aus absolut ganzheitlicher Anschauung und mit der erforderlichen Portion kreativer Beharrlichkeit, bis hin zur erfolgreichen Umsetzung." In seinem Betrieb, den er als "gewerblich organisierte Erfinderwerkstatt" bezeichnet, kann man die Leistungen des ungemein schöpferischen Günter Pöschl auch retrospektiv ermessen. Sie spiegeln einen riesenhaften Wissens- und Erfahrungsschatz wider. Ende Mai 1996 war dieser Genius Urheber von sage und schreibe 3470 Patentanmeldungen. Viele von ihnen sowie zahlreiche Maschinen und Anlagen, die er heute vorführen kann, weisen Wege in eine Energiezukunft, wie sie sich jeder vernünftige Mensch nur wünschen kann. Technikerträume und der Wunsch nach Produkten, die noch kein anderer hat, die konkurrenzlos sind und weltweite Wettbewerbsvorteile garantieren würden, sind Wirklichkeit geworden: ölfreie Maschinen mit Kolben und Zylindern aus Keramik; ein neuer Kraftstoff mit einem sehr hohen Anteil gewöhnlichen Wassers, der äußerst schadstoffarm und rußfrei verbrennt; ein Energieerzeuger nach dem Prinzip des Stirlingmotors, der seine Antriebsenergie aus der Umgebung, Luft oder Erdreich zum Beispiel, beziehen könnte. Die Aufzählung von Neuerungen muß an dieser Stelle unvollständig bleiben.

# Den Stirlingmotor fit gemacht

Der Stirlingmotor ist nach der Dampfmaschine eine der ältesten Wärmekraftmaschinen. Der schottische Pfarrer Robert Stirling hat ihn erfunden und 1816 vorgestellt. Im Gegensatz zu den bekannten Verbrennungsmaschinen, wie Otto- und Dieselmotor und Gasturbine, deren Arbeitsgas durch die Verbrennung von Kraftstoff in ihnen entsteht, wird dem Stirlingmotor die Antriebswärme von außen zugeführt. Das ist gleichzeitig sein größter Vorzug. Damit kann nämlich eine Vielzahl von Wärmequellen genutzt werden; von Verbrennungen aller Art bis hin zu industrieller Abwärme und solarer Wärme. Verbrennungs- und Elektromotoren haben den Stirling unter anderem wegen dessen hohen Leistungsgewichtes (Motorgewicht je PS/kW) und seines langsamen Arbeitsrhythmus' verdrängt. Im Prinzip wird in einem Stirlingmotor ein eingeschlossenes Arbeitsgas zwischen einer heißen Kammer (die von außen erhitzt wird) und einer kalten (in der das Gas abkühlt) hin- und hergeschoben. Die meisten der Bauformen, die im Laufe der Zeit - auch als Kältemaschinen - ausprobiert wurden, weisen neben dem

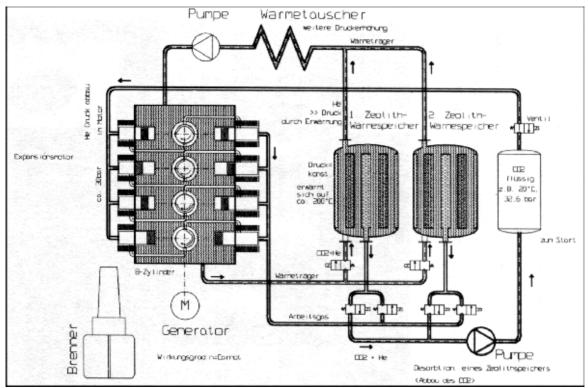
Arbeits- einen Verdrän-gerkolben auf. Stirlingmotoren laufen leise, denn es fehlen die explosionsartigen Verbrennungsstöße. Der Wegfall von Ventilen und Zündeinrichtungen vereinfacht ihre Bauweise. Aber, neben dem hohen Baugewicht weisen die wenigen Stirlingmotoren, die man heute erwerben kann und in denen Helium als Arbeitsgas eingeschlossen ist, doch wesentliche Nachteile auf. Sie müssen hochtemperatur- und hochdruckfest sein, denn das Arbeitsgas erreicht Temperaturen bis tausend Grad und Drücke bis 300 bar. Entsprechend massiv muß die Maschinenkonstruktion sein, sind die beiden Wärmetauscher anzulegen, von denen der eine die Antriebswärme in den Stirlingmotor ein- und der andere die Abwärme auskoppelt. Die Wärmeausnutzung ist schlecht, denn die Energie, die in der Abwärme steckt, geht verloren.

All das störte Günter Pöschl. Die ihm patentierte Wärmekraftmaschine funktioniert zwar nach dem Stirlingprinzip, als Stirling ist sie aber nicht ohne weiteres erkennbar. Ihr Prototyp ist 1995 während der UN-Klimakonferenz in Berlin vorgestellt worden. Der eigentliche Motor ist eine grundlegende Eigenkonstruktion. Statt üblicher Wärmetauscher werden Zeolith-Wärmespeicher eingesetzt. Als Arbeitsmedium kann Kohlendioxid (CC)2) verwendet werden, das bereits bei Temperaturen ab 60 Grad Celsius den Motor antreibt. Größere Anlagen, und die hat Pöschl konzipiert, können als Wärme-Kraft-Kopplung (Blockheizkraftwerk/BHKW) betrieben werden. Mit seiner Wärmekraftmaschine, die man auch als Anlage bezeichnen könnte, hat Günter Pöschl ein ganzes Bündel von Innovationen realisiert.

#### Wärmeaustausch via Zeolith

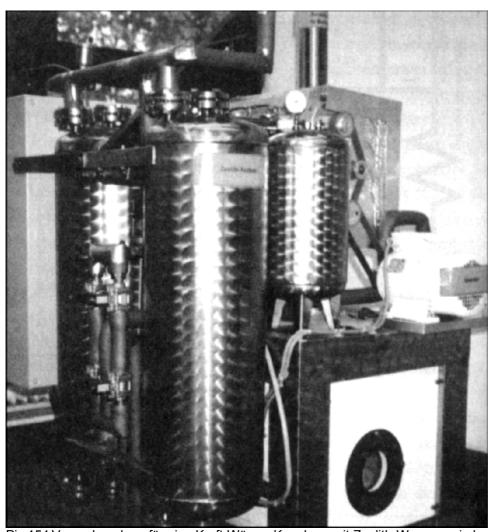
Das Wort "Zeolith" kommt aus dem Griechischen und bedeutet "kochender Stein". Neben der in der Natur vorkommenden Mineraliengruppe werden Zeolithe in etwa hundert Varianten synthetisch hergestellt. Gemeinsames Merkmal ist ihre große "innere Oberfläche"; sie kann bei einer Handvoll Zeolith so groß sein wie zwanzig Fußballfelder. Mit Zeolith gefüllte Wärmespeicher sind eine der Hoffnungen, die Sonnenenergie dadurch wirtschaftlicher und gleichmäßiger nutzen zu können, daß man sie tagsüber einspeichert, um sie nachts verfügbar zu haben. Auf ähnliche Weise und in einem entsprechend großen Maßstab, das wird zumindest diskutiert, möchte man die sommerliche Wärme für den Winter aufbewahren. Über bescheidene Experimentieranlagen hinaus ist das alles nicht gediehen. Zeolith-Wärmespeicher in einen dynamischen und zyklisch schnell ablaufenden Maschinenprozeß zu integrieren, dürfte überhaupt noch niemand versucht haben. Günter Pöschl gelingt das mit einer völlig neuen Technologie.

Zu seiner Maschine gehören zwei gleiche Zeolith-Speicher, die, im Sinne des Stirlingprozesses, abwechselnd als Wärmetauscher an der warmen und an der kalten Maschinenseite füngieren. Der Wärmetausch findet zwischen zwei Medien statt, die wechselweise in den einen und in den anderen Speicher ein- und aus ihnen ausgeleitet werden. Der Wärmetausch ist hier im wesentlichen ein Mittel zum Zweck: zum einen, um Wärme einzuspeichern, zum anderen, um sie wieder zu befreien. Bei der Einspeicherung wird kaltes Abgas (002) aus der Maschine von dem Zeolith absorbiert, das heißt in dessen molekulare Hohlraumstruktur eingelagert. Dabei kommt es zu einer heftigen thermischen Reaktion, bei der das Arbeitsgas erhitzt wird - bei gleichzeitiger Absenkung des Partial-druckes. Um das Gas aus dem Speicher wieder auszutreiben, sprich das Zeolith zu desorbieren, muß dem Zeolith Wärme zugeführt werden. Die bringt ein durch ein Rohrsystem strömendes Wärmeträgermedium, zum Beispiel Wasser oder Helium, in den Speicher ein. Diesmal findet im Zeolith eine Abkühlung, Wärme (aus dem Wärmeträger) verbrauchende Reaktion statt, die das Arbeitsgas ausströmen läßt. Der Raum zwischen den Rohren, aus denen das Arbeitsgas in den Speicher hinein- und wieder aus ihm herausströmt, sowie diesem und dem Rohrsystem für den Wärmeträger ist mit Zeolith gefüllt.



Funktionsschema einer Wärmekraftmaschine nach dem Prinzip des Stirling-motors.

Weil 002 ein niedrigsiedendes Gas ist, kann der Motor bei einer vergleichsweise niedrigen Temperatur laufen. Auf dem Wege des CO; in den Motor durchströmt das Gas einen Wärmetauscher, über den dem Prozeß in Form von Wärme die Energie zugeführt wird, die der Motor als Drehmoment, etwa zum Antrieb eines Generators, abgibt (theoretisch betrachtet, ohne Einbeziehung von Energieverlusten). Den Wärmeträger erhitzt die Abwärme des Motors. Eine hohe



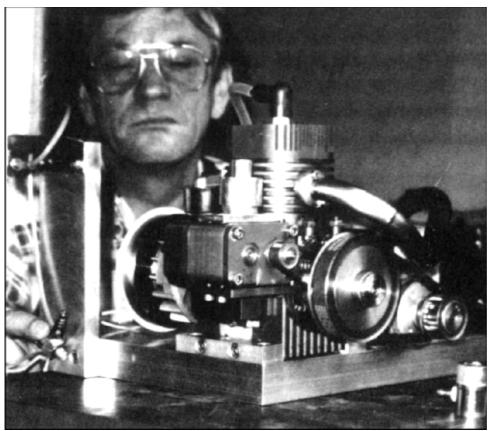
Pic 154 Versuchsanlage für eine Kraft-Wärme-Kopplung mit Zeolith-Warmespei-chern (linke Bildhälfte).

Leistung, wie sie ein Blockheizkraftwerk aufweisen müßte, erzielt man, wenn der Wärmeträger über einen Brenner (Gas, Heizöl, Hackschnitzel etc.) erhitzt wird. In jedem Fall, so Pöschl, erreiche seine Maschine einen thermischen Wirkungsgrad, der sehr nahe an den theoretisch höchstmöglichen, den Carnot'schen, herankomme.

#### Keramische Universal-Kolbenmaschine

Der Motor, das erklärt sich aus dem Prozeßablauf, ist eine Expansionsmaschine, in der (hier) C02 Arbeit leistet. Es handelt sich um eine Variante der von Pöschl konstruierten Universal-Kolbenmaschine, die eine revolutionäre Entwicklung für sich ist. Statt eines Kolbenbolzens sind Kolben und Pleuel über einen Kugelkopf miteinander verbunden, so daß sich der Kolben während des Motorlaufes im Zylinder drehen kann. Die Maschine kann als Verdichter für Drücke bis 72 bar, als Hochdruckverdichter bis 225 bar, als Vakuumpumpe bis 20 Millibar, als Verbrennungsmotor und als eigenständiger Stir-lingmotor gebaut werden. Alle liefen sie ölfrei, denn Zylinder, Kolben, Kurbelwelle und Lager, kurzum alle Verschleißteile sind aus einer Keramik, die bei 1400 Grad Celsius ihre höchste Festigkeit erlangt. "Weil nichts funktioniert hat", sagt Günter Pöschl, "haben wir alles selber gemacht." Damit stellt er, zumindest was den für ihn wichtigen Bereich anbetrifft, den etablierten Entwicklern von Hochleistungskeramik ein Armutszeugnis aus. Vor etwa zehn Jahren begann er mit seiner eigenen Keramikentwicklung. Da eine brauchbare Herstell- und Bearbeitungstechnologie ebenfalls fehlten, lief deren Entwicklung parallel. Die Toleranzen

der Kolben und Zylinder sind heute so eng, die Oberflächen so fein bearbeitet, daß jedes Arbeitsmedium, sei es Luft oder Abgas, auch als Dichtmittel völlig ausreicht. Kolbenringe sind obsolet geworden.



Pic 156 Günter Pöschl mit seinem Einzylinder-Keramikmotor.

Günter Pöschl, dieser vielseitige Erfindergeist, hat die Grundlagen für ein ganzes Dutzend neuer Industrien geschaffen. Für die etablierte Industrie erfüllt aber fast alles nur deren Killerkriterien. Ablehnen, heißt die Devise. Was sonst? Wie widersprüchlich und zukunftsschädlich doch alles ist. Während Millionen und Abermillionen für Dinge verforscht und für Entwicklungen ausgegeben werden, die allein bereits bei Günter Pöschl abgeholt werden könnten, wird (fast) alles ignoriert, weil es nicht aus etablierten Kreisen stammt. Pöschls Sarkasmus ist verständlich: "Vom Erfinder verlangt man absolute Neuheiten, die seit hundert Jahren bewährt sind und damit keinerlei Entwicklungsrisiko in sich bergen."

# **Stelzers Geniestreich**

# Ein Verbrennungsmotor ohne Mechanik

Es gibt viele Methoden, einen Menschen zu kriminalisieren, der sich nichts hat zuschulden kommen lassen. Rufmord ist die gängigste und wohl auch die wirksamste. Wird er von Staats wegen inszeniert, darf, ja muß man sich an das Dritte Reich erinnert fühlen. Der Diffamierung der Juden folgte deren Kenntlichmachung durch den gelben Stern und schließlich ihre physische Vernichtung. Frank Stelzer, 1934 in Gör-litz geboren, war nicht in Lebensgefahr, als er Mitte 1983 Besuch von den beiden Frankfurter Staatsanwälten Benner und Storz erhielt, die von zwei Kripo-Beamten begleitet wurden. Stelzer hatte um den staatsanwaltlichen Besuch sogar gebeten, denn von seinem Patentanwalt hatte er erfahren, daß gegen ihn ermittelt werde. Stelzer, der Erfinder des nach ihm benannten Verbrennungsmotors, war damals bereits vorverurteilt. Benner hatte gegenüber Stelzers Rechtsanwalt Zie-linsky schon Wochen vor dem Besuch erklärt, daß der Motor seines Mandanten nicht laufen würde und einzig und allein zu betrügerischen Absichten propagiert werde. Daß den Staatsbeamten im Hof der Stelzer Motor GmbH & Co. KG in Frankfurt-Griesheim ein einwandfrei laufender Motor entgegenknatterte, störte sie nicht weiter und änderte nicht das geringste an ihrem Vorurteil. Als Benner im April 1994 von dem Fernsehsender RTL Hessen darauf angesprochen wurde, konnte er denn auch immer noch ganz unschuldig auftreten: "Ich habe den Stelzer-Motor, oder das, was mir unter dem Namen ,Stelzer-Motor' bezeichnet worden ist - es ist ja eine geschlossene Hülle gewesen, ein viereckiger kantiger Block -, laufen gehört, ohne daß ich sagen kann, warum er lief."

Stelzer hat den inquisitorischen Besuch der Frankfurter Staatsanwaltschaft gut in Erinnerung behalten. Die Inquisitoren seien sofort in die Werkstatt gestürmt und hätten alles photographiert. Auch vor dem begehbaren Safe mit Prototypen und allerlei Versuchsteilen, die zum Wertvollsten dieser Forschungs- und Entwicklungsfirma gehörten, machten sie nicht halt. Stelzer zeigte ihnen erst kurz vorher erteilte Patente, darunter ein US-Patent. Durch die Ignoranz, die Benner auch dabei an den Tag legte, bewahrte er sich abermals seine Unschuld. Als Stelzer 1988 während einer zehntägigen Untersuchungshaft vernommen wurde, sah sich der "vermeintliche Erfinder" (diese diffamierenden Worte standen im Haftbefehl) zu dem Hinweis veranlaßt, daß er Patente besitze. "Aber Sie haben nicht das deutsche Patent", konterte Benner. Folglich, so Stelzers sarkastischer Kommentar zu dieser Einlassung, seien die Amerikaner, die Engländer und die Franzosen, die die Westdeutschen nach dem Kriege in die Freiheit entlassen haben, Idioten. Bei der Vernehmung, die von einem Herrn Jung vom Bun-deskriminalamt geleitet wurde, habe ein Ton geherrscht, bei dem er, Stelzer, sich wie ein Rauschgiftdealer vorkam. Ihm platzte der Kragen, die Selbstachtung eines schöpferischen Menschen machte sich Luft. "Denken Sie daran", herrschte er Benner an, "ohne Menschen wie mich müßten Sie noch über den Donnerbalken scheißen. Und telefonieren könnten Sie auch nicht, Rauchzeichen müßten Sie benutzen." Fünf Jahre vorher, beim Besuch der Staatsanwälte in Stelzers Firma, hatte Benners Kollege Storz eine Kostprobe vom Realitätssinn des Erfinders zu hören bekommen. Als alle sachlichen Erklärungsversuche kein Gehör fanden, wurde Stelzer laut: "Ihr erinnert mich an das Dritte Reich. Die haben die Menschen direkt in den Ofen geschmissen. Wer mich behindert, macht das indirekt. Das ist die Ursache, warum meine Wasserpumpe später fertig wird als möglich. Das gibt mehr Hungertote als nötig. Der Effekt ist derselbe wie im Dritten Reich: Tote."

#### Rufschädigung von Amts wegen

Die Anzeige, die Stelzer daraufhin angekündigt wurde, ist bis heute nicht geschrieben. 1984 wurde das Verfahren gegen Stelzer eingestellt. Sang- und klanglos endete auch die Untersuchungshaft 1988, der Haftbefehl wurde außer Vollzug gesetzt. Am 12. Februar 1988 erfuhr das die ganze Welt. In der Presse war zu lesen: "Die Staatsanwaltschaft hat den Haftbefehl gegen den 53jährigen Frank Stelzer am Donnerstag ausgesetzt, nachdem dieser, so Oberstaatsanwalt Jochen Schroers, ein ausführliches Geständnis ablegte." Damit war Stelzer abermals von Amts wegen Schaden zugefügt worden. 1983 hatten die Staatsanwälte einen Berg Akten mitgenommen, die Stelzer nicht zurückerhalten hat. An ein Geständnis, das im Sinne der Presseveröffentlichung ja nur ein Schuldgeständnis hätte sein können, kann sich Stelzer nicht erinnern. Das hätte auch schon die Absurdität der Anklageschrift ausgeschlossen. In

dieser behauptete Staatsanwalt Benner ungeniert, daß Stelzer "ein Motorprinzip, welches bereits Anfang des 20. Jahrhunderts in bestimmten Bereichen getestet und im Einsatz gewesen war, übernommen und die Weiterentwicklung dieses Prinzips in Angriff genommen (habe)."

Benners Behauptung könnte vermuten lassen, daß er sich sachkundig gemacht hat, bevor er seine anklagende Schrift diktierte. Aber das kann nicht der Fall gewesen sein. Daß diesem Juristen weltweit erteilte Patente rein gar nichts bedeuten, hätte etwas mit deren meist schwer verständlichen Sprache zu tun gehabt haben können. Entschuldbar ist Benners Haltung nicht. Aber Benner schien selbst lexikalisches Wissen zu fehlen. 1961 hatte Stelzer sein erstes Patent angemeldet. Im "Brockhaus für Naturwissenschaften und Technik", Ausgabe 1989, wird sein Motor knapp und verständlich behandelt, ergänzt durch eine farbige Zeichnung. In "Meyers Neuem Lexikon" von 1994 steht auf Seite 248: "Stelzer Motor (nach dem dt. Erfinder F. Stelzer, ""1934), ein neuartiger, in doppelter Weise nach dem Zweitaktverfahren arbeitender Freikolbenmotor . . ." Hätte Staatsanwalt Benner recht, wären nicht nur Patentämter einem Scharlatan aufgesessen, sondern auch die Redaktionen zweier renommierter Nachschlagewerke.

1963 ist in dem ehemaligen DDR-Verlag VEB Technik ein Buch von Prof. Dr. Egon Cernea über Freikolben-Verbrennungskraftmaschinen erschienen. Diese stünden "zur Zeit" noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung und konstruktiven Durchbildung, schrieb der Professor, 243 verschiedene Entwürfe stellt Cernea vor, an Stelzers geniale Konstruktion reicht keiner heran. Daran hat sich bis heute nichts geändert. Wer so schwerwiegende Vorwürfe erhebt wie die Frankfurter Staatsanwaltschaft, hätte das zur Kenntnis nehmen müssen. Stelzer wurde statt dessen am 24. Februar 1994 zu einem Jahr und neun Monaten Gefängnis auf Bewährung verurteilt. "Nach Recherchen der Staatsanwaltschaft", so die Frankfurter Allgemeine am 8. März 1994, "handelt es sich bei dem Motor um eine Luftnummer." Der Publizist Armin Witt, der Frank Stelzer seit mehr als 17 Jahren begleitet, konnte diese unverschämte Aussage in seinem 1993 erschienenen Taschenbuch "Unterdrückte Entdeckungen und Erfindungen" (Ullstein-Sachbuch Nr. 1490) noch nicht berücksichtigen. Wer darin das Kapitel Stelzer liest, dessen Bedarf an Kriminalgeschichten dürfte eine Zeitlang gedeckt sein. Die folgende Bewertung von Witt ist noch immer zutreffend: "Wenn es der Wahrheitsfindung dienlich ist, unterstellt ein kleiner Staatsanwalt aus Frankfurt 19 Patentämtern der Industriestaaten, daß sie Patente wie Bak-schisch verteilen oder sich bei der Patenterteilung geirrt haben und nur er (der Staatsanwalt) endlich mit strenger juristischer Logik die Welt in Ordnung bringt."

#### **Im Hintergrund Spekulanten**

Aber darum ging und geht es gar nicht. Worum, das steht in der Urteilsbegründung von 1994, formuliert vom Vorsitzenden Richter Dr. Heinz Gehrke: "Nach Berechnung der Staatsanwaltschaft sehen die Anleger auch künftig von ihren drei Millionen Mark keinen Pfennig wieder. Auch künftig liegen die Chancen dafür eher bei 0,0 Prozent." Stelzers Firma, so Gehrke, sei von Amts wegen gelöscht worden, weil sie überschuldet gewesen sei. Dazu Stelzer: Bis heute (März 1996) sei weder ein Konkursantrag gestellt noch ein Vergleich beantragt worden. Er, Frank Stelzer, sei der einzige Gläubiger, dessen Forderungen gegenüber der KG nicht befriedigt wurden. Er habe sie nicht geltend gemacht, um seine Firma nicht zu gefährden. Was dem juristischen Skandal - anders kann man das hier sehr verkürzt wiedergegebene Geschehen nicht bezeichnen - vorausgegangen ist, kann man bei Armin Witt nachlesen. Er wurde zum Chronisten einer Kriminalstory, wie sie gewiß nicht einmalig, aber als eine der wenigen zumindest teilweise ans Licht der Öffentlichkeit kam.

Die erste Firma, die eine Erfindung verwendet, macht in der Regel das Rennen. Aber was macht der Erfinder, der diese Firma nicht findet und selbst kein Geld hat, ein Unternehmen zu gründen? Er versucht, sich Kapital zu beschaffen. Vom Staat bekäme er bestenfalls dann Geld, wenn er bereits eine Firma besäße und die Hälfte der veranschlagten Entwicklungskosten selbst übernehmen könnte. Bei den Banken braucht er gar nicht erst anzuklopfen. Selbst wenn sie Patente als "geldwert" anerkennen würden, das mit einer technischen Entwicklung verbundene Risiko trügen sie nicht mit. Das ist hinlänglich bekannt. Bleibt der freie, meist graue Kapitalmarkt. Auf ihm geriet Frank Stelzer, angeleitet von einem Frankfurter Rechtsanwalt - einem über die Stadtgrenzen hinaus gerichtsbekannten, wie sich herausstellen sollte -, in die Fänge einer noch übler beleumundeten Kapitalbeschaffungsfirma. Immerhin, sie gewann in kurzer Zeit rund 320 Kapitalanleger.

Die meisten von ihnen vertrauten Stelzer und glaubten daran, daß der von ihm weiterzuentwickelnde Motor eine große Zukunft haben werde. Aber einige wenige, besonders unter denen, die nur ein paar

tausend Mark investiert hatten, schössen quer, wie Armin Witt schreibt. Hinzu kam, daß die krummen Touren der Kapitalbeschaffer und einiger Kapitalgeber öffentlich wurden. Ein Reporter der lokalen "Hessenschau" schloß daraus messerscharf, daß Frank Stelzer wohl ein Betrüger sein müsse, denn der arbeite ja mit Abschreibungskünstlern und Warenterminhändlern zusammen. In der Schlammschlacht ums vermeintlich große Geld, die sich hinter Stelzers Rücken abspielte, mischte sich alsbald auch der Hanauer Rechtsanwalt Hupfer ein, der sich gern als "Verbraucheranwalt" gerierte. Der war er nicht mehr lange. Wegen Unterschlagung von Vermögenswerten seiner Klienten und gestohlener Teppiche wanderte er in den Knast. Hupfer war vorher jahrelang einer der Zuträger der Frankfurter Staatsanwaltschaft, wie Armin Witt herausfand. Der wohl prominenteste Kapitalanleger, Prof. Carl Christian von Weizsäcker, Sohn des gleichnamigen Physikers und Neffe des ehemaligen Bundespräsidenten, verklagte den Kapitalbeschaffer Heinz Hensley-Piroth, von dem er sich ein schnelles und gutes Geschäft versprochen hatte. Von Weizsäcker gehört nach Witts Einschätzung zu der Sorte von Finanzhaien, die das Risiko suchen, es aber nicht eingehen. Er hatte Stelzer nicht angezeigt, und als ihn Richter Heinrich Gehrke fragte, ob er sich von Herrn Stelzer geschädigt fühle, verneinte er das. Unter solchen Verhältnissen war es verwunderlich, daß auf Frank Stelzers Konto wenigstens ab und zu etwas Geld tröpfelte. Der tatsächlich geschädigte Erfinder mag dem mehrfach vorbestraften Kapitalbeschaffer Hensley-Piroth denn auch gar nicht ans Fell, zumal dieser nie einen Zweifel daran ließ, daß Stelzers Erfindung den wirtschaftlichen Durchbruch erzielen werde.

#### Ausflüchte, die nichts kosten

Zuvor müßte es logischerweise zum "technischen" Durchbruch kommen. Der hat eigentlich längst stattgefunden, wie das Stelzer von vielen Fachleuten immer wieder bestätigt wurde und wie das auch jeder technisch Gebildete mit gesundem Menschenverstand nachvollziehen kann. Praktisch blieb dem Stelzer-Motor aber die Anerkennung bis heute versagt, denn kein Unternehmen, kein Motoren- und Autobauer produziert ihn. Nahegebracht wurde er vielen: durch Fachartikel, persönliche Anschreiben von Stelzer, durch Vorführungen des Motors in Stelzers Werkstatt und auf Hannover-Messen, und zuletzt am 4. April 1996 im Deutschen Museum. Niemand erwartet, daß etwa die Automobilindustrie ihre investierten Milliarden vergißt und auf Stelzer umsteigt. Angesichts der beklagten Innovationsnot am Standort Deutschland sollte sich die einschlägige Industrie dem neuen Motor aber wenigstens nicht verschließen und ihn mit ihrer Fachkompetenz öffentlich diskutieren und würdigen. Intern ist der Stelzer-Motor sehr wohl ein Gesprächsthema und Gegenstand von Ingenieurstudien. Schon, um Verteidigungsstellungen auszubauen. Nicht zuletzt, weil am Stelzer-Motor deutlich wird, daß auch der perfekteste und durch den Einsatz von viel Elektronik hochgezüchtetste Otto- oder Dieselmotor eigentlich ein Fossil aus den Anfängen der Motorisierung ist.

Armin Witt hat Reaktionen aus der Fachwelt zusammengetragen. Ich betrachte sie als repräsentativ dafür, welche Art von Managern mit welchen Attitüden die Zukunft des Wirtschaftsstandortes Deutschland "sichert". Zur Eröffnung der Hannover-Messe 1996 stellte Bundespräsident Roman Herzog zwei Fragen, die diese "Führungskräfte" kaum bewegen werden: "Warum diese oft verbreitete Zögerlichkeit, dieses Mäkeln gegenüber Innovationen und neuen Technologien in Deutschland? Haben wir in Deutschland zu viele Manager und zu wenige Unternehmer?" Nachfolgend einige indirekte Antworten darauf, provoziert durch Frank Stelzer und die Existenz seines funktionierenden Motors (Zitate):

"Wir freuen uns, daß Herr Stelzer eine so vielseitig anwendbare Wärmekraftmaschine zum Laufen gebracht hat, und sind überzeugt, daß in vielen Fällen die konventionellen



Pic 165 Frank Stelzer bei der Vorführung seines Motors am 4. April 1996 im Deutschen Museum.

Antriebe durch Alternativen dieser Art ersetzt werden können. Leider paßt das Projekt nicht in unsere Fertigung." (Krupp MaK Maschinenbau, Kiel, 1980)

"... daß wir wegen Auslastung unserer Entwicklungskapazitäten davon absehen müssen, den angebotenen Stelzer-Motor näher kennenzulernen." (Daimler-Benz AG, 1981)

"Auch unser Computer bringt aus dem Stelzer-Motor nicht mehr als 47 Prozent Wirkungsgrad heraus." (Prof. Linser von der Fachhochschule Aalen. Aber, Herr Professor: Die gängigen Motoren bringen es kaum auf die Hälfte.)

"Ihr Motor ist gut, der macht uns alle kaputt. Wir hoffen, Sie schaffen es nicht. Wenn Sie es aber doch schaffen, warten wir, bis Ihre Patente ablaufen. Dann können wir bauen, ohne zu fragen." (Ein Vertreter von Klöckner-Humboldt-Deutz während eines Besuches in Stelzers Werkstatt.)

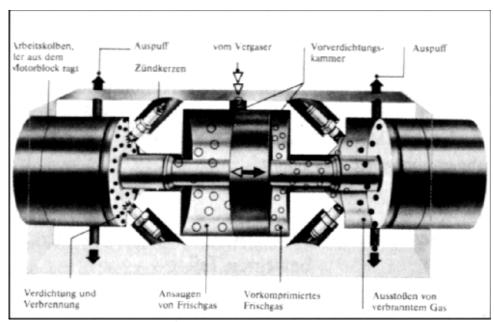
Als der Journalist Walter Claasen 1982 in Wolfsburg den Abteilungsleiter Aggregateentwicklung, Dr. Peter Hofbauer, auf Stelzer ansprach, wollte dieser noch nicht einmal dessen Namen gehört haben. Im Werksarchiv fand sich dann doch eine schmale Akte über den Stelzer-Motor mit einem Bericht der VW-Ingenieure Biese und Kraft. Ihr Befund lautete: "Der Motor zeichnet sich durch unglaubliche Einfachheit aus." Als Claasen nach dem Gespräch mit Hofbauer noch ein Weilchen mit dessen Vorzimmerdame plauderte, geriet sein Besuch zur Posse. Die Dame freute sich, daß der Journalist Stelzer persönlich kannte. Ihr Mann, ein VW-Ingenieur, halte viel von dessen Motor. Über diesen werde hier viel gesprochen. Ihr Chef, Herr Hofbauer, habe darüber einen Schrank voller Unterlagen, und sogar einige Videos.

Ingenieur Kraft, einer der beiden Berichtschreiber von VW, wechselte später zu BMW. Aus diesem Hause liegt aus dem Jahre 1993 eine Stellungnahme des Leiters Wissenschaft und Forschung, Prof. Hans-Hermann Braess, vor: "Der Stelzer-Motor ist eine Spezialentwicklung, die, wie ich meine, wahrscheinlich, wenn überhaupt, nur für Nischenanwendungen in Frage kommt. Für eine Großserie kommt der Stelzer-Motor

nicht in Frage." Einige Monate zuvor hatte der Pressesprecher von BMW Armin Witt am Telefon verraten, daß bei ihnen der Stelzer-Motor gründlich getestet worden sei. Eine knappe Stunde später rief der Pressemann aufgeregt bei Witt zurück. Er habe sich geirrt. Gemeint seien die Dieselmotoren gewesen, die für BMW nicht in Frage kämen. Vom Stelzer-Motor habe er noch nie etwas gehört.

### Verbrennungskraftmaschine mit nur einem bewegten Teil

So weit, so schlecht. Der Leser möge entschuldigen, daß ich ihn seitenlang mit der Kriminalität rund um den Stelzer-Motor und zuletzt auch noch mit unfruchtbaren Stellungnahmen dazu aus der Industrie behelligt habe. Das war der schwierigste Teil meines Berichtes. Das Motorprinzip ist um ein Vielfaches leichter zu verstehen als die Gedankengänge von Juristen, Spekulanten und Managern. Eine einfachere Verbrennungskraftmaschine als den Stelzer-Motor hat es noch nie gegeben. Sie ist das geniale Ergebnis eines schöpferischen Menschen, dem man nach etablierten Maßstäben mangelnde Schul- und Fachausbildung hätte nachsagen können. Alles sollte so einfach wie möglich gemacht werden, lautete Frank Stelzers Maxime, aber nicht einfacher. Kraft erwächst aus Geschwindigkeit, sagte er sich. Die bekannte Formel, nach der eine Kraft das Produkt aus Masse mal Beschleunigung ist, hat er sozusagen verinnerlicht und buchstäblich nachempfunden. Beschleunigung - Schwingung - Frequenzen, darum waren Stelzers Gedanken lange gekreist, bis ihm der kardinale Gedanke in den Sinn kam: Man müßte eine Masse, einen Kolben, zwischen zwei Brennkammern frei hin- und herfliegen lassen. Sozusagen ein Geschoß kontrolliert immer wieder flie



Pic 168 Funktionsweise des Stelzer-Motors.

gen lassen. Es dauerte rund sechs Jahre, bis die Inkubationszeit zu Ende war und Stelzer seinen ersten Motor vorführen konnte. Der funktionierte so, wie es seinem Ideal entsprach. Er war regelbar wie jeder Benzin- und Dieselmotor, wie jede Gasturbine.

Der Stelzer-Motor besteht aus nur wenigen Teilen. Und, kaum zu glauben, nur eines davon bewegt sich. Das ist ein gestufter Kolben, der in einem entsprechend unterteilten Zylinder frei oszilliert. Wie bei einem Zweitaktmotor wird der Gaswechsel dadurch gesteuert, daß Kolbenkanten Ein-und Auslaßöffnungen freigeben und schließen. Gezündet wird das Luft-/Kraftstoffgemisch abwechselnd in einer linken und einer rechten Brennkammer durch Zündkerzen. Das Gemisch strömt in Zylindermitte zu und wird von dem dort

die Einlaßkanäle öffnenden und schließenden Kolbenteil vorverdichtet. Danach strömt es in die Brennkammern. Die Abgaskanäle werden von den Endstücken des Stufenkolbens freigegeben. Diese ragen, und das ist originell und für die Funktion des Motors wichtig, über die Zylinderenden hinaus.

Das alles ist einfach, war aber keineswegs einfacher darzustellen als etwa der Lauf eines Zweitakters herkömmlicher Bauweise - um an Frank Stelzers Philosophie zu erinnern. Ihm stand keine Computersimulation zur Verfügung, die ihm das Studium der Bewegungsspiele, die Festlegung der Kolbenabmessungen im einzelnen und die Anordnung und Bemessung der Gaskanäle erleichtert sowie die Dynamik der Gas-strömungen einsichtig gemacht hätte. Niemals darf der Kolben am Zylinder anschlagen. Allein Gaspolster müssen das verhindern. Der Motor hat keine Mechanik, die irgendetwas zwangssteuern könnte. Daß Zylinder und Kolben vorerst aus Grauguß und nicht etwa aus einer hochwertigen Aluminium-



Pic 169 Zylinder und Kolben des Stelzer-Motors.

legierung bestehen, kann als Hinweis auf die Ausgewogenheit der auftretenden Kräfte angesehen werden, die sich im System selbst kompensieren. Wie aber, so fragt man sich, soll die Kraft zur Arbeitsleistung aus der Maschine ausgekoppelt werden? Nicht über eines der bekannten Räderwerke!

Einsetzbar zum Wasserpumpen und, und, und . . .

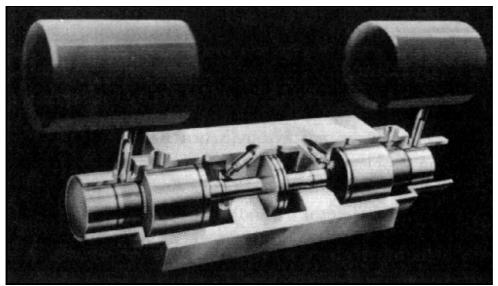
Wenn von einem Verbrennungsmotor die Rede ist, denkt )eder gleich an einen Autoantrieb. Nicht so Frank Stelzer. Wasserpumpen zum Beispiel ist eine naheliegende Aufgabe für seinen Motor, denn dessen Kolben vollführt ja ständig Pumpbewegungen. Als "doppelseitige" Pumpe wirkend brauchte man nicht einmal die Kolbenenden in ventilgesteuerte Druckkammern münden zu lassen. Ein hohler Kolben und die Trägheit der Wassermasse in ihm führen zur einfachsten "Kraft"-Pumpe der Welt. An sie dachte Stelzer, als er dem Staatsanwalt präsumtiv Tote in den Hungerregionen der Welt anlastete. Mit einfachen Wasserpumpen, die man zusammen mit einem Kanister Benzin überall hintragen kann, wäre schon viel geholfen. Nach dem gleichen Arbeitsprinzip lassen sich selbstverständlich auch Gase und Stäube fördern, Druckluft erzeugen und Hydraulikflüssigkeit unter Druck setzen.

Mit Druckluft und Hydraulikdruck können bekanntlich alle möglichen Arbeitsmaschinen angetrieben werden. Hydraulische Systeme bewegen auch Fahrzeuge: Lokomotiven auf hydrodynamische und

Gabelstapler auf hydrostatische Weise zum Beispiel. Daß der Hydraulikdruck nur über von Motoren angetriebene Pumpen erzeugt werden kann, war bisher nicht als nachteilig zu betrachten. Jetzt aber, angesichts des Stelzer-Motors, sollte man darüber nachdenken, könnte man die herkömmliche Fahrzeughydraulik als aufwendig,

energie-, platz- und gewichtszehrend begreifen. Auch Autobauern eröffnet Stelzer eine Alternative zu ihren schwergewichtigen Antriebssträngen: Motor - Getriebe - Differential. Sein Aggregat, Motor und Hydraulikpumpe in einem, ließe sich an der günstigsten Stelle im Wagen placieren, durch schlichte Schläuche mit hydraulischen Radmotoren verbinden. Kein Problem, auch kleine Fahrzeuge mit einem starken Vierradantrieb auszurüsten. Mit dem Stelzer-Motor (ob als Otto- oder Dieselmotor laufend) als Antrieb gewönnen Fahrzeugbauer konstruktive Freiheiten, die sie viele Wünsche und Forderungen an das "Auto der Zukunft" zu realisieren gestatteten. Er böte sogar die Chance, Dinge zu verwirklichen, von denen man heute nicht einmal träumen kann.

Daß statt Hunderter Teile nur ein Kolben bewegt wird, hat offensichtliche und noch nicht ausgelotete Vorzüge zur Folge: enorme Gewichtseinsparung; außer den Zündkerzen praktisch nur zwei Verschleißteile (Kolben und Zylinder); schätzungsweise 30 Prozent weniger Kraftstoffverbrauch; durch optimale Verbrennung geringer Schadstoffausstoß; materialsparende und billige Fertigung. Freilich, für den anspruchsvollen Fahrzeugantrieb wäre noch viel Entwicklungsarbeit fällig. Für diejenigen, die sie ohne weiteres leisten könnten, wäre sie mit "Peanuts" zu bezahlen. Die unbezahlbare Idee und die kaum bezahlte Versuchs- und Entwicklungsarbeit bis hin zu funktionierenden Prototypen waren Vorleistungen von Frank Stelzer, die ihm honorige Lizenznehmer jetzt angemessen vergüten könnten. Sie könnten auch an Stromaggregate denken, bei denen der Stelzer-Motor Antriebsmaschine und Generator zugleich wäre. Im Prinzip brauchte man nur - frei nach Faraday - den Zylinder in eine Elektrospule zu verwandeln und den Kolben zu magnetisieren. Eingesetzt in Blockheizkraftwerken könnte, im Sinne der Kraft-Wärme-Kopplung, gleichzeitig die Abwärme des Motors genutzt werden.



Pic 172 Einsatzbeispiel Stelzer-Motor als Kompressor.

Die Nutzungsdauer derartiger Aggregate (die auch für elektrische oder hybride, sprich wahlweise einschaltbare Elektro-und verbrennungsmotorische Autoantriebe, in Frage kämen) wäre vermutlich kaum zu überbieten. Dem Hubschrauberbau böte sich der Stelzer-Motor für ein altbekanntes Antriebskonzept an. Ein sogenannter Reaktionsrotor könnte Druckluft an den Blattenden ausströmen lassen und zusätzlich den Abgasstrom zur Vortriebserzeugung nutzen.

Für den so einfachen Stelzer-Motor gilt ganz allgemein, daß seine Leistung - theoretisch - mit dem Quadrat seiner Arbeitsfrequenz zunimmt, weil hier die kinetische Energie einer Masse, des Kolbens, genutzt wird. Es sind 2000, aber auch 20.000 Arbeitsspiele und mehr in der Minute möglich. Angepaßt an die Aufgabenstellung und das gewählte Leistungsspektrum. Mit einem frei schwingenden Kolben kann man viel anfangen, wenn man ihn beherrschen gelernt hat. Frank Stelzer kennt das Wie. Sein Name wird einmal denen von Nicolaus August Otto, Rudolf Diesel und Felix Wankel hinzugefügt werden.

# **Split-Cycle Technology**

# "Grüner" Motor aus Australien

Kleine Autos - kleine Motoren, große Autos - große Motoren. Was logisch ist, paßt auch in der Praxis ganz gut zusammen. Der Raum unter den Motorhauben ist im allgemeinen ausgefüllt. Zwischen Fahrzeuggröße, Motorleistung und Bauvolumen des Motors bestehen verständlicherweise Abhängigkeiten, die konstruktiven Gesetzmäßigkeiten folgen. Sollen im Zuge der Forderung nach einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauches auch die Motoren leichter werden, versucht man vor allem, mehr Teile aus Leichtmetall herzustellen. Deren Abmessungen ändern sich deshalb aber nicht. Wozu auch? Das Blechkleid eines Automobils läßt sich immer so schneidern, daß der "optimale" Motor, erst recht ein kompakter, darunter Platz findet. Die Motorabmessungen sind schon lange keine kritische Größe mehr bei der Gestaltung eines Autos. Wäre ein Motor bei gleicher Leistung etwa nur noch halb so groß, die Designer wüßten gar nicht, wie sie dessen geringen Einbauraum verkleiden sollten, ohne daß eine exotische Fahrzeugform entstünde. Sinnvoll wäre das freilich sehr wohl, denn auf kaum eine andere Weise ließen sich mehr Gewicht und Material einsparen, könnten der Kraftstoffverbrauch und damit die Schadstoffbelastung der Umwelt wirksamer reduziert werden.

Wer Konstrukteuren die Aufgabe stellte, einen Motor zu entwickeln, der bei gleicher Leistung nur noch ein Zwölftel des üblichen Volumens und Gewichtes aufweist als ein herkömmlicher, dem w^rde eine totale Ahnungslosigkeit bescheinigt. Der hat nicht nur vom Motorenbau keine Ahnung, sondern auch von jeglicher technischer Entwicklung. An welcher Ecke der Ingenieur auch begänne, keiner der voneinander abhängigen Konstruktionsparameter ließe sich prinzipiell ändern oder gar eliminieren. Ein fiktiver Gedankengang: Eine gewünschte Motorleistung erfordert die Verbrennung einer bestimmten Kraftstoffmenge. Damit ist die Kolbenfläche im großen und ganzen festgelegt, auf der der Kraftstoff verbrennen kann. Theoretisch kann man diese Fläche auf wenige große oder relativ viele kleinere Kolben aufteilen. Aber dieser Freizügigkeit sind enge Grenzen gesetzt. Mit der Festlegung der Zylinderzahl bleibt für die Wahl des Kolbendurchmessers nicht mehr viel Spielraum. Desgleichen nicht für die Kolbenhöhe, den Hubraum und die Hubhöhe, aus der sich wiederum die Bauhöhe des Motors und der Raum für den Kurbeltrieb ableiten. Allein die funktionsbedingten geometrischen Abmessungen gestatten keine innovativen, geschweige denn revolutionären Sprünge bei der Auslegung eines Verbrennungsmotors üblicher Bauart.

#### Grundlegend umgedacht

Vor diesem Hintergrund ist es naheliegend, daß es sich bei dem folgenden Bericht nur um eine schlecht erfundene Science-Fiction-Story handeln kann. Sie beginnt mit einem unglaublichen, das heißt nicht glaubhaften Vergleich. Ange-

nommen wird ein Einzylinder-Zweitaktmotor mit einem Hubraum von 500 Kubikzentimetern und einer Kolbenfläche von 5000 Quadratmillimetern; das entspricht einem Hub von 10 Zentimetern und einem Kolbendurchmesser von etwa 8 Zentimetern. Bei einer Umdrehung der Kurbelwelle wird -entsprechend dem Zweitaktprinzip - einmal gezündet. Würde der Hubraum von 500 Kubikzentimetern auf zwölf kleine Zylinder aufgeteilt, entfielen auf jeden rund 42 Kubikzentimeter. Bei einer Kurbelwellenumdrehung kommt es dann zu zwölf Zündungen. Bei dem entsprechend geringeren Kolbenhub, der zwölfmal höheren Drehzahl und einer Zündung nach 30 Grad Kurbelwellendrehung ergäben sich ein ruhigerer Motorlauf und eine höhere Motorleistung. Was theoretisch denkbar ist, müßte in der Praxis zu einem belächeinswerten Kuriosum führen. Bereits die Kurbelwellen wären eine technische Spottgeburt.

So vernünftig die Überlegung ist, einen bestimmten Hubraum auf viele Zylinder aufzuteilen, die bekannte Bauweise von Hubkolbenmotoren bietet dafür wenig Chancen. Die Split-Cycle Technology Ltd. in Queensland, Australien, kann dennoch einen 48-Zylinder-Zweitaktmotor mit nur 500 Kubikzentimetern Hubraum vorführen. Der Firmenname leitet sich von der Tatsache ab, daß auf eine Kurbelwellenumdrehung (cycle) so viele Zündungen entfallen wie die Maschine Zylinder hat. Die dabei insgesamt zu verbrennende Kraftstoffmenge wird entsprechend der Zylinderzahl klarerweise ebenfalls "gesplittet". Mit der üblichen Bauweise Kolben - Pleuel - Kurbelwelle würde das eine phantastische Gedankenspielerei bleiben. Aber Rick Mayne, Erfinder der Split-Cycle Technology (SCT), befreite seine

Gedanken vollkommen von der bekannten Motorkinematik. Und er fand begeisterte Partner für seine eigene Idee von einem "grünen" Motor. Brian Bambach, der 1988 einen "Technology Park"

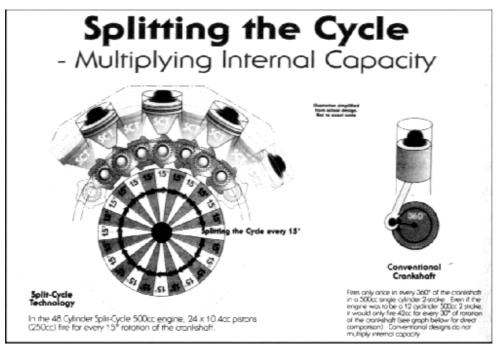


Pic 176 Links: Rick Mayne, Erfinder des Split-Cycle-Motors. Rechts: Sir Jack Brab-ham, Formel-1-Weltmeister und Chairman der Split-Cycle Technology Ltd.

gegründet hatte, schloß Mayne geradezu in die Arme. Sir Jack Brabham, dreifacher Formel-1-Weltmeister, der die Stärken und Schwächen heutiger Motoren genau kennengelernt hat, wurde Chairman von SCT. Ihren bisherigen Erfolg verdankt die Firma, wie sie (gewiß auch aus taktischem Kalkül) schreibt, der Unterstützung durch ihre Anteilseigner. Brian Bambach: "Wenn die Split-Cycle-Maschine erst einmal weltweit akzeptiert ist, wird es möglich, den Verschmutzungsgrad der Atmosphäre auf das Niveau von vor fünfzig Jahren zurückzuführen."

Der Verbrennung Zeit lassen

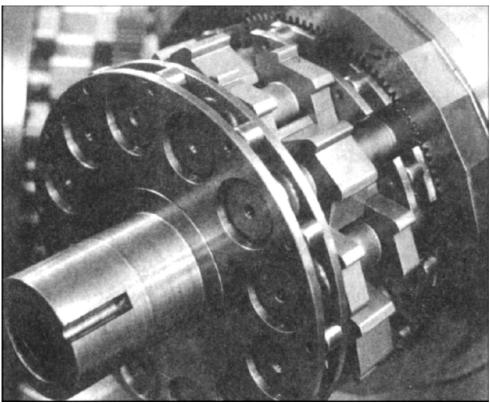
Eine wichtige Erkenntnis von Rick Mayne erinnert an den deutschen Erfinder Gerhard Mederer in Allersberg: Daß nämlich die "vollkommene" Verbrennung des Kraftstoffes eine gewisse Zeit beansprucht, die ihr der herkömmliche Kurbeltrieb nur teilweise einräumt. Mederers Lösung ist ein geteiltes, ein sogenanntes Knickpleuel. Es läßt den Kolben im Bereich des oberen Totpunktes, während der Verbrennung also, relativ lange verweilen. Hinzu kommt, daß beim Knickpleuel der wirksame Hebelarm an der Kurbelwelle dann am größten ist, wenn der Verbrennungsdruck sein Maximum erreicht. Über das Funktionsprinzip, die damit erzielbare Steigerung der Motorleistung und die Reduzierung des Schadstoffanteils im Abgas habe ich am I. September 1992 in der Frankfurter Allgemeinen berichtet. Die grundsätzlichen positiven Auswirkungen des Knickpleuels wurden vom TUV Bayern meßtechnisch bestätigt. Das ist in zahlreichen Veröffentlichungen nachzulesen. Von einer Fachdiskussion darüber, geschweige denn einer öffentlichen, ist mir nichts bekannt. Im Falle der Split-Cycle-Technologie ist das offensichtlich anders. Über sie berichteten sogar die australischen Botschaften in ihren Publikationen. Rick Mayne hat die übliche Kurbelwelle als das große Hindernis auf dem Wege zu kompakteren, wirtschaftlicheren und umweltfreundlicheren Motoren erkannt. In seinen Split-Cycle-Motoren ist sie (nach Art eines Malteserkreuz-Mechanismus) ersetzt durch sogenannte Geneva-Räder, die wie Pla-netenräder an einem innenverzahnten Rad angreifen. Maynes Maschinen sind Radialmotoren, bei denen die Zylinder gleichmäßig über den Umfang verteilt sind. Die 48 Zylinder, von denen die Rede war, sind in zwei parallelen Ebenen zu )e 24 angeordnet. Jeder der nach unten in einer stumpfen Spitze



Pic 178 Prinzipielle Funktionsweise eines Split-Cycle-Motors (links) mit 48 Zylindern, von denen jeder alle 15 Grad Kurbelwellenumdrehung zündet.

endenden Kolben berührt ein "Geneva"-Rad. Das ist ein Rad mit Nocken. Lastet der Verbrennungsdruck auf dem Kolben, drückt er auf den "langen Rücken" eines Nockens, wodurch das Rad um einen gewissen Winkel gedreht wird. Drehung und Drehmoment werden an den gemeinsamen Zahnkranz aller Geneva-Räder weitergegeben. Die vordere, steile Flanke des nachfolgenden Geneva-Rades drückt den Kolben wieder nach oben. Dessen Auf- und Abbewegung folgt nicht, wie beim herkömmlichen Motor, einer Sinuskurve. Für die Verbrennung, und das ist der wichtigste Effekt dieser Nockensteuerung, steht damit "ausreichend" Zeit zur Verfügung. 24 Zylinder über den Motorumfang verteilt heißt, daß alle 15 Grad (360:24) Zahnkranzdrehung ein Zylinder zündet. Bei zweimal 24 Zylindern sind das 48 Zündungen )e Umdrehung der Abtriebswelle.

Das Endergebnis dieser neuartigen Motorkinematik ist so logisch wie verblüffend: Alle 15 Grad Zahnraddrehung zünden 24 Zylinder; das sind 24 x 24 gleich 576 Zündungen je Umdrehung. Eine andere Rechnung, die SCT anhand eines gebauten Motors aufmacht, lautet: 500 Kubikzentimeter Hubraum, aufgeteilt auf 48 Zylinder mit 50 mm Durchmesser und einem Hub von lediglich 6 mm, ergibt eine Kolbenfläche von insgesamt 94.245 Quadratmillimetern. Das seien rund 20mal mehr als die 5000 Quadratmillimeter eines vergleichbaren Einzylinders herkömmlicher Bauart mit 500 Kubikzentimetern Hubraum. Und: Rotiere ein SCT-Motor mit 300 Umdrehungen in der Minute, ergebe das 172.800 (576 x 300) Zündungen in dieser Zeit. Zu vergleichen damit wäre ein



Pic 179 Antriebswelle eines Split-Cycle-Motors für zwei Kolbenkreise.



Pic 180 Fertigungsstufen eines "Geneva Wheel" aus einem extrudierten Rohling.

Sechs-Liter-V12-Motor, der mit 3500 Umdrehungen/Minute laufe und dabei 21.000mal in der Minute zündet. Während bei diesem eine mittlere Kolbengeschwindigkeit von 1220 m/min. auftreten würde, betrage sie beim SCT-Motor lediglich 45,75 m/min. Dem Gewicht des V12-Motors von 300 Kilogramm stünden 45 Kilogramm beim SCT gegenüber.

# Überraschende Effekte

Genug dieser Art Rechnungen. SCT wartet mit vielen Überraschungen auf, die sich bei Versuchen mit ihren Motoren herausgestellt haben. Motorenbauer wüßten, daß der maximale

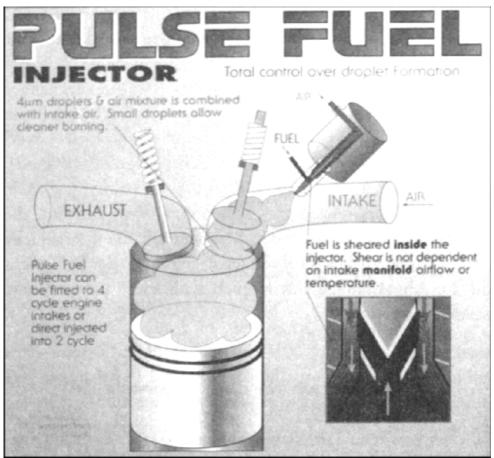
Verbrennungswirkungsgrad bei einem Verdichtungsverhältnis von etwa 8: I erreicht werde. Bei SCT-Motoren habe man dagegen festgestellt, daß deren Leistung und Drehmoment beträchtlich ansteigen, wenn der Verdichtungsgrad abgesenkt werde; selbst bis auf weniger als 1,7:1. Bezogen auf eine Brennraumgröße von zehn Kubikzentimetern könne ein

SCT-Motor über 19mal mehr Kraftstoff je Takt verbrennen als ein herkömmlicher Motor. Erklären lasse sich das nur mit der für die Verbrennung zur Verfügung stehenden Zeit, die über 72 Grad eines Zweitakt-Zyklusses etwa dreimal länger sei als üblich. Spülverluste gebe es nicht. Erstens, weil die Maschinen vergleichsweise sehr langsam liefen und weil zweitens der Kraftstoff erst dann und exakt eingespritzt werde, wenn die Auslaßöffnung eines Zylinders geschlossen sei. Die üblichen "Kraftstoffverluste" von bis zu zehn Prozent, die vor allem bei schnellaufenden Motoren auf die unerläßliche Frühzündung zurückzuführen seien, träten bei der SCT nicht auf. Im Abgas fänden sich folglich auch kaum unverbrannte Kohlenwasserstoffe.

# Revolutionäres Einspritzsystem

Zu einer geradezu perfekten Verbrennung trägt das Einspritzsystem bei, das Alan Casey entwickelt hat. Dessen Versuchswerkstatt befindet sich ebenfalls auf dem Gelände des Technologieparks. Eigentlich müßte man von "Einnebeln" statt von Einspritzen sprechen. Und zwar von Luft, die mit acht Volumenprozent Kraftstoff angereichert ist. Im Vergleich zu herkömmlichen Einspritzanlagen verringert sich dadurch die Tröpfchengröße des Kraftstoffs um etwa 85 Prozent auf ziemlich konstant vier tausendstel Millimeter. Das führt zu einer raschen und sehr vollständigen Verbrennung, reduziert die Rußablagerung im Brennraum und verbessert das Kaltstartverhalten enorm. Einsetzbar sei der "Pulse Fuel Injector" sowohl in Zweitakt- als auch in Viertaktmotoren.

Die Eigentümlichkeiten, die den Lauf der SCT-Motoren kennzeichnen, eröffnen viele Varianten, die hier nur angedeutet werden können. Ein einfaches und sehr wirksames System



Pic 182 Neuartiges Einspritzsystem, entwickelt von Alan Casey, SCT.

Kraftstoff sind Versuchsmotoren bereits gelaufen. Daraus wird der Schluß gezogen, daß sich nach dem SCT-Prinzip sogar eine Dampfmaschine mit interner Dampferzeugung entwickeln lassen müßte. Nachzutragen ist noch, daß ein SCT-Motor praktisch vibrationsfrei läuft, denn alle erzeugten Kräfte heben sich im Zylinderkreis gegenseitig auf. Eine Schwungscheibe ist überflüssig. Alle Teile sind auf einfache Weise herstellbar. Das Vormaterial für die Geneva-Räder mit ihren exakten Steuerkurven zum Beispiel wird als Strangpreßprofil extrudiert (Abb. S. 180). 1st High-tech heutzutage wirklich alles? Selbstverständlich nicht, wie das Beispiel SCT überzeugend beweist. Menschliche Genialität bringt auch Low-tech zuwege, die sehr wohl zukunftsträchtig ist. In diesem Falle schont sie Ressourcen und unseren Lebensraum, läßt sie sich auch in weniger industrialisierten Ländern realisieren. Die Maschinen sind einfach zu handhaben, ihre Verschleißarmut verspricht lange Nutzungsdauern. In Serie gefertigt werden die Motoren verhältnismäßig billig ausfallen. In Australien ist so etwas wie eine "grüne Revolution" im Motorenbau initiiert worden.

zu deren Aufladung ist erprobt. Die Verbrennung von Erdgas, Kerosin und anderen alternativen Kraftstoffen bereitet keine Schwierigkeiten. Diese verbrennen zwar langsamer als Benzin, aber gerade dafür ist ja beim SCT-System vorgesorgt. Auch die zusätzliche Einspritzung von Wasser ist möglich, denn bei der SCT steht genügend Zeit zur Dampfbildung und zur anschließenden Expansion des Dampfes zur Verfügung, die das Drehmoment erhöht. Vermutet wird, daß es bis zu einem gewissen Grade auch zu einer Zerlegung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff und anschließenden Knallgasexplosionen kommt. Mit 60 Prozent Wasser und 40 Prozent

# Knallgas

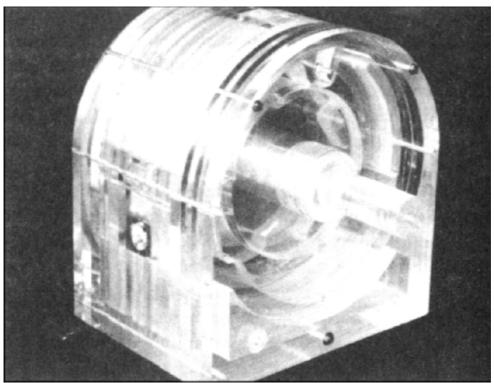
# Schadstofffreie Verbrennung in einem Rotationskolbenmotor

Wasserstoff ist für viele der Energieträger der Zukunft schlechthin. Das ungiftige färb-, geruch- und geschmacklose Gas ist das leichteste aller Gase und verbrennt schlicht zu Wasser. Geschieht das nicht bei Zufuhr reinen Sauerstoffs, sondern, wie üblich, mit Luft, entstehen dabei allerdings immer noch die unerwünschten Stickoxide. Verbrennt ein "Norm"-Kubikmeter Wasserstoffgas, wird eine Wärmemenge von 2580 Kilokalorien frei. Zum Vergleich: beim üblichen Stadtgas, einem Gasgemisch, sind es rund 4200 kcal/m\ Soll Wasserstoff in Fahrzeugen transportiert werden - in großen Mengen auf Schiffen oder zum Eigenverbrauch im Auto -empfiehlt sich seine Speicherung im flüssigen Zustand. Das bedeutet, daß er bei einer Temperatur von tiefer als minus 253 Grad Celsius in den Transporttank eingefüllt werden muß. Bei höheren Temperaturen wandelt sich der Wasserstoff in das brennbare Gas um. Energiedichte, Speichervolumen, Handhabung und Sicherheit beim Umgang mit dem Energieträger Wasserstoff kommen bei dieser Verfahrensweise (beim Trans-

port flüssig, zur Verbrennung gasförmig) der heute üblichen mit fossilen Kraftstoffen am nächsten. Hundert Liter flüssiger Wasserstoff entsprechen einem Energieäquivalent von etwa 40 Litern Benzin. Mit Wasserstoff betriebene Versuchsfahrzeuge laufen seit vielen Jahren. Ihren Treibstoff führen sie entweder gasförmig in Druckbehältern (etwa 150 bar), flüssig und tiefgekühlt in sogenannten Kryotanks oder gebunden in Metallhydridspeichern mit sich. Im Prinzip, das hat sich gezeigt, sind alle drei Speichermöglichkeiten brauchbar. Warum das Wasserstoffauto noch nicht zu kaufen ist, hat zahlreiche Gründe: Ein Tankstellennetz, Sicherheitsnormen und geeignete Serienmotoren gibt es noch nicht, die Versorgungssicherheit müßte gewährleistet sein. Wäre der Wasserstoff nach der heute üblichen elektrolytischen Wasserzerlegung zu erzeugen, könnte man ihn wahrscheinlich nicht bezahlen. Aber 95 Prozent des Wasserstoffbedarfs werden gegenwärtig aus Erdöl und Erdgas sowie zu einem geringen Teil aus Kohle gedeckt. Sollte künftig, wie geplant, mit billiger Wasserkraft in Kanada hergestellter Wasserstoff in Flüssigtankern nach Hamburg gebracht werden (Projekt "Euro-Quebec"), könnte sich eine neue Ausgangslage ergeben.

#### **Knallgasmotor patentiert**

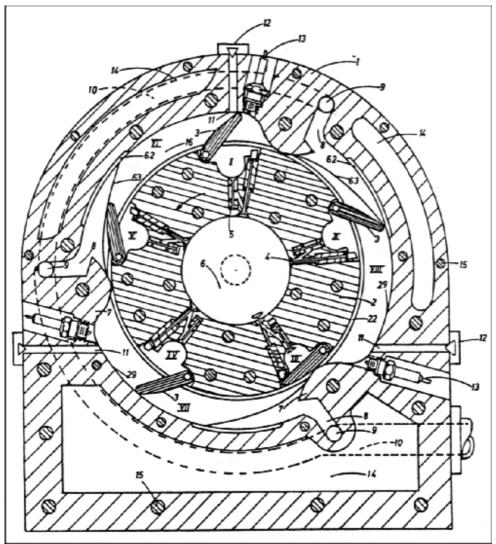
Wo preisgünstiger Wasserstoff herkommen könnte, brauchte den Berliner Erfinder Klaus-Jürgen Bernau bisher ebensowenig zu interessieren wie die mit Versuchsfahrzeugen experimentierende Automobilindustrie. Im Gegensatz zu dieser ist Bernau noch meilenweit von der Umsetzung seiner Idee in ein marktfähiges Produkt entfernt. Er weist allerdings auch einen gänzlich neuen Weg, Wasserstoff als Treibstoff einzuset



Pic 186 Funktionsmodell des Knallgasmotors von Klaus-Jürgen Bernau.

zen. Bernau will ihn nicht einfach als "Benzinersatz" in den herkömmlichen Kolbenmotoren verbrennen - und auch nicht mit Luft. Im Januar 1996 ist ihm ein Deutsches Patent auf einen Rotationskolbenmotor erteilt worden, der mit Knallgas laufen soll. Dieser Stoff ist jedem Schüler als hochbrisantes Gemisch bekannt. Wird es auf 500 bis 600 Grad Celsius erhitzt, explodiert es. Dabei entsteht lediglich Wasserdampf. Die Reaktionsgleichung lautet: 2Hz + 02 -" 2HiO + 116 kcal (Kilokalorien). In einem Kolbenmotor, erläutert der Erfinder, wäre Knallgas schon deshalb nicht zu gebrauchen, weil sich das Gemisch nicht kontrolliert verdichten lasse. In einem Viertaktmotor käme es beim zweiten, dem Kompressionstakt zu einer unkontrollierten Verbrennung; eine gezielte Zündung am oberen Totpunkt wäre ausgeschlossen. Ähnlich wie in einer Flüssigstoffrakete will Bernau in seinem Rotationskolbenmotor reines Wasserstoffgas mit reinem Sauerstoffgas nutzen. Klaus-Jürgen Bernau ist ein Knallgasmotor patentiert worden.

Entsprechend der Grundkonstruktion, wie sie in der Patentschrift dargestellt ist, dreht sich in einem Gehäuse achssymmetrisch ein kreisrunder Rotationskolben. An drei Stellen



Pic 187 Rotationskolbenmotor zur Verbrennung von Knallgas. Die Zeichnung aus der Patentschrift zeigt in dem Gehäuse (I) den Rotationskolben (2) mit den fünf "Füllkammern" (I-V) im Kolben, den Dichtklappen (3) und den drei Brennkammern (VI, VII, VIII) zwischen Kolben und Gehäuse sowie jeweils zwei Gehäusenocken (7).

reicht die Innenwand des Gehäuses nockenartig an diesen Kolben heran, wodurch der Raum zwischen beiden in drei Brennkammern unterteilt wird. Auf dem Rotationskolben sitzen fünf einseitig gelagerte Dichtklappen, die der Fülldruck des Wasserstoffgases an die Gehäusewand drückt. Wird beim Entlanggleiten an einem Nocken die Zuleitung für das Sauerstoffgas geöffnet und das sich im Nu bildende Knallgas gezündet, sorgt der Verbrennungsdruck dafür, daß die Dichtklappe angepreßt wird. Die Gaszufuhr wird über Ventile gesteuert. Die Rückseite jeder Dichtklappe erfüllt zwei Funktionen. Erstens wird sie beim Überfahren eines Gehäusenockens an den Rotationskolben gedrückt und verschließt dabei jedesmal im Kolben eine sogenannte Füllkammer. Nach dem Passieren eines Nockens sind Füllkammer und benachbarte Brennkammer miteinander verbunden. Zweitens überträgt die Dichtklappe die hinter ihr entstehende Explosionskraft als Drehmoment auf den Rotationskolben. Laut Patentschrift ist vorgesehen, das Wasserstoffgas durch die hohle Rotorwelle zuzuführen und über Ventile in die Füllkammern einzuleiten. Der Sauerstoff strömt über Kanäle und ventilgesteuerte Düsen im Gehäuse in die Brennkammern. Diese Art der räumlichen Trennung der Gaszuführungen sei aus Sicherheitsgründen gewählt worden.

### Funktionsprinzip und Ausführungsvarianten

Ob der Wasserstoff durch den Rotor und der Sauerstoff durchs Gehäuse oder beide besser über das Gehäuse zugeführt werden, ändert nichts am Funktionsprinzip. Wichtig ist, daß der Wasserstoff zuerst und danach der Sauerstoff in die Kammer hinter der Dichtklappe einströmen, in der es - unter gewissen Voraussetzungen - sogleich zu einer Knallgasexplo-

sion kommt. Optimal könnte nach Bernau ein Mischungsverhältnis von 3:2 bei einer Temperaturdifferenz Wasserstoff -Sauerstoff von 20 Grad (-20 °C und 0°C) und einem Druckunterschied zwischen beiden Gasen von I bis 1,5 bar sein. Bei fünf Dichtklappen, fünf Füll- und drei Brennkammern ergeben sich 15 Zündungen je Kolbenumdrehung. Bei der Zündung des unter den Eigendrücken der Gase gebildeten Knallgasgemisches entsteht eine Temperatur von schätzungsweise 4000 Grad. Würde man, und daran denkt Bernau, in diesem Moment zusätzlich Wasser einspritzen, wird dieses bereits bei etwa 1400 Grad Celsius dissoziieren und somit weiteres zu verbrennendes Knallgas entstehen. In die beim Ausströmen des Abgases drucklos werdenden Brennkammern möchte Bernau zu Schmierzwecken sowieso Wasser einspritzen, das sich sofort in Dampf verwandeln würde. Die Kühlung der Maschine soll eines der beiden Reaktionsgase (das anschließend verbrannt wird) übernehmen, das seinen Speicher ja mit niedriger Temperatur verläßt. In einer neuen Patentanmeldung ist das, zusammen mit weiteren konstruktiven Veränderungen, ausgeführt.

Was beim ersten Überdenken reichlich kompliziert scheint, mag ein Kopfschütteln hervorrufen, wie es ähnlich Rudolf Diesel vor hundert Jahren begegnete.

Mit heutigem Wissen und den zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten dürften sich die Realisierungschancen von Bernaus Vorschlag in relativ kurzer Zeit und mit vertretbarem Aufwand ermitteln lassen. Das sollte sich lohnen, denn im Erfolgsfalle wäre die erste Verbrennungskraftmaschine geboren, die keinerlei Schadstoffe ausstößt. Ganz nebenbei erführe dann der gelernte Kraftfahrzeugmechaniker Klaus-Jürgen Bernau, daß er sich 1986, als ihm die Idee kam, nicht umsonst über den Smog in Berlin geärgert hat. Damals wurde ihm das Autofahren amtlich untersagt.

# Magnetismus als primäre Energiequelle

# Der Magnet-Motor/Generator des Bill Müller

Michael Faraday (1791-1867) begann mit 13 Jahren eine siebenjährige Lehre als Buchbinder und Buchhändler. Bücher regten ihn an und ermutigten ihn zum Selbststudium natürlicher Phänomene. Das Buch von Isaac Watts "On the Mind" (Über den Verstand / das Denken) bot ihm Orientierung bei seinem neugierigen Fragen und Forschen. Watts beschwor den Eifer, die Mühe und die Sorgfalt, die beim Studium aufzuwenden seien, und warnte vor leeren Begriffen und vorschnellen Schlüssen, die man aus nur wenigen Erfahrungen ziehen könnte. Die Bekanntschaft mit Sir Humphry Davy von der Royal Institution of Great Britain, dessen Vorträge er aufmerksam verfolgte, bestimmte Faradays weiteren Lebensweg. Vom Laborgehilfen an der Royal Institution stieg er zu deren Direktor auf. Seine Institution, der er treu blieb, bis ihm die Kräfte schwanden, bot ihm den idealen Experimentierrahmen.

1820 hatte Hans Christian Oerstedt (1777-1851) seine Erkenntnisse über den Zusammenhang von Elektrizität und Magnetismus veröffentlicht. Faraday wiederholte Oerstedts

Magnetnadelversuche, führte sie fort und studierte die gerade damals anschwellende Literatur über den Elektromagnetismus. "Wandle Magnetismus in Elektrizität um", hielt er in seinem Notizbuch fest. Darin erblickte er das wissenschaftliche Ziel seines Denkens und Handelns. Michael Faraday entdeckte den

Elektromagnetismus. "Wandle Magnetismus in Elektrizität um", hielt er in seinem Notizbuch fest. Darin erblickte er das wissenschaftliche Ziel seines Denkens und Handelns. Michael Faraday entdeckte den Effekt der elektromagnetischen Induktion. Unabhängig von ihm fand auch Joseph Henry am Princeton College, New Jersey, heraus, daß

- 1. jede Änderung im magnetischen Feld, durch das ein elektrischer Leiter führt, in diesem eine elektrische Spannung erzeugt (induziert),
- 2. jede Änderung der elektrischen Spannung in einem Leiter eine Änderung des magnetischen Feldes um ihn herum zur Folge hat.

Wie die Änderung der Magnetfeldstärke oder der Spannung zustande kommt, darüber hat Faraday keine grundsätzlichen Aussagen gemacht. Daß es eines Kraftaufwandes bedarf, zwei ungleiche Pole (plus/minus) voneinander wegzubewegen oder zwei gleichnamige (plus/plus; minus/minus) aufeinander zuzubewegen, konnte auch Faraday nicht umgehen. Aber er spekulierte und ließ ein Türchen offen für elektrische Maschinen, die dermaleinst ohne diesen mechanischen Kraftakt auskommen könnten. Würden Magnetpole nicht gewaltsam voneinander getrennt werden müssen, schrieb er, ließe sich eine perpetuierliche Bewegung darstellen. Und: Würde der elektrische Leiter widerstandslos vom Strom durchflossen, ließe sich daraus ein perpetuierlich laufender Motor ableiten.

Jeder Elektrotechniker weiß, daß es das nicht gibt, nicht geben kann. In jedem Generator muß per Antriebsleistung die Elektromotorische Kraft (EMK) überwunden werden, die der in seiner Wicklung induzierte Strom erzeugt; diese Kraft wirkt der Drehung des Ankers entgegen. Im umgekehrten Fall, beim Motor, muß die sogenannte Gegen-EMK überwunden werden, die elektrische Antriebsleistung schluckt. Auch in der Ankerwicklung eines Elektromotors wird ein Strom induziert, der dessen Bewegung bremst. Entsteht - ganz allgemein - durch irgendeine Zustandsänderung ein Induktionsstrom, versucht er, diese Änderung zu hemmen. Das besagt die nach dem Physiker H.F.E. Eenz (1804-1865) benannte Regel, mit der auch festgeschrieben wurde, daß nicht sein kann, was nicht sein darf.

Würde nämlich zum Beispiel der in einem Generator erzeugte Strom in die andere als die ihm aufgezwungene Richtung fließen, genügte ein einmaliger Anstoß, um theoretisch auf Dauer Strom zu erhalten. Das verbietet das Gesetz von der Erhaltung der Energie, das der Eenzschen Regel zugrunde liegt. Dieses ist kein Axiom, vielmehr ein Erfahrungssatz. Weil bisher noch keine Ausnahme von ihm festgestellt worden sei, sagt die Wissenschaft, muß er als gültig angesehen werden. Aber, und das ist ebenfalls festzuhalten, er gilt nur für geschlossene Systeme. Auf offene angewendet wäre er freilich auch sinnlos. Elektrische Maschinen werden verständlicherweise als geschlossene Systeme behandelt. Worum aber handelte es sich, würde man ihren geschlossenen elektromagnetischen Kreis dauernd unterbrechen, sprich öffnen, indem man eine Maschine abwechselnd als Motor und Generator laufen ließe? Sollte das, was sich Michael Faraday prinzipiell immerhin vorstellen konnte, Wirklichkeit geworden sein? Wahrscheinlich liegen diejenigen richtig, die 130 Jahre nach der Erfindung der Dynamomaschine durch Werner von Siemens keine revolutionären Neuerungen mehr vom Elektro-maschinenbau erwarten. Aber das wirklich Neue kam und kommt meistens von Außenseitern, deren Kreativität die Grenzen der anerkannten Lehrmeinung überschreitet. Allen, die glauben, daß Elektrizität und Magnetismus sozusagen ausgereizt seien, weil man praktisch alles über sie wisse, wünschte ich einen Besuch im Laboratorium

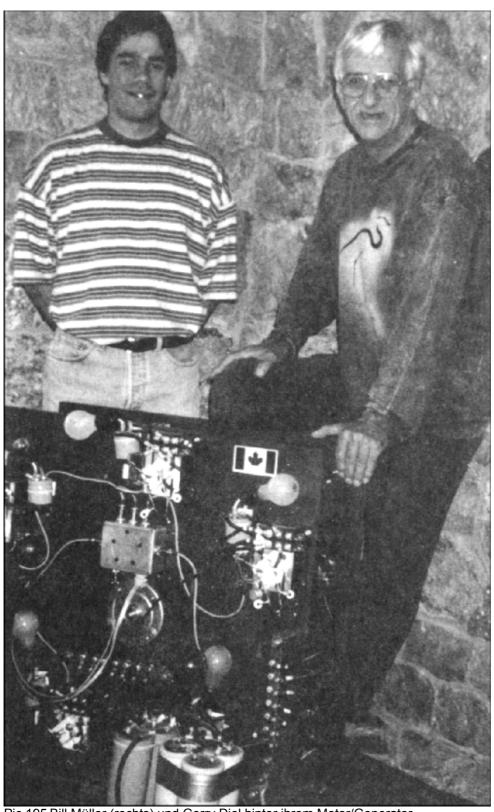
von Wilhelm (Bill) Müller in British Columbia, Kanada. Er würde dort einen Menschen treffen, der sich seit seiner Jugend in der Elektrizität regelrecht eingenistet hat. Wie ein Jongleur hantiert er mit seinen Meßgeräten, führt ein Experiment nach dem anderen vor und wundert sich zuweilen über die Begriffsstutzigkeit eines Besuchers. Was er zu zeigen hat, ist allerdings auch nicht von der gewöhnlichen Art. Vieles hat seinen Ursprung in einem höchst eigenwilligen Denken sowie in Entdeckungsreisen durch Fachliteratur und Arbeitsstätten, wo er tätig war.

# Ein Leben lang dazugelernt

Bill Müller ist 1931 als Wilhelm Müller in Bremen geboren. Nach dem Kriege lernte er dort bei Siemens Elektriker. 1952 reiste er das erste Mal nach Kanada, in amtlichem kanadischem Auftrag als Dolmetscher auf einem Auswandererschiff. 1954 ist er selbst Einwanderer Kanadas geworden. In Eisenerz-, Uran- und Goldminen war er für die Stromversorgung aus dieselgetriebenen Generatoren verantwortlich. Fernab auch des kleinsten Städtchens war er in allem auf sich selbst gestellt, wenn die Maschinerie versagte. Was er in den Goldminen erlebte und beobachtete, sollte ihn in den 90er Jahren zum Durchbruch einer eigenen Maschinenentwicklung führen. 1963 verabschiedete er sich endgültig vom Berufsleben in der Wildnis.

In Bad Salzuflen heiratete er seine Ilona und nahm sie gleich mit über den großen Teich. Von 1979 bis zu ihrem frühen Tod 1995 war sie vornehmlich die Frau eines Erfinders, ohne die, wie Bill Müller immer wieder betont, er sein Ziel niemals erreicht hätte. Sie war ihm eine Gefährtin, die nicht nur Haushalt, Bücher und Korrespondenzen führte, sondern auch sachkundig mitreden konnte, wenn es um seinen "Motor/Generator" ging. Der Arbeit im "Busch" war zunächst eine Anstellung in einem Supermarkt für Radio, Fernsehen und Computer gefolgt. 1965/66 wagte Bill Müller den Sprung in die Selbständigkeit. Er verkaufte und reparierte elektronische Geräte aller Art, eine Fabrik übertrug ihm die Instandhaltung ihrer elektrischen Anlagen und Maschinen.

Müllers Maschinenentwicklung begann - bewußt oder unbewußt - mit einem Rückblick in die Zeit, in der Generatoren und Motoren noch nicht in den uns vertrauten Formen verbreitet waren. Im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts entstand eine Vielfalt an Konstruktionen aus dem Bemühen heraus, den Leistungsaufwand zur Generierung elektrischen Stroms und die Verluste bei dessen Nutzung zu verringern. In Müllers Besitz befindet sich ein Original Tesla-Generator. Seine Scheibe mit den Magneten kann man von Hand nur mit großer Mühe ruckweise an den Eisenkernen der Spulen vorbeibewegen. Das Türchen, das Faraday nicht verschlossen hatte, hatte sich offenbar noch nicht öffnen lassen. Das gelang erst Bill Müller. Zu einem der speziellen Konstruktionsmerkmale seiner Maschine konnte er einen Vordenker ausfindig machen. Joseph Saxton hatte 1852 vorgeschlagen, auf Läufer und Stator nicht die gleiche Anzahl Pole anzuordnen. Einer geraden Zahl von ihnen auf der Scheibe sollte eine ungerade auf dem Stator gegenüberstehen - oder umgekehrt -, um die Permanentmagnete leichter an den eisernen Spulenkernen vorbeibewegen zu können. Das ist bei Müllers Maschine der Fall.

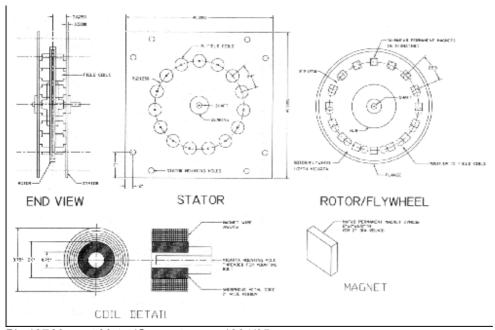


Pic 195 Bill Müller (rechts) und Gerry Diel hinter ihrem Motor/Generator.

Besonderheiten, die wesentlich sind

Bill Müller hat etwa 40 Versuchsgeräte gebaut, bevor ihm mit der heute vorführbaren Maschine der Durchbruch bis dorthin gelang, von wo aus die Überführung der Konstruktion in den Serienbau von kleinen und Maschinen in Kraftwerksgröße das übliche Können von Ingenieuren kaum überfordern dürfte. Im Prinzip dreht sich eine mit Permanentmagneten besetzte Scheibe zwischen zwei Wänden, den Statoren, in denen Induktionsspulen sitzen. 16 Magneten, die derart durch die Scheibe hindurchgesteckt sind, daß sich auf jeder Seite die Nord- und Südpole abwechseln, liegen auf jeder Statorwand 15 Spulen gegenüber. Die Scheibe läßt sich von Hand mühelos drehen. Das ist die Folge der ungleichen Polzahl, der ersten Besonderheit der Mullerschen Maschine. Warum sie zu Recht als Motor/Generator bezeichnet wird, erhellen ihre weiteren Merkmale.

Hätte man nur die altbekannten Ferrit- oder Alnico-Magnete einsetzen können, wäre aus der Mullerschen Idee nichts geworden. Die sind viel zu schwach, ihre Kraft würde sich rasch erschöpfen. Ganz anders ist das bei den Super Powerful Permanent Magnets (SPPM) aus sogenannten Seltenen Erden, die das Vielhundertfache ihres Eigengewichtes heben können, ohne jemals auch nur einen Bruchteil ihres Arbeitsvermögens einzubüßen. Müller verwendet Neodym-Eisen-Bor(NdFeB)-Magnete mit einer Energiedichte zwischen 30 und 50 MGOe (MegaGaussOerstedt), die er aus China bezieht. "Ich habe in acht Jahren kein einziges Gauss (Maß für die magnetische Flußdichte) verloren", behauptet Müller schmunzelnd. Die starken Magnete böten die einzige Chance, den Magnetismus als unerschöpfliche primäre Energiequelle einzusetzen. Der Einsatz von SPPMs ist neben der ungleichen Polzahl von Rotor und Stator das zweite unver-



Pic 197 Magnet-Motor/Generator von 1994/95.

zichtbare Element des Motor/Generators von Bill Müller. Ohne die intelligente Einordnung der Magnete in das Maschinenkonzept wäre aber auch mit ihnen nichts anzufangen.

Die dritte Besonderheit seiner Maschine, ohne die sie dauerhaft nicht viel leisten könnte, betrifft das Material für die Kerne der Spulen auf den Statorwänden. Sie sind das Ergebnis der größten Entdeckung Bill Müllers; er verdankt sie seiner Beschäftigung in Goldminen und seiner scharfen Beobachtungsgabe. Goldsucher bewegten gelegentlich Hufeisenmagnete unter ihren Waschtellern, um damit den offenbar eisenhaltigen Sand "beiseite zu ziehen". Feine Goldpartikel blieben dann, wenn sie denn vorhanden waren, besser sichtbar zurück.

Die Goldminen hinterließen, zu Halden aufgeschüttet, Tonnen schwarzen Sandes, einem Gemisch aus Magneteisenstein, Magnetit (F3Ü4), und Silizium (Si). Als sich herumsprach, daß die Halden neben bislang nicht gewinnbarem Gold auch Edelmetalle wie Titan enthalten und daß sich der Sand insgesamt zur Verbesserung des Transports von Kohlenstaub durch Pipelines eignet, wenn man ihn dem Transportgut zumischt, erweckten die schwarzen Sandberge Aufmerksamkeit. Paarige Förderbänder wurden gebaut. Auf dem einen läuft der Sand unter einem zweiten hinweg, das mit Magneten bestückt ist,

die den Magnetit nach oben ziehen, so daß alles nicht magnetische Material inklusive Gold auf dem unteren Band verbleibt. Bill Müller brachte den neuen Goldsuchern die Supermagnete nahe, die den Extraktionsprozeß um ein Vielfaches wirksamer werden ließen. Dabei machte er seine Entdeckung: Das körnige Magnetit fällt am Ende des Magnetbandes absolut unmagnetisiert wieder herunter - wie Sand eben. Offenbar blieb trotz der starken Magneteinwirkung kein Magnetismus zurück, wie das bei Eisenerz zu erwarten ist. Der schwarze Sand verhält sich wie amorphes Metall.

# Amorphes Metall, von der Natur geliefert

Amorphe Metalle werden auch als "metallische Gläser" bezeichnet, weil sie, wie Glas, keine geordneten Kristallstrukturen aufweisen. Technologisch gesehen war 1972 ihr Geburtsjahr. Damals gelang der amerikanischen Allied Corporation die Herstellung dünner Bänder auf Ferrit-Basis, indem sie das Material in tausendstel Sekunden um etwa tausend Grad aus der Schmelze heraus abkühlte. Diese Zeit ist zu kurz, als daß sich die Kristalle zu Strukturen ordnen könnten. Die Produktion dünnen Bandmaterials ist bis heute Stand der Technik. Wer daraus Körper formen will, muß Bleche aufeinander schichten oder wickeln. Zum High-tech-Material sind die amorphen Metalle vor allem wegen ihrer elektromagnetischen Eigenschaften geworden, die denen "weichmagnetischer" Werkstoffe gleichen. Ihr Magnetisierungsverhalten erkennt der Fachmann am schnellsten an der sogenannten Hystereseschleife, welche die Abhängigkeit der Magnetisierung M von der dafür aufzuwendenden Magnetfeldstärke H wiedergibt. In magnetisierbaren Materialien umschreiben die Magnetisierungs- und die Ent-magnetisierungskurve eine Fläche, deren Größe und Form im Falle von Elektromagneten das Wichtigste über deren induktive Eigenschaften aussagen. Bei abnehmender Feldstärke geht die Induktion nicht wieder auf derselben Kurve zurück, wie sie bei zunehmender Feldstärke angestiegen ist. Das bedeutet Verluste. "Hystereseverluste", wie sie bei der ständigen Ummagnetisierung etwa der Spulen und Wicklungskörper in elektrischen Maschinen unvermeidbar sind. Diese werden dadurch heiß und müssen gekühlt werden. Bei amorphem Metall treten so gut wie keine Hystereseverluste auf. Auch nicht bei dem schwarzen Sand, dessen Eisengehalt sich im Magnetfeld weiter anreichern läßt. Die massenspektroskopische Untersuchung einer typischen Materialprobe ergab 87,35% Fe (Eisen), 6,04% Al (Aluminium), 4,71% Si (Silizium), 1,52% Ti (Titan) und 0,38% Ca (Calcium). Ob die Eigenschaften des schwarzen Sandes allein auf die Tatsache zurückzuführen sind, daß ein Kollektiv von Magnetitkörnchen keine umfassenden Kristallformationen ausbilden können dürfte, oder ob auch das Silizium als Gemengebestandteil oder viele Körnchen umhüllend eine entscheidende Rolle spielt, ist vorerst weniger interessant. Wichtig sind die Eigenschaften dieses Materials, die Bill Müller exzellent zu nutzen weiß. Er hat ein zum Patent angemeldetes Gießverfahren entwickelt, nach dem sich auf einfache Weise durch Zusatz von Bindemitteln jeder beliebige Körper formen läßt. Amorphes Metall ist nicht mehr länger auf die Lieferform "dünne Bänder" beschränkt. Und das Grundmaterial ist praktisch kostenlos in beliebiger Menge verfügbar. Bill Müller beweist mit dem Prototyp seiner Maschine, daß sich damit dem Elektromaschinenbau ein geradezu neues Zeitalter eröffnen könnte. Die Kerne der Statorspulen sind aus dem schwarzen Sand hergestellt, der bei seiner Magnetisierung und Entmagnetisierung praktisch keine Hystereseschleife erzeugt. Die Spulen bleiben kalt, auch wenn die Magnete mit einer Rotation ihrer Scheibe von 2500 Umdrehungen/Minute Hunderte von Stunden ohne Unterbrechung an ihnen vorbeirasen. Die amorphen Spulenkörper sind nach der ungeraden Polzahl und den Supermagneten im Läufer das dritte "Essential" des Muller-schen Motor/Generators. Daß Müllers Grundüberlegungen zu einer Maschine, die Pol für Pol in Sekundenbruchteilen ständig vom

Daß Müllers Grundüberlegungen zu einer Maschine, die Pol für Pol in Sekundenbruchteilen ständig vom Motor- in den Generatorstatus wechselt, Wirklichkeit werden konnten, verdankt er vor allem auch seinem kongenialen Partner Gerald (Gerry) Peter Diel, einem diplomierten Ingenieur des British Columbia Institute of Technology. Er hat sich wie Müller in dessen geniale Maschinenkonstruktion buchstäblich hineingelebt und hat ihn während der jahrelangen Entwicklung Schritt für Schritt begleitet. Diel war maßgeblich am Aufbau der elektronischen Peripherie beteiligt, die den Maschinenlauf regelt. Nach einem autodidaktischen Lernprozeß gelang es ihm sogar, die alles steuernde Leistungselektronik auf einem an seinem Computer konstruierten Chip unterzubringen. Damit war die vierte unverzichtbare Komponente des Motor/Generators zur vollen Zufriedenheit seiner Schöpfer verwirklicht. Um deren Bedeutung zu verstehen, muß man den Funktionsablauf in der Maschine im Grundsätzlichen kennen. Dieser wird durch die wie ein Schwungrad wirkende rotierende Scheibe noch unterstützt und "geglättet". Das könnte man als die fünfte Besonderheit der Maschine ansehen, die selbstverständlich ebenfalls zum Patent angemeldet wurde.

#### Funktionsweise eines Scheibenläufers

Zum Verständnis der Maschinenfunktion betrachtet man am besten die Vorgänge in einer der Statorspulen, an der sich, durch einen etwa zwei Millimeter breiten Luftspalt getrennt, die Rotormagnete vorbeibewegen. Nähert sich ein Magnet der Spule, wird zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Gleichstromimpuls in die Wicklung geschickt, der die Spule kurzzeitig in einen Elektromagneten verwandelt. Dessen magnetische Kraft wirkt abstoßend oder anziehend auf den Rotormagneten und somit als Drehkraft auf die Scheibe. Mit zunehmender Drehzahl wird der Impuls kürzer, was gleichzeitig weniger Energieaufnahme bedeutet. Verläßt der Magnet den Bereich der Spule, wird in deren Wicklung ein Strom generiert.

Durch den geschickten Einsatz von Dioden und anderen elektronischen Bauelementen kann dieser Strom der Energiequelle für die Elektromagneten zugeführt werden. Diese Energiespeicher/-quellen können Batterien, Kondensatoren oder ein allgemeines Netz sein. Die nach der Lenzschen Regel bei der Induzierung einer Spannung unvermeidlich auftretende Gegen-EMK kommt hier praktisch nicht zur Wirkung. Denn, so erläutert Müller, sobald der Stromimpuls in der Spule sein Maximum erreicht hat, wird er abgeschaltet. Der mit dem zusammenbrechenden Feld des Elektromagneten erzeugte Wechselstrom werde über eine Diodenschaltung umgehend in Gleichstrom umgewandelt. Es wird mehr Strom generiert, als zum Abbau des elektromagnetischen Feldes einer Spule benötigt wird.

Und noch etwas fällt dank Maschinenkonzept und elektronischer Steuerung günstiger aus als bei allen bekannten elektrischen Motoren und Generatoren: Sowohl beim Eingangsais auch beim Ausgangsstrom liegen Spannung und Strom in Phase, wodurch ein Leistungsfaktor (Cosinus Phi) von eins erreicht wird. Es kommt zu keiner sogenannten Wechselstromverschiebung.

Die Maschine, die dem Autor im September 1995 vorgeführt wurde, hat einen Scheibendurchmesser von 660 mm; die 16 Permanentmagnete sind auf einem Kreis von 570 mm Durchmesser angeordnet. Der gesamte Rotor wiegt weniger als 90 kg. Zu seinem Anlauf genügte eine Leistung von 40 W (2 V, 20 A), die als gepulster Gleichstrom in zehn Spulen floß. Statt der 30 Spulen, mit denen die beiden Statorwände voll besetzt gewesen wären, war aus Kostengründen nur ein Drittel installiert. Obwohl die Maschine auf einem Teppichboden stand, traten bis 3000 Umdrehungen in der Minute keine nennenswerten Vibrationen auf. Beim Auslauf der Maschine wurde bis zur letzten Umdrehung Strom erzeugt. Der damals geplante Neubau einer Maschine, für den noch das Geld fehlte, wird neben Verbesserungen im Detail einen vollbesetzten Spulenkreis aufweisen. Bei etwa den gleichen Abmessungen des hier beschriebenen Motor/Generators ist zu erwarten, daß an der Welle mehr als 400 PS Abtriebsleistung verfügbar sein werden. Würde man dann die aufgenommene elektrische Leistung mit der Nutzleistung vergleichen, ergäbe sich laut Bill Müller ein Verhältnis von I: 2. Nicht vergessen werden dürfte dabei, daß sich die kollektorlose Maschine ihre Antriebsenergie in Form gespeicherter Elektrizität (in Batterien und/oder Kondensatoren) selbst bereitstellt. Das würde theoretisch einen unendlichen Wirkungsgrad bedeuten. Symbolisch kann man sich zwei schwarze Kästen (black boxes) vorstellen, die miteinander wechselwirken. In den kleineren von beiden wird aus dem großen ständig Strom hineingeschickt, dort gespeichert und als Antriebsstrom wieder in den großen Kasten zurückgeführt. Aus diesem, dem Motor/ Generator, kann ständig eine Wellenleistung abgezogen werden.

Natürlich ist das "verboten", denn dann handelte es sich )a um ein Perpetuum mobile. Das Zusammenwirken der vier (fünf) hier vorgestellten Komponenten und deren Besonderheiten sollten das "Unmögliche" aber jedem aufgeschlossenen Leser aus dem Bereich des Utopischen in die Realität gerückt haben. Messungen an einer einzelnen Spule der im September 1995 vorhandenen Maschine gestatten, deren Gesamtleistung "hochzurechnen". So wurden in meinem Beisein zum Beispiel bei 1500 U/min zwei gegenüberliegende Spulen mit 32 V und 7,5 A (alle zehn Spulen zusammen mit 1200 W) gespeist. Der von den zehn Spulen gemeinsam erzeugte Wechselstrom, der sofort umgeformt und in Kondensatoren geleitet wurde, hatte eine Spannung von 64 V und eine Stromstärke von 37,5 A, was einer Wechselstrom-Ausgangsleistung von 2400 W entsprach.

Bill Müller, der vor allem Faraday und Tesla genau studiert hat, ist der Ansicht, deren Überlegungen und experimentelle Bemühungen real zu Ende geführt zu haben. Er dürfte damit die Grundlage für eine revolutionär neue Generation von elektrischen Maschinen geschaffen haben, mit der sich die Elektrizitätsversorgung letztlich konsequent dezentralisieren ließe - mit allen positiven Konsequenzen für Umwelt und Verbraucher. Aber die Müller-Maschine könnte auch in Großkraftwerken ihren Platz finden. Fest steht: Der Magnetismus ist eine nutzbare Primärenergie geworden.

(Zu dem schwarzen Sand, der sich wie amorphes Metall verhält, ist noch nachzutragen, daß er auch ein hervorragendes Abschirmmittel gegen magnetische Felder abgibt. Untersuchungen eines wissenschaftlichen Institutes ergaben für den hochfrequenten Bereich etwa dreimal bessere Werte, als sie mit anderen ferritischen Materialien erreicht werden. Durch Legieren mit anderen Metallen dürfte sich der schwarze Sand an Niederfrequenzen adaptieren lassen.)

# Elektrotechnik nach dem Influenzprinzip

# Elektrische, nicht magnetische Felder wandeln die Energie

Wie man Elektrizität industriell und für jedermann erzeugen kann, entschied sich im 19. Jahrhundert. Michael Faraday (1791-1867) hatte die Gesetze der elektromagnetischen Induktion entdeckt und formuliert. Er selbst konnte einen darauf basierenden Generator vorführen und eröffnete damit grundsätzlich die Möglichkeit, durch den Einsatz mechanischer Energie elektrischen Strom zu erzeugen. Es dauerte danach noch rund fünf Jahrzehnte, bis die Starkstromtechnik mit Motoren und Generatoren, wie wir sie kennen, die entscheidende Phase der Elektrotechnik einleitete. Einer ihrer Wegbereiter war Werner von Siemens, der als Entdecker des elektrodynamischen Prinzips gilt und der 1866 seine erste Dynamomaschine vorstellte.

Daß man Elektrizität auch nach dem Influenzprinzip der Ladungstrennung erzeugen kann, war längst bekannt. Wie das funktioniert, wird noch heute mit Influenzmaschinen im Physikunterricht vorgeführt. Die erzeugten und getrennt transporrierten Plus- und Minusladungen können beispielsweise in sogenannten Leydener Flaschen gesammelt werden. Ein Strom fließt dann über eine Leitung oder eine Funkenstrecke, wenn beide Pole zusammengeschlossen werden und sich der Elektrizitätsspeicher entlädt. Das geht buchstäblich blitzschnell, wie beim Blitz in der Natur. Dort blitzt es, wenn es zu einem elektrischen Überschlag zwischen zum Beispiel einer positiv geladenen Wolke und der (in diesem Falle) negativ geladenen Erde kommt. Die Spannung zwischen den beiden war dann derart angestiegen, daß die "Isolierkraft" der Luft nicht mehr ausreichte, den Ladungsausgleich zu verhindern. Der Physiker betrachtet die Luft bei diesem Geschehen als ein sogenanntes Dielektrikum, einen Isolator. Könnte sich die Gewitterelektrizität gewissermaßen domestizieren lassen? Bedeuten würde das, daß der Ladungstransport permanent und kontrolliert ablaufen müßte. Wäre das möglich, brauchte man (theoretisch und vereinfacht) einen Verbraucher nur in die Entladungsstrecke einzukoppeln, und er wäre mit Elektrizität versorgt. Gleiches gälte für ein ganzes Stromnetz zwischen beiden Polen.

## **Elektrisches Feld im Arbeitsspalt**

Dr.-ing. Wolfgang Dittrich, Professor an der Technischen Universität München und ehemaliger Inhaber des For-schungslaboratoriums für Elektrofluidmechanik, sagt, daß unsere elektrischen Maschinen genaugenommen als magnetische Maschinen bezeichnet werden müßten. Es sei schließlich ein magnetisches Feld, das die Wechselwirkung zwischen deren Stator und Rotor gestatte. Der eigentliche Ort der Energieumwandlung ist der Spalt zwischen beiden, den das Magnetfeld überbrückt. Dieses überträgt Energie: beim Gene-

rator vom Rotor auf den Stator, beim Motor vom Stator auf den Rotor. Wieviel, das hängt von der Energiedichte des Magnetfeldes ab. Bei einer magnetischen Flußdichte von 0,5 Tesla beispielsweise beträgt die Energiedichte 0,1 Joule je Kubikzentimenter. Das ist ein hoher Wert. Die Tatsache, daß sich mit Magnetfeldern hohe Energien durch den Arbeitsspalt der Maschinen übertragen lassen, mag Grund genug gewesen sein, gar nicht erst nach etwas anderem Ausschau zu halten. Bis dato hat jedenfalls nichts grundlegend Neues Eingang gefunden in die maschinentechnische Praxis. Daß damit ein im wahrsten Sinne des Wortes schwergewichtiger Nachteil verbunden ist, wird folglich auch wie naturbedingt hingenommen. Das Magnetfeld muß nämlich in einem geschlossenen Kreis geführt werden, und diese Führung übernehmen schwere Eisenkörper in den Maschinen. Das hat hohe Leistungsgewichte zur Folge, die zwischen etwa ein und zehn Kilogramm je Kilowatt liegen. Eine wirkliche Alternative zu diesen relativ schweren magnetischen Maschinen ist nach deren Bauprinzip ausgeschlossen.

#### Ein neues Bauprinzip

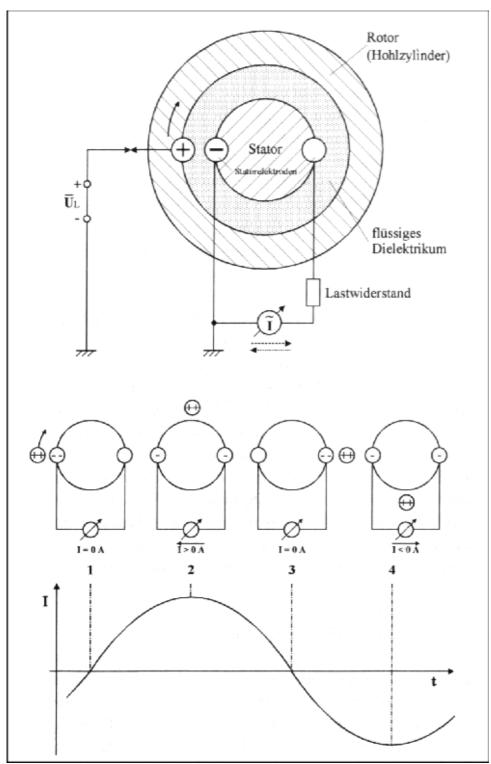
In Sicht ist vielmehr eine neue Bauweise. Unter der Überschrift "Konkurrenz für Magnete" zitiert die "Wirtschaftswoche" vom 3. Juli 1987 Wolfgang Dittrich mit folgenden Sätzen: "Auf diesem Gebiet könnten deutsche Unternehmen mit großem Vorsprung die Weltspitze erobern. Weltweit gibt es keine

Konkurrenzentwicklung. Wenn aber die Japaner meine Entwicklung in die Hand bekommen, hängen die uns innerhalb von zehn Jahren ab." Wovon sprach der Professor damals? Für die Weiterentwicklung eines neuen elektrischen Maschinentyps standen ihm zuletzt ein Jahresetat von mageren 300.000 Mark und vier Mitarbeiter zur Verfügung. Dieses kleine Team widmete sich der Entwicklung einer elektrischen Influenzmaschine, von der Dittrich verschiedene Labormuster mit Leistungen bis zu einigen Kilowatt und Maschinenspannungen bis zu 120.000 Volt gebaut hat. Im Keller seines Hauses führt er - seit dem Auslaufen einer gewissen Auftragsforschung - die Arbeiten auf eigene Kosten weiter. Die einschlägige Industrie zeigte zwar ein lebhaftes Interesse an der Entwicklung, aber zu einem Engagement, das mit Geldausgaben verbunden gewesen wäre, fand sich niemand bereit.

Wolfgang Dittrich hat den Weg gewiesen zu "elektrischen" Maschinen, bei denen - im Gegensatz zu den bekannten -nicht ein magnetisches, sondern ein elektrisches Feld den Arbeitsspalt durchdringt und die Energie vom Rotor auf den Stator überträgt. Den Raum zwischen ihnen füllt ein flüssiges Dielektrikum aus. Dieses weist einerseits einen großen elektrischen Widerstand und eine hohe Durchschlagsfestigkeit auf, die elektrische Überschläge ("Blitze") zwischen dem Plus-und dem Minuspol bis zu vergleichsweise hohen Spannungen verhindern. Andererseits ist das Fluid für das elektrische Feld hochgradig durchlässig. Grundlegend untersucht wurden derartige Flüssigkeiten erstmals am Laboratoire d'Electrostatique des Centre National de la Recherche Scientifique in Grenoble, dessen einstigem Leiter, Prof. N. J. Felici, Dittrich für zahlreiche Erkenntnisse und Anregungen dankbar ist.

Grundkonstruktionen

Den prinzipiellen Aufbau eines Wechselstromgenerators (es gibt auch Gleichstrom- und Impulsgeneratoren) zeigt Bild I. Ein isolierender Hohlzylinder rotiert um einen Stator, der ebenfalls aus einem Isolierstoff besteht. Im Statorrand sind



Pic 209 Bild I: Prinzipieller Aufbau eines Wechselstrom-Generators.

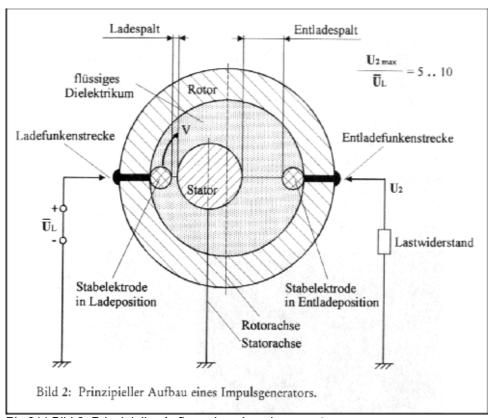
Elektroden angeordnet. Der Raum zwischen Rotor und Stator ist mit einem fluidischen Dielektrikum gefüllt. Über den Rotor (als Pluspol) wird der Maschine die Erregerspannung ul zugeführt. Diese bildet über die linke Statorelektrode (als Minuspol) den Ladestromkreis. Durch die Bewegung des Rotors mit den auf ihm sitzenden Ladungen wird ein Strom generiert, der im Gegensatz zum erzeugten Leitungsstrom als Konvektionsstrom bezeichnet wird. Dieser entsteht durch den mechanischen, um die

Statorelektroden herum rotierenden Ladungstransport. Im Außenkreis mit Lastwiderstand wird dadurch gleichzeitig ein Wechselstrom hervorgerufen.

Wie ein gepulster Strom erzeugt wird, der zum Beispiel einen Laser versorgen könnte, zeigt Bild 2. Diesmal ist der Stator exzentrisch zum Rotor angeordnet. Eine Influenzelektrode ist mit dem Rotor fest verbunden und wird von diesem mitbewegt. In der linken Position wird sie über eine Funkenstrecke mit der Spannung ul geladen, in der rechten - abermals über eine Funkenstrecke - entladen. Der Raum innerhalb des Rotors ist wiederum mit einem flüssigen Dielektrikum gefüllt. Stabelektrode und Rotor bilden einen zylindrischen Kondensator, dessen Spaltbreite - und damit seine Kapazität - wegen der Exzentrizität variiert. Wenn bei maximaler Spaltbreite die Spannung am höchsten ist und die Elektrode entladen wird, entsteht ein Hochspannungsimpuls.

# Elektrische Felder mit hohen Energiedichten

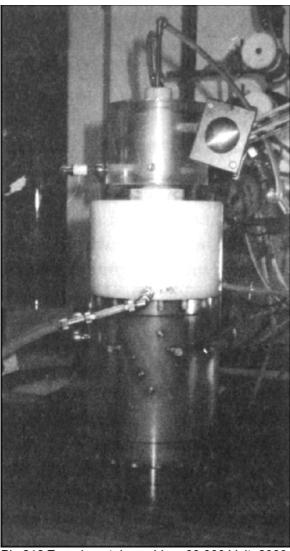
Die gute Übereinstimmung der theoretischen Berechnungen mit den Meßergebnissen, die an Versuchsmaschinen gewonnen wurden, zeigen zweifelsfrei, daß Wolfgang Dittrich die Grundlagen für eine neue Art elektrischer Maschinen geschaffen hat. Bis zu deren Einsatzreife sind freilich noch erhebliche



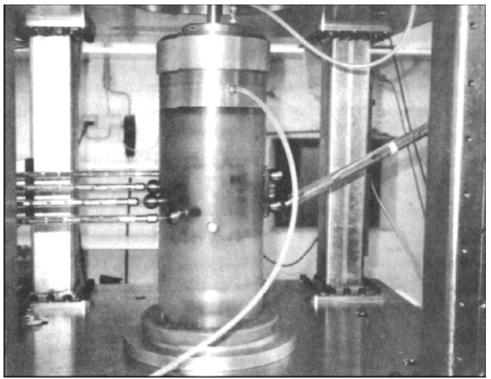
Pic 211 Bild 2: Prinzipieller Aufbau eines Impulsgenerators.

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu leisten; sie sind sowohl maschinentechnischer als auch elektrophysikalischer und elektrochemischer Natur. Benötigt werden vor allem Dielektrika mit hoher Dielektrizitätszahl DZ (auch: Dielektrizitätskonstante), die auch bei sehr starken elektrischen Feldern nicht durchschlagen. Je höher die Dielektrizitätszahl, um so größer die Energiedichte. Derzeit wird eine organische Flüssigkeit mit einer DZ von lediglich 80 eingesetzt. 600 bis 800 sind nach Aussagen von Synthesechemikern vorstellbar. Bei elektrischen Feldstärken von 500 bis 600 Kilovolt je Zentimeter (die Dittrich ohne Durchschlag verifizieren konnte) und einem Dielektrikum mit einer DZ von rund 1000 wären laut Dittrich Energiedichten von über 10 Wattsekunden je Kubikzentimeter möglich. Damit würden die Energiedichten elektromagnetischer Maschinen um den Faktor zehn übertroffen. Wichtig wäre, daß die

noch zu komponierenden Fluide hochrein sind, damit weder im Dielektrikum selbst noch an den Elektrodenoberflächen Ionen erzeugt werden. Spezielle Beschichtungen der Elektroden, die dem gleichen Zweck dienen, haben sich bereits bewährt und müßten weiterentwickelt werden.



Pic 212 Experimentalmaschlne; 60.000 Volt, 2000 Watt.



Pic 213 Mehrstab-Impulsgenerator; rechts Anschluß fürs Laden, links Entladung.

Systeme dieser Art mit hochreinen Dielektrika und einer angepaßten Elektrodentechnik wären für die Speicherung elektrischer Energie ganz generell von großem Nutzen. Zum Beispiel in Elektroautos, die mit Batteriestrom nur mäßig beschleunigen können. Mit Strom aus einem Energiespeicher, der sich wie ein Kondensator schnell entlädt, wäre dieser Schwachpunkt zu beseitigen.

Die von Wolfgang Dittrich angestrebten Influenzmaschinen sind ausgesprochene Hochspannungsmaschinen. Ihre Bauweise ist einfach, gewichtssparend und dementsprechend preisgünstig. Für Fahrzeuge und Flugzeuge wären sie damit geradezu prädestiniert. Die Energieversorgung könnten sie revolutionieren - vom Kraftwerk bis zum Elektromotor in der Fabrik. Kraftwerksgeneratoren lassen sich heute nur bis etwa 30.000 Volt bauen. Um den Strom mit der üblichen Hochspannung von 400 Kilovolt per Fernleitung transportieren zu können, muß er von Transformatoren entsprechend "hochgespannt" werden. Da der Strom ab gewissen Entfernungen wegen der Leitungsverluste als Gleichstrom mit einer Spannung von beispielsweise 800 Kilovolt übertragen wird, kommt zur hohen Leistung der Transformatoren noch die der Gleichrichter mit ihren Verlusten hinzu. In Verbrauchernähe sind Wechselrichter und abermals Transformatoren nötig, die die Fernleitungsspannung auf letztlich 380/230 Volt reduzieren.

Mit Maschinen, wie sie Wolfgang Dittrich vorschweben, wäre das alles nicht erforderlich. Der Kraftwerksgenerator, der auch Megawatt leisten könnte, lieferte gleich 800-Kilo-volt-Gleich- oder Drehstrom. Am anderen Ende der Fernleitung, beim Verbraucher, könnten Gleich- oder Wechselstrommaschinen ohne feste Drehzahl laufen, was heute wegen der 50-Hertz-Netzfrequenz nicht möglich ist. Bei der Stromerzeugung in Wasser- oder Windkraftwerken könnte man auf die aufwendigen Regeleinrichtungen verzichten und die Generatordrehzahl dem jeweiligen Energieangebot des Wasseroder des Luftstromes überlassen. Die Erregerspannung aus dem Netz würde unabhängig von der Maschinendrehzahl stets für einen 50-Hertz-Ausgangsstrom sorgen.

Das sind Aussichten, die in die anvisierte Welt von morgen passen: Ohne Komforteinbußen weniger Energie verbrauchen (hier im wesentlichen durch geringere Verluste in den Maschinen und bei der Hochspannungsübertragung, aber auch durch den - ressourcenschonenden - geringen Bauaufwand für die Maschinen) und die Umweltbelastung verringern. Sollte auch diese Chance den Wirtschaftsstandort Deutschland ungenutzt verlassen?

#### **Phänomenal**

# Energie aus Müll, aber nicht durch Verbrennung

Ein Phänomen ist eine bemerkenswerte Erscheinung in der realen, der physischen Welt. Sie läßt etwas "durchscheinen". Was durchscheint, mag entschlüssel- und erklärbar sein oder nicht, verstanden werden oder rätselhaft bleiben: Phänomen bleibt Phänomen. Was die etablierte Wissenschaft nicht erklären kann, was sich unter den Dächern ihrer Lehrgebäude nicht placieren läßt, pflegt sie auf verschiedene Weise zu behandeln. Verdrängen ist (zunächst) am problemlosesten. Vorschnelle Erklärungen mit dem Anspruch, so sei es und nicht anders, sind gefährlich, denn sie könnten widerlegt werden. Ein Phänomen schlichtweg zu leugnen, geht natürlich auch, aber damit ist es nicht aus der Welt. Die Geschichte von Wissenschaft und Technik ist voll von Beispielen "übersehener", aber einstmals aufgezeichneter Phänomene, für die geradezu urplötzlich eine nützliche Anwendung gefunden wurde. Weil der wissenschaftliche Erkenntnisprozeß inzwischen fortgeschritten war, konnte auch das vormalige Rätsel geklärt werden. Sollte dadurch eine "anerkannte Lehrmeinung" falsifiziert worden sein, müßte sie nach Karl Poppers Wissenschaftstheorie aufgegeben, zumindest modifiziert werden. Auch das käme dem wissenschaftlichen Fortschritt zugute. Ein eindeutig beobachtetes und protokolliertes Phänomen einfach für unsinnig zu erklären, ist nicht nur unklug. Fortschritt kann dadurch um Jahrzehnte verzögert sowie der Gesellschaft eine bessere Problemlösung vorenthalten werden.

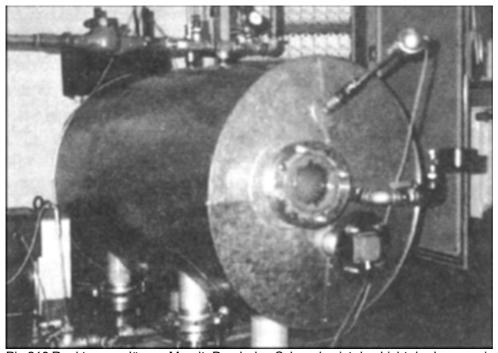
## Ein mysteriöser Reaktor

Was passiert, wenn man Hausmüll, vermischt mit alten Batterien und Altölresten etwa, in einen thermisch isolierten Behälter stopft, diesen luftdicht verschließt und in ihm elektrische Lampen brennen läßt? Es wird warm in dem Behälter, klar, der Druck in ihm steigt an. Eine Verbrennung kann aber nicht stattfinden, denn dafür fehlt der Sauerstoff. So simpel die Versuchsanordnung ist, theoretisch und auf Anhieb dürfte kaum jemand in der Lage sein, vorherzusagen, was sich in dem Reaktorbehälter wirklich abspielt. Dazu ist schon die Idee, so etwas überhaupt zu bauen, zu ausgefallen. Es kann eigentlich nur Neugier auf einen begründeten Verdacht hin gewesen sein, die einen Menschen auf so etwas kommen ließ. Für den Siegerländer Jürgen Mundt war der Bau so eines "Reaktors" naheliegend und die zwangsläufige Folge jahrzehntelangen Nachdenkens. Wie funktioniert der Kosmos? Kann Einsteins Formel E = m- c^ (Energie = Masse x Lichtgeschwindigkeit zum Quadrat) stimmen? Nichts Geringeres als solche Kardinalfragen beschäftigen diesen Mann seit nunmehr über 30 Jahren. In seinem Kopf entstand ein physikalisches Weltbild, das er zwar mit geläufigen Begriffen zu beschreiben vermag, über das sich aber selten auch nur ansatzweise etwas in der wissenschaftlichen Literatur finden läßt. Sein Reaktor und ein ganzes Bündel nachweisbarer Phänomene, die sich bei dessen Betrieb zeigen, dürften zum Anlaß werden, unser von der Physik geprägtes Weltbild zu überprüfen. Die Nutzanwendung seiner Entdeckung und Erfindung verspricht schon jetzt einen höchst brauchbaren Energieerzeuger. Weil in ihm Abfall eingesetzt wird, auch Sondermüll, dürfte ihm darüber hinaus eine bedeutende Entsorgungsfunktion

Jürgen Mundt ist kein Phantast, sondern ein nüchterner Ingenieur. Er hat Dreher gelernt, als Stahlwerker gearbeitet und Maschinenbau studiert. Mit 34 Jahren gründete er sein eigenes Ingenieurbüro. Planer und beratender Ingenieur für Industrieanlagen steht auf seiner Visitenkarte, Kraftwerkstechnik, Umwelttechnik (Entschwefelung), Energietechnik (Kohlevergasung) und "Sachverständiger für Abnahme- und Genehmigungsverfahren". Zu seinen Auftraggebern gehörten das RWE ebenso wie die KWU, für die er Anlagenpläne für Atomkraftwerke, für Wackersdorf und Gorleben überprüft hat. Seit einiger Zeit hält ihn seine eigene Energietechnik gefangen. Das Wissen darüber bezog er weit weniger aus seinen angestammten Tätigkeitsbereichen als beispielsweise aus dem Ausbruch einer Supernova im Universum. Wie alle Weltbilder, so entstand auch das des Jürgen Mundt im Kopf. Begriffe wie Licht, Äther, Vakuum, Gravitation und Magnetfeld sind für ihn Schlüssel zum Weltverständnis und zur Erklärung dessen, was sich in seinem Reaktorgefäß ereignet. Daß er bei dessen Betrieb immer noch von unerwarteten Effekten überrascht wird, könnte die Vermutung nur noch bestärken, daß Jürgen Mundt Hand angelegt hat an das, "was die Welt im Innersten zusammenhält".

#### Eine verblüffende Vorführung

Ich stehe in einem leergeräumten Raum eines westfälischen Industriebetriebes. Auf einem Gestell ruht in horizontaler Lage ein etwa ein Meter langer Behälter mit 80 Zentimetern Durchmesser. Er ist doppelwandig, isoliert gegen Wärmeverluste. Ein Warmwasserkessel ist einerseits über eine Vor- und Rücklaufleitung mit dem Inneren des Behälters verbunden, andererseits an die Hausheizung angeschlossen. Damit wird im Reaktorgefäß entstehende Wärme ausgekoppelt. In den Behälter hinein führen Stromkabel zur Versorgung von vierzehn Glühlampen mit einer Gesamtleistung von zwei Kilowatt. Enthält der eingesetzte Abfall viel Kunststoff oder, wie an diesem Platz vorhanden, ausrangierte Videobänder, kann ein Heizstab zugeschaltet werden. Wie der zugehörige Schaltschrank verkabelt ist, weiß nur Jürgen Mundt. Für den Anschluß der Lampen und des Heizstabes brauchte er gewiß nicht so groß zu sein. Aber, und das ist eines der überraschenden Phänomene, aus dem Reaktor wird auch Elektrizität ausgekoppelt. Sie kann - über den Schaltschrank - einen 1,5 Kilowatt leistenden Elektromotor versorgen, der seinerseits einen 9-Kilowatt-Generator antreibt. Meßgeräte und Meßmöglichkeiten erlauben die Feststellung der Temperaturen im Reaktorraum sowie in den Rohrleitungen; der Wasserdurchfluß und die elektrischen Ströme werden ebenfalls gemessen. Der Blick durch ein Schauglas in den Reaktionsraum des Behälters veranschaulicht, daß sich da drinnen etwas tut. Was? Elf Kilogramm Abfall verstaut Mundt in dem Reaktor, den er danach gasdicht verschließt. Nach acht Betriebstagen wird er erneut beladen. Etwa 80 Prozent des eingesetzten Materials sind in dieser Zeit verschwunden. Sie sind einfach weg, haben sich irgendwie dematerialisiert. Präziser als mit dieser der Esoterik entstammenden Vokabel kann man das nicht kenn-



Pic 219 Reaktor von Jürgen Mundt. Durch das Schauglas ist das Licht der Lampen in dem Behälter und eine Art Dunst zu erkennen, der auf gewisse Reaktionen hindeutet. Oberhalb des Kessels die Wasserleitungen vom und zum Warmwasserspeicher der Hausheizung.

zeichnen, was hier geschieht. In meinem und im Beisein eines zweiten Zeugen, der die Anlage bereits kannte, zirkulierten 2100 Liter Wasser in der Stunde zwischen Reaktor und Warmwasserspeicher. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor-und Rücklauf betrug vier Grad. Daraus errechnete sich eine stündliche Wärmeleistung von 9,6 Kilowatt. Verglichen mit der elektrischen Leistung von zwei Kilowatt, die von den Lampen in der Reaktionskammer aufgenommen wird, ist der Output an Wärme etwa zehnmal so groß wie der Input an elektrischer Energie. Aber das ist noch nicht alles. Wird der 1,5 Kilowatt leistende Elektromotor an "das System" angeschlossen und treibt er den 9-Kilowatt-Generator, läuft der übliche und

verplombte Stromzähler deshalb kein bißchen schneller. Augenscheinlich kommt die verbrauchte elektrische Energie (neben der Wärme) ebenfalls aus dem Reaktor, in dem während der ganzen Zeit ein geringer Unterdruck herrscht. Der Strom muß über die Leitungen, die zu den Lampen führen, aus dem Reaktor ausgekoppelt worden sein. Eine andere elektrische Verbindung gibt es jedenfalls nicht zwischen dem Reaktorbehälter und dem Schaltschrank. -Jürgen Mundt wollte verstehen, wie der Kosmos funktioniert. Was er erkannte, hat er in einem Mikrokosmos, seinem Reaktor, umgesetzt.

# Meßergebnisse von neutraler Seite bestätigt

Soweit meine nach bestem Wissen und Gewissen wiedergegebene Beobachtung. Jürgen Mundt, so scheint es, wundert sich schon bald über nichts mehr, was seine Versuchsapparatur an Phänomenen offenbart. Zum Beispiel, daß sie um so mehr elektrische Leistung abgibt, je mehr ein Verbraucher von ihr abfordert. Offensichtlich baut sich auch ein magnetisches Feld auf, das zum Beispiel die Nadel eines auf das Reaktorgehäuse gelegten Kompasses von der Nordanzeige ablenkt. Weitere rätselhafte Phänomene, die Mundt deuten kann, möchte er nicht mitgeteilt wissen.

In jüngster Zeit sind mehrere Reaktoren unterschiedlicher Größe entstanden und von Neutralen untersucht worden. Bereits Anfang 1994 bestätigte die DEKRA in einem Gutachten, daß während einer Vorführung kein Gasaustritt aus der Reaktorkammer festzustellen gewesen sei und daß die einzige Energiezufuhr von außen zwei 150-Watt-Halogen-lampen in der Kammer gegolten habe. Zwischen Wasservor-und -rücklauf habe man eine Temperaturdifferenz von etwa zehn Grad festgestellt. Ein umfangreiches Meßprotokoll liegt aus dem Zentrum für experimentelle Gesellschaftsgestaltung (ZEGG) in Beizig (Brandenburg) vor, wo ein Gerät eingehender getestet worden ist. Es bestätigt die Befunde, über die hier berichtet wurde. Während der UN-Klimakonferenz 1995 in Berlin kam es zur Begegnung von Jürgen Mundt und Prof. Joachim Leuschner vom Berliner Naturtechnikinstitut. Wiederum wurden die Energieströme gemessen. Aus dem Vergleich der eingesetzten Lampenenergie mit der in Form von Wärme und hochfrequenter elektrischer Energie abgegebenen Leistung hat man laut Protokoll einen Uberschußfaktor von 2.89 errechnet. Erstmals ist hier in einem Versuchsbericht von gemessener Radioaktivität die Rede. Das könnte darauf hindeuten, daß in dem Mundtschen Reaktor so etwas wie eine Kalte Fusion abläuft. Weil sich die von Mundt behaupteten Wirkungen bestätigt haben, empfiehlt Leuschner die systematische Weiterentwicklung der Sache bis hin zu einem serienmäßigen Produkt. Diese Empfehlung in die Tat umzusetzen, sollte eigentlich viele Umtreiben, für die die künftige Energieversorgung und der Umweltschutz ein Thema sind. Die Neugierigen unter den Physikern sollten der Reaktor aus dem Siegerland und die bei diesem auftretenden Phänomene beunruhigen und zu eigenen Experimenten mit Mundt zusammen anregen. Dessen Urheberschaft an dem Reaktor ist geschützt. Unter der Nummer DE 4326 632 C2 ist Jürgen Mundt am II. Mai 1995 ein Patent auf sein Reaktionsgefäß erteilt worden, das "die Gewinnung von Wärme gestattet, wobei die erzielbare Energieausbeute um ein Vielfaches höher liegt als die durch den Betrieb der Lichtquelle eingebrachte Energie". Desweiteren, heißt es in der Patentschrift, gestatte die Anordnung den Abbau toxischer und/oder strahlender Stoffe.

# Anomal, aber real: die Kalte Fusion

Zugegeben: Es ist nicht leicht, einer Idee, einer phänomenalen Beobachtung oder einem experimentellen Befund "anzusehen", ob daraus eine bedeutende technische Innovation entstehen wird. Aber schon im Frühstadium von Erkenntnisprozessen können Entscheidungen fällig werden, die, einer Weichenstellung gleich, aufs Abstellgleis oder in eine neue Richtung führen. Selbst marktreife konkrete Maschinenentwicklungen können offensichtlich vollkommen unterschiedlich beurteilt werden, was dann positive oder negative unternehmerische Entscheidungen zur Folge hat. Die Gründe dafür liefert nicht immer der innovative Gegenstand selbst. Die Gefahr von Fehlentscheidungen durch alle möglichen Fehleinschätzungen ist stets gegeben. Daß Neues geradezu schlagartig einen Lawineneffekt auslösen und binnen weniger Jahre ganze Branchen verändern kann, ist bekannt. Das Telefax, das sich Siemens hat entgehen lassen, und der Personal Computer (PC), dem IBM keine Zukunft einräumen mochte, sind Beispiele dafür. Aus ihnen läßt sich freilich auch Tröstliches ableiten. Daß sich nämlich bedeutende Neuerungen auch abseits von Großkonzernen und Multis durchsetzen können. Auf jeden Fall ist jeder Unternehmer und Manager gut beraten, wenn er auch jenseits der Grenzen seines angestammten Geschäftes "Zeichen der Zeit" zur Kenntnis nimmt und nicht so lange verdrängt, bis er sie nicht mehr ignorieren kann. Der Blick des Europäers über den Atlantik, darauf, was sich in den USA tut, gehört in dieser Beziehung zu den einfachsten und einträglichsten Übungen.

Nimmt man den Energiesektor als Beispiel, so hat die Nutzung der Atomkraft ihren Zenit überschritten. Überhaupt scheinen Großkraftwerke in den USA nicht mehr das alleinige Maß einer verläßlichen Energieversorgung zu sein. Gesetzgeberische Maßnahmen und ein Umdenken bei vielen Energieversorgern haben dazu geführt, daß diese oft kaum noch Interesse daran zeigen, neue Kraftwerke zu installieren. Statt dessen helfen sie ihrer Kundschaft, Energie zu sparen und fördern die Eigenstromerzeugung; Windkraft, Photovoltaik, Solarwärme und Abwärmenutzung gewinnen an Bedeutung. Im Januar 1996 veröffentlichte das in Washington ansässige Worldwatch Institute unter der Überschrift "Power Shock" einen Artikel, den man als Warnung an die Industrie verstehen kann, die auf die heutige Kraftwerkstechnik abonniert ist. Der Verfasser, Christopher Flavin, lenkt den Blick vornehmlich auf die weniger industrialisierten Eänder, die Exportkunden der Kraftwerksindustrie. Gewöhnlich nicht zur Kenntnis genommen, sind dort die Nutzung der sogenannten alternativen Energien und das Energiesparen kräftig ausgeweitet worden. So sei es in China gelungen, den industriellen Energieverbrauch durch Nutzungsgradverbesserungen um 45 Prozent unter das prognostizierte Niveau zu senken. In Japan würden über 80 Prozent aller Haushalte von Energiesparlampen ausgeleuchtet. In Indien seien bereits 500 Megawatt in Windkraftanlagen installiert. Worldwatch geht davon aus, daß wir schon bald Zeugen der dramatischsten Veränderungen in der Weltenergiewirtschaft der letzten hundert Jahre werden dürften.

### Ignorieren wäre leichttertig

Vieles von dem, davon bin ich überzeugt, was etwa in diesem Buch angesprochen ist, wird noch nicht einmal spekulativ betrachtet. Als Beispiel für eine Neuorientierung etablierter Energietechniker verweist Flavin vom Woridwatch Institute auf ein Gemeinschaftsunternehmen mit dem Namen Ener-gyWorks. Es wurde von der großen Ingenieurfirma Bechtel Enterprises Inc., die in den USA einmal der führende Planer von Atomkraftwerken war, und der PacifiCorp, die im Nordwesten der USA mehrere riesige Kohlekraftwerke betreibt, ins Leben gerufen. Das neue Unternehmen wolle in Solarenergie und andere Energiesysteme investieren, die "menschlichem Maßstab" entsprechen. An Energie, gewonnen aus der sogenannten Kalten Fusion, konnte man bei der Firmengründung wohl noch nicht ernsthaft denken. Aber: Deren denkbare Auswirkung auf ein Unternehmen wie Bechtel zu ignorieren, das könne man sich nicht leisten. Diese Mitteilung stammt von Bruce Klein, einem Projektingenieur der Bechtel Power Corporation. Er referierte über einen Entwicklungsansatz zugunsten der Kalten Fusion. Das war im April 1995 auf der 5. Internationalen Konferenz über Kalte Fusion in Monte Carlo, Monaco. Die Liste der Institutionen aus aller Welt, die daran teilnahmen, hätte prominenter nicht sein können. Deutschland war (laut Teilnehmerverzeichnis) - lediglich, könnte man sagen - mit dem I. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg, dem Institut für Astrophysik, Bonn, einem Institut mit dem Kürzel ZSW sowie dein supranationalen Europäischen Patentamt vertreten.

Bruce Klein erläuterte, bezogen auf die Kalte Fusion, eine Vorgehensweise, die auch in anderen Fällen schlicht vernünftig ist. Daß er sich dabei auf eine Sache konzentrierte, die noch in einem auch grundsätzlich umstrittenen Experimentierstadium steckt, beweist wissenschaftliche Neugier, Pioniergeist und gesundes unternehmerisches Kalkül. Bechtel widmet sich der Kalten Fusion im Rahmen eines Stufenplanes mit kalkulierbaren Risikoschritten und Entscheidungspunkten, von denen aus der Weg im Falle positiver Beschlüsse auf immer höhere Niveaus des Engagements führen würde. Selbstverständlich bei zunehmendem Kapital- und Personaleinsatz. Zwei Voraussetzungen für den Einstieg seiner Firma sind für Bruce Klein bereits erfüllt: Erstens sei der Effekt der Kalten Fusion in seinen verschiedenen Erscheinungsformen real. Und dessen Existenz noch immer beweisen zu "wollen, rechtfertige keine weiteren Mittel mehr. Zweitens liege es nicht im Interesse von Bechtel, selbst die weitere Erforschung der Kalten Fusion zu betreiben. Deren Fortschritt hänge von der Zusammenarbeit vieler ab, und daran werde sich Bechtel beteiligen. Die Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus der Kalten Fusion dürfte laut Klein erst mit großen Kraftwerken erreichbär sein. Spätestens dann würden sich die etablierten Energieversorger dafür interessieren, werden die Leistungen der Bechtel-ingenieure begehrt sein. Klein erläuterte acht Phasen, wie sich seine Firma an der Einführung der neuen Energietechnik beteiligen könnte:

- 1. Erarbeitung eines profunden firmeneigenen Verständnisses der Thematik.
- 2. Ermittlung der wichtigsten Parameter für den praktischen Anlagenbau, die Wirtschaftlichkeit und den zeitlichen Ablauf der Implementierung der Technik.
- 3. Studium der juristischen Implikationen.
- 4. Identifizierung des verbleibenden Arbeitsumfanges.
- 5. Festlegung der Art der Zusammenarbeit mit anderen.
- 6. Verteilung der notwendigen Versuche (nach 4) auf die (nach 5) am Gesamtprojekt Beteiligten.
- 7. Entwicklung von Prototypen; Testanlagen für Teilbereiche, komplette Pilotanlagen.
- 8. Beginn der kommerziellen Einführung der neuen Kraftwerkstechnologie.

### Verlacht und ausgegrenzt

Eingedenk der am Anfang dieses Buches analysierten Strukturellen Ignoranz könnte ein Rückblick auf die kurze Geschichte der Kalten Fusion nachdenklich stimmen. Im März 1989 berichteten Martin Fleischmann, pensionierter Chemieprofessor an der südenglischen Universität Southampton, und Stanley Pons, Dekan der Chemischen Fakultät der University of Utah, USA, über Beobachtungen bei der Elektrolyse von schwerem Wasser an einer Palladium-Elektrode (Pd). Die festgestellte Uberschußwärme sowie die nachgewiesene Gamma- und Neutronenstrahlung schrieben sie einer Verschmelzung von Deuteriumatomen zu Tritium zu. Die Veröffentlichung des experimentellen Befundes löste unter Chemikern, Elektrochemikern und Physikern eine heftige Kontroverse aus. Die "Ungläubigen" waren, insbesondere in Deutschland, in der großen Mehrheit.

Besonders skeptisch gaben sich die Physiker, denn die Kernfusion war schließlich ihr Metier. Ausgerechnet Chemiker sollten ihnen ins Handwerk gepfuscht haben, die sich vorher noch nicht einmal in der physikalischen Gelehrtenliteratur über die vermeintliche Kalte Fusion verbreitet hatten. An der "wirklichen" Kernfusion, die, wie auf der Sonne, nur eine "heiße" sein könne, arbeite man schließlich schon seit Jahr zehnten. Die positiv geladenen Atomkerne, das ist Schulweisheit, können - unter Freisetzung großer Energiemengen -lediglich dann miteinander verschmelzen, wenn sie sich sehr nahekommen. Nur dann können die abstoßenden elektrischen Kräfte überwunden werden. Die Fusionstemperatur von über hundert Millionen Grad läßt sich nur erreichen, wenn die Teilchen, eingeschlossen in einen "Magnetfeldkäfig", mit hoher Geschwindigkeit aufeinander zurasen und dabei in einem gewissen Umfang miteinander kollidieren. Bei Fusionstemperatur sind die Atome in Elektronen und Kerne zerlegt; man spricht von einem "Plasma". Wie viele Jahrzehnte es noch dauern mag, bis es in einem Fusionsreaktor zu einem dauerhaften und kontrollierten "thermonuklearen Brennen" kommt, vermag niemand zu sagen. Außer der Fusionstemperatur kommt es auch auf die Teilchendichte und die "Energieeinschlußzeit" (Teilchen je Kubikzentimeter mal Sekunden) an. Ob das Feuer überhaupt jemals zum Brennen kommt und ob die auch mit diesem nuklearen Verfahren verbundenen atomaren Risiken verantwortet werden können, ist heute mehr als fraglich.

#### Erfolgreiche Ketzer

Was Tausende gescheiter Physiker und Milliardeninvestitionen nicht zuwege gebracht haben, die Urgewalt der Kernschmelze zu entfesseln, das sollten zwei Chemiker in einem simplen Wasserglas vollbracht haben? Lachhaft. "Das ist Ketzerei", verkündete John Maddox, der ehemalige Chefredakteur der wissenschaftlichen Zeitschrift "Nature". Pons und Fleischmann wurden arbeitslos. Waren das aber nicht lange. Die beiden begaben sich nach Südfrankreich ins Exil und machten weiter; finanziert zunächst von einer japanischen Forschungsstiftung. Auf solider experimenteller Basis, wie sich inzwischen bestätigt hat. Fleischmann hatte sich an die Arbeit eines Göttinger Kollegen erinnert, der die Eigenschaften des Edelmetalles Palladium (Pd) studiert hatte. Dieser Stoff saugt begierig Wasserstoffatome auf, bis zum 870fachen seines eigenen Gewichtes. Nach fünf Jahre dauernden Versuchen mit einer elektrolytischen Anlage fanden Pons und Fleischmann heraus: Wenn lange genug Strom von einem Faden aus Platin (Pt) zu einem Palladiumstift fließt, entsteht plötzlich Wärme. Uberschußenergie, die mit der zugeführten elektrischen Energie und den abgelaufenen chemischen Reaktionen nicht zu erklären war. Als auch noch nukleare Strahlung nachgewiesen werden konnte, war klar, daß ein nuklearer Prozeß abgelaufen sein mußte. In vielen Labors wurde versucht, die Pons-Fleischmann-Experimente nachzuvollziehen. Nachdem diese Versuche, eilfertig angestellt und ohne die beiden Entdecker zu konsultieren, nicht die (meistens auch gar nicht) erwarteten Ergebnisse zeitigten, schien wieder einmal ein großer Bluff entlarvt.

#### Skepsis überwunden, geforscht wird weltweit

Eine Vielzahl renommierter Forschungsinstitute und wahrscheinlich Tausende von Wissenschaftlern weltweit haben sich davon aber offenbar nicht beeindrucken lassen. Gegen eine überwältigende Skepsis, die zuweilen pathologische Züge annahm, begannen sie mit neuen Experimenten, blieben rätselhaften Phänomenen auf der Spur. Geld scheint heute genügend vorhanden, wie die 1995 auf der Konferenz in Monte Carlo vertretenen- Staatsinstitute und Weltfirmen (auch aus der Olbranche) vermuten lassen. Wie immer, wenn Neuland vom Ausmaß eines Kontinents betreten wird, gilt es, ein Puzzle aus vielen schwer einzuordnenden Teilen zusammenzusetzen. Diese entstehen heute mit Hilfe origineller Versuchsanordnungen, verschiedener Stoffpaarungen und neuentwickelter Meßgeräte; zum Beispiel zur direkten Ermittlung der im Verlaufe eines atomaren Prozesses entstehenden Wärme. Es stört nicht, daß die Theoriebildung den experimentellen Befunden weit hinterherhinkt. Endlich läuft einmal etwas anders ab, als es den Erfahrungen der meisten erfinderischen Menschen entspricht. Kommt von denen einer mit einer neuen Theorie daher, sagt ihm der Experte: "Beweis' mir's." Führt er seine Sache vor, heißt es: "Erklär' mir's, dann will ich's dir glauben." Wie Aspirin genau wirkt, merkte ein Schelm in Monte Carlo an, wisse man schließlich immer noch nicht genau.

An der Tatsache, daß es das gibt, was man Kalte Fusion nennt, dürfte kaum noch einer der Konferenzteilnehmer auch nur den geringsten Zweifel haben. Vortragende berichteten von einigen hundert bis tausend Prozent Uberschußwärme, die sie zuweilen bereits nach kurzer Prozeßdauer (zum Beispiel 20 Minuten) gemessen hätten. Die USA, so lautete ein Kommentar eines Amerikaners, könnten im Gegensatz zu Japan und Italien etwa - schlecht beraten sein und dürften ihrer Wirtschaft keinen Gefallen tun, wenn sie weiterhin nur sehr zögerlich Patente auf die Kalte Fusion erteilten.

#### US-Patent auf eine "Power Cell" erteilt

Auf eine der am meisten beachteten Entwicklungen, die des 74)ährigen Amerikaners A. Patterson, Inhaber von über hundert Patenten, ist am 7. Juni 1994 ein US-Patent erteilt worden. Sein harmlos klingender Titel lautet: "Method for Electrolyses of Water to Form Metal Hydrid". Die Patterson Power Cell (PPC) wird von der Clean Energy Technologies, Inc. (CETI) weiterentwickelt. Ein unabhängiger Wissenschaftler, Dennis Cravens, der sie getestet hat, berichtete im März 1995, daß sich das Verhältnis von Überschuß- und zugeführter Energie stets zwischen I: I und 2: I bewegt habe. Im Herbst 1995 hatte CETI rund 500 Forscher aus dem Lager der "Heißen Fusion" zu einer Vorführung eingeladen. Einem Bericht der Zeitschrift "Infinite Energy" zufolge wurde die PPC mit normalem kaltem Wasser betrieben. (Nicht mit schwerem Wasser, wie es von Pons und Fleischmann anfangs verwendet wurde.) Bei 60 Milliwatt Eingangsleistung habe die kleine Zelle permanent zwischen vier und fünf Watt an thermischer Energie abgegeben. Das Output-Input-Verhältnis wurde zu 80: I berechnet. Es werde nicht mehr lange

dauern, bis so eine Zelle mit selbsterzeugtem Strom laufe, meinten viele Tagungsteilnehmer. Die armen "Heißfusions"-Forscher hätten sich vorkommen können wie Verkäufer von Pferdekutschen um 1910, als die ersten motorisierten Kutschen an ihnen vorbeizogen.

Die Konsequenzen, die aus dem erreichten Entwicklungsstand der Kalten Fusion gezogen werden können, faßte in Monte Carlo Edmund Storms, pensionierter Wissenschaftler vom Los Alamos National Laboratory, wie folgt zusammen: "Das Phänomen der Kalten Fusion ist immer und immer wieder demonstriert worden. Zu fragen bleibt, ob sich der Effekt großtechnisch verstärken läßt. Sollte das gelingen, wird diese Energiequelle wahrscheinlich die meisten der Gegenwart ablösen. Beginnend mit Japan, gefolgt von der Dritten Welt. Es bedarf wenig Vorstellungskraft, was mit den Ländern passiert, die diese Energiequelle ignorieren. Sollte das klug sein, nur weil ein paar einflußreiche Wissenschaftler glauben, stark genug zu sein, die anwachsende Menge positiver Resultate verdrängen zu können? Wäre es nicht ratsamer, etwas Geld zu riskieren für den Fall, daß diese Skeptiker irren?"

\* \* \*