

Teil tradierter und immer noch aktueller Aufgaben ganz verzichtet würde.

Wie konsequent ein Aufbruch zu neuen Zielen ist, läßt sich stets auch an den Ausgangspunkten der Wege erkennen, die zu ihnen hinführen sollen. Das gilt besonders für die drei Schwerpunktprogramme, mit denen die KFA nun die Weichen weit hinein in die Zukunft stellt. Sie betreffen die Materialentwicklung, Umweltchemikalien und Ökosysteme sowie eine alles übergreifende Grundlagenforschung zur Informationstechnik. Jeder dieser Wege war in Jülich schon lange vorgezeichnet.“

Die Qualität von Forschung und Entwicklung lasse sich primär an den erarbeiteten Ergebnissen, deren Nutzung und Nutzungsmöglichkeiten messen, heißt es an anderer Stelle. Publikationen seien hier zweifellos eines der wichtigsten Instrumente, Forschungsgeb-

nisse der Fachwelt zu übermitteln. Seit ihrem Bestehen hat die KFA Jülich in 16 000 Veröffentlichungen, 21 000 Vorträgen und 3700 Erfindungsmeldungen, die wiederum zu annähernd 1900 Patenterteilungen im In- und Ausland führten, ihre Erkenntnisse mitgeteilt. 1977 sei das Technologie-Transfer-Büro als Mittler zwischen der KFA-Forschung und der Industrie mit einem umfassenden Leistungsangebot eingerichtet worden. Dazu zählten:

- Zusammenarbeit sowie Auftragsforschung und -entwicklung
- Vergabe von Lizenzen für neue Produkte und Verfahren aus Forschungsergebnissen
- Übernahme von speziellen Dienstleistungsaufträgen
- Bereitstellung wissenschaftlich-technischer Geräte und Infrastruktureinrichtungen

- Beratung und Unterstützung, insbesondere von kleinen und mittelständischen Firmen, die für die KFA Aufträge durchführen wollen und dabei auch technisches Neuland betreten müssen
- Übertragung von Know-how durch Personalaustausch.

Zahlreiche der ursprünglichen Zielsetzungen, vor allem auf nuklear-energietechnischem Gebiet, seien in jüngster Zeit mit Erfolg abgeschlossen worden. Die als Folge davon in den letzten Jahren begonnene thematische Neuausrichtung solle auch den neuen forschungs- und technologiepolitischen Zielsetzungen des Bundes und des Landes Nordrhein-Westfalen in verstärktem Maße Rechnung tragen, heißt es in Verbindung mit der umstehend wiedergegebenen Graphik.

Leserbriefe

Wie angreifbar ist der 2. Hauptsatz der Thermodynamik?

Der von der Redaktion nicht ausdrücklich als „Diskussionsbeitrag“ deklarierte Artikel von Gotthard Barth, der unter der Überschrift „Wenn Wärme nicht als 'minderwertige' Energie angesehen würde ...“ in „Sonnenenergie“ 5/86 veröffentlicht wurde, hat Leserbriefe provoziert, von denen drei im letzten Heft abgedruckt wurden. Wohl auf Grund der Tatsache, daß unsere Wärmekraftmaschinen ja bestens funktionieren, haben diese Leserbriefschreiber auf eine konkrete Auseinandersetzung mit Barths Anmerkungen verzichtet oder diese keiner Diskussion für würdig befunden. Beschworen haben sie statt dessen die grundsätzliche Korrektheit des thermodynamischen Lehrgebäudes.

Praxis bestätigt Richtigkeit des 2. Hauptsatzes

Für die DGS-Sektion Rheinhessen-Pfalz bot der Artikel – ganz im Sinne des Wortes – Anstoß genug, um sich mit dem 2. Hauptsatz zu beschäftigen. Sektionsvorsitzender Dr. Gunter Schaumann, Jupiterweg 9, Mainz 21, übermittelte der Redaktion im Anschluß daran die folgende Stellungnahme.

Nach Erscheinen des Heftes 5/86 „Sonnenenergie“ hat sich die DGS-Sektion Rheinhessen-Pfalz auf ihrem 5. Treffen 1986 mit 25 Teilnehmern mit dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik befaßt. Anlaß war der groß aufgemachte und eingerahmte Artikel von G. Barth „Wenn Wärme nicht als 'minderwertige' Energie angesehen würde ...“.

Es wurde gezeigt, daß die Praxis technischer Apparaturen wie Wärmekraftmaschine, Kältemaschine/Wärmepumpe die Richtigkeit des 2. Hauptsatzes bestätigt. Es wurde auch gezeigt, warum die Wertigkeit von mechanischer Energie und Wärmeenergie unterschiedlich ist und z.B. Wärmeenergie auf dem Temperaturniveau der Umgebung keinerlei mechanisches Arbeitsvermögen (Exergie) mehr enthält. Folgender Vergleich ist z.B. sehr aussagefähig: 1 kWh Energie in Form von Wärmeenergie in Wasser reicht entweder

dafür, 2,5 min warm zu duschen, oder aber in Form von mechanischer Energie, um 360 Sack Zement 20 m hochzuheben.

Zur Theorie und Praxis von Wärmekraftmaschinen

Joachim Kirchoff, Allensteiner Straße 28, 4352 Herten-Westerholt, hat ein kritisches Quellenstudium betrieben und die einzelnen Phasen bekannter Kreisprozesse mit realen Maschinen verglichen. Dabei werden eine Reihe von Widersprüchen offenbar, die er hiermit seinerseits zur Diskussion stellt. Vieles davon ist in seinem Privatdruck „Von der durchschaubaren Dampfmaschine zum nebulösen thermo-dynamischen Lehrinhalt“ genauer nachzulesen, den wir in „Sonnenenergie“ 4/84 besprochen haben.

Zugegebenermaßen finde ich Gotthard Barths Artikel nicht glücklich abgefaßt. Dankbar bin ich ihm aber dafür, daß er wieder an die seit mehr als hundert Jahren vergessene Stofftheorie der Wärme von Black erinnert. Diese Theorie wurde voreilig von den Verfechtern der mechanischen Wärmetheorie – allen voran Clausius und Helmholtz – verdrängt.

Insgesamt bedauern wir, daß so wirre Anmerkungen zum 2. Hauptsatz wie im Artikel von G. Barth in der „Sonnenenergie“ abgedruckt werden. Ganz anders hat sich dagegen die Zeitschrift „Brennstoff-Wärme-Kraft“ verhalten, die 1984 in Heft 3/84 breiten Raum den wissenschaftlich fundierten Zuschriften gab, die eine Verletzung des 2. Hauptsatzes in einem vorangegangenen Artikel klar und verständlich besprachen. Es ist uns deshalb unverständlich, wieso es sich die Redaktion der „Sonnenenergie“ auf Seite 36 in Heft 6/86 erlaubt, die Diskussionsbeiträge in „Brennstoff-Wärme-Kraft“ 1984 auf die gleich niedrige Stufe wie jene von G. Barth zu stellen.

Ein Nichts kann man nicht warm machen. Wärme ist immer an einen Stoff gebunden, der fest, flüssig oder gasförmig sein kann. Da liegt die Schnittstelle der Wärme zum Stofflichen. Läßt man den Wärmeübergang durch Strahlung einmal unberücksichtigt, dann kann sich nicht die Wärme selbst räumlich ausbreiten, sondern nur der erwärmte Stoff.

Es gibt thermodynamische Prozesse, die mit dem auf die energetische Theorie der Wärme aufgesattelten Formelgut nicht zu bilanzieren sind. Dazu gehört auch die von G. Barth zitierte expansionslos arbeitende CO₂-Maschine. Ernst Mach vertrat in seinem Werk „Die Principien der Wärmelehre“ (1919) folgende Meinung:

„... Demnach scheint es, dass das Energieprinzip ebenso wie jede andere Substanzauffassung nur für ein begrenztes Thatengebiet Giltigkeit hat, über welche Grenze man sich nur einer Gewohnheit zu lieb gern täuscht. Ich bin sicher, daß ein Zweifel an der unbegrenzten Giltigkeit des Energieprin-

cips heute ebenso Befremden erregen wird, als ein Bezweifeln der Konstanz der Wärmemenge die Nachfolger Black's befremdet hätte. Man bedenke aber, dass jede herrschende Theorie das Streben hat, ihr Gebiet über die Gebühr auszudehnen."

Das haben wir übersehen oder verdrängt und deswegen auch das derzeitige höllische Durcheinander um den Zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie. Karl Raimund Popper faßt die Situation in folgendem Ausspruch zusammen: „Jeder Physiker weiß genau, was der Erste und der Zweite Hauptsatz bedeuten, aber keine zwei Physiker sind sich darüber einig.“

Es stimmt, wie G. Barth bemerkte, daß Sadié Carnot den Fall des Wärmestoffs mit dem Fall des Wassers verglichen hat. (Eine solche Analogie entwickelt auch G. Zeuner). Wichtiger aber ist, daß Carnot sich darüber hinaus jenen Erscheinungen der Gase gewidmet hat, die deren Temperaturänderungen durch Kompression und Expansion betreffen. Und jene Betrachtungen führten zur Entwicklung des „Carnot'schen Wirkungsgrades“ in der Fassung

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

durch R. Clausius (und nicht durch Carnot).

Jeder Ingenieur lernt, eine mit durchströmenden Flüssigkeiten betriebene Kraftmaschine über das geodätische Gefälle, dagegen jede mit durchströmenden Gasen betriebene über das polytrope (idealisiert: adiabate) Gefälle zu bilanzieren. Beide Rechenmethoden haben nur scheinbar etwas miteinander zu tun; sie sind nicht miteinander vergleichbar, obwohl in beiden Fällen ein Druckgefälle aufgebraucht wird.

Gelegentlich bringen die Verfechter der mechanischen Wärmetheorie ihren Kritikern gegenüber inhaltlich etwa folgendes Argument: „In der eingeführten Technik der Wärmekraftmaschinen bestätigt sich der Zweite Hauptsatz immer wieder.“ Das aber ist zu hoch gegriffen. Richtig ist, daß alle eingeführten und auf breiter Front betriebenen Wärmekraftmaschinen sogenannte Expansionsmaschinen sind (Turbinen, Kolbenmaschinen). Allen gemeinsam ist, daß sie mit durchströmenden Gasen oder Dämpfen betrieben werden und daß sich innerhalb der Maschinen ein Druckabfall einstellt und damit ein Abfall der Temperatur, der Enthalpie und des spezifischen Gewichtes (Kehrwert des spezifischen Volumens). Der nach der Expansion drucklose und damit nicht mehr arbeitsfähige Dampf muß aus der Maschine herausgeführt werden, um Platz zu schaffen für die Neufüllung mit arbeitsfähigem Hochdruckdampf.

In der realen Kolbendampfmaschine ist die im Zylinder befindliche Dampfmasse nicht konstant. Der Carnot-Prozeß – und das steht nun in jedem besseren Lehrbuch – setzt dagegen eine unveränderliche Gas- oder Dampfmasse im Zylinder voraus. Beschrieben wird der Carnot'sche Kreisprozeß z.B.

im „Lehrbuch der Physik und Meteorologie“ von Joh. Müller (teilweise nach Pouillet's Lehrbuch der Physik, Braunschweig um 1880) folgendermaßen (an Hand nachstehender Abb. 1):

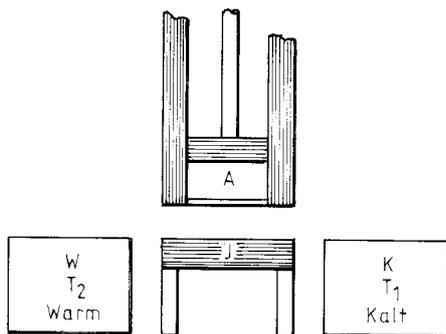


Abb. 1. Prinzipische Skizze zur Erläuterung des Carnot'schen Kreisprozesses (nach dem „Lehrbuch der Physik und Meteorologie“ von Müller)

Es stelle A einen Zylinder mit beweglichem Kolben vor. Sowohl die Kolben-substanz wie die Seitenwände seien für die Wärme undurchdringlich, was wir durch die Schraffierung, welche absolut schlechte Wärmeleiter vorstellen möge, andeuten wollen. Der Boden des Zylinders dagegen sei vollkommen leitend und so dünn, daß er selbst keine in Betracht kommende Wärmemenge aufzunehmen vermag. Der Zylinder enthalte ein vollkommenes Gas, als welches wir die Luft gelten lassen wollen. Unterhalb befinden sich drei Körper, von denen der eine W stets auf einer hohen Temperatur T_2 , der andere K auf einer niedrigen Temperatur T_1 erhalten werde. Diese beiden Körper seien ferner vollkommene Wärmeleiter und von so grossem Wasserwerthe, dass alle vorkommenden Wärmez- und abfuhr ihre Temperaturen nicht merklich zu verändern vermögen. Zwischen beiden stehe der Körper J, welcher ein vollkommener Isolator für Wärme sein soll, so dass, wenn A auf J gestellt wird, das in A eingesperrte Gas vollkommen vor Wärmez- oder -abfuhr gesichert ist.

Nun denken wir uns einen Kreisprozess in vier Phasen folgendermaßen durchgeführt:

Erste Phase: Der Anfangszustand der Luft sei gegeben durch Volum = V_1 , Druck = p_1 Temperatur = T_1 . Der Zylinder werde auf J gesetzt und dann die Luft adiabatisch comprimirt, bis sie das Volum v_2 und den Druck p_2 angenommen hat. Dabei steige ihre Temperatur auf T_2 . Sie hat also jetzt den Zustand: v_2, p_2, T_2 .

Zweite Phase. Wir setzen den Zylinder auf den warmen Körper W und entlasten allmählich den Kolben, so dass die Luft sich ausdehnen kann. Diese Ausdehnung würde die Luft abkühlen, wenn nicht sofort so viel Wärme aus W nach A eindringen würde, als nöthig ist, um die Temperatur T_2 auf constanter Höhe zu erhalten, so dass also die Ausdehnung isothermisch erfolgt. Wir bekommen so einen Zustand, der ausgedrückt ist durch: v_3, p_3, T_2 .

Dritte Phase. Der Cylinder wird wieder auf J gestellt und dann der Kolben noch weiter entlastet, so daß sich die Luft adiabatisch ausdehnen muss. Dabei wird natürlich ihre Temperatur erniedrigt. Wir setzen diese Ausdehnung so lange fort, bis die Temperatur auf T_1 gesunken ist. Endzustand ist also: v_4, p_4, T_1 .

Vierte Phase. Der Cylinder wird auf den kalten Körper K gesetzt, und nun die Luft bei constanter Temperatur T_1 , also isothermisch bis auf das Anfangsvolum v_1 , also auch auf den Anfangsdruck p_1 comprimirt. Die frei gewordene Wärme wird vom Körper K aufgenommen. Wir haben also Endzustand gleich Anfangszustand: v_1, p_1, T_1 . (Ende des Zitats).

Zweckmäßigerweise hätte man in dem Text statt des Wortes „Ausdehnung“ das Wort „Expansion“ verwenden sollen. Die Expansion als Gegensatz zur Kompression ist immer von einer Druckänderung begleitet. Die Ausdehnung eines Gases kann dagegen auch isobar realisiert werden.

Vorstehender Text läßt sich haargenau in ein passendes Diagramm umsetzen, das in Abb. 2 dargestellt ist. In der einschlägigen Literatur ist der Carnot-Prozeß in dieser Darstellung immer wieder zu finden. An Hand dieses P,v-Diagramms wird dann gewöhnlich die Formel für den bekannten Carnot'schen Wirkungsgrad abgeleitet:

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

Die verbale Erläuterung des Carnot'schen Kreisprozesses, dieses Dia-

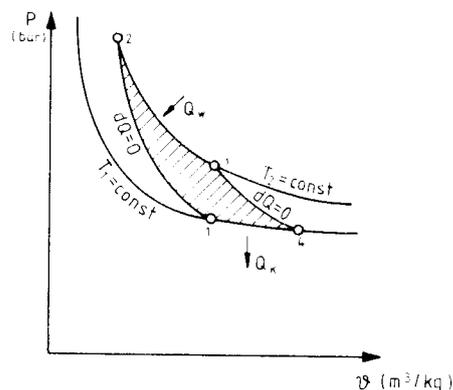


Abb. 2. Carnot-Prozeß dargestellt im P,v-Diagramm

gramm und die Formel gehören zusammen. Der Prozeß kann nun kritisch diskutiert werden.

1. Eine Kolbenmaschine, die in direkter Folge die Takte
 adiabate Kompression (1 – 2)
 isotherme Expansion (2 – 3)
 adiabate Expansion (3 – 4)
 isotherme Kompression (4 – 1)
 entwickelt, kann gar keinen Dampf oder kein Gas fördern. Die (theoretische) „Carnot-Maschine“ enthält keine Ein- und Auslaßventile. Deshalb muß die Gas- oder Dampfmasse im Zylinder unter dem Kolben immer konstant sein. Eine solche Maschine stellt einen Sonderfall einer Wärmekraftmaschine dar,

die es in der eingeführten Energietechnik nicht gibt. Bei fördernden Maschinen zeigen sich während der sog. „Verschiebearbeiten“ in den Zylindern isobare Charakteristiken (keine Zustandsänderungen!), wie an einem Indikatordiagramm erkennbar ist. (Das Indikatordiagramm darf nicht mit einem Zustandsdiagramm verwechselt werden!). Ein Zustandsdiagramm, das den Carnot-Prozeß beschreibt, dürfte schon deshalb nicht auf beispielsweise eine Expansions-Kolbendampfmaschine übertragen werden, weil sich in deren Zylinder nur ein Teil des Kreisprozesses abspielt.

Gelegentlich findet man in der Literatur – so z.B. bei H.D. Baehr – gemäß Abb. 3 den Carnot-Prozeß durch vier fördernde, zu einem Kreis gruppierte

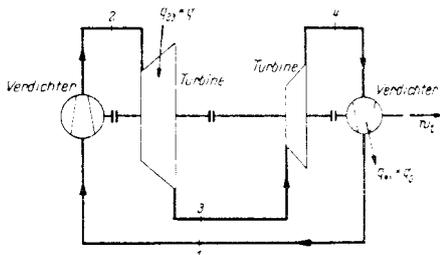


Abb. 1. Prinzipskizze zur Erläuterung des Carnot'schen Kreisprozesses (nach dem „Lehrbuch der Physik und Meteorologie“ von Müller)

Maschinen erläutert. Eine solche Darstellung ist falsch, sie hat mit dem Carnot-Prozeß nichts zu tun, weil eine Maschine nach Carnot nur komprimiert und expandiert, aber keinen Stoff transportiert. Zustandsänderungen isothermer Expansionen, die in einem P, v-Schaubild symmetrische Hyperbeln bilden, beschreiben den (idealen) Gaszustand. (Vorsicht ist geboten bei der Darstellung des Carnot-Prozesses in einem T,s-Diagramm. Dort bildet der Carnot-Prozeß immer eine Rechteckfläche, der Aggregatzustand des Arbeitsmittels ist nicht mehr erkennbar.)

2. Alle Kompressionen und Expansionen finden bei ständigen Druckänderungen statt. Das bedeutet, daß das Arbeitsmittel in einem geschlossenen, druckfesten Raum gehalten werden muß. Mithin kann dieser Prozeß nur für eine technische Apparatur gelten.

3. Eine exakt dem Carnot-Prozeß entsprechende Maschine ist gar nicht realisierbar. Das geht aus der Betrachtung der Temperaturen in dem Prozeß hervor. Die Temperaturen des isotherm expandierenden Gases und des wärmeabgebenden Körpers sind gleich, ebenso die des isotherm komprimierten Gases und die der Wärmesenke. Es fehlt die für den Wärmeübergang während der isothermen Zustandsänderung erforderliche treibende Temperaturdifferenz. Ohne diese bekommt man die Wärme weder in den Zylinder hinein noch aus ihm heraus. Die Gleichsetzung der Temperaturen hatte verheerende Folgen: Gute Thermodynamiker betonen die Temperaturen des interessierenden Arbeitsmittels, oberflächliche

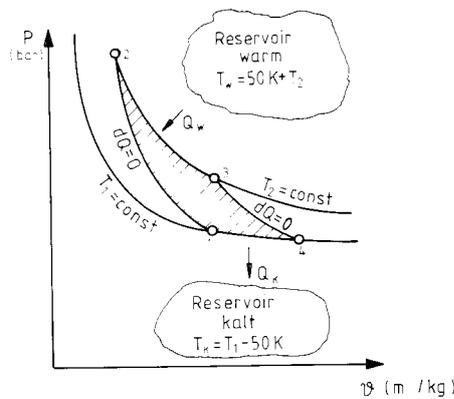


Abb. 4. Ein dem Carnot-Prozeß ähnlicher Prozeß, dargestellt in einem P,v-Diagramm

Thermodynamiker die der Wärmereservoirs.

4. Erlaubt man nun bei einer der Carnot-Maschine ähnlichen, aber realen Konstruktion treibende Temperaturdifferenzen, dann ist der Prozeß nicht umkehrbar. Um diesen wunden Punkt zu belegen, wird hier auf die Algebra in der Thermodynamik verzichtet und statt dessen ein ganz einfaches Zahlenspiel gewählt. Aus Bequemlichkeitsgründen und zur besseren Kontrolle soll das Arbeitsmittel ausreichend überhitzter Wasserdampf sein. Hierfür stehen neben dem üblichen Formelgut Wasserdampf- und Zustandsdiagramme zur Verfügung (Abb. 4).

Der Punkt 4 wird festgelegt mit 2 bar abs. und 250 °C. Für die Kurvenzüge 2 – 3 sowie 4 – 1 gilt P · v = const. (Isotherme). Für die Kurvenzüge 1 – 2 sowie 3 – 4 gilt (mit geringem Fehler wegen nicht idealem Gaszustand):

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\gamma-1}$$

(Adiabate, Isentrope).

Damit ergeben sich beispielhaft für die einzelnen Punkte in befriedigender Übereinstimmung von Rechnung und Zustandsdiagramm folgende Werte:

Pkt.	P bar abs.	T °C	T K	s kcal/kg grd.	v m³/kg
1	4	250	523	1,76	0,61
2	20	480	753	1,76	0,175
3	10	480	753	1,84	0,35
4	2	250	523	1,84	1,22

Hinzu kommen noch zwei Temperaturen für die Wärmereservoirs:

Das wärmeabgebende Reservoir muß aus Gründen der Wärmeübertragung heißer sein als T₂, schätzungsweise 50 °C. Es hätte demnach 530 °C. Das Reservoir, das die Wärmesenke bildet, soll aus vergleichbaren Gründen 50 °C niedriger in der Temperatur liegen als T₁. Es hätte demnach 200 °C. Die bereits besprochenen maschinentechnischen Mängel einmal unberücksichtigt, passen also Temperaturen, Druck, Volumina und Wärmeflüsse für den rechtsläufigen Prozeß plausibel zusammen.

Wenn man nun den gleichen Prozeß bei gleichen Parametern des Arbeitsmittels links herum laufen lassen würde,

müßte die Temperatur der Senke höher sein als T₁. Von 1 nach 4 ist also eine isotherme Expansion nicht realisierbar. Bei der adiabatischen Kompression von 4 (T₂ = 250 °C) nach 3 sind 480 °C wieder erreichbar, nicht aber die anschließende isotherme Kompression, weil die Wärme nicht in das heiße Reservoir abgegeben werden kann.

5. Es heißt in der Thermodynamik, daß der Carnot'sche Kreisprozeß das Maximum an mechanischer Energie aus Wärme liefert. Jeder andere Kreisprozeß sei ihm unterlegen. Das stimmt nun auch nicht: Jeder Betreiber eines Dampfkraftwerkes komprimiert nämlich nicht den drucklosen Dampf wieder in das Hochdruckpotential, weil das viel zu viel Aufwand an mechanischer Energie bedeuten würde. Statt dessen kondensiert er den drucklosen Abdampf, reduziert dadurch das Volumen, um dann die Flüssigkeit mit einer Pumpe in das Hochdrucksystem zu fördern. Dadurch wird gegenüber der Kompression enorm viel mechanische Energie gespart. Der sog. Clausius-Rankine-Prozeß gibt mehr mechanische Energie nach außen ab als der Carnot-Prozeß, nämlich zumindest den Differenzbetrag zwischen Kompressions- und Pumparbeit.

Der Carnot-Wirkungsgrad gilt also genau genommen nur für eine gas- oder dampfbetriebene kombinierte Expansions/Kompressions-Maschine mit konstant bleibender Gas- oder Dampfmasse im Zylinder sowie unter Temperaturbedingungen, die den Lauf der Maschine unmöglich machen. Auf diesem wackeligen Fundament ein „Naturgesetz“ aufzubauen, war eine Ungeheuerlichkeit. Bedeutsam ist, daß der Carnot'sche Wirkungsgrad nicht für alle thermodynamischen Prozesse gilt, die bei gleichbleibendem Druck ablaufen. Das aber ist bei allen Prozessen in der belebten und unbelebten Natur, die durch die Sonne in Gang gesetzt und gehalten werden, der Fall.

Hinter die Zusammenhänge kann man nur kommen, wenn man – wie Horst Selzer in seiner Zuschrift auf G. Barths Artikel hervorhebt – einen „tiefen Einblick in die Thermodynamik“ nimmt. Wer die Inhalte und/oder Hintergründe reduzierter thermodynamischer Formeln als „kleines Einmaleins“ wertet – wie Peter Rabien –, ist damit sicher überfordert. Der Maxime folgend, nur ja nicht konkret zu werden, sagt Ludwig Klehr zur Sache lieber gar nichts. Schade oder Gott sei Dank.

Die DGS sollte die Diskussion um den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik nicht abbrechen. Viel falscher und verworrener als in der Literatur hinterlegt, kann das offizielle thermodynamische Wissenschaftsgut gar nicht mehr werden. Wer Lust hat, kann ja einmal alles „zusammenrühren“, was anerkannte Hirne so im Laufe der Zeit produziert haben. Beispiele:

Prof. R. Clausius (Mechanische Wärmetheorie, III. Aufl., 1887, Bd. 1 – über mehrere Seiten verteilt) integriert die nicht integrierbare Formel

$$\frac{dQ}{T} = c_v \cdot \frac{dT}{T} + A \cdot R \cdot \frac{dv}{v}$$

und bekommt die Entropie

$$s = \frac{Q}{T}$$

heraus, wobei beide Q unterschiedliche Wertigkeiten haben.

Prof. R. Clausius verrechnet miteinander algebraisch wirkliche Zylindervolumina mit spezifischen Volumina (letztere sind Stoffwerte) (ebd.).

Prof. R. Clausius schreibt in Dampfmaschinenzylindern dort Temperatur- und Enthalpieabsenkungen vor, wo gar keine Zustandsänderungen auftreten (Nachrichten über die physikalische Gesellschaft – „Berliner Berichte“, 1858, S XIX ff.)

Prof. M. Planck (Vorlesungen über Thermodynamik, Fußnote zu § 79, 1. - 11. Aufl.) betont, daß Wärme nicht differenzierbar sei, differenziert aber ungehemmt die Enthalpie.

Prof. A. Sommerfeld (Thermodynamik und Statistik, 1. Aufl. 1952, S. 5, Fußnote) leitet aus einem Indikatorgramm einen Kreisprozeß ab.

Prof. A. Sommerfeld (ebd. S. 21, Fig. 3 und zugehöriger Text) komprimiert ein Gas isobar (!), wobei die Temperatur gleichzeitig sinkt.

Prof. E. Lüscher (Pipers Buch der Modernen Physik, 1978, s. 324) setzt in den Carnot-Wirkungsgrad Celsius-Temperaturen ein.

Prof. M. Pollermann (Druckschrift S 22 der KFA Jülich, 1978) begrenzt die Leistung eines „Curie-Motors“ nach

dem Carnot-Wirkungsgrad, obwohl die Antriebsenergie des Systems primär aus dem permanenten Magnetismus stammt.

Die Liste ließe sich fortsetzen. Vielleicht gelingt es jemandem, nach Auffindung neuer Substitutionen und durch Einführung weiterer axiomatischer Voraussetzungen aus diesem Durcheinander eine neue Wissenschaftlichkeit zu fabrizieren. Oder wir kehren – wo es angezeigt ist – zur Black'schen Stofftheorie der Wärme zurück (Black, Vorlesungen über Chemie, 1804) und bauen von dort aus neu auf. Dann brauchen wir uns um ein so verwirrtes „großes Einmalens“ nicht mehr zu kümmern.

Alles zusammengenommen, insbesondere der nach Carnot benannte theoretische Wirkungsgrad für Wärmekraftmaschinen und seine Ableitung im Vergleich zu funktionierenden Maschinen, läßt deutlich erkennen, daß keine Maschine exakt der Theorie folgt und keine Theorie exakt auf die Maschinenteknik anwendbar ist. Es bestätigt sich – im übertragenen Sinn –, was Albert Einstein laut M. Brandenburger als große Entdeckung verkündete, Descartes aber bereits rund 300 Jahre vor ihm wußte: „Insofern die Sätze der Mathematik wirklich sind, sind sie nicht sicher. Und insofern sie sicher sind, entsprechen sie nicht der Wirklichkeit.“

Es würde sich empfehlen, die Axiome und unbewiesenen Postulate, die in die Theorie eingeflossen sind, noch einmal unbefangen zu überprüfen. Danach dürfte auch der Theoretiker neue Wege für die Solartechnik erkennen können.

Neuland zu entdecken

Für die „Arbeitsgruppe DABE-Colloquium“ der Deutschen Aktionsgemeinschaft Bildung – Erfindung – Innovation (DABE), Friedrich-Ebert-Allee 39, 5300 Bonn 1, verfaßte Dr.-Ing. Wolfgang Schmidt die folgende Zurschrift:

Wir begrüßen es sehr, daß Sie es unternommen haben, dieses heikle Thema, das zumeist mit Emotionen statt mit Argumenten behandelt wird, durch den Aufsatz von Herrn Barth zur Debatte zu stellen. Der 2. Hauptsatz enthält vereinfachende Annahmen, die nur eine begrenzte Gültigkeit haben. Wir denken dabei an die Bank-Engine mit der Titan-Nickel-Legierung, die mit Temperaturdifferenzen von 20° arbeitet.

Da sich Ihre Zeitschrift ernsthaft darum bemüht, alternative Energiequellen aufzusuchen, erscheint es dringend geboten, dieses Thema einer sachlichen Diskussion zuzuführen. Ihr Verdienst ist es, daß Sie dazu den Anstoß gegeben haben. Dabei ist es zunächst unwichtig, ob die Ausführungen von Herrn Barth völlig richtig sind oder nicht.

Unsere Arbeitsgruppe hat es unternommen, mit einer Heftreihe neue Perspektiven für Forschung und Energietechnik durch Überprüfung naturwissenschaftlicher Grundlagen zu erarbeiten. Dabei müssen einige Vorurteile

überwunden werden. Für eine gründliche Diskussion muß vermieden werden, daß die Autoren aneinander vorbeireden. Dazu ist nach v. Laue zunächst notwendig, die Begriffe eindeutig zu klären. Energieprobleme sollten mit dem SI-System mit m, kg, sec behandelt werden.

Temperatur ist eine Impulsmenge pro Zeit, pro Fläche und hat die Dimension ($\text{kg m}^{-1} \text{sec}^{-2}$). Energie hat die Dimension ($\text{kg m}^2 \text{sec}^2$). Dann hat die Entropie – Energie durch Temperatur – die Dimension m^3 . Entropie ist die räumliche Ausbreitung einer Energie. Entropiezunahme bedeutet, daß sich die Energie auf einen größeren Bereich ausbreitet, Wärmeübertragung und Strahlung. Entropieabnahme bedeutet, daß sich die Energie auf einen kleineren Bereich konzentriert. Gravitation, Strukturänderungen etc..

Die Lehrmeinung der Mechanik besagt:

Alle Energieformen lassen sich auf Angularmomenta mal Frequenzen zurückführen. Es gibt positive und negative Energien. Elliptische und kreisförmige Bahnen besitzen eine negative Energie. Parabeln haben die Energie Null, und hyperbelförmige Bahnen haben eine positive Energie.

Die Thermodynamik beschäftigt sich mit irreversiblen Vorgängen – nur solche kommen in der Natur vor –, die es streng genommen nach der klassischen Mechanik (Newton) gar nicht geben dürfte. Wärmestrahlung und Durchmischung von Gasen und Flüssigkeiten sind irreversible Vorgänge.

Erst seit Debye (1910) wissen wir, daß die Wechselwirkungen (Kräfte) nicht konservativ sind, sondern asymmetrisch. Das Kraftpotential verläuft bei Bewegungen gegen die Krafrichtung steiler als bei Bewegungen mit der Krafrichtung. Diese Asymmetrie der Kräfte führt zu irreversiblen Veränderungen der Bewegungsbahnen. Sie ist die einzige Erklärung für irreversible Vorgänge. Leider haben die Lehrbuchautoren davon kaum Kenntnis genommen.

In der Thermodynamik wird von Reibung und von Zusammenstoßen gesprochen. Da zwischen Atomkernen und Elektronen relativ große Entfernungen liegen, kommt eine Berührung der Partikel nie vor. Es handelt sich dabei stets um Fernwirkungen, um die von Debye entdeckten asymmetrischen Coulombkräfte.

Der Energieerhaltungssatz ist ein Axiom zur Bilanzierung, dem keine Erfahrung widerspricht. Seine Gültigkeit ist unbestreitbar! Er besagt, daß der Mensch weder Energie erzeugen noch verzichten kann. Der Mensch kann nur Prozesse, die streng nach den Naturgesetzen ablaufen, bei denen Energieflüsse entstehen, in Gang setzen und so steuern, daß er diese Energieflüsse technisch nutzen kann.

Nun gibt es Prozesse, bei denen geordnete Systeme mit angereicherter Energie unter Erzeugung von nutzbaren Temperaturgefällen zerstört werden, z.B. Verbrennung von Kohle, Erdöl, Erdgas und Kernspaltung. Dieses sind Vorgänge, bei denen die Entropie zunimmt, und die die Umwelt belasten. Es gibt aber in der Natur auch Vorgänge, bei denen Ordnung entsteht, bei denen Energie konzentriert wird, bei denen also die Entropie abnimmt. Auch dabei entstehen nutzbare Energieflüsse!

Nach Einstein ist die Entstehung von „hochgradiger Ordnung“ in der Natur die unabdingbare Voraussetzung dafür, daß wir die Natur erkennen und beschreiben können. Derartige Vorgänge, bei denen die Entropie abnimmt, finden wir im nuklearen Bereich, aber auch im molekularen Bereich der Reaktionskinetik und auch in der Thermodynamik.

Nach Clausius kann mechanische Energie aus Wärme nur dann entstehen, wenn ein Temperaturgefälle abgebaut wird. Etwas anderes hat man nie beobachtet. Stimmt das? Wenn durch ein Temperaturgefälle und durch Luftströmungen einmal ein Wirbel entstanden ist, kann er sich selbständig machen und sich weiter zu einem Wirbelsturm, zu einem Taifun, entwickeln und gewaltige mechanische Energie durch Abkühlung der Umwelt erzeugen. Er er-

Fortsetzung nächste Seite unten

Von der Idee zum Produkt Reflexionen über ein Handbuch für Erfinder und Unternehmer

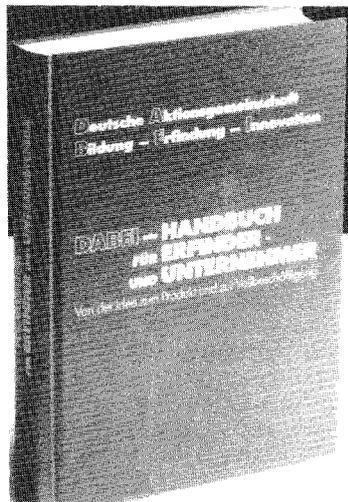
hi. DABEI, die Deutsche Aktionsgemeinschaft Bildung – Erfindung – Innovation, hat sich 1982 als eingetragener Verein in München der Öffentlichkeit vorgestellt. „Ohne Bildung keine Erfindungen, ohne Erfindungen keine Innovationen, ohne Innovationen keine Sicherung der Wirtschaft von morgen.“ So lauten die Thesen, die dieser privaten Initiative, der sich mittlerweile auch zahlreiche Institutionen als korporative Mitglieder angeschlossen haben, zugrunde liegen. Man möchte „die vielfältigen Anstrengungen von Staat und Industrie zur Sicherung und Verbesserung der techno-ökonomischen Existenzgrundlagen unterstützen und ergänzen.“ Bei der Präsentation des „DABEI-Handbuches für Erfinder und Unternehmer“ am 28. November 1986 in München hob die Aktionsgemeinschaft ihre Zielsetzungen noch einmal hervor:

Sie wolle dazu beitragen, daß in der Bundesrepublik Deutschland die technisch-wissenschaftliche Kreativität besser als bisher entwickelt und gefördert wird, daß ein erfindungs- und innovationsfreundliches Klima entsteht und daß das Umsetzen von technischen Ideen in Innovationen erleichtert wird. Dabei wolle man sich auf folgende Zielbereiche konzentrieren:

- Förderung der technisch-wissenschaftlichen Kreativität in Wirtschaft, Bildung und Gesellschaft
- stärkere Anerkennung erfindersicher Leistungen und Abbau von Erfindungshemmnissen
- bessere Verbreitung und intensivere Nutzung des gewerblichen Rechtsschutzes
- bessere Bereitstellung und Aufbereitung von technisch-wissenschaftlichen Informationen
- Erleichterung der Umsetzung und der Verwertung von Erfindungen, Abbau von Innovationshemmnissen sowie die Verbesserung von Innovationsinfrastrukturen.

Mit dem „Handbuch für Erfinder und Unternehmer“ ist ein beachtlicher Schritt in die Zielrichtung von DABEI gelungen. Er kam auf Initiative und mit Förderung des Unternehmers Hans Sauer, Aufsichtsratsvorsitzender der SDS-Relais AG, Deisenhofen bei München, zustande. Das Buch, so betonte er, solle Erfinder und Unternehmer ins „kyberne-

tische Zeitalter“ führen. „Kybernetik“ bedeutet für Sauer: Erkennung, Steuerung und selbständige Regelung ineinander greifender, vernetzter Abläufe bei minimalem Energieaufwand.



Glanzvolle Vorstellung des DABEI-Handbuches für Erfinder und Unternehmer: am Rednerpult Bayerns Minister für Wirtschaft und Verkehr, Anton Jaumann, neben ihm auf dem Podium einige der Hauptautoren.

Bayerns Staatsminister für Wirtschaft und Verkehr, Anton Jaumann, der es sich nicht nehmen ließ, eine Ansprache zu halten, drückte die Hoffnung aus, daß dieses Buch „die Hemmschwelle für innovatives Tun herabsetzen möge“. Ferner sollte es dazu beitragen, die Kreativität, die Jaumann als den wichtigsten Rohstoff unserer Gesellschaft bezeichnete, so nutzbringend wie möglich einzusetzen.

Die mehr als 100 Autoren des Buches sahen ihre Aufgabe darin, das vernetzte System, mit dem es Erfinder und Unternehmer bei Innovationen zu tun bekommen, durchschaubarer zu machen und Handreichungen zu geben, wie man es effektiv nutzt. Hans Sauer macht die Zusammenhänge in der Einleitung mit wenigen Sätzen wie folgt deutlich:

„Was nützt z.B. der gewerbliche Rechtsschutz, wenn er mißbraucht werden kann oder die zu schützenden Erfindungen mit Denkfehlern behaftet sind? Umgekehrt profitieren von guten Erfindungen mit mangelhaftem Rechtsschutz nur Imitatoren. Aber auch gute Erfindungen, die einwandfrei patentiert sind, bleiben wertlos, wenn sie nicht realisiert werden können. Und selbst eine gelungene Innovation wird erst durch ihre erfolgreiche Vermarktung – die es auch „in sich“ hat – wertvoll.“

Nicht zuletzt eine Enzyklopädie und ein umfangreiches Sachwortverzeichnis erleichtern das Hindurchfinden durch das vernetzte System, das in 20 Kapiteln dargestellt ist auch keiner ignorieren kann, der auf innovative Weise regenerative Energiequellen nutzen möchte. Ein Rezeptbuch zur Herbeiführung erfolgreicher Innovationen ist und kann dieses Handbuch selbstverständlich nicht sein. „Von der Idee zum Produkt“, wie ein Teil des Untertitels lautet, sind von Erfindern oft noch weit mehr Hindernisse zu überwinden als sie von den Autoren bedacht wurden und gewürdigt werden konnten.

Wer nur wenig Geld zur patentrechtlichen Absicherung seiner Erfindung und zur juristischen Verteidigung gegenüber Ansprüchen oder kriminellen Machen-

schaften großer Firmen zur Verfügung hat, dem wird kaum zu helfen sein. Wer mit einer revolutionären Innovation eine ganze Branche zu erschüttern vermöchte, wird deren „Verteidigungsbereitschaft“ machtvoll zu spüren bekommen und sich kaum dagegen zur Wehr setzen können. Wer Neues vorschlägt, für das die „anerkannte Lehrmeinung“ keinen Halt mehr bietet, kann mit einflußreichen „Gut-Achtern“ Bekanntheit machen, die den Fort-Schritt blockieren. Experten sind zwar logischerweise Verwalter von Bekanntem, aber ohne ihr Urteil geht zumindest bei einer angestrebten öffentlichen Förderung gar nichts. Ob Minister Jaumann daran gedacht hat, als er „weitere Hilfe“ für Erfinder als denkbar bezeichnete? Wörtlich fuhr er fort:

„Doch hier ist der Staat auf konkrete und vernünftige Vorschläge angewiesen. Viele noch so gut gemeinte Vorschläge erweisen sich leider als nicht durchführbar, weil sie entweder marktwirtschaftliche Grundsätze außer acht lassen oder nicht finanzierbar sind oder wirtschaftliche Gesichtspunkte nicht hinreichend berücksichtigen. Auch sind nicht selten sogenannte Erfindungen nicht neu oder können wirtschaftlich nicht verwertet werden, so daß sie staatlicherseits nicht förderbar sind.“

Neuland

Fortsetzung von Seite 15

zeugt aus warmer feuchter Luft Eishagel und gewinnt mechanische Energie. Dabei spielen entstehende elektrische Potentiale eine große Rolle.

Wenn man sich umsieht, findet man überall in der Natur einen Kreislauf der Entropiezu- und -abnahme. Auf diesen Kreislauf der Entropie hat Barth ausführlich hingewiesen. Die Ingenieure sollten sich besonders mit den Strukturänderungen bei Bewegungssystemen und mit den Strukturänderungen in kristallisierter Materie beschäftigen. Dort findet man genügend Neuland!

In unserer Arbeitsgruppe der Aktionsgemeinschaft Bildung – Erfindung – Innovation DABEI werden geeignete Arbeiten mit Pro- und Contra-Argumenten diskutiert. Brauchbare Projekte könnten nach Abklärung auch in der Zeitschrift „Sonnenenergie“ publiziert werden.