

Pyrolyse, ein geeignetes Verfahren zu sein. Neben dem Gas, das noch einer Nachbehandlung bedarf, fällt als Reststoff Pyrolyseöl und evtl. Holzkohle an. Der Hauptvorteil gasförmiger Brennstoffe liegt in der gleichzeitigen Erzeugungsmöglichkeit von Wärme und Strom durch den Einsatz von Blockheizkraftwerken. Der Energieinhalt der Brenngase bewegt sich zwischen 1 und 5 kWh/m³ bei Vergasungswirkungsgraden von 50 % bis über 80 %.

In den seltensten Fällen kann Biomasse direkt in der anfallenden Form genutzt werden. Sinn einer Aufbereitungsanlage ist daher, das Ausgangsmaterial an das jeweilige nachfolgende Umwandlungsverfahren anzupassen. Die wichtigsten Prozesse sind hierbei: Trocknen, Zerkleinern, Sortieren und Kompaktieren. Vor allem die Strohbrickettierung wurde in den letzten Jahren als sinnvolle Verwertungsmöglichkeit der rund 5 Mill. t Überschußstroh diskutiert. An diesem Beispiel soll kurz der Energieaufwand für die Kompaktierung inkl. Vorverkleinerung abgeschätzt werden: Er liegt bei einer untersuchten Anlage bei 93 kWh/t und erreicht damit knapp 8 % des Materialheizwertes. Bei der Holz-Hackschnitzelerzeugung ergeben sich 0,4 %. Die gängigen Anlagenkapazitäten liegen bei 300 bis 400 kg/h.

Biomasse mit hohem Feuchtigkeitsgehalt eignet sich für die biologische Brenngaserzeugung durch Methangärung in Biogasanlagen. Geeignetes Substrat findet sich in drei Bereichen: der Landwirtschaft (hauptsächlich Tierexkremate), den kommunalen Klärwerken (Klärschlamm) und der Industrie (vor allem Nahrungsmittelindustrie). In landwirtschaftlichen Anlagen kann mit Gas Mengen von 0,6 bis 3,0 m³ je GVE (Großvieheinheit, 500 kg Tiergewicht) und Tag gerechnet werden. Der Gasanfall in Klärwerken liegt bei etwa 8 m³/EGW-a (EGW: Einwohnergleichwert).

Die Leistungsfähigkeit der Biogasanlagen kann allgemein, auch für industrielle Anwendungen, mit 1 m³ Gas je m³ Faulraum und Tag abgeschätzt werden, bei einem Heizwert des Biogases von rund 6 kWh/m³. Einen Teil der gewonnenen Energie (in Deutschland 20 bis 30 %) benötigen die meisten Anlagen für die Aufrechterhaltung einer Faulraumtemperatur von rund 35 °C. Im Rahmen des Gesamtkonzeptes landwirtschaftlicher Biogasanlagen kommt neben der Biogasnutzung auch der Verwertung des Restsubstrats Bedeutung zu, da dessen Anwendung als veredelter Dünger unproblematischer ist als die Ausbringung von Frischgülle. Da speziell in der Landwirtschaft viele Anlagen mit hoher Eigenleistung des Betreibers erstellt werden, ist die Angabe von Kosten problematisch. Als Grenze für den wirtschaftlichen Betrieb scheinen allerdings 1000 DM je m³ Faulraumvolumen ansetzbar. Die jährlichen Betriebskosten betragen im Durchschnitt etwa 2 % der Investitionskosten. Als untere Grenze der Betriebsgröße gelten für landwirtschaftliche Anlagen 80 bis 100 GVE.

KFA Jülich als Wirtschaftsfaktor

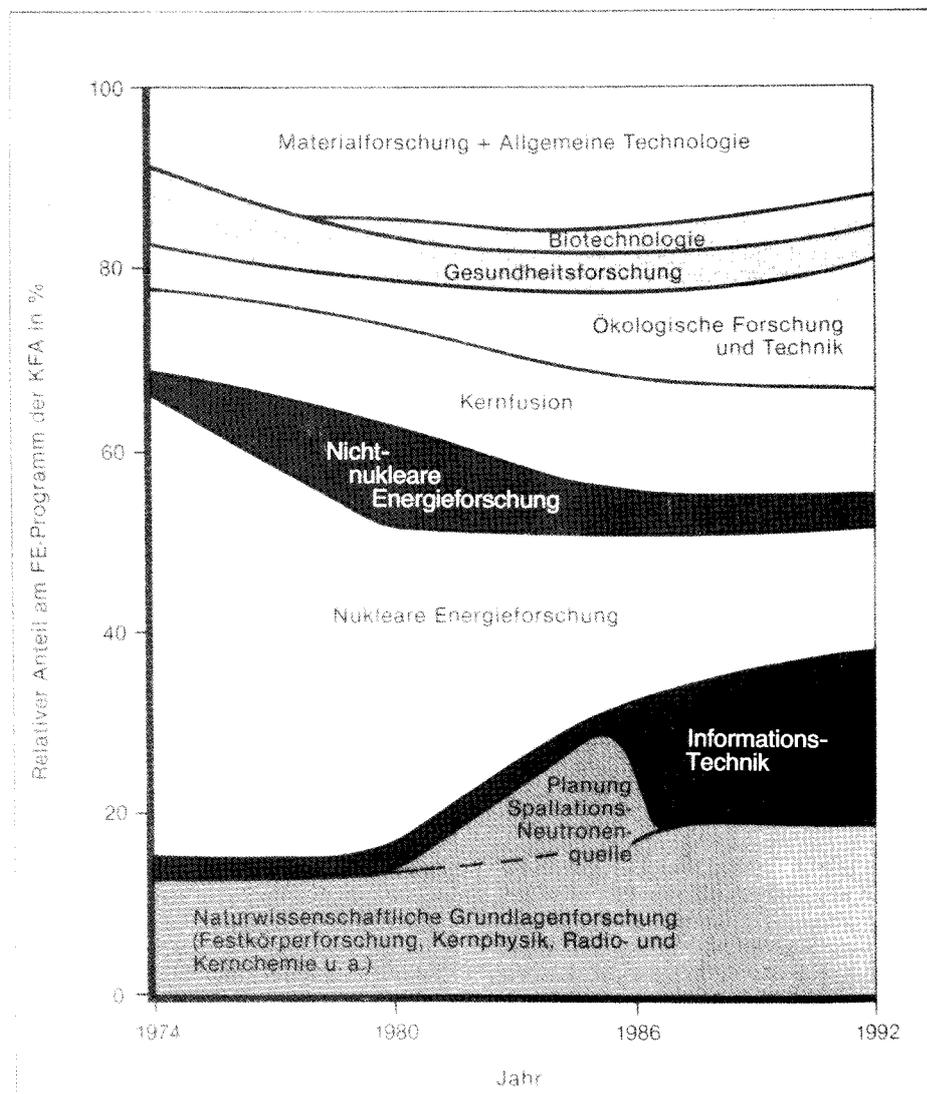
Die Kernforschungsanlage Jülich GmbH, mit der auch viele, die Entwicklungen auf dem Gebiet der Nutzung regenerativer Energiequellen vorantreiben und dabei in den Genuß öffentlicher Förderung kommen möchten, als „Projekträger“ Bekanntheit machen, hat sich soeben in einer Schrift als „Wirtschaftsfaktor“ dargestellt. Die Gesellschaft, die zu 90 Prozent von der Bundesrepublik Deutschland und zu 10 Prozent vom Land Nordrhein-Westfalen getragen wird, beschäftigt 4550 Mitarbeiter, darunter 880 Wissenschaftler (davon 59 Professoren). Hinzu kommen jährlich über 400 Gastwissenschaftler aus mehr als 30 Ländern. Über 400 Menschen werden in 24 Berufen ausgebildet. Bei einem Jahresetat von 500 Millionen DM wird ein Ertrag von 60 Millionen erwirtschaftet.

In der Einleitung des Berichtes schreibt K. W. Baurmann:

„Der Name der Kernforschungsanlage Jülich weist auf ihre Anfänge hin und läßt nicht unmittelbar erkennbar werden, daß sich ihre Forschungsziele in mehr als einem Vierteljahrhundert des Bestehens der KFA gewandelt und vervielfältigt haben.“

Ein geschärftes Bewußtsein um die begrenzte Belastbarkeit unseres Ökosystems und um die damit verbundenen Fragen nach umweltfreundlichen Energietechniken, das Vordringen modernster Techniken in alle Lebensbereiche und die starke Zunahme wissenschaftlicher Erkenntnisse und Fähigkeiten sind

Beispiele für einen sich weltweit vollziehenden Umbruch, dem auch die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der KFA Rechnung getragen haben. Ein Großteil der namensgleichen Aufgaben der KFA ist erfolgreich abgeschlossen und hat neuen Zielen Platz gemacht. Der Übergang zu neuen Zielen war dabei fließend und dadurch gekennzeichnet, daß man Probleme nicht nur zu meistern verstand, sondern auch neue erkannte und aufgriff. Daß diesem gleichsam stetigen Neubeginn eine grundsätzliche Neuorientierung folgt, bedeutet das betonte Fortschreiten auf einem schon lange vorgezeichneten Wege. Es bedeutet aber nicht, daß jetzt auf den



Entwicklung der Forschungsschwerpunkte der KFA Jülich in den Jahren 1974 bis 1992

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, Forschungsergeb-

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-energetischem 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 keine 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 Kirchhoff, 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 Thatsachegebiet 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-