

Der spontanen Abscheidung von Calciumphosphat steht dann nichts mehr im Wege. Sie kann zudem verbessert werden, wenn man Calciumhydroxid (Kalkmilch) anstatt Natriumhydroxid zur Einstellung des pH-Werts verwendet. Die Regelung des pH-Werts ermöglicht es, die gewünschte Endkonzentration an Phosphat einzustellen; die Phosphatelimination ist nicht von Schwankungen der Zulaufkonzentration wie bei den Fällungsverfahren abhängig. Daher eignet sich das neue Verfahren sowohl für die Abläufe aus biologischen Kläranlagen, die ca. 10 mg Phosphor pro Liter enthalten, als auch für Industrieabwässer mit hohen Phosphatkonzentrationen über 100 mg Phosphor pro Liter. Der eliminierte Phosphor fällt als Calciumphosphatschlamm an, was für seine weitere Verwertung vorteilhaft ist.

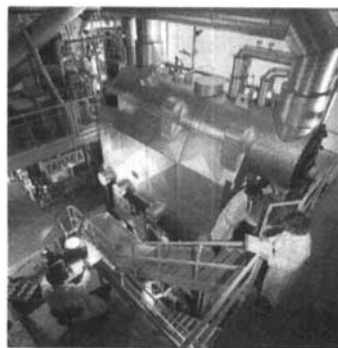
Die Versuche am Ablauf der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage brachten hervorragende Ergebnisse: Der Phosphorgehalt des Abwassers konnte bis auf eine Restkonzentration von 0,2 mg Phosphor pro Liter vermindert werden. Derartige Konzentrationen können derzeit nur durch hohen Fällmittelzusatz und den Einsatz einer Filtrationsstufe realisiert werden. [Wissenschaftlicher Pressedienst der Gesellschaft Deutscher Chemiker]

### Entsorgung von Polyurethanschäumen

Kühlschränke sind eine potentielle Umweltgefahr wegen der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), die im Kühlkreislauf und in den zur thermischen Isolierung verwendeten Polyurethan(PUR)-Schäumen als Treibmittel enthalten sind. Ein Gerät älterer Bauart enthält etwa 150 Gramm FCKW im Kühlkreislauf und rund 500 Gramm im Isolier-

### Auflösung der Chiuz-Geschichte Nr. 93, auf Seite 125:

Franz Carl Achard (1753–1821) untersuchte unter vielem andern auch Metall-Legierungen, fertigte Wasseranalysen, farbige Schmelzen mit Borax, Pottasche und Soda. Er synthetisierte Edelsteine und analysierte die Verbrennungsgase von Schießpulver. Er soll der erste gewesen sein, der einen Platintiegel benutzte.



schaum. Während die in den Kreisläufen enthaltenen FCKW kontrolliert entleert und gespeichert werden können, verdampft der mehr als dreimal so große Anteil im Isoliermaterial bei Ablagerung auf einer Deponie in die Luft und kann damit zum Abbau der Ozonschicht beitragen. Im Kernforschungszentrum Karlsruhe wurde in der Versuchsmüllverbrennungsanlage TAMARA des Laboratoriums für Isotopentechnik untersucht, ob eine schadstofffreie thermische Entsorgung des PUR-Schaumes gemeinsam mit dem Hausmüll möglich ist. Untersucht wurde dabei die Verbrennung von PUR mit dem am häufigsten verwendeten und unter der Bezeichnung R11 bekannten Treibmittel Trichlorfluormethan,  $\text{Cl}_3\text{CF}$ . Das Isoliermaterial wurde in Mengen bis zu einigen Gewichtsprozent – entsprechend den in der Realität zu erwartenden Verhältnissen – dem Hausmüll zugesetzt. Der Mülldurchsatz der Anlage lag bei rund 250

kg pro Stunde. Das Abgas der Anlage wurde auf R11 und denkbare Reaktionsprodukte wie Fluorwasserstoff, Dioxine und kurzkettige Kohlenwasserstoffe untersucht. Dabei wurden folgende Konzentrationswerte gemessen:

- Die höchste Fluorwasserstoff-Konzentration lag bei 0,2 mg pro Kubikmeter und damit um den Faktor fünf unter dem derzeit gültigen Emissionsgrenzwert für Müllverbrennungsanlagen von 1 mg pro Kubikmeter.
- Die R11-Konzentration betrug weniger als 10  $\mu\text{g}$  pro Kubikmeter, d. h. das mit dem PUR-Schaum zugeführte R11 wurde zu mehr als 99,999 Prozent zerstört.
- Andere Zersetzungsprodukte des R11 wurden nicht festgestellt.

Insgesamt ließen sich in TAMARA bis zu drei Gewichtsprozent PUR-Schaum im Hausmüll problemlos und ohne Überschreitung der derzeit gültigen Emissionsgrenzwerte verbrennen. Höhere Anteile wurden nicht untersucht, da sie in der Praxis nicht auftreten. Wenn sich dieses Ergebnis in einem für 1991 geplanten großtechnischen Versuch bestätigt, ist der schadstoffarme Entsorgungsweg für das Isoliermaterial ausgedienter Kühlschränke vorgezeichnet: die gemeinsame Verbrennung mit dem Hausmüll. [Nach einer Pressemitteilung des Kernforschungszentrums Karlsruhe]



### Die Wahrheit liegt daneben

**Die Wahrheit liegt nicht in der Mitte.** Von der Öffnung des naturwissenschaftlichen Denkens. Von H. Pietschmann, Edition Weitbrecht, Stuttgart – Wien 1990, 298 S., DM 38,-. ISBN 3-522-70570-X.

Das neue Buch des Wiener Physikers Herbert Pietschmann gehört in die Reihe der mittlerweile zahlreichen Veröffentlichungen von Naturwissenschaftlern, die um eine weltanschauliche und gemeinverständliche Verarbeitung der Erkenntnisse ihrer Disziplin bemüht sind.

Im Zentrum seines nunmehr dritten Sachbuches dieser Art steht der Versuch, das charakteristische Merkmal des naturwissenschaftlichen Verfahrens herauszustellen und zugleich dessen Schranken aufzuweisen. Ein weitausholender Rundgang durch die Geistesgeschichte der Menschheit zeichnet die Naturwissenschaften als extremen „Denkrahmen“ aus, dem sowohl die Richtigkeit logischer Aussagen als auch die Wahrheit des Glaubens gegenübergestellt werden. Die von Galilei beispielhaft geschaffene Naturforschung bediene sich zwar der Logik in mathematischen Aussagen, unterscheide sich aber von ihr durch das Prinzip der experimentellen Methode, mit der falsche Annah-

men ausgeschlossen würden. Diese „doppelte Negation“ führe zu „absolut verlässlichen“ Naturgesetzen (S. 148 f.), die im Gegensatz zur „nie objektiv gegebenen“ Wahrheit (S. 146) kein Gegenstand irgendeines Zweifels mehr sein könnten.

Pietschmann ist nun der Ansicht, daß zwischen den Denkformen der Naturwissenschaft, der Logik und des Glaubens eine historisch wechselvolle und bis heute unauflöslich widersprüchliche Konstellation bestehe, die sich nur bis zu einem bestimmten „Punkt der Menschheitsentwicklung“ einheitlich bewältigen lasse (S. 225 f.). Weil der „Nutzen (der Naturwissenschaft) nicht mehr mit Segen gekoppelt ist, ja unter Umständen Verderben bringen kann“ (S. 186), scheint ihm dieser Zeitpunkt gegenwärtig einzutreten, und eine Vielfalt der Betrachtungsweisen müsse zu einer neuen Synthese verbunden werden. Das für die experimentellen Wissenschaften unabdingbare Streben nach Widerspruchsfreiheit bedürfe der dringenden Ergänzung durch zwei Formen der Anerkennung von Widersprüchen: Das polare Denken verbinde Gegensätze zu einer Ganzheit und die Dialektik sehe in Widersprüchen eine Quelle fruchtbarer Entwicklung.

Seine abschließend skizzierten Beispiele zur Friedens-, Bildungs- und Umweltpolitik zeigen, daß er selbst einer dialektisch hergestellten Synthese am nächsten steht, in der die entscheidenden Elemente des naturwissenschaftlichen Denkrahmens weiterhin eine „Schlüsselrolle“ (S. 267) spielen. Denn obwohl man dessen „sichere(s) Gelände verlassen“ müsse, gelte es doch, diesen Rahmen „auszuloten“ (S. 259). So greift bei Pietschmann nicht nur der Naturforscher nach der Methode der „doppelten Negation“, auch die Pädagogen (S. 269) und Gesetzgeber (S. 273) sind ihm zufolge gut beraten, wenn sie sich an ihr orientieren. Am Ende steht damit weniger die Selbstbeschränkung der Naturwissenschaft auf die ihr eigenen Phänomenbereiche als vielmehr die tastende Ausweitung ihrer Methoden auf ein ihr eigentlich fremdes, politisches Terrain.

Dieses Resultat überrascht nicht, wenn man den Standpunkt berücksichtigt, von dem aus das Buch geschrieben ist. Pietschmann geht vom Weltbild der modernen Physik aus, das in den populären Schriften namhafter Nobelpreisträger dargelegt und auf die speziellen Erkenntnisse

ihre Disziplin beschränkt ist. In dieser Perspektive wird einerseits der Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften insgesamt auf das Unorganische verengt und nicht allein dem Geist, sondern auch dem Leben entgegengesetzt. „Naturgesetz“, heißt es dementsprechend, „bestimmen die Vorgänge der leblosen Materie“ (S. 194). Obwohl Pietschmanns Betrachtungen von der „Öffnung des naturwissenschaftlichen Denkens“ handeln sollen, finden die interdisziplinären Fortschritte zur evolutionstheoretischen und molekularbiologischen Deutung der Lebensvorgänge keine Berücksichtigung.

Auf der anderen Seite bleibt der an der experimentellen Physik ausgerichtete Wissenschaftsbegriff so unbestimmt, daß er zum Bestandteil einer vage formulierten Weltanschauung werden kann, die bei weitem den naturwissenschaftlichen Gegenstandsbereich überschreitet. Die Methode der „doppelten Negation“ ist in der Tat so wenig spezifisch für die Physik oder die Naturwissenschaften überhaupt, wie sie sich auf alltagspraktische Erfordernisse, denen sie eher abgeschaut zu sein scheint, übertragen läßt. Und so wenig die Möglichkeit, „immer mehr falsche Handlungen... auszuschließen“ (S. 152), zu Hause für „absolute Sicherheit“ sorgen kann, garantiert sie das in den experimentellen Wissenschaften oder in der Technik, auch wenn sie dort mit der von Pietschmann eindringlich geschilderten größeren Systematik betrieben werden mag.

Das Buch erhebt freilich nicht den Anspruch, eine wissenschaftstheoretisch kompetente Analyse der naturgesetzlichen Vorgehensweise der Forschung zu liefern. Vielmehr soll deren kultureller Ort in philosophisch-geschichtlicher Reflexion, die sich unbekümmert sowohl der europäischen als auch der östlichen Traditionen bedient, umrissen werden. Seiner stark schematisierenden Darstellung ist es geschuldet, daß einer einigermaßen mit der Materie vertrauten Leserschaft auch in dieser Hinsicht fragwürdige Vereinfachungen zugemutet werden. „Vor etwa zweieinhalbtausend Jahren“ läßt Pietschmann „die Denkrähen aller Hochkulturen innerhalb weniger Generationen“ entstehen (S. 49). In diesem Zeitabschnitt werde sich die Menschheit global „der Widersprüche, in die sie eingebunden ist, bewußt“ (S. 54). Der europäischen Neuzeit käme eine vergleichbare Bedeutung zu:

Sie sei „zu einem großen Aufbruch der Menschheit geworden“ (S. 130), in dessen Verlauf die Naturwissenschaft die Sehnsüchte nach Wahrheit und das „natürliche Verlangen nach Erleichterung der täglichen Plackerei“ befriedigt habe (S. 178 f.). Erst heute bringe der Nutzen der Naturwissenschaft „nicht mehr automatisch Segen“ (S. 186).

Mit dieser von Verklärung nicht freien Grobordnung des Vergangenen leistet Pietschmann seinem berechtigten Anliegen, die historischen Wurzeln der gegenwärtigen Problemlagen offenzulegen, einen zweifelhaften Dienst.

G. Schieman, Frankfurt a. M.

## Eine Problemgeschichte der chemischen Zeichensprache

**Cannizzaros Methode – Der Schlüssel zur modernen Chemie.** Von J. Bradley. Franzbecker-Verlag, Bad Salzdetfurth 1990. 173 S., DM 28,-. ISBN 3-88120-191-2.

Die Didaktik der Chemie führt heute bekanntermaßen ein Mauerblümchendasein, nicht nur in Deutschland. Der sogenannte Sputnik-Schock, der zunächst staatliche Ressourcen und Stiftungsgelder von Automobilkonzernen mobilisierte, um die Naturwissenschaften in den Schulen stärker zu fördern, ist abgeklungen – auch in England und Amerika. So ist zu erklären, daß John Bradleys Buch „Cannizzaros Methode – der Schlüssel zur modernen Chemie“ im englischen Sprachraum keinen Verleger fand und erst in deutscher Übersetzung – dank des kleinen Franzbecker-Verlags und der kompetenten Übersetzung durch Wolfgang Dahlmann – veröffentlicht werden konnte.

Obwohl es dem Inhalt und der Gliederung nach ein chemiehistorisches Werk ist, ist es von seiner Entstehung her ein chemiedidaktisches. John Bradley hat als Chemielehrer und später als prominenter Dozent für Chemiedidaktik an der Universität Hull jahrzehntelang nach einem stringenten und überzeugenden Weg zu den chemischen Formeln gesucht. Das Buch ist ein Resultat dieser

Bemühungen, denn in der Beschäftigung mit der Chemiegeschichte kristallisierte sich – verkürzt gesagt – allmählich sein fachdidaktischer Ansatz des „historical lift“ heraus. Bradley beschreibt in diesem Buch die Problemgeschichte der chemischen Zusammensetzung der Stoffe und ihrer Formeln. Cannizzaro lieferte den Schlüssel dazu – so Bradley – auf dem berühmten Karlsruher Kongreß der Deutschen Chemischen Gesellschaft von 1860.

Bradley, Spezialist für Ernst Mach und Wilhelm Ostwald (1974 erschien im S. Hirzel-Verlag in Stuttgart sein Band „Machs Philosophie der Naturwissenschaft“), sieht diese Entwicklung mit einer von Mach und Ostwald getönten Brille. Das macht seine Darstellung so interessant, denn er bewegt sich damit ganz ungezwungen in einer Denkweise, die uns heute fremd geworden ist, die aber nach 1860

bis in die zwanziger Jahre die Chemieentwicklung entscheidend mitgeprägt hat.

Das Buch ist nicht nur für Chemielehrer und Chemehistoriker, es ist eigentlich für jeden Chemiker interessant, der sich einmal damit beschäftigen möchte, wie mühsam der Prozeß zu den heute so selbstverständlichen Formeln war.

Bradley hat dem Buch ein Motto von Austin Farrer aus dem Jahre 1943 vorangestellt, das von Martin Wagenschein hätte stammen können: „Das Haupthindernis ... in diesem Jahrhundert ist, denke ich oft, daß sich niemand überhaupt irgendetwas richtig ansieht; und zwar nicht bloß um es zu betrachten, sondern zu begreifen, was jenes Ding wirklich ist ...“ Bradley hat sich die Geschichte der chemischen Formel angesehen, um zu begreifen.

P. Buck, Heidelberg



## Eine nützliche Hilfe für das Titrierlabor

Muß im Titrierlabor die austrierte Probe entsorgt, Lösungsmittel zur Probe zugegeben werden oder soll das Titriergefäß gespült werden, so ist der Titrierstand 703 von Metrohm das geeignete Gerät. Die ausgereifte Lösung vereinigt Rührer und Pumpe in einer kompakten Einheit. Durch Drücken auf den seitlich angebrachten Wippschal-



ter können die austrierte Probe und verbrauchtes Lösungsmittel abgesaugt und zur Entsorgung in eine Flasche transferiert werden. Ebenfalls mit dem Wippschalter läßt sich frisches Lösungsmittel dosieren oder kann das Titriergefäß gespült werden. Beim Spülenstand 703 von Metrohm das geeignete Gerät. Die ausgereifte Lösung vereinigt Rührer und Pumpe in einer kompakten Einheit. Durch Drücken auf den seitlich angebrachten Wippschal-

ter können die austrierte Probe und verbrauchtes Lösungsmittel abgesaugt und zur Entsorgung in eine Flasche transferiert werden. Ebenfalls mit dem Wippschalter läßt sich frisches Lösungsmittel dosieren oder kann das Titriergefäß gespült werden. Beim Spülenstand 703 von Metrohm das geeignete Gerät. Die ausgereifte Lösung vereinigt Rührer und Pumpe in einer kompakten Einheit. Durch Drücken auf den seitlich angebrachten Wippschal-

● Metrohm, In den Birker 3, W-7024 Filderstadt (Plattnerhard); Tel. 07 11/770 88-0, Telefax 07 11-770 88-55.