Zeitschrift: Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft

Herausgeber: Wechselwirkung

Band: 11 (1989)

Heft: 43

Artikel: Vom lästigen Salzsäuregas zum Margarinebecher : die Geschichte des PVC

Autor: Ahrens, Andreas / Henseling, Karl Otto

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-653366

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vom lästigen Salzsäuregas zum Margarinebecher

Die Geschichte des PVC

Neben den Flour-Chlor-Kohlenwasserstoffen ist in den letzten Jahren das Polyvinylchlorid zum Inbegriff risikoreicher Chemieprodukte geworden. Im Unterschied zu den FCKW, deren technische Bedeutung ihre ökonomische Rolle bei weitem übersteigt, stellt das PVC für die bundesdeutschen Hersteller und vor allem für die Verarbeitungsformen einen wesentlichen ökonomischen Faktor dar.
Darüber hinaus ist das ökologische Risikospektrum komplexer, wissenschaftlich nur unzureichend erfaßt und mithin stark umstritten. Die PVC-Lobby besteht nach wie vor darauf, daß PVC unverzichtbar sei und argumentiert zunehmend mit den besonderen ökologischen Eigenschaften des Produkts.
Im folgenden Artikel beschreiben Andreas Ahrens und Karl Otto Henseling den historischen Werdegang des Massenprodukts PVC seit Beginn der chemischen Industrie, die ökologischen Risiken und Substitutionsmöglichkeiten und setzen sich mit den Argumenten der PVC-Lobby auseinander.

von Andreas Ahrens und Karl Otto Henseling

Im Jahr 1835 beschrieb der französische Chemiker Henri Victor Regnault (1810-1878) als erster den monomeren Ausgangsstoff für das Vinylchlorid, das PVC. Er erhielt diese Substanz, als er das Einwirken von Chlor auf organische Substanzen untersuchte. Obwohl es noch fast hundert Jahre dauern sollte, bis diese Verbindung industrielle Bedeutung erhielt, sind auch die wirtschaftlich-technischen Wurzeln der PVC-Produktion in diese Zeit zurückzuverfolgen.

Damals, die Industrielle Revolution war gerade erst richtig in Gang gekommen, hatte der problematische Bestandteil des PVC, das Element Chlor, aus zwei Gründen das Interesse der Chemiker erregt. Es begann in Form seiner chemischen Verbindung mit Wasserstoff, der Salzsäure, zu einem der ersten Umweltprobleme der jungen chemischen Grundstoffindustrie zu werden und es wurde als Bleichmittel industriell verwendet. Beide Aspekte waren eng miteinander verknüpft.

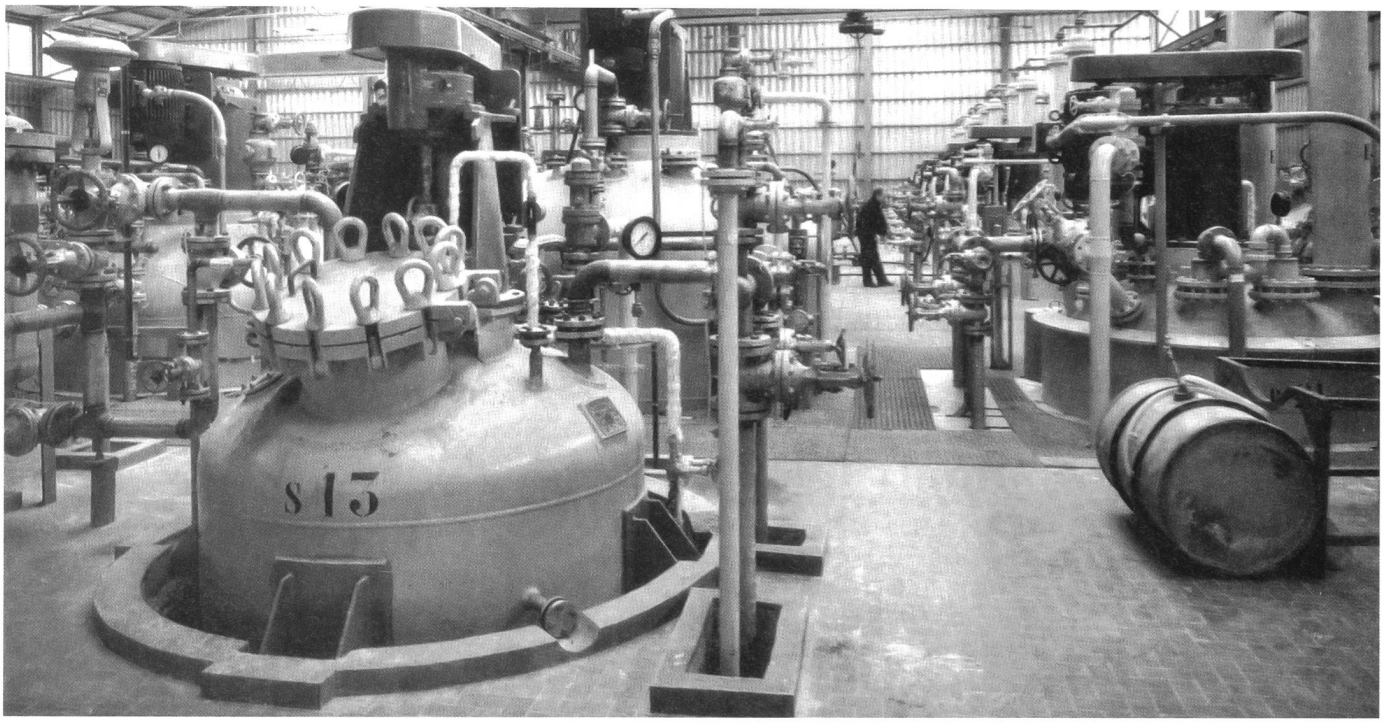
Mit der massenhaften Verarbeitung von Baumwolle in der expandierenden Textilindustrie stieg auch der Bedarf an Substanzen, die zum Waschen, Bleichen und Färben benötigt wurden und der auf traditionelle Weise nicht gedeckt werden konnte. Aus Pflanzenaschen gewonnene Laugen konnten ebensowenig in unbegrenzten Mengen beschafft werden wie saure Buttermilch.

An dieser Stelle der Industriellen Revolution setzte die Entwicklung der chemischen Grundstoffindustrie ein. Synthetische Soda, Natronlauge und Schwefelsäure ersetzten die traditionellen Säuren und Laugen. Die Verfahren zur Herstellung dieser Chemikalien waren eng miteinander verflochten. Schwefelsäure wurde zur Umwandlung von Natriumchlorid (Kochsalz) in Natriumsulfat, Vorprodukt des synthetischen Soda, benötigt. Natronlauge wurde wiederum aus Soda erzeugt.

Bei der Umwandlung von Kochsalz mit Schwefelsäure zu Natriumsulfat entstand Salzsäuregas (Chlorwasserstoff). Abgesehen von der fürchterlichen Wirkung, die dieses Gas auf die Arbeiter an den Sulfatöfen hatte, war es auch ein hochgradiges Ärgernis für die Nachbarschaft der jungen Sodaindustrie. Mit dem Wachstum dieser Industrie wuchsen auch diese Ärgernisse so stark, daß sich das englische Parlament zu gesetzlichen Maßnahmen veranlaßt sah. In der »Alkaliakte« von 1863 wurde verfügt, daß höchstens 5% der anfallenden Salzsäure in die Umgebung abgegeben werden durften.

Zum großen Bedauern der Sodahersteller versagte auch die sich damals bereits etablierende »Hochschornsteinpolitik«. Salzsäuregase sinken auch vom höchsten Schornstein aus umgehend wieder auf die Erde. Man sah sich genötigt, das Salzsäuregas in Wasser aufzufangen und erhielt auf diese Weise große Mengen an wässriger Salzsäure. Der hohe Sodabedarf ließ nun die Produktion des zwangsläufig anfallenden Kuppelproduktes Salzsäure so ansteigen, daß die für den herkömmlichen Gebrauch absetzbare Menge bei weitem überschritten wurde. Die Sodafabrikanten mußten sich neue Verwendungsmöglichkeiten für die Salzsäure einfallen lassen. Dabei erwies sich die Umwandlung in Chlorgas und dessen Bindung an Löschkalk als erfolgreich. Das dabei anfallende Produkt, der Chlorkalk, wurde als »Bleichpulver« geradezu zu einem Verkaufsschlager. Textilhersteller und Papierfabrikanten erkannten bald die Vorteile dieses aggressiven Bleichmittels, mit dem Bleichvorgänge erheblich schneller und radikaler zu bewerkstelligen waren als mit herkömmlichen Mitteln. Auch hygienischen Problemen konnte man mit dem Chlorkalk radikal zu Leibe rücken.

Die durchschlagende Wirkung des Chlors bzw. des Chlorkalkes



Mit der PVC-Produktion den Einstieg in die Chlorchemie gefunden: Autoklaven zur Erzeugung von Suspensions- und Emulsions-PVC.

beschränkte sich nicht nur auf die zu bleichenden Stoffe oder die zu desinfizierenden Objekte. Auch die Arbeiter in den Sodafabriken, die mit der Herstellung des »Bleichpulvers« beschäftigt waren, und die Nachbarschaft der Betriebe waren dieser Wirkung ausgesetzt. Die Herstellung von Chlorkalk in einer Sodafabrik war eine Arbeit, *»bei der nicht nur in dieser selbst, sondern manchmal in einer Entfernung von mehreren Kilometern eine unerträgliche Belästigung durch das ausströmende Chlorgas erzeugt wurde.«*[1]

Auf der Suche nach Anwendungen

Als das Vinylchlorid 1912 erstmalig als möglicher Ausgangsstoff für eine technische Verwertung in Erscheinung trat, war die chemische Industrie das Problem der Kuppelproduktion von Natriumsulfat und Salzsäure längst los. Soda wurde nach einem anderen Verfahren gewonnen, und die alte Sodaindustrie hatte ihre führende Position den Teerfarbenfabriken, die heute als die großen deutschen Chemiekonzerne bekannt sind, überlassen müssen. Das Chlor tauchte nun in einem anderen Zusammenhang wieder auf. Natronlauge wurde seit Ende des 19. Jahrhunderts zunehmend durch Elektrolyse von Natriumchlorid erzeugt. Bei diesem Verfahren trat nicht Salzsäuregas, sondern Chlorgas als Kuppelprodukt auf. Wieder konnte nicht soviel Chlor verbraucht werden, wie bei zunehmender Nachfrage nach Natronlauge anfiel.

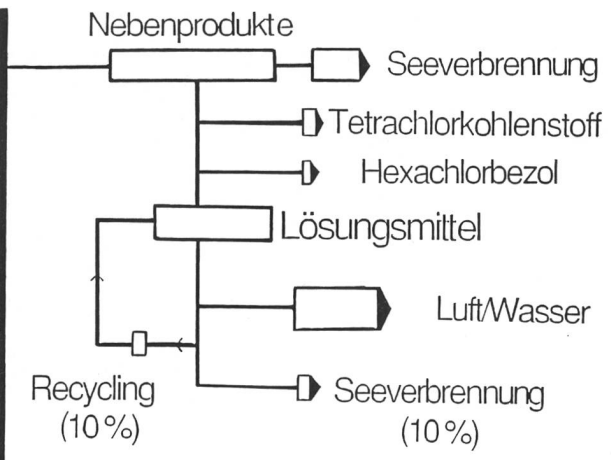
Bei der Suche nach weiteren Verwendungsmöglichkeiten für Chlor oder Chlorwasserstoff untersuchte Fritz Klatte (1880-1934), Chemiker der Firma Griesheim-Elektron, die später im Hoechst-Konzern aufging, auch das bereits 1878 erstmalig beschriebene Polymerisationsprodukt des Vinylchlorid. 1912 erteilte das kaiserliche Patentamt das erste Patent auf die Herstellung von PVC, und 1913 wurde ein *»Verfahren zur Herstellung einer auf Hornersatz, Films, Kunstfäden, Lacke und dergleichen verarbeitbaren plastischen Masse«* (DRP 281 877) aus Polymerisationsprodukten von Vinylhalogeniden patentiert. Vinylchlorid konnte aus Chlorwasserstoff und Acetylen, das mit der Entwicklung der Elektrochemie als chemischer Grundstoff Bedeutung zu erlangen begann, billig hergestellt werden, und auch die Polymerisation zum PVC schien ohne hohe Kosten möglich zu sein.

Die Entwicklung eines verkaufsfähigen Produktes scheiterte trotz dieser günstigen Voraussetzung zunächst an der thermischen Instabilität und schweren Verarbeitbarkeit des reinen PVC. Während das PVC nun wieder in den Schatten trat, erlangte das Chlor in dieser Zeit unrühmliche Bedeutung als erster chemischer Kampfstoff, der im Ersten Weltkrieg eingesetzt wurde. Auch die ersten Beschreibungen der Chlorakne, der Vergiftung mit Dioxinen, fallen in diese Zeit.[2]

1930 wurde wieder ein Patent für ein Verfahren zur Herstellung von PVC erteilt (DRP 671 889) Die Neuerung bestand darin, daß ein Weg zu einem Polymeren mit bestimmtem Polymerisationsgrad beschrieben wurde. Diesmal war die I.G. Farbenindustrie A.G., zu dem sich die deutsche Chemieindustrie 1925 zusammengeschlossen hatte, der Patentnehmer. Zunächst wurde die Arbeit an der PVC-Problematik eher am Rande des breit gefächerten Forschungs- und Entwicklungsprogrammes der I.G. Farben wieder aufgenommen. Die ersten Ergebnisse waren wenig ermutigend. Bei 100°C begann das PVC Salzsäuregas abzuspalten und sich rötlich zu verfärben. Preßversuche ergaben ebenfalls wenig überzeugende Ergebnisse. Erst nach mehrjährigen Versuchen gelang es, aus dem instabilen, spröden PVC durch Zusatz von schwermetallhaltigen Stabilisatoren, Gleitmitteln und Weichmachern (PCB[3], Phthalate) einen zu Fasern, Folien und thermoplastischen Massen verarbeitbaren Kunststoff herzustellen.

Der Einstieg in die Chlorchemie

1935 wurde die industrielle Produktion von PVC aufgenommen. Für die I.G. Farben kam dieser Durchbruch in einem sehr günstigen Moment. Das Chlor stand in verstärktem Umfang als überschüssiges Kuppelprodukt der Erzeugung von Natronlauge durch die Kochsalz-Elektrolyse zur Verfügung. Elektrolytisch erzeugte, kochsalzfreie Natronlauge wurde für die Produktion von



Materialströme aus der PVC-Produktion. Die Materialströme sind lediglich abgeschätzt. Diffuse Verluste bei der Produktion, der Verarbeitung und dem Gebrauch sind nicht berücksichtigt.

Zellwolle (Viskose) benötigt, die den Schwerpunkt des »Faserstoffprogramms« bildete, das 1934 im Stab des »Stellvertreters des Führers«, Herrmann Göring, beschlossen worden war. Dieses Programm war Bestandteil des Vierjahresplanes, mit dem die wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Zweiten Weltkrieg geschaffen werden sollten. Mit Aufträgen zum Aufbau von Großanlagen zur Produktion von synthetischem Benzin, künstlichem Gummi, Sprengstoffen, Kampfstoffen und eben auch (halb)synthetischen Faserstoffen hatte der IG. Farben-Konzern den größten Anteil an dem Programm. Natürliche Faserstoffe für Reifencord, Uniformen oder Fallschirme wie Baumwolle oder Seide waren Deutschland als Importwaren im Kriegsfall kaum zugänglich. Die Herstellung von Viskose ist ein Verfahren, das nicht nur in einem sehr fragwürdigen politischen Zusammenhang Bedeutung erlangte, sie belastet auch stark die Umwelt.

Bei der Entwicklung der PVC-Anwendung stand neben dem Problem der Verwertung überschüssigen Chlors ebenfalls die Kunstfaserproduktion im Sinne des »Faserstoffprogramms« im Vordergrund. Die aus PVC erzeugten Faserstoffe kamen unter der Bezeichnung »PeCe-Faser« für industrielle Verwendungszwecke auf den Markt. Als besonderer Vorteil dieses Faserstoffes wird in einer zeitgenössischen Publikation angegeben, *»daß die PeCe-Faser aus solchen Ausgangsstoffen geschaffen wird, die in den Grenzen des Reiches in praktisch unbegrenzten Mengen zu finden sind.«*[4]

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden aus Polyvinylchloridfasern der Markenbezeichnung »Rhovyl« sogar Pullover und Trikotagen hergestellt. Dieser Verwendungsbereich von PVC hat sich im Gegensatz zu vielen anderen, wie der Herstellung von Fußbodenbelägen, Folien, Kabelisolierungen und Spritzgußartikeln aller Art nicht dauerhaft durchsetzen können. Aus dem »Ersatzstoff« der Kriegszeit wurde in wenigen Jahren der neben dem Polyethylen wichtigste Massenkunststoff. Diese Karriere verdankt das PVC nicht zuletzt der Umstellung der chemischen Industrie von der Kohle zum Erdöl als organischer Rohstoffbasis. Die Herstellung von Vinylchlorid aus Chlor und Ethylen, dem wichtigsten petrochemischen Grundstoff, erlaubte eine besonders preisgünstige Produktion. Dazu trugen auch die niedrigen Produktionskosten für Chlor bei, die nicht zuletzt durch die günstigen Stromtarife für industrielle Großverbraucher bedingt sind. Die Produktion von PVC und anderen Massenprodukten der Chlorchemie hat den Chlorverbrauch der chemischen Industrie so stark steigen lassen, daß nun nicht mehr das Chlor, sondern die Natronlauge das im Überschuß vorhandene Produkt der Kochsalz-Elektrolyse ist.

Ökologische und gesundheitliche Risiken

PVC ist kein homogener Stoff, sondern ein Vielstoffgemisch. Weich-PVC enthält bis zu 50% Additive. Die einzelnen Komponenten sind mehr oder minder fest eingebunden. Weichmacher verlassen die PVC-Struktur besonders schnell. Schwermetalle in Hart-PVC dagegen werden erst durch Verbrennung mobilisiert. Insgesamt kommen im Zusammenhang mit PVC über 150 Chemikalien regelmäßig in relevanten Mengen zum Einsatz, unter anderem Schwermetalle als Stabilisatoren gegen Wärmeeinwirkung. Phthalate als Weichmacher, brom- und phosphororganische Verbindungen als Flammschutzsysteme. PVC-Material ist somit chemisch und toxikologisch nicht eindeutig definierbar und dementsprechend auch nicht beurteilbar. Das gilt insbesondere für Weich-PVC. In Innenräumen und bei der PVC-Verarbeitung wirken Stoffgemische als Dämpfe oder Stäube auf die jeweilig betroffenen Personen ein. Dieses Vielkomponentenproblem tritt zwar auch bei anderen Werkstoffen auf. Allerdings sind, beispielsweise im Vergleich zu Metallwerkstoffen, die Chemikalien in PVC viel unübersichtlicher. Die Mobilisierbarkeit einzelner Stoffkomponenten aus Weich-PVC ist sehr hoch. Während der Lebensdauer des PVC-Produktes wird ein erheblicher Teil des Materials unkontrolliert freigesetzt. Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß auch andere Kunststoffsorten hohe Freisetzungsraten aufweisen können.

Plastikweichmacher sind mittlerweile überall in der Umwelt verteilt. Die Phthalsäureester haben dabei die größte Bedeutung, sie werden zu über 90% in PVC eingesetzt. Nach kanadischen Schätzungen werden etwa 15% der jährlichen Produktionsmenge in die Umwelt eingetragen. Der weit überwiegende Teil entweicht in der Produktanwendung, ist also Maßnahmen des technischen Umweltschutzes nicht zugänglich. In der Bundesrepublik gelangen etwa 2000 t pro Jahr Phthalsäureester in die Umwelt.

Die PVC-Lobby sagt dazu: *»Im Gegensatz zu DDT ist DEHP (Diethylhexylphthalat) in der Umwelt sowohl mikrobiell als auch durch UV-Licht leicht abbaubar.«* (Chemische Werke Hüls, Argumente zur PVC-Diskussion, 13.3.89) Trotzdem werden im Bereich der Flüsse Weser, Ems und Elbe Phthalatkonzentrationen zwischen 100 und über 500 ng/l gefunden, in Elbsedimenten kann die Konzentration auf über 1 µg/kg Feuchtsediment steigen. Der Verband der kunststofferzeugenden Industrie bemerkt im Mai 1987 lapidar: *»Eine Bewertung des ökotoxikologischen Wirkungspotentials von DEHP ist wegen der unzureichenden Datenlage nicht möglich.«* (VKE, Ergebniszusammenfassung des BUA-Stoffberichts 4, Mai 1987)

Die PVC-Hersteller haben den Einsatz schwermetallhaltiger Stabilisatoren in den letzten Jahren reduziert. 1985 wurden »nur« noch 270 t Cadmium und 8500 t Blei in PVC verarbeitet. Der Schwermetallbestand im Alt-PVC allerdings dürfte bei vielen 1000 t Cadmium (möglicherweise sogar bis 10000 t) und weit über 100000 t Blei liegen. Die PVC-Hersteller weigern sich bisher, schwermetallhaltige Produkte zu kennzeichnen, damit keine getrennte Sammlung möglich wird. Der Grund: *»Die Industrie befürwortet die Kennzeichnung, soweit ein konkreter Zweck damit verbunden ist. Sie hat Bedenken, solange Boykottaufrufe gegen bestimmte Produkte, insbesondere PVC, zu erwarten sind«*, heißt es in einem Leitfaden für die Öffentlichkeitsarbeit der Firma Klöckner Pentaplast 1989.

Rund 40 Jahre nach Beginn des PVC-Booms gibt es für über eine Million Tonnen Alt-PVC keinerlei Entsorgungskonzept.

Die Materialströme aus der PVC-Produktion sind auf vielfache Weise geeignet, die Umwelt und die Gesundheit von Menschen zu gefährden.

Sowohl der Produkt- als auch der Reststoffstrom ist linear. Sie enden in der Umwelt. Das Produkt selbst stellt nach dem Gebrauch die Hauptabfallmenge, der Nebenproduktstrang liegt bei knapp 2% Massenanteil, ist aber ökologisch viel reaktiver. Etwa drei Viertel der Produktionsreste werden verwertet, ein Viertel geht beispielsweise bei Solvay immer noch in die Abfallverbrennung auf See.

Die Verwertung der Produktionsreste allerdings erweist sich als höhere Form der quantitativen Freisetzung in die Umwelt, der Erbrütung hochtoxischer organischer Spurenstoffe oder der Produktion klimawirksamer Substanzen. Wiederum stellt die »Veredelung« und Ver*wertung* von Kuppelprodukten des primär gewollten Produktes eine Umwelt- und Gesundheitsgefährdung dar. Tetrachlorkohlenstoff ist Ausgangsstoff für FCKW, und die erzeugten chlorierten Lösemittel werden in der Anwendung zu 70 bis 80% unwiederbringlich in Luft und Wasser freigesetzt. »Abfallverwertung« in diesem Sinne ist ökologisch nicht sinnvoll. Insgesamt bewegen sich weniger als 0,2% der Produktionsmasse (Produkte und Nebenprodukte) im Kreis.

Die Bedeutung von PVC für die Bildung chlorierter Dioxine/Furane (PCDD/PCDF) bei Verbrennungsprozessen wird seit vier Jahren heftig diskutiert. Auf dem gegenwärtigen Stand der Diskussion ergibt sich folgendes Bild:

▷ Bei ungewollten Bränden verbleiben erhebliche Dioxin/Furanmengen auf dem Brandschutt bzw. werden in die Umgebung emittiert. Eine Bilanzierung des Anteils von PVC an der Dioxinbildung bei Bränden ist mit naturwissenschaftlichen Methoden genausowenig möglich wie eine Abschätzung der erzeugten Gesamtmenge. Allerdings liefern Laborexperimente deutliche Hinweise auf die Rolle des PVC bei der Dioxinbildung.

▷ In der Umgebung von Kabelverschwelungswerken und ähnlichen Metallrückgewinnungsanlagen, in den Schwelresten selbst und den Fabrikationsanlagen finden sich sehr hohe Konzentrationen an Dioxinen und Furanen. Bei einer Untersuchung in der Umgebung der Metallhütte Fahlbusch bei Rastatt werden 1987 in 500 m Entfernung Konzentrationen von bis zu 4µg pro kg Boden toxische Dioxinäquivalente gefunden. Das sind viermal soviel wie die Mittelwerte in der Zone A (höchstbelastete Zone) von Seveso. In den Flugaschen eines Hamburger Kabelverschwelers fanden sich die auch für Müllverbrennungsanlagen typischen Dioxin/Furankonzentrationen (etwa 20 µg/kg Tetrachlordioxine).

▷ In Hausmüllverbrennungsanlagen ist PVC zwar für 50% bis 80% des Chloreintrags verantwortlich, dennoch bestreitet die PVC-Lobby einen Zusammenhang mit der Emission von Dioxinen aus Müllverbrennungsanlagen.

In der Tat liegen hier sehr widersprüchliche Untersuchungsergebnisse vor, die allerdings meist auf deutliche methodische Schwächen der entsprechenden Arbeiten zurückzuführen sind. Die Müllverbrennung ist aus Sicht der ChemikerInnen bisher nur unzureichend verstanden. Niemand ist in der Lage, die chemischen Prozesse in einer Müllverbrennung auch nur annähernd zuverlässig zu beschreiben.

Etwa 160 bis 180000 t PVC gelangen pro Jahr in den Hausmüll. Die tatsächliche PVC-Menge dürfte allerdings deutlich höher liegen, weil vielerorts Kunststoffabfälle aus Gewerbebetrieben in den Hausmüllverbrennungsanlagen mitverfeuert werden. Die Tendenz ist steigend, da zunehmend auch langlebige PVC-Produkte zu Abfall werden.

Bei einer abwasserlosen Rauchgasreinigung entsteht pro Tonne PVC etwa eine Tonne Salze in der Abfallverbrennung. Würde ein Drittel des Hausmülls in Verbrennungsanlagen mit abwasserlosen Rauchgasreinigungen verbrannt, ergäbe sich daraus eine abzulagernde Salzmenge von 50000 bis 60000 Tonnen pro Jahr. Daraus errechnen sich Entsorgungskosten von 25 bis 60 Mio. DM pro Jahr, die allerdings nicht von den PVC-Herstellern, sondern von den privaten Haushalten getragen werden.

Innerhalb der PVC-Produktionsstruktur ist ein Transport der Zwischenprodukte Chlor, Dichlorethan und Vinylchlorid von einer Fabrik zur anderen üblich. So findet zwischen Österreich und dem bayrischen Chemiedreieck (Gendorf/Burghausen) ein reger Austausch von Chlor und Vinylchlorid per Bahn statt. Im engen Fahrwasser der Jade vor Wilhelmshafen werden jährlich etwa 100000 t Dichlorethan und Vinylchlorid per Schiff bewegt. Ein Schlaglicht auf die Transportrisiken wirft die Havarie des Frachters »Brigitta Montanari« 1984 vor der jugoslawischen Adriaküste. Bei einem Sturm sank der Frachter mit 1300 t Vinylchlorid Ladung. Versuche, das Wrack zu heben oder die gefährliche Ladung auf andere Weise unschädlich zu machen, wurden zunächst aufgegeben, nachdem zwei Taucher bei diesen Versuchen tödlich verunglückt waren. Im Oktober 1987 ergaben Untersuchungen, daß das Gift aus dem Wrack austrat. Erst 1988 gelang die Bergung des Wracks. Über die Menge des »verlorengegangenen« Vinylchlorids sind keine Zahlen bekannt.

Anwendungsfelder

PVC ist heute mit Abstand der wichtigste Chlorverbraucher in der BRD. Sein Anteil liegt bei etwa 30% des inländischen Chlorverbrauchs.

Das Wachstum des PVC-Marktes – 50000 t/a Inlandsverbrauch im Jahre 1954 auf 1,2 Mio. t/a im Jahre 1987 – ist gigantisch. Auf der Suche nach den Gründen hat die PVC-Lobby eine einfache Antwort parat: Der günstige Preis und die hervorragenden Mate-

rialeigenschaften haben diesen beispiellosen Boom ermöglicht.

Offensichtlich ist das Eigenschaftsprofil von PVC aber nicht zwingend, eher scheint die spezifische Marktsituation den Schwerpunkt der PVC-Anwendung zu bestimmen. Flaschen aus PVC beispielsweise spielen in der BRD kaum eine Rolle, in Frankreich dagegen liegt mehr als ein Viertel des PVC-Verbrauchs in diesem Bereich. Dagegen spielen Fensterprofile in der BRD eine überragende Rolle – die PVC-Lobby war zu Beginn der Wärmedämm-Maßnahmen in bundesdeutschen Haushalten in den Markt eingestiegen. Auch im Hinblick auf Verpackungsfolien aus Hart-PVC spielt die Bundesrepublik eine Sonderrolle.

Heute nimmt PVC mit etwa 17% der BRD-Kunststoffverwendung den zweiten Platz hinter Polyethylen/Polypropylen (20%) und vor Polyurethan (11%) bzw. Polystyrol (11%) ein.

Bis ins Jahr 1988 verzeichnete PVC noch deutliche Zuwachsraten bei Produktion und Anwendung. Dennoch, es zeichnet sich eine Trendwende ab.

Bielefeld hat als erste Kommune der Bundesrepublik konsequent damit begonnen, PVC im Baubereich zu reduzieren. Ausschlaggebend waren dafür die katastrophalen Dioxinkontaminationen nach einem Parkhausbrand. Andere Städte folgen mittlerweile diesem Beispiel. Die PVC-Lobby hat daraufhin mit einem Rechtsgutachten »Produktdiskriminierung in öffentlichen Aufträgen« reagiert.

Die Stadt Bielefeld kann mit ihrem Konzept etwa 90% des PVC-Verbrauchs im Baubereich einsparen. Häufig spielen dabei übrigens nicht nur ökologische Überlegungen eine Rolle, sondern auch die mangelhafte Eignung von PVC für bestimmte Einsatzzwecke. So sind zum Beispiel Fußbodenbeläge aus Stein oder Linoleum und Regenrinnen aus Kupfer wesentlich haltbarer als aus PVC-Material.

Abgesehen von den Bielefelder Erfahrungen kommt auch eine von den GRÜNEN in Auftrag gegebene Studie zu dem Ergebnis, daß lediglich 5% des PVC-Gesamtverbrauchs derzeit als nicht substituierbar gelten müssen. Nicht untersucht wurden der Verpackungssektor und der Automobilsektor (ca. 25% Verbrauchsanteil), in denen allerdings keine prinzipiellen Schwierigkeiten im Wege stehen dürften, auf PVC zu verzichten oder es zu substituieren.

Argumente der PVC-Hersteller und -Verarbeiter

Die PVC-Lobby wehrt sich mit klassischen und mit neuen »Öko-Argumenten« gegen die Angriffe auf ihr Produkt. Sie behauptet, es bestehe keine Gefahr für Menschen und Umwelt durch PVC.

Dieses Argument ist so alt wie falsch. Zwar ist eine akute, kausal beweisbare Gesundheitsschädigung durch den bloßen Umgang mit PVC tatsächlich selten zu erwarten, es sei denn, Menschen reagieren allergisch auf bestimte PVC-Komponenten. Die Herstellung, Verwendung und »Entsorgung« von PVC trägt jedoch in besonderem Maße zur allgemeinen chronischen Belastung der Umwelt und der Menschen mit künstlichen, toxischen Chemikalien bei. Darüber hinaus kann es auch bei der Verarbeitung von PVC durch Staubbildung oder Entstehung von Zersetzungsprodukten zu erheblichen direkten gesundheitlichen Belastungen kommen.

Die Chemische Industrie weiß allerdings aus ihren Fehlern zu lernen. So auch im Fall PVC. Anfang der 70er Jahre wurde die Öffentlichkeit durch Presseberichte auf Krankheitsfälle bei Arbeitern in PVC-Betrieben aufmerksam. Bei 88 von 104 PVC-Arbeitern der zum ehemaligen Flick-Konzern gehörenden Dynamit-Nobel in Troisdorf wurden pathologische Befunde festgestellt. Die Betroffenen klagten über Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, Müdigkeit, Hautkribbeln oder -brennen und Kraftlosigkeit. Die Ärzte stellten Gefäßkrämpfe, Herz- und Kreislaufstörungen, Verformungen der Fingerkuppen, »Aufweichung« der Knochen, Milzvergrößerung, schwerwiegende Veränderungen der Leber einschließlich einer sonst seltenen Art von Leberkrebs (Angiosarkom) und verschiedene andere Krebserkrankungen fest. Besonders betroffen waren Arbeiter, die die großen Reaktionskessel, in denen Vinylchlorid zu PVC umgewandelt wird, reinigen mußten. Dazu mußten die Arbeiter in diese Kessel (Autoklaven), in denen sich noch viel unumgesetztes Vinylchlorid befand, einsteigen.

Verwendung von PVC	Ersatzmaterial	Noch kein Ersatz
Fassadenverkleidung	Verzicht	
Fußböden	Holz, Keramik, Linoleum	im medizinischen Bereich
Fenster	Holz, Aluminium	
Fußleisten	Holz	
Handläufe	Metall, Holz	
Rolläden	Holz	unzureichendes Marktangebot
Grundleitungen	Ton, Stein	bei Grundbruchgefahr
Ver- und Entsorgungsleitungen	Guß, Kupfer, Ton	
Regenrinnen	Zink, Kupfer	
Dachfolien	Bitumen	
Wassertechnik	Kupfer, Zink/Stahl Polyethylen	
Wände	Ziegel, Putz, Gipskarton	
Stecker/Dosen		fehlendes Marktangebot
WC-Sitze	Holz	Hygiene im öffentlichen Bereich
Spülkästen	Metall	fehlendes Marktangebot
Verpackungen	Papier, Pappe, Glas	

Bereits in den vierziger Jahren waren erste Berichte über die typischen Symptome der VC-Krankheit in der UdSSR veröffentlicht worden. Aber erst unter dem Druck der öffentlichen Meinung entschlossen sich die PVC-Hersteller, Verfahren zu entwickeln, die den Kontakt der Arbeiter mit dem VC weitgehend unterbanden und den Restgehalt an VC in dem fertigen PVC stark reduzierten.

Nachdem es der PVC-Industrie gelungen war, durch Automatisierung der Kesselreinigung und Intensiventgasung des PVC die VC-Emissionen wirksam zu senken, wurde diese Tat durch Herausgabe einer Hochglanzbroschüre »VC/PVC: Beispiel einer Problemlösung« werbewirksam publik gemacht. Diese Broschüre ist beispielhaft für die Art und Weise, wie die chemische Industrie mit Umweltproblemen umgeht: Läßt sich ein mit der chemischen Produktion verbundenes Problem nicht mehr totschweigen oder wegdiskutieren und muß die Industrie eine Lösung finden, so wird diese mit großem Werbeaufwand als Beispiel für das hohe Verantwortungsbewußtsein der chemischen Industrie herausgestellt. Dabei wird der Eindruck erweckt, daß die chemische Industrie in ihrer Verantwortung für Gesundheit und Umwelt weder Kosten noch Mühen scheut.

Es ist interessant, einmal nachzurechnen, was die Minderung der vom VC ausgehenden Gefahren die PVC-Produzenten kostet. Koch und Vahrenholt kommen zu folgendem Ergebnis:

»Nach Mitteilung der PVC-Hersteller betragen die jährlichen Gesamtkosten (kapitalabhängige Kosten und Betriebskosten für die

emissionsmindernden Einbauten, d.V.) ... *rund 22 Millionen Mark. Demgegenüber wird allerdings durch die Umweltschutzmaßnahmen ein beträchtlicher Teil Vinylchlorid zurückgewonnen, nach Angaben der PVC-Industrie rund 2,4% des eingesetzten VCs. Bei einer Jahresproduktion von 1,1 Millionen Tonnen entspricht dies 26.400 Tonnen, die einen Wert von 18,5 Millionen Mark darstellen (700 Mark/Tonne VC). Die jährliche Belastung reduziert sich somit auf 3,5 Millionen Mark. Werden diese Kosten auf den Preis abgewälzt, ergibt sich eine Verteuerung von 1500 Mark/Tonne PVC auf 1503 Mark/Tonne, eine Preissteigerung von 0,2%. Man sieht: Skepsis bei Wehklagen der Industrie über Kostensteigerungen durch Umweltschutzmaßnahmen ist geboten ...«*[5]

Die PVC-Hersteller und -Verarbeiter halten ihr Produkt selbstverständlich für unverzichtbar. Auch dieses Argument ist falsch.

Das Bielefelder Modell zeigt, daß PVC im Baubereich weitgehend substituierbar ist und daß bisher nicht ersetzbare Anwendungsbereiche (beispielsweise Spülkästen in WC) häufig Fragen des Marktangebotes bzw. des Preises und keine prinzipiellen Fragen sind.

Aber selbst dort, wo die Materialeigenschaften des PVC bisher unersetzlich schienen, zeichnen sich Alternativen ab: AEG bietet mittlerweile halogenfreie Mäntel für Stromkabel an, und Siemens hat Kabelummantelungen auf Silikonbasis entwickelt.

Was den Verpackungsbereich betrifft, geht es in erster Linie nicht um die Substitution von PVC, sondern um den Verzicht auf Verpackungen und insbesondere Einwegverpackungen. Erst wenn sich bestimmte Verpackungsformen tatsächlich als unverzichtbar herausstellen, sollte eine Diskussion um das geeignete Material geführt werden.

Aus ökologischer und gesundheitlicher Sicht kommen als Ersatzstoffe für PVC im Bereich der Verpackung und der Konsumartikel derzeit in erster Linie Papier/Pappe, Polyethylen/Polypropylen und Glas in Frage. Polystyrol (PS) ist aus ökologischer Sicht kein vertretbarer Ersatz. Es weist hohe Freisetzungs- und Diffusionsraten auf und kann nur unter Einsatz gesundheitsgefährdender Ausgangsstoffe hergestellt werden. Dennoch stellen gerade im Lebensmittel- und Kosmetikbereich zahlreiche Firmen unter dem Druck der öffentlichen PVC-Diskussion auf Polystyrol um. Das Produkt trägt anschließend die werbewirksame Aufschrift »PVC-frei«.

Insgesamt besteht in der vergleichenden Betrachtung der einzelnen Werkstoffe noch erheblicher Forschungsbedarf. Ein blinder Substitutionsprozeß nach dem Motto »Bloß weg vom PVC« wäre umweltpolitisch gesehen kein Erfolg.

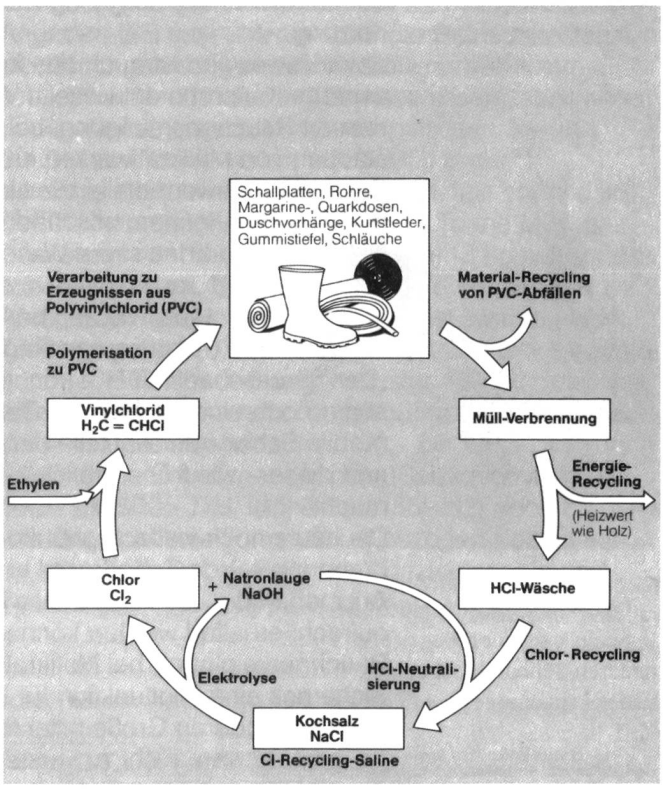
In den letzten Jahren tauchen in der Umweltdiskussion von seiten der Industrie auch neue, »ökologiegerechte« Argumentationen auf.

Die »Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt« propagiert beispielsweise ein »Globalrecyclingkonzept«, das durch Maßnahmen der stofflichen und energetischen Verwertung eine 100%ige Kreislaufführung ermöglichen soll. Rein verbal ist damit eine zentrale Forderung der Ökologiebewegung bereits erfüllt. Getrenntes Einsammeln und Wiederverwerten von Fensterrahmen, Verwertung von Verpackungsabfällen und thermische Verwertung, das heißt Verbrennung der Reste, sind die Säulen dieses Konzeptes. Das bei der Verbrennung entstehende Chlorwasserstoffgas könne durch Zugabe von Natronlauge wieder in Kochsalz verwandelt werden, und dieses wiederum sei dann erneut zur PVC-Herstellung einsetzbar.

Abgesehen davon, daß es in der Bundesrepublik bislang keine organisatorische, technische und rechtliche Struktur gibt, in der das propagierte Konzept auch nur ansatzweise verwirklicht werden könnte, weist es auch gravierende Fehler auf: Mit stofflicher

Chlorkreislauf des PVC

Daß sich der Kreislauf des Chlors über seinen Einsatz im PVC vollständig schließen läßt, zeigt eine Praxisversuchsanlage im Müllkraftwerk Iserlohn. Zusätzlich wird der Heizwert der petrochemischen Komponente des PVC zur Gewinnung von Dampf und Strom genutzt.

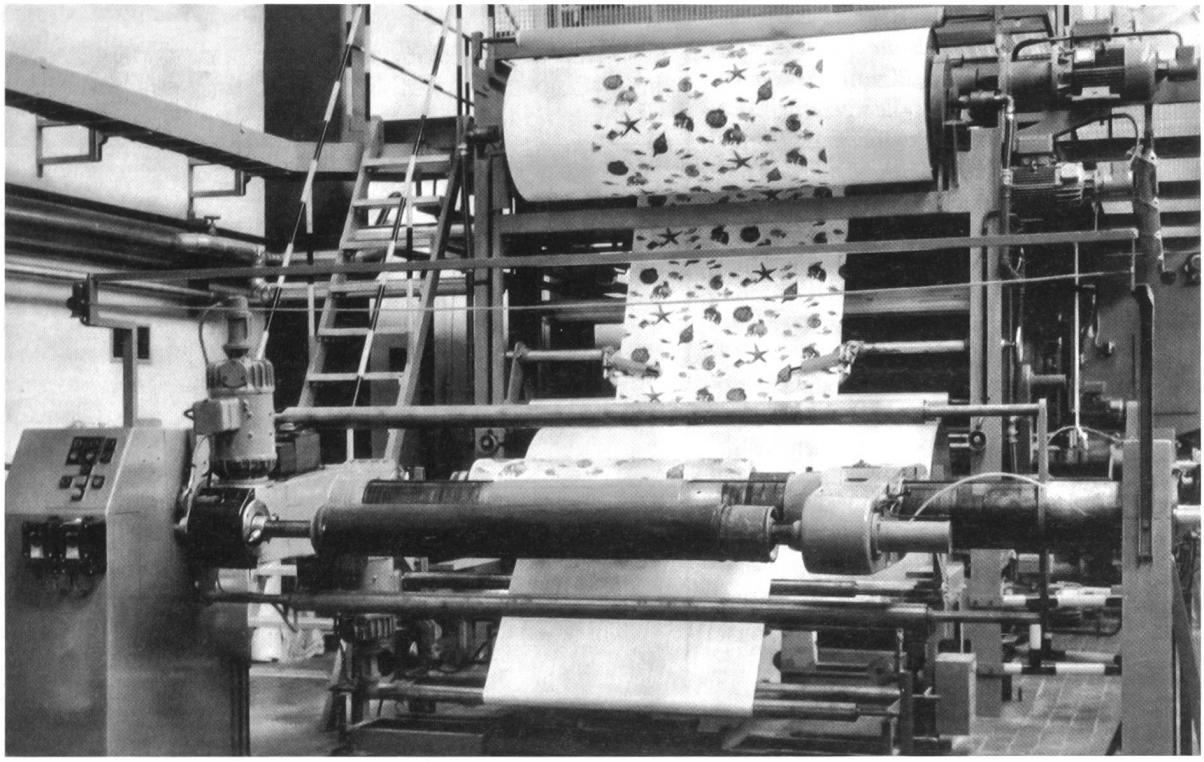


Aus: HCl-Emissionen aus der Müllverbrennung und PVC, herausgegeben vom Verband Kunststofferzeugende Industrie 1986. Ein Beispiel besonderer Volksverdummung: Es wird so getan, als werde PVC nur aus Kochsalz und Ethylen gewonnen; Zusatzstoffe werden ausgeblendet. Das Kochsalz ist so verunreinigt, daß die Elektrolyse nicht funktionieren kann. Wenn es einen Energie-Output gibt, wo bleibt der Energie-Input? Und was passiert mit den Verbrennungsresten?

Verwertung (Recycling) ist nicht die Verwertung zum gleichen Anwendungszweck, sondern zu anderen, meist qualitativ minderwertigen Materialien, z.B. Parkbänken und Blumenkästen, gemeint. Eine derartige Verwertungskaskade verschiebt die Probleme in die Zukunft und birgt zudem die Gefahr, daß durch Recycling nicht vorrangig Rohstoffe ersetzt, sondern parallel auch neue Märkte erschlossen werden.

Die Müllverbrennung als Baustein stofflichen Recyclings darzustellen, ist zwar politisch nicht ungeschickt, wird aber derzeit aus finanziellen und technischen Gründen nicht umgesetzt. Die in den Rauchgaswäschen der Müllverbrennungsanlagen erzeugten Salze sind mit Metallen und Stickstoffverbindungen so belastet, daß das Salz nicht wieder als Rohstoff eingesetzt werden kann. Außerdem erzeugen nur wenige Hausmüllverbrennungsanlagen überhaupt eine getrennte Salzfraktion in der Rauchgaswäsche. Darüber hinaus ist ein geschlossener Kreislauf über die Müllverbrennung prinzipiell unmöglich. Schließlich geht pro Kreisprozeß mindestens 80% der Herstellungsenergie und 100% des Kohlenstoffs als CO_2 verloren.

Hinzu kommt, daß bei der Verbrennung Dioxine und Schwermetalle freigesetzt, während der Produktanwendung Zusatzstoffe abgegeben werden und bei der Herstellung etwa 2% Nebenprodukte anfallen. Solche Kreisläufe sind ökologisch nicht sinnvoll.



Wer kennt sie nicht, die buntbedruckte Tischdecke aus PVC, die der Küche einen besonderen Duft verlieh?

Die PVC-Lobby versucht auch mit ihrer veränderten Öffentlichkeitsarbeit den Begriff der Ökologie zu besetzen. So wird in neueren Schriften behauptet, PVC habe eine positive Ökobilanz und sei ein energetisch günstiger, Ressourcen schonender Kunststoff.

57% der Masse von PVC besteht aus Chlor, einem Bestandteil des unbegrenzt auf der Erde verfügbaren Kochsalzes. Die Ressourcenersparnis wird aber durch die oben genannten Nachteile erkauft. Das Salz der geologischen Lagerstätten wird mobilisiert, energetisch aktiviert (Umwandlung von Kochsalz in organische Chlorverbindungen) und in der Biosphäre freigesetzt.

Mit dem Globalrecyclingkonzept entfiele sogar der Ressourcenvorteil wegen des hohen Energiedefizites in der sogenannten Thermischen Verwertung.

Die Differenz zwischen Heizwert und Energieäquivalent (Maß für den Energieverlust beim Verbrennen) ist zwar bei PVC ähnlich hoch wie bei anderen Kunststoffen auch. Das aber gilt nur solange, wie

- es sich um Hart-PVC mit geringem Anteil von Additiven handelt und
- die hohen Energieverluste bei der Bereitstellung elektrischer Energie für die Kochsalz-Elektrolyse nicht mit in Rechnung gestellt werden.

Auch die »positive Ökobilanz« stellt somit nur eine verbale Anpassung an die Forderung der Umweltbewegung dar.

PVC und Chemiepolitik

In der chemiepolitischen Diskussion hat die Chlorchemie durch ihre besondere Häufung von Risiken einen besonderen Stellenwert. Während sich die Chemische Industrie in anderen Teilgebieten der Chlorchemie kompromißbereit zeigt und Produktionseinschränkungen – wenn auch zögerlich – hinnimmt (hochchlorierte Chlorkohlenwasserstoffe, FCKW, Lösungsmittel), ist hinsichtlich des PVC noch kein Einlenken festzustellen.

Es werden im Gegenteil alle Möglichkeiten der Öffentlichkeitsarbeit dafür eingesetzt, die Kritik an diesem Massenprodukt zurückzuweisen. Das geht bis zu dem Versuch, dem PVC sogar besonders umweltfreundliche Eigenschaften anzudichten.

Die Auseinandersetzungen um eine Substitution von PVC als Werkstoff beziehungsweise um den Verzicht auf bestimmte PVC-Produkte werden noch lange und mit Härte geführt werden müssen. Wir wollen in dieser Auseinandersetzung deutlich machen,

- daß PVC unter sehr fragwürdigen gesellschaftlichen Bedingungen unter dem Druck des Verwertungszwanges für Chlor als Massenprodukt entwickelt wurde,
- spezifische Bedürfnisse bei der Expansion des PVC-Anwendungsspektrums keine Rolle spielten und dementsprechend
- Anwendungsgebiete, in denen PVC nicht durch andere Werkstoffe ersetzbar ist, kaum auszumachen sind.

PVC birgt vielmehr als Vielstoffgemisch mit mehreren problematischen Komponenten eine Fülle human- und ökotoxischer Risiken bei der Herstellung, Verarbeitung, Verwendung und »Entsorgung« in sich. Dieses Risikopotential steht in keinem annehmbaren Verhältnis zu dem mit mäßigem Mehraufwand auch anderweitig zu erzielenden Nutzen.

Für das PVC gilt ebenso wie für die Chlorchemie insgesamt, daß der Rückgang der Produktionsmengen als Maß für den Fortschritt auf dem Weg zu einer umweltverträglicheren Wirtschaftsweise anzusehen sein wird. ♦

Anmerkungen

[1] Lunge, G.: Handbuch der Sodaindustrie und ihrer Nebenzweige, Braunschweig 1909, Bd. III, S. 522

[2] siehe auch WW Nr. 30/1986, S. 28ff

[3] PCBs dürfen seit Beginn der siebziger Jahre nicht mehr als Weichmacher eingesetzt werden. Folge der jahrzehntelangen »offenen« Anwendung von PCBs sind die überall vorkommenden PCB-Anreicherungen in Lebewesen mit ihren ökologischen Folgen

[4] Bauer, R.: Zellwolle siegt, Leipzig 1941, S. 187f

[5] Koch, Vahrenholt: Seveso ist überall, Köln 1978