

Kombinierte Kohlenmonoxid/Cyanwasserstoff-Vergiftung nach Verschmoren von Kunststoff

Hildegard von Lüpke und Karl Schmidt

Zentrum der Rechtsmedizin Abteilung I
Kennedy-Allee 104, D - 6000 Frankfurt/Main 70

Combined Carbon Monoxide/Cyanide Intoxication Due to Combustion of Plastic Material

Summary. A case of combined carbon monoxide and cyanide intoxication due to a fire in a living room is reported.

Zusammenfassung. Es wird über einen Fall von kombinierter CO/HCN-Vergiftung nach einem Zimmerbrand berichtet, wobei Kunststoff enthaltende Gegenstände und Möbel als Cyanid-Quelle identifiziert werden konnten.

Key words. Kunststoff, CO/HCN-Vergiftung – CO-Vergiftung, Kunststoff – HCN-Vergiftung, Kunststoff – Vergiftungen, CO/HCN

Kunststoffe haben in den letzten Jahrzehnten eine unüberschaubare Verbreitung gefunden. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind sie hochpolymere organische Stoffe. Sie sind in der Regel leicht brennbar, wobei es zu starker Qualm- und Rauchentwicklung kommt. Diese Brandgase sind in zweierlei Hinsicht für den Menschen besonders gefährlich. So kann bei Verschwelung, d.h. unvollständiger Verbrennung, einerseits Kohlenmonoxid, andererseits aber auch aus stickstoffhaltigen Kunststoffen wie Harnstoff/Formaldehyd- bzw. Melamin/Formaldehyd-Kondensaten, aus Polyamiden, Polyimiden und Acrylnitrilen Cyanwasserstoff entstehen (Thater, 1968; Petajan et al., 1975). Daß daher beim Verdacht einer Schwelgas- bzw. Rauchvergiftung auch die Möglichkeit einer Blausäureintoxikation in Betracht gezogen werden muß, und zwar besonders dann, wenn im Blut nur geringe CO-Hämoglobinkonzentrationen gefunden werden, soll am folgenden Beispiel gezeigt werden.

Zwei Männer waren nach einem Trinkgelage bei einem Zimmerbrand ums Leben gekommen, (Sektions-Nr. 1033/74 und 1034/74). Der eine Tote war fast vollständig verkohlt, bei dem anderen fanden sich keine Verbrennungszeichen, dafür jedoch eine massive Einatmung von Rußpartikeln. Bei beiden wies die kirschrote Farbe des Blutes auf eine Kohlenmonoxidvergiftung hin. Auffallend war jedoch, daß die Lungen des nicht verkohlten Toten einen starken, an Blausäure erinnernden Geruch aufwiesen.

Deshalb wurde das Blut quantitativ sowohl auf CO-Hämoglobin nach der HÜFNER'schen Quotientenmethode in der Modifikation nach Schwerd (1955) untersucht, als auch auf Cyanwasserstoff nach dem Verfahren von Feldstein u. Klendshoj (1954). Im Falle des verkohlten Toten fand sich eine CO-Hämoglobinkonzentration von 24,0 % und eine Cyanidkonzentration von 0,29 µg/ml Blut, bei dem nicht verkohlten Toten betrug das CO-Hämoglobin 29,0 %, die Cyanidkonzentration 0,77 µg/ml Blut. Da zumindest im letzten Fall eine andere Todesursache auszuschließen war, liegt die Annahme einer kombinierten CO/HCN-Vergiftung aufgrund der Analysergebnisse nahe.

Ausgehend von der Überlegung, daß Blausäure durch die Verschmelzung von Kunststoffen enthaltenden Gebrauchsgegenständen und Möbeln freigesetzt worden sein könnte, wurden verschiedene Materialproben vom Brandort untersucht, und zwar eine Probe von einem durch die Hitzeeinwirkung deformierten und geschwärzten Toilettenschränkchen, ein Reststück Schaumstoff von dem Polster einer bis auf das Stahlgerüst abgebrannten Liege und eine Materialprobe vom Fußbodenbelag. Die Proben wurden in einem Erlenmeyerkolben mittels Bunsenbrenner erhitzt und das Pyrolysat mit leichtem Luftstrom in eine 1 N NaOH enthaltende Waschflasche überführt. Die qualitativen Nachweise auf Cyanid erfolgten im Waschwasser einerseits durch Vorproben mit dem Dräger-Gasspürgerät und Cyantesmo-Papier der Firma Machery u. Nagel (Düren), andererseits im Diffusionsverfahren nach Feldstein u. Klendshoj (1954). Der Nachweis von Cyanid im Pyrolysat mittels Dräger-Gasspürgerät gelang nicht bei dem Material des Toilettenschränkchens, verlief aber positiv im Falle des Fußbodenbelags und war stark positiv beim Schaumstoff der Liege. Die ebenfalls nur qualitative Untersuchung nach dem Verfahren von Feldstein und Klendshoj (1954) im alkalischen Waschwasser erbrachte immerhin Spuren von Cyanid in der Probe vom Toilettenschrank. Die Proben vom Fußboden und vom Schaumstoff der Liege erwiesen sich bei dieser Untersuchungstechnik als stark positiv. Auf exakte quantitative Bestimmungen mußte verzichtet werden, da die Ergebnisse mit der Pyrolysedauer und Temperatur stark differieren. Demnach dürfte der Hauptanteil des bei diesem Brand freigewordenen Cyanwasserstoffs aus dem Schaumstoff stammen. Dies ist nicht verwunderlich, da derartige Schaumstoffe meist aus vernetzten Polyurethanen bestehen, die im Additionsverfahren aus Cyanaten entstehen.

Auch Tierversuche belegen, daß bei Schwelgas- und Rauchvergiftungen nicht nur mit der Einwirkung von Kohlenmonoxid, sondern auch mit einer pathogenetisch entscheidenden Cyanidvergiftung zu rechnen ist. Yamamoto (1975) fand in Untersuchungen von akut toxisch wirkenden Gasen, die bei Verschmelzung von Faserstoffen entstehen, daß die aus stickstoffhaltigen Fasern freigesetzten die Versuchstiere früher töteten als die aus anderen Materialien. Im Blut der Tiere wurden hohe Cyanidwerte gefunden, die erhebliche Toxizität der Verbrennungsgase wurde der Blausäure zugeschrieben. Moss et al. (1951) haben in Versuchen an Ratten gezeigt, daß bei subletalem CO-Hämoglobingehalt des Blutes schon niedrigste Cyanidkonzentration in der Atemluft plötzlich zum Tod der Versuchstiere führten, obwohl die übliche letale CN-Konzentration im Blut bei weitem nicht erreicht wurde.

Es ist bekannt, daß beim Menschen die Vergiftungserscheinungen nach Blausäureintoxikation stark variieren in Abhängigkeit sowohl von Beibringungsart und Einwirkungsdauer des Giftes, als auch von den Entgiftungsmöglichkeiten des Organismus (Moeschlin, 1972; Lindner, 1974). Darüber hinaus werden sehr unterschiedliche töd-

liche CN-Blutkonzentrationen angegeben. So bestimmt Janssen und Burger (1968) nach einem tödlichen Betriebsunfall mit heißer KCN-Schmelzlösung einen Blausäuregehalt von 15 $\mu\text{g/ml}$ Blut. Sie berichten von ähnlich hohen Blausäurekonzentrationen im Blut der meisten von ihnen untersuchten Suizidfälle nach Einnahme von Natrium- bzw. Kaliumcyanid. Sunshine und Finkle (1964) fanden bei 26 tödlichen Fällen von Vergiftungen mit Blausäure Blutwerte, die zwischen 2,1 und 100 $\mu\text{g/ml}$ Blut, allerdings auf NaCN berechnet, schwankten. Die von uns beobachteten Cyanidkonzentrationen lagen mit 0,29 und 0,77 $\mu\text{g/ml}$ Blut deutlich unter diesen Werten, sie erreichten ebenso wenig wie die ermittelten CO-Hb-Konzentrationen die für den Menschen tödlichen Bereiche. Es liegt daher nahe, im Zusammenwirken der beiden nur in subletalen Konzentrationen vorhandenen Atmungsgifte den pathogenetisch entscheidenden Faktor zu sehen.

Literatur

- Feldstein, M., Klendshoj, N.C.: The determination of cyanide in biological fluids by microdiffusion analysis. *J.Lab.clin.Med.* 44, 166 (1954)
- Janssen, W., Burger, E.: Ungewöhnliche Art einer tödlichen Vergiftung durch Kaliumcyanid mit außergewöhnlichem Organbefund. *Arch. Kriminol.* 141, 99 (1968)
- Lindner, E.: Toxikologie der Nahrungsmittel, Stuttgart: G. Thieme 1974
- Moeschlin, S.: Klinik und Therapie der Vergiftungen. Stuttgart: G. Thieme 1972 5. Aufl.
- Moss, R.H., Jackson, C.F., Seiberlich, J.: Toxicity of carbon monoxide and hydrogen cyanide gas mixture. *A.M.A. Arch. Indust. Hyg.* 4, 53 (1951)
- Petajan, J.H., Voorhees, K.J., Packham, S.C., Baldwin, R.C., Einhorn, I.N., Grunnet, M.L., Dinger, B.G., Birky, M.M.: Extreme toxicity from combustion products of a fire-retarded polyurethane foam. *Science* 187, 742 (1975)
- Schwerd, W.: Kohlenoxydbestimmung im Blut mit dem Spektralphotometer. *Arch.Toxikol.* 15, 288 (1955)
- Sunshine, I., Finkle, B.: The necessity for tissue studies in fatal cyanide poisonings. *Arch. Gewerbepathol.* 20, 558 (1964)
- Thater, R.: Brennverhalten von Plastformstoffen. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoff-industrie 1968
- Yamamoto, K.: Acute toxicity of the combustion products from various kinds of fibers. *Z. Rechtsmedizin* 76, 11–26 (1975)

Eingegangen am 18. März 1976