

Jahr	Ord.	IR	%
1970	280	64	23
1971	190	51	27
1972	120	53	44
1973	190	77	41
1974	210	90	43
1975	380	99	33
1976	420	104	25
1977	420	103	25
1978	590	113	19
1979	760	145	19

Im Durchschnitt bleibende Invalidität in 25 %

Tab. 3. Kreuzbandläsionen 1970–1979 (Schweiz. Unfallversicherungsanstalt)

Zusammenfassung

Die Zahl von Kreuzbandverletzungen hat in der Statistik der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt in den Jahren 1970 bis 1979 deutlich zugenommen. Auf neue und differenzierte diagnostische und therapeutische Möglichkeiten wird hingewiesen. Ein Absinken der Invaliditätsquote als Folge verbesserter diagnostischer und therapeutischer Massnahmen kann erst tendenziell beobachtet werden. Präventive Massnahmen müssen vor allem im Sport zur Anwendung kommen, der mit zunehmender Häufigkeit als Ursache von Kreuzbandverletzungen in Erscheinung tritt.

Résumé

Blessures du ligament croisé

Le nombre des blessures du ligament croisé a nettement augmenté entre 1970 et 1979 dans les statistiques de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents. L'attention est attirée sur les possibilités nouvelles et plus différenciées pour les diagnostics et la thérapeutique. Une baisse du degré d'invalidité grâce à une amélioration des diagnostics et de la thérapeutique ne pourra être observée qu'en termes de tendance. Les mesures préventives doivent être en premier lieu appliquées en sport, car les activités sportives sont de plus en plus souvent à l'origine de blessure du ligament croisé.

Summary

Cruciate Ligament Injuries

The number of cruciate ligament injuries has grossly increased

between 1970 and 1979 in the statistics of the Schweizerische Unfallversicherungsanstalt. Attention is drawn to new and more differentiated methods of diagnoses and therapy. A falloff of the invalidity rate owing to a betterment of diagnoses and therapy can only be observed trendwise. Preventive measures should be demanded above all in sports because there we find the origin of more and more cruciate ligament injuries.

Literatur

- [1] Ficat, P., Pathologie des ménisques et des ligaments du genou, Masson, Paris 1962.
- [2] Glinz, W., Diagnostische Arthroskopie und arthroskopische Operationen am Kniegelenk, Verlag Hans Huber Bern, Stuttgart, Wien, 1979.
- [3] Helfet, A. J., Disorders of the Knee, Lippincott, Philadelphia 1974.
- [4] Henche, H. R., Die Arthroskopie des Kniegelenkes, Springer, Berlin 1978.
- [5] Jackson, R. W., Abe, I., The Role of Arthroscopy in the Management of Disorders of the Knee, J. Bone Jt. Surg. 54-B, (1972) 310.
- [6] Kennedy, J. C., Fowler, P. J., Medial and anterior Instability of the Knee, J. Bone Jt. Surg. 54-A, 1257 (1971).
- [7] Kennedy, J. C., Swan W. J., Lateral Instability of the Knee following lateral Compartment Injury, J. Bone Jt. Surg. 54-B, 763 (1972).
- [8] Menschik, A., Mechanik des Kniegelenkes 1. Teil: Z. Orthop. 112, 481 (1974).
- [9] Menschik, A., Mechanik des Kniegelenkes 2. Teil: Z. Orthop. 113, 388 (1975).
- [10] Nicholas, J. A., The Five-One Reconstruction for antero-medial Instability of the Knee, J. Bone Jt. Surg. 55-A, 899 (1973).
- [11] O'Donoghue, D. H., Reconstruction for medial Instability of the Knee, J. Bone Jt. Surg. 55-A, 941 (1973).
- [12] Slocum, D. B., Larson, R. L., Rotatory instability of the Knee. Its Pathogenesis and a clinical Test to demonstrate its Presence, J. Bone Jt. Surg. 55-A, 211 (1968).
- [13] Slocum, D. B., Larson, R. L., Pes anserinus Transplantation, J. Bone Jt. Surg. 50-A, 226 (1968).
- [14] Trillat, A., Conclusion sur les indications et les résultats du traitement des laxités anciennes, Rev. Chir. orthop. Suppl. I: 111 (1972).

Unfallmässige Kohlenmonoxidvergiftungen zufolge unvollständiger Verbrennung von Flüssiggasen

H. R. Gujer¹, Institut für gerichtliche Medizin der Universität Lausanne

1. Einleitung

Abgesehen von den Drogentodesfällen ist das Kohlenmonoxid die häufigste Noxe bei unfallmässigen tödlichen Vergiftungen in der Schweiz. Zwischen 1967 und 1971 wurden 600 tödliche Kohlenmonoxidvergiftungen festgestellt, in 450 Fällen handelte es sich um eine Selbsttötung, in 150 Fällen um eine unfallmässige

Vergiftung, was rund 55 % aller unfallmässigen tödlichen Vergiftungen entspricht [2]. In der folgenden 5-Jahres-Periode sank die Zahl der tödlichen CO-Vergiftungen auf 66, entsprechend 24,7 % aller tödlichen unfallmässigen Vergiftungen [3], wobei die endgültige Entgiftung des Kochgases eine wesentliche Rolle gespielt hat [10].

Hauptquellen des Kohlenmonoxids sind Brände, unvollständige Verbrennung von Flüssiggasen und seltener Autoabgase. 1979/80 wurden in der Schweiz nur 5 unfallmässige tödliche Vergiftungen durch Inha-

¹ Prof. Dr. med., Direktor des Institutes für gerichtliche Medizin, Universität Lausanne, rue César-Roux 29/31, CH-1005 Lausanne.

lation von Autoabgasen festgestellt, während 17 Todesfälle zufolge unvollständiger Verbrennung von Flüssiggasen gezählt wurden [11, 12]. In Wirklichkeit dürfte die Zahl der letzteren noch wesentlich höher liegen, da die Diagnose oft nicht gestellt wird oder die Fälle als Flüssiggasvergiftungen, CO₂-Vergiftungen oder Erstickten im sauerstoffarmen Milieu deklariert werden.

2. Zur Symptomatologie der akuten Kohlenmonoxidvergiftung

Die leichte Kohlenmonoxidvergiftung ist im Anfangsstadium gezeichnet durch Kopfschmerzen und Schwindelerscheinungen. Später stellen sich auch Herzklopfen und Kurzatmigkeit ein. Sinnesstörungen werden erwähnt [5]. Übelkeit, Brechreiz und Erbrechen (Aspirationsgefahr!) treten in einer späteren Phase auf. Psychische Veränderungen, wie Reizbarkeit und Störung der Urteilsfähigkeit, treten in der Regel ab Hb-CO-Konzentration von 25% auf, während bei Konzentration über 35% Verwirrheitszustände, Lähmungserscheinungen, später eine starke Bewusstseins-einschränkung bis Bewusstlosigkeit auftritt. Bei noch höheren CO-Konzentrationen kommt es zu Krämpfen und zur Atemlähmung. Als Tödlichkeitsgrenze wird eine Hb-CO-Konzentration von 60 bis 65% angegeben.

Nach *Mueller* besteht der folgende Zusammenhang zwischen CO-Hb-Konzentration und Symptomatik [4]:

- 0–10% Keine wesentlichen Beschwerden (Raucher)
- 10–15% Keine wesentlichen Beschwerden, eventuell Kurzatmigkeit bei körperlicher Anstrengung (starke Raucher)
- 15–25% in Ruhe meist keine Wirkung, Kurzatmigkeit bei körperlicher Anstrengung, eventuell Schwindel und Kopfschmerz; Erweiterung der Hautkapillaren
- 25–35% Kopfschmerzen, Schwindel, Erbrechen, Pulsbeschleunigung, Reizbarkeit, Störung der Urteilsfähigkeit, leichte Ermüdbarkeit, Sehstörungen
- 35–45% Wie unter 25–35%, jedoch verstärkt, dazu Verwirrheitszustände, Lähmungserscheinungen, Ohnmacht schon bei leichter Anstrengung
- 45–55% Starke Bewusstseins-einschränkung bis Bewusstlosigkeit, Anstieg von Atem- und Pulsfrequenz, Kollaps, Todesgefahr bei längerer Einwirkung
- 55–65% Zusätzliche Krämpfe, Atemlähmung
- ab 65% Ummittelbare Todesgefahr

Bei der Leichenschau fallen die hellroten Totenflecken auf, Zeichen, die bei schlechter Beleuchtung schwer zu erkennen sind. Anlässlich der Autopsie stellt man hellrotes Blut, hellrote Muskulatur und hellrote Innenorgane fest. In der Regel besteht auch ein ausgeprägtes Lungenödem, ein Hirnödem und eine akute Blutstauung der Innenorgane. Zudem sind häufig Asphy-

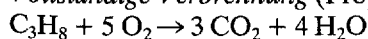
xieblutungen zu beobachten. Diese Zeichen können fehlen, wenn der Tod bei einer nicht tödlichen CO-Hb-Konzentration, zum Beispiel zufolge Ertrinkens in der Badewanne, Aspiration von Mageninhalt oder Herzversagen beim Herzkranken eintritt. In derartigen Fällen ist die Auffindesituation (Anwesenheit einer möglichen CO-Quelle) ausschlaggebend.

3. Zur Problematik der Flüssiggase

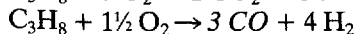
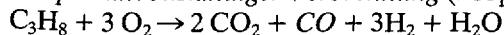
Zufolge ihres hohen Heizwertes und der einfachen Installationsmöglichkeiten haben die Flüssiggase in den letzten 20 Jahren enorm an Absatz gewonnen. 1960 wurden rund 10000 Tonnen Flüssiggase abgesetzt, 1977 waren es bereits 70000. Nebst industrieller, landwirtschaftlicher und baugewerblicher Anwendung finden sie vor allem im Haushalt oder bei Campinginstallationen Verwendung, zum Beispiel für Kochen, Heizen, Betreiben der Kühlschränke, Warmwasseraufbereitung, Beleuchtung usw. Da die Flüssiggase an sich wenig toxisch sind, wird der Käufer derartiger Installationen nicht genügend auf den enormen Sauerstoffverbrauch dieser Apparate hingewiesen.

Zur vollständigen Verbrennung eines Moleküls Propan sind 5 Moleküle Sauerstoff, zur vollständigen Verbrennung eines Moleküls Butan 6,5 Moleküle Sauerstoff notwendig.

Vollständige Verbrennung (Propan)



Beispiel unvollständiger Verbrennung (Propan)



Steht nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung, oder sinkt der Sauerstoffpartialdruck ab, bildet sich nebst CO₂ und H₂O auch CO und H₂.

Hauptsächliche Vergiftungsquellen sind nach *Fritzsche* mangelhafte Lüftung im Badezimmer oder Duscherraum, Benützen von nicht dafür vorgesehenen Geräten in geschlossenen Räumen und Behinderung der Zu- und Abluftwege [1].

4. Eigene Beobachtungen (1981)

Beispiel 1

Eine 19½-jährige junge Frau duscht sich in einem rund 8 m³ grossen Raum, in dem ein 5-Liter-Durchlauferhitzer, mit Butangas betrieben, installiert ist. 15 Minuten später wird sie leblos aufgefunden. Der herbeigerufene Arzt hospitalisiert sie unverzüglich. Im Spital werden nach kurzer Zeit die erfolglosen Wiederbelebungsversuche abgebrochen.

Bei der gerichtlichen Sektion werden zur Hauptsache folgende Befunde festgestellt: hellrote Totenflecke, hellrotes Blut und hellrote Muskulatur, ausgeprägtes Lungenödem, Hirnödem, akute Blutstauung der Innenorgane und petechiale subpleurale Blutungen. Zudem besteht eine terminale Aspiration von Mageninhalt. Die CO-Bestimmung ergibt eine Karboxyhämoglobinsättigung von 49%.

Eine Untersuchung, vorgenommen durch einen Experten des Vereins schweizerischer Gas- und Wasserfachmänner, zeigt, dass bei geschlossenem Fenster im Raum bei Inbetriebnahme des Flüssiggasapparates eine Kohlenmonoxidkonzentration von 0,3% innert 5 Minuten, bei leicht geöffnetem Fenster innert 7 Minuten und bei etwas mehr geöffnetem Fenster innert 9 Minuten erreicht wird.

Der 5-Liter-Durchlauferhitzer, der sich zuvor während 7 Jahren in einem fensterlosen Badezimmer befand, wurde 6 Monate vor dem Unfall durch 2 Brüder, die keinerlei Fachkenntnisse hatten, installiert. Es bestand weder ein Abzug noch eine genügende Lüftung. Der Regierungsratsbeschluss des Kantons Waadt von 1980 über die Installation von Flüssiggasapparaten wurde missachtet, beziehungsweise die beiden Brüder hatten keine Kenntnis davon. Eine Strafuntersuchung wegen fahrlässiger Tötung ist im Gange, aber noch nicht abgeschlossen.

Beispiel 2

Ein 8jähriger Knabe duscht sich in einem kleinen Lokal (etwa 3 m³) einer Ferienwohnung. 15 Minuten später wird er von seiner Mutter leblos aufgefunden. Der Knabe hat sich bereits abgetrocknet und seinen Trainingsanzug wieder angezogen. Während die Mutter eine Herzmassage vornimmt, wird eine Ambulanz bestellt, die das Kind ins nächstgelegene Spital verbracht, wo Wiederbelebungsversuche vorgenommen werden und das Kind später in eine Universitätsklinik verlegt wird. Bei Eintritt in die Universitätsklinik kann nur noch der Tod festgestellt werden.

Die gerichtliche Sektion ergibt folgende Hauptbefunde: ausgeprägtes Lungenödem, akute Blutstauung der Innenorgane, herdförmige alveoläre Lungenblutungen, Hirnödem und punktförmige subpleurale Blutungen.

Eine Bestimmung der Kohlenmonoxidsättigung ergibt einen Wert von 22% CO-Hb. Die Untersuchung durch einen Experten des Vereins schweizerischer Gas- und Wasserfachmänner zeigt, dass das Wasser der Dusche durch einen 5-Liter-Durchlauferhitzer, mit Butangas gespiesen, geheizt wurde. Es bestand weder ein Abzug noch eine genügende Lüftung. Bei einer Rekonstruktion wurde nach 5 Minuten eine Kohlenmonoxidkonzentration von 0,35%, nach 6 Minuten eine solche von 0,65% festgestellt.

Eine strafrechtliche Untersuchung wegen fahrlässiger Tötung musste eingestellt werden, da der Apparat bereits zwischen 1942 und 1950 installiert worden war und der mutmassliche Installateur, heute über 87 Jahre alt, nicht mehr belangt werden konnte.

Des weiteren haben wir dieses Jahr einen Doppeltodesfall von zwei Frauen, 72- beziehungsweise 70jährig, beobachtet. Ein defekter, mit Stadtgas betriebener Wohnungsheizapparat bildete die CO-Quelle. Da keine Sektion angeordnet wurde, verzichteten wir auf eine eingehende Schilderung dieses Falles. Die CO-Hb-Sättigungen betragen 67%, bzw. 71%.

Hingegen scheint uns die nachfolgende Beobachtung wichtig, obwohl das gerichtlich-medizinische Institut nicht intervenierte:

Beispiel 3

Eine 24jährige Frau wird auf einem Campingplatz in einem rund 4 m³ grossen Duschklokal bewusstlos aufgefunden. Das Wasser wird durch einen 5-Liter-Durchlauferhitzer, mit Propangas gespiesen, geheizt. Es besteht weder ein Abzug noch eine genügende Lüftung.

Bei Spitaleintritt befindet sich die Patientin in einem Präshock, mit einem Blutdruck von 60/40, Puls 140. Die Gliedmassen sind kalt, es bestehen Kontrakturen der Arme und Beine. Die Pupillen sind mydriatisch, reagieren aber auf Licht. Die Patientin ist bewusstlos. Auf Sauerstofftherapie, Gabe von Cortison und Bicarbonat bessert sich der Zustand innert 15 Minuten. Das Bewusstsein hellt sich auf, und am folgenden Tag ist die Patientin abgesehen von Kopfschmerzen, wohlauf. Differentialdiagnose: Sauerstoffmangel, Propanvergiftung, CO-Vergiftung durch unvollständige Verbrennung von Flüssiggas. Später wird bekannt, dass im Vorjahr im selben Lokal beim Duschen schon 2 Mädchen zusammengebrochen waren.

Leider wird in diesem Fall kein Spezialist der Gas- und Wasserfachmänner zugezogen. Der lokale «Experte» erkennt die mögliche CO-Quelle nicht, und da der Arzt wegen der fehlenden hellroten Hautfarbe der Patientin eine CO-Vergiftung für wenig wahrscheinlich hält, wird die Strafuntersuchung gegen Unbekannt eingestellt.

5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die in einer recht kurzen Zeitspanne beobachteten Fälle tödlicher und nichttödlicher CO-Vergiftungen zeigen eindrücklich die Gefahren unsachgemäss installierter Flüssiggasapparate. Den drei Beispielen ist gemeinsam, dass ein sogenannter 5-Liter-Durchlauferhitzer die CO-Quelle bildete. Es handelt sich dabei um einen Durchlauferhitzer mit einer Leistung von 125 kcal, die pro Minute 5 Liter Wasser um 25°C erwärmen können. Derartige 5-Liter-Durchlauferhitzer können unter gewissen Voraussetzungen ohne Abzug benützt werden, dürfen jedoch keinesfalls zu Duschen oder Badezwecken verwendet werden. Es bestehen zwar Richtlinien für Einrichtung, Betrieb und Unterhalt derartiger Apparate, die jedoch keinen verbindlichen Charakter haben. Somit kann sich jedermann einen abzuglosen Durchlauferhitzer beschaffen und selbst installieren.

Allerdings hat *Fritzsche* [1] auf die erschreckende Tatsache hingewiesen, dass 9 von 12 vorschriftswidrigen Durchlauferhitzer-Installationen von Fachinstallateuren vorgenommen worden sind. Die Richtlinien sind also auch Fachleuten nicht unbedingt bekannt, was im Gutachten des sogenannten Experten im Fall 3 deutlich zum Ausdruck kommt.

In der Schweiz hat vor allem *Siegrist* wiederholt in der Tagespresse und der Fachpresse auf die latente

Gefährlichkeit der Flüssiggase hingewiesen [6–9]. Auch die Suva hat bereits 1969 ein vorbildliches Merkblatt geschaffen. Trotzdem ist in der Öffentlichkeit wie auch unter Ärzten die Gefahr der Flüssiggase zu wenig bekannt. In den letzten zwei Jahren sind in der Schweiz mindestens 17 Personen einer unfallmässigen tödlichen Kohlenmonoxidvergiftung zum Opfer gefallen, bei der Flüssiggasapparate die CO-Quelle bildeten. Derartige Unfälle sind vermeidbar, und es sollen alle Anstrengungen unternommen werden, eine wirksame Prophylaxe zu betreiben.

Nicht selten stellt sich, wie im Beispiel 3, nach einem schweren oder tödlichen Unfall heraus, dass Benutzer einer Flüssiggasinstallation schon wiederholt über Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen oder gar Bewusstseinsverlust geklagt hatten. Treten derartige Warnsymptome im Anschluss an eine Dusche oder ein Bad oder bei Benützung einer Campingeinrichtung (Wohnwagen) auf, muss trotz der Unspezifität der Symptomatologie stets an die Möglichkeit einer Kohlenmonoxidvergiftung gedacht werden.

Wird eine Leiche in der Umgebung einer möglichen CO-Quelle gefunden, trägt der herbeigerufene Arzt eine grosse Verantwortung. Derartige Todesfälle bedürfen einer eingehenden Untersuchung, selbst wenn Zeichen einer Kohlenmonoxidvergiftung fehlen. Zumindest sollte eine Herzblutentnahme zur CO-Bestimmung vorgenommen werden. Anzustreben ist eine Sektion, die Aufschluss über die genaue Todesursache zu geben vermag.

Ausserdem sind technische Massnahmen notwendig, wie zum Beispiel der Einbau von Schlechtluftsicherungen in allen Flüssiggasgeräten. Die Bestehenden Richtlinien über Einrichtung, Betrieb und Unterhalt von Flüssiggasapparaten sollten Gesetzeskraft erlangen. Installierte Apparate sollten periodischen Kontrollen unterzogen werden.

Zusammenfassung

Unter unfallmässigen tödlichen Kohlenmonoxidvergiftungen bildet eine unvollständige Verbrennung von Flüssiggasen eine häufige CO-Quelle. In den letzten zwei Jahren fielen in der Schweiz mindestens 17 Personen einer derartigen Vergiftung zum Opfer. Unsachgemässe Installationen von Flüssiggasapparaten, wie zum Beispiel der Einbau von 5-Liter-Durchlauferhitzern ohne Abzug in zu kleinen Räumen, Mangel an Frischluftzufuhr oder schlechte Einstellung der Apparate sind die Hauptursachen. Die Gefährlichkeit derartiger Apparate ist auch unter Fachleuten zu wenig bekannt. Da die Kohlenmonoxidvergiftung oft schwer zu diagnostizieren ist, muss bei Vorliegen einer möglichen CO-Quelle stets an diese Möglichkeit gedacht werden. Eine Aufklärung der Öffentlichkeit einerseits, technische Massnahmen andererseits könnten dazu beitragen, derartige Unfälle zu vermeiden.

Résumé

Accidents par intoxication au monoxyde de carbone causés par la combustion incomplète de gaz liquides

Parmi les accidents mortels à la suite d'une intoxication au monoxyde de carbone, une combustion incomplète des gaz liquides est fréquemment la source de CO. En Suisse, lors de ces deux dernières années, 17 personnes ont trouvé la mort à la suite d'une telle intoxication. L'installation non conforme d'appareils à gaz, par exemple la pose d'un chauffe-eau de 5 litres sans conduite d'évacuation dans une petite pièce, l'absence de source d'air ou une mauvaise installation de l'appareil en sont les causes principales. Le danger de ce genre d'appareils est également mal connu des installateurs. Comme l'intoxication au monoxyde de carbone est difficile à diagnostiquer, on devrait y penser tout de suite si l'on se trouve en présence d'une source possible de CO. Une information du public d'une part, des mesures techniques d'autre part, permettraient d'éviter de tels accidents.

Summary

Accidents by Carbon Monoxide Intoxication due to Incomplete Combustion of Liquid Gas

Amongst mortal accidents by carbon monoxide intoxication, an incomplete combustion of liquid gas consists a frequent CO-source. In Switzerland, during the last two years, at least seventeen persons died from such intoxications. Non conform installation of gas apparatus, for example the placing of a five-liter boiler without evacuation pipes in a small room, lack of fresh air conduction, or deficient installation of the apparatus, are the principal causes. Even professionals are not sufficiently aware of the danger of this kind of apparatus. Since a carbon monoxide intoxication is difficult to diagnose, it should be thought of at once if a CO-source is present. Information of the public on one hand, technical measures on the other hand could help avoiding such accidents.

Literatur

- [1] *Fritzsche, A.*, Aussergewöhnliche Todesfälle infolge Vergiftung durch die Flüssiggase Butan und Propan oder deren Verbrennungsprodukte, Dissertation Universität Zürich (1980).
- [2] *Gujer, H. R., Lorent, J. P.*, Vergiftungsmortalität in der Schweiz, Beitr. z. gerichtl. Med. XXXIII 205–210 (1975).
- [3] *Lorent, J. P.*, Todesfälle durch Vergiftung in der Schweiz, Sozial- und Präventivmed. 23, 235–241 (1978).
- [4] *Mueller, B.*, Gerichtliche Medizin, 2. Aufl., Springer-Verlag Berlin (1975).
- [5] *Neuhaus, G. A.*, in: *Möschlin, S.*, Klinik und Therapie der Vergiftungen, Thieme-Verlag Stuttgart (1980).
- [6] *Siegrist, H.*, Die latente Gefährlichkeit der Flüssiggase Butan und Propan, NZZ 1091 (1965).
- [7] *Siegrist, H.*, Die latente Gefährlichkeit der Flüssiggase, Beitr. z. gerichtl. Med. XXIV, 63–70 (1968).
- [8] *Siegrist, H.*, Die latente Gefährlichkeit der Flüssiggase. Akt. Fragen, gerichtl. Med. III, 129 (1968).
- [9] *Siegrist, H.*, Flüssiggas-Vergiftungen, Schweiz. Rundschau Med. (Praxis) 64, 343–347 (1975).
- [10] *Studer, V.*, Panoramawandel der tödlichen Kohlenmonoxidvergiftung, Dissertation Universität Zürich (1972).
- [11] *Schweiz. Toxikol. Informationszentrum*, Jahresbericht 1979.
- [12] *Schweiz. Toxikol. Informationszentrum*, Jahresbericht 1980.