

# Transportsicherheit

**Report****Author(s):**

Expertenkommission für Sicherheit in der Chemischen Industrie der Schweiz (ESCIS)

**Publication date:**

1995-06

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000356863>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Originally published in:**

ESCIS Bulletin 2



ESCIS

Expertenkommission  
für Sicherheit in der chemischen Industrie  
der Schweiz

# Bulletin

# Transportsicherheit



## Transportsicherheit

Chemikalien, seien es Rohstoffe, Zwischenprodukte, Halbfabrikate, Fertigprodukte, Entsorgungsprodukte (Abfallstoffe) werden auf der ganzen Welt täglich transportiert, in kleinen und in grossen Mengen, als Feststoffe, Flüssigkeiten oder Gase. Die Transporte erfolgen meist auf der Strasse, auf der Schiene, auf dem Wasser, ein gewisser Anteil auch durch Pipelines oder sogar durch die Luft. Viele der transportierten Stoffe sind unschädlich für Mensch und Umwelt, andere aber beinhalten ein Schädigungspotential, dessen man sich in der breiten Öffentlichkeit meist erst dann bewusst wird, wenn ein Transport verunfallt, die beförderten Stoffe austreten und dadurch eine unmittelbare Schädigung oder Gefährdung von Menschen, Sachwerten oder der Umwelt entsteht.

Befinden sich Chemikalien einmal im **Transportgebilde** im **Transportmittel** auf dem **Transportweg**, so ist die Wahrscheinlichkeit der Aktivierung eines Schädigungspotentials grösser, als beim Handling und Verarbeiten beim Hersteller oder Verbraucher. Auf den ersten Blick mag dies irritieren, werden doch beim Hersteller und teilweise auch beim Verbraucher komplexe physikalische und chemische Reaktionen durchgeführt. Wenn man aber sieht welcher **unvorhergesehenen** Belastung Transportmittel und -gebilde auf dem Transport manchmal ausgesetzt sind - dies nicht im "sicheren Hafen" einer chemischen Fabrik oder eines Lagers, sondern irgendwo, ohne einsatzbereite Chemiewehr in der Nähe, evtl. sogar inmitten einer Wohngegend -, dann wird klar, dass Chemikalientransporte ein erhöhtes Risiko darstellen. Vor allem menschliches Fehlverhalten (z.B. Fahrfehler), die Witterung (z.B. Glatt-eis) und technisches Versagen (z.B. am Transportmittel) können zu Situationen führen, bei denen durch Beschleunigung, Verzögerung und/oder Richtungsänderung zerstörerische Kräfte auf Transportmittel und Gebinde wirken.

Es geht der ESCIS in diesem Bulletin nicht darum die Risiken verschiedener Transportarten zu werten, zumal häufig gar keine Wahl zwischen verschiedenen Transportarten besteht. Praktisch jeder Chemikalientransport kann mit einem hohen Grad an Sicherheit durchgeführt werden. Hierfür sind aber qualifizierte Leistungen verschiedenster Disziplinen insbesondere in den Bereichen "**Prävention**" und "**Notfalleinsatz**" erforderlich:

- **Prävention:**
  - Klassierung, Etikettierung
  - Ausbildung von Fahrern und beauftragten Personen
  - Optimale technische Mittel, Gebinde, Fahrzeuge (inkl. vorbeugender Unterhalt)
- **Notfalleinsatz:**
  - Alarmzentrale, Auskunftsstelle
  - Chemiewehr
  - Ereignisbewältigung

Das vorliegende Bulletin will nachfolgend Details zu diesen Bereichen näher erläutern und in einem zweiten Teil anhand einzelner Transportunfall-Kurzberichte (Strasse, Schiene, Wasser) verschiedene Sicherheitsaspekte bzw. Risiko- und Ursachenkomponenten aufzeigen.

### 1. Transportvorschriften: Einteilung/Klassifizierung und Kennzeichnung gefährlicher Transportgüter

Gefährliche Transportgüter sind Stoffe oder Gegenstände, deren Beförderung durch nationale oder internationale Transportvorschriften nur unter bestimmten Bedingungen zugelassen oder für einzelne Transportarten verboten ist. Nachfolgend eine Zusammenstellung der wichtigsten Transportvorschriften.

#### Strasse

ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse)

SDR: Ordonnance Suisse relative au transport des marchandises dangereuses par route (Schweiz. Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse)

#### Schiene

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer (Internationale Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn)

RSD: Règlement Suisse concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer (Schweizerische Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn)

Korrespondenz zu diesem Bulletin ist zu richten an:

Dr. H. Künzi, Vorsitzender der ESCIS, F. Hoffmann-La Roche AG, Postfach, 4002 Basel

Dr. K. Eigenmann, Mitglied des Leitenden Ausschusses, Ciba-Geigy AG, Postfach, 4002 Basel

Dr. R. Ott, Mitglied des Leitenden Ausschusses, SUVA, Postfach, 6002 Luzern

Hr. H. Burg, Dahlienstrasse 17, 4106 Therwil



## Wasser

IMDG: International Maritime Dangerous Goods-Code (Internationaler Code für die Beförderung von gefährlichen Gütern mit Seeschiffen) der IMO, Inter-Governmental Maritime Organization (Zwischenstaatliche beratende Schifffahrtsorganisation mit Sitz in London)  
ADNR: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation sur le Rhin (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstrassen, Verordnung über den Transport gefährlicher Güter auf dem Rhein)

## Luft

ICAO: International Civil Aviation Organization: Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air (Technische Vorschrift für den sicheren Transport gefährlicher Güter in Luftfahrzeugen)  
IATA: International Air Transport Association: Dangerous Goods Regulation (IATA-Gefahrgutvorschriften, basierend auf den Forderungen von Anhang 18 zum Chicagoer Übereinkommen für den internationalen Zivilluftverkehr und der jeweils gültigen Ausgabe der technischen Vorschriften der ICAO)

## Pipeline

Schweiz. Rohrleitungsgesetz, mit Rohrleitungsverordnung und Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen.

Diese Vorschriften regeln die Klassierung, Verpackung und Kennzeichnung der zu transportierenden Güter, die Bauart und Kennzeichnung von Transportbehältern und Fahrzeugen (z.B. Orange Tafeln, UN-Nummern) und ganz allgemein die Bedingungen, unter denen der Transport gefährlicher Güter zulässig ist. Wer gefährliche Güter versendet, transportiert oder umschlägt, muss die auf seine Tätigkeit anwendbaren Vorschriften kennen, richtig interpretieren und einhalten.

## 2. Transportmittel/Transportart

Die Gefahrgut-Menge pro Transport (pro Fahrt) liegt bei Strassentransporten im Bereich < 40 Tonnen (EG) bzw. < 28 Tonnen (CH). Sie kann bei Güterzügen mehrere hundert oder sogar über 1000 Tonnen und bei Schiffstransporten tausende von Tonnen betragen. Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls mit Freisetzung von Gefahrgut dürfte beim Strassentransport deutlich höher sein als beim Bahn- oder Schiffstransport, die involvierten Stoffmengen sind aber wesentlich kleiner. Zum Risiko für Mensch und Umwelt kann deshalb keine einfache generelle Aussage gemacht werden, da hier die verschiedensten Faktoren eine Rolle spielen wie z.B.:

- Gefahrgutmenge pro Transport;
- Besiedlungsdichte entlang der Transportroute (werden Agglomerationen durchfahren oder umfahren);
- Anzahl der im Moment des Unfalls im Gefahrenbereich befindlichen Menschen (Verkehrsteilnehmer, Anwohner);
- Eigenschaften und Ausbreitungsverhalten des Transportgutes (Aggregatzustand, spezifisches Gewicht, Brennbarkeit, Wasserlöslichkeit, Giftigkeit, Oekotoxizität).

So hat z.B. eine im Auftrag des Britischen Health and Safety Executive durchgeführte und 1991 publizierte Studie ergeben, dass das sog. "Gesellschaftliche Risiko" beim Bahntransport bestimmter Gefahrstoffe (z.B. Chlor) je nach Umständen deutlich höher, aber auch tiefer sein kann als beim Strassentransport, und dass jedenfalls keine Gründe bestehen, die eine oder andere Transportart generell zwingend vorzuschreiben oder zu verbieten.

## 3. Transportbehälter/Verpackungen

Transportbehälter/Verpackungen für gefährliches Transportgut müssen nicht nur gegenüber dem Transportgut chemisch beständig sein, sie müssen auch den im Verlauf eines Transportes zu erwartenden physikalischen Beanspruchungen standhalten. Dazu gehören beispielsweise:

- die normalen, während eines Transportes auftretenden Beschleunigungs-, Verzögerungs- und Stosskräfte bzw. -impulse;
- die beim Beladen/Entladen/Umladen einwirkenden Beanspruchungen z.B. durch das Aufstapeln von Verpackungseinheiten, durch Greifwerkzeuge und Hebezeuge;
- die bei teilbefüllten Behältern bzw. teilentladener Transportvehikel möglichen Bewegungen des Ladegutes;
- die Einwirkung von Wärme, Kälte, Niederschlägen.

Je nach Gefährlichkeit des Transportgutes müssen Transportbehälter/Verpackungseinheiten sogar so dimensioniert werden, dass sie auch denjenigen Beanspruchungen standhalten, wie sie bei den erfahrungsgemäss immer wieder zu erwartenden leichten oder mittelschweren Transportunfällen zu erwarten sind (z.B. Druckzylinder für giftige Gase). Die unter Abschnitt 1 genannten Transportvorschriften enthalten viele Regeln für die Verpackung gefährlicher Güter. Die Entwicklung bezüglich sicherer Verpackung geht aber weiter und die Verpackungstechnik ist heute ein wichtiger Zweig der Ingenieurwissenschaften. Viele Unternehmen beschäftigen eigene Verpackungssingenieure,





welche für die sachgerechte Umsetzung der Verpackungsvorschriften bzw. die risikogerechte Verpackung der zu transportierenden Güter zuständig sind.

#### **4. Beladen (Stauen)/Entladen der Transportfahrzeuge**

Das Beladen von Transportfahrzeugen verlangt spezifisches Fachwissen und ein hohes Mass von Verantwortungsbewusstsein. Die Transportmittel (Lastwagen, Güterwagen, Strassen- und Bahntankwagen, Fracht- und Tankschiffe, Tankcontainer, Silowagen etc.) müssen sich für den vorgesehenen Gefahrguttransport eignen (z.B. Werkstoff, Konstruktionsart), den nationalen und internationalen Transportvorschriften entsprechen, zugelassen und korrekt gekennzeichnet sein. Sie sind vor dem Beladen auf ordnungsgemässen Zustand (auch ev. abgelaufene Revisionstermine), Sauberkeit, Dichtheit (z.B. Verschlüsse, Armaturen), und gegebenenfalls auch auf Fremdkörper (z.B. vorstehende Nägel, Schrauben) zu prüfen. Die höchstzulässige Nutzlast ist zu beachten. Gebinde und Verpackungseinheiten dürfen durch Stapelgeräte, Greifer, Seilschlingen etc. nicht verletzt werden. Bei Stückgütern ist die Anordnung der einzelnen Stücke und deren Belastbarkeit durch Aufstapelung wichtig (schweres Ladegut unten, leichteres oben). Zusammenladeverbote (z.B. Lebensmittel/giftige Stoffe oder leichtbrennbare Stoffe/Oxidationsmittel) sind zu beachten. Verletzliche Gebinde (Kartons, Säcke) sind durch geeignete Zwischenlagen zu schützen. Hohlräume sind zu vermeiden oder durch Versperren/Verzurren des Ladegutes abzusichern. Auch die während eines Transportes möglichen Extrembeanspruchungen wie schwerer Seegang (Sicherung von Deck- und Unterdeckladungen auf Schiffen), schlechte Strassen, rücksichtslose Fahrweise von Chauffeuren oder unsorgfältiges Rangieren sind in die Überlegungen einzubeziehen. Besondere Aufmerksamkeit verlangt auch die risikogerechte Zusammenstellung von Güterzügen, Strassenlastzügen und Schiffs-Schleppzügen (Gewichtsverteilung) und die Ladungssicherung nach Teilentladung eines Transportmittels.

#### **5. Ausbildung des Transportpersonals**

In der Schweiz müssen sich die Chauffeure, welche Strassentransporte von gefährlichen Gütern durchführen, über eine entsprechende Sonderausbildung ausweisen (Eintrag im Führerausweis). Die wichtigsten Themen des zweitägigen, vom Schweiz. Nutzfahrzeugverband durchgeführten behördlich vorgeschriebenen Ausbildungskurses sind: Gesetzliche Vorschriften; Kontrolle der Fahrzeuge und der Fahrzeugführer durch die Polizei; Gewässerschutzmassnahmen; Gefahren beim Umgang mit Mineralöl, chemischen Produkten und Explosivstoffen; Handhabung von Feuerlöschern,

Einsatzmöglichkeiten von Feuerwehren, Ölwehren und Chemiewehren; praktische Übungen mit Löscheräten und Schutzausrüstungen; Verkehrsregeln für SDR-Transporte.

In der Schweiz war die Basler Chemische Industrie die treibende Kraft bei der Einführung der obligatorischen Sonderausbildung für Chauffeure, die gefährliche Güter befördern.

#### **6. Abwicklung und Überwachung von Transporten**

Schon bei der Wahl der Transportart (Strasse, Bahn, Schiff) und Festlegung der Transportroute sind nebst wirtschaftlichen Gesichtspunkten wie Frachtkosten und Dauer des Transportes auch Sicherheits- und Umweltaspekte zu beachten:

- Menge Gefahrgut pro Transport;
- mögliche Gefährdung von Menschen (Anwohner, Verkehrsteilnehmer), Umwelt (Oberflächengewässer, Wasserschutzgebiete) und Sachwerten längs der Transportroute;
- Ausbreitungsverhalten von Havariegut (Kanalisation, Wasserläufe, Wind);
- Routenabschnitte mit speziellen Risiken wie Steigungen/Gefällsstrecken, Tunnels, Brücken/Viadukte, Rangierfelder, Bereiche mit besonders hoher Verkehrsdichte;
- Wahl von Umfahrungsrouten für Agglomerationen;
- Wahl von Ausstellplätzen für Fahrtunterbrüche;
- Festlegung der zu benutzenden Weichen und Durchfahrtsgeleise in Bahnhöfen und Rangierfeldern;
- risikogerechte Fahrgeschwindigkeit und Fahrweise (die SBB haben kürzlich die Bremsmethode für Gefahrguttransporte neuen aus Unfällen gewonnenen Erkenntnissen angepasst);
- Erkennen gefährlicher Situationen während der Fahrt (Reifenschaden, Lagerdefekt, Schäden am Bremssystem u.a.).

Eine wichtige Risikokomponente ist auch die Zahl der Umschlagoperationen pro Transport. Beim Umladen ist die Gefahr von Beschädigungen/Leckagen erfahrungsgemäss höher als während des eigentlichen Transports. Bei interkontinentalen Transporten können sich bis zu 15 Umschlagoperationen ergeben. Das Wissen und Können des Umschlagspersonals, dessen Ausrüstung und Arbeitsmethoden sind je nach Oertlichkeit sehr unterschiedlich.

Die Einhaltung der Sicherheitsmassnahmen während eines Transportes muss wirksam überwacht werden. Dies ist in erster Linie die Aufgabe der verantwortlichen





Transportfirma, die Polizei kann in der Regel nur Stichproben durchführen. Gelegentlich sollten sich aber auch die Hersteller, Versender oder Empfänger von gefährlichen Gütern durch Augenschein davon überzeugen, dass die von ihnen gewählte Transportfirma die Sicherheitsbestimmungen nicht nur in den Kontrakt aufgenommen hat sondern tatsächlich auch einhält.

## **7. Mittel zur Bewältigung von Transportunfällen**

Gefahrguttransporte müssen so gekennzeichnet sein, dass die Art des gefährlichen Gutes sofort ersichtlich ist. An den Transportmitteln für Bahn-, Strassen- und Schiffstransporte (Bahnwagen, Tankwagen, Lastwagen) müssen orange Tafeln angebracht sein, auf denen ein Gefahrencode und die UN-Nummer der betreffenden Substanz angegeben sind. Der Gefahrencode charakterisiert die wichtigsten Gefahrenmerkmale des Transportgutes (z.B. leicht brennbar, giftig, ätzend). Die UN-Nummer erlaubt die eindeutige Identifikation des Stoffes anhand einer international festgelegten Liste. Alle Notfalldienste (Chemiewehr, Feuerwehr, Polizei) verfügen über den Schlüssel zum Gefahrencode und die Liste der UN-Nummern. Werden verschiedene gefährliche Güter im gleichen Transportmittel befördert, so sind die in den Transportvorschriften festgelegten Zusammenladeverbote zu beachten. Das Transportmittel muss dann wenigstens mit einer orangen Tafel ohne Zahlenangaben gekennzeichnet sein.

Strassentransporte müssen für jeden transportierten gefährlichen Stoff Unfallmerkblätter in den Sprachen der durchfahrenen Länder mitführen. Das Unfallmerkblatt gibt Auskunft über den Namen des transportierten Stoffes, dessen Gefahrenmerkmale, die Schutzausrüstung für das Fahrpersonal und die bei einem Unfall, insbesondere bei Brand oder Leckage, zu treffenden Sofortmassnahmen sowie Instruktionen für erste Hilfe. Das Blatt enthält immer auch eine Kontaktadresse, bei der weitere Informationen eingeholt werden können. Für Strassentransporte ist zudem das Mitführen einer Notfallausrüstung (Notfallbesteck) vorgeschrieben, mit welcher der Fahrer, falls er noch aktionsfähig ist, selbst erste Massnahmen treffen kann (Sichern der Unfallstelle, Alarmieren der Notfalldienste, Verhindern einer Boden- oder Gewässerverschmutzung, behelfsmässiges Abdichten kleiner Lecks, Brandbekämpfung).

Entscheidend für die Bewältigung von Transportunfällen mit Chemikalien - seien es nun Bahn-, Strassen- oder Schiffstransporte - sind die Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der Notfalldienste (Feuerwehren, Chemiewehren) entlang der Transportrouten und der rasche Zugriff auf Sicherheits- und Oeko-Daten der involvierten Chemikalien. Die Liste der in der Schweiz

bestehenden Chemiewehr-Stützpunkte umfasst rund 40 Standorte. Für die Ausrüstung dieser Stützpunkte und die Ausbildung der Mannschaften hat der Schweiz. Feuerwehrverband spezielle Richtlinien herausgegeben. Auch die SBB halten entlang der wichtigsten Transportrouten leistungsfähige Lösch- und Rettungszüge sowie Oelwehr-Ausrüstungen in Bereitschaft und verfügen über entsprechend ausgebildete Einsatzkräfte.

Namhafte Chemiekonzerne unterhalten rund um die Uhr ansprechbare Auskunft- und Informationsdienste mit reichhaltigen Dokumentationen und Datenbanken, die bei Transportunfällen Informationen zur Verfügung stellen können; dies nach Möglichkeit auch dann, wenn sie mit den involvierten Chemikalien nichts zu tun haben, d.h. weder Hersteller noch Versender oder Empfänger sind.

## **8. Verantwortungen beim Transport gefährlicher Güter**

In den vorstehenden Abschnitten wurde die Vielfalt qualifizierter Leistungen - insbesondere in den Bereichen Prävention und Notfalleinsatz - beleuchtet, die für eine sichere Abwicklung von Chemikalientransporten erbracht werden müssen. Entsprechend vielfältig und kompliziert sind auch die Verantwortungen und deren Zusammenhänge, insbesondere bei internationalen Transporten. Die wichtigsten Pflichten und Verantwortungen ergeben sich aus den Transportvorschriften, den Gesetzen und Verordnungen über den Strassen-, Bahn- und Schiffsverkehr, der Umweltschutz-Gesetzgebung usw. Im internationalen Güterverkehr ist die Zuordnung von Verantwortungen und damit auch die Klärung von Schuldfragen nach Unfallereignissen oft sehr schwierig und kompliziert. Sie kann im Rahmen dieses Bulletins nicht ausgeleuchtet werden. Aus der Sicht der ESCIS besteht jedoch die wichtigste Verantwortung für alle am Transport gefährlicher Güter irgendwie beteiligten Partner darin, Risiken nach Möglichkeit schon vorausschauend, spätestens aber nach Auswertung von Ereigniserfahrungen, zu erkennen und durch angemessene Massnahmen zu mindern. Die nachfolgenden Ereignisbeispiele sollen dazu wenigstens punktuell Anregungen geben.



## 9. Ereignisbeispiele

### 9.1. Schiffstransporte:

**Ereignis:** Das Küstenmotorschiff "Oostzee" hat in Rotterdam u.a. 850 t Epichlorhydrin geladen, in ca. 4000 Fässern à 250 l, verteilt auf 3 Laderäume, und verlässt den Hafen mit Bestimmung Leningrad. Es gerät in der Deutschen Bucht in einen schweren Sturm. Ein Teil der Fässer schlagen leck, es bilden sich gesundheitsschädliche Dämpfe, die Besatzung muss evakuiert werden. Die Bergung und Entsorgung der Ladung (ausgelaufenes Epichlorhydrin kontaminierte anderes Ladegut) ist erst nach längeren politischen und juristischen Diskussionen möglich; sie erfolgt schliesslich in Etappen teilweise auf der Elbe, teils in einem Dock in Brunsbüttel und schliesslich im Verladehafen Rotterdam.

Die Rechtslage ist kompliziert: Das Epichlorhydrin ist US-amerikanischen Ursprungs. Es wurde von einer sowjetischen Staatshandelsgesellschaft "f.o.b." gekauft ("free on board", d.h. sobald das Ladegut die Reling des Schiffes überquert gehen alle Eigentumsrechte und Verantwortungen an den Käufer über). Die Käufergesellschaft hatte das niederländische Schiff und die Staumannschaft gechartert; sie war zur Zeit des Unfalls Eigentümerin der Ladung. Der Unfall ereignete sich in deutschen Gewässern.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Die Qualität des Epichlorhydrins und der Transportfässer ist einwandfrei, der Transport in Fässern ist nach allen anwendbaren Vorschriften zulässig, die Fässer weisen eine bedeutend höhere Wandstärke auf als erforderlich. Die Ladung wurde auf drei verschiedene Laderäume verteilt. Partien 1 und 2 wurden nach allen Regeln der Kunst gestaut und nahmen im Sturm keinerlei Schaden. Partie 3 wurde hastig an Bord gebracht, für ordnungsgemässes Stauen fehlte die Zeit, der Kapitän war sehr in Eile, das Schiff musste überstürzt auslaufen. In dieser schlecht gestauten Partie konnten die Fässer bei schwerem Seegang verrutschen und aneinanderschlagen, sodass sie undicht wurden. Das Schiff hatte keine Schutzausrüstungen für den Umgang mit Epichlorhydrin an Bord.

**Ereignis:** Das Containerschiff "Sherbro", ausgelaufen von Rotterdam mit Bestimmung Nigeria, verliert im Kanal auf der Höhe der Insel Guernsey bei Sturm und schwerer See 88 Container seiner Deckladung. Vier dieser Container enthalten je 1,8 t des Saatbeizmittels "Apron Plus 50 DS" in wasserfesten Plastikbeuteln à 10 g (mindergiftig bei Verschlucken, fischgiftig, keine Anreicherung im Ökosystem). Ein Container enthält 5 t des Fungizids "Ridomil Plus 72 WP" in wasserfesten Plastikbeuteln à 33 g (haut- und augenreizend, fischgiftig, keine Anreicherung im Ökosystem). Während mehreren Wochen werden an der Kanalküste von Cherbourg (F) bis zu den ostfriesischen Inseln (D) aus

diesen Containern stammende Plastikbeutel angeschwemmt. Rund 98% der aus den 5 Containern freigesetzten 1.2 Mio Plastikbeutel können schliesslich als Strandgut geborgen werden.

Schädigungen von Menschen oder Meerestieren durch direkten Kontakt mit dem Inhalt der Beutel wurden nicht beobachtet. Trotzdem entstanden durch diesen Transportunfall erhebliche Schäden durch die Kosten für das Einsammeln der Beutel und durch Verluste im Bereich des Tourismus, weil viele an der Küste gelegene Gemeinden den Zugang zu ihren Stränden zeitweilig gesperrt haben.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Die Verpackung der Pflanzenschutzmittel - wasserfeste Plastikbeutel in Kartons und diese wiederum in Containern fachgerecht gestaut - war mustergültig, die Produktedeklaration korrekt, alle anwendbaren Transportvorschriften wurden seitens des Herstellers und Versenders erfüllt. Auch der Transport als Deckladung war gemäss IMDG-Code zulässig. Zu klären bleibt (falls überhaupt möglich), ob die Verankerung der Container auf Deck Schwachstellen aufwies, und ob die Stabilität solcher Containerstapel auf Schiffen - selbst wenn sie nach allen Regeln der Kunst ausgeführt werden - wirklich auch den grössten in schweren Stürmen möglichen Belastungen standhalten kann, oder ob die diesbezüglichen Vorschriften angepasst werden müssen.

### 9.2. Bahntransporte:

**Ereignis:** Im Bahnhof von Lausanne entgleist ein Güterzug. Zwei der entgleisten und umgestürzten Kesselwagen enthalten je 80 m<sup>3</sup> Epichlorhydrin. Das auslaufende Produkt ist giftig, brennbar, und bei warmem Wetter können seine Dämpfe mit der Luft ein explosives Gemisch bilden (Flammpunkt 28 °C). Der Bahnhof wird gesperrt, rund 1000 in der Gefahrenzone wohnende Personen werden vorsorglich evakuiert. Glücklicherweise erfolgt keine Zündung, es kommt weder zu einer Explosion noch zu einem Brand, nach 2 - 3 Tagen ist die Gefahr soweit gebannt, dass die evakuierten Anwohner in ihre Wohnungen zurückkehren können und der Bahnverkehr sukzessive wieder aufgenommen werden kann. Es wurde niemand verletzt, und dank der gut ausgebauten Infrastruktur und der effizienten Zusammenarbeit der Notfalldienste kam es auch nicht zu gravierenden Umweltschäden. Immerhin entstand Sachschaden in Millionenhöhe, und das Schädigungspotential war sehr hoch: Durch die grosse involvierte Stoffmenge hätten in den der Unfallstelle benachbarten Wohngebieten Menschen in grosser Zahl durch Brand, Explosion oder Vergiftung (Atemgift) geschädigt werden können.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Es scheint, dass das Zusammenwirken verschiedener ungünstiger Umstände bahntechnischer Art eine Rolle spielte: Benutzung eines nur bedingt geeigneten





Durchfahrtsgeleises und einer gefährlichen Weiche, den Umständen nicht angepasste Geschwindigkeit, fahrtechnisch ungünstige Zusammenstellung des Güterzuges (schwere Wagen am Anfang und am Ende, leichter Wagen in der Mitte konnte "abgehoben" werden), harte Bremsung in einer S-Kurve. Dazu kommen die für Bahntransporte typischen Risikokomponenten, nämlich grosse Gefahrgutmengen und Transport durch dicht besiedelte Gebiete .

**Ereignis:** Ein aus 20 Zisternenwagen bestehender Benzinzug passiert Zürich-Affoltern. Zuzufolge eines Radlagerdefektes entgleisen 5 Wagen mit je 80 m<sup>3</sup> Benzin. Die Wagenkupplung zu den 7 vorderen nicht entgleisten Wagen reisst, sodass diese durch die Lokomotive aus der Gefahrenzone gezogen werden. Die 5 entgleisten Zisternenwagen geraten sofort explosionsartig in Brand. Trotzdem können die letzten 8 nicht entgleisten Wagen durch die Notfalldienste abgekoppelt und weggeschoben werden. Benzin gelangt in das Kanalisationssystem. Es kommt zu mehreren Explosionen, schwere Schachtdeckel werden weggeschleudert. Nach ca. 1 Stunde explodiert ein grosses Regenwasserklärbecken in ca. 4,5 km Entfernung. Durch Druckwellen werden Kanalisationen über hunderte von Metern zerstört. Durch Trümmerwurf wird einer Reiterin zu Pferd schwer verwundet; das Ereignis forderte insgesamt 3 Verletzte. Der Sachschaden allein an Kanalisationsanlagen beträgt weit über Fr. 10 Mio. Das Schädigungspotential war sehr hoch: durch Benzindampfexplosionen, Trümmerwurf und Brände hätten im dicht besiedelten Gebiet Menschen in grosser Zahl betroffen werden können.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Grosse Menge Gefahrgut pro Transport; Transport führt durch dicht besiedeltes Gebiet; gefährliche Defekte am Rollmaterial können während der Fahrt nicht wahrgenommen werden und können durch die heute üblichen Methoden der Wartung und des Unterhaltes auch nicht immer frühzeitig erkannt werden. Hervorzuheben ist die beispielhaft effiziente Arbeit aller involvierten Notfalldienste. Gravierende Umweltschäden konnten vermieden werden.

### 9.3. Strassentransporte:

**Ereignis:** An einem Grenzübergang Deutschland/Schweiz wird ein Lastzug mit belgischer Zugmaschine und Auflieger aus England wegen starker, ekelerregender Geruchsemission zurückgehalten. Er hatte 65 Fass (14.3 t) Methoxyethylbenzol für einen Empfänger in der Schweiz und 250 Sack Spargelcrémepulver (3.25 t) für einen Abnehmer in Deutschland geladen. Für den Transport des Methoxyethylbenzols waren schon einmal gebrauchte Fässer verwendet worden; zwei dieser Fässer waren an der Bodenkrempe undicht. Die Fässer waren weder korrekt beschriftet noch als Gefahrgut deklariert. Der Lastzug führte keine Unfallmerkmale

und kein Notfallmaterial mit und war nicht durch orange Tafeln als Gefahrguttransport gekennzeichnet. Die einzige mitgeführte Information über das Ladegut war der Frachtbrief.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Die Verwendung von gebrauchten Fässern zum Gefahrguttransport ist nur dann sicher, wenn diese vor der Wiederverwendung auf Dichtigkeit und Schwachstellen geprüft wurden. Die Gebinde müssen korrekt etikettiert werden, alte Beschriftungen sind zu entfernen oder unleserlich zu machen. Es müssen immer die notwendigen Unfallmerkmale, Warntafeln und Notfallsausrüstungen mitgeführt werden. Beim Wechsel der Zugmaschine ist sicherzustellen, dass die Unfallmerkmale übergeben werden und auch die neue Maschine die notwendigen Notfallsausrüstungen mitführt. Der gleichzeitige Transport von Lebensmitteln und gesundheitsschädlichen Chemikalien im gleichen Auflieger ist nicht zulässig.

**Ereignis:** Beim Abbiegen nach einem Bahnübergang kippt ein Lastzug (Zugmaschine samt Auflieger) um. Glücklicherweise wird niemand verletzt. Am Lastzug sowie an einem Beleuchtungsmast und an einem Telefon-Verteilkasten entsteht grosser Schaden. Der Lastzug hatte 10 Container mit Gusseisenstäben geladen.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Der Fahrer glaubte, einen unbeladenen Lastzug zu steuern und durchfuhr die Kurve mit zu hoher Geschwindigkeit. Die Ladung war nicht gesichert und verschob sich in der Kurve so weit, dass wegen Verlagerung des Schwerpunktes der ganze Lastzug umkippte. Vor einer Abfahrt muss sich der Fahrer durch Augenschein davon überzeugen, ob und womit das Fahrzeug beladen ist, und ob die Ladung richtig gesichert ist.

**Ereignis:** Auf einem Güterbahnhof hält die Polizei einen Lastzug an, weil beim Umladen pulverförmiges Material auf Ladefläche und Rampe rieselt. Beim Umladen werden die Gebinde laufend undicht. Beim Ladegut handelte es sich um 10 t Natriumfluorid, verpackt in Papiersäcke.

**Sicherheitsaspekte/Risikokomponenten:** Falsche Gebindewahl. Schon Spuren von Feuchtigkeit führen zur Bildung der entsprechenden Säure, welche die Stabilität von Papiersäcken drastisch herabsetzt. Die Eignung des Gebindematerials muss durch Langzeitprüfungen unter praxisnahen Bedingungen getestet werden.



Responsible Care





## Booklets published to date in the ESCIS SAFETY series:

- Nr. 1      **Sicherheitstests für Chemikalien**, 1997, 4., überarbeitete Auflage
- N° 1      **Tests de sécurité pour produits chimiques**, 1985
- Nr. 2      **Statische Elektrizität**  
Regeln für die betriebliche Sicherheit, 1997, 4. Auflage (unveränderter Nachdruck der 3. Auflage)
- N° 2      **Static Electricity**  
Rules for Plant Safety, 1988
- Nr. 3      **Inertisierung**  
Methoden und Mittel zum Vermeiden zündfähiger Stoff-Luft-Gemische in chemischen Produktions-  
apparaturen und -anlagen, 1992, 2., überarbeitete Auflage
- N° 3      **Inerting**  
Methods and Measures for the Avoidance of Ignitable Substance-Air Mixtures in Chemical  
Production Equipment and Plants, 1994, translation of 2nd, revised German edition
- Nr. 4      **Einführung in die Risikoanalyse**  
Systematik und Methoden, 1996, 3., überarbeitete Auflage
- N° 4      **Introduction à l'analyse des risques**  
Systématique et méthodes, 1981
- N° 4      **Introduction to Risk Analysis**  
Approaches and Methods, 1998, translation of 3rd, revised German edition
- N° 4      **Introdução à Análise de risco**  
Sistemática e Métodos, versão brasileira, 1997
- Nr. 5      **Mahlen brennbarer Feststoffe**  
Sicherheitsbeurteilung des Mahlgutes, Schutzmassnahmen an Mahlanlagen, 1993, 3., überarbeitete  
Auflage
- N° 5      **Broyage des substances combustibles**  
Evaluation de sécurité des substances à broyer. Mesures de protection des installations de broyage.  
Tests de contrôle des substances à broyer, 1987
- N° 5      **Milling of Combustible Solids**  
Safety Evaluation of the Feed Material, Protective Measures with Mills, 1994, translation of 3rd,  
revised German edition
- N° 5      **Moagem de substâncias combustíveis**  
Avaliação de segurança sobre o material a ser moído, Medidas de proteção aplicadas a instalações  
de moagem, versão brasileira, 1997
- Nr. 6      **Trocknen von Feststoffen**  
in Luft- und Vakuumtrockenschränken, in Schaufeltrocknern, 1985
- Nr. 7      **Brandschutz an Lüftungs- und Klimaanlage**  
in Laborbauten und Betrieben der chemischen Industrie, 1990, 2., unveränderte Auflage
- Nr. 8      **Thermische Prozess-Sicherheit**  
Daten, Beurteilungskriterien, Massnahmen, 1989, 2. Auflage



- N° 8 **Sécurité thermique des procédés chimiques**  
Données, critères de jugement, mesures, 1991
- N° 8 **Thermal Process Safety**  
Data, Assessment Criteria, Measures, 1993
- Nr. 9 **Behelf für die Durchführung von Sicherheitsüberprüfungen (Safety Audits)**  
Grundsätze, Systematik, Methodik, Stichworte, 1991
- Nr. 10 **Risikoanalyse im Zusammenhang mit der Störfallverordnung (StfV)**  
Behelf zur Erstellung von Kurzberichten und Risikoermittlungen für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen und Sonderabfällen, 1991
- Nr. 11 **Behelf zur Ermittlung der Erdbbensicherheit von Bauten und Anlagen der chemischen Industrie**  
Umsetzung der Norm SIA 160, Beurteilungskriterien, Schutzbedarf, 1994
- Nr. 12 **Schutz gegen Stoffaustritt**  
als Folge notfallmässiger Druckentlastung, 1996
- Nr. 13 **Arbeitshygiene**  
Beurteilung des Gesundheitsrisikos am Arbeitsplatz, 1999

**ESCIS-Tutorials (computer interactive training material) published to date in the ESCIS SAFETY series:**

**Thermal Safety Tutorial, Version 1.0, 1997**  
**Tutorial Statische Elektrizität, Version 1.1d, 2000**  
**Static Electricity Tutorial, Version 1.1e, 2001**

**Special brochures in the ESCIS SAFETY series:**

**Wegleitung für den Brandschutz und die Brandbekämpfung in Freilufttankanlagen im Innern von Fabrikarealen der chemischen Industrie, 1990**  
**Wegleitung: Raumlüftung in Stückgutlagern für Chemikalien, 1991**

**Videos in the ESCIS SAFETY series:**

**Explosionsschutz, 1998**

- Video Teil 1 Risikoanalyse und sicherheitstechnische Kenngrössen
- Video Teil 2 Vorbeugender Explosionsschutz
- Video Teil 3 Konstruktiver Explosionsschutz
- Video Teil 4 Risiken und Schutzmassnahmen, Kurzpräsentation der Videos 1–3



## **Explosion Protection, 1998**

- Video Part 1 Risk analysis and safety characteristics
- Video Part 2 Preventive explosion protection
- Video Part 3 Constructional explosion protection
- Video Part 4 Risks and protective measures, brief presentation of videos 1–3

## **Bulletins published to date in the ESCIS SAFETY series:**

- Nr. 1            **Der einfache Fehler, Februar 1994**  
N° 1            **La simple faute, février 1994**
  
- Nr. 2            **Transportsicherheit, Juni 1995**  
N° 2            **Sécurité des transports, juin 1995**
  
- Nr. 3            **Routine – eine Gefahr?, November 1996**  
N° 3            **La routine – un danger?, novembre 1996**
  
- Nr. 4            **Schlauchleitungen/-verbindungen, August 1997**  
N° 4            **Conduites flexibles et leurs raccordements, septembre 1997**
  
- Nr. 5            **Prozessleitsysteme und Ereignisse**  
                  **Zur Sicherheit von computergesteuerten Anlagen, August 1998**  
N° 5            **Systèmes de conduite de procédé et événements**  
                  **De la sécurité des installations conduites par ordinateur, août 1998**  
N° 5            **Process Computers and Incidents**  
                  **Reflexions on the safety of computer controlled plant, August, 1998**
  
- Nr. 6            **Chemikalienlager, Mai 1999**  
N° 6            **Warehouses for Chemicals, May 1999**
  
- Nr. 7            **Schadenereignisse in Ventilationssystemen, Juni 2000**  
N° 7            **Fires/Losses in Ventilation Systems, June 2000**

Copies of the above can be obtained at a nominal price from: Dr. R. J. Ott, Bereich Chemie, Abteilung Arbeitssicherheit, Suva, Postfach, CH-6002 Luzern, Phone +41-41/419 53 39, Telefax +41-41/419 52 04, E-mail: [chsvlvzi@ibmmail.com](mailto:chsvlvzi@ibmmail.com)







