

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107 (1989)
Heft: 8

Artikel: Mehr Sicherheit durch den Chemierisiko-Kataster
Autor: Ziegler, Arnim
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77054>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

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

Sicherheit und Risiko

Mehr Sicherheit durch den Chemierisiko-Kataster

Chemieunfälle haben in der Bevölkerung eine allgemeine Verunsicherung hervorgerufen, und mancherorts wurde die Forderung nach einer umfassenden und objektiven Beurteilung von Chemierisiken, zum Beispiel in Form eines Chemierisiko-Katasters, gestellt. Die Stadt Winterthur hat als eine der ersten Städte in der Schweiz einen solchen Chemierisiko-Kataster erstellen lassen. Hauptziel dieses Projektes war die Erfassung aller auf dem Stadtgebiet gelagerten chemisch-technischen Stoffe, die Beurteilung der davon ausgehenden Gefahren und die Ausarbeitung von Sofortmassnahmen zur Verhinderung von Störfällen. Im folgenden soll das grundsätzliche Vorgehen bei der Erstellung dieses Chemierisiko-Katasters beschrieben werden.

Chemierisiken, Umweltgefährdung, Luftverschmutzung – sind das lediglich Schlagworte, geeignet, um Emotionen

VON ARMIN ZIEGLER,
ZÜRICH

zu schüren, oder leben wir tatsächlich auf einer Zeitbombe?

Unbestreitbar haben sich in den letzten Jahrzehnten die Gefahrenquellen vervielfacht. Die Produktion und Verarbeitung von chemisch-technischen Substanzen ist enorm gestiegen. Gleichzeitig sind aber vielerorts grosse Anstrengungen zur Erhöhung der Sicherheit sowohl am Arbeitsplatz als auch für den Bereich ausserhalb des Betriebes unternommen worden.

Der Chemierisiko-Kataster

Die Erstellung eines Chemierisiko-Katasters ist ein sehr komplexes und auch zeitaufwendiges Vorhaben. Man muss sich vor Augen halten, dass es bei einem solchen Projekt darum geht, für etwa 100 Betriebe unterschiedlichster Gattung mit über 1000 verschiedenen Stoffen eine einheitliche Berechnung der Gefährdung für Mensch, Umwelt und Sachen einzuführen.

Für Winterthur wurde ein neues Verfahren entwickelt, das einerseits detailliert genug ist, um die äusserst unterschiedlichen Wirkungen der zahlrei-

chen chemisch-technischen Stoffe zu berücksichtigen, und andererseits automatisiert werden kann, um die grosse Anzahl von Betrieben und Stoffen zu erfassen.

Das Projekt wurde in sechs Arbeitsschritte gegliedert:

- Datenerfassung mittels Fragebogen
- Berechnung der Gefährdungspotentiale
- Bestimmung der Schwellenwerte
- Selektion der «gefährlichen» Betriebe
- Begehung der «gefährlichen» Betriebe
- Risikoabschätzung und Sofortmassnahmen

Bereits bei der Gestaltung des Fragebogens entscheidet sich, ob das Projekt Aussicht auf Erfolg hat oder nicht. Der Fragebogen muss präzise formuliert, übersichtlich gestaltet und vollständig sein und sollte sich auf das absolut Notwendige beschränken.

Bei der Gestaltung des Fragebogens für den Chemierisiko-Kataster Winterthur wirkten verschiedene Betriebe bzw. deren Sicherheitsverantwortliche beratend mit, was sicher nicht unwesentlich zum guten Gelingen beigetragen hat.

Mit dem Fragebogen wurden so weit wie möglich die gelagerten Stoffe als Einzelstoffe und nicht als Stoffgruppen erfasst, d.h. es wurde zum Beispiel die Menge an Salzsäure, Schwefelsäure und Essigsäure aufgenommen und nicht einfach die Gesamtmenge an Säuren. Der Aufwand für diese detaillierte Erfassung ist zwar hoch, aber nur so konnte eine genügend feine Beurteilung gewährleistet werden, und nur so kann später, zum Beispiel nach zwei oder drei Jahren, der Chemierisiko-Kataster durch einfache Mutationen auf den neusten Stand gebracht werden.

Das Gefährdungspotential

Das Kernstück des Chemierisiko-Katasters ist die Bestimmung des Gefährdungspotentials. Das Gefährdungspotential wurde als Mass für die Gefährlichkeit eines Stoffes, d.h. als Mass für seine Fähigkeit, einen Schaden anzurichten, eingeführt. Diese Grösse hängt nur von der Stoffmenge und von den Stoffeigenschaften (zum Beispiel Toxizität) ab und nicht von der Lagerungsart oder den Sicherheitseinrichtungen.

Das Gefährdungspotential einer gewissen Menge Sprengstoff zum Beispiel ist immer gleich gross, unabhängig davon, ob der Sprengstoff in einer Stadt oder in der Wüste gelagert wird. Die Gefährdung hingegen hängt auch vom Umfeld ab.

Das Gefährdungspotential wurde definiert als Funktion der Stoffmenge, des Aggregatzustandes (gasförmig, flüssig, fest) sowie verschiedenster toxikologischer, ökotoxischer und physikalischer Kenngrössen. Es berechnet sich grundsätzlich als Produkt aus Stoffmenge und massgebender Stoffcharakteristik.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Definition des Gefährdungspotentials ist die Berücksichtigung der verschiedenen Ereignisarten. Die Gefährlichkeit eines Stoffes kann nicht global mit einer Kenngrösse charakterisiert werden, sondern es braucht mehrere Kenngrössen, um die wichtigsten Ereignisarten, nämlich Leck-gasförmig, Brand-Feuereinwirkung, Brand-toxische Gase, Explosion, Leck-Flüssigkeiten und Löschwasser, zu erfassen.

Das Gefährdungspotential wurde deshalb, wie in Bild 1 dargestellt, als Satz von sechs Kenngrössen wiedergegeben. Jeder dieser sechs Kenngrössen liegt eine Bestimmungsgleichung zu Grunde, mit der die wichtigsten Parameter, welche die Gefährlichkeit eines Stoffes beeinflussen, berücksichtigt werden.

In ihrer einfachsten Form lautet die Bestimmungsgleichung:

$$GP = M \eta Tox$$

wobei

GP = Gefährdungspotential

M = Menge

η = Wirkungsgrad

Tox = massgebender «Gefährlichkeitsparameter»

Die Bestimmungsgleichung für die Ereignisart «Brand-toxische Gase»

Bisherige Artikel sind erschienen im «Schweizer Ingenieur und Architekt», Heft 15/88, Seiten 415-428, Heft 18/88, Seiten 505-512, Heft 35/88, Seiten 963-965, Heft 39/88, Seiten 1069-1075, Heft 4/89, Seiten 67-73

zum Beispiel muss neben der gelagerten Stoffmenge auch den Aggregatzustand (gasförmig, flüssig, fest), die Brennbarkeit, die Art der Zersetzungsprodukte, die letale Konzentration, den MAK-Wert, den Dampfdruck usw. berücksichtigen.

Es lässt sich unschwer vorstellen, dass sich eine solche Gefährdungspotentialberechnung nur mit Hilfe eines Computers durchführen lässt. Aus diesem Grunde wurde zur Bewältigung dieser grossen Datenmenge ein datenbankorientiertes Computerprogramm (C-RISK) entwickelt, welches einerseits eine rationelle Erfassung aller Daten in einem Kataster ermöglicht und andererseits die oben beschriebene Berechnung der Gefährdungspotentiale durchführt.

Schwellenwerte des Gefährdungspotentials

Das Gefährdungspotential als Mass für die mögliche Schadenwirkung ist eine ideale Kenngrösse für die relative Beurteilung der Betriebe. Sobald für eine genügend grosse Anzahl von Betrieben das Gefährdungspotential berechnet worden ist, lässt sich, wie man in Bild 2 sieht, rasch erkennen, welche Betriebe ein besonders hohes Gefährdungspotential aufweisen und welche bei einer weiteren vertieften Untersuchung weglassen werden können.

Um jedoch auch eine absolute Aussage über das Gefährdungspotential der einzelnen Betriebe machen zu können, müssen Schwellenwerte definiert werden, d.h. es muss festgelegt werden, ab welchem Gefährdungspotential im Falle eines Ereignisses mit einer Gefährdung von Personen und Sachwerten ausserhalb des Betriebsareals zu rechnen ist.

Die Schwellenwerte für die Ereignisart «Leck-gasförmig» und «Brand-toxische Gase» wurden aufgrund von Computersimulationen für die Ausbreitung von toxischen Gasen berechnet.

Schwellenwerte für die Ereignisart «Leck-flüssig» und «Überflutung/Löschwasser» wurden aufgrund des Retentionsvermögens der Bodenschicht über dem Grundwasserträger bestimmt.

Die Schwellenwerte für die Ereignisart «Brand-Feuereinwirkung» und «Explosion/heftige Reaktionen» konnten in dieser Studie noch nicht zuverlässig festgelegt werden.

Aufgrund der Gefährdungspotentiale für die 90 untersuchten Betriebe und der Schwellenwerte für die verschiedenen Ereignisarten war eine objektive

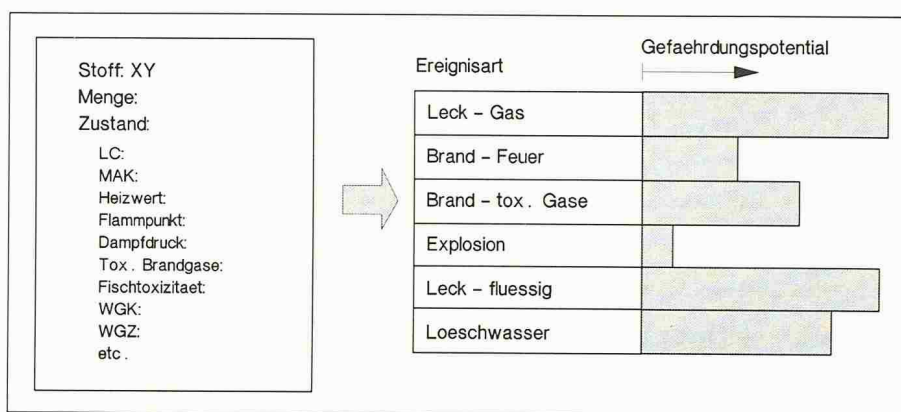


Bild 1. Berechnung des Gefährdungspotentials aufgrund der Stoffdaten und Stoffmengen

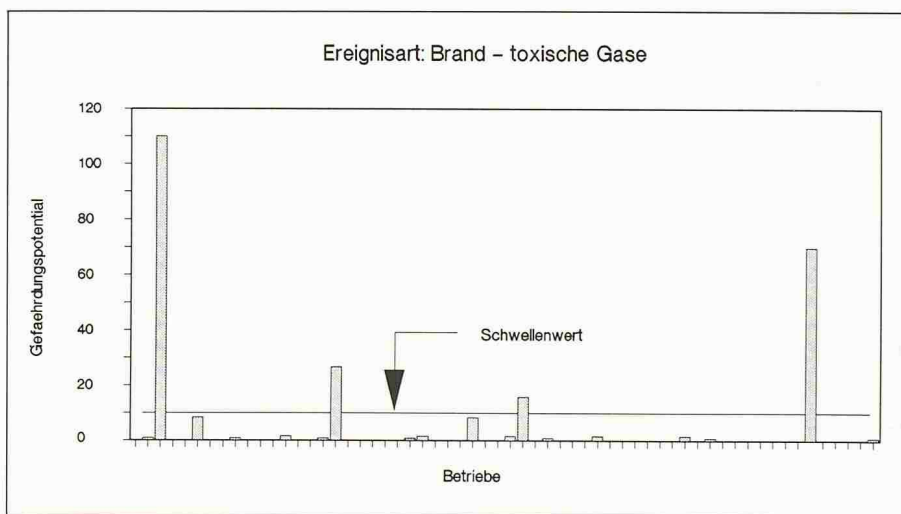


Bild 2. Beispiel einer typischen Gefährdungspotentialverteilung

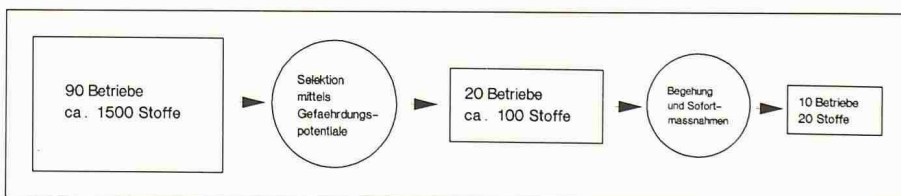


Bild 3. Stufenweises Selektionsverfahren

und gut fundierte Grundlage zur Selektion der Betriebe mit hohem Gefährdungspotential geschaffen worden. Dieses Vorgehen ermöglichte nicht nur die richtige Selektion der Betriebe, sondern zeigte auch, in welcher Hinsicht diese Betriebe «gefährlich» sind und welche Stoffe für das hohe Gefährdungspotential verantwortlich sind.

Der nächste Schritt umfasste die Berücksichtigung der 15 Betriebe mit den höchsten Gefährdungspotentialen. Als positive Erfahrung hat sich gezeigt, dass bei diesen Besichtigungen, in Zusammenarbeit mit den Sicherheitsverantwortlichen der Betriebe, bereits sehr viele Sofortmassnahmen zur Reduktion der Risiken erarbeitet werden können. Seitens der Betriebe besteht auch

eine grosse Bereitschaft zur Realisierung dieser Massnahmen.

Das vom Autor entwickelte Verfahren zur Erfassung und Berechnung von Chemielagerisiken ermöglicht eine objektive Beurteilung der Betriebe sowie eine systematische Selektion der gefährlichen Betriebe und Stoffe.

Wie Bild 3 zeigt, ist man im Falle von Winterthur von 90 Betrieben mit etwa 1500 Stoffen ausgegangen. Man konnte sie durch die Selektion mittels Gefährdungspotential auf 20 Betriebe mit etwa 100 Stoffen reduzieren. Durch die Begleitung der Betriebe und der Realisierung von Sofortmassnahmen konnte die Anzahl der Betriebe mit grösseren Risiken weiter reduziert werden (10 Betriebe, 20 Stoffe).

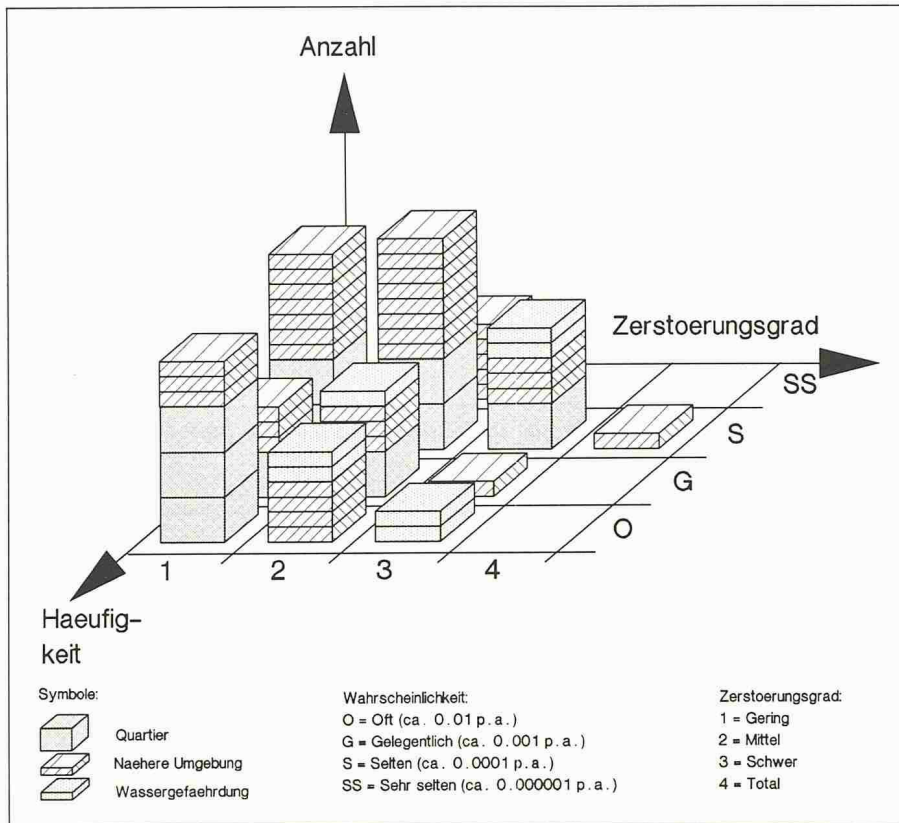


Bild 4. Darstellung der Risikosituation in Form einer Gefährdungsmatrix

Gefährdungssituation

Mit den Informationen aus den Betriebsbegehungen und den Daten aus den Gefährdungsberichten konnte eine realistische Risikoabschätzung durchgeführt werden. Dabei wurde die Bauweise, die Lagerungsart, die vorhandenen Sicherheitseinrichtungen und die Besiedlung der Umgebung berücksichtigt. Auf diese Weise konnte die Risikosituation für eine ganze Stadt in Form einer Gefährdungsmatrix (Bild 4) veranschaulicht werden.

Jeder Block entspricht einem potentiellen Störfall; die Lage in der Matrix gibt an, welche Auftretenswahrscheinlichkeit und welchen Zerstörungsgrad das Ereignis hat. Das Diagramm macht auch sofort sichtbar, wo sich Sofortmassnahmen aufdrängen. In erster Priorität sind sicher bei denjenigen potentiellen Gefahren Präventionsmassnahmen anzuordnen, die in der Häufigkeitskategorie «Oft» und in der Zerstörungsgrad-Klasse 2, 3 oder 4 liegen. In einer zweiten Dringlichkeitsstufe wird man dann die potentiellen Gefahren mit geringerer Auftretenswahrscheinlichkeit berücksichtigen.

Gewiss, Chemieunfälle sind auch mit dem hier vorgestellten Verfahren nicht voraussehbar, doch gibt ein solcher Chemierisiko-Kataster den verantwortlichen Stellen ein Instrument in die Hand, um sich eine Übersicht über die vorhandenen Gefährdungspotentiale zu schaffen und um Sofortmassnahmen anzuordnen, wo sie am dringendsten nötig sind.

Ein Chemierisiko-Kataster ist nicht zuletzt auch von grossem Nutzen für den Vollzug der Umweltschutzgesetzgebung. Überdies bildet er einen wertvollen Beitrag zur Vervollständigung der Einsatzpläne. Feuer- und Chemiewehr können daraus entnehmen, wo und in welchem Umfang problematische Stoffe gelagert werden.

Das hier beschriebene Verfahren wurde im Projekt «Chemierisiko-Kataster für die Stadt Winterthur», das der Autor im Auftrage der Firma GSS Zürich durchführte, mit Erfolg eingesetzt.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. A. Ziegler, dipl. Bauing. ETH/SIA, Ingenieurbüro Dr. A. Ziegler, Schaffhauserstr. 333, 8050 Zürich.

GLOSSAR

<i>Sicherheit</i>	Gewissheit, vor Gefahr(en) geschützt zu sein («Leib und Leben»), aber auch hinsichtlich materieller Güter)
<i>Risiko (im allgemeinen Sinn)</i>	Möglichkeit, einen Schaden zu erleiden; Gefahr
<i>Risiko (im engeren Sinn)</i>	Mass für die Grösse einer Gefahr; Funktion von Wahrscheinlichkeit eines schädigenden Ereignisses und Schadenausmass
<i>Akzeptierbares Risiko (Akzeptables Risiko)</i>	Risikowert, der im normativen Sinn für zumutbar erklärt wird (z. B. im Rahmen eines gesellschaftspolitischen Meinungsbildungsprozesses)
<i>Akzeptiertes Risiko «Objektives» Risiko</i>	Risiko, das unwidersprochen hingenommen wird Aufgrund eines Tatbestandes mit wissenschaftlichen Methoden feststellbares Risiko
<i>«Subjektives» Risiko</i>	Subjektive Einschätzung der Grösse eines Risikos oder einer Gefahr
<i>Individuelles Risiko</i>	Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum einen bestimmten Schaden erleidet
<i>Kollektives Risiko</i>	Risiko, bzw. Schadenerwartung eines Kollektivs
<i>Freiwilliges Risiko</i>	Risiko, welches freiwillig eingegangen wird (z. B. Klettern)
<i>Aufgezwungenes Risiko (unfreiwilliges Risiko)</i>	Risiko, welchem ein Individuum oder ein Kollektiv ohne eigene Einflussnahme ausgesetzt wird
<i>Restrisiko</i>	Nach Berücksichtigung aller getroffenen Sicherheitsmassnahmen verbleibendes Risiko
<i>Risiko-Aversion</i>	Subjektive Abneigung gegenüber einem Schadenereignis von Katastrophencharakter
<i>Risiko-Analyse</i>	Ermittlung oder Abschätzung eines Risikos mit wissenschaftlichen Methoden, insbesondere der Wahrscheinlichkeit eines schädigenden Ereignisses und des Schadenausmasses
<i>Risiko-Bewertung</i>	Wertung eines Risikos bzw. einer Gefahrensituation aufgrund gesellschaftspolitischer Gesichtspunkte (z. B. im Hinblick auf die Festlegung akzeptierbarer Grenzen)
<i>Schadenpotential</i>	Maximal denkbare Schadenausmass (Red.)