

A vertical border on the left side of the page, consisting of a grid of small icons. The icons are arranged in a repeating pattern of four rows. The first row contains icons for a cloud, a factory, a car, a sun, a cloud, and a factory. The second row contains icons for a building, a globe, an airplane, a stack of books, a building, and a globe. The third row contains icons for an exclamation mark, a flame, a person in a hard hat, a person with a spray gun, an exclamation mark, and a flame. The fourth row contains icons for a recycling symbol, a truck, a ship, a water drop, a recycling symbol, and a truck. The background of the page is a solid blue color.

# 1

## Methoden voor het bepalen van mogelijke schade



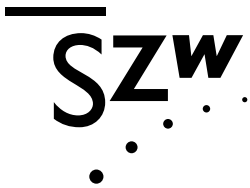
PUBLICATIREEKS  
GEVAARLIJKE STOFFEN

Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1

## **Methoden voor het bepalen van mogelijke schade**

**Aan mensen en goederen door het vrijkomen  
van gevaarlijke stoffen**

*Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties*



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

## TEN GELEIDE

---

Met ingang van 1 juni 2004 is de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen (AGS) benoemd door het Kabinet. Tevens is de Commissie van Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen (CPR) opgeheven.

De CPR bracht publicaties uit, de CPR-richtlijnen, die veelvuldig worden gebruikt bij vergunningverlening op grond van de Wet milieubeheer en binnen de werkterreinen van de arbeidsveiligheid, transportveiligheid en de brandveiligheid.

De CPR-richtlijnen zijn omgezet naar de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. Het doel van deze publicaties is in hoofdlijnen dezelfde als van de CPR-richtlijnen namelijk een overzicht geven, op basis van de stand der techniek van de voorschriften, eisen, criteria en voorwaarden die kunnen worden toegepast door overheden bij vergunningverlening aan en toezicht op bedrijven die werken met gevaarlijke stoffen. Alle CPR-richtlijnen zijn de omzetting naar PGS publicaties beoordeeld vanuit de volgende vragen;

- is er nog een bestaansreden voor de richtlijn of kan de richtlijn vervallen en
- kan de richtlijn ongewijzigd worden overgenomen of is actualisatie nodig.

Dit rapport: - Methoden voor het bepalen van mogelijke schade - is opgesteld onder auspiciën van de CPR door de subcommissie risico evaluatie en niet eerder gepubliceerd. Het betreft een herziening van CPR 16 uit 1989, die kort na opheffing van de CPR is afgerond.

Het Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), en het bedrijfsleven (VNO-NCW en MKB-Nederland) hebben positief geadviseerd over het uitbrengen van deze publicatie.

Mede namens mijn collega's bij de ministeries van Verkeer en Waterstaat, Sociale zaken en Werkgelegenheid en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,

De staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,

Drs. P.L.B.A. van Geel

Den Haag, Maart 2005

Meer informatie over de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen vindt u op [www.vrom.nl/externeveiligheid](http://www.vrom.nl/externeveiligheid)

## INHOUDSOPGAVE

---

### Inleiding

- 1A. Effecten van brand op personen
- 1B. Effecten van brand op constructies
- 2A. Effecten van explosie op mensen
- 2B. Effecten van explosie op constructies
- 3. Toxische verbrandingsproducten
- 4. Schade door acute intoxicatie
- 5. Bescherming tegen toxische stoffen door verblijf binnenshuis
- 6. Aanwezigheidsgegevens

## INLEIDING

### 1. Diepgang en beperkingen van het schadeboek

Het voorliggende schadeboek bevat een aantal modellen waarvan de diepgang en beperkingen enerzijds zijn bepaald door de kennis welke over de effect-schade relaties bestond en anderzijds worden bepaald door het voor de ontwikkeling van het schadeboek beschikbare budget. In een aantal gevallen was de kennis ontoereikend om alle in het schadeboek gegeven modellen strikt wetenschappelijk te onderbouwen. Een voorbeeld daarvan is het gebruik van toxiciteitgegevens in effect-schademodellen. Op grond van de voorstellen van de onderzoekers ten aanzien van de toe te passen methodieken is, in afwachting van meer informatie, een consensus in de toenmalige CPR ten aanzien van de toe te passen modellering overeengekomen. In zijn algemeenheid dient het schadeboek geplaatst te worden in de periode waarin het onderzoek is uitgevoerd. Zelfs bij het ter perse gaan van het boek waren al weer nieuwe onderzoeksresultaten beschikbaar of tekende een beter begrip ten aanzien van de behandelde materie zich af.

Het schadeboek is ontwikkeld met een beperkt budget en moest, gegeven de behoefte aan duidelijkheid en standaardisatie ook geen jarenlang onderzoek kosten. Het beperkte budget en de tijdsplanning vinden logischerwijs hun weerslag in een aantal van de beschreven modellen. In vergelijking met de vorige uitgave van het schadeboek uit 1989 zijn een aantal hoofdstukken uitgebreid en is de naam van enkele hoofdstukken gewijzigd.

Samengevat is de CPR van mening dat het voorliggende schadeboek moet worden gezien als een aanbeveling ten aanzien van het gebruik van effect-schademodellen met de aantekening, dat om budgettaire, praktische en pragmatische redenen soms verder gegeneraliseerd wordt dan in feite op grond van beschikbare specifieke kennis aan mogelijkheden voorhanden is. Nochtans is de CPR van mening dat dit schadeboek in de behoefte aan duidelijkheid en standaardisatie met betrekking tot effect-schademodellen voorziet, los van het feit dat er motivatie voor uitbreiding en herziening van modellen in de toekomst zal blijven bestaan.

### 2. Kaderstelling van het "Schadeboek"

In het thans voorliggende Schadeboek worden schademodelen gepresenteerd (ook wel genoemd kwetsbaarheidmodellen) ten behoeve van het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen door het vrijkomen van gevaarlijk stoffen. Aan het hanteren van de schademodelen zal over het algemeen een toepassen van zogenaamde effectmodellen voorafgaan. Een belangrijk standaardwerk, waarin deze modellen zijn opgenomen, is het "Gele boek" (1). Het betreft dan het berekenen van concentraties van een stof in de atmosfeer, het berekenen van warmtestralingintensiteiten en het berekenen van overdrukken door explosies. Alle genoemde effecten zijn een functie van de afstand tot het ontsnappingspunt. Met behulp van schademodelen kunnen de berekende effecten worden omgerekend naar schade aan mensen of goederen.

Te zamen met het kansenboek (2) en het Gele boek (1), vormt dit Schadeboek een deel van de reeks standaardwerken ten behoeve van risico-analyse. Risico-analyse is een niet in alle opzichten exacte wetenschap. Toch is gebleken dat het toepassen van de hierboven genoemde modellen kan bijdragen aan een vergroting van het inzicht in risico's van het omgaan met gevaarlijke stoffen en dus aan het terugdringen van de risico's. Vanwege de relatief grote onzekerheden die worden geïntroduceerd, is echter voorzichtigheid geboden bij de interpretatie van de resultaten van een risico-analyse.

Een beschouwing van de onzekerheden in het toepassen van de gepresenteerde schademodelen is zoveel mogelijk bij de verschillende schademodelen zelf opgenomen (zie de desbetreffende hoofdstukken). Deze onzekerheden dienen te worden geplaatst in het geheel van een risico-analyse.

Zowel in de kansbepaling van ongewenste gebeurtenissen als wel in de effectberekeningen worden ook onzekerheden geïntroduceerd. In de COVO-studie en de LPG-Integraalstudie worden globaal de volgende onzekerheden genoemd: een factor 10-100 in de kansen en een factor 10 in de gevolgen. In de "De onzekerheid van effectberekeningen in risicostudies"(3) is nader ingegaan op de parameteronzekerheid in de effectmodellen. Een spreiding van een factor 2-6 wordt daarin genoemd.

Bij het toepassen van de schademodelen moet de gebruiker zich dus realiseren dat de resultaten van de effectberekeningen (uitgangspunt voor de schadeberekening) onzeker zijn. De schadeberekeningen zelf introduceren extra onzekerheden. Deze onzekerheden zijn van verschillende aard:

- a. Modelonzekerheden.  
Belangrijk in dit verband is het verschil in kwetsbaarheid van mensenonderling en van constructies onderling.
- b. Parameteronzekerheden.  
Essentieel zijn hier bijvoorbeeld: aanwezigheidsgegevens, toxiciteitsgegevens, blootstellingsduur (vluchtgedrag), etc.

In het Paarse Boek (4) zijn de parameters vastgelegd die in risico-analyses worden gebruikt met het doel de verschillen in uitkomsten van risicoberekeningen zoveel mogelijk te beperken.

Voor het verkrijgen van een inzicht met betrekking tot de veiligheidsafstanden tussen installatie(s) (-onderdelen), of tussen installaties of transportroutes en (woon-)bebouwing, kunnen schadeberekeningen echter zeker een rol spelen.

Ook ten behoeve van het opstellen van rampbestrijdingsplannen is dat het geval. Bij het vergelijken van verschillende berekeningsresultaten van dezelfde modellen, zal een geconstateerd verschil een kleinere onzekerheid bevatten. Een relatief gebruik (vergelijken van verschillende locaties/veiligheidsvoorzieningen/routes etc.) levert dus de beste resultaten. Het verdient aanbeveling om de invloed van de onzekerheden bij het hanteren van de schademodelen nader te kwantificeren. Aan de hand daarvan kan ook middels nader onderzoek getracht worden de onzekerheden te verkleinen.

De resultaten zullen in dienst moeten staan van een verhoging van de veiligheid. Daarbij is echter ook een groot aantal andere technieken voorhanden (procesveiligheidsanalyse, HAZOP, safety audits etc.). In het algemeen zal een goed risicomanagement erop toezien dat kennis en ervaring up to date zijn, de installatie veilig is en het onderhoud goed. Tot goed risicomanagement hoort echter ook het verkrijgen van inzicht in mogelijk optredende schade na een onverhoopt ongeval. De voorliggende modellen kunnen hierbij behulpzaam zijn en zijn een weerslag van de kennis op dit gebied anno 2004.

#### Referenties

1. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen nr. 2, Methods for the calculation of physical effects, het gele boek.
2. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen nr. 4, Methoden voor het bepalen en verwerken van kansen, het rode boek.
3. De onzekerheid van effectberekeningen in risicostudies. AVIV, januari 1986.
4. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen nr. 3, Guidelines for Quantitativ Risk Assessment, het paarse boek.