

BETRIEBSANLEITUNG

ISi Technologie GmbH

---

MET<sup>®</sup> für  
PocketPC

ISI TECHNOLOGIE GMBH

# Betriebsanleitung

---

© ISI Technologie GmbH  
Rorschacherstr. 126  
9450 Luechingen • Schweiz  
Telefon 41 71 750 06 76 • Fax 41 71 750 06 79

---

MET für PocketPC Copyright 2006 by ISi Technologie GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Anleitung darf ohne schriftliche Genehmigung der ISi Technologie GmbH in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung, digitale Verarbeitung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen verarbeitbare Form transferiert werden.

Kontaktadresse:

ISi Technologie GmbH

Rorschacherstr. 126

9450 Lüchingen

Schweiz

Telefon +41 (0)71 750 06 76

Telefax +41 (0)71 750 06 79

E-Mail [met@isitech.com](mailto:met@isitech.com)

WWW <http://www.isitech.com>

Verwendete Warenzeichen:

Microsoft Windows Mobile sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft. MET ist ein eingetragenes Warenzeichen der ISi Technologie GmbH.

# Inhaltsverzeichnis

<b><u>EINLEITUNG</u></b>	<b>5</b>
<b>UNTERSCHIED FREEWARE UND PRO-VERSION</b>	<b>5</b>
<b><u>SUBSTANZSUCHE</u></b>	<b>7</b>
<b>SUCHEN MIT HILFE DER UN-NR</b>	<b>8</b>
<b>SUCHEN MIT HILFE DES ANFANGSBUCHSTABEN EINES SUBSTANZNAMENS</b>	<b>8</b>
<b>SUCHEN MIT HILFE EINES TEILS DES SUBSTANZNAMENS</b>	<b>8</b>
<b><u>GEFAHRENDIAMANT</u></b>	<b>10</b>
<b><u>MET<sup>®</sup></u></b>	<b>12</b>
<b>DIE BESTIMMUNG DER GEFÄHRDUNGSDISTANZEN</b>	<b>12</b>
<b>EIN BEISPIEL</b>	<b>13</b>
<b>VORAUSSETZUNGEN FÜR EINEN ERFOLGREICHEN EINSATZ VON MET</b>	<b>18</b>
<b>HINWEISE</b>	<b>20</b>
ALLGEMEINES	20
BEURTEILUNG DER METEOROLOGISCHEN SITUATION	21
ANGABE DER WINDRICHTUNG	21
ABSCHÄTZUNG DER FREIGESETZTEN MENGEN	22
GERUCH	22
AUSBREITUNGSDISTANZEN	22
AUSBREITUNGSWINKEL IN WINDRICHTUNG	22
BRANDFALL	23
TIEFKALTE GASE	23
<b><u>DATEN</u></b>	<b>24</b>
<b><u>ERI-CARDS</u></b>	<b>26</b>

<b>UMRECHNUNG VON EINHEITEN</b>	<b>28</b>
<b>OPTIONEN</b>	<b>30</b>
<b>PROGRAMM-MENÜ</b>	<b>32</b>
<b>INFO-DIALOG</b>	<b>35</b>
<b>GLOSSAR</b>	<b>36</b>
<b>LITERATUR</b>	<b>47</b>
<b>INDEX</b>	<b>56</b>

## Einleitung

*MET für PocketPC Freeware und PRO Version.*

**D**er technische Fortschritt der letzten Jahre hat dazu geführt, dass Funktelefone oder auch Mobiles genannt unter der berufstätigen Bevölkerung eine weite Verbreitung gefunden haben. PocketPC zur Terminplanung sind bei Geschäftsreisenden weit verbreitet und die Entwicklung zu immer kompakteren und leistungsfähigen Universalgeräten mit PocketPC-Funktionalität, Telefon- und auch Navigationsfunktionen hält an (auch PDA genannt).

Das Modell für Effekte mit toxischen Gasen (kurz MET®) wurde als schnelles Entscheidungswerkzeug entwickelt um im Katastrophenfall eine schnelle Gefahreneinschätzung zu ermöglichen. Bisher musste Frau oder Mann das MET-Büchlein und ein Buch mit den relevanten Tox-Daten zur Hand haben um eine Abschätzung zu ermöglichen. Neu gilt mit MET® für PocketPC: Mobile dabei - MET® dabei!

Unser neues Produkt MET® für PocketPC schliesst die Lücke zwischen dem MET®-Tabellenwerk in Buchform und der PC Version. Als Vorbild gilt uns das "Taschenmesser" mit vielen sinnvollen Funktionen für die tägliche Arbeit.

Mit dieser Version finden Sie schnell Informationen anhand der UN-Nr oder Teile des Substanznamen zur gewünschten Substanz wie ADR-, Stoffdaten, ERICards, Masseinheiten-Umrechnung und selbstverständlich MET® mit den Gefährdungsdistanzen im Freien und im Schutz eines Hauses bei der Freisetzung eines toxischen Gases (analog den MET®-Tabellen).

### Unterschied Freeware und PRO-Version

MET® für PocketPC Freeware Version ist eine Auskopplung der PRO Version MET® für PocketPC und bietet die ERICards und ADR-Daten. Die Freeware Version ist für sich ein nützliches Programm auch wenn es kostenlos ist. Zusätzlich um Ihnen die PRO Version schmackhaft zu machen, können Sie mit einer Substanz (UN-Nr 1040) auch sämtliche Funktionen der PRO Version testen.

Die PRO Version MET® für PocketPC bietet zusätzlich zur Freeware-Version die Möglichkeit für viele Stoffe mit MET® Gefährdungsdistanzen abzuschätzen,

Stoffdaten einzusehen, den Gefahrendiamant des Stoffs anzuzeigen und Konzentrationen von ppm nach mg/m<sup>3</sup> oder umgekehrt umzurechnen.

Die Unterschiede zwischen der MET® für PocketPC Freeware und der PRO Version MET® für PocketPC sehen Sie in folgender Tabelle zusammengefasst:

	MET® für PocketPC Freeware Version	MET® für PocketPC PRO Version
Substanzsuche mit UN-Nr oder Namen	✓	✓
Unschärfe Substanzsuche	✓	✓
ERI-Cards	✓	✓
ADR Klassifizierung	✓	✓
Gefahrendiamant	- <sup>1</sup>	✓
MET	- <sup>1</sup>	✓
Einheiten-Umwandlung	- <sup>1</sup>	✓
Substanzdaten: Siedepunkt, Schmelzpunkt, Molmasse, Untere Explosionsgrenze, Toxizitätswerte	- <sup>1</sup>	✓
Support	-	✓

<sup>1</sup> Bei der Freeware Edition ist genau 1 Stoff vorhanden bei dem alle Funktionen zur Verfügung stehen.

#### **Ihre Wünsche**

Haben Sie Wünsche, die von diesem Programm nicht abdeckt werden?  
Dann **senden Sie uns ein E-Mail (E-Mail Adresse: [met@isitech.com](mailto:met@isitech.com))**.  
Wir brennen auf Ihre Vorschläge!

## Substanzsuche

*Mit dem Programm MET® für PocketPC wollen Sie schnell Informationen zu einem Stoff abrufen oder eine Gefährdungseinschätzung vornehmen. Die von Ihnen gesuchte Substanz muss also möglichst effektiv gefunden werden können. Diese Funktion erfüllt der Dialog „MET-Suche“.*

**B**eim Aufstarten des Programms öffnet sich automatisch der „MET-Suche“ Dialog. Oben im Dialog sehen Sie das Eingabefeld für die Stoffidentifikation. Rechts davon der Schalter "Suche" und darunter die Liste mit den gefundenen Substanzen. In dieser Liste können Sie dann einen der gefundenen Stoffe anklicken und mit dem Schalter "Wähle" das Programm anweisen in der Datenbank diesen Stoff zu laden.

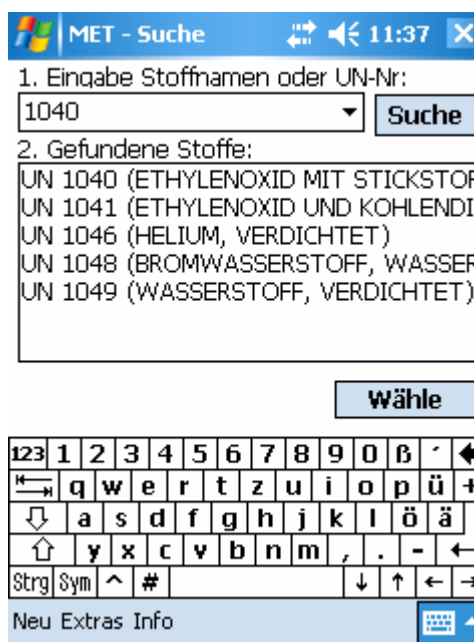


ABBILDUNG 1 sehen Sie die Liste der gefundenen Stoffe nach der Eingabe der UN-Nr 1040.

## Suchen mit Hilfe der UN-Nr

Zum Finden eines Stoffnamens wird in das Feld "Eingabe Stoffnamen oder UN-Nr" die UN-Nr eingegeben. Beispielsweise die Nummer "1040". Das Programm zeigt während dem Eintippen jeweils max. 10 weitere UN-Nr an. Also wenn Sie eine 1 eintippen erscheinen die UN-Nr 1, 2, ...,9, 10. Wenn Sie 10 eingegeben haben die Substanzen mit UN-Nr 10, 11, .., 19. Weiter mit 104 erhalten Sie die Substanzen mit UN-Nr 104, 105, .. 114. Und zuletzt wenn Sie 1040 eingeben erscheinen, die Nummern 1040, 1041, ..., 1049.

Jede gefundene UN-Nr wird zur Kontrolle in Klammern mit dem Stoffnamen ergänzt. Für die UN-Nr 1040 erhalten Sie den Text: „UN 1040 (ETHYLEN-OXID MIT STICKSTOFF)“. Sie sehen ebenso in der Liste mit den gefundenen Substanzen, z.B. dass Ethylenoxid verschiedene UN-Nummern zugewiesen wurden. In diesem Beispiel: „UN 1041 (ETHYLENOXID UND KOHLEN-DIOXID)“.

## Suchen mit Hilfe des Anfangsbuchstaben eines Substanznamens

Als Alternative zur UN-Nr kann ebenfalls einfach der Substanzname in das Eingabefeld eingetippt werden. Das Programm zeigt während der Eingabe laufend die nächsten 10 Stoffnamen in alphabetisch ansteigender Reihenfolge an. Mit diesem Vorgehen ist in den meisten Fällen gewährleistet, dass nur so wenig Buchstaben eingegeben werden müssen wie nötig.

## Suchen mit Hilfe eines Teils des Substanznamens

Möchten Sie mit einem Teilnamen eine Suche starten geben Sie diesen Teilname in das Eingabefeld ein und aktivieren Sie die Taste „Suche“. Diese Suchroutine benötigt allerdings mindestens die Eingabe von 3 Buchstaben um eine Suche durchzuführen zu können. Beispielsweise können Sie so alle Stoffnamen finden die „oxid“ enthalten (siehe ABBILDUNG 2).

Die Suchroutine weist auch eine gewisse Toleranz gegenüber Eingabefehlern auf. Wenn Sie beispielsweise „Schefeld“ eingeben und die Taste „Suche“ betätigen finden Sie trotzdem Schwefeldioxid (siehe ABBILDUNG 2).

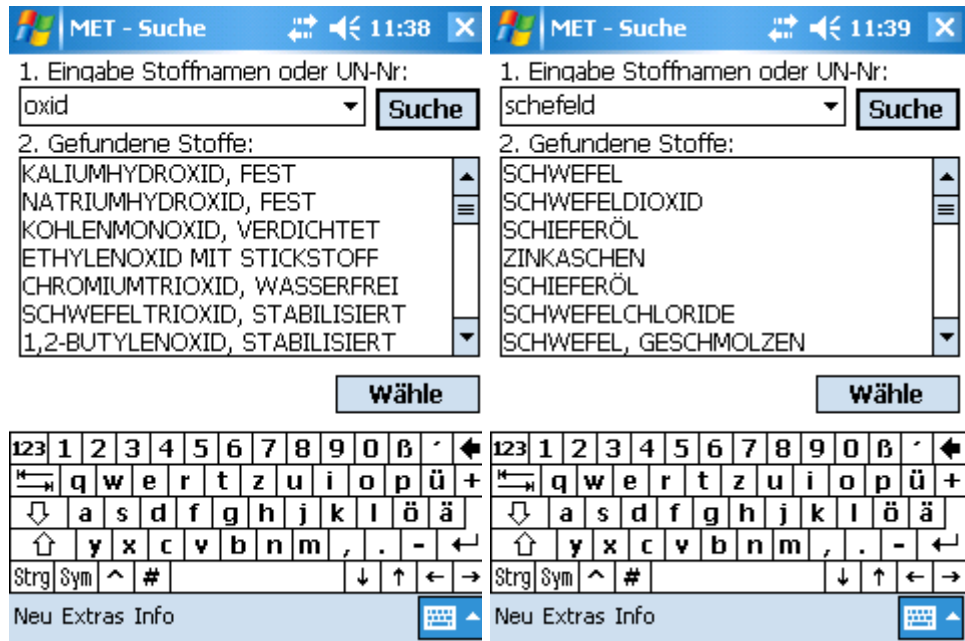


ABBILDUNG 2 Sie sehen links die gefundenen Stoffnamen nach der Suche mit dem Teilnamen „oxid“. Rechts eine Eingabe mit Tippfehler: Es wurde „schefeld“ statt „schwefeld“ eingegeben. Das Programm findet trotzdem dank toleranter Suche „Schwefeldioxid“.

## Gefahrendiamant

*Die eigentliche Schaltzentrale im Programm ist der Dialog "MET- Gefahrendiamant": Von diesem Dialog aus werden die weiteren Programmteile MET, Daten oder ERI-Cards aufgerufen. Wichtig für eine einfache Benutzerführung: Diesen Dialog erreichen Sie immer nach der Auswahl einer Substanz. Sie erkennen mit dem Gefahrendiamant auf einen Blick die Haupt-Gefährdungen des gewählten Stoffs.*

**O**ben im gelb hinterlegten Bereich sehen Sie zur Kontrolle nochmals den Namen des gewählten Stoffs (siehe ABBILDUNG 3).

Zentral im Dialog erkennen Sie den Gefahrendiamanten zum Stoff gemäss NFPA Standard System 704. Der Gefahrendiamant gibt auf einen Blick Auskunft über die Hauptgefährdungen einer Substanz, wobei die Gefährdungen in Brandgefahr (rot), Gesundheitsgefahr (blau) und Reaktionsgefahr (gelb) und Besondere Anweisungen (weiss) aufgeteilt sind. Ein Klick auf die unterstrichene Beschriftung gibt zusätzliche Auskunft über die Bedeutung der Zahl in der entsprechenden Hauptgefährdung.

Unterhalb des Gefahrendiamants sind die Schalter zur Verzweigung in die Programmteile: "MET", "Daten" oder "ERI-Card" ersichtlich.

Für gewisse Substanzen gibt es keine NFPA Klassifizierung (z.B. für Gemische) oder sie ist in der Datenbank nicht vorhanden. Das Programm zeigt in diesem Fall als Ersatz die orange Gefahrentafel an. (MET® für PocketPC Freeware Version zeigt nur im Fall von UN-Nr 1040 den Gefahrendiamant an, bei allen anderen Stoffen zeichnet das Programm die orange Gefahrentafel).

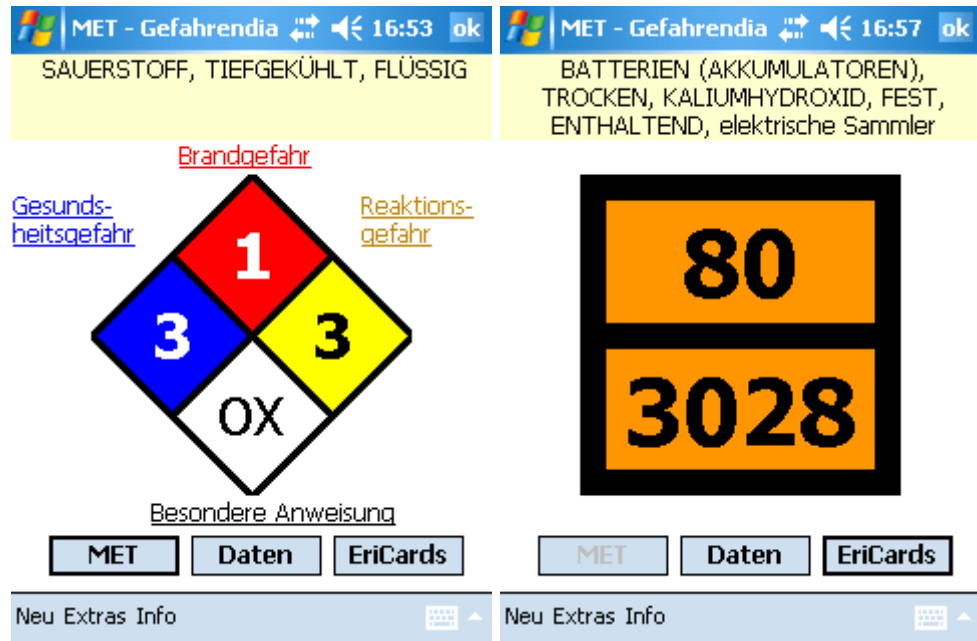


ABBILDUNG 3 Der Dialog „MET - Gefahrendiamant“ links mit Gefahrendiamant gemäss NFPA Code 704. Rechts mit orangen Gefahrentafel.

## MET<sup>®</sup>

*Das Modell für Effekte mit toxischen und brennbaren Gasen kurz MET erlaubt in der PocketPC-Version die schnelle Bestimmung von toxischen Gefährdungsdistanzen für Personen im Freien und im Schutz eines Hauses. Das Programm verwendet dazu die Werte wie im Schweizer Feuerwebrordner, dem Handbuch Gefahrgut-Ersteinsatz oder der Schweizer Armee für interne Zwecke publiziert sind. Die Windows-Version verwendet zum Unterschied das numerische MET<sup>®</sup>-Rechenmodul.*

**Z**ur einfachen und sicheren Bedienung stellt das Programm eine Entscheidungshilfe zur Verfügung, die Ihnen Schritt für Schritt jeweils eine Frage vorführt, die Sie durch Wahl einer Vorgabe beantworten. Am Ende dieser Frage-Antwort Abfolge steht der Masse-Eingabe-Dialog. Dort legen Sie die freigesetzte Masse fest und aktivieren die Taste "Ermittle Gefährdungsdistanzen". Das Programm zeigt dann die Gefährdungsdistanzen für Personen im Freien und für Personen im Innern von Häusern sowie den Ausbreitungswinkel an. Die Distanzangabe vom Freisetzungspunkt aus, entspricht der Distanz bei der noch 10% der Bevölkerung mit gesundheitlichen Auswirkungen durch den freigesetzten Stoff reagieren können.

### Die Bestimmung der Gefährdungsdistanzen

Die in dieser Version ausgegebenen Gefährdungsdistanzen werden wie im MET-Tabellenwerk bestimmt. Die maximale Masse ist wie im Tabellenwerk 50'000 kg, der Bereich der Toxizitäten ist 0.01 ppm bis 1000 ppm (bezogen auf den ERPG-2 Wert). **Falls Sie eine höhere Masse als 50'000 kg eingeben erscheinen die Ausgabedistanzen rot mit einem „grösser als“- Zeichen.** Wird ein Stoff mit einem Toxizitätswert ausserhalb des Bereichs gewählt verwendet das Programm eine logarithmische Extrapolation. Innerhalb der Masse- und Toxizitätswerte verwendet das Programm eine logarithmische Interpolation.

## Ein Beispiel

Ein Tank eines Lastwagens mit 20 Tonnen kryogenem Ammoniak reißt bei einer Kollision. Der gesamte Inhalt wird freigesetzt. Zur Zeit des Unfalls 13:45 weht ein Wind von ca. 10km/h, der Himmel ist klar.

Ausgehend vom Dialog "MET- Gefahrendiamant" wird die untere linke Taste auf der Maske mit der Bezeichnung "MET" aktiviert. Auf dem nachfolgenden Dialog wird MET mit dem Betätigen des Schalters "Start" gestartet:

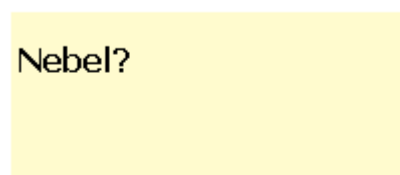


Beantworten Sie folgende Fragen.  
Drücken Sie die START-Taste!

START



Es erscheint die erste Frage, ob Nebel direkt im Ausbreitungsraum der toxischen Wolke liegt:



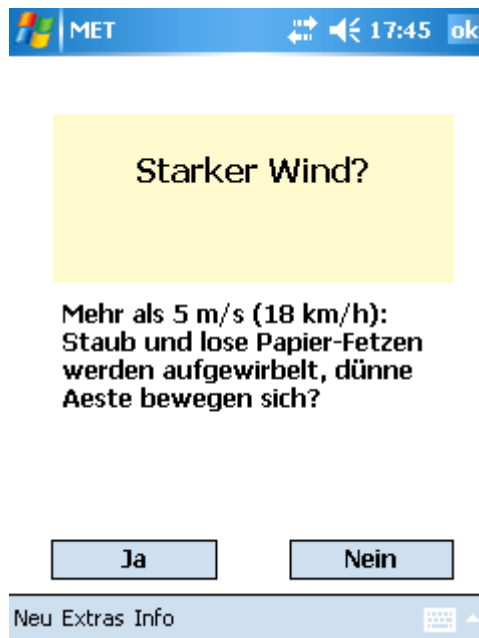
Liegt Nebel direkt im  
Ausbreitungsraum einer  
toxischen Wolke?

Ja

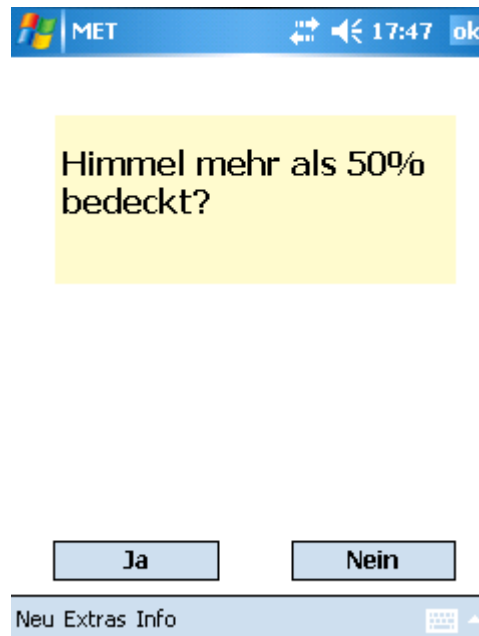
Nein



Gemäss Beschrieb der Wettersituation liegt kein Nebel vor, also antworten wir mit "Nein".



Das Programm fragt ob "Starker Wind?" vorliegt. Wir wählen "Nein":



In unserem Fall ist der Himmel klar also wählen wir NEIN:

Tageszeit?

Tag gilt während einer halben Stunde nach Sonnenaufgang bis eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang.

Tag

Nacht

Neu Extras Info

Die Tageszeit ist Tag, also aktivieren wir die Taste "Tag":

Sehr leichter Wind?

Weniger als 1 m/s (3.6 km/h)

Ja

Nein

Neu Extras Info

Sehr leichter Wind? liegt nicht vor, weil gemäss Beschreibung oben die Windgeschwindigkeit ca. 10km/h beträgt also wählen wir Nein:

Brand?

Ist die freigesetzte, toxische Substanz einem Brand ausgesetzt?

Ja

Nein

Neu Extras Info

Ein Brand liegt nicht vor, also wählen wir Nein:

Freisetzung eines verflüssigten oder tiefkalten Gases?

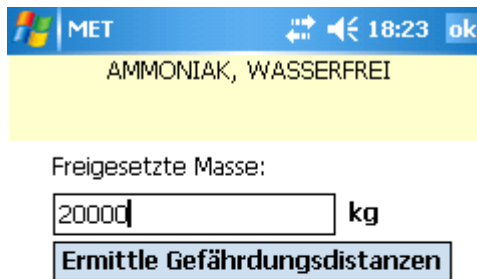
Liegt das freigesetzte Gas unter Druck oder tiefkalt verflüssigt vor?

Ja

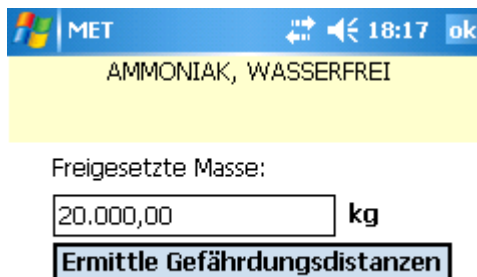
Nein

Neu Extras Info

Ammoniak wird als tiefkaltes Gas freigesetzt also wählen wir Ja:



Wir geben die freigesetzte Masse an Ammoniak in das Programm ein und aktivieren die Taste "Ermittle Gefährungsdistanzen":



Gefährungsdistanzen:	
Im Freien:	1 km
Im Haus:	200 m
Ausbreitungswinkel :	60°



Das Modell schätzt eine Gefährungsdistanz von 1 km für Personen im Freien und 200 Meter für Personen im Schutz eines Hauses ab.

Die Distanzangabe vom Freisetzungspunkt aus, entspricht der Distanz bei der noch 10% der Bevölkerung mit gesundheitlichen Auswirkungen durch den freigesetzten Stoff reagieren können.

## Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz von MET

Die Anwendung dieses Ausbreitungsmodells verlangt eine chemisch, physikalisch und toxikologisch korrekte Beurteilung der Gesamtlage, die nur von Fachleuten mit der notwendigen Zuverlässigkeit vorgenommen werden kann. Durch unrealistische Über- und Unterreaktion geht die Glaubwürdigkeit in die getroffenen Massnahmen verloren. Eine wirkungsvolle Anwendung des Modells wird daher weitgehend von der Erfahrung und dem Wissen dieser Fachleute abhängen. Zahlreiche markante Unfälle und Katastrophen der vergangenen Jahre beleuchten die spezifische, durch die abrupte Freisetzung giftiger Stoffe geprägte Bedrohungsform von Chemieereignissen und die zu ihrer Bewältigung erforderlichen, ebenso spezifische Bekämpfungs-, Schutz- und Rettungsmassnahmen auf lokaler und regionaler Ebene: Seveso, 10.7.76; Mississauga, 10.11.79; Bhopal, 20.12.84; Nyos-See, 21.8.86; Schweizerhalle, 1.11.86; Nantes, 29.10.87; Massa, 17.7.88; «Exxon Valdez», Alaska, 24.3.89; Ufa/Ural, UdSSR, 4.6.89; Hagersville, Ontario/Canada, 12.2.90; Frankfurt, 21.1.93; Alberton, Montana, 11.4.1996; Graniteville 6.1.05; Lunken, 28.8.05; Buncefield 11.12.05

Die Bearbeitung solcher Szenarien verdeutlicht die vielschichtige Problematik der Ereignisbewältigung für die Führung wie beim Einsatz; dies mit Blick auf die zeitliche Dringlichkeit, die Schwierigkeit, Ausmass und Charakter der Schadstoffeinwirkung (Toxizität) zu erfassen und die Entwicklung der Gefährdungssituation abzuschätzen. Und doch ist diese Lagebeurteilung bestimmend für Alarmierung, für die Massnahmen zum Schutz von Personen, Tieren und Gütern, ebenso wie für das Verhalten der zur Bekämpfung eingesetzten Mannschaften.

- Die vorliegende Abschätzmethode führt zu **Richtwerten**. Die daraus abzuleitenden Sofortmassnahmen sind in der Folge den Beobachtungen beim Ereignisablauf (z.B. gefärbte Gaswolken, Nebelbildung) bzw. den gemessenen Werten der Ausbreitung anzupassen.
- Der Katastrophenschutz zieht im Falle von C-Ereignissen für die Bevölkerung das «Schutzsuchen in Häusern» einer grossflächigen Evakuation vor. Diese Methodik hat wohlüberlegte und praktische Gründe. Daher finden sich in diesem Modell auch Distanzabschätzungen für Personen im Innern von Häusern. Das oben erwähnte Prinzip lässt jedoch immer noch zu, dass einzelne, besonders gefährdete Bauten im Ereignisgebiet durch die Einsatzorgane geräumt werden, sofern die Situation dies erlaubt, und die Bewohner dadurch nicht noch grösseren Risiken ausgesetzt sind.
- Bei der Ausbreitung von Gaswolken eines Stoffes in der freien Atmosphäre spielen die herrschenden Wetterverhältnisse eine massgebende Rolle.
- Daneben ist es von Bedeutung, ob beim betrachteten Ereignis gleichzeitig ein Brand ausgebrochen ist. Liegt ein Brand in unmittelbarer Nähe des

freiwerdenden Stoffes vor, oder brennt letzterer selbst, so wird durch die Hitze die freigesetzte Gaswolke (ursprünglicher Stoff und allfällige Brandgase) vorerst in eine höhere Schicht der Atmosphäre verfrachtet. Bei diesem Fall muss aber damit gerechnet werden, dass einerseits Verbrennungsprodukte oder andererseits unverbrannte Stoffe in einer weiteren Entfernung vom Nullpunkt des Ereignisses wieder auf den Boden auftreffen können.

- Die Ausbreitungs- resp. Einwirkungsdistanzen der Gaswolken hängen im Weiteren von der beteiligten Leckmenge und von der Giftigkeit (Toxizität) der (des) involvierten Stoffe(s) ab.

Die Erfahrung aus Unfällen lehrt, dass die Gefährdung durch Emissionen von Giftstoffen besondere Massnahmen der Ereignisvorsorge und -bekämpfung erfordert, und zwar:

a) in der Vorbereitungsphase

- Kenntnisse der in Produktion, Lagerung, Transport, Handhabung und Verarbeitung involvierten chemischen Stoffen und Abschätzungen ihrer Auswirkungen im Störfall (Brand, Explosion, Leck, unerwünschte Reaktionen).
- Die Betreiber sind gehalten, Inventare zu erstellen, die ihrerseits in Gefahrenkataster der Behörden einfließen.
- Eine zusätzliche Massnahme stellt die vorgeschriebene Kennzeichnung der Fahrzeuge im Gefahrgütertransport dar.
- Ein integriertes Alarmsystem zugunsten der Bevölkerung, das die Alarmierung begrenzter lokaler oder regionaler Gebiete zulässt.
- Ausarbeitung lokaler und regionaler Warn- und Einsatzpläne für die Einsatzorgane, die Rücksicht auf alle im Vordergrund stehenden Risiken für Störfälle nehmen.
- Geschulte Chemiewehr-Fachberater, die der Einsatzleitung im Ereignisfall zur Seite stehen. Solche Spezialisten werden durch die Behörden aus- und weitergebildet.
- Verhaltensregelungen für den zivilen und militärischen Bereich sowohl in Friedenszeiten als auch im Aktivdienst.

b) im Ereignisfall

- Veranlassung unverzüglicher Schutzsuche der Bevölkerung im Innern von Häusern als erste Massnahme (Türen und Fenster schliessen, Ventilationen und Klimaanlage ausschalten, Radio hören, Massnahmen befolgen).

- Eine vorübergehende Verlegung von Personen aus dem direkten Gefahrenbereich (Räumung) erfolgt nur in Ausnahmefällen.
- Schutz vor dem Übergreifen der Gefährdung auf benachbarte Gefahrenquellen.
- Schutz der Trinkwasserressourcen (Grundwasser), u.U. vorübergehende Sperrung der Versorgung.
- Auffangen der Löschwässer, um die Ausbreitung von Schadstoffen in die Umwelt zu vermeiden (Auffangwannen, Tankfahrzeuge).
- Information der Öffentlichkeit über die Vergiftungs-, Explosions- und Korrosionsgefahren sowie über die zu ergreifenden Schutzmassnahmen, als Daueraufgabe ab Alarmauslösung.

Der spezifische Charakter von Ereignisbekämpfung und Schutzmassnahmen bedingt primär die Bestimmung der Toxizität freigesetzter Schadstoffe und des Gefährdungsraumes.

Rasches Handeln ist angesichts der knapp bemessenen Reaktionszeit in der «kritischen Phase» - entscheidend.

## Hinweise

### Allgemeines

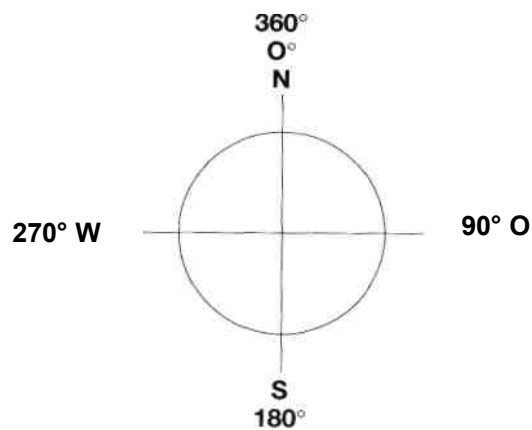
Das in dieser Version vorhandene MET-Modell gilt ausschliesslich für die Ausbreitung von Schadstoffen über die Luft. Die Ausbreitung für den Fall einer radioaktiven Verstrahlung, einer Gewässerverschmutzung (Fluss, See, Grundwasser) oder einer Kontamination werden nicht abgedeckt.

#### Beurteilung der meteorologischen Situation

Die lokale Wettersituation - insbesondere die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung - kann bereits über kurze Distanzen horizontal und vertikal unterschiedlich sein. Es ist daher angezeigt, die lokal gültigen Verhältnisse im Ausbreitungsgebiet an Hand von mobilen Meteostationen, Windmessern oder von Rauchfahnen in der Umgebung zu verfolgen.

#### Angabe der Windrichtung

- Windrichtung, Leitsatz: «Der Wind bläst aus Richtung...» Westwind heisst also, dass der Wind aus Richtung Westen bläst (und nach Osten verläuft).



- Einteilung der Windrose: Leitsatz: Die Windrose wird in 360° eingeteilt, die Zählung verläuft im Uhrzeigersinn von N nach E - S - W zurück nach N

#### Abschätzung der freigesetzten Mengen

Die Masse des freigesetzten Stoffes oder der Substanzgemische in kg muss **realistisch geschätzt** werden. Eingeleitete Massnahmen, die der Eingrenzung einer Leckage dienen, sollen nur dann berücksichtigt werden, wenn sie mit grosser Wahrscheinlichkeit greifen werden.

#### Geruch

Die ermittelten Gefährdungsdistanzen haben nichts mit einer möglichen Geruchsbelästigung zu tun, welche noch bedeutend grössere Distanzen erreichen können.

#### Ausbreitungsdistanzen

Die Distanzen sind so ermittelt, dass die empfindlicheren Bevölkerungsgruppen (Kinder, Kranke, ältere Personen) miteingeschlossen sind.

Die Ausbreitungsdistanzen für «Personen im Innern von Häusern» gelten nur, wenn:

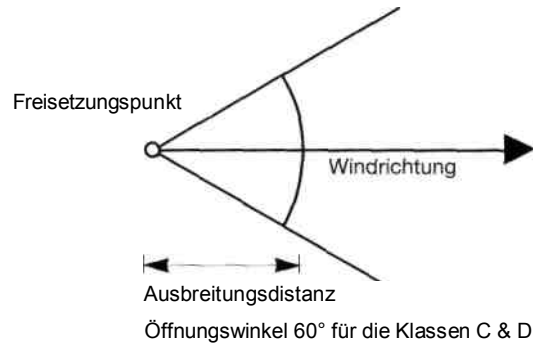
- Türen, Fenster und andere Öffnungen geschlossen und alle Lüftungsanlagen (z.B. Klimaanlage, Ventilationen) sowie Öl-, Gas-, Kohle- oder Holzheizungen abgestellt sind, und
- die Dichtheit der Gebäudehülle einem durchschnittlichen Wohnhaus entspricht (Luftwechselrate 0.4 pro Stunde, d.h. 40% der Luft im Haus werden pro Stunde ausgetauscht).

Die empfindlicheren Bevölkerungsgruppen sind auch in den Ausbreitungsdistanzen für «Personen im Innern von Häusern» berücksichtigt. Reizungen im «Innern von Häusern» treten verzögert ein und sind je nach Entfernung vom Nullpunkt des Ereignisses nach einer Einwirkungszeit von ca. 1-4 Stunden zu erwarten. Vorher sind die Auswirkungen bedeutend kleiner.

Nach Durchzug der Wolke ist die Gefährdung im «Innern von Häusern» jedoch grösser als im Freien, da nun dort die Konzentrationen wesentlich angestiegen sind. Es ist deshalb wichtig, sich durch Messungen zu überzeugen, dass die Konzentrationen im Freien unter die gefährlichen Werte gefallen sind, um dann über Radio Endalarm zu geben und anschliessend die Räume zu lüften.

#### Ausbreitungswinkel in Windrichtung

Für die Ausbreitungsklassen A und B muss mit einem Öffnungswinkel von 90°, für die Klassen C und D mit einem solchen von 60° und für die Klassen E bis G mit 45° gerechnet werden. Im Verlaufe des Ereignisses ist die Windrichtung und deren Änderungen laufend zu beobachten. Besonders im überbauten und bewachsenen oder topographisch komplexen Gebiet können Bodenwinde schon in wenigen Metern Höhe bezüglich Richtung und Stärke sehr unterschiedlich sein.



Die Ausbreitungsdistanzen können durch die natürliche Topographie wesentlich beeinflusst werden. Winde in Längsrichtung zu Tälern verlängern die Distanzen, in Querrichtung werden die Distanzen verkürzt.

Regen wäscht Gaswolken aus, dadurch können lokal grössere Konzentrationen entstehen, und es kann zu einer verzögerten Freisetzung aus dem Niederschlag führen. Regen verkürzt im Allgemeinen die Gefahrendistanzen für Personen im Freien.

#### Brandfall

Das vorliegende Modell unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Brandarten:

1. Wenn in unmittelbarer Nähe der betrachteten Havarie ein Brand aufgetreten ist, der durch Wärmeabgabe noch auf den ausfliessenden Stoff einwirkt.
2. Wenn ein Vollbrand eintritt, wobei das Havariegut direkt in den Brand involviert ist (Flammen schlagen aus Fenstern, Türen oder aus dem Dach des Gebäudes heraus, in dem das Havarieobjekt untergebracht ist, oder das ganze Objekt ist im Freien von Flammen umgeben).

Für beide Fälle wurde **in der Entscheidungshilfe bereits Rechnung getragen.**

#### Tiefkalte Gase

Unter tiefkalten Gasen sollen in diesem Zusammenhang unter Druck verflüssigte oder gekühlte Gase verstanden werden, die bei Umgebungstemperatur austreten.

## Daten

*Wissen Sie den Siedepunkt von Propionsäure oder die untere Explosionsgrenze? Mit MET® für PocketPC kennen Sie die Antwort schnell, einfach und sie ist jederzeit verfügbar. Denn unser Motto heisst: Mobile dabei - MET dabei. Keine Probleme mehr da, dass Internet gerade nicht funktioniert oder der „Hommel“ im anderen Auto liegt.*

**M**ET® für PocketPC beinhaltet eine Sammlung mit chemischen und toxikologischen Substanzdaten. Unter dem Reiter "ADR" finden sich in der PRO und Freeware-Version Klassifizierungsdaten wie die Gefahrennummer (= HIN), die ADR-Klasse, Klassifizierungscode, die Verpackungsgruppe und der Gefahrenzettel.

Unter dem Reiter "Allgemein" sind in der PRO Version chemische und toxische Stoffdaten vorhanden, wie: Molmasse, Siede- und Schmelzpunkt, Dampfdruck, untere Explosionsgrenze, Toxizitätswerte wie AEGL-2 (1h), ERPG-2 oder TEEL-2 Werte.

Bei beiden Masken sehen Sie oben im gelb hinterlegten Bereich wiederum zur Kontrolle nochmals den Namen des gewählten Stoffs.

Die Ausgabe in gewünschten Masseneinheiten der chemischen oder physikalischen Stoffdaten können Sie über die Optionen festlegen.

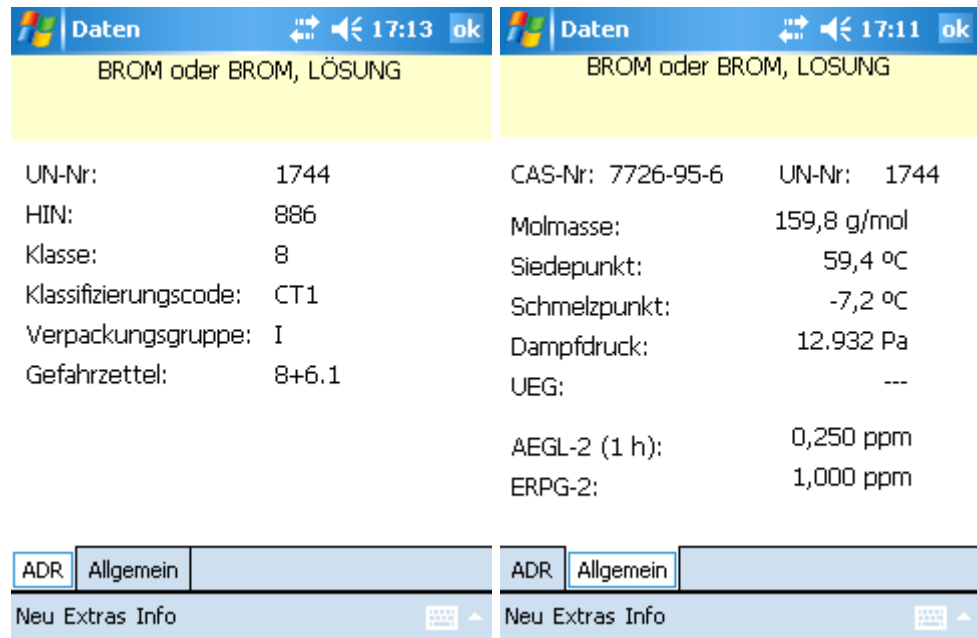


ABBILDUNG 4 Der Dialog „Daten“ links mit den ADR-Daten. Rechts den Stoffdaten.

## ERI-Cards

*Ziel dieser Karten ist es der Feuerwehr Hinweise über erste Einsatzmassnahmen zu geben, wenn sie beim Eintreffen am Ereignisort eines Gefahrgutunfalls keine zuverlässigen stoffspezifischen Informationen zur Verfügung haben.*

**D**ie "Emergency Response Intervention Cards" (ERI-Cards) wurden vom Verband der Europäischen Chemischen Industrie kurz cefic (European Chemical Industry Council) entwickelt.

Ziel dieser Karten ist es der Feuerwehr Hinweise über erste Einsatzmassnahmen zu geben, wenn sie beim Eintreffen am Ereignisort eines Gefahrgutunfalls keine zuverlässigen stoffspezifischen Informationen zur Verfügung haben.

In MET® für PocketPC Freeware und der PRO Version ist jede ERI-Card übersichtlich nach folgenden Themen angeordnet:

- Eigenschaften
- Gefahren
- Persönlicher Schutz
- Einsatz-Massnahmen
- Erste Hilfe
- Besondere Vorsichtsmassnahmen bei der Bergung von Haveriegut
- Vorsichtsmassnahmen nach dem Hilfeleistung-Einsatz

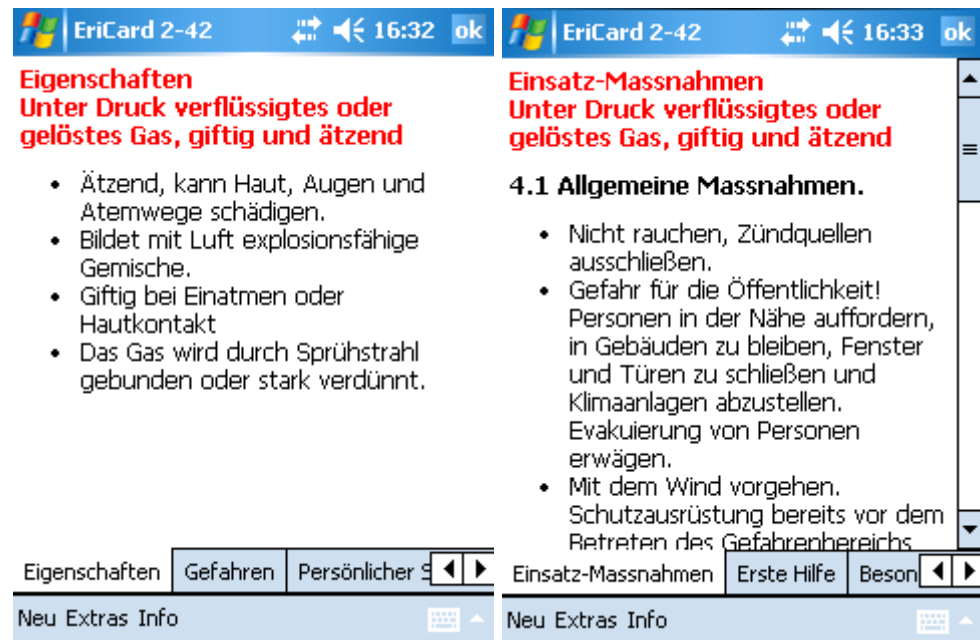


ABBILDUNG 5 Beispiel für eine „ERI-Card“.

Weitere Informationen zu den ERI-Cards finden Sie auf der Homepage <http://www.ericards.net>.

## Umrechnung von Einheiten

*Gewisse Konzentrationen werden in ppm, andere in mg/m<sup>3</sup> angegeben. Wie war da noch die Umrechnung?*

**S**chluss mit Suchen, denn MET für PocketPC hat einen Einheiten-Umrechner eingebaut und zwar zur Zeit für folgende Parameter:

Die Umrechnung ist über das Programm-Menü „Extras; Umrechnung.“ erreichbar.

- Konzentrationen zwischen mg/m<sup>3</sup>, ppm, Vol% und mol/l
- Temperaturen zwischen Celsius, Fahrenheit

Die Umrechnung zwischen Konzentrationseinheiten bedarf der Molmasse der Substanz. In der Pro Version sind für viele Stoffe die Molmassen in der Datenbank abgelegt. Ist diese für eine Substanz nicht bekannt, muss diese im Feld Molmasse eingegeben werden.

Die Eingabe des Einheiten-Wertes kann vor oder nach der Wahl der Einheit erfolgen.

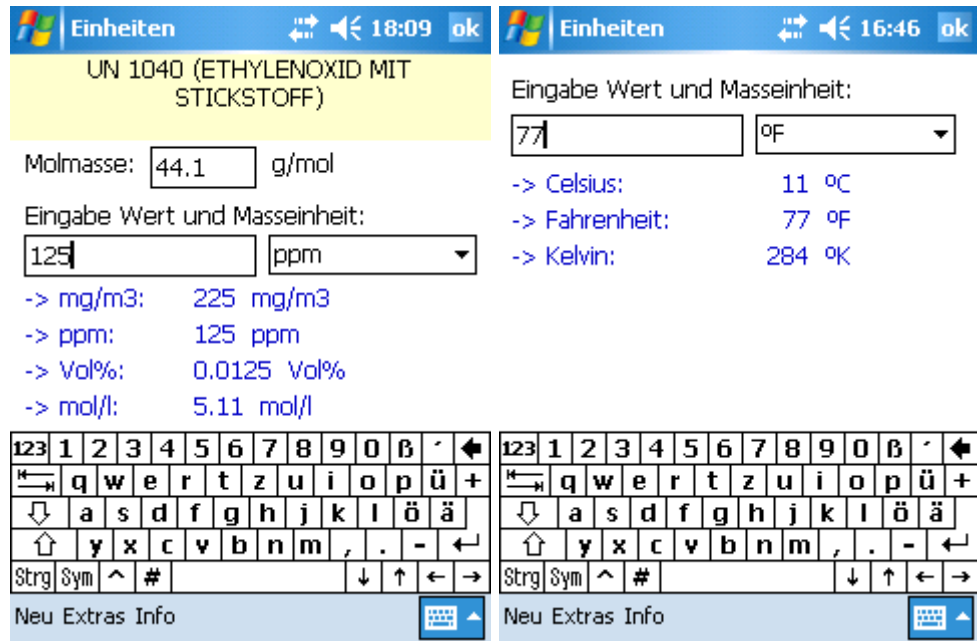


ABBILDUNG 6 Der Dialog „Einheiten“ links erlaubt die Umrechnung zwischen verschiedenen Konzentrationseinheiten und Rechts zwischen Temperatureinheiten.

## Optionen

*Unter Optionen finden Sie verschiedene Einstellungen um das Programm Ihren Bedürfnissen anpassen zu können.*

**I**n MET für PocketPC können Sie einerseits die Sichtbarkeit der Bildschirmtastatur regeln andererseits auch die von Ihnen bevorzugten Masseneinheiten.

Die Optionen sind über das Programm-Menü „Extras; Optionen..“ erreichbar.

**Sichtbarkeit Tastatur:** Wenn diese Option auf „Automatisch“ eingestellt ist, erscheint jeweils wenn Sie ein Angabefeld anklicken automatisch die Bildschirmtastatur. Wenn Sie „Deaktiviert“ wählen, erscheint die Bildschirmtastatur nicht automatisch. Die Deaktivierung ist beispielsweise sinnvoll bei einem PDA mit einer eingebauten Tastatur.

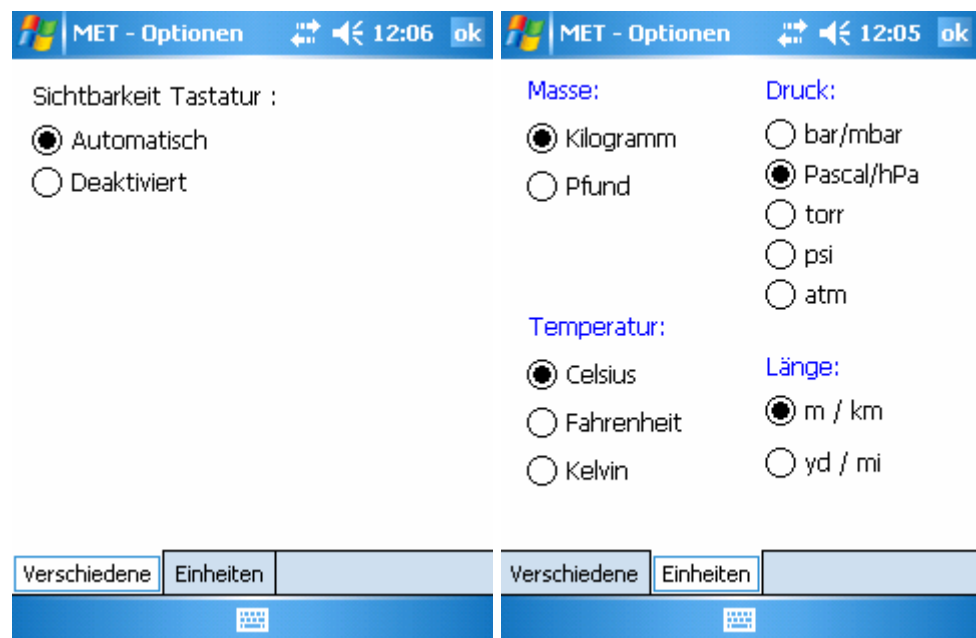


ABBILDUNG 7 Der Dialog „Optionen“ links mit der Einstellung der Sichtbarkeit der Tastatur und rechts mit der Einstellung der Masseneinheiten.

**Einheiten:** Für die Eingabe und Ausgabe von physikalischen und chemischen Parametern können Sie eine gewünschte Einheit wählen. Für folgende Parameter können Sie eine Einheit vorgeben: Masse, Druck, Temperatur und Länge.



## Programm-Menü

*Gewisse Funktionen lassen sich nur über das Menü des Programms aufrufen.*

**U**eber das Menü werden einige Programm-Funktionen aufgerufen. Dies sind die Optionseinstellungen (siehe Seite 30) und Einheitenumrechnungen (siehe Seite 28). Weiter kann das Programm über das Menü beendet werden oder der Info-Dialog angezeigt werden.

Menüstruktur:

	Umrechnung..	
Beenden	Optionen..	
<b>Neu</b>	<b>Extras</b>	<b>Info</b>

- Menüpunkt „Neu; Beenden“: Über diesen Menü-Punkt wird das Programm beendet und gibt den Arbeitsspeicher frei.
- Menüpunkt „Info“: Über diesen Menü-Punkt wird der Info-Dialog angezeigt.

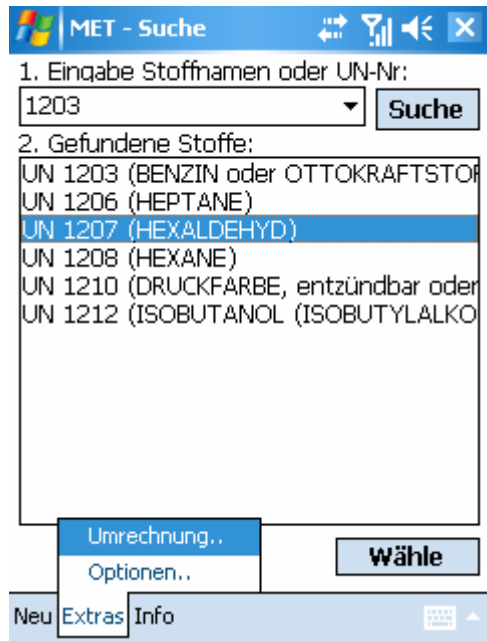


ABBILDUNG 8 mit dem Programm-Menü unten und dem geöffneten Menüpunkt Extras.



## Info-Dialog

**D**er Info-Dialog zeigt Ihnen die Adresse für den Kontakt mit ISI Technologie GmbH, die Host-ID und den Prüfcode an.

Die Host-ID ist eine Buchstaben-Zahlenkombination aus 6-8 kleingeschriebenen Zeichen und kann von PocketPC zu PocketPC verschieden sein. Der Prüfcode ist eine aus der Host-ID erzeugten Zahl und dient bei der Eingabe der Host-ID auf der Lizenzierungs-Homepage als Prüfkriterium ob die Host-ID korrekt eingetippt wurde.

Die Host-ID und der Prüfcode müssen Sie nur verwenden, falls Sie die MET für PocketPC PRO Version herunterladen möchten und vom System aufgefordert werden. Nach der Eingabe des Host-ID und des Prüfcodes drücken Sie den Schalter „Programm beenden“. Das Programm wird damit geschlossen und aus dem Arbeitsspeicher entfernt. Nur so ist gewährleistet, dass eine Installation erfolgreich ausgeführt werden kann.



ABBILDUNG 9 mit dem Info-Dialog. In diesem Beispiel ist die Host-ID 1xk1xk und der Prüfcode 233.

# Glossar

**Anwendung:** Dieses Programm verlangt eine meteorologisch, chemisch, physikalisch, toxikologisch und situativ korrekte Beurteilung der Gesamtlage, die nur von Fachleuten mit der notwendigen Zuverlässigkeit vorgenommen werden kann.

**Aufschlagpunkt der Wolke:** Steigt eine Wolke beim Austritt auf (durch Zug oder Thermik), und ist das Gas schwerer als Luft, so ist damit zu rechnen, dass die Wolke nach einer gewissen Distanz wieder auf den Boden auftrifft. Dies ist der Aufschlagpunkt der Wolke, der als Distanz von der Quelle in Ausbreitungsrichtung angegeben wird.

**Auswirkungen:** Die Gesamtzahl der Personen, welche durch die Wolke Reizungen zeigen oder die Gesamtzahl der Letalitäten rechnet sich als Integral der relativen Effekte über die betrachtete Distanz bei einer vorgegebenen Bevölkerungsdichte und einem vorgegebenen Anteil Personen, die sich im Freien aufhalten.

**Bauweise:** Die Bauweise der Häuser ist ganz wichtig für deren Dichtigkeit und die Luftumwälzung in den Innenräumen.

**Bevölkerungsdichte:** Mittlere Anzahl Personen pro Quadratkilometer in dem betrachteten Gebiet.

**Box - Modell:** Ausbreitungsmodell, bei welchem innerhalb der Gaswolke eine einheitliche Konzentration angenommen wird. Am Rand der Wolke findet bei diesen Modellen ein Konzentrationssprung statt, wie er z.B. bei Ammoniakwolken auch gefunden wird. Dies sind Annahmen, welche die sehr schwierigen Konzentrationsverteilungen ausgleichen, welche durch Hindernisse innerhalb der Wolke entstehen können.

**Brand:** Falls gleichzeitig mit einer Freisetzung einer toxischen Substanz ein Brand auftritt, führt die Thermik dazu, dass die Gase aufsteigen. Dies führt zu einer Überhöhung des Ausgangspunktes der toxischen Wolke, die in diesem Fall, bis zum Aufschlagpunkt auf den Boden, als Kugel gerechnet wird (Abstand von der Quelle, bis zum Auftreffen auf dem Boden). Je nach Stärke des Brandes wird dabei auch eine erhöhte Durchmischung mit Luft berücksichtigt. Falls mit den Löscharbeiten gekühlt wird, muss die Gaswolke in niedriger Höhe gerechnet werden.

Brandgas: Ist die toxische Substanz beim Brand selbst brennbar, so sollte davon ausgegangen werden, dass mindestens ein Teil davon zu einer Substanz mit der mittleren Toxizität von CO als Brandgas oxidiert wird. Soll ein noch toxischeres Gas berücksichtigt werden, dann muss diese höhere Toxizität eingegeben werden.

Breite der Wolke: Die Breite der Wolke entspricht dem Durchmesser der Gaswolke bei der maximal berechneten Distanz (der Kreis berührt vorne die Frontlinie). Dieser Durchmesser ist bestimmt durch das Gas und die windabhängigen Richtungsschwankungen.

Dampfdruck: Druck des Dampfes einer Flüssigkeit im geschlossenen System, wenn sich die Flüssigkeit in der Luft bei einem bestimmten Druck und einer gegebenen Temperatur im Gleichgewicht befindet.

Dampfdichte (Dichte von Luft=1): Relative Dichte des Dampfes bezogen auf Luft. Verhältniszahl, die angibt, wievielfach schwerer oder leichter das Dampf-Luft-Gemisch ist als Luft bei gleicher Temperatur.

Deposition: Die Deposition wird abgeschätzt. Sie ist in der wesentlichen für den Fall, in welchem die Substanzen der Wolke durch Sedimentation (schwere Partikel) oder den Regen auf den Boden gebracht werden. Zur Sicherheit sollte der ganze Bereich bis zur Grenze der Reizungen im Freien als kontaminiert betrachtet werden, bis Messungen genauere Aussagen erlauben.

Distanz: Dieser Wert ist immer berechnet von der Quelle bis zum vorderen Rand der Gaswolke. Gegen die Windrichtung ist die Absperrdistanz der Feuerwehr immer zu beachten.

Dosis - Wirkungs - Beziehung: Beziehung zwischen aufgenommener Dosis und deren Wirkung. Die mathematische Beziehung kann durch die Dosis - Wirkungs - Kurve dargestellt werden. Letztlich hängt die Wirkung nicht von der Konzentration und nicht von der Dosis, sondern von der Konzentration am Rezeptor ab.

Dosis: Aufgenommene Menge eines Stoffes. Die Dosis wird aus der Konzentration der Wolke und der Aufenthaltszeit in der Wolke und der Atemrate als erweitertes  $ct$  - Produkt gerechnet. Die Schwellenkonzentration wird berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die gesamte eingeatmete Menge auch resorbiert wird.

Durchmischung: Je nach Substanzeigenschaften, Austrittsverhalten und Ausbreitung, findet eine Einmischung von Luft, CO<sub>2</sub> oder Wasserdampf in die Gaswolke statt.

Effekt: Es handelt sich hier um einen relativen Effekt, bezogen auf den maximalen Effekt ( $E_{rel} = E/E_{max}$ ). Die Anzahl Personen mit Reizungen oder Tote werden als Integral der Distanz - Effekt - Kurve und der Bevölkerungsdichte gerechnet.

Effekt letal aussen: Bezeichnet als Effekt die Letalität von Personen, die sich im Freien ohne weiteren Schutz befinden.

Effekt letal innen: Bezeichnet als Effekt die Letalität von Personen, die sich im Innern von einigermaßen dichten Häusern (oder z.T., wenn auch verringert auch Autos ohne Zuluft, siehe auch Glossar), befinden.

Effekt Reizungen aussen: Dies bedeutet Reizungen von gesunden Personen sind möglich, die sich im Freien, ohne weiteren Schutz befinden.

Effekt Reizungen innen: Dies bedeutet Reizungen von gesunden Personen sind möglich, die sich im Innern von einigermaßen dichten Häusern (oder z.T., wenn auch verringert auch Autos ohne Zuluft, siehe auch Glossar), befinden.

Einwirkungsdauer: Diese rechnet sich als die Zeit, während der sich eine Person in Distanz  $x$  von der Quelle im Zentrum der Wolke während dem Durchgang befindet. Für alle Personen, die sich nicht im Zentrum befinden, ist diese Zeit konservativ.

Empfindlichkeit, Faktor: Dieser Faktor bestimmt im Wesentlichen die Steilheit der Dosis - Wirkungs - Kurve. 1 entspricht einer Normalverteilung (von empfindlichen, normalen und robusten Leuten), Werte  $<1$ , also auch der Standardwert des MET, (z.B.  $a = 0.9$ , default) berücksichtigen durch den flacheren Kurvenverlauf zu niedrigeren Dosen einen höheren Anteil an empfindlichen Personen. Dieser Wert ist spezifisch für einen Ort (Schulen, Kinderheime, Altersheime, Spitäler etc.)

ERPG (Emergency Response Planning Guideline) Werte sind spezifische Konzentrationswerte von Substanzen. Diese können schädliche Effekte bei Exposition der Konzentrationen in der Art erwarten lassen, wie sie bei den entsprechenden von ERPG-1, ERPG-2, und ERPG-3 definiert sind.

**ERPG-2:** The ERPG-2 is the maximum airborne concentration below which it is believed that nearly all individuals could be exposed for up to 1 hr without experiencing or developing irreversible or other serious health effects or symptoms which could impair an individual's ability to take protective action.

**Evakuaton:** Eine Evakuaton ist in diesem Modell nicht angesprochen, weil sie sehr schwierig sein kann (Alte, Kranke, Kinder, Tiere...). Als Alternative für gewisse Situationen ist der Schutz durch Häuser vorgesehen.

**Freisetzungshöhe:** Ort, wo die Substanz oder das Substanzgemisch in Bezug auf die Umgebung austritt. Konservativerweise wird hier meist von gleicher Höhe (Kote 0) ausgegangen.

**Explosionsgrenze:** Gefahr einer zünd- und explosionsfähigen Gaswolke. Die Distanz, bei welcher die untere Explosionsgrenze gerade unterschritten ist, wird abgeschätzt. In Kanälen oder Gräben können die so angegebenen Distanzen rasch überschritten werden. Die groben Abschätzungen sind unbedingt durch Messungen zu überprüfen. Gegen die Windrichtung ist die Minimalabsperrdistanz der Feuerwehr zu beachten.

**Feuerball:** Bezeichnet bei einer explosionsartigen Entzündung von gasförmigem Brennstoff eine grell leuchtende Wolke, die optisch vielfach als kugelförmig zu erkennen ist und sich klar von der Umgebung abgegrenzt. Je nach Austrittszenario und der Art des Brennstoffs, wird ein pilzförmiger Feuerball wie bei einer Atomexplosion beobachtet. Die ausgesendete, intensive thermische Strahlung kann zu Verbrennungen oder Bränden führen.

**Flammpunkt:** Tiefste Temperatur, bei welcher sich nach vorschriftsgemäsem Erwärmen der Probe der Flüssigkeit genug Dampf entwickelt, um mit der umgebenden Luft ein Gemisch zu bilden, das sich beim Annähern einer Flamme kurzzeitig entzündet.

**Flash:** Unter Druck gelagerte Gase setzen spontan nur einen Teil der Gesamtmenge frei, da bei der adiabatischen Freisetzung (kein Wärmeaustausch mit der Umgebung) die Verdampfungsenergie dazu führt, dass sich das Gas abkühlt, bis es als Flüssigkeit kondensiert. Der spontan als Gas freigesetzte Anteil wird Flash genannt.

**Gasdichte, relative:** Verhältnis der Gasdichte zur Dichte von Luft (Luft=1).

**Geruchsgrenze:** Konzentration eines Stoffes in der Luft, die mit dem Geruchssinn gerade noch wahrnehmbar ist. Normalerweise wird die mittlere Geruchsgrenze eingesetzt. Diese hat eine sehr grosse Streuung, bedingt durch die stark unterschiedlichen Wahrnehmungen bei verschiedenen Personen. Die Abschätzungen sind durch Messungen zu überprüfen („Stinksäcke“, Gasmäuse).

**Geruchswahrnehmung:** Eine Abfolge von physikalisch-chemischen Vorgängen durch Wirkstoffe an den Rezeptoren der Riechschleimhaut. Im Weiteren die Signalentstehungen in Nervenzellen und schließlich einer Signalverarbeitung im Gehirn unter Beteiligung entwicklungs- und geschichtlich alter, 'unbewußter' Gehirnareale und schließlich auch kognitiver Gehirnteile, in denen ein Bewusstsein resultiert, dass etwas riecht.

**Grenze für Reizungen:** Diese Grenze legt fest, mit welchem prozentualen Anteil an Reizungen noch gerechnet werden könnte. Die Umrechnungen in Letalitäten bei der Ausgabe ist nur als einfacher Hinweis (bestenfalls die Grössenordnung), nicht als genaue toxikologische Angabe gedacht. Diese Grenze muss besonders dann sehr sorgfältig festgelegt werden, wenn die mittlere Geruchsschwelle tief liegt (psychosomatische Effekte).

**Hygroskopizität:** Eigenschaft der Substanz oder des Substanzgemisches Wasser, aus der Luft anzuziehen. Die hygroskopischen Gase bilden an der Wolkenoberfläche einen Nebel.

**Konzentrationen:** Diese können von ppm ( $\text{ml/m}^3$ ) in  $\text{mg/m}^3$  einfach umgerechnet werden, sofern die Molmasse bekannt ist:  
$$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \cdot \text{Molmasse} / 24.06 \quad (20^\circ\text{C}, 760 \text{ mmHg}, 1013.25 \text{ mbar}, 101325 \text{ Pa})$$

**LC50 - Wert:** mittlere letale Konzentration 50%. Konzentration bei der unter standardisierten Versuchsbedingungen nach inhalativer Applikation eines Giftes oder Schadstoffes 50% der Versuchstiere sterben. Aufnahme über die Atemwege, die Inhalation, evtl über die Haut. (akute mittlere Toxizität). Die Umrechnung von Daten von Ratten auf den Menschen müsste mit einem Sicherheitsfaktor etwa wie folgt vorgenommen werden:  $\text{LC}(50) \{\text{Mensch}, 30 \text{ Min.}\} = 5.1/20 \times \text{LC}(50) \{\text{Ratte}, 30 \text{ Min.}\}$ , also rund  $1/4$  [Pietersen, 1990].

**LD50 - Wert:** Mittlere letale Dosis 50%. Dosis, bei der unter standardisierten Versuchsbedingungen 50% der Versuchstiere nach Gabe

eines Giftes oder Schadstoffes sterben (akute mittlere Toxizität).

Letalität: Tödliche Wirkung. Die individuellen Streuungen sind hier so gross, dass diese Angaben nur orientierenden Charakter haben.

Luftaustauschrate 1/h: Luftaustauschrate der Häuser pro Stunde. Dieser Wert ist wichtig, um den Schutz durch die Häuser zu berechnen. Der Normalwert bezieht sich auf ein durchschnittliches Haus mitteleuropäischer Bauart mit guter Dichtigkeit, wenn alle Türen und Fenster geschlossen, die Klimaanlage und Lüftungen abgestellt sind und auch über die Heizungen keine Frischluft ins Haus gebracht wird.

Lufteinmischung: Je nach Freisetzungsort, kann schon an der Quelle recht viel Luft eingemischt werden. Dies trifft vor allem bei turbulenten Strömungen zu (z.B. Sicherheitsventile, Ablaseleitungen), die einen Jet-Effekt zeigen. Auch beim Brand wird, durch die Verbrennung, Luft eingemischt. aus Erfahrung wird dabei nur etwa 50% des Sauerstoffs umgesetzt, was bei der Stöchiometrie der Lufteinmischung und der eventuellen Berechnung des Brandgasgemischs berücksichtigt werden muss. (Bsp.: Lufteinmischung bei einem Brand ca. 2:1 und zusätzlich die Luft berechnet mit der Stöchiometrie der Verbrennung).

Luftdruck: Mittlerer barometrischer Druck. (760 mmHg entspr. 1013.25 hPa); Aktueller Luftdruck. Die üblichen Luftdruckschwankungen haben keinen sehr grossen Einfluss auf die Resultate. Es kann deshalb von einem mittleren Luftdruck des Ortes ausgegangen werden.

Lufttemperatur: Mittlere Lufttemperatur, der die Gaswolke ausgesetzt ist.

Luftumwälzung im Haus 1/h: Die durch die Fenster- und Türspalten, sowie andere Ritzen eintretenden toxischen Gase werden innerhalb der Räume verteilt. Für diese Verteilung ist die Luftumwälzung verantwortlich.

MAK - Wert: Maximale Arbeitsplatzkonzentration entspricht etwa dem amerikanischen TLV - Wert.

Masse: Hier ist die Masse einzusetzen, die in die Luft freigesetzt wird oder werden kann. Das muss nicht immer die Maximalmenge, also ein ganzer Tankinhalt sein (z.B. auch Berücksichtigung des Flash). Bei Gemischen sind

die entsprechenden Anteile der Substanzen abzuschätzen.

Mengen: Die Masse des freigesetzten Stoffes oder Substanzgemisches in kg muss realistisch geschätzt werden. Eingeleitete Massnahmen, die der Eingrenzung einer Leckage gelten, sollen nur dann berücksichtigt werden, wenn sie mit grosser Sicherheit greifen. Für Gemische sind die entsprechenden Anteile abzuschätzen.

Minimale Atemzeit in Sec.: Es wird davon ausgegangen, dass Personen, die sich in der Wolke befinden in jedem Fall dieses Gas durch die Atmung aufnehmen. Die minimale Zeit, während der sie das toxische Gas aufnehmen, wird mit diesem Parameter festgelegt. Dies führt bei sehr kleinen Wolken und hohen Windgeschwindigkeiten zu konservativen Aussagen.

Molmasse: Hier ist bei reinen Substanzen die berechnete Molmasse in g/mol einzusetzen. Für genauere Berechnungen von Gemischen müssen für alle Bestandteile einzelne Berechnungen mit einer entsprechenden Summierung gemacht werden.

Natürliche Effektrate: Es wird davon ausgegangen, dass sehr viele Symptome auch ohne Einwirkung eines toxischen Gases bei der allgemeinen Bevölkerung vorhanden sind (Akne, Asthma, Augenreizungen, Hautreizungen, Husten etc.) Dies betrifft auch psychosomatische Effekte, die alleine durch einen Geruch unterhalb der mittleren Toxizitätsschwelle auftreten können (z.B. unterhalb einem Kurzzeit MAK - Wert). Diese Symptome lassen sich auch mit aufwendigen epidemiologischen Untersuchungen nicht von den Auswirkungen unterscheiden. Diese Effektrate ist normalerweise konservativ auf 1/10'000 gesetzt (1 Person auf 10'000 Personen), sie muss aber von Fall zu Fall festgelegt werden. Dieser Wert ist recht kritisch bei der Berechnung der absoluten Effekte (Reizungen, Tote).

Nebel: Wolken, die direkt im Ausbreitungsraum einer toxischen Wolke liegen. Er ist charakterisiert durch eine Einschränkung der Sichtweite.

Obere Explosionsgrenze (in Volumen%): Volumenanteil an brennbarem Gas in % in Luft, der maximal vorhanden sein darf um ein explosives Gas - Luft - Gemisch zu bilden.

OSF: odor safety factor: Odour Safety Factor =  $(MAK \cdot \{\text{“excursion factor“}\}) /$  (mittlere Geruchsschwelle). Dieser Wert gibt an, wie gut

ein gefährliches Gas mit der Nase von einer durchschnittlichen Person wahrgenommen werden kann. Ist der Wert klein, dann wird das Gas am Geruch erst erkannt, wenn die vorgegebene Konzentration schon weit überschritten ist. Bei einem grossen Wert kann das Gas am Geruch erkannt werden, bevor die vorgegebene Konzentration erreicht und damit eine Gefährdung vorhanden ist. Bei Gemischen ist ein Wert des Gemischs abzuschätzen.

**Puff:** Einmalige, spontane Freisetzung der gesamten Stoffmenge, im Gegensatz zur kontinuierlichen Freisetzung.

**Reaktionsenthalpie:** Bezeichnung für diejenige Wärmemenge, die bei einer chemischen Reaktion entsteht.

**Regen:** Hier wird der Auswascheffekt aus der Wolke berücksichtigt. Die Konzentrationen für grosse Distanzen nehmen dadurch ab, aber die Substanz wird durch das Ausregnen auch im Zwischengelände abgelagert. Ein leichter Regen ist ein Nieselregen, ein mittlerer Regen ein normaler, üblicher Regen, ein starker Regen ein Platzregen.

**Reizung:** Die Reizschwelle ist diejenige Intensität eines Reizes, die notwendig ist, um in Abhängigkeit von Reizform und den momentanen Eigenschaften des Reizempfängers eine Erregung des Rezeptors herbeizuführen (sie ist verknüpft mit der Schwellendosis der reizenden Wirkung).

**Schwellenkonzentration:** Bezeichnet die Konzentration einer Substanz oder eines Substanzgemischs, welche akut für eine aussergewöhnliche Situation, wie dies ein Störfall darstellt, als akzeptabel angenommen werden kann (Bsp.: für carcinogene Stoffe MAK - oder TRK - Wert). Diese Konzentration führt zum Abbruch der Berechnung der Dosis. Ohne eine Schwellenkonzentration wird die Rechnung konservativer weil in grosser Distanz die Wolke, der Wolkendurchmesser und folglich die Aufenthaltszeit ebenfalls gross sind. Die Konzentration unterschreitet aber gefährliche Werte. Das ct- Produkt ist jedoch nicht klein.

**Schwere Gase:** Sehr häufig werden alle Gase, welche eine Molmasse grösser als 28.8 g/mol aufweisen, als schwere Gase gerechnet. Dies hat sich in der Realität sehr oft als falsch erwiesen. Auch leichte Gase, wie z.B. Ammoniak (17 g/mol) oder Methan (16 g/mol) können sich in sehr kaltem Zustand als schweres Gas verhalten. Dies kann auf die grosse Gasdichte bei tiefer Temperatur zurückzuführen sein.

Es ist bei vielen Gasen auch darauf zurückzuführen, dass dann an der Phasengrenze Luftfeuchtigkeit auskondensiert und die Wolke so „einschliesst und kompakt hält.“ Hygroskopische Gase zeigen dieses Verhalten ganz offensichtlich. Andererseits sind auch sehr schwere Gase, wie z.B. die Freone bekannt, die in die Stratosphäre aufsteigen (Ozonlochproblematik). Als Faustregel kann gelten, dass Gase mit einer Molmasse unter 28.8 g/mol, die über ihrem Siedepunkt freigesetzt werden, nicht als schwere Gase zu rechnen sind. Ob ein Gas sich wie ein Schwergas verhält kann somit allgemein nicht mit einfachsten Regeln festgelegt werden. Das MET berücksichtigt mit der halbkugelförmigen Ausbreitung die meisten schweren Gase, sofern sie z.B. keine Nebel bilden, nicht sehr kompakt sind, keine Zweiphasenströmungen aufweisen, keine feinen Partikel sind etc.

**Sicherheitsfaktor:** Dieser Faktor ermöglicht die Konservativität der berechneten Distanzen zu erhöhen. Sicherheitsfaktor 1 entspricht den Daten, die mit dem MET direkt abgeschätzt werden, und die Realität meist recht nahe kommen.

**Schutz in Fahrzeugen:** Auch geschlossene Fahrzeuge können während kurzer Zeit einen gewissen Schutz vor toxischen Gasen bieten. Dazu müssen aber die Ventilation und die Klimaanlage vollständig abgestellt und alle Zuluftöffnungen, Fenster und Türen geschlossen sein. Bei langen Zeiten verliert der Schutz der Häuser die Wirkung.

**Schutz durch Häuser:** Im Innern eines Hauses ist ein wesentlicher Schutz vor toxischen Gaswolken erreichbar, wenn die Fenster und Türen geschlossen, die Lüftungen und Ventilationen sowie die Heizungen abgestellt sind. Bei sehr langen Zeiten verliert der Schutz der Häuser die Wirkung.

**Sommerhalbjahr:** Monate: April, Mai, Juni, Juli, August, September

**Substanz brennbar:** Die Brennbarkeit einer Substanz wird folgendermassen berücksichtigt: Bei einer brennbaren Substanz wird ein Teil der freigesetzten Menge durch den Brand in Brandgase umgewandelt. Hier wird davon ausgegangen, dass ein einfaches Brandgas wie CO entsteht. Werden toxischere Produkte frei, dann müssen diese separat gerechnet werden. Bei toxischen Stoffen und vor allem bei toxischen Brandgasen ist es wichtig, die Brandgase als Gemisch zu rechnen, und dann die Option „nicht brennbar“ zu wählen.

Synergien: Diese können nur für Gemische abgeschätzt werden, deren toxikologischen Daten bekannt, und in einer korrekten Form eingegeben worden sind.

Tag/Nacht: Tag: Eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang bis eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang.

TEEL (Temporary Emergency Exposure Limits) Diese Werte sind vorläufige Werte für Substanzen, für welche noch keine ERPG-Werte validiert sind.

Tiefkaltes Gas, resp. schwere Gase: Dies sind im wesentlichen Gase, welche schwerer sind als Luft und damit vertikal und lateral eine geringere Ausbreitung zeigen. Ammoniak z.B. ist als Gas leichter als Luft, in kaltem Zustand jedoch als schweres Gas zu rechnen. Bei diesen Gasen wird die Bodenrauigkeit berücksichtigt. Es ist aber darauf zu achten, dass die Ausbreitung, falls sie längs von Strassenschluchten, Gräben oder Geländesenkungen erfolgt, zu wesentlich anderen Werten führen kann. Der Austritt von Gasen, die unter hohem Druck stehen, führt oft zu tiefkalten Gasen (Bsp.: CO<sub>2</sub>).

Thermik: Das Aufsteigen der Gaswolke durch die geringere Dichte der warmen Gase, wird beim Brand berücksichtigt (bei Abblaseleitungen oder Sicherheitsventilen nur bei speziellen, besonders gekennzeichneten Versionen).

TLV - Wert: Threshold Limit Value (entspricht ungefähr dem MAK - Wert)

Toxizität: Beachten Sie die sehr grossen Streuungen der Toxizitäts - Daten in der Literatur. Die Prioritäten sind deshalb von einiger Bedeutung. Die angepassten Toxizitätswerte sind die Inhalationswerte, die für akute Fälle für den Menschen ausgelegt sind, z.B. der IDLH (immediately dangerous to life and health - Wert der innerhalb von 30 Minuten nicht zu irreversiblen Schäden führt). Weitere mögliche mittlere Toxizitätswerte sind in absteigender Priorität: MAK (TLV) - Werte, LC(50) - Werte (oft nur für Tiere bekannt), LD(50) - Werte. Diese Gewichtung erfolgt, weil z.B. die MAK - Werte nicht für akute Schäden ausgelegt, oder wie die LC oder LD - Werte, meist mit Tierversuchen bestimmt sind. Überaus hohe Konzentrationen können mit diesem Modell nicht erfasst werden, insbesondere Konzentrationen, die zu einem Mangel an Sauerstoff führen. Eine sorgfältige Wahl der zuverlässigsten Werte, und die Verwendung einer Vielzahl von Werten ist entscheidend.

Untere Explosionsgrenze: Volumenanteil an brennbarem Gas in % in Luft, der gerade ausreicht um ein explosives Gas - Luft - Gemisch zu bilden. Die Abschätzungen der Distanzen aus den berechneten Konzentrationen sind unbedingt durch Messungen zu überprüfen.

Verdünnung: Das freigesetzte Gas wird durch die Ausbreitung (Diffusion) stark verdünnt. Es verliert somit mit zunehmender Distanz die charakteristischen Eigenschaften und wird reiner Luft immer ähnlicher. So zeigen z.B. auch schwere Gase in grosser Verdünnung wenig Gravitation (Bsp.: Tracer - Experimente mit SF<sub>6</sub>).

Windgeschwindigkeit: Die mittlere Windgeschwindigkeit muss auf der Höhe angegeben werden, auf welcher sich die Wolke am raschesten ausbreitet. Diese Geschwindigkeiten können in Bodennähe im Vergleich zu etwa 5 - 10m Höhe sehr stark variieren. Sie verändern sich auch in topographischen Einschnitten, Häuserschluchten, hinter Hindernissen usw. Bei Schwankungen ist eher der kleinere Wert zu wählen, da so konservativere Resultate erhalten werden.

Windrichtung: Leitsatz: "Der Wind bläst aus Richtung..". Westwind heisst also, dass der Wind aus Richtung Westen bläst. Die Windrichtung ist auf der Höhe anzugeben, auf welche die Wolke transportiert wird und in welcher die Windgeschwindigkeit angegeben wird. Die Windrichtung kann örtlich und zeitlich sehr stark schwanken, weshalb diese laufend über den ganzen Ausbreitungsbereich zu verfolgen ist.

Windstille: Wettersituation, bei welcher kein Wind festgestellt werden kann und deshalb auch keine Windrichtung erkennbar ist. Hier muss eine Ausbreitungen in alle Richtungen (360°) angenommen werden. Die Diffusion ist so langsam, dass die Zeiten bis zum Erreichen der vorgegebenen Schwellwerte sehr gross sind (oft mehrere Stunden).

Winterhalbjahr: Oktober, November, Dezember, Januar, Februar, März

Zündtemperatur: Die nach einer bestimmten Prüfvorschrift ermittelte tiefste Temperatur, bei welcher sich ein zündfähiges Dampf- bzw. Gas - Luft - Gemisch von selbst entzündet.

# Literatur

- Alexeeff G.V., Lipsett M.J., Kizer K.W., Problems Associated with the Use of Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH) Values for Estimating the Hazard of Accidental Chemical Releases, Am. Ind. Hyg. Assoc.J., 50, 598, 1989
- Amoore J.E., Hautala E., Odour as an Aid to Chemical Safety: Odour Thresholds Compared with Threshold Limit Values and Volatilities for 214 Industrial Chemicals in Air and Water, J.Appl.Tox., 3, 272, 1983
- Ariens E.J., Mutschler E., Simonis A.M., Allgemeine Toxikologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1978
- Axel R., Spektrum der Wissenschaft, 72, Dezember 1995
- Backhaus H., Ackermann D., Wessendorf H., Stand der Sicherheitstechnik in Anlagen zur Lagerung und zum Umschlag verflüssigter brennbarer Gase, Umweltbundesamt, Berlin Texte 43/85, 1985
- Bächlin W., Plate E.J., Windkanalsimulation von Ausbreitungsvorgängen in bebauten Gebieten, Dechema - Monographien, Band 107, VCH Verlagsgesellschaft, S.313, 1987
- Baker W.E., Cox P.A., Westine P.S., Kulesz J.J., Strehlow R.A., Explosion Hazards and Evaluation, Fundamental Studies in Engineering 5, Elsevier Scientific, 1983.
- Baldock P.J., Accidental Releases of Ammonia: An Analysis of Reported Incidents, Loss Prev., 13, 35, 1979
- Baskin L.B., Falco J.W., Assessment of Human Exposure to Gaseous Pollutants, Risk Analysis, 9, 365, 1989
- Bergeten W.F., The Toxicity of Methylisocyanate for Rats, J. Hazard Mat., 12 309, 1985
- Birk A.M., Hazards from propane BLEVEs: An update and proposal for emergency responders, J. Loss Process Ind., 9, 173-181, 1996
- Bloore P.D., Albright & Wilson Ltd., Portishead Site, Phosphorous Drum Fire, 4th August, 1990, private communication
- Bodurtha F.T., Vent Heights for Emergency Releases of Heavy Gases, Plant/Operations Progress, Vol. 7, 122 (1988)
- Bowen J.R., Graphical Calculation of Toxic Ranges for a Release of 1000 t Ammonia, HMSO, London, Appendix 15, 1978
- Bowonder B., Miyake T., Managing hazardous facilities: Lessons from the Bhopal accident, J.Haz.Mat, 19, 237, 1988
- Bronstein I., Semendjajew K., Taschenbuch der Mathematik, Verlag Harri Deutsch, Zürich/Frankfurt, 152 (1956)

- Brown Ch.C., High - to Low - Dose Extrapolation in Animals, ACS Symposium Series 239, Assessment and Management of Chemical Risks, Rodricks J.V., Tardiff R.G. Ed., American Chemical Society, Washington, D.C., p.57, 1984
- Baum, M. R., J. Pressure Vessel Technol., 110, 168-176, 1988
- Billeter L., Kunsch J.P., Fanelop T.K., Experimente zur Ausbreitung von Schwergaswolken, Spektrum der Wissenschaft, S. 30, Dezember 1989
- Bützer P., Zwischenfälle mit chemischen Stoffen - eine statistische Auswertung, Chemie für Labor und Betrieb, 36, 235, 1985a
- Bützer P., Ursache und Wirkungen von chemischen Störfällen, Chemie für Labor und Betrieb, 36, 433, 1985b
- Bützer P., Gift - , Pharma - und Enzymwirkung erklärt mit dem MWG, c+b, 29, 9, 1985c
- Bützer P., Gefährliche Stoffe, Risikoanalyse: Ausbreitung toxischer Stoffe, Maximaldistanzen, bei denen gesundheitliche Schäden erwartet werden können, TEM, (Fachkurs ACSD 54/1987, ZGV) August, 1987
- Bützer P., Streifenförmige Ablagerungen des Reaktionsprodukts bei einer Gasphasenreaktion, chimia, 45, 269, 1991
- Bützer P., Naef H., Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET), Swiss Chem 14 Nr.1, 7, 1992
- Bützer P., Silvestri I., Die grossräumige Wirkung von toxischen Gasmischen, chimia 48, 295, 1994
- Bützer P., Geruch Geruchswahrnehmung Geruchserkennung Geruchswarnung, Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz, Juli 2003
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Handbuch I zur Störfallverordnung, StFV, Eidg. Druck - und Materialzentrale, Bern, 48, 1991, Ausmassskala S. 60
- Campbell B., New weapon not to be sniffed at, <http://www.theage.com.au>, 30.11.2002
- Canvey, an investigation of potential hazards from operations in the Canvey Island/Thurrock area, HSE, London 1978
- Carson P.A., Mumford C.J., Reporting and Analysis of Industrial Incidents, Loss Prevention Bulletin, 77, 1, 1987
- CCPS, AIChE. Guidelines for Evaluation the Characteristics of Vapor Cloud, Explosions, Flash Fires, and BLEVEs, AIChE, New York: CCPS/ AiChE, 1994
- CEC, Commission of the European Communities, Review of accidents involving ammonia, Insitute for System Engineering and Informatics, EUR 14633 EN, 1992
- Clancey, V.J., The evaporation and dispersion of flammable liquid spillages, Chemical Process Hazards, 5, 80, 1974
- Costanza P.A., Hagen G.L., Kalagnanam R.S., Komosinsky P.J., Estimation of Catastrophic Quantities of Toxic

- Chemicals by Atmospheric Dispersion Modeling, Plant/Operation Progress 6 215 ,1987
- Davies J.K.W., The application of box models in the analysis of toxic hazards by using the probit dose - response relationship, J.Haz.Mat., 22, 319, 1989
- Daycock J.H., Rew P.J., Thermal radiation criteria for vulnerable populations, Health and Safety Executive, Contract Research Report 285, 2000
- Deaves D.M., Gas dispersion: applications and new approaches, J.Loss Prev.Process Ind., 2, 39, 1989
- Deuber A.J., Atmospheric Diffusion Model for Short Distances and Complicated Topography, Proc. 4th Int. Clean Air Congress, Ed. JUAPPA 224 ,1977
- Drogaris G., Review of accidents involvin chlorine, Community Documentation Centre on Industrial Risk, EUR 14444 EN, 51, 1992
- Düwel L., Zündorf O.J., Erhebung und katastermässige Dokumentation der Emmission luftfremder Stoffe in die Atmosphäre, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 4, 1974
- Dunn H.E., Miller B.P., Predictions by Computer Models of Downwind Effects from Instantaneous Releases of Toxic Gases, Proc.Indiana Acad.Sci. 91 328 ,1982
- EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt), private Mitteilung, 1986
- ERPGs and TEELs for Chemicals of Concern, Chemical Safety Program, U.S. Department of Energy, 2004, siehe Online [http://tis-hq.eh.doe.gov/web/chem\\_safety/teel.html](http://tis-hq.eh.doe.gov/web/chem_safety/teel.html)
- Fannelop T.K., Zumsteg F., Special Problems in Heavy Gas Dispersion, in: Hartwig S. (Hrsg.) Heavy Gas and Risk Assessment - III, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht/Boston/Lancaster/Tokyo, 157 (1986)
- Friedhoff S., Die Stinkbombe, NZZ Folio, 24, Juni 2003
- Fryer L.S., Risks of Accidents Involving Road Tankers Carrying Hazardous Materials, Canvey, an Investigation, HMSO, 1st report, Appendix 18 176 ,1978
- Gabbard H., Special Investigation Report, Survival in Hazardous Materials Transportation Accidents, U.S. Dept. of Commerce, 6. Dec. 1979, PB80-144942
- Gassmann F., Gaglione P., Gryning S.E., Hasenjäger H., Lyck e., Richner H., Neiningen B., Vogt S., Thomas P., Experimental Investigation of Atmospheric Dispersion over Complex Terrain in a Prealpine Region (Experiment SIESTA), EIR - Bericht Nr.604, Swiss Federal Institute for Reactor Research ,1986
- Gephart L., Moses S., An Approach to Evaluate the Acute Impacts from Simulated Accidental Releases of Chlorine and Ammonia, Plant/Opreations Progress, 8, 8, 1989

- Giesbrecht H., Problematik von Ausbreitungsrechnungen, Dechema - Monographien, Band 100, Verlag Chemie, S.105, 1985
- Glickman T.S., Ujihara A.M., Deciding between in - place protection and evacuation in toxic vapour cloud emergencies, J.Haz.Mat., 23, 57, 1990
- Goff J.A, Gratch S., Low-pressure properties of water from -160 to 212F, in Transactions of the American society of heating and ventilating engineers, pp 95 - 122, presented at the 52nd annual meeting of the American society of heating and ventilating engineers, New York, 1946
- Goldwire H.C., Large - Scale Ammonia Spill Tests, Chemical Engineering Progress, 82, No.4, 35, 1986
- Griffiths R.F., Megson L.C., The Effect of Uncertainties in Human Toxic Response on Hazard Range Estimation for Ammonia and Chlorine, Atmospheric Environment, 18, 1195, 1984
- Grint G., Purdy G., Sulphur trioxide and oleum hazard assessment, J.Loss Prev.Process Ind., Vol.3, 177, 1990
- Halton D.M., Dranitsaris P., Baynes C.J., Toxicity Levels to Human During Acute Exposure to Hydrogen Fluoride, Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada, Research Report ,1984
- Hanna S.R., Strimaitis D.G., Chang J.C., Evaluation of fourteen gas models with ammonia and hydrogen fluoride field data, J.Haz.Mat., 26, 127, 1991
- Havens J.A., The Atmospheric Dispersion of Heavy Gases: An Update, IChemE Symposium SERIES No.93, 143 ,1985
- Heinold D., Smith D., Schwab B., Evaluating Potential Impacts from Accidental Gaseous Releases of Toxic Chemicals, Environ.Progress 7, 116, 1988
- Hinderer R.K., Kaplan H.L., Assessment of the Inhalation Toxicity of Hydrogen Chloride Gas to Man Dangerous Properties of, Ind. Mat. Report Mar/Apr 2, 1986
- ICI, Environmental Division, Testing of Fuming Acid Spillages, 1980 (Videoaufnahmen der Tests)
- Jones C.D., On the structure of instantaneous plumes in the atmosphere, J.Hazard.Mat., 7, 87-112, 1983
- Kaiser G.D., A Review of Models for Predicting the Dispersion of Ammonia in the Atmosphere, Plant/Operation Progress, 8, 58, 1989
- Kakko R., Vapour cloud modelling in the Assessment of major toxic hazards, J.Loss Prev. Ind., 2, 102, 1989
- Kakko R., Computer aided consequence analysis and some future needs, J.Haz.Mat, 26, 105, 1991
- Kawamura P.I., Mackay D., The Evaporation of Volatile Liquids, J.Haz.Mat. 15 343 ,1987

- Kelty J., Hazardous Materials Response Guide, Illinois Environmental Protection Agency, 1984
- Kimmel C.A., Gaylor D.W., Issues in Qualitative and Quantitative Risk Analysis for Developmental Toxicology, Risk analysis, Vol8, No.1, 15, 1988
- Kinney, Graham, Explosive shocks in air, Springer, 1985
- Lauk U., MET für militärische C- Ereignisse?, Vortrag, private Mitteilung 1992
- Lebuser U., Schecker H.G., Verdampfung von Flüssigkeiten aus offenen Lachen, Dechema - Monographien, Band 107, VCH Verlagsgesellschaft, S.331, 1987
- Le Chatelier H., Ann. mines, vol 19, ser.8, 1891; aus Berthold W., Löffler U., Lexikon sicherheitstechnischer Begriffe in der Chemie, Verlag Chemie, Weinheim, 69, 1981
- Lees F.P. (ed.), Loss Prevention in the Process Industries, Butterworth, London Boston 1, 1980
- Linskey P.J., The Development of an Effective Emergency Procedure for a Toxic Hazard Site, IChemE Symposium SERIES No.93 183, 1985
- MacFarlane D.R., Ewing T.F., Acute health effects from accidental releases of high toxic hazard chemicals, J.Loss Prev. Process Ind., 3, 167, 1990
- Markham R.S., Review of damages from Ammonia Spills Ammonia Plant Safety, 27 137, 1987
- Marshall V.C., How Lethal are Explosions and Toxic Escapes, The Chem. Eng. 573, 1977
- Marshall V.C., Disaster at Flixborough, A Wheaton & Co. Ltd., Exeter, 14, 1979
- McNaughton D.J., Worley G.G., Bodner P.M., Evaluating Emergency Response Models for the Chemical Industry, Chem.Eng.Progress 46, 1987
- Meroney R.N., Guidelines for fluid modeling of dense gas cloud dispersion, J.Haz.Mat., 17, 23, 1987
- Meroney R.N., Validation of fluid modeling techniques for assessing hazards of dense gas dispersion, J.Haz.Mat., 15, 377, 1987
- Naef H., persönliche Mitteilungen, 1989
- National Fire Protection Association Online, NFPA Fire Investigations Alert Bulletins <http://www.nfpa.org>
- NIST Chemistry Webbook, National Institute of Standards and Technology, <http://webbook.nist.gov>
- Nussey C., Mercer A., Clay G.A., Consequences: toxic aspects of two - phase releases, J.Loss Prev.Process Ind., 3, 156, 1990
- Nyren K., Winter S., Discharge of condensed sulfur dioxide: A field test study of the source behaviour with different release geometries, J.Haz.Mat. 14 365, 1987
- Pain S., Stench Warfare, New Scientist, 7 July (2001) 44

- Pannowitz K.H., Arbeitsschutz im Krankenhaus, Drägerheft 355, September, 1993
- Pedersen F., Selig R.S., Predicting the consequences of short - term exposure to high concentrations of gaseous Ammonia, J.Haz.Mat., 21, 143, 1989
- Peine H.G., Zur Vielfalt bestehender Grenzwertsysteme, Sicherheitsingenieur, 8 12, 1991
- Peng D.Y., Robinson D.B., A New Two-Constant Equation of State, Ind. Eng. Chem. Fundam. 15, 59, 1976
- Perry R.H., Green D., Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill 1984
- Pietersen C.M., Analysis of the LPG Incident in San Juan Ixhuatepec, Mexico City, 19. November 1984, TNO, The Hague 1984, Dossier 8727-13325
- Poblete B.R., Lees F.P., The Assessment of Major Hazards: Estimation of Injury and Damage Around a Hazard Source Using an Impact Model Based on Inverse Square Law and Probit Relations , J.Haz.Mat. 9 355 ,1984
- Pohl K.D., Blausäure als hochtoxische Brandgaskomponente, VFDB 73 ,1987
- Poling B.E., Prausnitz J.M., O'Connell J.P, The Properties of Gases and Liquids, McGraw Hill, New York, 2001
- Popper Karl R., Objektive Erkenntnis, Hoffmann und Campe Verlag, (Campe Paperback) Hamburg, S. 21, 1993, (1993a: S.30, 1993b: S.59)
- Prugh R.W., Mitigation of Vapour Cloud Hazards, Plant/Operations Progress, 4 95, 1985
- Purdy G., Davies P.C., Toxic Gas Incidents - Some Important Considerations for Emergency Planning, Loss Prevention Bulletin, 62, 1 ,1985
- Raffinerieerlass, Technische Richtlinie zur Luftreinhaltung, Ministerialblatt 28 Verwaltungsvorschrift zum Genehmigungsverfahren nach Paragraph 4.1, 966, 1975
- Raj P.K., Dispersion of Hazardous Reactive Chemical Vapors in the Atmosphere Hazardous Material Spills, Conference Proceedings, St. Louis Missouri Mai 5 - 8 305 ,1986
- Ravara C., Enz Th., Rybach M., Phantomrisiken – real und relevant., Economic Briefing Nr. 31, CREDIT SUISSE Economic & Policy Consulting, Zürich, 2002
- Redlich O., Kwong J.N.S., On The Thermodynamics of Solutions, Chem. Rev 44, 233, 1949
- Renn O., Klinke A., Wer schliesst die Büchse der Pandora, bild der wissenschaft, 8, 2002, 81
- Ride D.J., An assessment of effects of fluctuations on the severity of poisoning by toxic vapours, J.Hazard Mat. 9, 235, 1984
- Riedel L., Chem. Ing. Tech. 26, 679, 1954

- Roche, Der Chemieunfall von Seveso, Roche Nachrichten, 4, 1976
- Roche Lexikon Medizin, Urban & SchwarzenbergMünchen, Wien, Baltimore1378, 1984
- Römpf Lexikon Chemie, Herausgeben von Jürgen Falbe, Manfred Regitz, 10. Auflage, Thieme 1999
- Roth L., Weller U., Chemiebrände, ecomed Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg, 34 - 39, 1990
- Rousseaux C.G., The use of animal models for predicting the potential chronic effects of highly toxic chemicals, J.Haz.Mat.,14, 283, (1987)
- Roussellin X., Falcy M., Le nez, les produits chimiques et la sécurité, INRS, Cahiers de notes documentaires n° 124, 3e trimestre, 331, 1986
- SAFER Emergency Systems, Westlake Village, California 91361, March, 1985
- Salomon H., Herrmann K., Herberg G., Atmosphäre und Meteorologie, Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 6, 223 ,1981
- Sambeth J., Der Seveso-Unfall, Chimia 36, 3, 1982
- Schecker H.G., Modellbetrachtungen zur Abschätzung der Schutzwirkung von Häusern bei Ausbrüchen von gesundheitsgefährdenden Gasen, Chem. - Ing. - Tech., 53, 555, 1981
- Schlatter Ch., Brandgastoxikologie, Bulletin BVD/SPI 3, 16, 1991
- Schönbucher A., Scheller V., Ausbreitung von Abgasfahnen, Chem. - Ing. - Techn. 53 320, 1981
- Scoville W., Springer S., Crawford J., Response and cleanup efforts associated with the white phosphorus release, Miamisburg, Ohio, J.Haz.Mat., 21, 47, 1989
- Seckler J., Kingman somberly marks 30th anniversary of propane explosion, <http://www.withthecommand.com/2003-July/NV-kingman.html>, July 2003
- Singh M.P., Ghosh S., Bhopal Gas Tragedy: Model Simulation of the Dispersion Scenario, J. Haz.Mat. 17, 1 ,1987
- Singh M.P., Kumari M., Ghosh S., A mathematical model for the recent oleum leakage in Delhi, Atmospheric Environment, 24A, No.4, 735, 1990
- Slater D.H., Vapour clouds, Chem. and Ind. 6.Mai, 295 ,1978
- Smith D., Recent Advances in Computerized Simulation of Hazardous Spills, Hazardous Material Spills Conference Proceedings, St. Louis Missouri May 5 - 8, 315, 1986
- Smith J.M., Van Ness H.C., Abbott M.M, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill 1996
- Smith M.E., Carlson J.H., Martin J.R., Lawrence F.J., Atmospheric Modeling for Emergencies, Plant/Operations Progress, 2, 61 ,1983
- Snyder R., Basic Concepts of the Dose - Response Relationship, ACS Symposium Series 239, Assessment and

- Management of Chemical Risks, Rodricks J.V., Tardiff R.G. Ed., American Chemical Society, Washington, D.C., p.37, 1984
- Stahl-Bishop E., Reher G., Geschmack und Geruch, Deutsche Apotheker Zeitung, 127. Jg., 48, 2529, 1987
- Sutton, O.G., Atmospheric Diffusion, Van Nostrand, London 1953
- SUVA (Schweiz. Unvall- Versicherungs- Anstalt) Luzern, Grenzwerte am Arbeitsplatz, 3, 1994
- Szakolcai A., Tam W.C., Bell R.W., Singer E., Corr D.J., Misra P.K., Yap D., Ontarios Response System for Toxic Gas Emergencies Hazardous Material Spills, Conference Proceedings, St. Louis Missouri, May 5 - 8, 172, 1986
- Tsao C.K., Perry W.W, Modifications to the Vulnerability Model: A Simulation System for Assessing Damage Resulting From Marine Spills (VM4), ADA 075 231, US Coast Guard NTIS Report No. CG-D-38-79, 1979
- Thomsen E.S., Evacuation Distances for Spills of Hazardous Chemicals, Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Nashville, Tennessee, April 9 - 12, 315, 1984
- Thomsen J.R., Nightinale A.P.M., A simple method for determining the maximum consequences of notional toxic and radiotoxic gas discharges, J.Hazard Mat., 17, 239, 1988
- Trainor R.H., Parnarouskis M.C., Prosser R.J., The Ondek Vapor Dispersion Model, Hazardous Material Spills Conference Proceedings, St. Louis Missouri, May 5 - 8 295, 1986
- TRGS 402, Ermittlung und Beurteilung der Konzentratione gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen, Bundesarbeitsblatt 11, 1986
- TTC, Hazardous Materials Foam Mitigation Tests, Pueblo, CO, September 1986 (Video aufnahmen der Colorado - Hazmat - Tests)
- Turner D.B., Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, EPA, North Carolina, 1970
- VDI - Kommission Rheinhaltung der Luft, Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen - Sicherheitsanalyse, VDI - Richtlinie 3783 ,1987
- Verhagen L.A., van Buytenen C.J.P., Validation of the TNO Heavy Gas Dispersion Model, in: Hartwig S. (Hrsg.) Heavy Gas and Risk Assessment - III, D.Reidel Publishing Company, Dortrecht/Boston/Lancaster/Tokyo, 123 (1986)
- Verschueren K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 2nd ed., Van Nostrand Reinhold Company, New York, 47, 1983

- Wayne, F.D., An Economical Formula for Calculating Atmospheric Infrared Transmissivities, *J. Loss Prev. Process Ind.*, 4, 86, 1991
- Wilson D.J., Stay Indoors or Evacuate to Avoid Exposure to Toxic Gas, *Emergency Preparedness Digest*, 14, No.1, 19, 1987
- Wilson D.J., Zelt B.W., The Influence of Non - Linear Human Response to Toxic Gases on the Protection Afforded by Sheltering - in Place, *OECD/UNEP Workshop on Emergency Preparedness and Response*, Boston, May 7 - 10, 1990
- Withers R.M.J., Lees F.P., The Assessment of Major Hazards: The Lethal Toxicity of Bromine, *J.Haz.Mat.* 13 279 ,1986
- Yaws C.L., *Chemical Properties Handbook*, McGraw-Hill, New York 1999
- Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects, CPR 14E, The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research (TNO), 1997

# Index

- Abschätzung der freigesetzten Mengen 22
- ADR 24
- ADR-Klasse 24
- AEGL-2 24
- Aufschlagspunkt 36
- Ausbreitungsdistanzen 22, 23
- Ausbreitungswinkel in Windrichtung 22
- Auswirkungen 36
- Bauweise 36
- Bevölkerungsdichte 36
- Box - Modell 36
- Brand 18, 23, 36
- Brandgase 37
- Breite der Wolke 37
- Brennbar 44
- Dampfdichte 37
- Dampfdruck 24, 37
- Deposition 37
- Distanz 37
- Dosis 37
- Dosis - Wirkungs - Beziehung 37
- Durchmischung 38
- Effekt 38
  - letal aussen 38
  - letal innen 38
  - Reizungen aussen 38
  - Reizungen innen 38
- Einheitenumrechnung 28, 32
- Einwirkungsdauer 38
- empfindlicheren
  - Bevölkerungsgruppen 22
- Empfindlichkeit 38
- Endalarm 22
- Entscheidungshilfe 12
- ERI-Cards 26
- Ermittelte Gefährdungsdistanzen 12
- ERPG-2 24
- Evakuierung 39
- Explosionsgrenze 39
  - Obere 42
  - Untere 46
- Fachleute 36
- Feuerball 39
- Flammpunkt 39
- Flash 39
- Freisetzungshöhe 39
- Freisetzungspunkt 12
- Gasdichte 39
- Gefahrennummer 24
- Gefahrenzettel 24
- Geruch 22, 43
  - Odor Safety Factor 42
- Geruchsgrenze 40
- Geruchswahrnehmung 40
- Glossar 36
- Grenze für Reizungen 40
- HIN 24
- Hygroskopizität 40
- Info-Dialog 32
- Innern von Häusern 19, 22
- Klassifizierungscode 24
- Konzentration 28
- Konzentrationen 40
- Letalität 41
- Luftaustauschrate 41
- Luftdruck 41
- Luftfeuchtigkeit 41
- Lufttemperatur 41
- Luftumwälzung 41
- MAK - Wert 41
- Masse 41
- Masse des freigesetzten Stoffes 22
- Mengen 42
- Menü 32
- MET- Gefahrendiamant 10
- MET-Suche 7
- Minimale Atemzeit 42
- Molmasse 24, 28, 42
- Nacht 45
- Natürliche Effektrate 42
- Nebel 42
- NFPA 10
- Optionen 30, 32, 35
- Personen im Innern von Häusern 22
- Programm beenden 32
- Puff 43
- Reaktionsenthalpie 43
- Regen 43
- Reizung 43
- Schmelzpunkt 24
- Schutz durch Häuser 44
- Schutz in Autos 44
- Schwellenkonzentration 43
- Schwere Gase 43
- Sicherheitsfaktor 44
- Siedepunkt 24
- Sommerhalbjahr 44
- Stoffidentifikation 7
- Substanzname 8
  - Teil 8
- Synergien 45
- Tag 45

TEEL-2 24  
TEEL-Wert 45  
Teilnamen 8  
Temperatur 28  
Thermik 45  
Tiefkalte Gase 23  
Tiefkaltes Gas 45  
TLV - Wert 45  
topographisch komplexen Gebiet 22  
Toxizität 45  
    ERPG 38  
    ERPG-2 39  
    LC50 40  
    LD50 40  
    MAK 41  
    TEEL 45  
Umrechnung 32  
UN-Nr 8  
Untere Explosionsgrenze 24  
Verdünnung 46  
Verpackungsgruppe 24  
Vollbrand 23  
Vorbereitungsphase 19  
Wähle 7  
Wetterverhältnisse 18  
Windgeschwindigkeit 21, 46  
Windrichtung 21, 22, 46  
Windrosette 21  
Windstille 46  
Winterhalbjahr 46  
Zündtemperatur 46  
Zweiphasenströmung 44