



Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

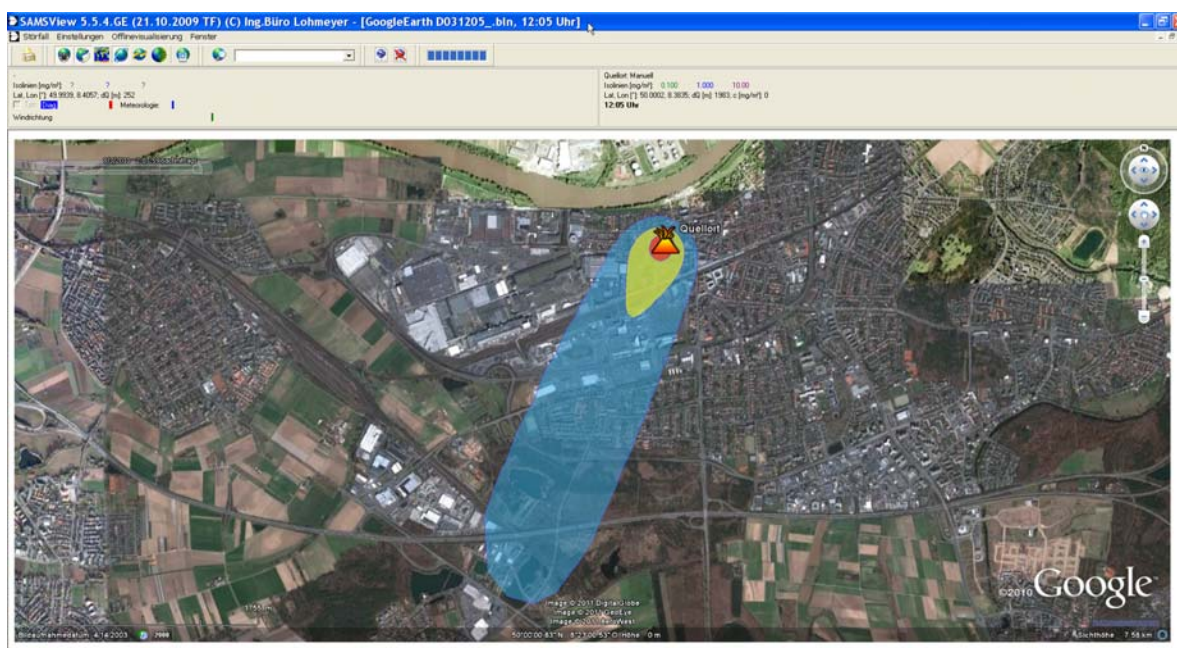
Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

# DOKUMENTATION SAMS-GLOBAL



Dr.-Ing. Th. Flassak

Dr.-Ing. W. Bächlin

August 2011  
Letzte Änderung: 04.08.2011

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>WAS IST SAMS-GLOBAL?</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>START ALLER SYSTEMKOMPONENTEN</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DIE HAUPTKOMPONENTEN VON SAMS-GLOBAL</b> .....	<b>3</b>
3.1	Die SteuerKomponente SAMS.exe .....	3
3.2	Die Graphische Bedienoberfläche SAMS View .....	5
<b>4</b>	<b>DURCHFÜHREN EINER STÖRFALLRECHNUNG</b> .....	<b>6</b>
4.1	Dialog Störfallberechnung: Die unbedingt erforderlichen Parameter .....	6
4.2	Optionale Parameter für die Störfallrechnung .....	12
4.2.1	Dialog Freisetzung .....	13
4.2.2	Dialog Isolinien .....	15
4.2.3	Dialog Weitere Parameter .....	17
<b>5</b>	<b>EINSTELLMÖGLICHKEITEN UND FUNKTIONEN WÄHREND EINER STÖRFALLRECHNUNG</b> .....	<b>19</b>
5.1	Menüpunkt „Störfall   Störfallparameter bearbeiten ...“ .....	19
5.2	Dialog Freisetzung .....	19
5.3	Auswahl des Freisetzungsszenarios .....	21
5.3.1	Vorgang .....	23
5.3.2	Stoff .....	25
5.3.3	Stoff-Phase .....	27
5.3.4	Freisetzungsverhalten .....	28
5.3.5	Freisetzungsart .....	29
5.3.6	Überprüfung der Konsistenz bei Freisetzung aus Behälter/Leitung ....	31
5.3.7	Überprüfung der Stoffdaten auf Konsistenz .....	35
5.4	Darstellung älterer Konzentrationsverteilungen während einer laufenden Störfallrechnung .....	36
5.5	Beenden einer laufenden Störfallrechnung .....	37

---

<b>6</b>	<b>FUNKTIONEN IM STAND-BY-BETRIEB</b> .....	<b>39</b>
6.1	Darstellen von Isolinien für einen Zeitpunkt im Offline-Fenster .....	39
6.2	Darstellen von Isolinien im Zeitraffer im Offline-Fenster .....	42
6.3	Pflegen der Stoffdatenbank .....	46
6.4	Pflegen der Freisetzungsszenarien .....	53
<b>7</b>	<b>HERUNTERFAHREN DES SYSTEMS</b> .....	<b>56</b>
<b>A</b>	<b>VERZEICHNISSTRUKTUR DES SYSTEMS IM ÜBERBLICK</b> .....	<b>58</b>
<b>B</b>	<b>FREISETZUNGSMODELLIERUNG</b> .....	<b>59</b>
B.1	Schlagartige Freisetzung eines Gases .....	59
B.2	Flashverdampfung bei druckverflüssigtem Flüssiggas .....	60
B.3	Verdampfender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache .....	60
B.4	Verdunstender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache .....	61
B.5	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases .....	62
B.5.1	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases aus einem Behälter .....	62
B.5.2	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases bei bekanntem Volumenstrom .....	63
B.6	Auströmen einer Flüssigkeiten oder von Flüssiggas (druckverflüssigt oder tiefkalt) aus einem Behälter .....	63
B.7	Lachengröße (falls nicht vorgegeben) .....	64

---

## 1 WAS IST SAMS-GLOBAL?

SAMS-GLOBAL ist ein PC-gestütztes System zur Simulation der Ausbreitung von Luftschadstoffen. Es berechnet nach Eintritt eines Schadensereignisses (in stationären Anlagen oder beim Transport) unter Berücksichtigung der jeweiligen meteorologischen Verhältnisse die momentanen und zukünftigen luftseitigen Konzentrationen des freigesetzten Stoffes sowohl im Nah- als auch im Fernbereich (ca. 30 km x 30 km) des Freisetzungsortes, um gefährdete Bereiche zu identifizieren und rechtzeitig gezielte Maßnahmen ergreifen zu können. Als Rechenergebnis werden auf einer Umgebungskarte Isolinien der Konzentration dargestellt.

Bei einer Störfallrechnung berechnet SAMS-GLOBAL jeweils die aktuelle **Diagnose** (= Konzentrationsverteilung zum aktuellen Zeitpunkt) und die **Prognose** (= erwartete Konzentrationsverteilung in der Zukunft, maximal 2 Stunden voraus). Die Rechnungen können an einem Termin bis zu 5 Tagen vor der momentanen Zeit gestartet werden. Die Diagnose wird in 3-Minuten-Intervallen aktualisiert.

Basisversion von SAMS-GLOBAL umfasst die folgenden Module:

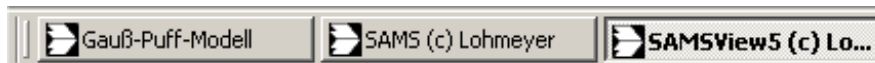
- Gauß-Wolken-Modell auf Basis der Richtlinie VDI 3945 Blatt 1
  - Mesoskaliges diagnostisches Windfeldmodell für topografisch gegliedertes Gelände für die Verarbeitung von meteorologischen Messdaten (10-Minuten-Mittelwert von Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Turbulenz und Stabilität der Atmosphäre) von einer oder mehreren Stationen
  - Freisetzungsmodellierung für Gase, Flüssigkeiten und Flüssiggase mit Lachenverdampfung bzw. Verdunstung aus einer Lache.
  - Stoff- und Szenariendatenbank
-

## 2 START ALLER SYSTEMKOMPONENTEN

Beim Start des Rechners („Hochfahren“) werden alle zur Störfallberechnung nötigen Komponenten automatisch gestartet. Diese Komponenten sind:

- Programm SAMS.exe (Systemsteuerung einschließlich der Aktualisierung der Meteorologie, liegt im Ordner „[InstallDir]\SAMS.exe“<sup>1</sup>)
- Programm SAMSView5.exe (Oberfläche für die menü- und dialoggesteuerte Eingabe und die graphische Darstellung der Rechenergebnisse „[InstallDir]\elisin\SAMSView5.exe“)
- GPMain.exe (Gauß-Puff-Ausbreitungsmodell, wird automatisch von SAMS.exe gestartet.)

In der Task-Leiste wird angezeigt, dass die 3 Komponenten korrekt gestartet wurden:



Nach Störungen des Systems (z.B. Stromausfall) werden alle Komponenten wieder automatisch gestartet. Sollte eine Komponente aus Versehen beendet worden sein, so kann diese auch einfach aus dem Ordner „SAMS-GLOBAL“ auf dem Desktop des Rechners mit einem Doppelklick gestartet werden.

### **WICHTIGE HINWEISE:**

1. Wurde das Gauß-Puff-Modell aus Versehen beendet, jedoch nicht das Programm SAMS.exe, so ist SAMS.exe zu schließen und neu zu starten, damit auch das Gauß-Puff-Modell wieder gestartet wird.
2. Es ist darauf zu achten, dass weder SAMS.exe noch SAMSView5.exe manuell ein zweites Mal gestartet wird.
3. Das Programm SAMS.exe muss ständig laufen (auch wenn keine Störfallrechnung durchgeführt wird), damit die Zeitreihe der Meteorologie korrekt erfasst werden kann.
4. Nach Beendigung einer Störfallrechnung muss weder SAMS.exe noch SAMSView5.exe beendet und neu gestartet werden. Es kann sofort eine neue Störfallrechnung gestartet werden.

---

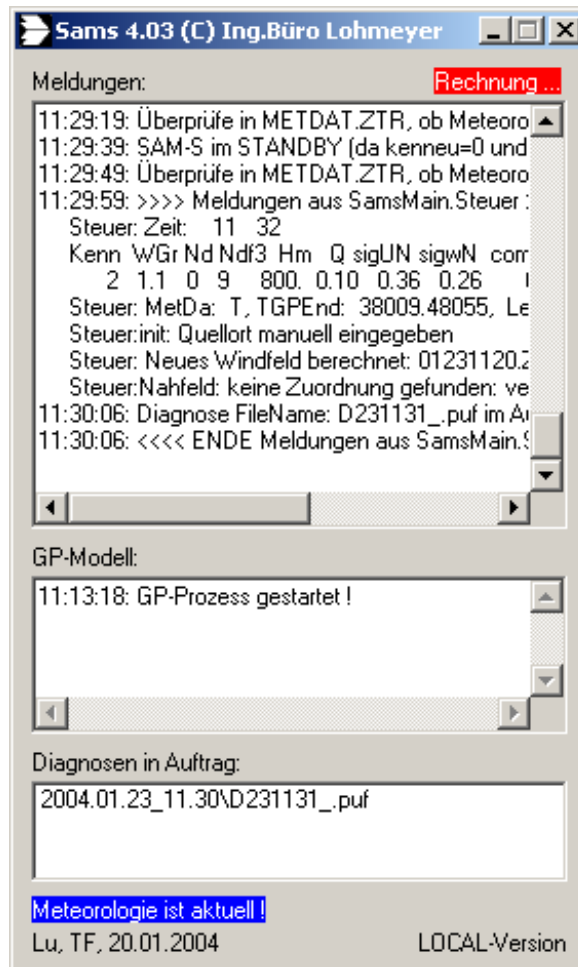
<sup>1</sup> [InstallDir] ist das Installationsverzeichnis von SAM-S

---

### 3 DIE HAUPTKOMPONENTEN VON SAMS-GLOBAL

#### 3.1 Die SteuerKomponente SAMS.exe

Beim Start von „[InstallDir]\SAMS.exe“ öffnet sich auf dem Bildschirm ein Dialog mit folgenden drei Statusfenstern „Meldungen“, „GP-Modell“ und „Diagnosen in Auftrag“ (siehe **Abb. 3.1**):



**Abb. 3.1:** Dialog **Sams 4.x** mit drei Statusfenstern für Meldungen

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Meldungen, die von SAMS.exe in den 3 Statusfenstern ausgegeben werden, dienen dazu, Informationen über den aktuellen Zustand des Systems zu haben. Aus den 3 Statusfenstern sind keine störfallrelevanten Informationen zu entnehmen. Alle störfallrelevanten Informationen werden im Programm SAMSView5.exe dargestellt und ausgegeben.

Im Statusfenster „Meldungen“ erscheinen:

- Arbeitsmeldungen des Steuersystems von SAMS
- Angaben über die aktuell vorhandene Meteorologiedatei
- Angaben über die aktuelle zur Darstellung bereitstehende Isoliniendatei
- Angaben zum Status des Systems und ggf. Kenndaten zur gerade laufenden Störfallrechnung

Im Statusfenster GP-Modell werden:

- im Falle einer Störfallrechnung die alle drei Minuten durchgeführten Rechenschritte protokolliert

Im Statusfenster „Diagnosen in Auftrag“ werden:

- alle zur Berechnung anstehende Isoliniendateien protokolliert

Rechts oben im Dialog erscheint die Information, ob das System gerade eine Rechnung durchführt



oder wartet, d.h. sich im Stand-by-Betrieb befindet.

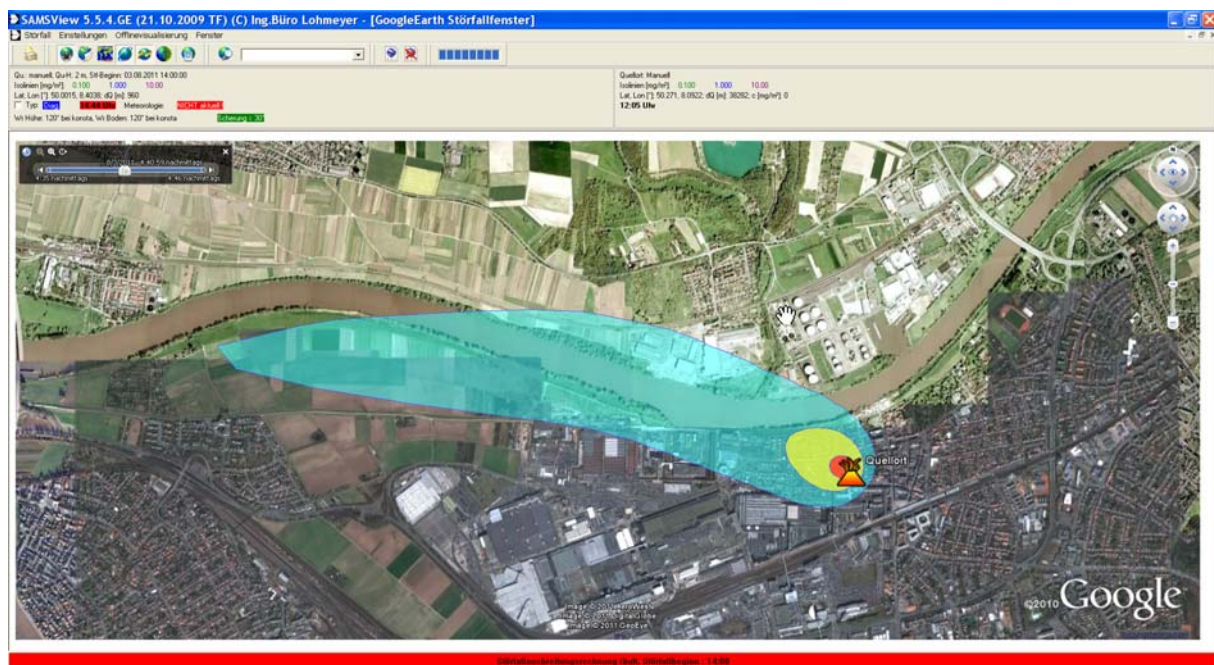


**WICHTIGER HINWEIS:**

Eine Störfallrechnung wird nicht mit Hilfe des Programms SAMS.exe, sondern mit dem Programm SAMView5.exe gestartet und beendet.

### 3.2 Die Graphische Bedienoberfläche SAMSView

**Abb. 3.2** zeigt die Windows-Oberfläche des Programms SAMSView5.exe (im folgenden **SAMSView** genannt). Die Darstellung der Luftschadstoffausbreitung erfolgt in **Google Earth**<sup>2</sup>. Die Menüleiste des Programms **SAMSView** enthält die Menüpunkte „Störfall“, „Einstellungen“, „Offlinevisualisierung“ und „Fenster“. Im Menü „Störfall“ kann eine Störfallrechnung gestartet bzw. beendet werden. Unter dem Menüpunkt „Einstellungen“ können während einer Störfallrechnung die Skalierung der Isolinenwerte geändert sowie eine Grafik des Freisetzungsverlaufes aufgerufen werden. Im Offlinebetrieb können Stoffdaten und Szenarien eingegeben werden. Der Menüpunkt „Offlinevisualisierung“ ermöglicht die Isolinen-Darstellung von vergangenen Störfallrechnungen.



**Abb. 3.2:** Programm SAMSView5.exe

---

<sup>2</sup> Darstellung mit Google Earth funktioniert nur, wenn der PC mit dem Internet verbunden ist.

---

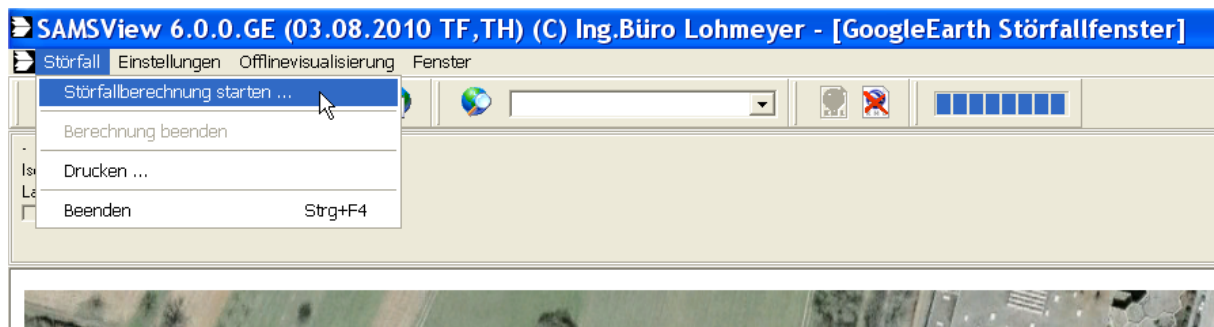


## 4 DURCHFÜHREN EINER STÖRFALLRECHNUNG

Wenn alle in Abschnitt 2 beschriebenen Systemkomponenten aktiv sind, kann eine Störfallrechnung gestartet werden.

Zum Starten einer Störfallrechnung ist im Programm **SAMSVIEW** den Menüpunkt „Störfall“ anzuklicken. Dieser Menüpunkt bietet die weiteren Untermenüpunkte (siehe **Abb. 4.1**):

- Störfallberechnung starten ...
- Störfallberechnung beenden ...
- Drucken ...
- Beenden



**Abb. 4.1:** Programm **SAMSVIEW** mit dem Menü „Störfall“

### 4.1 Dialog Störfallberechnung: Die unbedingt erforderlichen Parameter

Nach Anklicken von „Störfallberechnung starten ...“ öffnet sich der Dialog **Störfallberechnung** (siehe **Abb. 4.2**), über den die für die Durchführung einer Störfallrechnung unbedingt erforderlichen Parameter abgefragt werden.



**Störfallberechnung**

**aktuelle Zeit**

Zeit  Datum

**Freisetzung hält an**

**aus Liste auswählen**

**Geographische Koordinaten**

Breite     N  S

Länge     W  E

 **GoogleEarth**

Windrichtung  °

Windgeschw.  m/s

Anemometerh.  m

Stabilität

**Freisetzung ...**

**Isolinien ...**

**weitere Parameter ...**

**Abbrechen**  **OK**

**Abb. 4.2:** Dialog **Störfallberechnung**

Die **unbedingt erforderlichen Parameter** sind der **Freisetzungsbeginn**, welcher in dem durch die Meteorologiezeitreihe vorgegebenen Rahmen liegen muss (siehe **Kap. 2.1**) und der Freisetzungsort.

Der Freisetzungsbeginn ist automatisch mit der aktuellen Uhrzeit belegt. Stimmt der Wert nicht mit dem Freisetzungsbeginn überein, so kann die richtige Zeit durch Deaktivieren der Checkbox „aktuelle Zeit“ manuell eingetragen werden:



Wenn das **Freisetzungsende** bekannt ist<sup>3</sup>, sollte dieses ebenfalls durch Deaktivierung der Checkbox „Freisetzung hält an“ eingetragen werden:

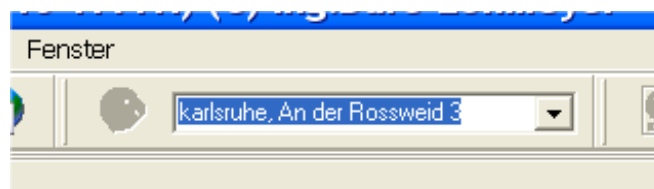


Falls kein Eintrag stattfindet, wird eine kontinuierliche Freisetzung bis zum Störfallende angenommen.

Der **Freisetzungsort** kann entweder durch Aktivierung der Checkbox „aus Liste auswählen“ aus der Scroll-Box ausgewählt, über die Tastatur eingegeben oder unter Anklicken des Quellortes auf der Karte<sup>4</sup> geladen werden. Soll der Quellort durch Anklicken auf der Karte bestimmt werden, muss zuvor die Schaltfläche



gedrückt werden. Die Karte des gewünschten Ortes kann zu Ansicht gebracht werden, wenn im folgenden Eingabefeld z.B. Ort und Straße eingegeben worden ist.



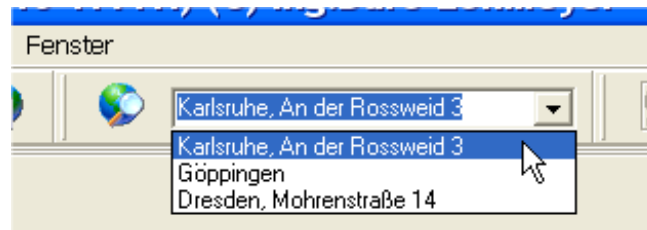
Die Einträge in dieser Liste werden gespeichert. Zielorte können somit später aus der Liste wieder ausgewählt werden.

---

<sup>3</sup> Das Freisetzungsende kann auch zu einem späteren Zeitpunkt eingetragen werden.

<sup>4</sup> Funktioniert nur, wenn das Google Earth Plugin installiert ist und der PC mit dem Internet verbunden ist.

---



Die meteorologischen Kennwerte "Windrichtung", "Windgeschwindigkeit", "Anemometerhöhe" und "Stabilität" sind manuell einzutragen.

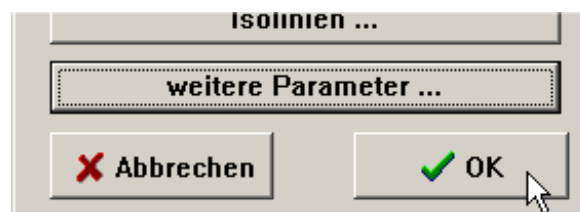
Windrichtung	<input type="text"/>	°
Windgeschw.	<input type="text"/>	m/s
Anemometerh.	<input type="text" value="10"/>	m
Stabilität	<input type="text" value="neutral"/>	

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Optionale Parameter (Schaltflächen „Freisetzung ...“, „Isolinien ...“ und „weitere Parameter“) können zum jetzigen oder auch zu einem späteren Zeitpunkt eingegeben werden.

Wird die Schaltfläche **[Freisetzung ...]** nicht betätigt, dann wird als Standard-Einstellung eine Chlorgasfreisetzung mit einem konstanten Massenstrom von 0.1 kg/s angenommen. Die Isolinienwerte sind voreingestellt auf 0.1 mg/m<sup>3</sup>, 1 mg/m<sup>3</sup> und 10 mg/m<sup>3</sup>.

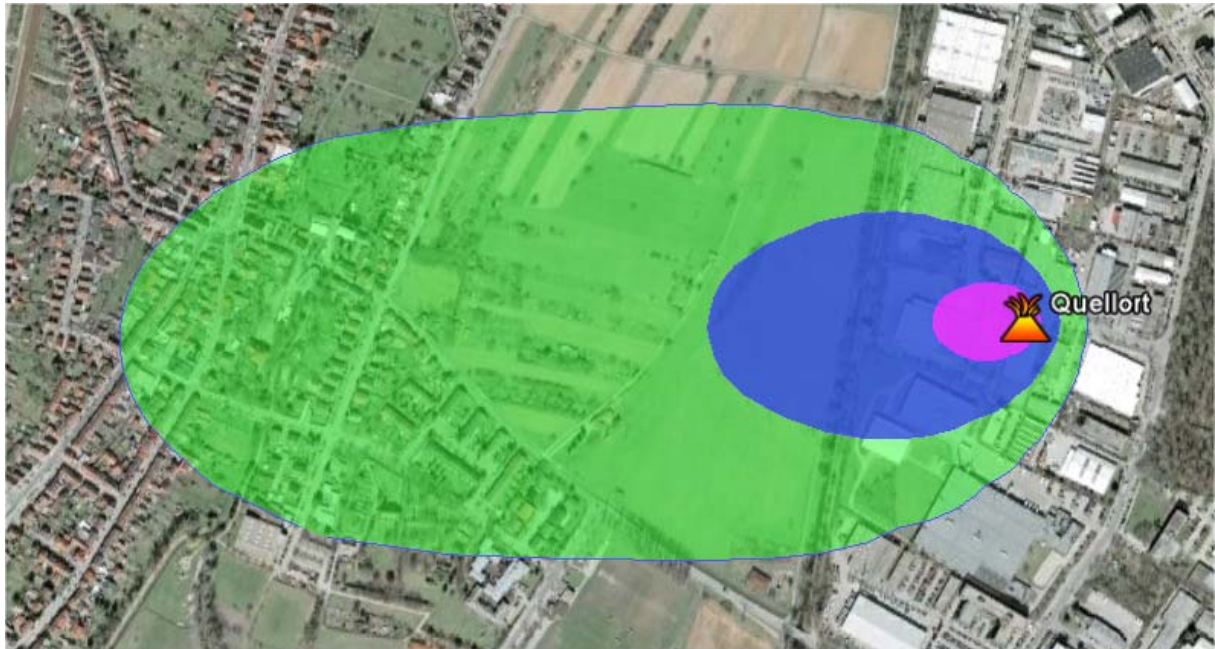
Durch die Bestätigung der Werte im Dialog **Störfallberechnung** mit „OK“ wird die Störfallberechnung gestartet.



Am unteren Bildrand von **SAMSVIEW** erscheint, abwechselnd in rot und grün blinkend, die Meldung "Störfallrechnung läuft, Störfallbeginn...":



Nach kurzer Zeit (ca. 20 sec.) erscheint auf der Karte die Darstellung der Isolinien der Schadstoffkonzentration (vgl. **Abb. 4.3**) zum ersten Darstellungstermin.



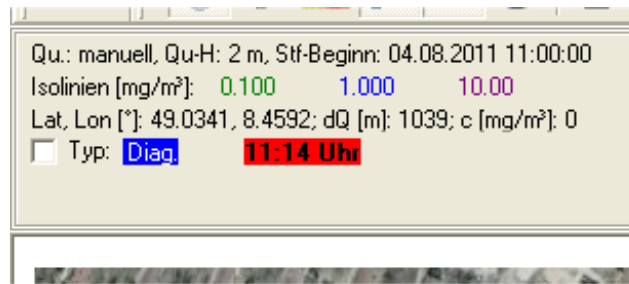
**Abb. 4.3:** 3 Isolinien der Schadstoffkonzentration

Es werden i.d.R. 3 Isolinien der Schadstoffkonzentration in den Farben grün, blau und lila dargestellt. Die zu den entsprechenden Farben korrespondierenden Konzentrationswerte werden in der im folgenden beschriebenen Info-Leiste angezeigt.

Eine Isolinie der Schadstoffkonzentration grenzt einen Bereich ab. Innerhalb des von der Isolinien abgegrenzten Bereichs ist die Konzentration höher, außerhalb niedriger. Wird vom Anwender nicht anderes in Dialog **Störfallisolinien** eingetragen, repräsentiert die grüne Isolinie die niedrigste und die lilafarbene Isolinie die höchste Schadstoffkonzentration.

In der **Info-Leiste** (vgl. **Abb. 4.4**) des Störfallfensters werden folgende Informationen angezeigt:

- Zeile 1: Name des Quellorts (Qu.), Quellhöhe (Qu-H), Störfallbeginn (Stf-Beginn)
- Zeile 2: Dargestellte Isolinienwerte der Konzentration in 1,5m über Grund
- Zeile 3: Aktuelle Position des Mauszeigers auf der Grundkarte als Rechtswert/Hochwert, Abstand zur Quelle in Metern und Konzentration in [mg/m<sup>3</sup>]
- Zeile 4: Diagnose/Prognose, dargestellter Termin.

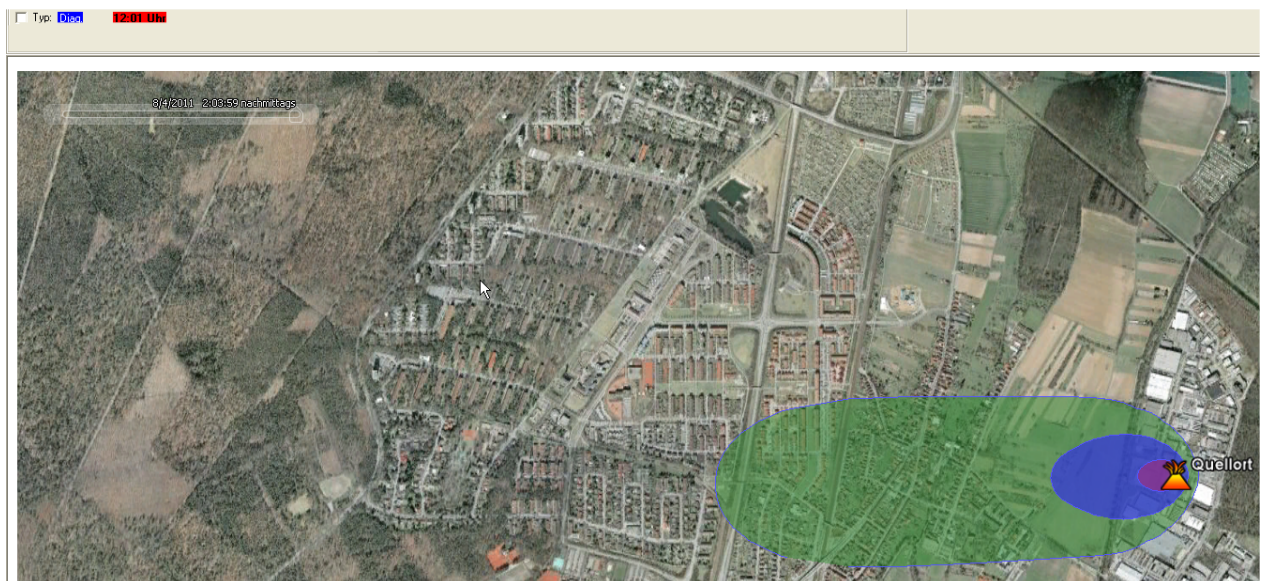


**Abb. 4.4:** Info-Leiste während einer Störfallrechnung

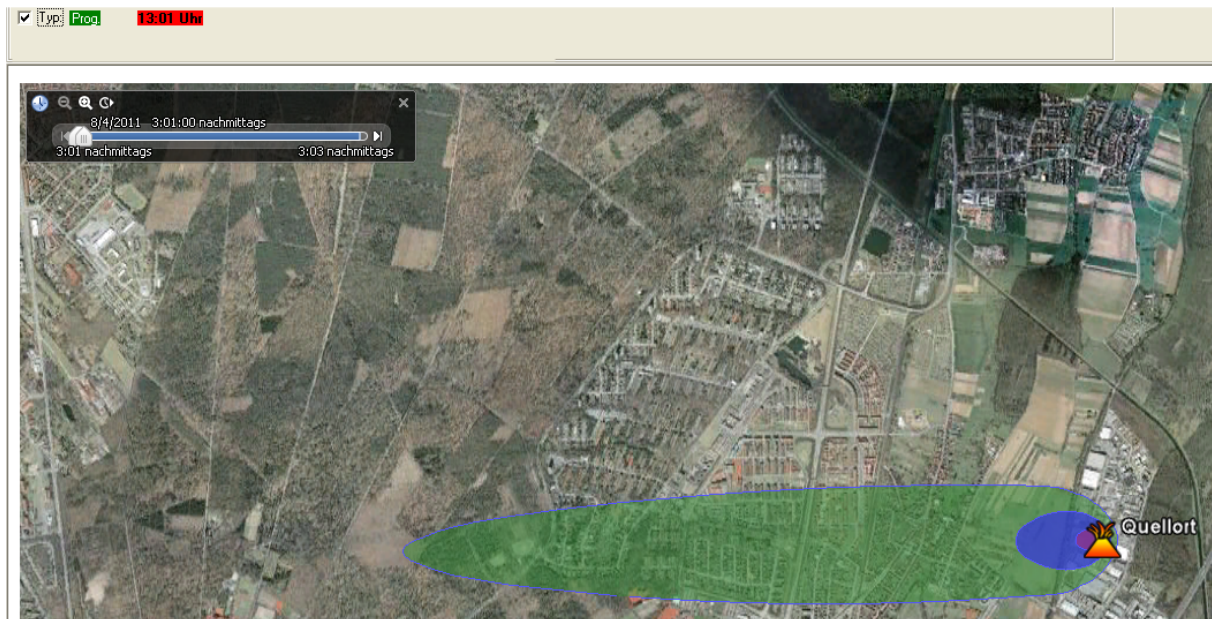
Als Voreinstellung werden Diagnosen dargestellt. In der **Info-Leiste** hat Checkbox „Typ“ kein Häkchen:



Es steht blau hinterlegt „Diag“. Es wird zum Beispiel die Konzentration für 12:01 Uhr dargestellt:



Wird in der **Info-Leiste** in der Checkbox „Typ“ durch Anklicken das Häkchen gesetzt, wird die Prognose dargestellt. Es steht grün hinterlegt „Prog“. Es wird dann die (zu erwartende) Konzentration zum Beispiel für 13:01 Uhr dargestellt (Die Prognosezeit ist hierbei eingestellt auf 60 min, siehe Dialog **Weitere Parameter**):



Drucken des dargestellten Fensters erfolgt durch Anklicken des Druckersymbols (oder unter Menüpunkt „Störfall | Drucken ...“):



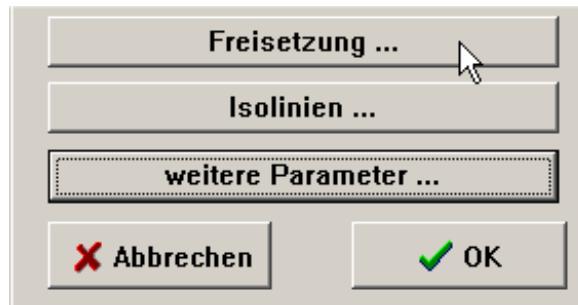
Alle weiteren Funktionalitäten von **SAMSVIEW** während einer Störfallrechnung werden in **Kap. 6** erklärt.

## 4.2 Optionale Parameter für die Störfallrechnung

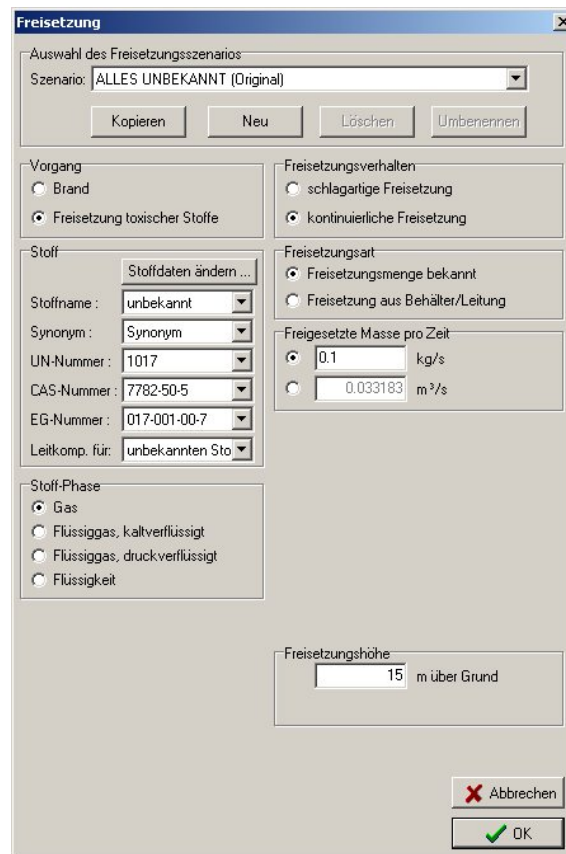
Die im folgenden beschriebenen optionalen Parameter für eine Störfallrechnung können sowohl zu Beginn als auch während einer Störfall- bzw. Testberechnung über den Menüpunkt „Störfall | Störfallparameter bearbeiten ...“ bzw. „Störfall | Testberechnungsparameter bearbeiten ...“ angegeben werden. Es erscheint der Dialog „Störfallberechnung“.

#### 4.2.1 Dialog Freisetzung

Der Dialog, in dem der Freisetzungsverlauf eingegeben wird, kann durch Anklicken der Schaltfläche **[Freisetzung ...]** des Dialogs **Störfallberechnung** zur Ansicht gebracht werden<sup>5</sup>.



Wird die Schaltfläche **[Freisetzung ...]** betätigt, erscheint der Dialog **Freisetzung**:

The 'Freisetzung' dialog box contains the following elements:

- Auswahl des Freisetzungsszenarios:** A dropdown menu set to 'ALLES UNBEKANNT (Original)'. Below it are buttons for 'Kopieren', 'Neu', 'Löschen', and 'Umbenennen'.
- Vorgang:** Radio buttons for 'Brand' and 'Freisetzung toxischer Stoffe' (selected).
- Freisetzungsverhalten:** Radio buttons for 'schlagartige Freisetzung' and 'kontinuierliche Freisetzung' (selected).
- Freisetzungssart:** Radio buttons for 'Freisetzungsmenge bekannt' (selected) and 'Freisetzung aus Behälter/Leitung'.
- Freigesetzte Masse pro Zeit:** Two radio buttons. The first is selected and has a text box with '0.1' and the unit 'kg/s'. The second has a text box with '0.033183' and the unit 'm³/s'.
- Stoff:** A 'Stoffdaten ändern ...' button and dropdown menus for 'Stoffname' (unbekannt), 'Synonym' (Synonym), 'UN-Nummer' (1017), 'CAS-Nummer' (7782-50-5), 'EG-Nummer' (017-001-00-7), and 'Leitkomp. für' (unbekanntes Sto).
- Stoff-Phase:** Radio buttons for 'Gas' (selected), 'Flüsiggas, kaltverflüssigt', 'Flüsiggas, druckverflüssigt', and 'Flüssigkeit'.
- Freisetzungshöhe:** A text box with '15' and the unit 'm über Grund'.
- Buttons for 'Abbrechen' and 'OK' at the bottom right.

<sup>5</sup> Wird die Schaltfläche **[Freisetzung ...]** nicht betätigt oder der Dialog „Freisetzung“ mit „Abbrechen“ verlassen, wird als Standard-Einstellung eine Chlorgasfreisetzung mit einem konstanten Massenstrom von 0.1 kg/s angenommen.

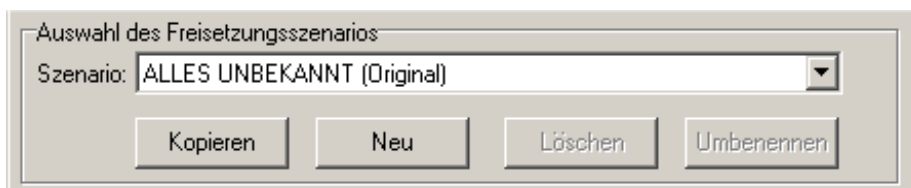


Mit Hilfe dieses Dialogs kann der Freisetzungsverlauf, d.h. die Menge des während eines Störfalls freigesetzten Stoffes, spezifiziert werden. Die vollständige Beschreibung des Dialogs **Freisetzung** ist in **Kap. 5.2** zu finden. An dieser Stelle des Handbuchs wird nur auf die Möglichkeit eingegangen, ein geeignetes vordefiniertes Störfallszenario auszuwählen. Es sei angemerkt, dass der Freisetzungsverlauf auch während eines Störfalls verändert werden kann.

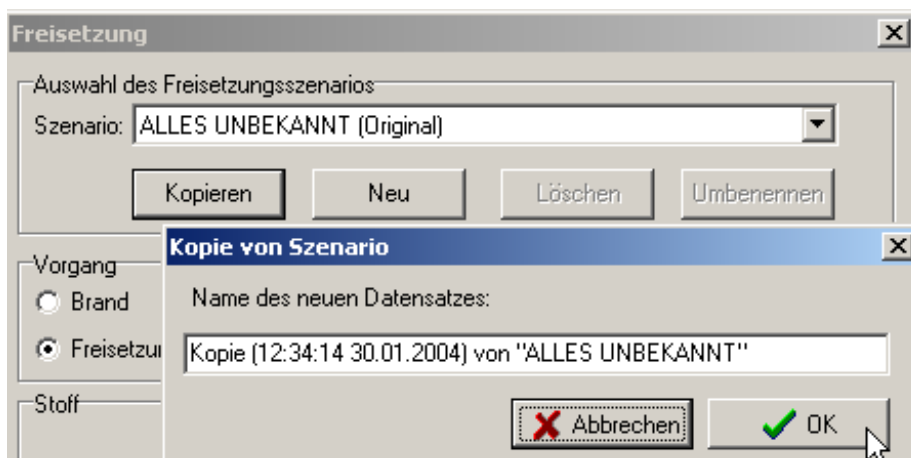
### **WICHTIGER HINWEIS:**

Eine Änderung des Freisetzungsverlaufs wirkt sich außer bei der Freisetzungshöhe rückwirkend bis zum Störfallbeginn aus. Eine Änderung der Freisetzungshöhe wirkt sich in der berechneten Konzentrationsverteilung erst nach dem Zeitpunkt der Änderung aus.

In SAMS-GLOBAL werden die möglichen Wege der Stofffreisetzung in sog. Freisetzungsszenarien abgelegt. Im Offline-Betrieb eingepflegte Freisetzungsszenarien (vgl. **Kap. 6.4**) können im Dialog **Freisetzung** unter „Auswahl des Freisetzungsszenarios“ abgerufen werden:



Bei Beginn einer Störfallrechnung ist immer das Szenario: „ALLES UNBEKANNT (Original)“ eingestellt. Dieses Szenario bedeutet eine Chlorgasfreisetzung mit einem konstanten Massenstrom von 0.1 kg/s. Ein Szenario, das in seinem Namen „(Original)“ enthält, kann **nicht verändert** werden und wird **Szenarien-Vorlage** genannt. Um eine Szenarien-Vorlagen verändern zu können, muss diese Szenarien-Vorlage erst durch Drücken der Schaltfläche **[Kopieren]** kopiert werden.



Ein Szenario ohne die Zeichenfolge „(Original)“ im Szenariennamen kann an den aktuellen Störfall angepasst werden (vgl. **Kap. 5.2**).

SAMS-GLOBAL wird ausgeliefert mit den folgenden 3 Szenarien-Vorlagen:

- ALLES UNBEKANNT (Original)
- Brand gross (Original)
- Brand mittel (Original)

In **Tab. 4.1** werden die Szenarien-Vorlagen definiert.

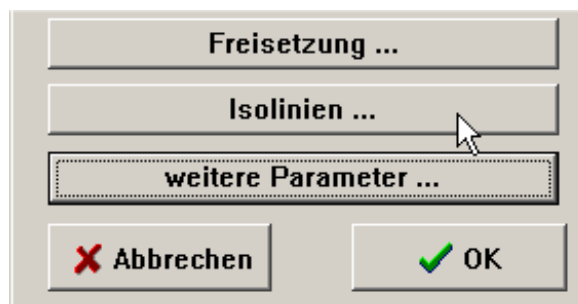
**Tab. 4.1:** Definition der Szenarien-Vorlagen

Szenariennamen	Stoff	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]	Massenstrom [kg/s]	Freisetzungshöhe [m]
ALLES UNBEKANNT (Original)	Chlor (gasförmig)	0.03333	0.1	15
Brand gross (Original)	Kohlenmonoxid	10	~ 12	50
Brand mittel (Original)	Kohlenmonoxid	5	~ 6	25

Die vollständige Bedienung des Dialogs **Freisetzung** ist in **Kap. 5.2** beschrieben.

#### 4.2.2 Dialog Isolinien

Der Dialog, in dem die 3 Isolinienwerte und die Einheit eingegeben werden, kann durch Anklicken der Schaltfläche **[Isolinien ...]** des Dialogs **Störfallberechnung** zur Ansicht gebracht werden.



Die Isolinienwerte sind voreingestellt auf 0.1 mg/m<sup>3</sup>, 1 mg/m<sup>3</sup> und 10 mg/m<sup>3</sup>. Wird die Schaltfläche **[Isolinien ...]** betätigt, erscheint der Dialog **Störfallisolinien**:

Die Eingabefelder für die 3 Isolinien sind belegt mit der o.g. Voreinstellung. Die Felder für Molmasse und Grenzwert sind anfangs unbelegt. Die Wahlmöglichkeit zwischen den Einheiten „mg/m<sup>3</sup>“ und „ppm“ ist deaktiviert und fest auf „mg/m<sup>3</sup>“ eingestellt.

Die Wahlmöglichkeit wird erst dann aktiviert, wenn ein gültiger Wert für die Molmasse in das entsprechende Feld eingetragen ist. Das Feld Molmasse kann entweder belegt werden durch Drücken der Schaltfläche **[Hole Molmasse aus DB]**<sup>6</sup> oder durch ein manuelles Eintragen des Wertes in der Einheit g/Mol.

Das Feld Grenzwert kann entweder belegt werden durch Drücken der Schaltfläche **[Hole Grenzwert aus DB]** oder durch ein manuelles Eintragen des Wertes in der Einheit mg/m<sup>3</sup> oder ppm.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Die im Dialog **Störfallisolinien** eingetragene Molmasse wird ausschließlich dazu verwendet von mg/m<sup>3</sup> auf ppm (und umgekehrt) umzurechnen.

Der im Dialog **Störfallisolinien** eingetragene Grenzwert wird bei der Darstellung der Konzentrationszeitreihe (siehe **Kap. 5.4**) verwendet.

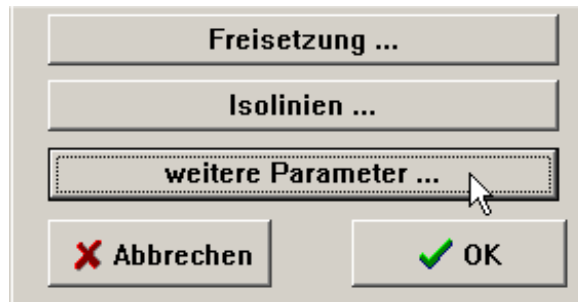
---

<sup>6</sup> DB = Datenbank.

---

### 4.2.3 Dialog Weitere Parameter

Optionale Parameter können durch Anklicken der Schaltfläche **[weitere Parameter]** des Dialogs **Störfallberechnung** eingegeben werden.



Es kommt der Dialog **Weitere Parameter** (siehe Abb. 4.5) zur Ansicht. In diesem Dialog kann die Einstellungen zur Prognosezeit eingestellt werden.

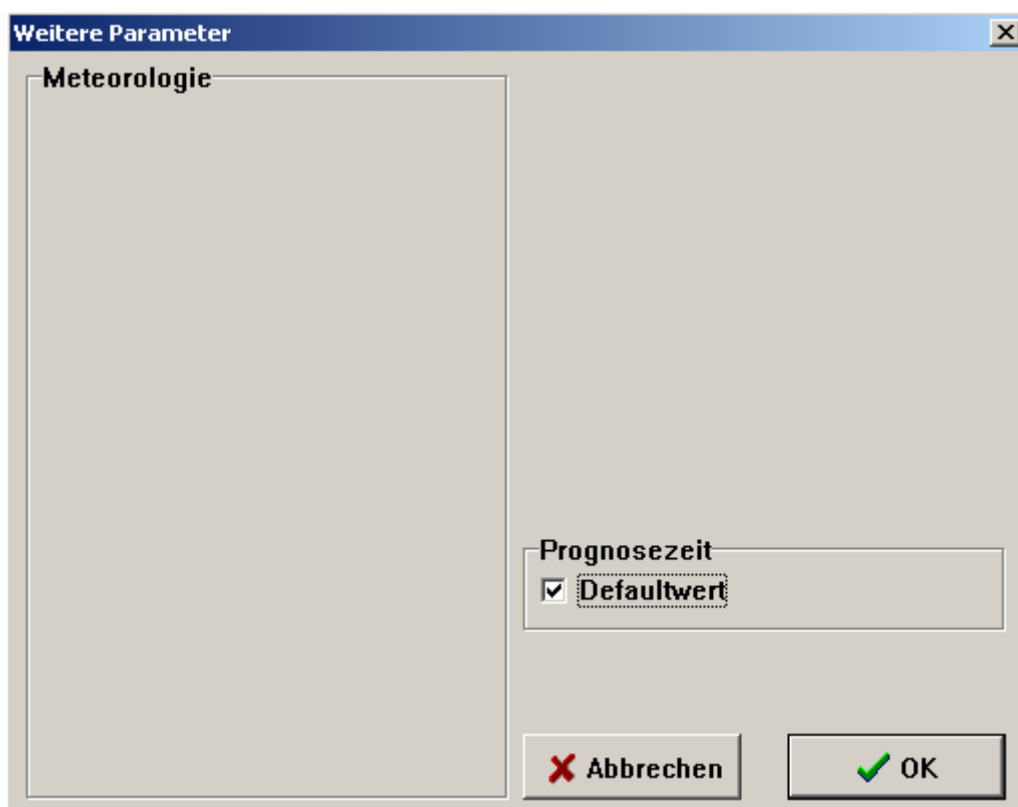
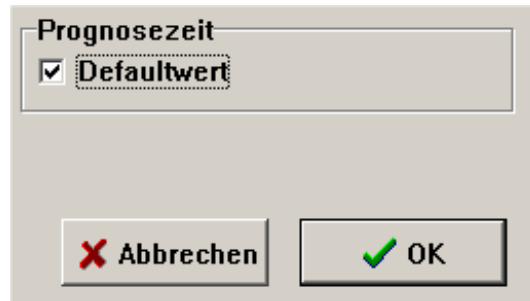


Abb. 4.5: Dialog Weitere Parameter

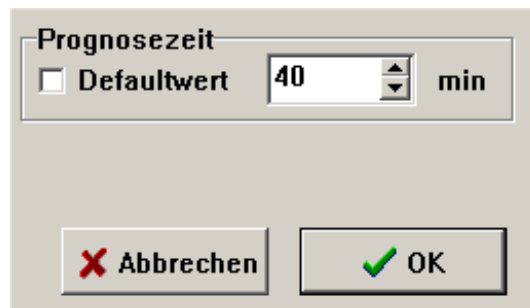
Prognosezeit

Mit SAMS-GLOBAL kann neben der Diagnose auch eine Prognose berechnet werden. Mit Hilfe der Prognosezeit lässt sich einstellen, wie weit – ausgehend von der aktuellen Zeit – jeweils in die Zukunft geblickt wird. Wenn „Defaultwert“ ausgewählt ist, beträgt die Prognosezeit 60 min:



The screenshot shows a dialog box titled "Prognosezeit". It contains a checked checkbox labeled "Defaultwert". Below the checkbox are two buttons: "Abbrechen" (with a red X icon) and "OK" (with a green checkmark icon).

Wenn „Defaultwert“ nicht ausgewählt ist, kann eine Prognosezeit zwischen 0 und 120 min eingegeben werden:



The screenshot shows the same "Prognosezeit" dialog box, but the "Defaultwert" checkbox is unchecked. To the right of the checkbox is a numeric input field containing the value "40" and the unit "min". Below the input field are the same "Abbrechen" and "OK" buttons.

Bei der Berechnung einer Prognose wird davon ausgegangen, dass die meteorologischen Bedingungen vom aktuellen Zeitpunkt aus konstant bleiben.

### **ZUSAMMENFASSUNG:**

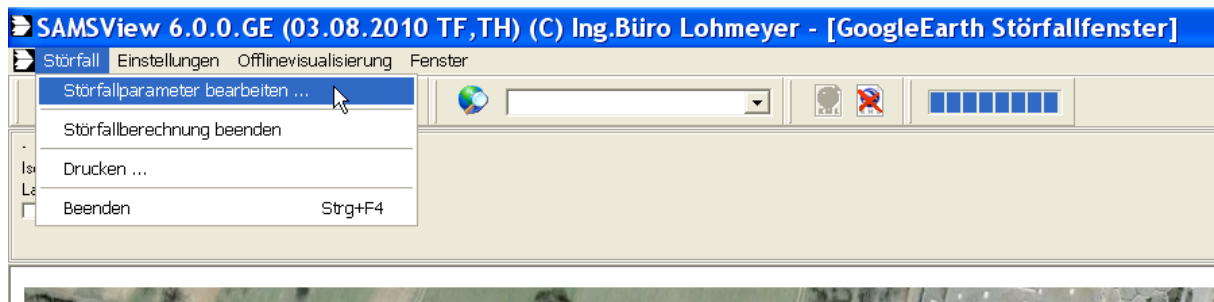
Um eine Störfallrechnung bzw. eine Testberechnung zu starten, müssen drei Fragen vom Anwender beantwortet und dem System mitgeteilt werden:

1. Wann? Wann beginnt der Störfall? Einzugeben ist der Freisetzungsbeginn und – falls bekannt – das Freisetzungsende.
2. Wo? Wo liegt der Ort der Freisetzung? Einzugeben ist der Freisetzungsort.
3. Wieviel? Wieviel wird von einem Stoff freigesetzt? Auszuwählen ist ein Freisetzungsszenario bzw. einzugeben ist die freigesetzte Stoffmenge. Ist keine Information über die freigesetzte Menge vorhanden, so kann mit einem Standardmassenstrom von 0.1 kg/s gerechnet werden.

## 5 EINSTELLMÖGLICHKEITEN UND FUNKTIONEN WÄHREND EINER STÖRFALLRECHNUNG

### 5.1 Menüpunkt „Störfall | Störfallparameter bearbeiten ...“

Während einer Störfallrechnung kann im Menüpunkt „Störfall“ der Untermenüpunkt „Störfallparameter bearbeiten ...“ ausgewählt werden:



Es erscheint der Dialog **Störfallberechnung** (siehe **Kap. 4.1**). Es können folgende Parameter bearbeitet werden:

1. Eingabe des Freisetzungsendes.
2. Änderung der Quellstärke während einer Störfallrechnung: hierzu Schaltfläche **[Freisetzung ...]** anwählen und Dialog **Freisetzung** bearbeiten<sup>7</sup>.
3. Änderung der Werte der Isolinien während einer Störfallrechnung: hierzu Schaltfläche **[Isolinien ...]** anwählen und Dialog **Störfallisolinien** bearbeiten. Die neuen Isolinienniveaus werden bis zu einer neuerlichen Änderung beibehalten.

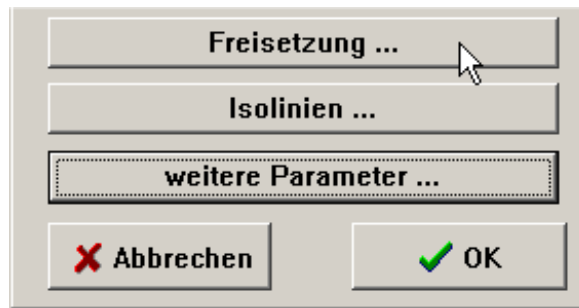
### 5.2 Dialog Freisetzung

Der Dialog, in dem der Freisetzungsverlauf eingegeben wird, kann durch Anklicken der Schaltfläche **[Freisetzung ...]** des Dialogs **Störfallberechnung** zur Ansicht gebracht werden.

---

<sup>7</sup> Eine Änderung des Freisetzungsverlaufs wirkt sich außer bei der Freisetzungshöhe rückwirkend bis zum Störfallbeginn aus. Eine Änderung der Freisetzungshöhe wirkt sich in der berechneten Konzentrationsverteilung erst nach dem Zeitpunkt der Änderung aus.

---



Wird die Schaltfläche [Freisetzung ...] betätigt, erscheint der Dialog Freisetzung:

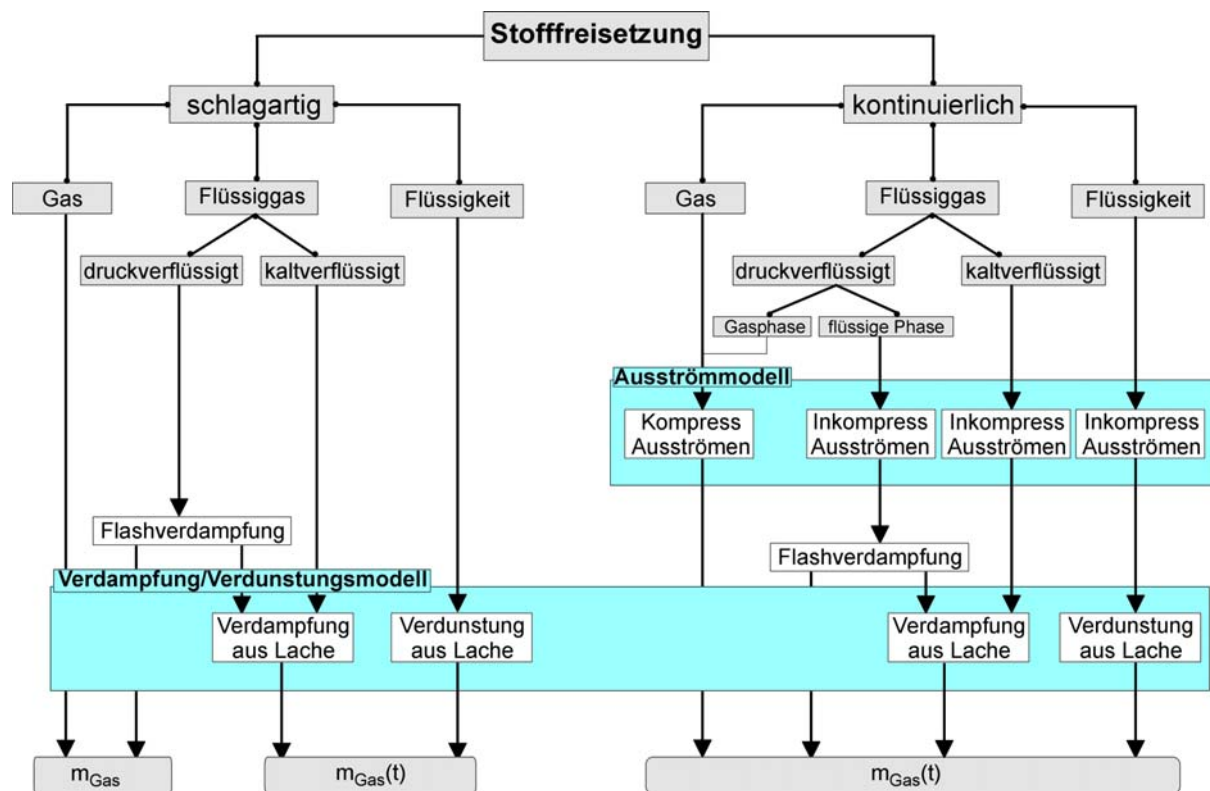
Mit Hilfe dieses Dialogs kann der Freisetzungsverlauf, d.h. die Menge des während eines Störfalls freigesetzten Stoffes, spezifiziert werden.

Der Stoff kann entweder

- gasförmig,
- flüssig oder
- druckverflüssigt bzw. kaltverflüssigt

gelagert und basierend auf diesen Lagerbedingungen freigesetzt werden. Gasförmig gelagerte Stoffe gelangen bei der Freisetzung direkt in die Atmosphäre. Flüssig oder druckverflüssigt bzw. kaltverflüssigt

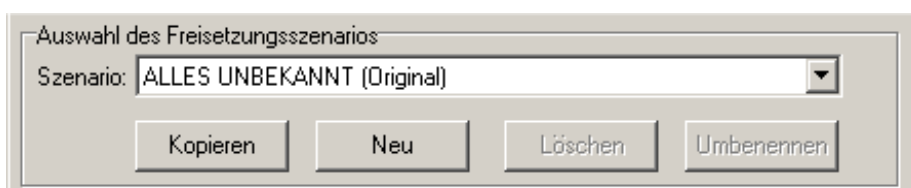
sigt gelagerte Stoffe bilden i.d.R. bei der Freisetzung eine Lache und verdampfen bzw. verdunsten aus der Lache. Bei druckverflüssigten Stoffe ergibt sich eine sog. Flash-Verdampfung. Tröpfchen werden in die Atmosphäre versprüht und verdampfen zum Teil. Die möglichen Wege der Stofffreisetzung werden in **Abb. 5.1** dargestellt.



**Abb. 5.1:** Wege der Stofffreisetzung

### 5.3 Auswahl des Freisetzungsszenarios

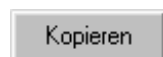
In SAMS-GLOBAL werden die möglichen Wege der Stofffreisetzung in sog. Freisetzungsszenarien abgelegt. Im Offline-Betrieb eingepflegte Freisetzungsszenarien (vgl. **Kap. 6.4**) können im Dialog **Freisetzung** unter „Auswahl des Freisetzungsszenarios“ abgerufen werden:



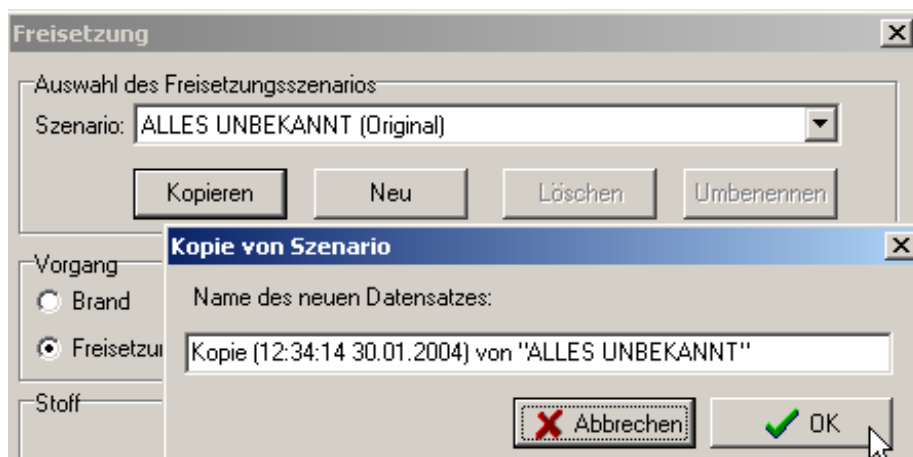


Bei Beginn einer Störfallrechnung ist immer das Szenario: „ALLES UNBEKANNT (Original)“ eingestellt. Dieses Szenario bedeutet eine Chlorgasfreisetzung mit einem konstanten Massenstrom von 0.1 kg/s. Ein Szenario, dass in seinem Namen „(Original)“ enthält, kann **nicht verändert** werden und wird **Szenarien-Vorlage** genannt. SAMS-GLOBAL wird ausgeliefert mit den folgenden 3 Szenarien-Vorlagen (vgl. **Tab. 4.1**):

- ALLES UNBEKANNT (Original)
- Brand gross (Original)
- Brand mittel (Original)



Um eine Szenarien-Vorlagen verändern zu können, muss diese Szenarien-Vorlage erst durch Drücken der Schaltfläche **[Kopieren]** kopiert werden. Es wird der Name des neuen Szenarios gefragt:



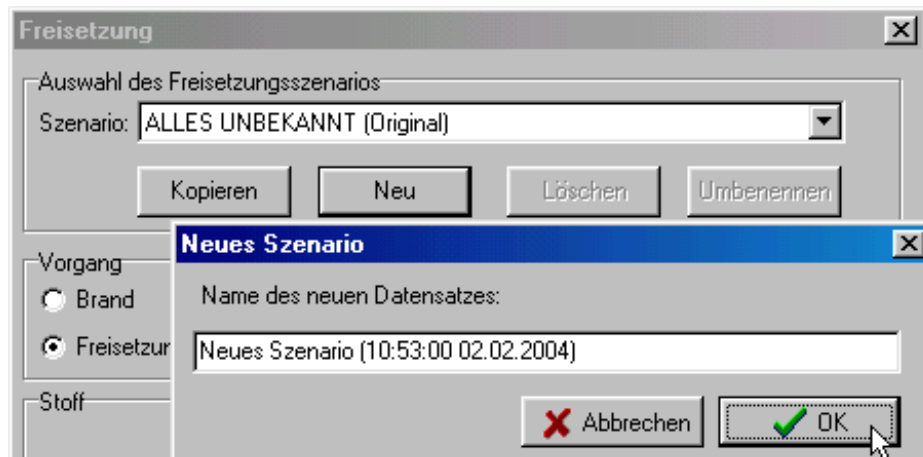
Für die Kopie eines Szenarios wird der Name

**Kopie (aktuelles Datum) von „Name des zu kopierenden Szenarios, ohne den Textstring „(Original)“**

vorgeschlagen. Der Vorschlag kann geändert werden. Es ist darauf zu achten, dass Kopien von Vorlagen, die den Textstring „(Original)“ enthalten, zu Szenarienvorlagen werden, die nicht abgeändert werden können. Der Name des kopierten Szenarios ist durch Drücken der Schaltfläche **[OK]** zu bestätigen. Danach ist das kopierte Szenario wie gewünscht einzustellen.



Um ein neues Szenario zu definieren, ist die Schaltfläche **[Neu]** zu drücken. . Es wird der Name des neuen Szenarios gefragt:



Für eine neues Szenarios wird der Name

#### **Neues Szenario (aktuelles Datum)**

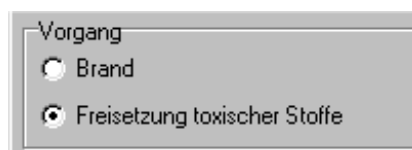
vorgeschlagen. Der Vorschlag kann geändert werden. Es ist darauf zu achten, dass neue Szenarien, die den Textstring „(Original)“ enthalten, zu Szenarienvorlagen werden, die nicht abgeändert werden können. Der Name des neuen Szenarios ist durch Drücken der Schaltfläche **[OK]** zu bestätigen. Danach ist das neue Szenario wie gewünscht einzustellen.



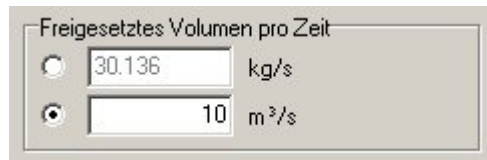
Szenarien können, falls sie nicht Textstring „(Original)“ enthalten gelöscht oder umbenannt werden. Bei Szenarien, die den Textstring „(Original)“ enthalten, sind die entsprechenden Schaltflächen gesperrt.

### **5.3.1 Vorgang**

Bei „Vorgang“ kann dem System mitgeteilt werden, ob es sich um einen Brand oder und die Freisetzung eines toxischen Stoffes handelt.



„**Brand**“ stellt eine Untermenge der Möglichkeiten von „Freisetzung toxischer Stoffe“ dar. Somit sind viele Eingabefelder, die bei „Freisetzung toxischer Stoffe“ zu sehen sind, ausgeblendet. Bei Brand wird von einer **gasförmigen Freisetzung** ausgegangen. Als Stoff ist **Kohlenmonoxid** voreingestellt. Der Stoff kann, falls es erforderlich ist, abgeändert werden. Der freigesetzte Volumenstrom ist in das Eingabefeld „Freigesetztes Volumen pro Zeit“ in der Einheit  $\text{m}^3/\text{s}$  einzutragen<sup>8</sup>:



Freigesetztes Volumen pro Zeit

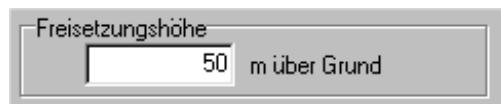
30.136 kg/s

10  $\text{m}^3/\text{s}$

### **WICHTIGER HINWEIS:**

Der freigesetzte Volumenstrom an Kohlenmonoxid lässt sich in der Regel nur sehr schwer angeben. Daher sind Immissionsmessungen zu empfehlen.

Die Freisetzungshöhe muss abgeschätzt und in das Eingabefeld „Freisetzungshöhe“ in Metern über Grund eingetragen werden:



Freisetzungshöhe

50 m über Grund

Es ist die effektive Freisetzungshöhe (reale Freisetzungshöhe plus thermische Überhöhung) anzugeben.

Handelt es sich nicht um einen Brand, ist „Freisetzung toxischer Stoffe“ auszuwählen. Es sind weitere Eingaben zu tätigen, zum Beispiel im Bereich „Stoff-Phase“, „Freisetzungsverhalten“, „Freisetzungsart“.

---

<sup>8</sup> Die Umrechnung von Volumenstrom in Massenstrom und umgekehrt erfolgt bei einer angenommenen Umgebungstemperatur von 15° C.

---

### 5.3.2 Stoff

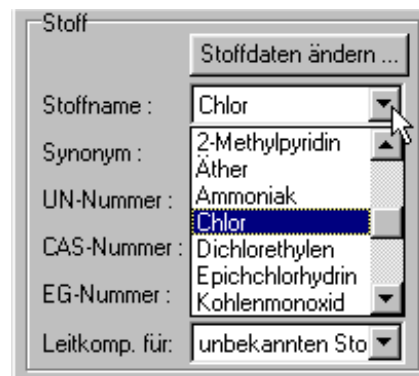
Im Bereich „Stoff“ wird der freigesetzte Stoff angegeben:



The screenshot shows a dialog box titled 'Stoff'. At the top right is a button labeled 'Stoffdaten ändern ...'. Below it are several fields, each with a dropdown arrow:

- Stoffname : Chlor
- Synonym : Chlor
- UN-Nummer : 1017
- CAS-Nummer : 7782-50-5
- EG-Nummer : 231-959-5
- Leitkomp. für: unbekanntes Sto

Der Bereich „Stoff“ erhält Felder mit Ausklapplisten für Stoffname, Synonym, UN-Nummer, CAS-Nummer, EG-Nummer und „Leitkomponente für“. Eine Auswahl wird getroffen, indem man den gewünschten Stoff bzw. die gewünschte Kennnummer aus der entsprechenden Ausklappliste durch Anklicken auswählt:



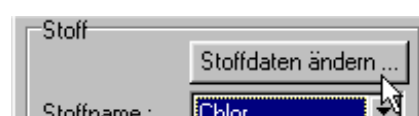
This screenshot shows the same dialog box as above, but the 'Stoffname' dropdown menu is open, displaying a list of substances:

- Chlor
- 2-Methylpyridin
- Äther
- Ammoniak
- Chlor
- Dichlorethylen
- Epichlorhydrin
- Kohlenmonoxid

The 'Chlor' entry in the list is highlighted with a blue background. A mouse cursor is positioned over the dropdown arrow.

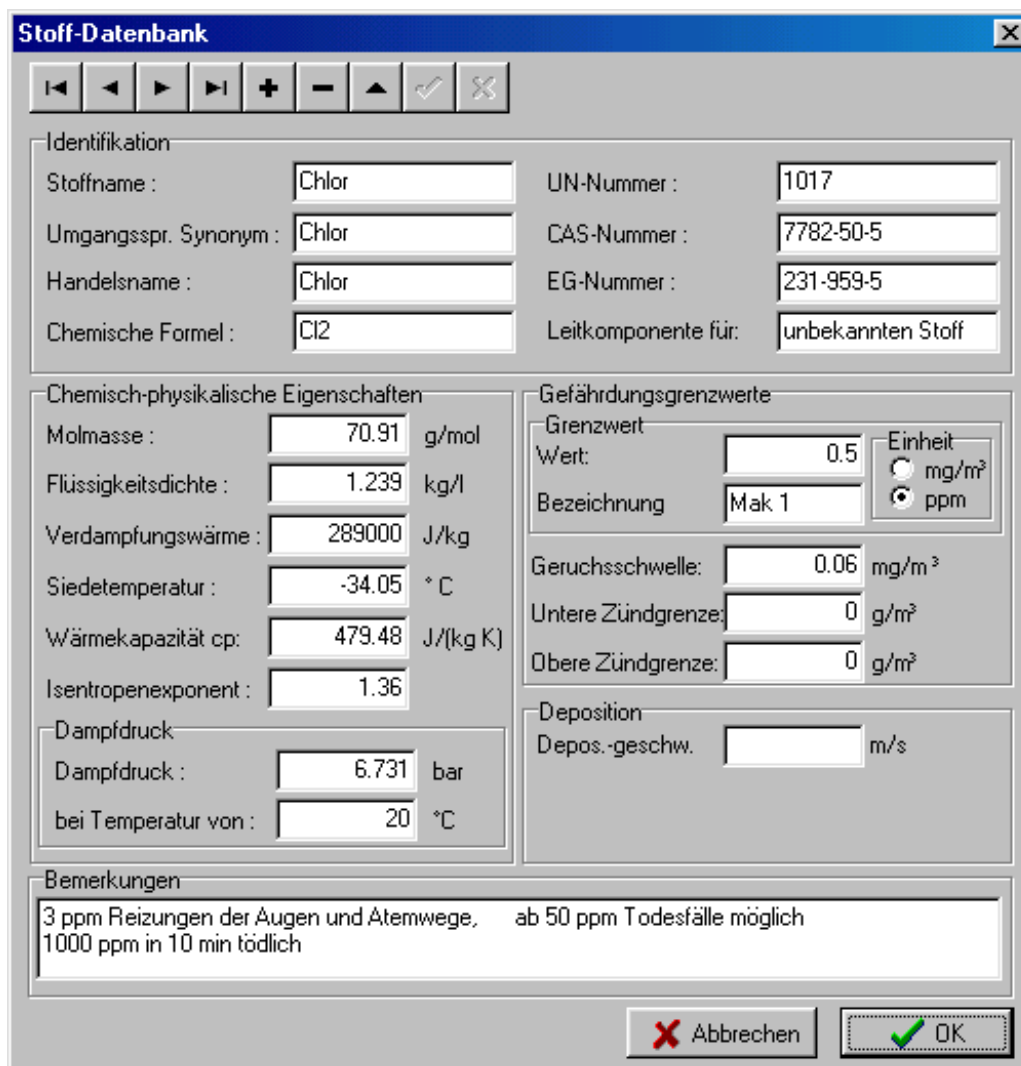
Alternativ ist es auch möglich, durch Drücken des Anfangsbuchstabens bzw. der ersten Ziffer bei z.B. UN-Nummer einen Stoff auszuwählen. Sind mehrere Stoffe mit dem selben Anfangsbuchstaben in der Datenbank, so kann man mit Hilfe der Cursor-Taste in der Liste weiter nach unten (und auch nach oben) gelangen.

Ist der gewünschte Stoff nicht oder nur ein ähnlicher Stoff in der Stoffdatenbank enthalten, so ist die Schaltfläche **[Stoffdaten ändern ...]** zu betätigen.



This is a close-up view of the 'Stoffname' dropdown menu from the dialog box. The word 'Chlor' is selected and highlighted in blue. A mouse cursor is pointing at the dropdown arrow.

Es erscheint der Dialog **Stoff-Datenbank**:



**Stoff-Datenbank**

Identifikation

Stoffname :	Chlor	UN-Nummer :	1017
Umgangsspr. Synonym :	Chlor	CAS-Nummer :	7782-50-5
Handelsname :	Chlor	EG-Nummer :	231-959-5
Chemische Formel :	Cl <sub>2</sub>	Leitkomponente für:	unbekannten Stoff

Chemisch-physikalische Eigenschaften

Molmasse :	70.91	g/mol
Flüssigkeitsdichte :	1.239	kg/l
Verdampfungswärme :	289000	J/kg
Siedetemperatur :	-34.05	°C
Wärmekapazität cp:	479.48	J/(kg K)
Isentropenexponent :	1.36	

Dampfdruck

Dampfdruck :	6.731	bar
bei Temperatur von :	20	°C

Gefährdungsgrenzwerte

Grenzwert	Wert:	0.5	Einheit
	Bezeichnung	Mak 1	<input type="radio"/> mg/m <sup>3</sup>
			<input checked="" type="radio"/> ppm
	Geruchsschwelle:	0.06	mg/m <sup>3</sup>
	Untere Zündgrenze:	0	g/m <sup>3</sup>
	Obere Zündgrenze:	0	g/m <sup>3</sup>

Deposition

Depos.-geschw.		m/s
----------------	--	-----

Bemerkungen

3 ppm Reizungen der Augen und Atemwege, ab 50 ppm Todesfälle möglich  
1000 ppm in 10 min tödlich

Abbrechen OK

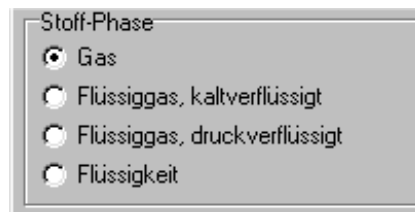
Die Bedienung des Dialogs **Stoff-Datenbank** wird in **Kap. 6.3** erläutert.

**WICHTIGER HINWEIS:**

- Das Ändern von Stoffdaten und das Eingeben von neuen Stoffen darf nur von entsprechend geschultem Personal vorgenommen werden.
- Soll für eine Störfallrechnung einmalig mit einem anderen Grenzwert gerechnet werden, so ist es ausreichend im Dialog **Störfallisolinien** (vgl. **Kap. 4.2.2**) den gewünschten Grenzwert einzutragen.

**5.3.3 Stoff-Phase**

Der Bereich „Stoff-Phase“ ist nur sichtbar, wenn im Bereich „Vorgang“ „Freisetzung toxischer Stoffe“ ausgewählt ist. Im Bereich „Stoff-Phase“ wird der **Lagerzustand** des Stoffes angegeben:



Stoff-Phase

Gas

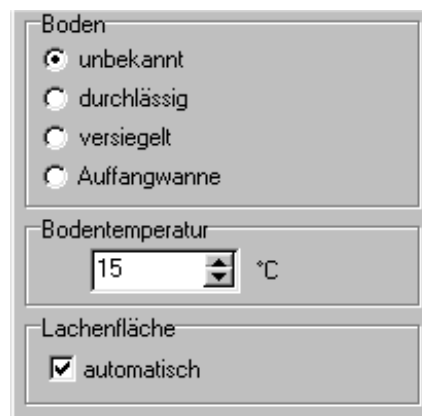
Flüssiggas, kaltverflüssigt

Flüssiggas, druckverflüssigt

Flüssigkeit

Bei „Flüssiggas, kaltverflüssigt“, „Flüssiggas, druckverflüssigt“ und „Flüssigkeit“ werden die Eingabebereiche „Boden“, „Bodentemperatur“ und „Lachenfläche“ dargestellt. Der Eingabebereich „Freisetzungshöhe“ wird hingegen ausgeblendet, da bei den genannten Stoff-Phasen die Freisetzung **boden-**  
**nah** angesetzt wird.

Bei „Flüssiggas, kaltverflüssigt“, „Flüssiggas, druckverflüssigt“ und „Flüssigkeit“ wird davon ausgegangen, dass sich auf dem Boden oder in einer Auffangwanne eine Lache bildet, die verdampft bzw. verdunstet. Es sind die Eingabebereiche „Boden“, „Bodentemperatur“ und „Lachenfläche“ auszufüllen:



Boden

unbekannt

durchlässig

versiegelt

Auffangwanne

Bodentemperatur

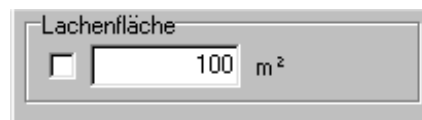
15 °C

Lachenfläche

automatisch

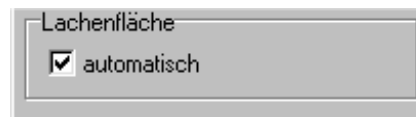
Bei der Lachenverdampfung spielt die **Bodenbeschaffenheit** in Bezug auf die Verdampfungsraten eine große Rolle, d.h. auf die Menge an Stoff, die in die Atmosphäre gelangt. Somit ist im Eingabebereich „Boden“ die Auswahl mit Sorgfalt vorzunehmen. Ist die Bodenbeschaffenheit nicht bekannt, so ist die Einstellung „unbekannt“<sup>9</sup> zu wählen, ansonsten „durchlässig“, „versiegelt“ oder „Auffangwanne“<sup>10</sup>.

Im Eingabebereich „Lachenfläche“ wird die Größe der Lache angegeben. Entweder nimmt die Lache eine konstante Fläche ein oder die Größe der Lache ändert sich im Laufe der Zeit. Im erstgenannten Fall ist das Häkchen in der Checkbox vor „automatisch“ zu deaktivieren und die Lachenfläche einzutragen:



The screenshot shows a software interface element titled "Lachenfläche". It contains a checkbox that is currently unchecked, followed by a text input field containing the value "100" and the unit "m²".

Im anderen Fall ist das Häkchen in der Checkbox zu aktivieren. Es erscheint das Wort „automatisch“ hinter der Checkbox.



The screenshot shows the same "Lachenfläche" interface element. The checkbox is now checked, and the text "automatisch" is displayed to the right of the checkbox.

Die Größe der als kreisrund angenommenen Lache wird programmintern berechnet<sup>11</sup>.

### 5.3.4 Freisetzungsverhalten

Der (so wie im Eingabebereich „Stoff-Phase“ angegeben) gelagerte Stoff kann entweder auf einen Schlag oder über einen gewissen Zeitraum hinweg freigesetzt werden<sup>12</sup>. Im Eingabebereich „Freisetzungsverhalten“ ist entsprechend die Auswahl „schlagartige Freisetzung“ oder „kontinuierliche Freisetzung“ zu wählen:

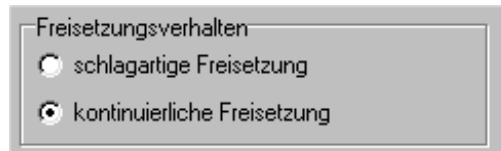
---

<sup>9</sup> Intern ist Boden „unbekannt“ identisch mit Boden „durchlässig“

<sup>10</sup> Intern ist Boden „versiegelt“ identisch mit „Auffangwanne“

<sup>11</sup> Es wird von einer Lachenhöhe von 2 cm ausgegangen.

<sup>12</sup> Dauert die Freisetzung des insgesamt gelagerten Stoffes kürzer als 5 min, so kann „schlagartige Freisetzung“ ausgewählt werden.



Freisetzungsverhalten

schlagartige Freisetzung

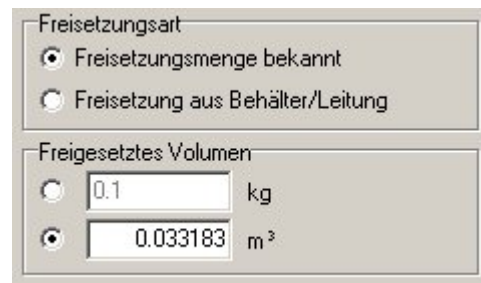
kontinuierliche Freisetzung

### 5.3.5 Freisetzungsart

Im Eingabebereich Freisetzungsart wird angegeben, ob das freigesetzte Volumen bzw. der freigesetzte Volumenstrom **bekannt** ist und somit im Eingabebereich „Freigesetztes Volumen“ bzw. „Freigesetztes Volumen pro Zeit“ eingetragen werden kann oder ob das freigesetzte Volumen bzw. der freigesetzte Volumenstrom auf Basis der Geometrie des Lagers, den Lagerbedingungen (Druck und Temperatur) und der Größe des Lecks **berechnet** werden kann.

#### 5.3.5.1 Freisetzungsmenge bekannt

Ist die Freisetzungsmenge bekannt, so ist, falls „schlagartige Freisetzung“ ausgewählt ist, das freigesetzte Volumen in der Einheit [m<sup>3</sup>]:



Freisetzungsart

Freisetzungsmenge bekannt

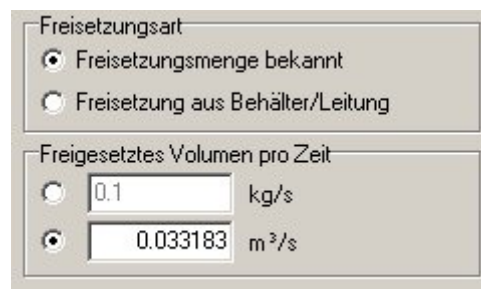
Freisetzung aus Behälter/Leitung

Freigesetztes Volumen

0.1 kg

0.033183 m<sup>3</sup>

oder falls „kontinuierliche Freisetzung“ ausgewählt ist, der freigesetzte Volumenstrom in der Einheit [m<sup>3</sup>/s]:



Freisetzungsart

Freisetzungsmenge bekannt

Freisetzung aus Behälter/Leitung

Freigesetztes Volumen pro Zeit

0.1 kg/s

0.033183 m<sup>3</sup>/s



einzutragen. Es ist auch möglich, die freigesetzte Menge als Masse bzw. als Massenstrom anzugeben. Hierzu muss der jeweilige Knopf vor dem Eingabefeld aktiviert werden<sup>13</sup>.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Die freigesetzte Schadstoffmenge ist stark von der Einstellung im Eingabebereich „Stoff-Phase“ abhängig, da die Dichte von Flüssiggas und von Flüssigkeiten um mehrere Größenordnungen größer ist als die von Gas. Das freigesetzte Volumen bzw. der freigesetzte Volumenstrom bezieht sich immer auf den im Eingabebereich „Stoff-Phase“ angegebenen Aggregatzustand<sup>14</sup>.

#### 5.3.5.2 Freisetzung aus Behälter/Leitung

Ist die Freisetzungsmenge nicht bekannt, wird auf Basis der Geometrie des Lagers, den Lagerbedingungen (Druck und Temperatur) und der Größe des Lecks die Freisetzungsmenge **berechnet**. In Abhängigkeit von der Einstellung im Eingabebereich „Stoff-Phase“ und im Einstellungsbereich „Freisetzungsverhalten“ werden verschiedene Behälterdaten angefragt. Bei z.B. gasförmiger, kontinuierlicher Freisetzung aus einem Behälter hat der Eingabebereich Behälterdaten folgendes Aussehen:

Behälterdaten

Ausströmen aus

Behälter  Leitung

Leckfläche  cm<sup>2</sup>

Behältervolumen  m<sup>3</sup>

Behälterinnendruck  bar

Stofftemperatur  °C

Konsistenzcheck

---

<sup>13</sup> Die Umrechnung von Volumenstrom in Massenstrom und umgekehrt erfolgt bei einer angenommenen Umgebungstemperatur von 15° C.

<sup>14</sup> Bei Flüssiggas bzw. bei Flüssigkeiten wird die in der Stoffdatenbank abgespeicherte Flüssigkeitsdichte zur Umrechnung zwischen Volumen und Masse herangezogen. Bei Gasen wird die ideale Gasgleichung verwendet. Die Molmasse wird aus der Stoffdatenbank entnommen. Wird keine Temperatur bzw. Druck abgefragt, wird mit 15° C und 1 bar gerechnet.

---

Es ist die Leckfläche, das Behältervolumen, der Behälterinnendruck und die Stofftemperatur in den entsprechenden Eingabefeldern einzutragen.

**Tab. 5.1** gibt an, welche Behälterdaten in Abhängigkeit von der Einstellung „Stoff-Phase“ und „Freisetzungsverhalten“ anzugeben sind.

Tab. 5.1: Anzugebende Parameter im Eingabebereich Behälterdaten

Stoff-Phase	Freisetzungsverhalten	Ausströmen aus	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4	Parameter 5
Gas	Kontinuierlich	Behälter	Leckfläche	Behältervolumen		Behälterinnendruck	Stofftemperatur
		Leitung	Rohrquerschnitt			Leitungsdruck	Stofftemperatur
	Schlagartig	Behälter		Behältervolumen		Behälterinnendruck	Stofftemperatur
Flüssiggas, kaltverflüssigt	Kontinuierlich	Behälter	Leckfläche	Behälterfüllvolumen	Behälterfüllhöhe		
		Leitung	Rohrquerschnitt			Leitungsdruck	
	Schlagartig	Behälter		Behälterfüllvolumen			
Flüssiggas, druckverflüssigt	Kontinuierlich	Behälter	Leckfläche	Behälterfüllvolumen	Behälterfüllhöhe		Stofftemperatur
		Leitung	Rohrquerschnitt				Stofftemperatur
	Schlagartig	Behälter		Behälterfüllvolumen			Stofftemperatur
Flüssigkeit	Kontinuierlich	Behälter	Leckfläche	Behälterfüllvolumen	Behälterfüllhöhe		
		Leitung	Rohrquerschnitt			Leitungsdruck	
	Schlagartig	Behälter		Behälterfüllvolumen			

### 5.3.6 Überprüfung der Konsistenz bei Freisetzung aus Behälter/Leitung

Bei Freisetzung aus Behälter/Leitung können die Eingabedaten auf Konsistenz geprüft werden. Hierzu ist die Schaltfläche **[Konsistenzcheck]** anzuklicken:

**Konsistenzcheck**

Anhand zweier Beispiele wird die Funktion der Konsistenzprüfung aufgezeigt.

**Beispiel A**

Kontinuierliche Freisetzung von Chlorgas

Der Dialog **Freisetzung** wurde wie folgt ausgefüllt:

Vorgang

Brand

Freisetzung toxischer Stoffe

Stoff

Stoffdaten ändern ...

Stoffname : Chlor

Synonym : Chlor

UN-Nummer : 1017

CAS-Nummer : 7782-50-5

EG-Nummer : 231-959-5

Leitkomp. für: unbekanntes Sto

Stoff-Phase

Gas

Flüssiggas, kaltverflüssigt

Flüssiggas, druckverflüssigt

Flüssigkeit

Freisetzungsverhalten

schlagartige Freisetzung

kontinuierliche Freisetzung

Freisetzungsart

Freisetzungsmenge bekannt

Freisetzung aus Behälter/Leitung

Behälterdaten

Ausströmen aus

Behälter  Leitung

Leckfläche  cm<sup>2</sup>

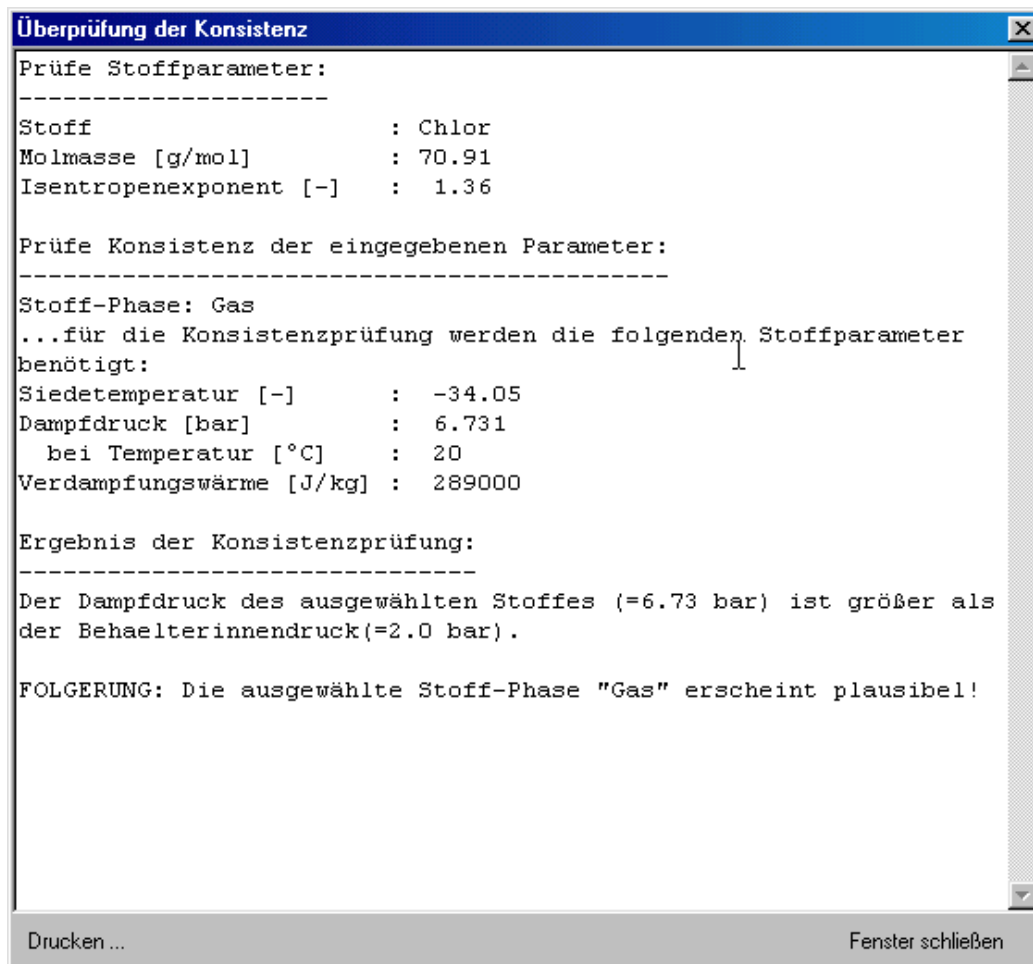
Behältervolumen  m<sup>3</sup>

Behälterinnendruck  bar

Stofftemperatur  °C

Konsistenzcheck

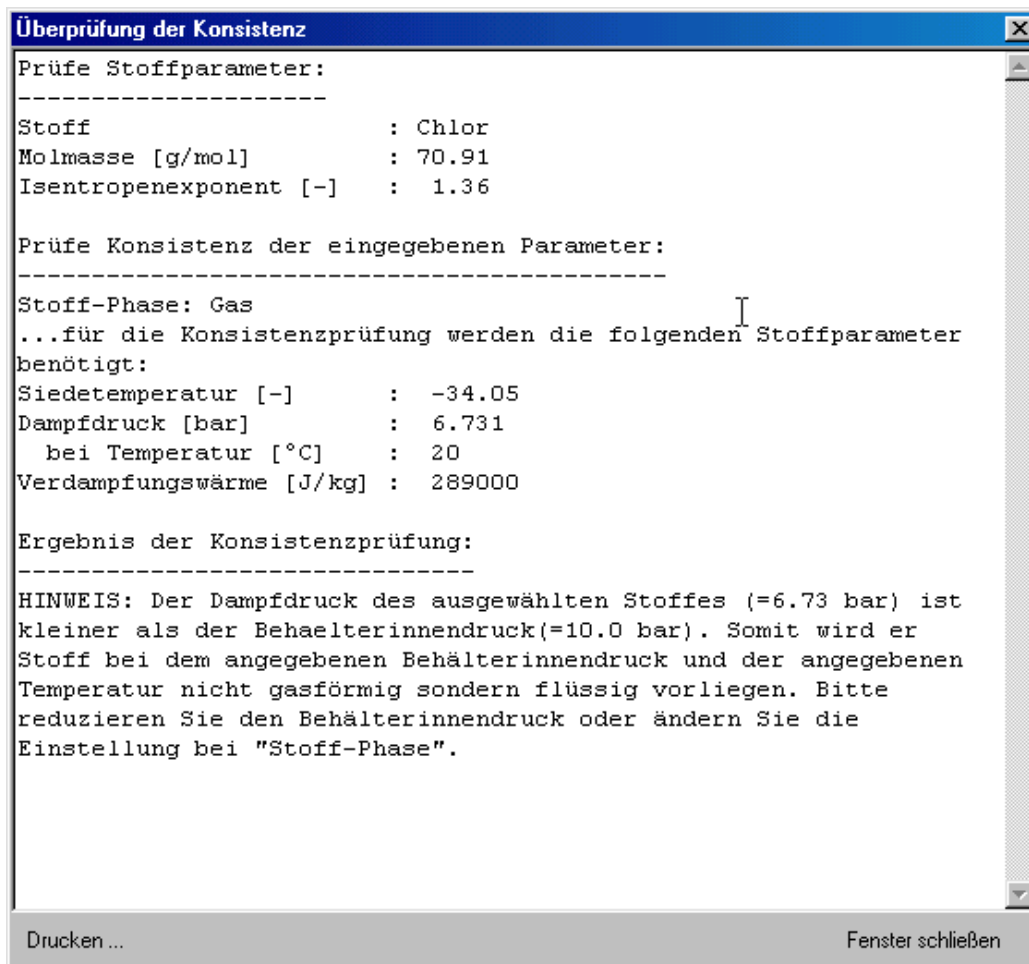
Nach Drücken der Schaltfläche **[Konsistenzcheck]** erscheint der folgende Dialog:



Somit erscheinen die gemachten Eingaben als plausibel.

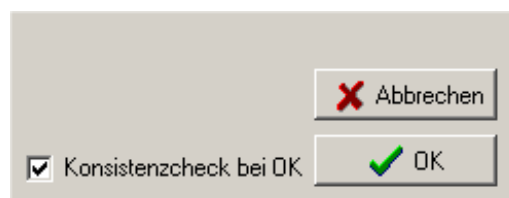
### **Beispiel B**

Wie Beispiel A (Kontinuierliche Freisetzung von Chlorgas), jedoch **10 bar** Behälterinnendruck anstatt 2 bar wie in Beispiel A. Nach Drücken der Schaltfläche **[Konsistenzcheck]** erscheint der folgende Dialog:



Der Dialog **Überprüfung der Konsistenz** gibt einen Hinweis aus, dass die Einstellungen nicht konsistent sind und schlägt Abhilfe vor.

Bei Freisetzung aus Behälter/Leitung kann die Konsistenzprüfung auch automatisch bei Drücken der Schaltfläche **[OK]** ausgeführt werden. Hierzu ist ein Häkchen vor „Konsistenzprüfung bei OK“ zu setzen.



### 5.3.7 Überprüfung der Stoffdaten auf Konsistenz

Beim Drücken der Schaltfläche **[OK]** wird geprüft, ob für den ausgewählten Stoff die notwendigen Stoffdaten in den Stoffdatenbank vorhanden sind<sup>15</sup>. Falls ein Zahlenwert fehlt oder null ist, wird der Dialog **Überprüfung der Konsistenz** angezeigt mit einer entsprechenden Meldung. Eine Berechnung kann in diesem Fall nicht durchgeführt werden.

#### **ABHILFE:**

- Entweder fehlenden Parameter in Stoffdatenbank nachtragen.
- Einen anderen Stoff wählen.
- Im Eingabebereich „Stoff-Phase“ eine andere Einstellung vornehmen.

**Tab. 5.2** gibt an, welche Parameter für welchen Freisetzungsweg benötigt werden.

---

<sup>15</sup> Es wird nur geprüft, ob entsprechende Werte in der Datenbank eingetragen sind und größer null sind. Es wird nicht überprüft, ob der Zahlenwert selbst physikalisch richtig ist. D.h. wird ein Zahlenwert in die Datenbank eingetragen, hat der Anwender selbst die Verantwortung für die Richtigkeit des Wertes. Besonders ist darauf zu achten, dass die Größen in der **geforderten Einheit** vorliegen.

---

Tab. 5.2: Benötigte physikalische Parameter in Abhängigkeit vom Weg der Stofffreisetzung

Stoff-Phase	Freisetzungsmenge bekannt	Molmasse	Flüssigkeitsdichte	Verdampfungswärme	Siedetemperatur	Wärmekapazität $c_p$	Isentropenexponent	Dampfdruck mit Temperatur
Gas	Ja	X						
	Nein	X					X	
Flüssiggas, kaltverflüssigt	Ja	X	X	$X^{16}$	X			X
	Nein	X	X	$X^{13}$	X			X
Flüssiggas, druckverflüssigt	Ja	X	X	$X^{13}$	X	X		X
	Nein	X	X	$X^{13}$	X	X		X
Flüssigkeit	Ja	X	X	$X^{13}$	X			X
	Nein	X	X	$X^{13}$	X			X

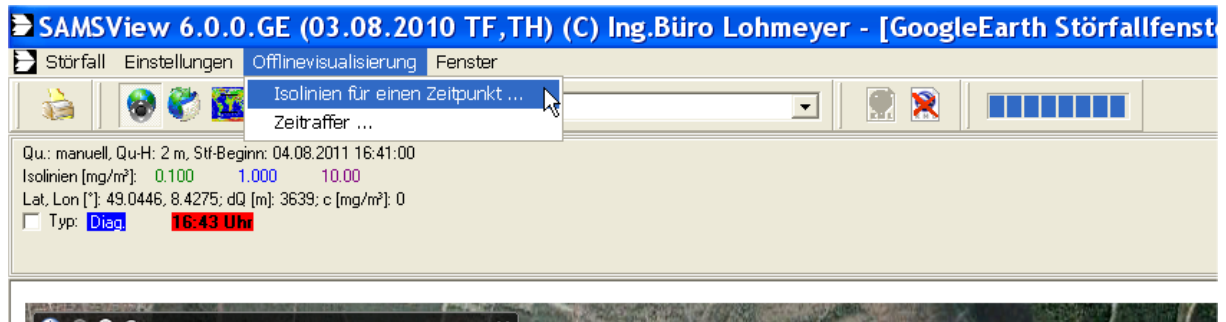
#### 5.4 Darstellung älterer Konzentrationsverteilungen während einer laufenden Störfallrechnung

Während einer laufenden Störfallrechnung können bereits berechnete Konzentrationsfelder dargestellt werden (siehe **Abb. 5.2**). Hierzu in den Menüpunkt „Offlinevisualisierung“ gehen und dort „Isolinien für einen Zeitpunkt ...“ anklicken:

---

<sup>16</sup> Falls die Verdampfungswärme nicht bekannt ist, wird sie intern abgeschätzt mit Hilfe der Clausius-Clapeyron-Gleichung unter Berücksichtigung der Siedetemperatur und des Dampfdruckes bei der angegebenen Temperatur. Hierfür müssen sich die Siedetemperatur und die Temperatur für die der Dampfdruck angegeben wird um mindestens 10 K unterscheiden.

---



Es ist, wie in **Kap. 6.1** beschrieben, vorzugehen. Zur Darstellung der Konzentrationsverteilung wird das Fenster geteilt. Beide Hälften können maximiert werden. Sobald jedoch eine neu berechnete Konzentrationsverteilung der aktuellen Störfallrechnung anliegt, wird diese eingeblendet. Dazu wird das Fenster wieder in zwei Hälften geteilt. Ausdrucken des dargestellten Bildschirminhaltes ist durch Anklicken des Druckersymbols oder unter Menüpunkt „Störfall | Drucken ...“ möglich.

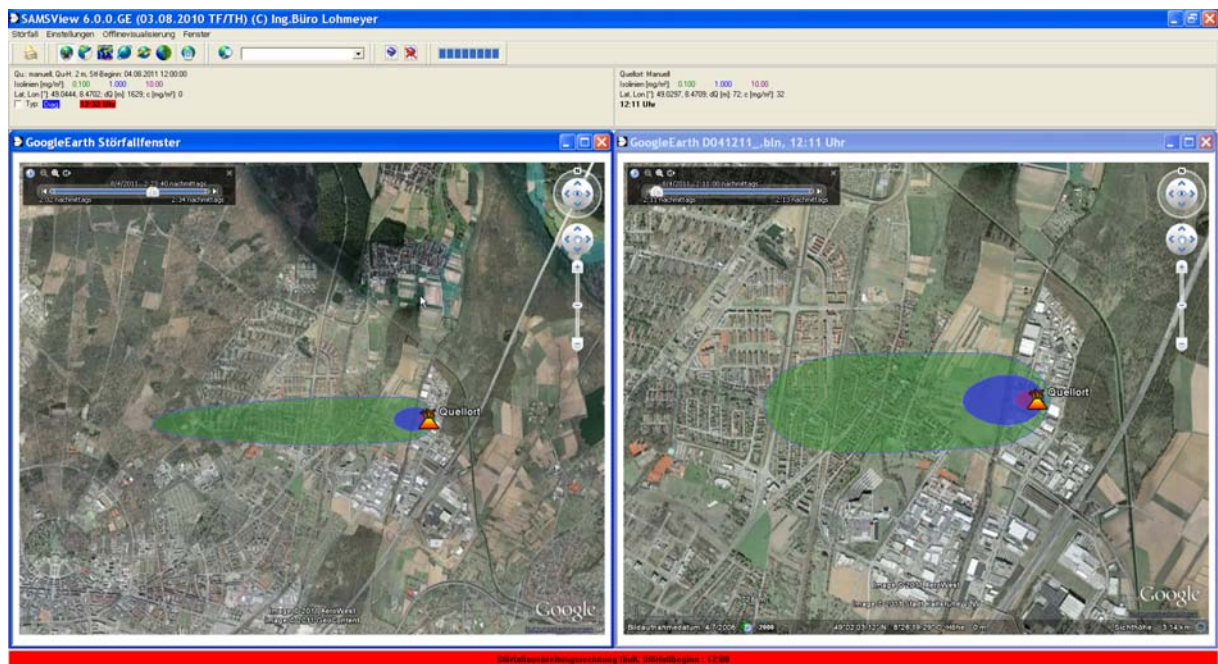
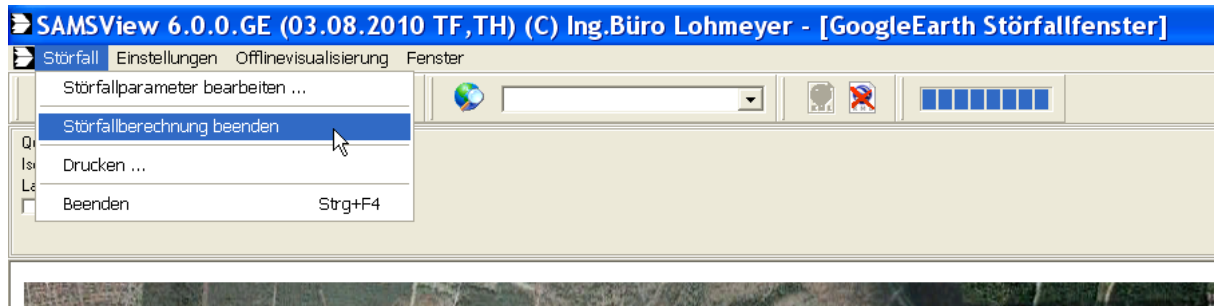


Abb. 5.2: **SAMSView** im Störfallbetrieb mit geteilter Darstellung von Störfallfenster (links) und dem Offline-Fenster mit Isoliniendarstellung für einen älteren Zeitpunkt

## 5.5 Beenden einer laufenden Störfallrechnung

Das Beenden der Störfallberechnung geschieht in **SAMSView** durch Anklicken des Menüpunktes „Störfall | Berechnung beenden ...“:





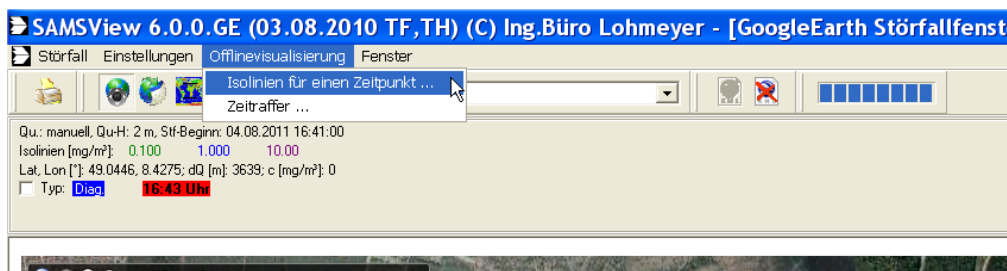
Das Beenden muss nochmals bestätigt werden. Das System benötigt nun eine kurze Zeit (ca. 15 Sekunden) zum „Aufräumen“ und Abspeichern der berechneten Dateien im Sicherungsverzeichnis. Während dieser Zeit ist die Eingabe gesperrt. Danach kann eine neue Störfallrechnung gestartet werden.

## 6 FUNKTIONEN IM STAND-BY-BETRIEB

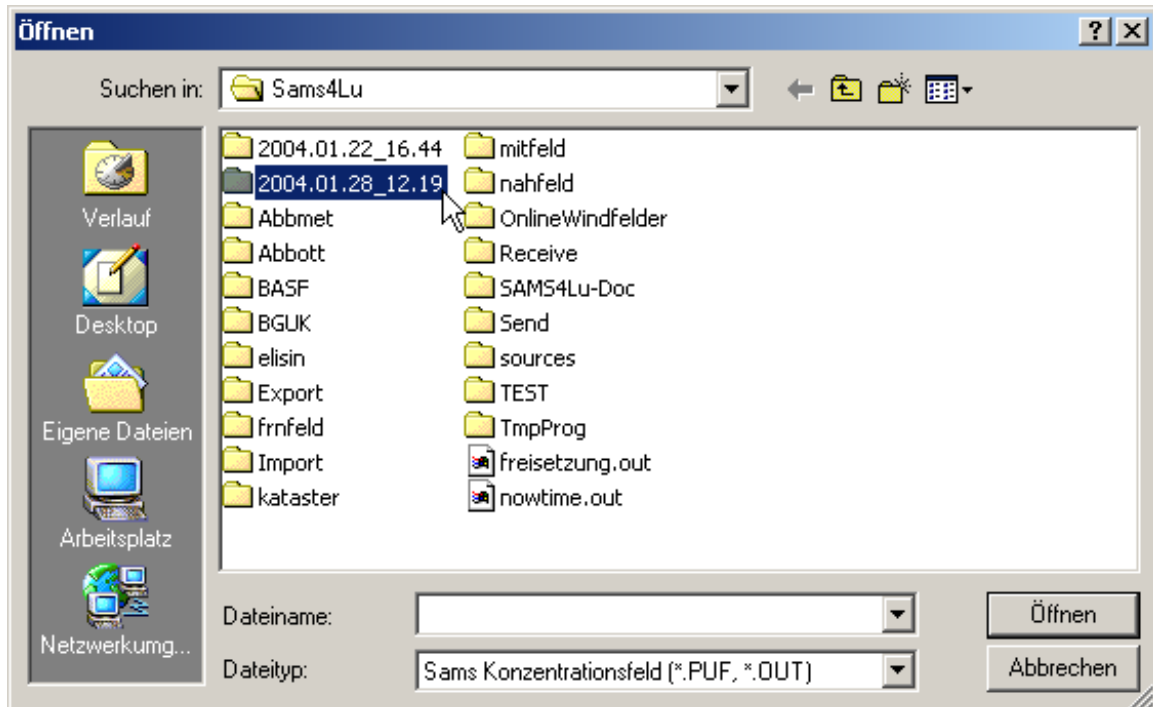
Im Stand-by-Betrieb<sup>17</sup> können Isolinien von beendeten Störfallrechnungen in einem eigenen Fenster (=Offline-Fenster) visualisiert sowie Stoffdaten und Freisetzungsszenarien gepflegt werden.

### 6.1 Darstellen von Isolinien für einen Zeitpunkt im Offline-Fenster

Um berechnete Konzentrationsfelder darzustellen, ist der Menüpunkt „Offlinevisualisierung | Isolinien für einen Zeitpunkt ...“ anzuklicken:



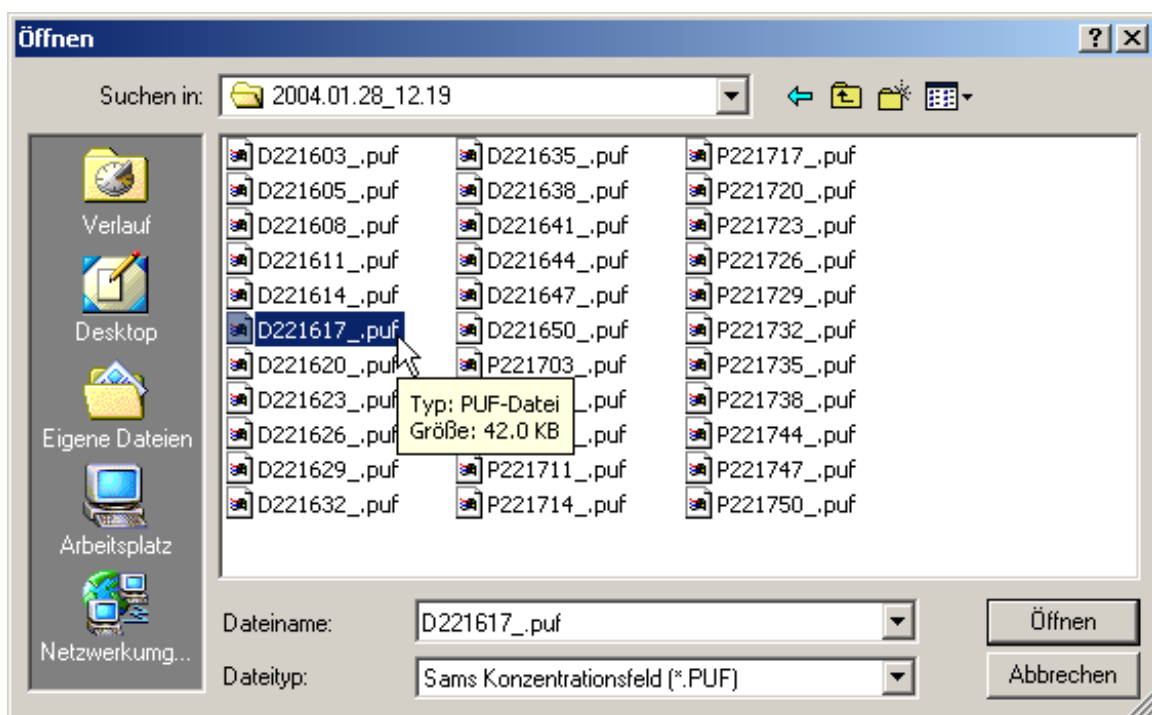
Es erscheint der Dialog **Öffnen**:



<sup>17</sup> Läuft gerade keine Störfallrechnung, so wird dies als Stand-by-Betrieb bezeichnet.

Im [InstallDir] (im Beispiel „Sams4Lu“) wird für jede Störfallrechnung ein Sicherungsverzeichnis der Form yyyy.mm.dd\_hh.nn (yyyy = Jahr, mm = Monat, dd = Tag, hh = Stunde, nn = Minuten des Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde, vgl. auch Kap. „Verzeichnisstruktur des Systems im Überblick“ im Anhang) angelegt, in dem die berechneten Konzentrationsverteilungen abgespeichert sind.

Wird ein Sicherungsverzeichnis durch Betätigen der Schaltfläche **[Öffnen]** ausgewählt (im Beispiel: 2004.01.28\_12.19, d.h. die am 28.01.2004 um 12:19 Uhr gestartete Störfallrechnung. Achtung: Dieses Datum ist nicht Störfallbeginn!), werden Dateien mit der Extension „puf“ und „out“ angezeigt. I.d.R. sind Dateien mit der Extension „puf“ auszuwählen. Der Präfix der Datei gibt an, ob es sich um eine Diagnose (erster Buchstabe im Präfix ist ein D) oder um eine Prognose (erster Buchstabe im Präfix ist ein P) handelt. Die weitere Ziffernfolge des Präfix bestimmt im Format ddhnn\_ den Termin der Diagnose bzw. Prognose in Form von Tag (=dd) und Uhrzeit (hh=Stunde, nn=Minute)<sup>18</sup>:



Wurde eine Datei ausgewählt sind mit dem Dialog **Isolienenniveaus festlegen ...** die Werte für die 3 Isolienen anzugeben:

<sup>18</sup> Im Beispiel ist die Datei D221617\_.puf die diagnostizierte Konzentrationsverteilung für den 22. um 16:17 Uhr.

Isolinienniveaus festlegen: C:\Sams4Lu\2004.01.28\_12.19... [X]

Isolinien

untere IsoLinie: 0.10000 [Default]

mittlere IsoLinie: 1.00000

obere IsoLinie: 10.00000

Einheit:  mg/m<sup>3</sup>  ppm

Umrechnung mg/m<sup>3</sup> in ppm und umgekehrt

Molmasse: 70.91 g/Mol

Grenzwert: 0

Einheit:  mg/m<sup>3</sup>  ppm

Hole Molmasse aus Sich.-Verz.    Hole Grenzwert aus Sich.-Verz.

Abbrechen     OK

**WICHTIGER HINWEIS:**

Die im Dialog **Isolinienniveaus festlegen ...** eingetragene Molmasse wird ausschließlich dazu verwendet, von mg/m<sup>3</sup> auf ppm (und umgekehrt) umzurechnen.

Der im Dialog **Isolinienniveaus festlegen ...** eingetragene Grenzwert wird bei der Darstellung der Konzentrationszeitreihe verwendet.

Wir der Dialog mit der Schaltfläche **[OK]** verlassen, werden die 3 Isolinien auf der Grundkarte im Offline-Fenster dargestellt. Störfallfenster und Offline-Fenster werden nebeneinander dargestellt. Beide Fenster können maximiert werden. Das Offline-Fenster kann auch geschlossen, das Störfallfenster jedoch nur minimiert werden.

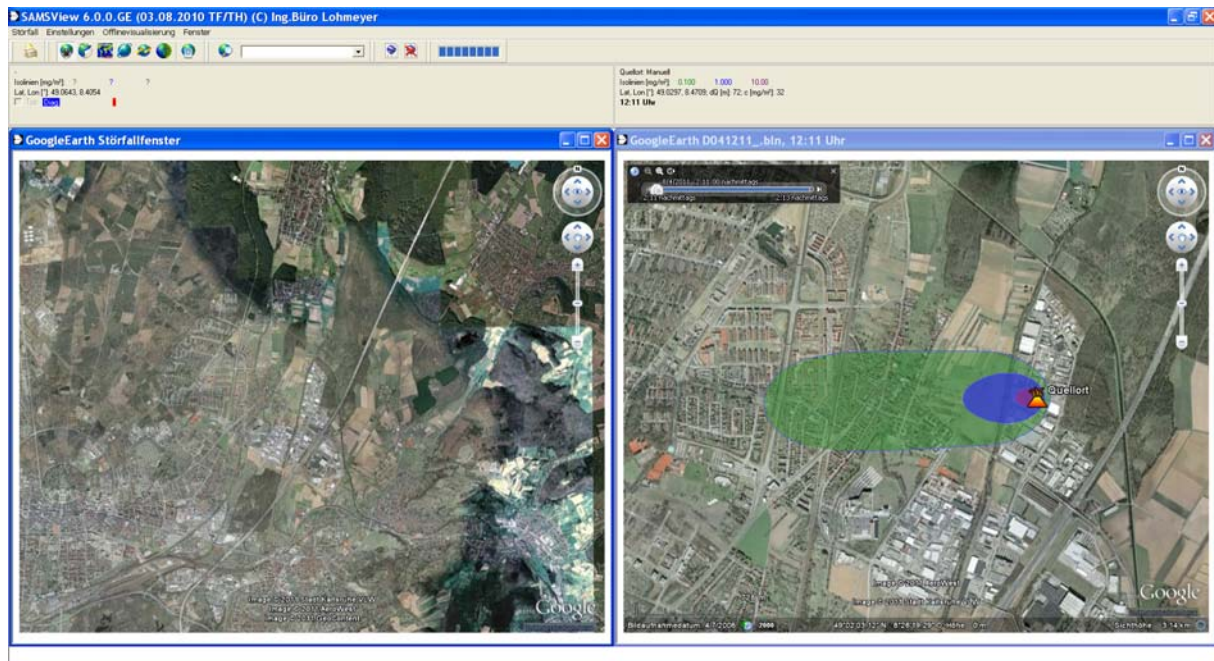


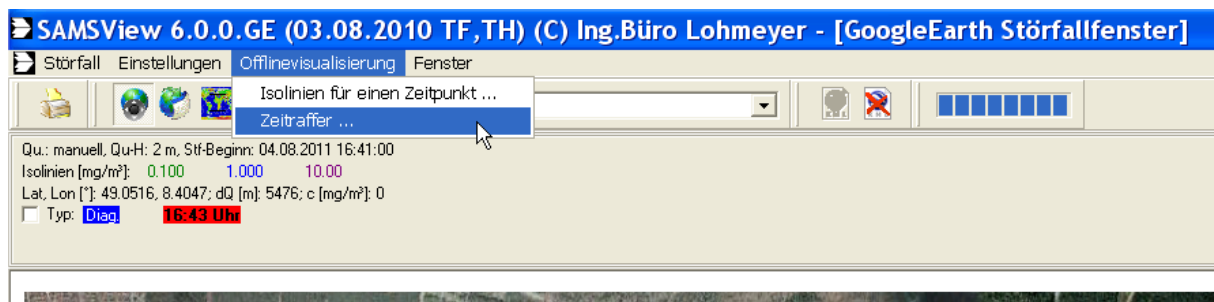
Abb. 5.4: **SAMSView** im Offline-Betrieb mit geteilter Darstellung von Störfallfenster (links) und dem Offline-Fenster mit Isoliniendarstellung für einen älteren Zeitpunkt

Drucken des dargestellten Fensters erfolgt durch Anklicken des Druckersymbols (oder unter Menüpunkt „Störfall | Drucken ...“):

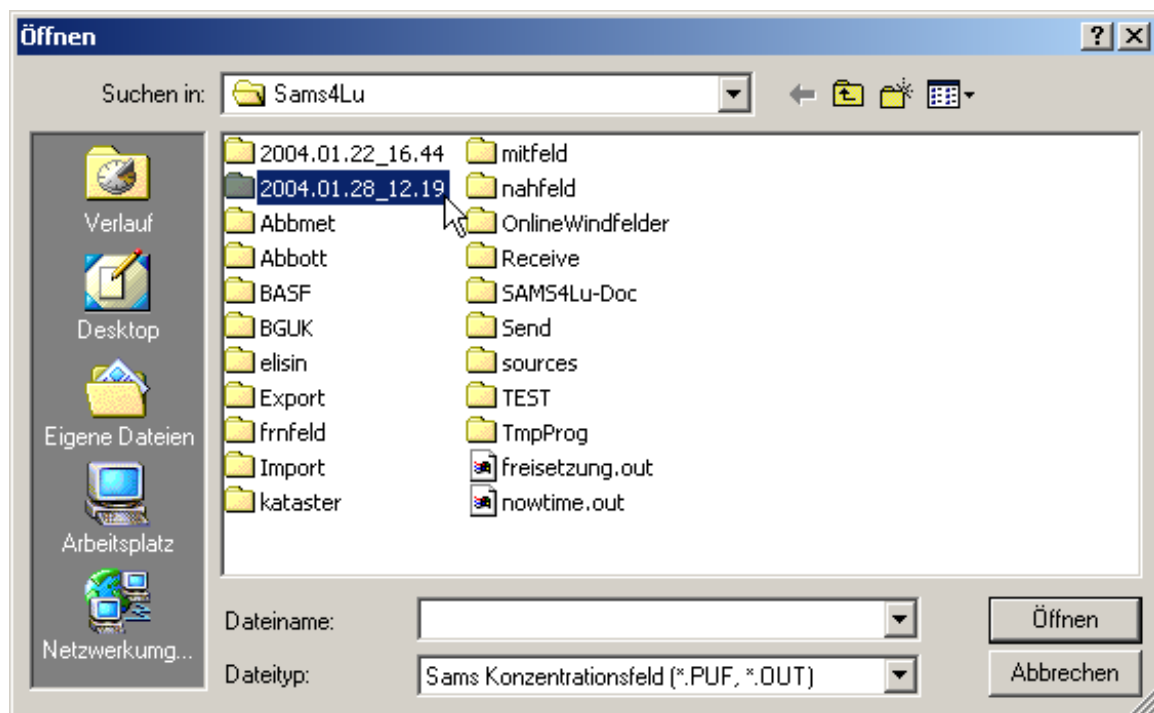


## 6.2 Darstellen von Isolinien im Zeitraffer im Offline-Fenster

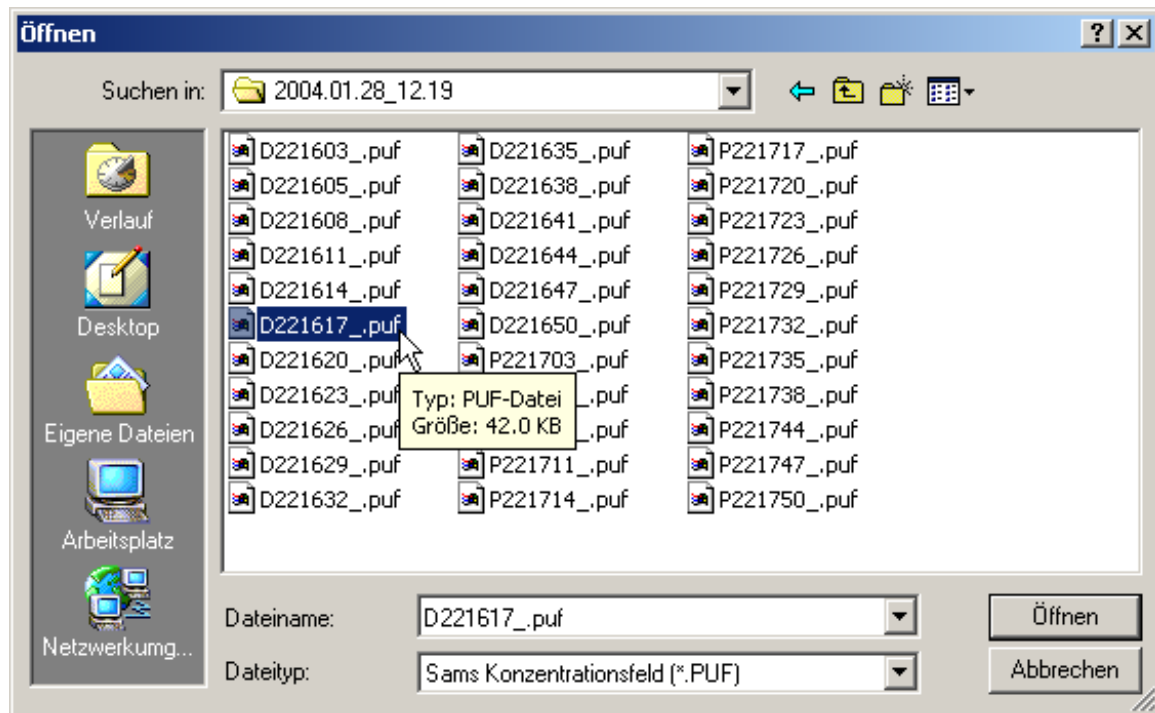
Die für eine Störfallrechnung für verschiedene Zeiten berechneten Konzentrationsfelder können hintereinander im Offline-Fenster im Zeitraffer dargestellt werden. Es ist der Menüpunkt „Offlinevisualisierung | Zeitraffer ...“ anzuklicken:



Es erscheint der Dialog **Öffnen**:



Es ist das gewünschte Sicherungsverzeichnis der Form yyyy.mm.dd\_hh.nn (yyyy = Jahr, mm = Monat, dd = Tag, hh = Stunde, nn = Minuten des Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde, vgl. auch Kap. „Verzeichnisstruktur des Systems im Überblick“ im Anhang) auszuwählen (vgl. auch Erläuterungen in **Kap. 6.1**) und die Schaltfläche **[Öffnen]** zu betätigen. Es werden alle Dateien mit der Extension „puf“ aufgelistet:



Es ist eine beliebige Datei auszuwählen und die Schaltfläche **Öffnen** zu betätigen. Es erscheint, wie beim Menüpunkt „Offlinevisualisierung | Isolinien für einen Zeitpunkt ...“ (vgl. **Kap. 6.1**) der Dialog **Isolinienniveaus festlegen ...**, in dem die Werte für die 3 Isolinien anzugeben sind. Wird dieser Dialog mit der Schaltfläche **OK** verlassen, werden die berechneten Isolinien mit einer Zeitraffung von ca. 60<sup>19</sup> nacheinander im Offline-Fenster dargestellt.

---

<sup>19</sup> D.h. ca. 60 mal schneller als in der Realität.

---

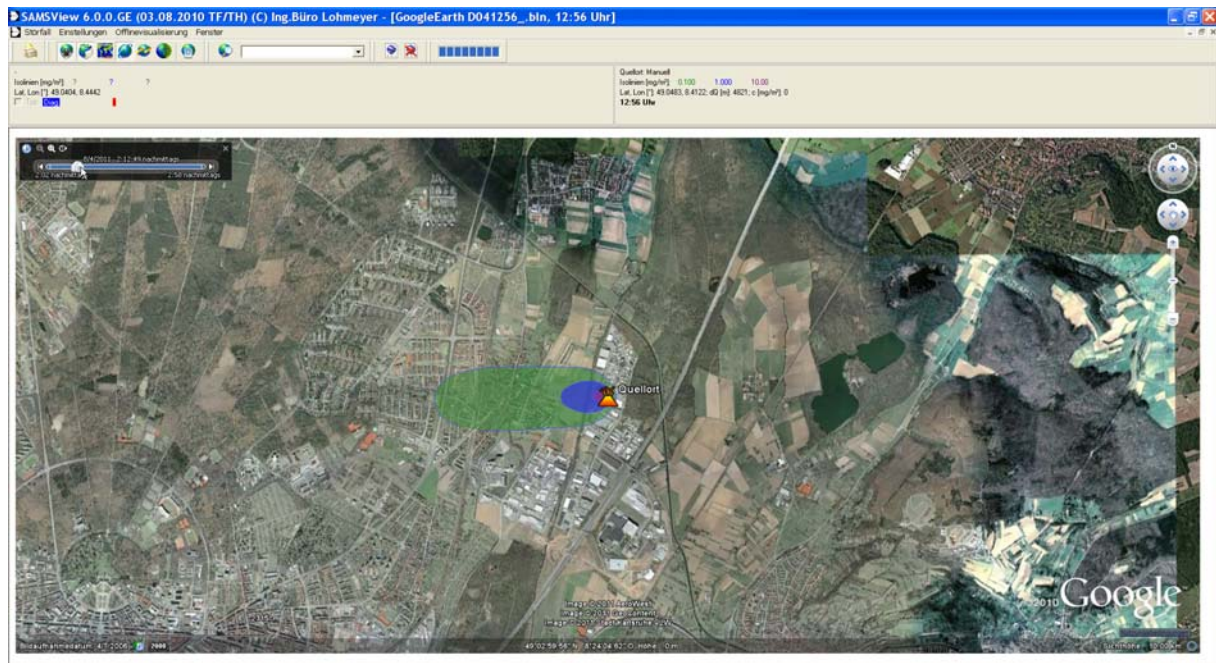
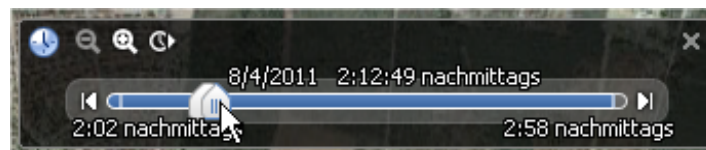
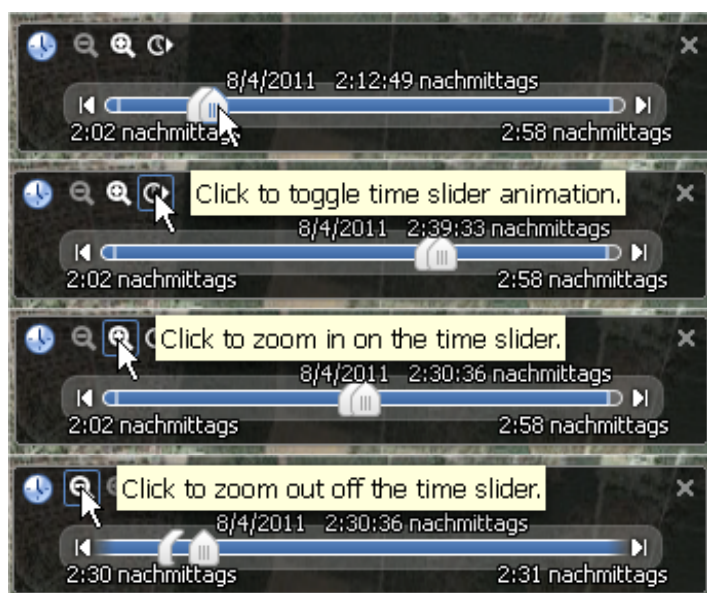


Abb. 5.4: **SAMSView** im Offline-Betrieb mit dem Offline-Fenster mit Zeitrafferdarstellung

Während einer Zeitraffer-Darstellung ist der Google Earth-Navigator zu sehen:



Der Google Earth-Navigator bietet folgende Steuerungsmöglichkeiten:



Mit dem Schieberegler kann der gewünschte Zeitpunkt ausgewählt werden.

Ablauf starten bzw. stoppen

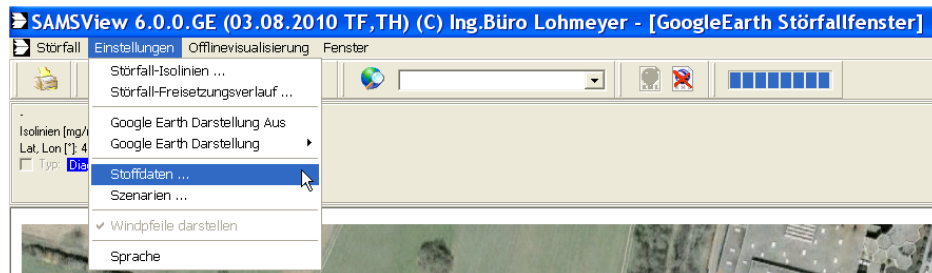
Ablaufgeschwindigkeit wird reduziert

Ablaufgeschwindigkeit wird vergrößert



### 6.3 Pflegen der Stoffdatenbank

Im Offline-Betrieb können unter dem Menüpunkt „Einstellungen | Stoffdaten ...“



die Stoffdaten gepflegt und neue Stoffdaten eingegeben werden. Es wird der Dialog **Stoff-Datenbank** angezeigt:

Identifikation	
Stoffname :	Chlor
Umgangsspr. Synonym :	Chlor
Handelsname :	Chlor
Chemische Formel :	Cl <sub>2</sub>
UN-Nummer :	1017
CAS-Nummer :	7782-50-5
EG-Nummer :	231-959-5
Leitkomponente für:	unbekannten Stoff

Chemisch-physikalische Eigenschaften	
Molmasse :	70.91 g/mol
Flüssigkeitsdichte :	1.239 kg/l
Verdampfungswärme :	289000 J/kg
Siedetemperatur :	-34.05 °C
Wärmekapazität cp:	479.48 J/(kg K)
Isentropenexponent :	1.36

Gefährdungsgrenzwerte	
Grenzwert Wert:	0.5
Einheit:	<input type="radio"/> mg/m <sup>3</sup> <input checked="" type="radio"/> ppm
Bezeichnung:	Mak 1
Geruchsschwelle:	0.06 mg/m <sup>3</sup>
Untere Zündgrenze:	0 g/m <sup>3</sup>
Obere Zündgrenze:	0 g/m <sup>3</sup>

Deposition	
Depos.-geschw.:	m/s




  

Bemerkungen	
3 ppm Reizungen der Augen und Atemwege, ab 50 ppm Todesfälle möglich 1000 ppm in 10 min tödlich	




Buttons:

Mit Hilfe des Navigators kann





- der erste Datensatz (Schaltfläche ) ,
- der vorige Datensatz (Schaltfläche ) ,
- der nächste Datensatz (Schaltfläche ) und
- der letzte Datensatz (Schaltfläche )

angezeigt werden. Außerdem kann

- ein Datensatz eingefügt (Schaltfläche ) ,
- ein Datensatz gelöscht (Schaltfläche ) und
- in den Bearbeitungsmodus gewechselt (Schaltfläche )

werden. Befindet man sich im Bearbeitungsmodus, so können auch die 2 rechten Schaltflächen des Navigators angeklickt werden. Im Bearbeitungsmodus können

- die Änderungen übernommen (Schaltfläche ) oder
- die Änderungen verworfen (Schaltfläche )

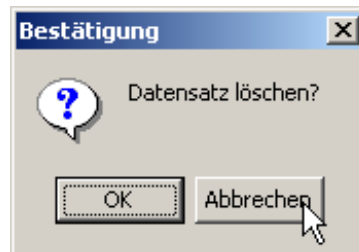
werden.

Befindet sich die Datenbank nicht im Bearbeitungsmodus können **keine Änderungen** vorgenommen werden. Somit wird das versehentliche Ändern von Daten verhindert.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Die Stoff Chlor und Kohlenmonoxid können nicht aus der Stoffdatenbank gelöscht werden, da diese Stoffe in Szenarienvorlagen (z.B. „ALLES UNBEKANNT (Original)“) verwendet werden. Außerdem können für diese beiden Stoffe im Änderungsmodus die chemisch-physikalischen Eigenschaften nicht verändert werden.

Soll ein Stoff gelöscht werden, so muss das endgültige Löschen bestätigt werden:

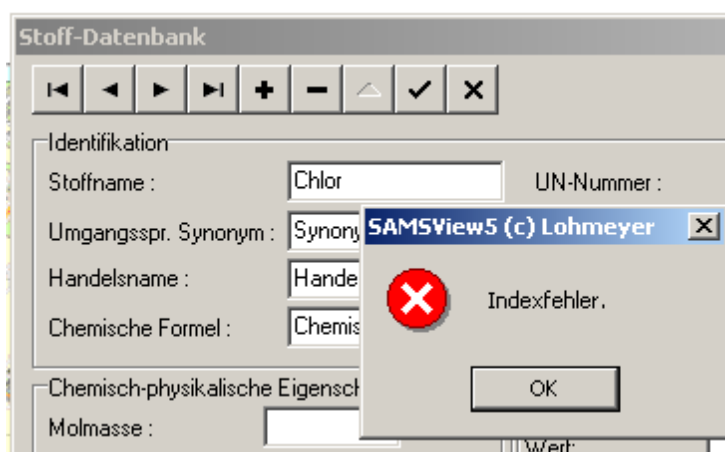


Um einen neuen Stoff in die Stoffdatenbank einzugeben, ist die Schaltfläche



im Navigator des Dialogs Stoffdaten-Bank zu betätigen. Der Dialog hat dann folgendes Aussehen:

Die Datenbank befindet sich jetzt im Bearbeitungsmodus. Für „Stoffname“ ist ein entsprechender Name einzugeben. Wird ein Name vergeben, der bereits in der Datenbank vorhanden ist, wird bei Betätigung der Schaltfläche **Änderungen übernehmen** die Fehlermeldung „Indexfehler“ ausgegeben:



Fall diese Fehlermeldung angezeigt wird, ist ein anderer Name für das Eingabefeld „Stoffname“ zu wählen.

Die Eingabefelder für

- Umgangsspr. Synonym
- Handelsname
- Chemische Formel
- UN-Nummer
- CAS-Nummer
- EG-Nummer und
- Leitkomponente für

können, müssen jedoch nicht ausgefüllt werden. Das Ausfüllen wird empfohlen, um im Störfall eine Auswahl des freigesetzten Stoffs über diese Felder vornehmen zu können.

Für die chemisch-physikalischen Eigenschaften sind die Eingabefelder für

- Molmasse
- Flüssigkeitsdichte
- Verdampfungswärme
- Siedetemperatur
- Wärmekapazität  $c_p$
- Isentropenexponent
- Dampfdruck bei einer
- Temperatur

ausgefüllt werden<sup>20</sup>. Im besonderen ist bei der Eingabe auf die jeweiligen Einheiten zu achten (vgl.

**Tab. 6.1)**

---

<sup>20</sup> Es ist zu beachten, dass die Eingabe von Stoffdaten nur von entsprechend geschultem Personal vorgenommen werden darf.

---

Tab. 6.1: In der Stoffdatenbank gespeicherten  
chemisch-physikalischen Eigenschaften  
mit den entsprechenden Einheiten

Größe	Einheit
Molmasse	g/mol
Flüssigkeitsdichte	kg/l
Verdampfungswärme	J/kg
Siedetemperatur	°C
Wärmekapazität $c_p$	J/(kg K)
Isentropenexponent	-
Dampfdruck	bar
Temperatur	°C

Wie in **Kap. 5.2.8 Überprüfung der Stoffdaten auf Konsistenz** bereits dargelegt, sind für die verschiedenen Wege der Stofffreisetzung nicht immer alle Stoffeigenschaften erforderlich. Zum Teil sind Stoffeigenschaften nicht verfügbar. **Tab. 6.2** gibt an, welche Parameter für welchen Freisetzungsweg benötigt werden.

Tab. 6.2: Benötigte physikalische Parameter in Abhängigkeit vom Weg der Stofffreisetzung

Stoff-Phase	Freisetzungsmenge bekannt	Molmasse	Flüssigkeitsdichte	Verdampfungswärme	Siedetemperatur	Wärmekapazität $c_p$	Isentropenexponent	Dampfdruck mit Temperatur
Gas	Ja	X						
	Nein <sup>21</sup>	X					X	
Flüssiggas, kaltverflüssigt	Ja	X	X	X	X			X
	Nein <sup>22</sup>	X	X	X	X			X
Flüssiggas, druckverflüssigt	Ja	X	X	X	X	X		X
	Nein <sup>22</sup>	X	X	X	X	X		X
Flüssigkeit	Ja	X	X	X	X			X
	Nein <sup>22</sup>	X	X	X	X			X

**WICHTIGER HINWEIS:**

Die Stoffdatenbank ist so eingerichtet, dass für einen Stoff mindestens die 4 Parameter **Molmasse, Siedetemperatur, Dampfdruck** bei entsprechender **Temperatur** eingetragen werden müssen. Fehlt einer dieser Parameter, wird das Speichern des Stoffes in der Datenbank nicht akzeptiert.

Falls Verdampfungswärme eines Stoffes nicht bekannt ist, wird sie intern abgeschätzt und für die Rechnung herangezogen. Die Abschätzung erfolgt mit Hilfe der Clausius-Clapeyron-Gleichung unter Berücksichtigung der Siedetemperatur und des Dampfdruckes bei der angegebenen Temperatur. Damit die Verdampfungswärme abgeschätzt werden kann, müssen sich die **Siedetemperatur und die Temperatur für die der Dampfdruck** angeben wird um **mindestens 10 K unterscheiden**.

<sup>21</sup> In diesem Fall wird die Freisetzungsmenge berechnet auf Basis der Geometrie des Lagers, der Lagerbedingungen (Druck und Temperatur) und, bei kontinuierlicher Freisetzung, der Größe des Lecks

Der Isentropenexponent ist nur erforderlich bei Stoffen, die gasförmig gelagert werden. Dieser Lagerzustand ist jedoch nur möglich<sup>22</sup>, wenn die Siedetemperatur dieses Stoffes niedriger als die Umgebungstemperatur ist. Umgekehrt bedeutet das, dass der Isentropenexponent nicht eingegeben werden muss für Stoffe, deren Siedetemperatur über Umgebungstemperatur liegt.

Für Gefährdungsgrenzwerte sind geeignete Werte einzutragen. Folgende Eingabefelder im Eingabebereich „Gefährdungsgrenzwerte“ können, müssen jedoch nicht ausgefüllt werden:

- Grenzwert mit
- Bezeichnung und
- Einheit
- Geruchsschwelle
- Untere Zündgrenze
- Obere Zündgrenze

Das Ausfüllen besonders der Felder für Grenzwert (mit Bezeichnung (z.B. MAK oder ERPG und Einheit (mg/m<sup>3</sup> oder ppm)) wird empfohlen, um im Störfall darauf zugreifen zu können.

Im Gauss-Puff-Modell kann die trockene Deposition berücksichtigt werden. Im Eingabebereich „Deposition“ kann eine Depositionsgeschwindigkeit in der Einheit [m/s] eingetragen werden.

Im Eingabebereich „Bemerkungen“ kann ein wahlfreier Text eingetragen werden.

Zur Übernahme der Daten in die Stoffdatenbank ist die Schaltfläche **[Änderungen übernehmen]** im Navigationsbereich oder **[OK]** zu drücken.

## 6.4 Pflegen der Freisetzungsszenarien

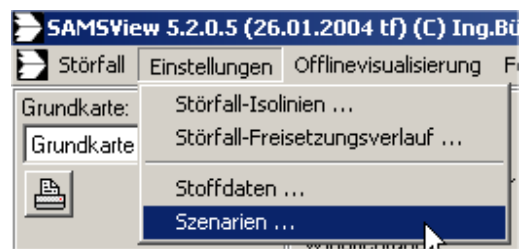
Im Offline-Betrieb können unter dem Menüpunkt „Einstellungen | Szenarien ...“

---

<sup>22</sup> Annahme hierbei: Der Stoff wird bei einem Druck gelagert, der größer oder gleich dem Umgebungsdruck ist.

---





die Störfallszenarien gepflegt und neue Störfallszenarien und Störfallszenarien-Vorlagen eingegeben werden. Es wird der Dialog **Freisetzung** angezeigt:

**Freisetzung**

Auswahl des Freisetzungsszenarios  
Szenario: ALLES UNBEKANNT (Original)

Kopieren    Neu    Löschen    Umbenennen

**Vorgang**  
 Brand  
 Freisetzung toxischer Stoffe

**Freisetzungsverhalten**  
 schlagartige Freisetzung  
 kontinuierliche Freisetzung

**Stoff**  
Stoffdaten ändern ...  
Stoffname : unbekannt  
Synonym : Synonym  
UN-Nummer : 1017  
CAS-Nummer : 7782-50-5  
EG-Nummer : 017-001-00-7  
Leitkomp. für: unbekannten Sto

**Freisetzungsart**  
 Freisetzungsmenge bekannt  
 Freisetzung aus Behälter/Leitung

**Freigesetzte Masse pro Zeit**  
 0.1 kg/s  
 0.033183 m<sup>3</sup>/s

**Stoff-Phase**  
 Gas  
 Flüssiggas, kaltverflüssigt  
 Flüssiggas, druckverflüssigt  
 Flüssigkeit

Freisetzungshöhe  
15 m über Grund

Abbrechen    OK

In SAMS-GLOBAL werden die möglichen Wege der Stofffreisetzung in sog. Freisetzungsszenarien abgelegt. Im Offline-Betrieb können diese Freisetzungsszenarien eingepflegt werden. Im Störfall können die Freisetzungsszenarien im Dialog **Freisetzung** unter „Auswahl des Freisetzungsszenarios“ abgerufen werden.

Die vollständige Bedienung des Dialogs **Freisetzung** sowie die Wege der Stofffreisetzung (vgl. **Abb. 5.1**), die betrachtet werden können, werden in **Kap. 5.2** erläutert.

---

## 7 HERUNTERFAHREN DES SYSTEMS

Die Ausführung der in **Kap. 2** beschriebenen Komponenten sollte im operationellen Einsatz nicht beendet werden. Die Systemkomponenten dürfen nur zur Wartung oder nach Störungen heruntergefahren werden.

Zum Herunterfahren des Systems geht man folgendermaßen vor:

- eine eventuell laufende Störfallrechnung beenden
- Programm SAMS schließen
- **SAMView** schließen

Damit ist das Störfallsystem deaktiviert und der Rechner kann heruntergefahren werden.

---

**ANHANG**

---

## A VERZEICHNISSTRUKTUR DES SYSTEMS IM ÜBERBLICK

Es folgt ein Überblick über Struktur und Inhalte der installierten Systemverzeichnisse. Das Installationshauptverzeichnis wird bezeichnet mit [InstallDir]. Darin sind folgende Unterverzeichnisse angelegt:

velisin	enthält das Programm <b>SAMView</b> mit Eingabeoberfläche und Graphik
Sicherungsverzeichnisse mit Namen der Form yyyy.mm.dd_hh.nn (yyyy = Jahr, mm = Monat, dd = Tag, hh = Stunde, nn = Minuten des Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde <sup>23</sup> ):	<p>Diese enthalten:</p> <p>a.) Eingabedateien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabedateien common.nnn (nnn=000 bis maximal 999) des Gauß-Puff-Modells für die Ausbreitungsrechnungen (mit ihnen ist die Rekonstruktion der Rechnungen möglich)</li> <li>• Eingabedatei zur Berechnung des Freisetzungsverlaufs (Freisetzung.inp)</li> </ul> <p>b.) Ergebnisdateien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse Gauss-Puff-Modell für die Diagnose (Präfix der jeweiligen Dateien Dddhhnn_) und für die Prognose (Präfix Pddhhnn_). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lage der Gauss-Puffs (*.puf)</li> <li>- Z.T.: Auf Basis von Freisetzung.out berechnete Konzentrationsverteilung (*.out) und die Isoliniendateien (*.bln). Müssen nicht vorhanden sein. Können auf Basis von Freisetzung.out und puf-Datei berechnet werden.</li> </ul> </li> <li>• Berechneter Freisetzungsverlauf (Freisetzung.out)</li> </ul>

Die Verzeichnisstruktur darf nicht geändert werden. Ebenso wenig dürfen - außer den später explizit angegebenen - keine Dateien gelöscht oder geändert werden.

---

<sup>23</sup> Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde, kann sich vom Störfallbeginn unterscheiden.

---

## B FREISETZUNGSMODELLIERUNG

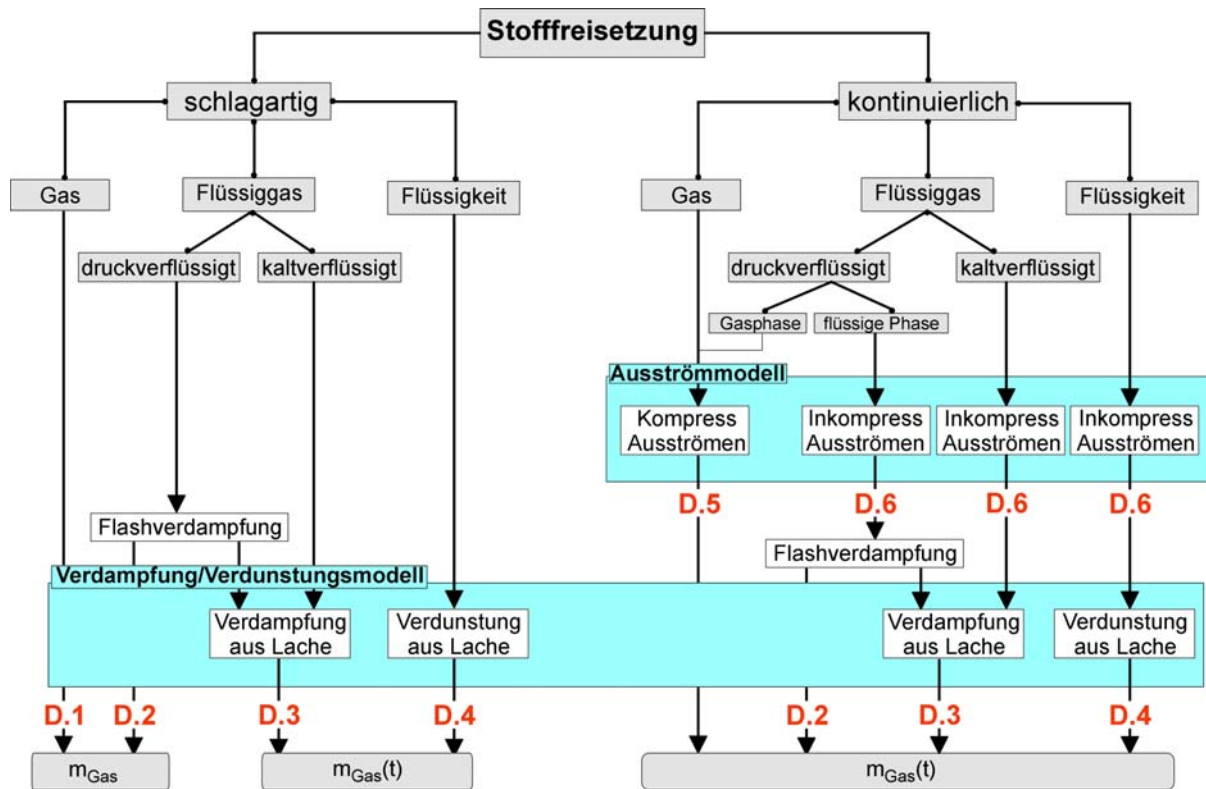


Abb. D.1: Wege der Stofffreisetzung

In **Abb. D.1** sind für die jeweiligen Wege die relevanten Kapitel in roter Schrift eingetragen.

### B.1 Schlagartige Freisetzung eines Gases

$$m_g = M \cdot \frac{p_{beh} \cdot V_{beh}}{\mathfrak{R} \cdot T_{beh}}$$

$m_g$  freigesetzte Gasmasse in [kg]

$M$  Molmasse des Stoffes in [kg/mol]

$p_{beh}$  Behälterinnendruck in [Pa]

$V_{beh}$  Behältervolumen in [m<sup>3</sup>]

$T_{beh}$  Gastemperatur im Behälter in [K]

$\mathfrak{R}$  Universelle Gaskonstante (=8.314 J/(mol K))

Ist im Dialog **Freisetzung** im Eingabebereich Freisetzungsart „Freisetzungsmenge bekannt“ ausgewählt, so wird für  $V_{beh}$  der im Eingabefeld „Freigesetztes Volumen“ eingegebene Wert und für die Temperatur 15° C und für den Druck 1 bar verwendet.

## B.2 Flashverdampfung bei druckverflüssigtem Flüssiggas

Ein Teil des druckgelagerten Stoffes (Flashanteil) verdampft spontan bei der Freisetzung. Der Flashanteil wird berechnet mit dem Ausdruck:

$$\Phi = 1 - \exp\left(-\frac{c_p}{h_v}(T_{beh} - T_s(p_u))\right)$$

mit

$$\begin{aligned} \Phi \leq 0.05 : & \quad m_{g,flash} = 4 \cdot \Phi \cdot m_{fl} \\ 0.05 < \Phi \leq 0.5 : & \quad m_{g,flash} = 2 \cdot \Phi \cdot m_{fl} \\ 0.5 < \Phi : & \quad m_{g,flash} = m_{fl} \end{aligned}$$

$\Phi$	Flashanteil in [-]
$c_p$	mittlere spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck in [J/kg/K]
$T_{beh}$	Lagertemperatur im Behälter in [K]
$T_s(p_u)$	Siedetemperatur bei Umgebungsdruck in [K]

Der nicht durch Flashverdampfung in die Atmosphäre verdampfte Anteil bildet eine Lache und wird nach D.3 oder D.4<sup>24</sup> berechnet.

## B.3 Verdampfender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache

$$\dot{m}_g = \frac{\lambda_{bb}(T_B - T_s(p_u))}{h_v \sqrt{\pi \cdot k_B t}} \cdot F(t)$$

Für die Berechnung der verdampften Gasmasse aus der Lache für ein Intervall vom Zeitpunkt t bis zum Zeitpunkt t + Δt lässt sich die Gleichung über die Zeit integrieren:

---

<sup>24</sup> Es wird das Maximum aus den beiden Werten verwendet.

---

$$\dot{m}_g(t \div t + \Delta t) = \frac{\lambda_B (T_B - T_S(p_u))}{h_v \sqrt{\pi \cdot k_B}} \cdot F(t) \cdot 2 \cdot (\sqrt{t} - \sqrt{t + \Delta t})$$

$\dot{m}_g$	Verdampfender Massenstrom in [kg/s]
$\lambda_B$	Wärmeleitkoeffizient des Bodens in [W/(mK)]
$k_B$	Temperaturleitfähigkeit des Bodens in [m <sup>2</sup> /s]
$h_v$	mittlere Verdampfungswärme in [J/kg]
$T_B$	Bodentemperatur in [K]
$T_S(p_u)$	Siedetemperatur bei Umgebungsdruck in [K]
$t$	Zeit seit Störfallbeginn in [s]
$F$	Fläche der Flüssigkeitslache oder Auffangwanne in [m <sup>2</sup> ]

Für  $\lambda_B / \sqrt{\pi \cdot k_B}$  wird für versiegelten Boden, d.h. nicht eindringbaren Boden, der Wert 774 W s<sup>0.5</sup>/(m<sup>2</sup> K) und für den durchlässigen Untergrund der achtfache Wert hiervon verwendet. Wird die Fläche der Lache nicht angegeben, wird sie unter der Annahme einer Lachendicke von 2 cm berechnet.

#### B.4 Verdunstender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache

$$\dot{m}_g(t) = 0.002 \cdot u_o \frac{(u/u_o)^{0.78} \cdot (r/r_o)^{-0.11} \cdot M \cdot F \cdot p_u}{\mathfrak{R} \cdot T} \cdot \ln\left(\frac{p_u}{p_u - p_d}\right)$$

$\dot{m}_g(t)$	Verdunstender Massenstrom in [kg/s]
$u$	Windgeschwindigkeit in 10m über Grund in [m/s]
$r$	Radius der Flüssigkeitslache oder des Auffangbeckens oder längere Seite bei rechteckigen Lachen oder Auffangbecken
$T$	Temperatur der Flüssigkeit in [K]
$p_d$	Dampfdruck an der Flüssigkeitsoberfläche in [Pa]
$p_u$	Umgebungsdruck in [Pa]
$F$	Fläche der Flüssigkeitslache oder Auffangwanne in [m <sup>2</sup> ]
$\mathfrak{R}$	Universelle Gaskonstante (= 8.314 J/(mol K) )



$u_0$  Referenzgeschwindigkeit (= 1 m/s)

$r_0$  Referenzradius (= 1 m)

Wird die Fläche der Lache nicht angegeben, so wird sie unter der Annahme einer Lachendicke von 2 cm berechnet.

## B.5 Kontinuierliches Ausströmen eines Gases

### B.5.1 Kontinuierliches Ausströmen eines Gases aus einem Behälter

Kritisches Ausströmen tritt auf, wenn der Behälterdruck den kritische Druck:

$$p_{beh} \geq p_k = p_u \left( \frac{\kappa + 1}{2} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}}$$

übersteigt. Für KRITISCHES Ausströmen gilt:

$$\dot{m}_g(t) = C_F F \sqrt{\kappa \left( \frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}}} \cdot \frac{p_{beh}(t)}{\sqrt{\frac{\mathfrak{R}}{M} \cdot T_{beh}(t)}}$$

Ist der Druck im Behälter soweit abgefallen, dass das kritische Druckverhältnis unterschritten wird oder war der Behälterdruck ohnehin kleiner als der kritische Druck, so gilt für den Massenstrom für NICHT-KRITISCHES Ausströmen:

$$\dot{m}_g(t) = c_F A \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa - 1} \left[ 1 - \left( \frac{p_u}{p_{beh}(t)} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right]} \cdot \left( \frac{p_u}{p_{beh}(t)} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \cdot \frac{p_{beh}(t)}{\sqrt{\frac{\mathfrak{R}}{M} \cdot T_{beh}(t)}}$$

$\dot{m}_g(t)$  freigesetzter zeitabhängiger Massenstrom in [kg/s]

$C_F$  Ausströmkoefizient (=0.61 für runde Öffnung mit scharfen Kanten)

$A$  Fläche der Leckagestelle oder der gebrochenen Leitung in [m<sup>2</sup>]

$p_u$  Umgebungsdruck in [Pa]

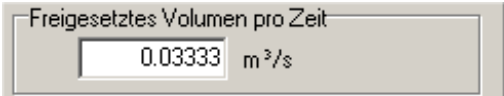
$p_{beh}(t)$	Zeitabhängiger Behälterinnendruck in [Pa] (bei druckverflüssigten Gasen und Freisetzung in der Gasphase: Dampfdruck bei Umgebungstemperatur)
$T_{beh}(t)$	Zeitabhängige Gastemperatur im Behälter in [K]
$\kappa$	Isentropenexponent in [-]
$M$	Molmasse des Stoffes in [kg/mol]
$\mathfrak{R}$	Universelle Gaskonstante (= 8.314 J/(mol K) )

### B.5.2 Kontinuierliches Ausströmen eines Gases bei bekanntem Volumenstrom

Ist im Dialog **Freisetzung** im Eingabebereich Freisetzungsart „Freisetzungsmenge bekannt“ ausgewählt, so wird der Massenstrom mit der idealen Gasgleichung unter Annahme einer Temperatur von 15° C und einem Druck von 1 bar berechnet:

$$\dot{m} = M \cdot \frac{p}{\mathfrak{R} \cdot T} \cdot \dot{V}$$

$\dot{m}_g$	freigesetzter Massenstrom in [kg/s]
$p$	Druck (gerechnet wird mit 1 bar)
$T$	Temperatur (gerechnet wird mit 15°C)
$\dot{V}$	Volumenstrom [m³/s]

(vgl.: Eingabefeld  im Dialog **Freisetzung**)

### B.6 Ausströmen einer Flüssigkeiten oder von Flüssiggas (druckverflüssigt oder tiefkalt) aus einem Behälter

Das kontinuierliche Ausströmen einer Flüssigkeit oder von Flüssiggas (druckverflüssigt oder tiefkalt) aus einem Behälter wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\dot{m}_{fl}(t) = c_F A \rho \sqrt{2 \left( \frac{p_{beh}(t) - p_u}{\rho} + g \cdot (h_0(t) - h_u) \right)}$$

$\dot{m}_f(t)$	Ausströmrate Flüssiggas in [kg/s]
$p_u$	Umgebungsdruck in [Pa]
$p_{beh}$	Behälterinnendruck in [Pa]
$C_F$	Ausströmkoefizient in [-]
$A$	Fläche der Leckagestelle oder der gebrochenen Leitung in [m <sup>2</sup> ]
$\rho$	Dichte in [kg/m <sup>3</sup> ]
$g$	Erdbeschleunigung (= 9.81 m/s <sup>2</sup> )
$h_0$	Höhe des Flüssigkeitsspiegels im Behälter in [m]
$h_u$	Höhe der Austrittsstelle in [m]

Bei druckverflüssigten Gasen fällt der Druck im Behälter beim Ausströmen bis zum Dampfdruck, der von der Temperatur des Flüssiggases anhängig ist. Für die Berechnung wird der Behälterinnendruck gleich dem Dampfdruck bei der angegebenen Lagertemperatur gesetzt. Bei tiefkalt gelagertem Flüssiggas wird der Behälterinnendruck gleich dem Umgebungsdruck gesetzt.

### B.7 Lachengröße (falls nicht vorgegeben)

Wird die Lachenfläche nicht angegeben, so wird die Größe der Lache aus der Massenbilanz bestimmt:

$$F(t) = \frac{\int_0^t \dot{m}_f dt - \int_0^t \dot{m}_g dt}{\rho \cdot h_l}$$

$\dot{m}_f(t)$	Ausströmender flüssiger Massenstrom nach D.6
$\dot{m}_g(t)$	Verdampfender oder verdunstender gasförmiger Massenstrom nach D.3 oder D.4
$\rho$	Dichte der Flüssigkeit in [kg/m <sup>3</sup> ]
$h_l$	Lachendicke in [m]

---

Hierbei wird eine Lachendicke von 2 cm angenommen. Obige Gleichung drückt aus, dass die zum Zeitpunkt  $t$  in der Lache befindliche Masse die Differenz ist aus der bis zum Zeitpunkt  $t$  ausgeströmten flüssigen Masse und der in die Atmosphäre gelangten gasförmigen Masse.

Bei druckgelagertem Flüssiggas wird die Berechnung der Lachenfläche wegen der Flash-Verdampfung modifiziert. Die Flash-Verdampfung wird wie in D.2 berechnet. Bei druckgelagertem Flüssiggas wird die Lachenfläche wie folgt berechnet:

$$F(t) = \frac{\int_0^t (\dot{m}_{fl} - \dot{m}_{g,flash}) dt - \int_0^t \dot{m}_g dt}{\rho h_t}$$