

**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 SAM-S**

Dr.-Ing. Th. Flassak

Dipl.-Met. H. Frantz

Dr.-Ing. W. Bächlin

Dr.-Ing. A. Lohmeyer

Juli 2004

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>WAS IST SAM-S?</b> .....	<b>1-1</b>
<b>2</b>	<b>START ALLER SYSTEMKOMPONENTEN</b> .....	<b>2-1</b>
<b>3</b>	<b>DIE HAUPTKOMPONENTEN VON SAM-S</b> .....	<b>3-1</b>
3.1	Die SteuerKomponente SAMS.exe .....	3-1
3.2	Die Graphische Bedienoberfläche <i>SamsView</i> .....	3-3
<b>4</b>	<b>DURCHFÜHREN EINER STÖRFALLRECHNUNG</b> .....	<b>4-1</b>
4.1	Dialog Störfallberechnung: Die unbedingt erforderlichen Parameter .....	4-1
4.2	Optionale Parameter für die Störfallrechnung .....	4-7
4.2.1	Dialog Freisetzung .....	4-7
4.2.2	Dialog Isolinien .....	4-10
4.2.3	Dialog Weitere Parameter .....	4-11
<b>5</b>	<b>EINSTELLMÖGLICHKEITEN UND FUNKTIONEN WÄHREND EINER STÖRFALLRECHNUNG</b> .....	<b>5-1</b>
5.1	Menüpunkt „Störfall   Störfallparameter bearbeiten ...“ .....	5-1
5.2	Dialog Freisetzung .....	5-1
5.3	Auswahl des Freisetzungsszenarios .....	5-3
5.3.1	Vorgang .....	5-5
5.3.2	Stoff .....	5-7
5.3.3	Stoff-Phase .....	5-9
5.3.4	Freisetzungsverhalten .....	5-10
5.3.5	Freisetzungsart .....	5-11
5.3.6	Überprüfung der Konsistenz bei Freisetzung aus Behälter/Leitung .....	5-13
5.3.7	Überprüfung der Stoffdaten auf Konsistenz .....	5-17
5.4	Darstellung älterer Konzentrationsverteilungen während einer laufenden Störfallrechnung .....	5-18
5.5	Darstellen der Zeitreihe der Konzentration an einem beliebigen Ort des auf der Grundkarte dargestellten Gebietes .....	5-20

---

---

5.6 Beenden einer laufenden Störfallrechnung .....	5-21
<b>6 FUNKTIONEN IM STAND-BY-BETRIEB .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Darstellen von Isolinien für einen Zeitpunkt im Offline-Fenster .....	6-1
6.2 Darstellen von Isolinien im Zeitraffer im Offline-Fenster .....	6-5
6.3 Pflegen der Stoffdatenbank .....	6-9
6.4 Pflegen der Freisetzungsszenarien .....	6-16
<b>7 HERUNTERFAHREN DES SYSTEMS .....</b>	<b>7-1</b>
<b>8 ERGÄNZUNGSMODULE.....</b>	<b>8-1</b>
8.1 Ergänzungsmodul Dokumentation von Immissionsmesswerten.....	8-1
8.2 Ergänzungsmodul Anlagendatenbank.....	8-5
8.2.1 Pflege der Anlagendatenbank .....	8-5
8.2.2 Benutzung der Anlagendatenbank .....	8-6
8.3 Ergänzungsmodul Warnung an Monitorpunkten .....	8-10
8.3.1 Definition und Verwaltung von Monitorpunkten .....	8-10
8.3.2 Anzeige von Monitorpunkten .....	8-12
8.3.3 Warnfunktion aktivieren und deaktivieren .....	8-12
8.3.4 Einstellung des Grenzwertes .....	8-13
8.3.5 Einstellungen der grafischen Warnungsanzeige.....	8-13
8.3.6 Die Warnfunktion während einer aktuellen Störfallrechnung .....	8-16
8.3.7 Warnungsprotokoll.....	8-17
8.4 Ergänzungsmodul Messortvorschlag und Quelltermrückberechnung .....	8-19
8.4.1 Messortvorschlag.....	8-19
8.4.2 Quelltermrückberechnung (QRB) .....	8-20
<b>A VERZEICHNISSTRUKTUR DES SYSTEMS IM ÜBERBLICK .....</b>	<b>A-1</b>
<b>B ERSTELLUNG DER VOM SYSTEM BENÖTIGTEN METEOROLOGIE- ZEITREIHE .....</b>	<b>B-1</b>
<b>C WAS MUSS INDIVIDUELL KONFIGURIERT WERDEN .....</b>	<b>C-1</b>

---

---

<b>D</b>	<b>FREISETZUNGSMODELLIERUNG .....</b>	<b>D-1</b>
D.1	Schlagartige Freisetzung eines Gases .....	D-1
D.2	Flashverdampfung bei druckverflüssigtem Flüssiggas .....	D-2
D.3	Verdampfender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache .....	D-2
D.4	Verdunstender Massenstrom von Flüssiggas aus einer Lache .....	D-3
D.5	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases .....	D-4
D.5.1	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases aus einem Behälter.....	D-4
D.5.2	Kontinuierliches Ausströmen eines Gases bei bekanntem Volumenstrom .....	D-5
D.6	Ausströmen einer Flüssigkeiten oder von Flüssiggas (druckverflüssigt oder tiefkalt) aus einem Behälter .....	D-5
D.7	Lachengröße (falls nicht vorgegeben) .....	D-6
<b>E</b>	<b>QUELLTERMRÜCKBERECHNUNG DURCH MESSWERTE .....</b>	<b>E-1</b>

---

## 1 WAS IST SAM-S?

SAM-S 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 SAM-S 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 SAM-S 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
- Freisetzungmodellierung für Gase, Flüssigkeiten und Flüssiggase mit Lachenverdampfung bzw. Verdunstung aus einer Lache.
- Schwergasmodellierung
- Stoff- und Szenariendatenbank

Derzeit verfügbare Ergänzungsmodule sind:

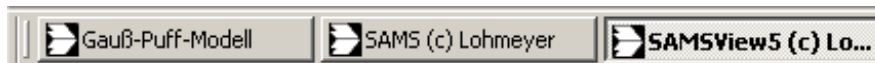
- Ausbreitung in bebautem Gelände unter Verwendung einer Windfeldbibliothek (MISKAM-Windfelder)
  - Dokumentation von Immissionsmesswerten
  - Messortvorschlag und Quelltermrückberechnung
  - Anlagendatenbank
  - Warnung an Monitorpunkten
-

## 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 „SAM-S“ 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.

Bei einigen Installationen von SAM-S laufen weitere Programme zur Aufnahme von Meteorologiedaten (z.B. das Programm „c:\USATcopy.bat“ falls ein Ultraschallanemometer der Fa. Metek am PC angeschlossen ist)

---

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

---

### 3 DIE HAUPTKOMPONENTEN VON SAM-S

#### 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**):

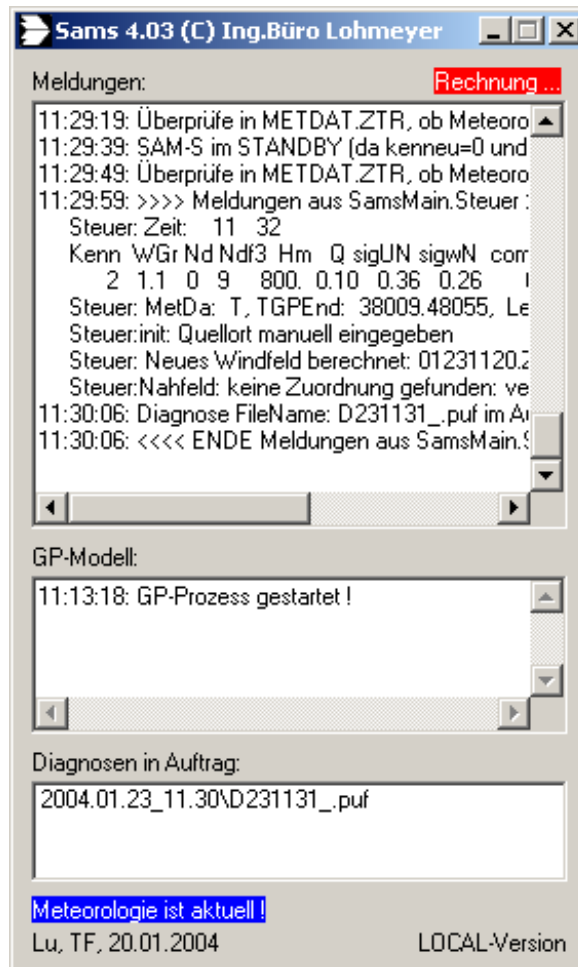


Abb. 3.1: Dialog **Sams 4.x** mit drei Statusfenstern für Meldungen

#### **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

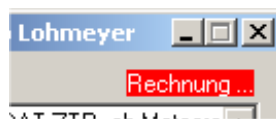
Im Statusfenster GP-Modell werden:

- 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.



Links unten wird angegeben, ob die Meteorologie aktuell ist (blau hinterlegt), d.h. das letzte 10-Minuten-Intervall in der Meteorologie-Zeitreihe „Metdat.ztr“ nicht älter als eine vorgegebene Karenzzeit (i.d.R. 19 Minuten) ist, oder nicht. Wenn die Meteorologie-Zeitreihe älter als die Karenzzeit ist, erscheint die Meldung (rot hinterlegt): „Meteorologie nicht aktuell und der Termin des letzten Datensatzes in der Meteorologie-Zeitreihe „Metdat.ztr“. z.B.:

Meteorologie nicht aktuell! [23.01.2004 11:13]

Erscheint die Meldung, dass die Meteorologie nicht aktuell ist, kann eine Störfallrechnung bis spätestens zu dem angegebenen Zeitpunkt plus Karenzzeit durchgeführt werden. Danach wartet das System auf aktuellere Meteorologie.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Eine Störfallrechnung wird nicht mit Hilfe des Programms SAMS.exe, sondern mit dem Programm SAMSVIEW5.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 Menüleiste des Programms **SAMSView** enthält die Menüpunkte „Störfall“, „Einstellungen“, „Offlinevisualisierung“ und „Fenster“<sup>2</sup>. Im Menü „Störfall“ kann eine Störfallrechnung gestartet bzw. beendet werden. Unter dem Menüpunkt „Einstellungen“ können während einer Störfallrechnung die Skalierung der Isolinienwerte geändert sowie eine Grafik des Freisetzungsverlaufes aufgerufen werden. Im Offlinebetrieb können Stoffdaten und Szenarien eingegeben werden. Der Menüpunkt „Offlinevisualisierung“ ermöglicht die Isolinien-Darstellung von vergangenen Störfallrechnungen. Die auf dem Bildschirm befindlichen Fenster können durch Ziehen mit der Maus beliebig verschoben werden, oder unter dem Menüpunkt „Fenster“ einzeln ausgewählt, überlappend oder nebeneinander dargestellt werden.

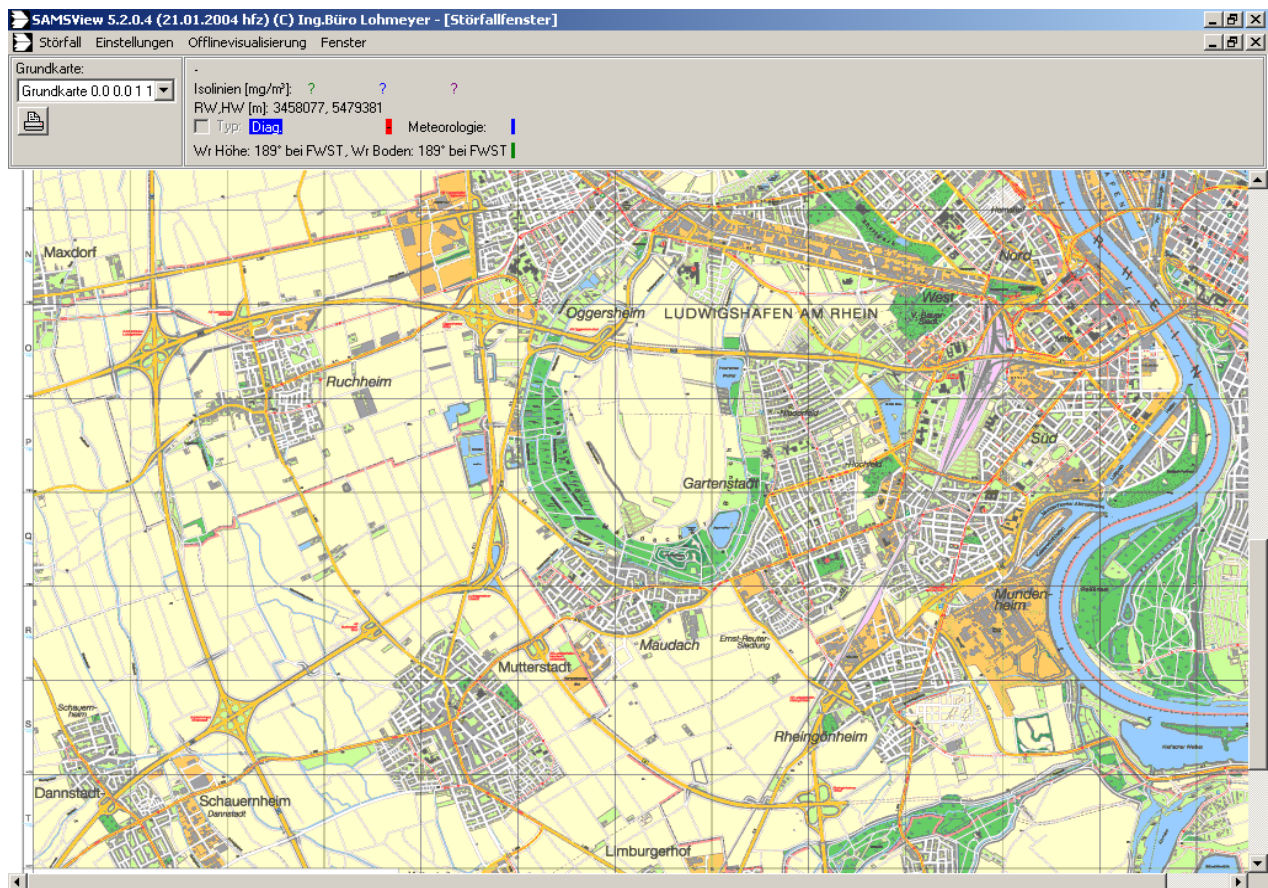


Abb. 3.2: Programm SAMSView5.exe

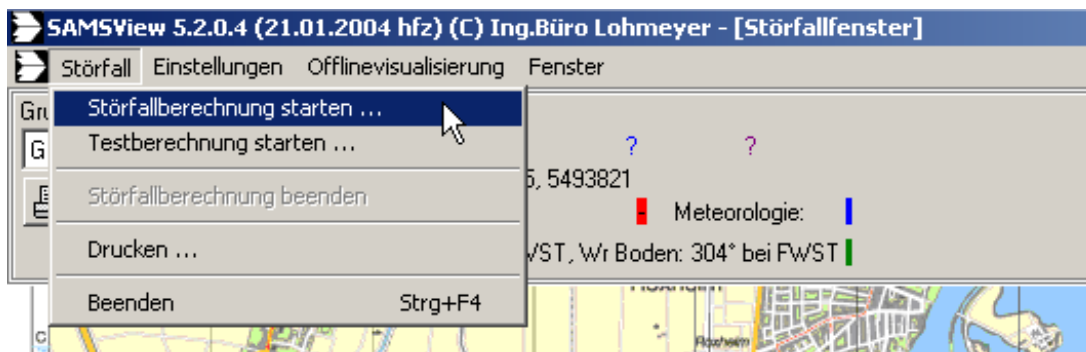
<sup>2</sup> Sind Ergänzungsmodul lizenziert, können weitere Menüeinträge vorhanden sein.

## 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 ...
- Testberechnung starten ...
- Störfallberechnung beenden ...
- Drucken ...
- Beenden



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

Die beiden Varianten Störfallberechnung und Testberechnung unterscheiden sich nicht von der Art der Rechnung, sondern nur in der Priorität der Durchführung. Wird eine Testberechnung durchgeführt, kann während der Testberechnung eine Störfallrechnung gestartet werden. Die Testrechnung wird dann abgebrochen. Da auch die zugehörigen Menüs identisch sind, wird hier nur das zu „Störfallberechnung starten ...“ gehörige Menü beschrieben.

### 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**

**Freisetzungsbeginn**

aktuelle Zeit

Zeit  Datum

**Freisetzungsende**

Freisetzung hält an

**Freisetzungsort**

aus Liste auswählen

**Gauß-Krüger-Koordinaten**

RW [m]

HW [m]

Freisetzung ...

Isolinien ...

weitere Parameter ...

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:

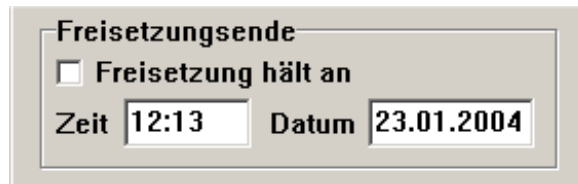
**Störfallberechnung**

**Freisetzungsbeginn**

aktuelle Zeit

Zeit

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.

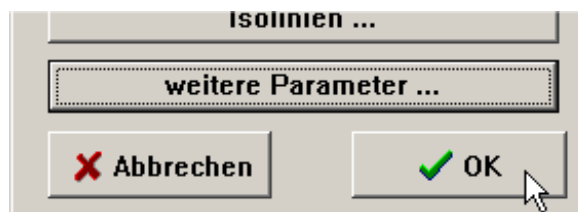
Der **Freisetzungsort** kann entweder manuell in der Karte angeklickt oder durch Aktivierung der Checkbox „aus Liste auswählen“ aus der Scroll-Box ausgewählt oder über die Tastatur eingegeben werden. Nach Auswahl des Freisetzungsortes wird dieser durch einen magentafarbenen Kreis dargestellt.

#### **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...":



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

Wenn die Meteorologie aktuell ist<sup>4</sup>, erscheint nach kurzer Zeit (ca. 20 sec.) 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, Meteorologiestatus (OK: gültige Messwerte, nicht OK: Kopie eines früheren Termins)
- Zeile 5: Windrichtung in der Höhe und verwendete Station, Windrichtung am Boden und verwendete Station, Information über Windscherung (absolute Differenz der Windrichtung zwischen Boden und Höhe).

---

<sup>4</sup> Ist die Meteorologie nicht aktuell, wartet das System mit der ersten Rechnung.

---

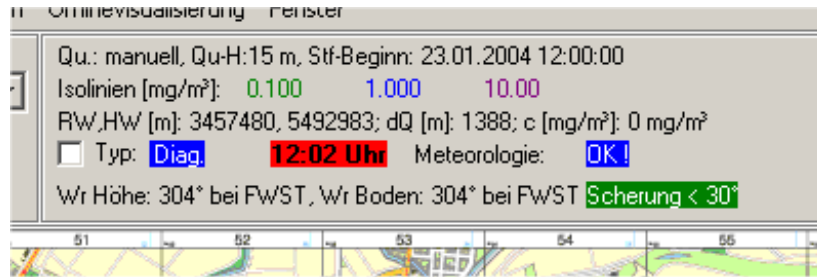
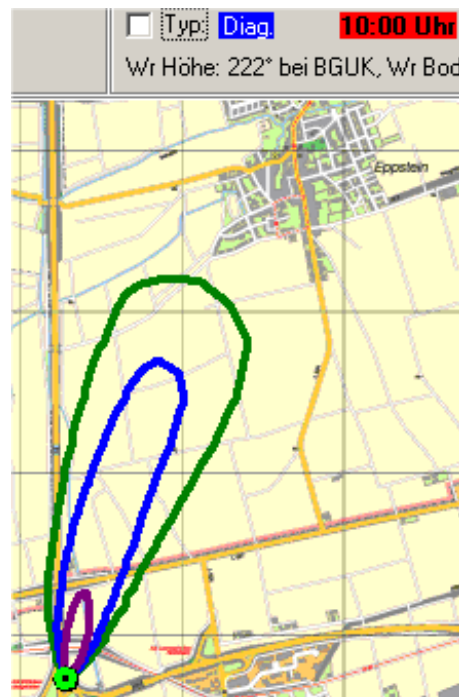


Abb. 4.4: Info-Leiste während einer Störfallrechnung

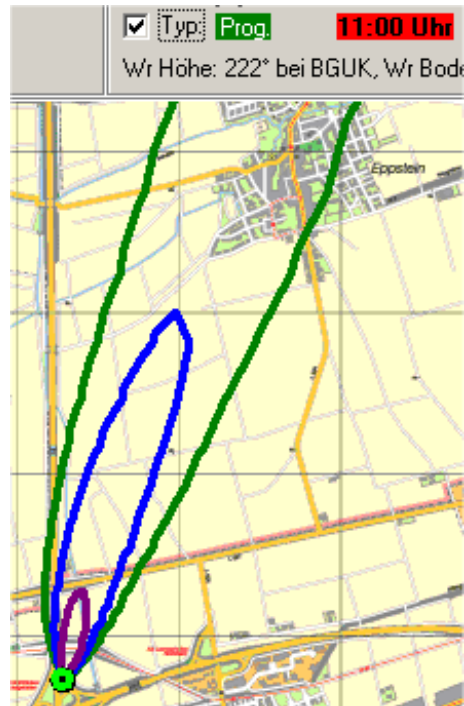
Als Voreinstellung werden Diagnosen dargestellt. In der **Info-Leiste** hat Checkbox „Typ“ kein Häkchen:



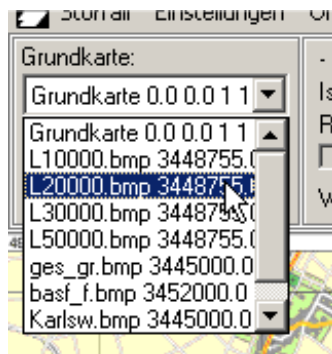
Es steht blau hinterlegt „Diag“. Es wird zum Beispiel die Konzentration für 10 Uhr dargestellt:



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 11 Uhr dargestellt (Die Prognosezeit ist hierbei eingestellt auf 60 min, siehe Dialog **Weitere Parameter**):



Zur Auswahl einer anderen Grundkarte besitzt die Statuszeile von **SAMSView** am oberen Fensterrand die Scroll-Box „Grundkarte“<sup>5</sup>:



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

---

<sup>5</sup> Der Inhalt der Scroll-Box ist installationsabhängig.

---



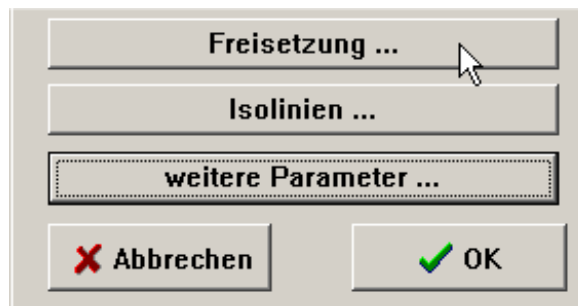
Alle weiteren Funktionalitäten von **SAMSView** während einer Störfallrechnung werden in **Kap. 6** erklärt.

## 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>6</sup>.



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

---

<sup>6</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.

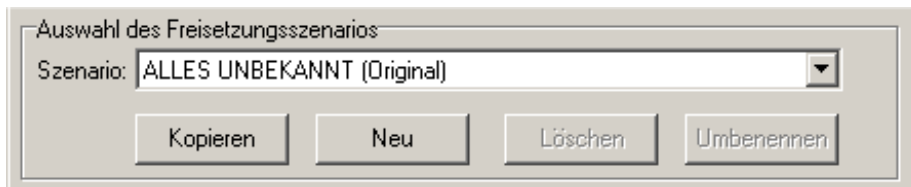
---

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.

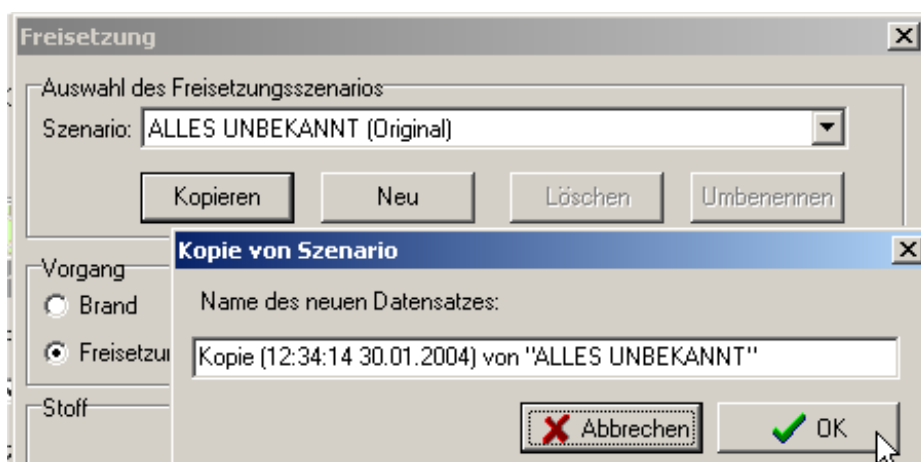
#### **WICHTIGER HINWEIS:**

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 SAM-S 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**).

SAM-S 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.

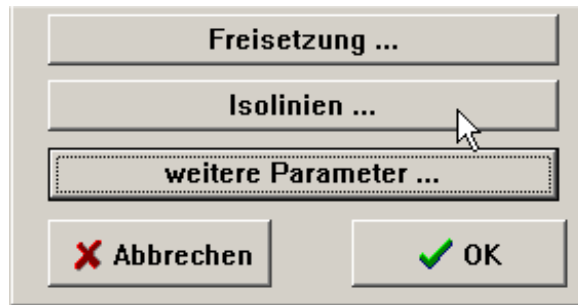
Tab. 4.1: Definition der Szenarien-Vorlagen

Szenariename	Stoff	Volumenstrom [m³/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

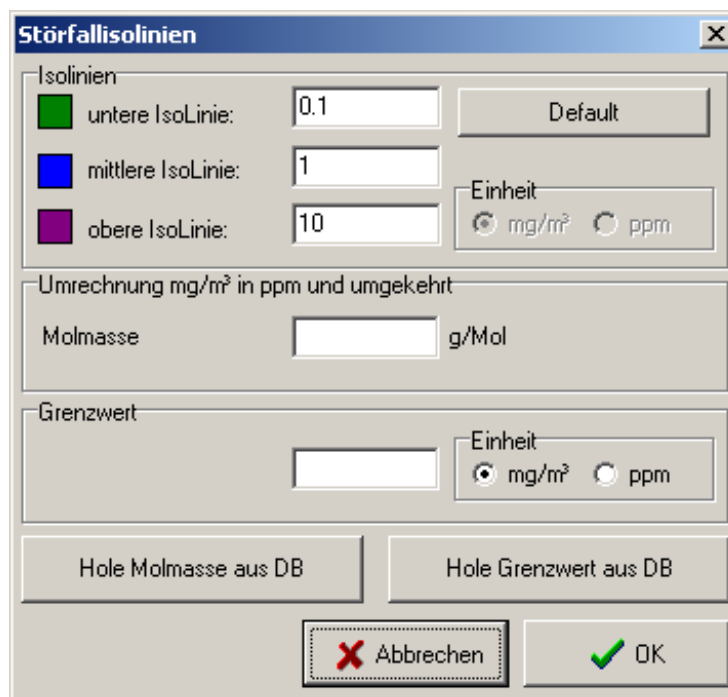
Die vollständige Bedienung des Dialogs **Freisetzung** ist in **Kap. 5.2** beschrieben.

#### 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  $0.1 \text{ mg/m}^3$ ,  $1 \text{ mg/m}^3$  und  $10 \text{ mg/m}^3$ . 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>7</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.

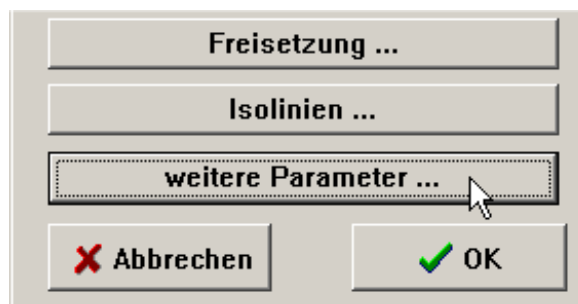
#### **WICHTIGER HINWEIS:**

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.

### **4.2.3 Dialog Weitere Parameter**

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

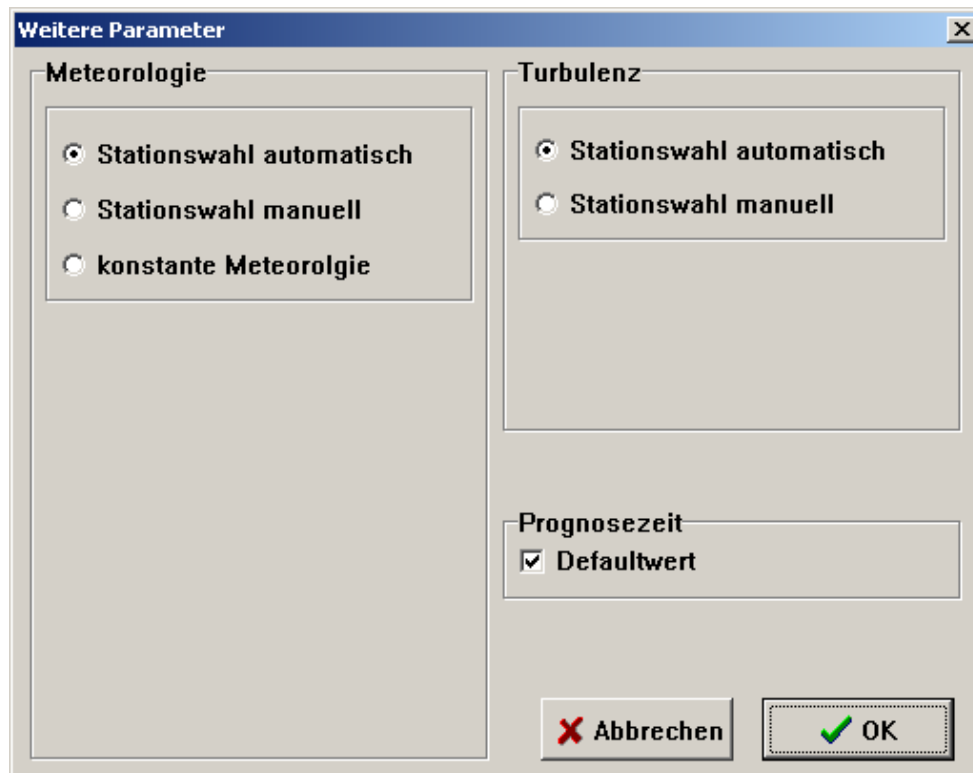


Es kommt der Dialog **Weitere Parameter** (siehe **Abb. 4.5**) zur Ansicht. In diesem Dialog können Einstellungen zur Meteorologie und zur Turbulenz vorgenommen und die Prognosezeit eingestellt werden.

---

<sup>7</sup> DB = Datenbank.

---

Abb. 4.5: Dialog **Weitere Parameter**

Im Bereich „Meteorologie“ lässt sich auswählen zwischen

- Stationsauswahl automatisch
- Stationsauswahl manuell
- konstante Meteorologie

#### Stationsauswahl automatisch

Es werden für die Ausbreitungsrechnung die Daten aller zur Verfügung stehenden meteorologischen Stationen verwendet.

#### Stationsauswahl manuell

Aus der Liste der meteorologischen Messstationen kann eine Station ausgewählt werden, die für die Ausbreitungsrechnung verwendet wird. Die Messwerte der restlichen Stationen haben keinen Einfluss auf das Ergebnis. (I.d.R. ist eine manuelle Auswahl einer meteorologischen Station nicht erforderlich)

**Weitere Parameter**

**Meteorologie**

Stationswahl automatisch

Stationswahl manuell

konstante Meteorologie

**Stationsauswahl manuell**

Station: **USAT Schlauchturm**

- USAT Schlauchturm
- BG Unfallklinik**
- Station C
- Station D

#### Konstante Meteorologie

Es können für die Ausbreitungsrechnung anstelle von Werten aus der Meteorologiezeitreihe auch konstante Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Anemometerhöhe und Stabilität angegeben werden.

**Weitere Parameter**

**Meteorologie**

Stationswahl automatisch

Stationswahl manuell

konstante Meteorologie

Windrichtung  °

Windgeschw.  m/s

Anemometerh.  m

Stabilität

Diese Eingabemöglichkeit ist entweder für Offline-Simulationen oder für Testrechnungen erforderlich oder für den Fall, dass die Aufnahme von Messwerten in die Meteorologiezeitreihe ausfällt.

**WICHTIGER HINWEIS:**

Fällt während einer Störfallrechnung die Aufnahme von Messwerten in die Meteorologiezeitreihe aus und möchte man die Meteorologie manuell eingeben, so muss die Rechnung nicht beendet werden. Man kann während der Ausbreitungsrechnung von „Stationsauswahl automatisch“ auf „Konstante Meteorologie“ (und umgekehrt) umschalten.

Im Bereich „Turbulenz“ lässt sich auswählen zwischen

- Stationsauswahl automatisch
- Stationsauswahl manuell

Stationsauswahl automatisch

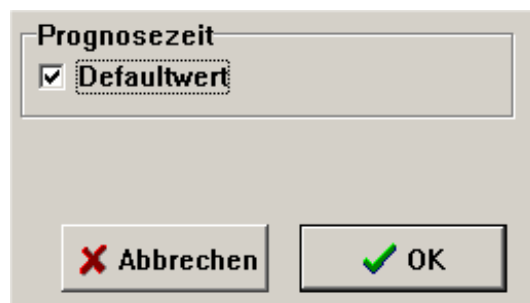
Die Auswahl der Station, von der die Turbulenzmessung für die Ausbreitungsrechnung verwendet wird, erfolgt automatisch.

Stationsauswahl manuell

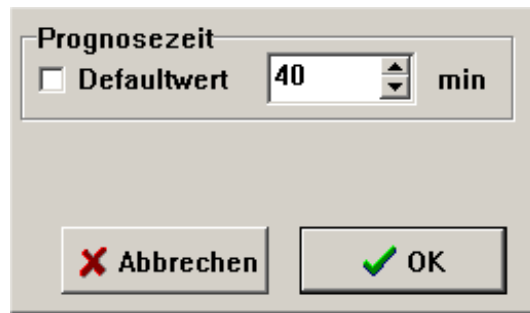
Aus der Liste der meteorologischen Messstationen kann eine Station ausgewählt werden, von der die Turbulenzmessung für die Ausbreitungsrechnung verwendet wird. (I.d.R. ist eine manuelle Auswahl einer meteorologischen Station nicht erforderlich)

Prognosezeit

Mit SAM-S 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:



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



Prognosezeit

Defaultwert 40 min

Abbrechen OK

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

### **ZUSAMMENFASSUNG:**

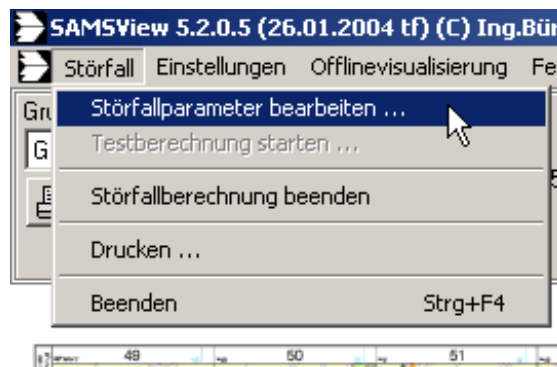
Um eine Störfallrechnung bzw. eine Testberechnung zu starten, müssen drei Fragen vom Anwender beantwortet und dem System mitgeteilt werden:

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>8</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.

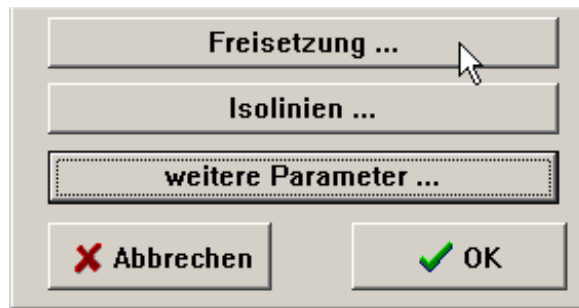
### 5.2 Dialog Freisetzung

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

---

<sup>8</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. kaltverflüss-

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.

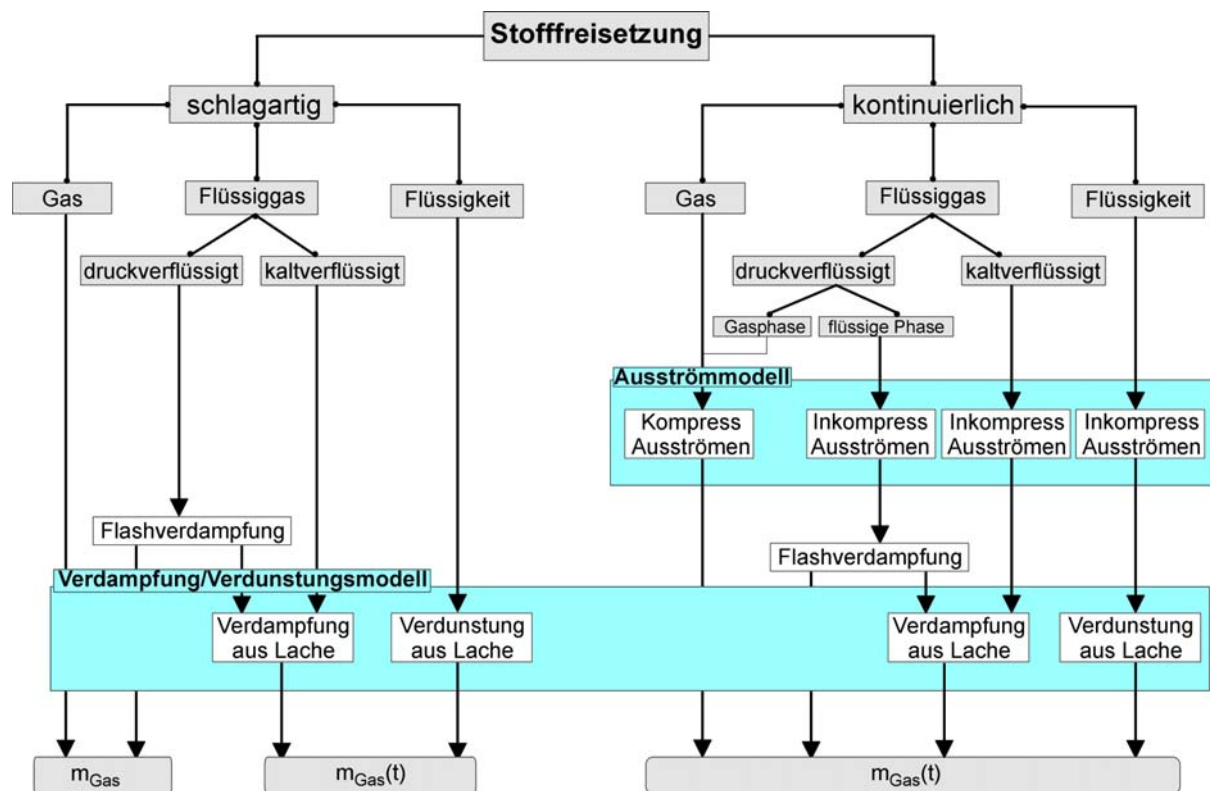
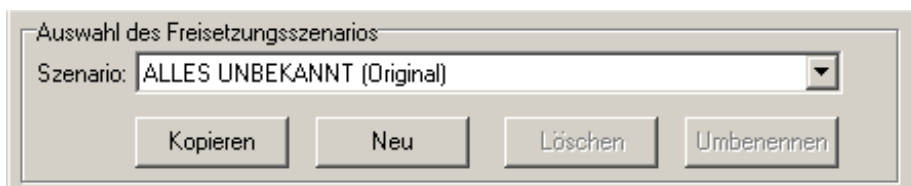


Abb. 5.1: Wege der Stofffreisetzung

### 5.3 Auswahl des Freisetzungsszenarios

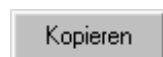
In SAM-S werden die möglichen Wege der Stofffreisetzung in sog. Freisetzungsszenarios abgelegt. Im Offline-Betrieb eingepflegte Freisetzungsszenarios (vgl. **Kap. 6.4**) können im Dialog **Freisetzung** unter „Auswahl des Freisetzungsszenarios“ abgerufen werden:



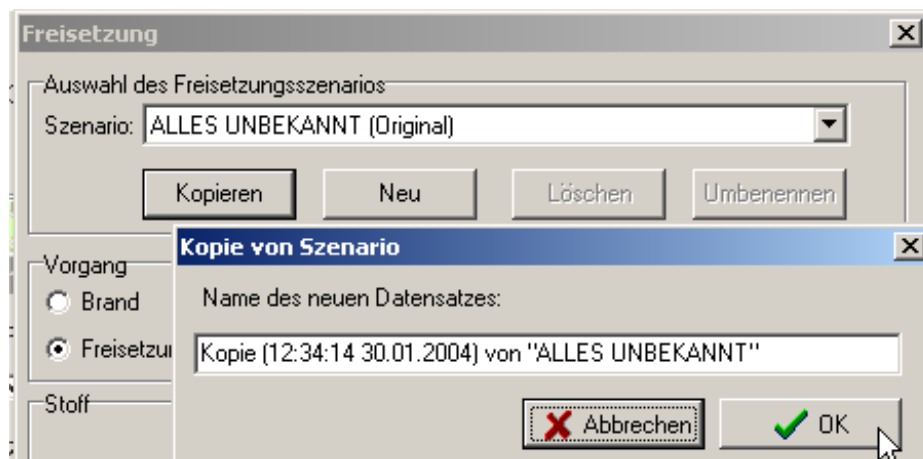
Bei Beginn einer Störfallrechnung ist immer das Szenario: „ALLES UNBEKANNT (Original)“ eingestellt. Dieses Szenario bedeutet eine Chlorgasfreisetzung mit einem konstanten Massenstrom von 0.1 kg/s. Ein Szenario, dass in seinem Namen „(Original)“ enthält, kann **nicht verändert** werden und wird **Szenarien-Vorlage**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

**Tab. 4.1)**:

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



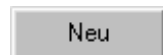
Um eine Szenarien-Vorlagen verändern zu können, muss diese Szenarien-Vorlage erst durch Drücken der Schaltfläche **[Kopieren]** kopiert werden. Es wird der Name des neuen Szenarios gefragt:



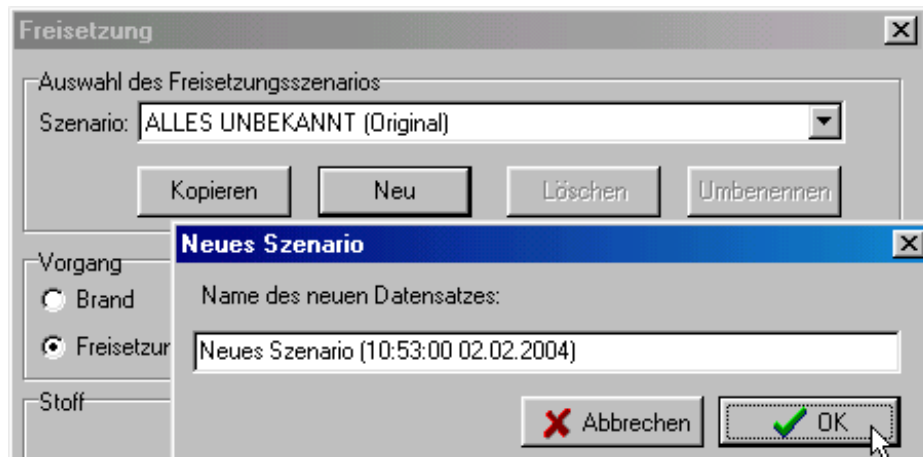
Für die Kopie eines Szenarios wird der Name

**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)**

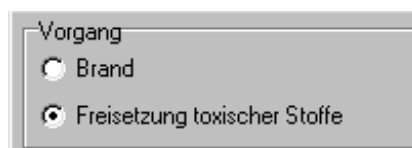
vorgeschlagen. Der Vorschlag kann geändert werden. Es ist darauf zu achten, dass neue Szenarien, die den Textstring „(Original)“ enthalten, zu Szenarienvorlagen werden, die nicht abgeändert werden können. Der Name des neuen Szenarios ist durch Drücken der Schaltfläche **[OK]** zu bestätigen. Danach ist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



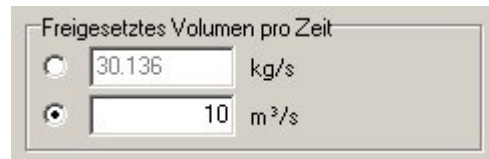
Szenarien können, falls sie nicht Textstring „(Original)“ enthalten gelöscht oder umbenannt werden. Bei Szenarien, die den Textstring „(Original)“ enthalten, sind die entsprechenden Schaltflächen gesperrt.

### **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>9</sup>:



#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Der freigesetzte Volumenstrom an Kohlenmonoxid lässt sich in der Regel nur sehr schwer angeben. Daher sind Immissionsmessungen zu empfehlen. Sind die Ergänzungsmodule „Verwaltung von Immissionsmesswerten“ und „Quelltermrückberechnung“ lizenziert, kann mit Hilfe von Immissionsmessungen der freigesetzte Volumenstrom auf der Basis von Messwerten abgeschätzt werden.

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



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

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Sind die Ergänzungsmodule „Verwaltung von Immissionsmesswerten“ und „Quelltermrückberechnung“ lizenziert und wird mit Hilfe von Immissionsmessungen der freigesetzte Volumenstrom auf der Basis von Messwerten abgeschätzt, so muss die Freisetzungshöhe präzise angegeben werden, da ansonsten die Quelltermrückberechnung fehlerhafte Werte für den freigesetzten Volumenstrom liefert.

---

<sup>9</sup> Die Umrechnung von Volumenstrom in Massenstrom und umgekehrt erfolgt bei einer angenommenen Umgebungstemperatur von  $15^\circ \text{C}$ .

---

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“.

### 5.3.2 Stoff

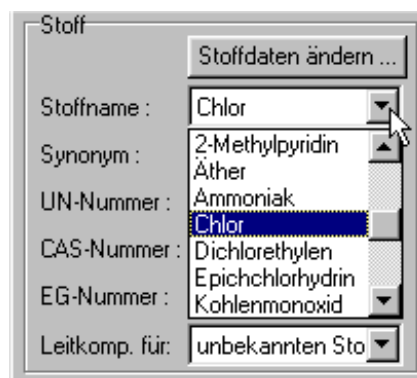
Im Bereich „Stoff“ wird der freigesetzte Stoff angegeben:



The screenshot shows a dialog box titled 'Stoff'. At the top right is a button labeled 'Stoffdaten ändern ...'. Below it are six rows, each with a label and a dropdown menu:

Stoffname :	Chlor
Synonym :	Chlor
UN-Nummer :	1017
CAS-Nummer :	7782-50-5
EG-Nummer :	231-959-5
Leitkomp. für:	unbekannten 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 dropdown menu for 'Stoffname' is open. A mouse cursor is pointing at the top of the list. The list contains the following items:

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

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.



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	Einheit
	0.5	<input type="radio"/> mg/m <sup>3</sup>
Bezeichnung	Mak 1	<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

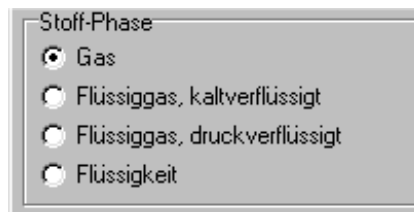
Die Bedienung des Dialogs **Stoff-Datenbank** wird in **Kap. 6.3** erläutert.

**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

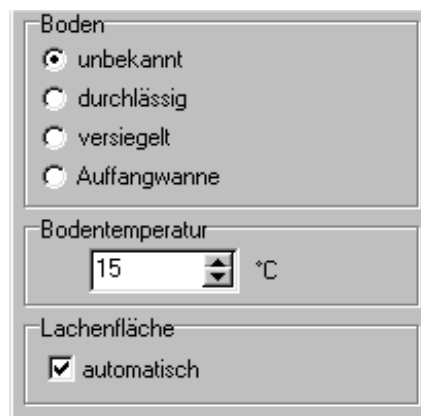
Flüssiggas, kaltverflüssigt

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

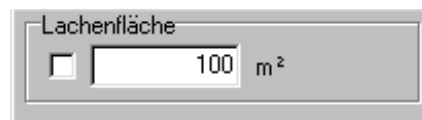
15 °C

Lachenfläche

automatisch

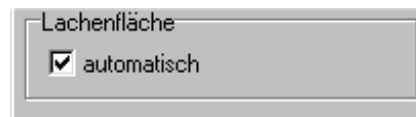
Bei der Lachenverdampfung spielt die **Bodenbeschaffenheit** in Bezug auf die Verdampfungsraten eine große Rolle, d.h. auf die Menge an Stoff, die in die Atmosphäre gelangt. Somit ist im Eingabebereich „Boden“ die Auswahl mit Sorgfalt vorzunehmen. Ist die Bodenbeschaffenheit nicht bekannt, so ist die Einstellung „unbekannt“<sup>10</sup> zu wählen, ansonsten „durchlässig“, „versiegelt“ oder „Auffangwanne“<sup>11</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>12</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>13</sup>. Im Eingabebereich „Freisetzungsverhalten“ ist entsprechend die Auswahl „schlagartige Freisetzung“ oder „kontinuierliche Freisetzung“ zu wählen:

---

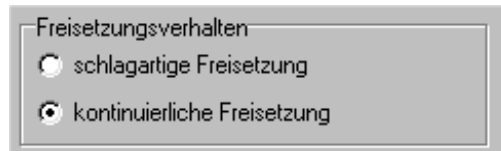
<sup>10</sup> Intern ist Boden „unbekannt“ identisch mit Boden „durchlässig“

<sup>11</sup> Intern ist Boden „versiegelt“ identisch mit „Auffangwanne“

<sup>12</sup> Es wird von einer Lachenhöhe von 2 cm ausgegangen.

<sup>13</sup> Dauert die Freisetzung des insgesamt gelagerten Stoffes kürzer als 5 min, so kann „schlagartige Freisetzung“ ausgewählt werden.

---



Freisetzungsverhalten

schlagartige Freisetzung

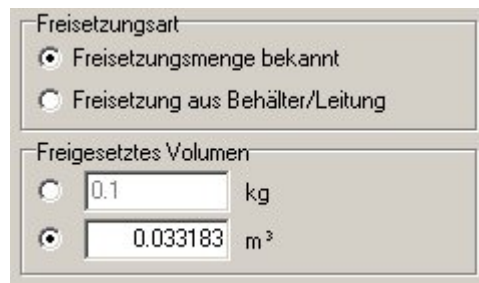
kontinuierliche Freisetzung

### 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

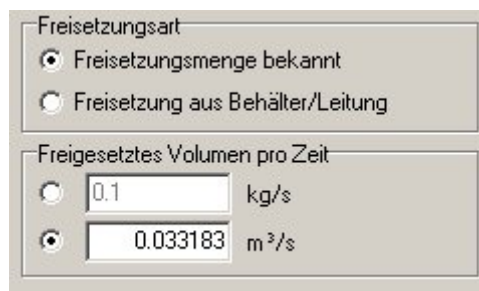
Freisetzung aus Behälter/Leitung

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>14</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>15</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>14</sup> Die Umrechnung von Volumenstrom in Massenstrom und umgekehrt erfolgt bei einer angenommenen Umgebungstemperatur von 15° C.

<sup>15</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>

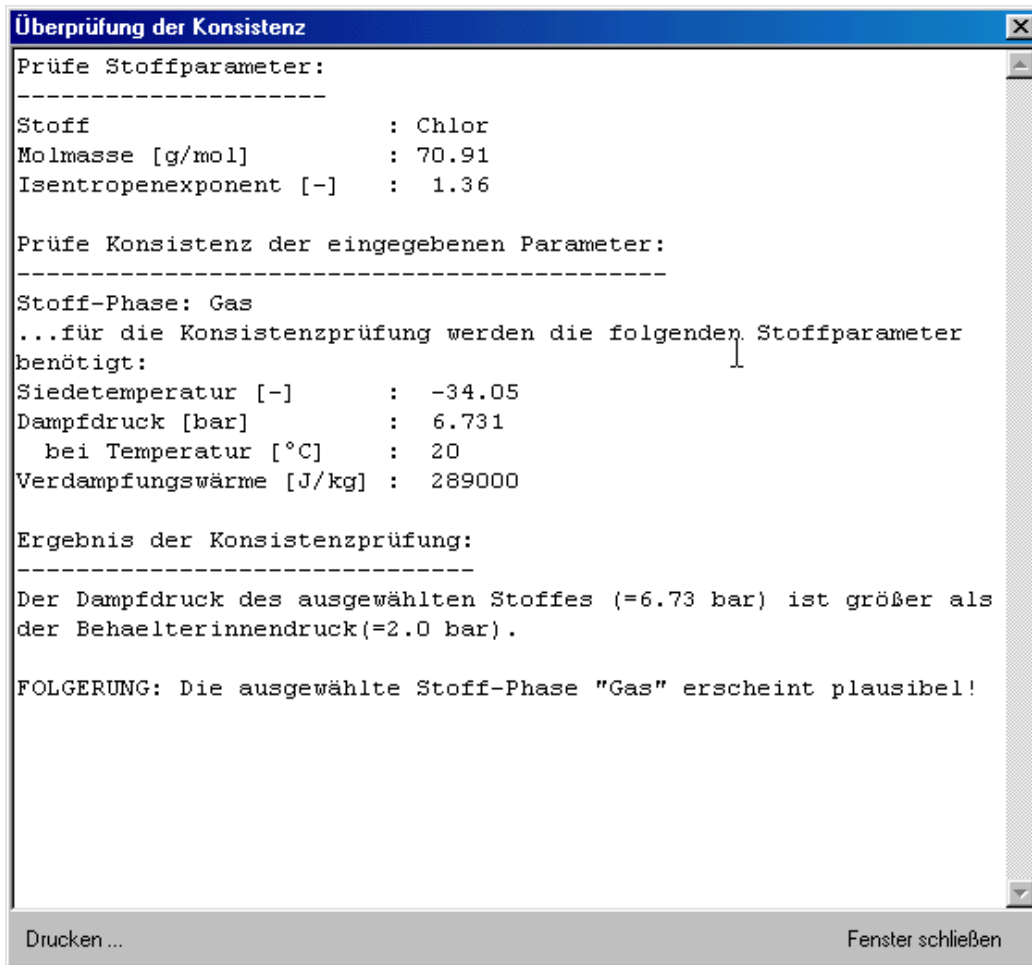
Behältervolumen  m<sup>3</sup>

Behälterinnendruck  bar

Stofftemperatur  °C

Konsistenzcheck

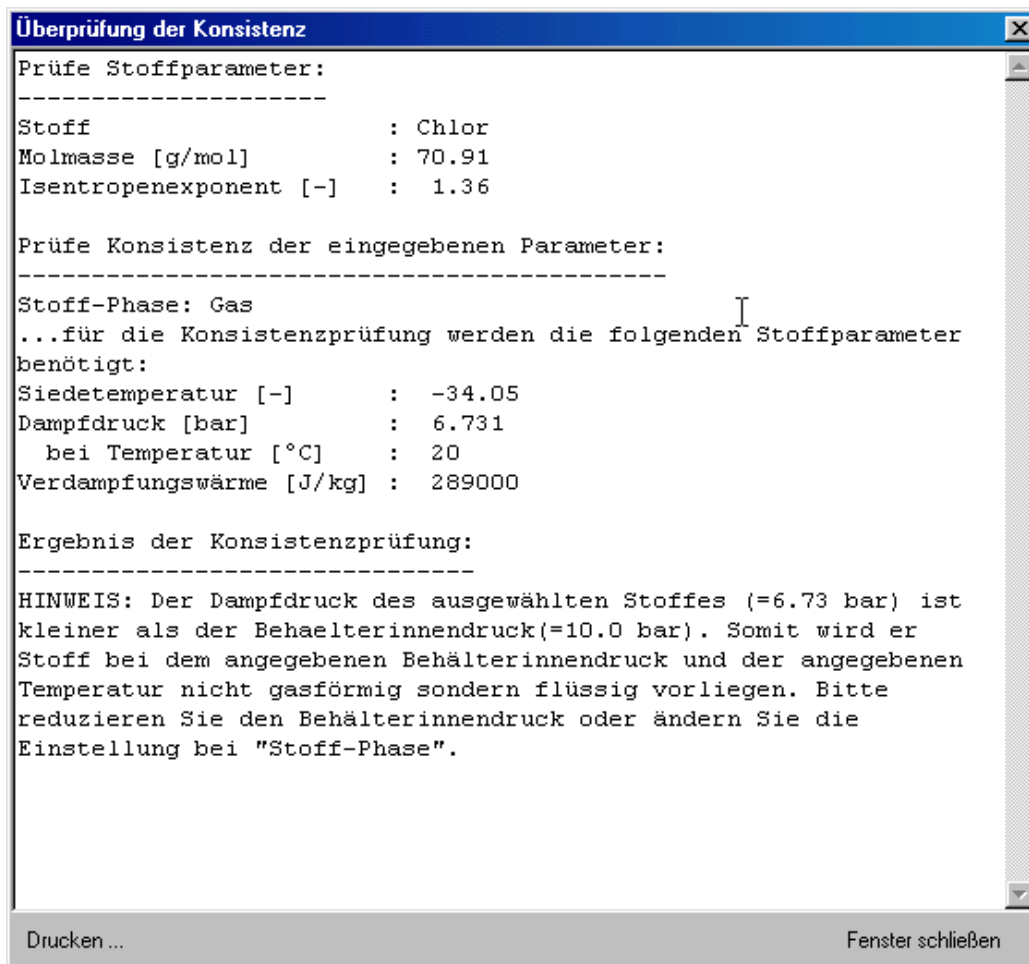
Nach Drücken der Schaltfläche **[Konsistenzcheck]** erscheint der folgende Dialog:



Somit erscheinen die gemachten Eingaben als plausibel.

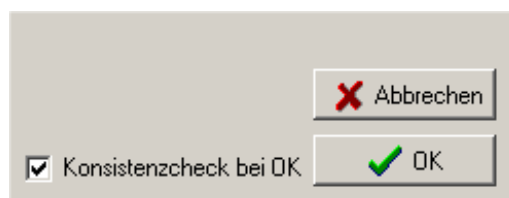
### **Beispiel B**

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>16</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>16</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	$X^{17}$	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>17</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.

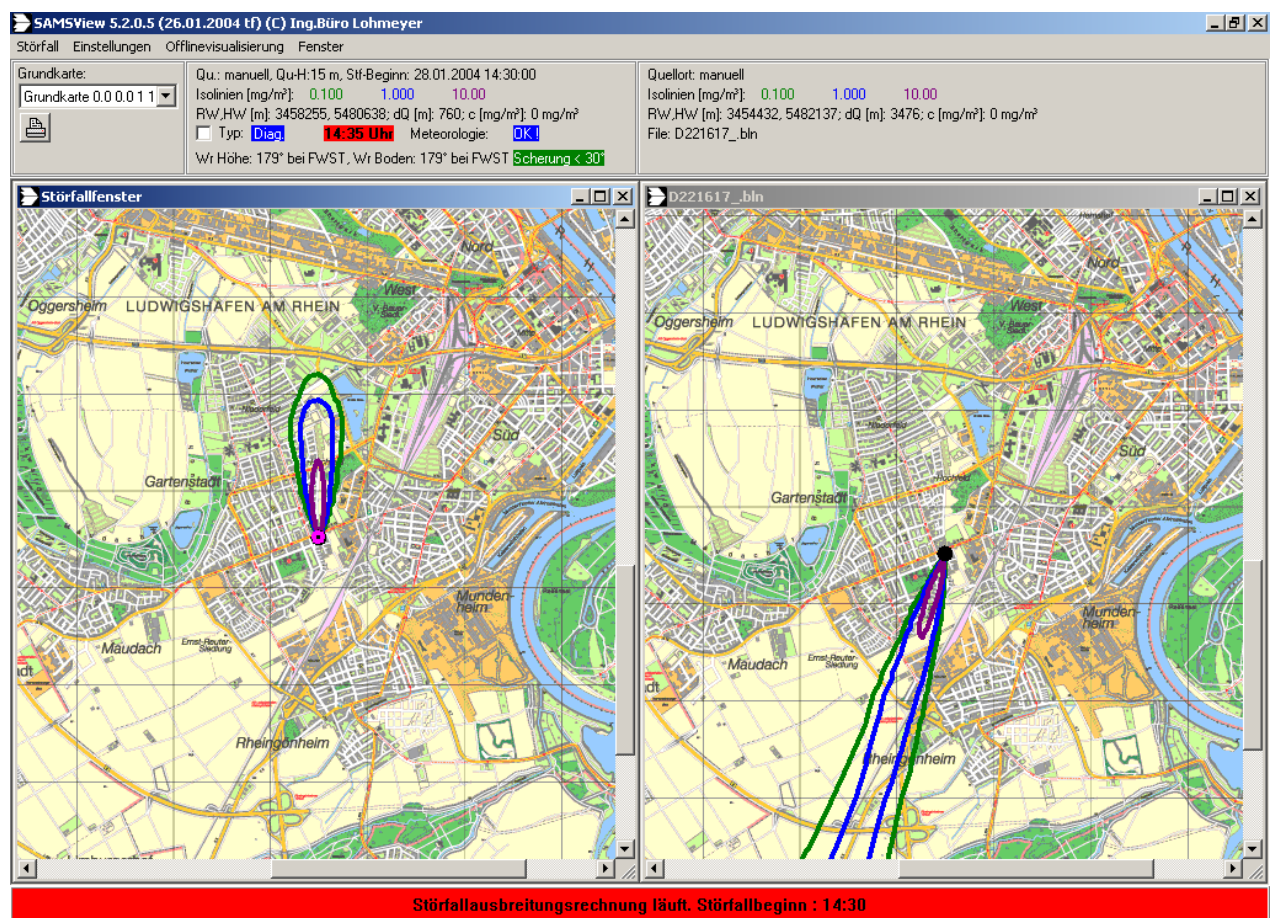


Abb. 5.2: **SAMSView** im Störfallbetrieb mit geteilter Darstellung von Störfallfenster (links) und dem Offline-Fenster mit Isoliniendarstellung für einen älteren Zeitpunkt

## 5.5 Darstellen der Zeitreihe der Konzentration an einem beliebigen Ort des auf der Grundkarte dargestellten Gebietes

Während einer Störfallrechnung kann eine Zeitreihe der Konzentration an jedem beliebigen Ort des auf der Grundkarte dargestellten Gebietes zur Ansicht gebracht werden. Hierzu ist am gewünschten Ort die rechte Maustaste zu drücken. Es erscheint das folgende Popup-Menü:



Es ist der Menüpunkt „Konzentrationszeitreihe anzeigen“ anzuklicken. Es erscheint ein Diagramm mit der Zeitreihe der Konzentration für diesen Ort. (siehe **Abb. 5.3**)

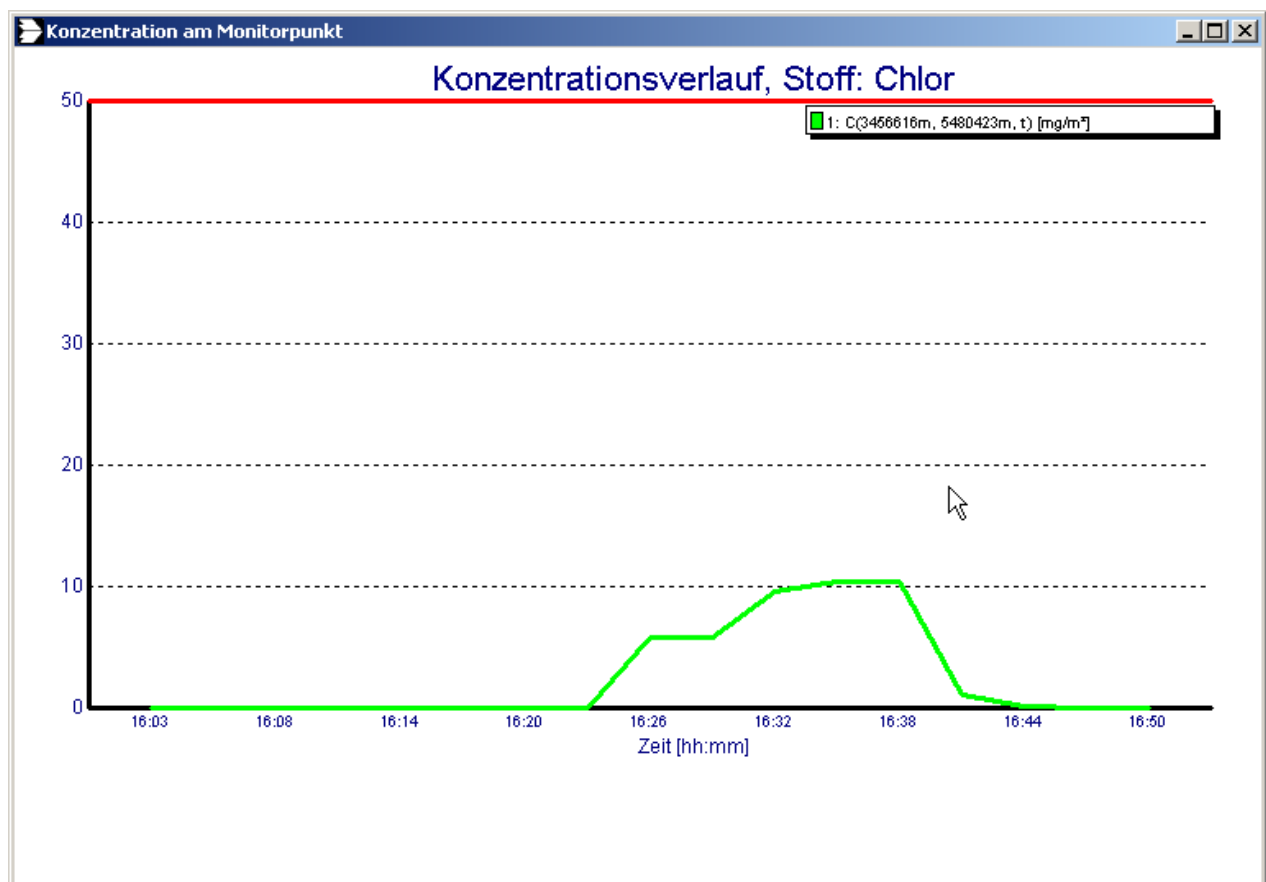


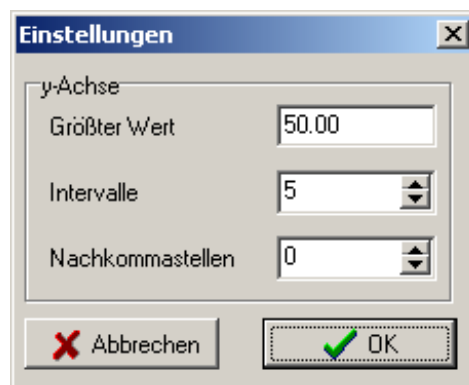
Abb. 5.3: Zeitreihe der Konzentration

Die im Diagramm dargestellte horizontale rote Linie stellt den Grenzwert dar. Diese Grenzwert-Linie erscheint nur, falls ein Grenzwert für den freigesetzten Stoff angegeben wurde und der Skalierungsbereich des Diagramms eine Darstellung zulässt.

Das Diagramm kann manuell skaliert werden. Hierzu ist die rechte Maustaste zu drücken. Es erscheint das Pop-Up-Menü:



Nach einem Mausklick auf „Skalierung“ erscheint der Dialog **Einstellungen**:



In die Eingabefelder „Größter Wert“, „Intervalle“ und „Nachkommastellen“ sind die gewünschten Werte einzutragen.

## 5.6 Beenden einer laufenden Störfallrechnung

Das Beenden der Störfallberechnung geschieht in **SAMView** 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

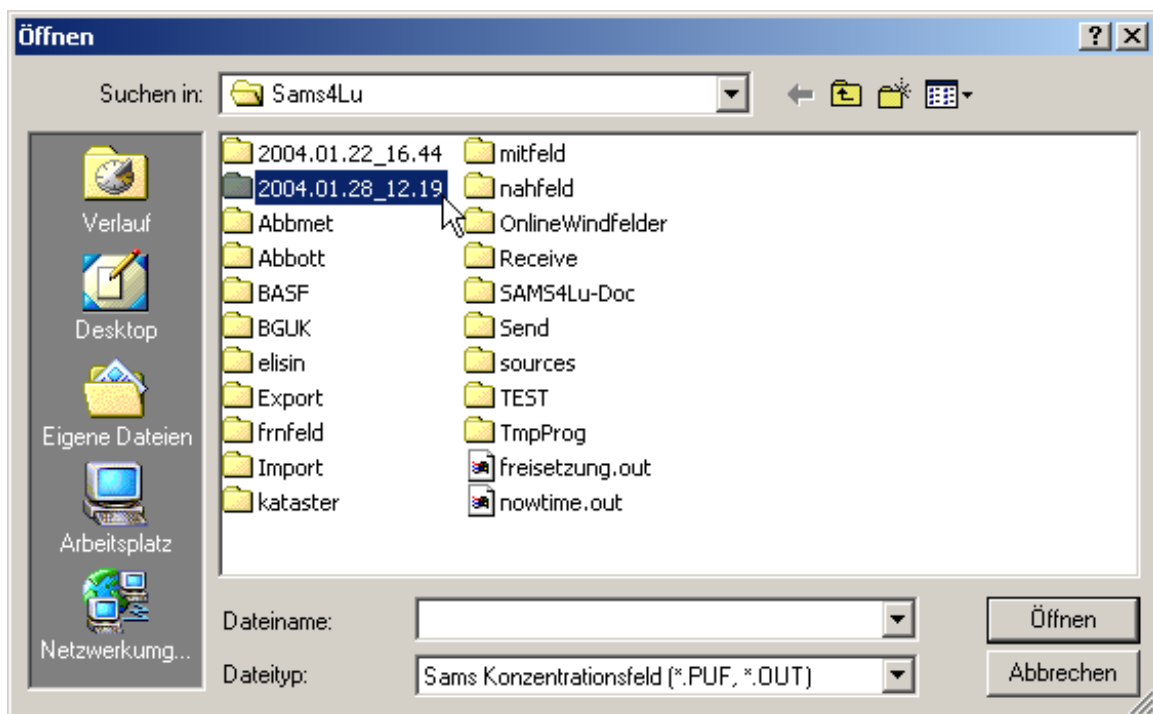
Im Stand-by-Betrieb<sup>18</sup> können Isolinien von beendeten Störfallrechnungen in einem eigenen Fenster (=Offline-Fenster) visualisiert sowie Stoffdaten und Freisetzungsszenarien gepflegt werden.

### 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**:



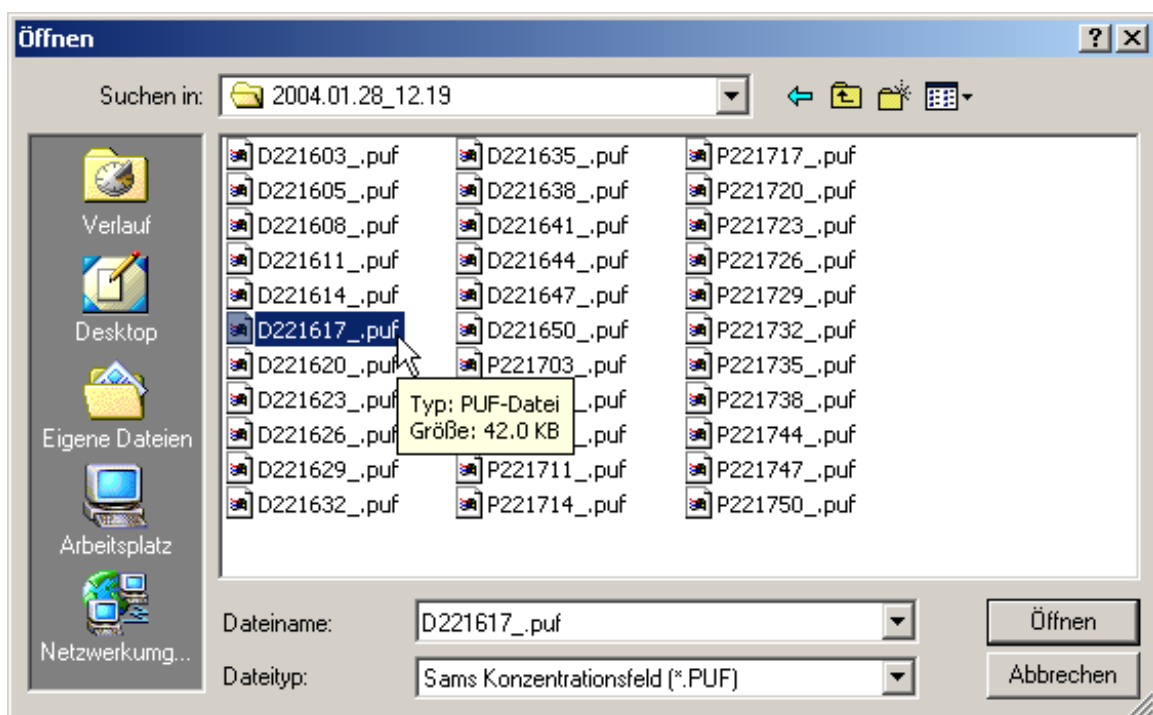
---

<sup>18</sup> Läuft gerade keine Störfallrechnung, so wird dies als Stand-by-Betrieb bezeichnet.

---

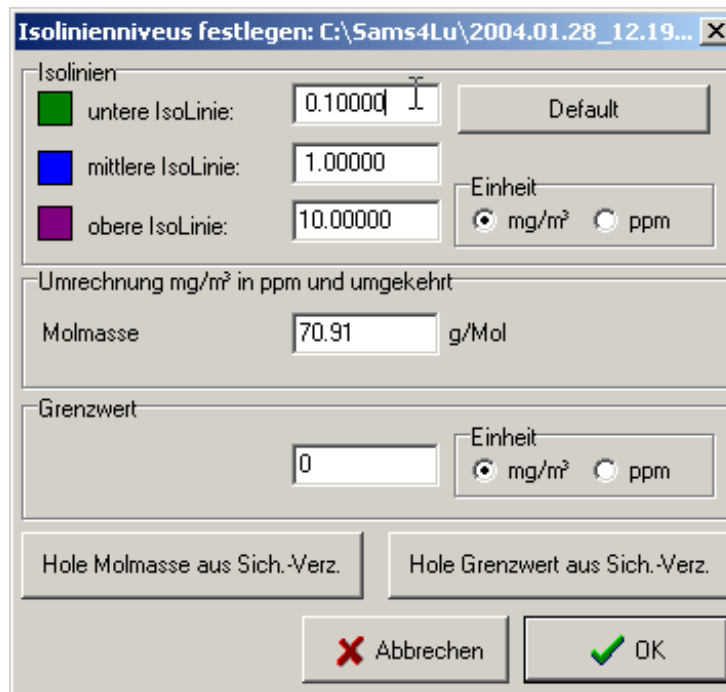
Im [InstallDir] (im Beispiel „Sams4Lu“) wird für jede Störfallrechnung ein Sicherungsverzeichnis der Form yyyy.mm.dd\_hh.nn (yyyy = Jahr, mm = Monat, dd = Tag, hh = Stunde, nn = Minuten des Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde, vgl. auch Kap. „Verzeichnisstruktur des Systems im Überblick“ im 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>19</sup>:



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

<sup>19</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.

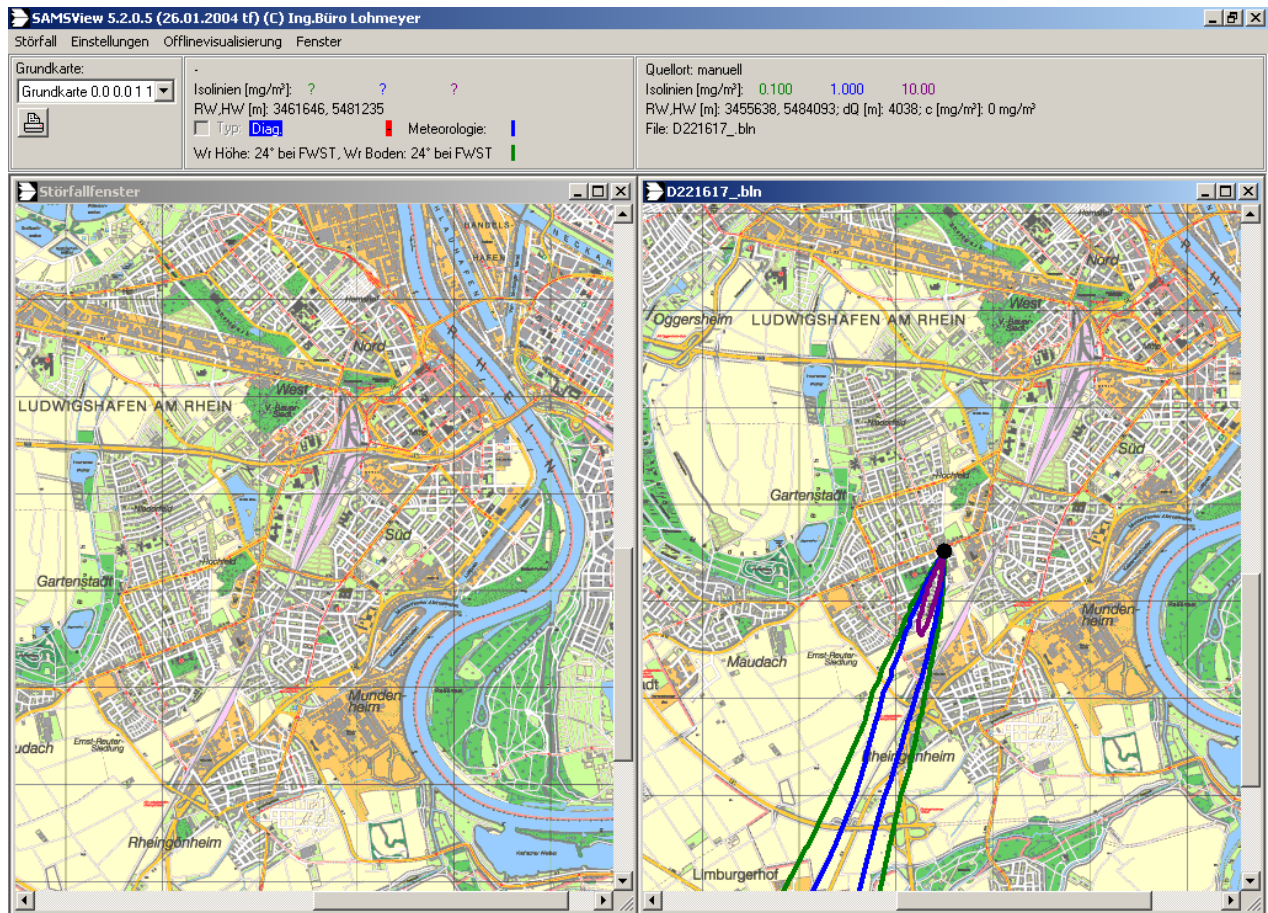
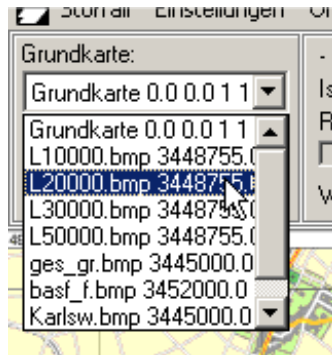


Abb. 5.4: **SAMSView** im Offline-Betrieb mit geteilter Darstellung von Störfallfenster (links) und dem Offline-Fenster mit Isoliniendarstellung für einen älteren Zeitpunkt

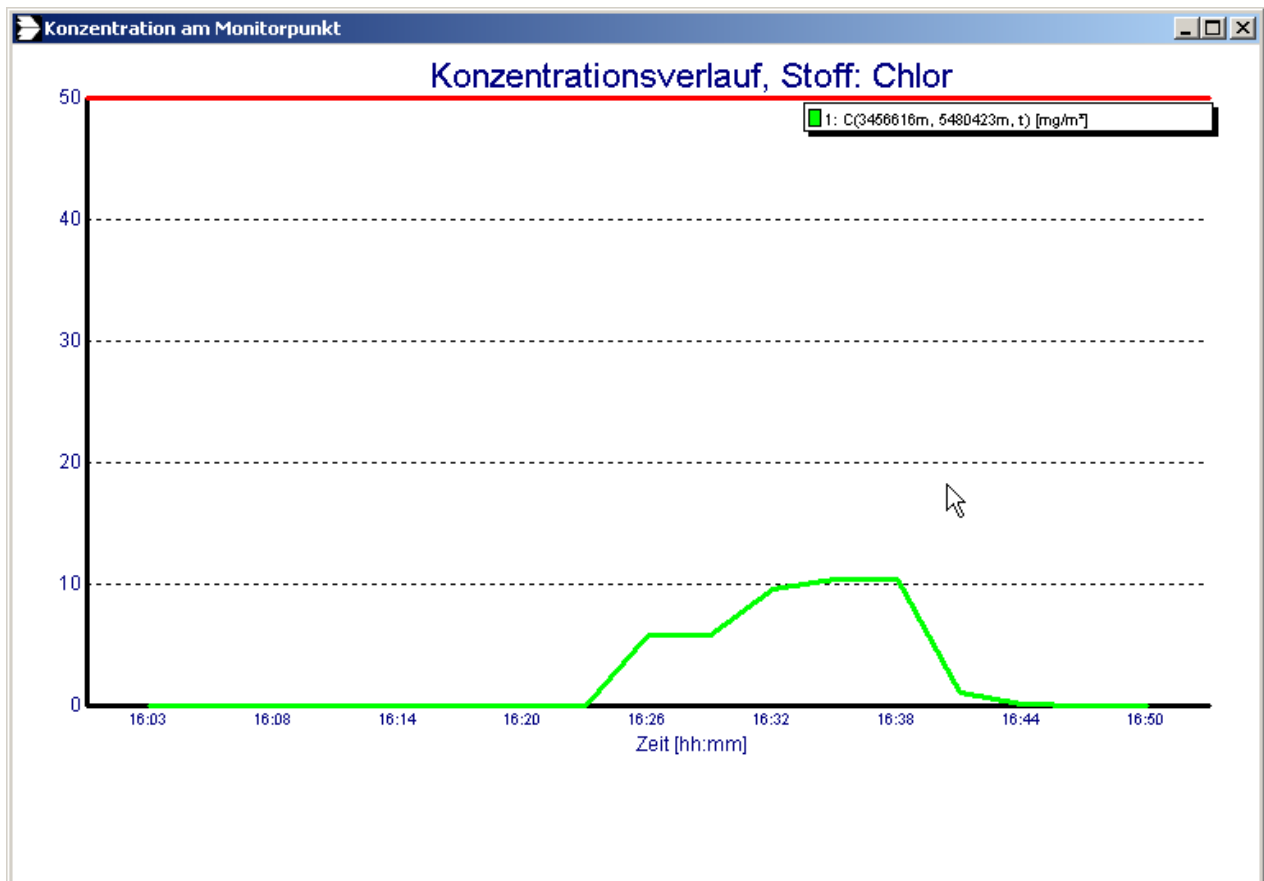
Drucken des dargestellten Fensters erfolgt durch Anklicken des Druckersymbols (oder unter Menüpunkt „Störfall | Drucken ...“):



Zur Auswahl einer anderen Grundkarte besitzt die Statuszeile von **SAMSView** am oberen Fensterrand die Scroll-Box „Grundkarte“:



Wird im Offline-Fenster die linke Maustaste gedrückt, so erscheint für den Ort, an dem sich der Mauszeiger befindet, ein Diagramm, das die Zeitreihe der Konzentration darstellt:

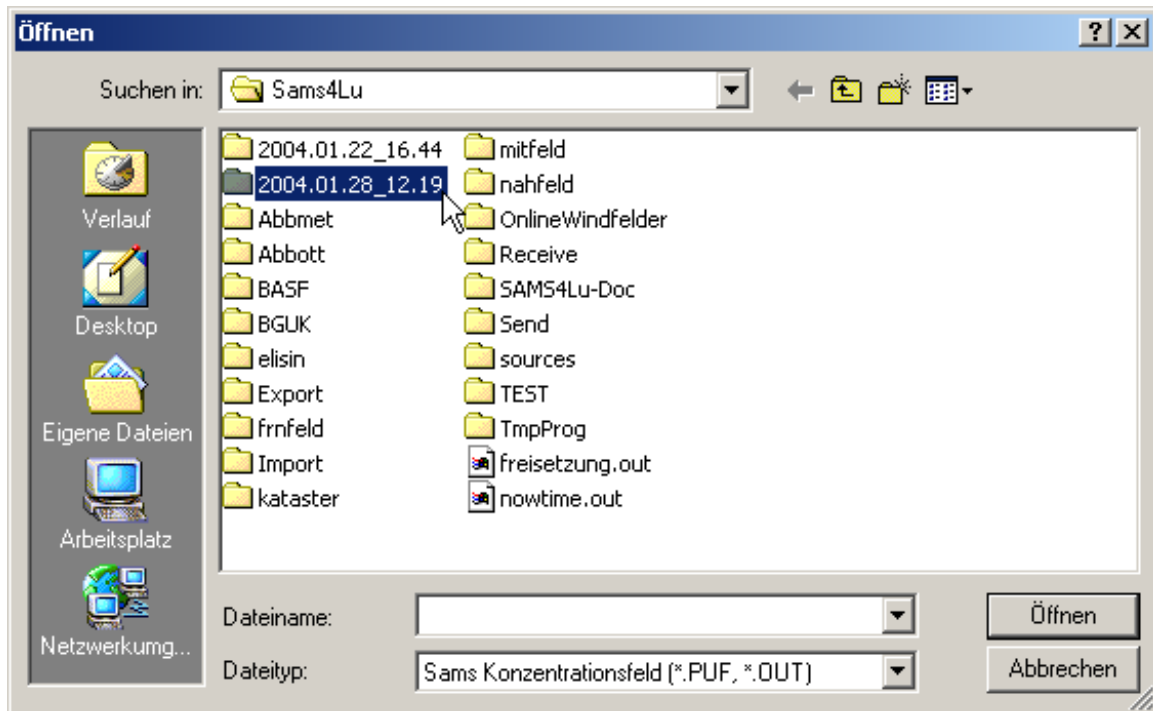


## 6.2 Darstellen von Isolinien im Zeitraffer im Offline-Fenster

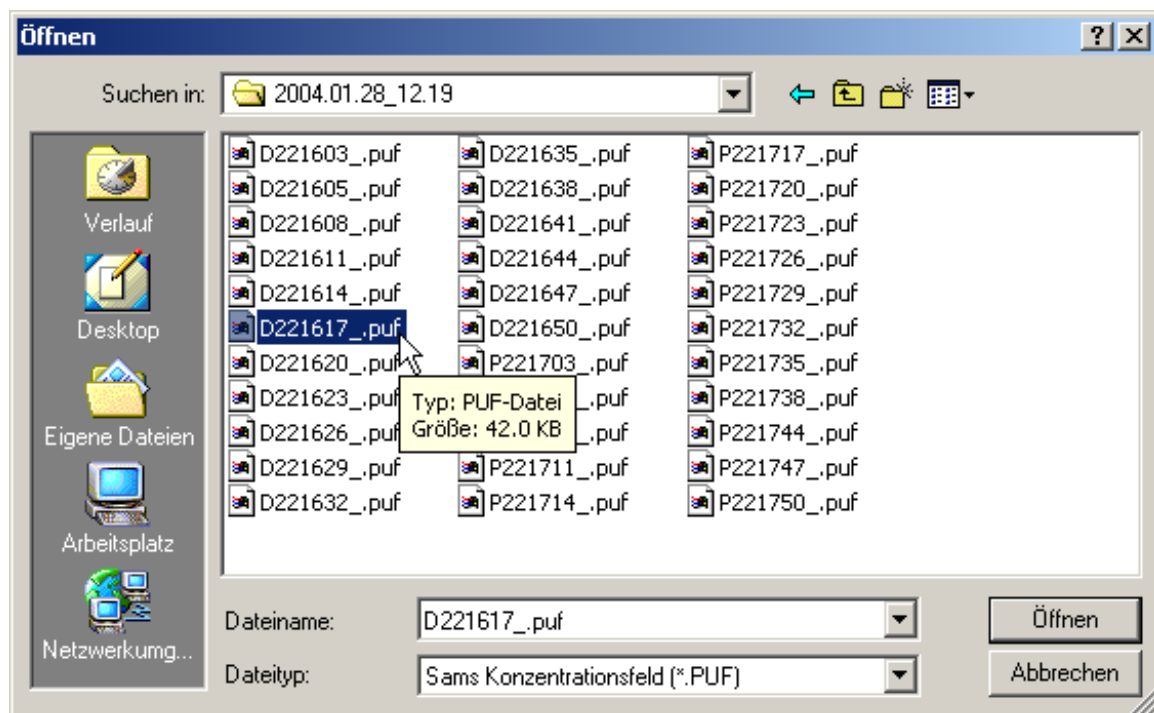
Die für eine Störfallrechnung für verschiedene Zeiten berechneten Konzentrationsfelder können hintereinander im Offline-Fenster im Zeitraffer dargestellt werden. Es ist der Menüpunkt „Offlinevisualisierung | Zeitraffer ...“ anzuklicken:



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 **Isolinien-niveaus 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>20</sup> nacheinander im Offline-Fenster dargestellt.

---

<sup>20</sup> D.h. ca. 60 mal schneller als in der Realität.

---

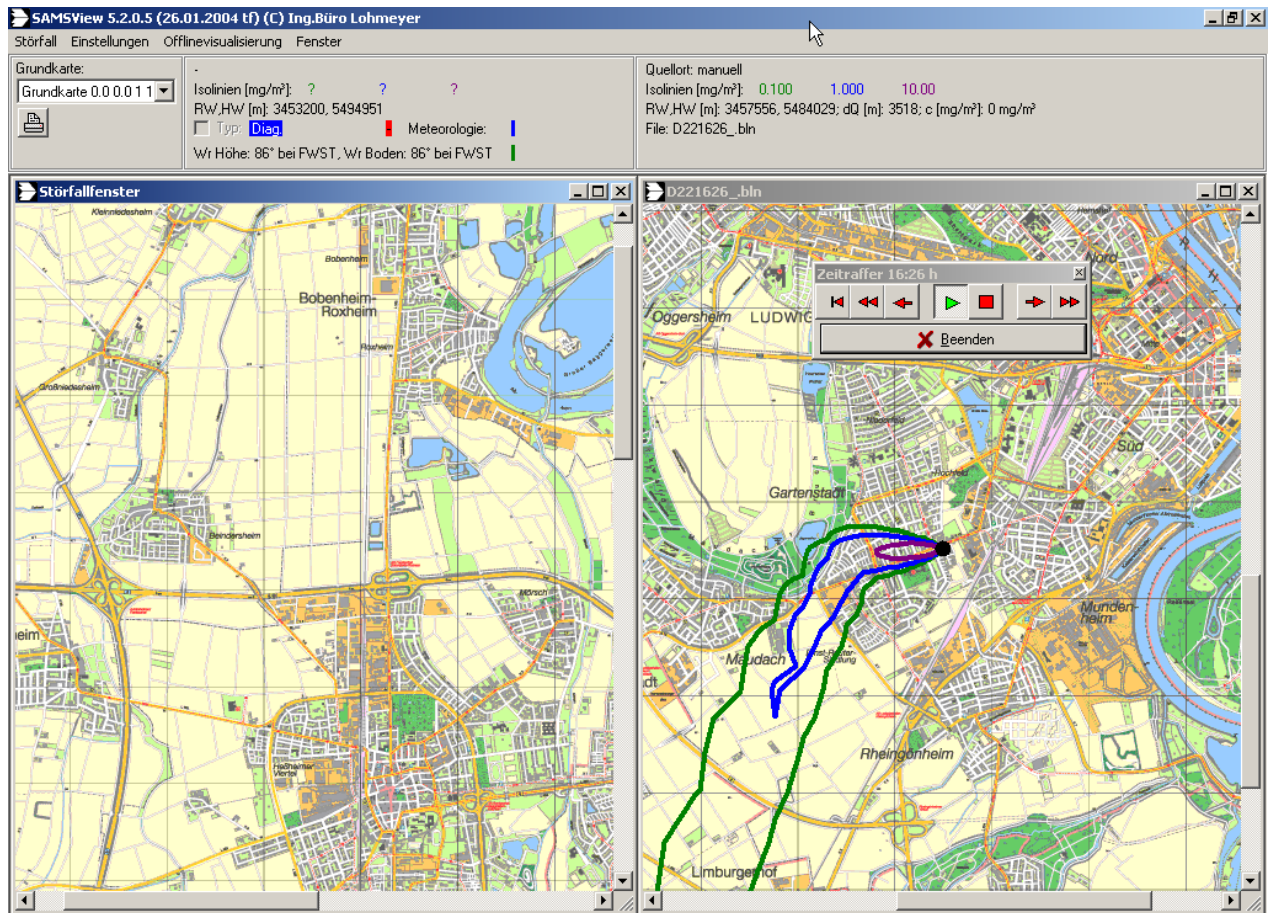



Abb. 5.4: **SAMSView** im Offline-Betrieb mit geteilter Darstellung von Störfallfenster (links) und dem Offline-Fenster<sup>21</sup> mit Zeitrafferdarstellung





Während einer Zeitraffer-Darstellung ist der Navigator zu sehen:



Mit Hilfe des Navigators kann der

- Ablauf gestoppt (Schaltfläche ) und wieder
- gestartet (Schaltfläche ) werden sowie

<sup>21</sup> Das Offline-Fenster kann auch maximiert werden.

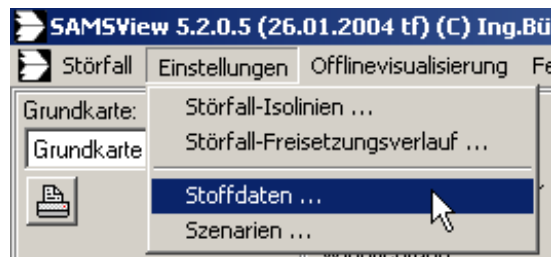
- der nächste Berechnungszeitpunkt (=3 Minuten später, Schaltfläche  ),
- die Rechenergebnisse eine Stunde später<sup>22</sup> (Schaltfläche  ),
- die ersten Rechenergebnisse nach Störfallbeginn (Schaltfläche  )
- die Rechenergebnisse eine Stunde früher (Schaltfläche  ),
- der vorige Berechnungszeitpunkt (=3 Minuten früher, Schaltfläche  )

dargestellt werden.

Der Ablauf wird beendet und das Navigatorfenster geschlossen durch Betätigen der Schaltfläche **[Beenden]**.

### 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:

---

<sup>22</sup> Falls zwischen Störfallende und der aktuell dargestellter Zeit weniger als eine Stunde ist, wird das Ergebnis zum Störfallende dargestellt.

---

**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: unbekanntes 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  
 mg/m<sup>3</sup>  
 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

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  )

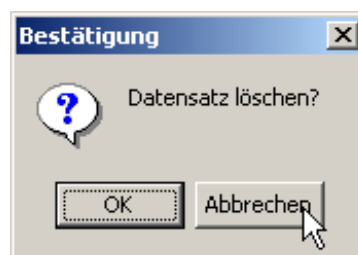
werden.

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:



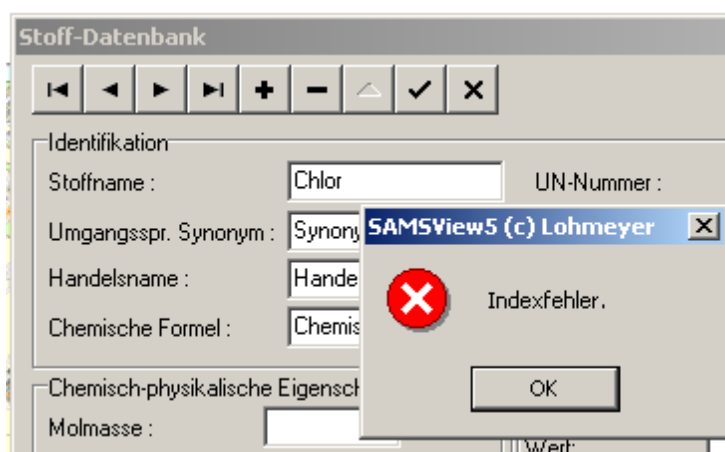
Um einen neuen Stoff in die Stoffdatenbank einzugeben, ist die Schaltfläche



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>23</sup>. Im besonderen ist bei der Eingabe auf die jeweiligen Einheiten zu achten (vgl.

**Tab. 6.1)**

---

<sup>23</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>24</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** angegeben wird um **mindestens 10 K unterscheiden**.

<sup>24</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>25</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.

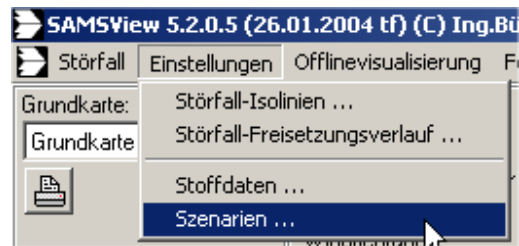
## 6.4 Pflegen der Freisetzungsszenarien

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

---

<sup>25</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: unbekanntes Sto

**Freisetzungssart**  
 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 SAM-S werden die möglichen Wege der Stofffreisetzung in sog. Freisetzungsszenarien abgelegt. Im Offline-Betrieb können diese Freisetzungsszenarien eingepflegt werden. Im Störfall könne 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

Bei einigen Installationen von SAM-S läuft ein weiteres Programme zur Aufnahme von Meteorologiedaten (Programm „c:\USAtcopy.bat“ falls ein Ultraschallanemometer der Fa. Metek am PC angeschlossen ist) . Um dieses Programm zu Beenden ist wie folgt vorzugehen:

- MS-Dos-Fenster „tcopy – COM4“ aktivieren, die Tastenkombination <Strg+C> drücken und Fenster rechts oben zum Schließen anklicken.

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

---

## 8 ERGÄNZUNGSMODULE

SAM-S beinhaltet eine Reihe von Ergänzungsmodulen, die nicht zum Funktionsumfang der Standard-Version gehören. Diese können gesondert lizenziert werden.

### 8.1 Ergänzungsmodul Dokumentation von Immissionsmesswerten

Mit diesem Ergänzungsmodul von SAM-S können Immissionsmesswerte, die während einer laufenden Störfallrechnung erhoben werden, ins System eingegeben, grafisch dargestellt und verwaltet werden.

Sobald eine Störfallrechnung gestartet wurde und eine Isoliniendarstellung der Konzentration im Störfalldialog erscheint, können Messwerte ins System eingetragen werden. Hierzu ist mit der rechten Maustaste der Messort auf der Karte anzuklicken. Es erscheint das Popup-Menü:



Durch Anklicken des Popup-Menüpunktes „Neuer Messort“ öffnet sich der Dialog **Messwert eintragen**:

Messwert eintragen

Messortname

Rechtswert [m]

Hochwert [m]

Messhöhe [m]

Datum [dd.mm.yyyy]

Messzeit [hh:mm]

Messwert [mg/m<sup>3</sup>]

Stoff

wie in Freisetzungsmodellierung

anderer Stoff

Kommentar

Messwert zur QRB verwenden

Folgende Parameter sind im Dialog einzutragen:

- Messortname
- Messhöhe
- Datum
- Messzeit
- Messwert (Einheit beachten<sup>26</sup>)
- Stoffnamen (optional)
- Kommentar (optional)

---

<sup>26</sup> Vor dem Eingabefeld Messwert ist die Einheit des Messwertes in eckigen Klammern angegeben. Die Einheit passt sich immer der vorab angegebenen Einheit der Isolinien an (vgl. **Kap. 4.2.2**).

---

Die Koordinatenparameter „Rechtswert“ und „Hochwert“ sind fixiert und können nicht weiter verändert werden. Durch Drücken der Schaltfläche **[OK]** wird der Messwert auf der Karte grafisch dargestellt. Die Farbe zeigt an, in welchem Isolinienniveau der Messwert liegt:



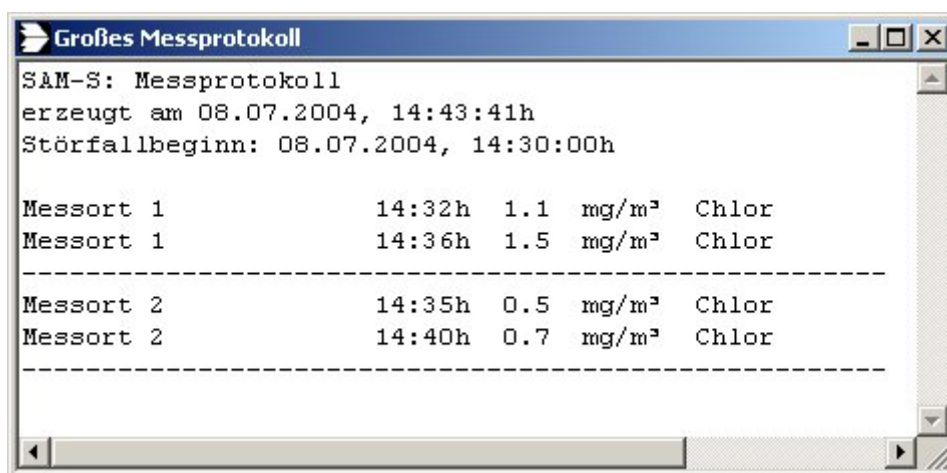
Um einen weiteren Messwert einzutragen, der am selben Ort erhoben wurde, ist mit der rechten Maustaste der entsprechende Messort auf der Karte anzuklicken und der Popup-Menüpunkt „Messwert eintragen“ anzuklicken:



Wieder erscheint der Dialog **Messwert eintragen**, in dem die oben beschriebenen Parameter eingetragen werden können. Der einzige Unterschied besteht darin, dass auch der Messortname fixiert ist. Auf der Karte wird immer der jüngste eingetragene Messwert eines Messortes angezeigt. Eine Übersicht der eingetragenen Messwerte an einem Messort bekommt man durch Anklicken des gewünschten Messortes mit der rechten Maustaste und Auswahl des Popup-Menüpunktes „Messprotokoll anzeigen“. Es erscheint ein Dialog mit dem Namen des Messortes mit einem Protokoll in dem alle eingetragenen Messwerte für den ausgewählten Messort chronologisch in einer Tabelle aufgelistet sind. Durch Anklicken des Protokoll-Dialogs mit der rechten Maustaste kann über das erscheinende Popup-Menü ausgewählt werden, ob das Protokoll als ASCII-Datei abgespeichert oder ausgedruckt werden soll. Außerdem lassen sich über den Popup-Menüpunkt „Einstellungen ...“ Schrifteinstellungen vornehmen:



Sollen alle eingetragenen Messwerte aller Messorte in einem Protokoll aufgelistet werden, so ist die Grundkarte mit der rechten Maustaste anzuklicken und der Pop-up-Menüpunkt „Großes Messprotokoll anzeigen“ auszuwählen. Im erscheinenden Dialog **Großes Messprotokoll** werden die Messprotokolle aller Messorte nacheinander aufgelistet:



Es können so viele Messprotokolle wie gewünscht angezeigt werden. Mit Beendigung der Störfallrechnung wird das Große Messprotokoll automatisch als ASCII-Datei ins Sicherungsverzeichnis kopiert. Außerdem wird die Datenbank-Datei „Messwert.DB“ ins Sicherungsverzeichnis kopiert. Sie kann nachträglich von geeigneten Datenbankanwendungen (z.B. MS ACCESS) geöffnet werden.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

Ein angezeigtes Messprotokoll wird nicht aktualisiert. Es stellt jeweils eine Momentaufnahme der Messinformationen dar, die bis zum Erstellen des Protokolls eingetragen wurden.


## 8.2 Ergänzungsmodul Anlagendatenbank

Mit diesem Ergänzungsmodul von SAM-S können Anlagen innerhalb des Überwachungsbereiches vorab direkt mit einem oder mehreren Freisetzungsszenarien verbunden und in einer Datenbank abgelegt werden.

### 8.2.1 Pflege der Anlagendatenbank

Durch Anklicken des Menüpunktes „Einstellungen | Anlagendaten ...“ öffnet sich der Dialog **Anlagendatenbank**:

The screenshot shows the 'Anlagendatenbank' dialog box. It features a toolbar with navigation and action icons. The main area is divided into sections: 'Bezeichnungen' with two text input fields (1. Name: TEXACO, 2. Name: Tankstelle Armannstr.), 'Koordinaten' with three numeric input fields (Rechtswert: 3456896, Hochwert: 5486493, Freisetzungshöhe: 50), and 'Freisetzungsszenario' with a dropdown menu (Szenario-Auswahl) and a text input field (Szenarioname: Brand gross (Original)). A 'Schließen' button with a green checkmark is at the bottom right.

Der Navigator funktioniert auf die gleiche Weise wie bereits in **Kap. 6.3** beschrieben. Um einen neuen Datensatz einzufügen, muss zunächst die Schaltfläche  gedrückt werden. Folgende Parameter müssen eingegeben werden:

- 1. Name
- 2. Name
- Rechtswert
- Hochwert

- Freisetzungshöhe
- Szenarioname

Der 1. und der 2. Name dienen später der Suche nach der Anlage. Die Groß -/Kleinschreibung ist zu beachten, da diese in der späteren Suchfunktion unterschieden wird!

Rechts- und Hochwert sind als Gauß-Krüger-Koordinaten anzugeben. Durch Mausklick auf der Grundkarte können diese übernommen werden.

Um ein mit der Anlage fest verbundenes Freisetzungsszenario auszuwählen oder zu definieren, ist die Schaltfläche **[Szenario-Auswahl]** zu betätigen. Es erscheint der in **Kap. 5.2** beschriebene Dialog **Freisetzung**. Es kann ein neues Szenario definiert oder ein bereits bestehendes Szenario ausgewählt werden (näheres hierzu ist in **Kap. 5.2** zu finden). Mit Betätigen der Schaltfläche **[OK]** wird das ausgewählte Freisetzungsszenario in das Eingabefeld „Szenarioname“ im Dialog **Anlagendatenbank** übernommen. Um den neuen Datensatz in die Datenbank zu übernehmen, muss die Schaltfläche





betätigt werden. Soll ein vorhandener Datensatz verändert werden, dann ist die Schaltfläche



zu drücken. Um die Änderung in die Datenbank zu übernehmen, muss ebenfalls die Schaltfläche



betätigt werden. Sollen jedoch die Änderungen verworfen werden, geschieht dies durch Drücken

der Schaltfläche . Soll ein Datensatz gelöscht werden, ist die Schaltfläche  zu betätigen.

Durch betätigen der Schaltfläche **[Schließen]** wird der Dialog **Anlagendatenbank** geschlossen.

#### **WICHTIGER HINWEIS:**

In der Anlagendatenbank wird nur der Name des Freisetzungsszenarios gespeichert, nicht das Szenario selbst. Wird ein Szenario, das mit einem Datensatz in der Anlagendatenbank verbunden ist, geändert, dann wirkt sich diese Änderung auch auf die Anlagendatenbank aus.

Wird etwa ein Szenario, das mit einem Datensatz in der Anlagendatenbank verbunden ist, gelöscht (oder umbenannt), dann muss dieser Datensatz ebenfalls im Parameter Szenarioname geändert werden. Andernfalls kann der Datensatz nicht zur Auswahl eines Freisetzungsszenarios für eine Störfallrechnung ausgewählt werden.

### **8.2.2 Benutzung der Anlagendatenbank**

Ist das Ergänzungsmodul Anlagendatenbank freigeschaltet und eine Störfallrechnung soll gestartet werden, dann erscheint der Dialog **Störfallberechnung** in folgender Form:

**Störfallberechnung**

**Freisetzungsbeginn**

aktuelle Zeit

Zeit  Datum

**Freisetzungsende**

Freisetzung hält an

**Freisetzungsort**

aus Anlagendatenbank auswählen

AnlagenDB ...

**Gauß-Krüger-Koordinaten**

RW [m]

HW [m]

Freisetzung ...

Isolinien ...

weitere Parameter ...

Abbrechen  OK

Im Bereich Freisetzungsort befindet sich die Checkbox „aus Anlagendatenbank auswählen“:

**Freisetzungsort**

aus Anlagendatenbank auswählen

AnlagenDB ...

**Gauß-Krüger-Koordinaten**

RW [m]

HW [m]

Wird diese angeklickt und mit einem Häkchen versehen, dann kann durch Betätigung der Schaltfläche **[AnlagenDB ...]** der Dialog **Anlagendatenbank: Suche nach Freisetzungsszenario** aufgerufen werden:

Name 1 (Firma etc.)	Name 2 (Gebäude etc.)	Stoff
<b>"KEINE ABFRAGE"</b>	<b>"KEINE ABFRAGE"</b>	<b>"KEINE ABFRAGE"</b>
CHEMIE Schmidt	Chlorlager 2	Chlor
Meyer CHEM AG	Chlorlager 3	Kohlenmonoxid
TEXACO	Geb. 0815	
	Öllager, Lagerstr.	
	Tankstelle Armannstr.	

**Szenario-Auswahl**

- Brand gross (Original)
- Brand gross, Öllager
- Brand gross, Propan, Meyer CHEM
- Brand mittel, Propan, Meyer CHEM
- Chlorlager 2, Austritt, CHEMIE Schmidt
- Chlorlager 3, Ventilriss, CHEMIE Schmidt

Aus der Liste im Bereich „Szenario-Auswahl“ muss ein gewünschtes Freisetzungsszenario angeklickt werden. Um die Auswahl der Szenarien zu verringern, kann durch Auswahl aus den Listen der Felder „Name 1“ und/oder „Name 2“ und/oder „Stoff“ die Szenarien-Liste gefiltert werden. Ein Feld wird aus dem Filter herausgenommen, wenn „KEINE ABFRAGE“ angeklickt ist. Durch Betätigen der Schaltfläche **[Suchfelder zurücksetzen]** wird die gesamte Filterfunktion zurückgesetzt.

Ist ein Freisetzungsszenario ausgewählt, dann wird dies durch Betätigen der Schaltfläche **[Übernehmen]** als Freisetzungsszenario für die Störfallrechnung übernommen:

**Anlagendatenbank: Suche nach Freisetzungsszenario**

**Suchfelder**

Suchfelder zurücksetzen

Name 1 (Firma etc.)	Name 2 (Gebäude etc.)	Stoff
"KEINE ABFRAGE" CHEMIE Schmidt	"KEINE ABFRAGE" Chlorlager 3	"KEINE ABFRAGE" Chlor

**Szenario-Auswahl**

Chlorlager 3, Ventilriss, CHEMIE Schmidt

Abbrechen Übernehmen

Im Dialog **Störfallberechnung** wird im Bereich „Freisetzungsort“ der Name der Anlage (Name 1+ Name 2) sowie das Freisetzungsszenario aufgelistet. Außerdem werden die Koordinaten des Freisetzungsortes übernommen:

**Freisetzungsort**

aus Anlagendatenbank auswählen

AnlagenDB ...

CHEMIE Schmidt, Chlorlager 3  
Chlorlager 3, Ventilriss, CHEMIE Schmidt

**Gauß-Krüger-Koordinaten**

RW [m] 3452819

HW [m] 5483636

### 8.3 Ergänzungsmodul Warnung an Monitorpunkten

Mit diesem Ergänzungsmodul von SAM-S kann während einer laufenden Störfallrechnung an vorab definierten Monitorpunkten eine grafische Warnung durchgeführt werden, wenn die aktuell berechnete oder die prognostizierte Konzentration an diesem Ort einen vom Anwender definierten Grenzwert überschreitet.

Der Menüpunkt „Warnung“ beinhaltet die in der Darstellung aufgelisteten Untermenüpunkte:



Die Funktion der einzelnen Untermenüpunkte wird im folgenden erklärt.

#### 8.3.1 Definition und Verwaltung von Monitorpunkten

Durch Anklicken des Menüpunktes „Warnung | Verwaltung Monitorpunkte“ öffnet sich der Dialog Verwaltung von Monitorpunkten:



Gleichzeitig wird die Lage aller bereits definierten Monitorpunkte auf der Grundkarte durch kleine Kästchen angezeigt. Der in der Liste ausgewählte Monitorpunkt wird auf der Grundkarte durch ein größeres Kästchen in gelber Farbe markiert.

#### **Neuer Monitorpunkt:**

Ein neuer Monitorpunkt kann durch Drücken der Schaltfläche **[Neu]** definiert werden. Es erscheint der Dialog **Neuer Monitorpunkt:**



Einzutragen sind hier der Name des Monitorpunktes (maximal 20 Zeichen) und die Gauß-Krüger-Koordinaten. Die Koordinaten können auch durch Anklicken des Ortes auf der Grundkarte direkt übernommen werden. Durch Betätigen der Schaltfläche **[OK]** wird der neue Monitorpunkt in die Liste übernommen.

#### **Monitorpunkt ändern:**

Die Daten eines bereits bestehenden Monitorpunktes können geändert werden. Hierzu ist der Moni-

torpunkt, dessen Daten geändert werden sollen in der Liste durch Anklicken auszuwählen und die Schaltfläche **[Ändern]** zu drücken. Es erscheint der Dialog **Monitorpunkt ändern**. Es können sowohl der Name als auch die Koordinaten geändert werden. Durch Anklicken eines Ortes auf der Grundkarte werden die Koordinaten direkt in die Eingabefelder übernommen. Durch Betätigen der Schaltfläche **[OK]** werden die geänderten Daten übernommen.

#### **Monitorpunkt löschen:**

Ein bereits bestehender Monitorpunkt kann aus der Liste gelöscht werden. Dazu ist der zu löschende Monitorpunkt in der Liste durch Anklicken auszuwählen und die Schaltfläche **[Löschen]** zu drücken. Um ungewolltes Löschen eines Monitorpunktes zu verhindern, erscheint ein Dialog **Bestätigung**, auf dem nachgefragt wird, ob der angegebene Monitorpunkt wirklich gelöscht werden soll. Durch Betätigung der Schaltfläche **[Ja]** werden die Daten des Monitorpunktes unwiderruflich gelöscht.

### **8.3.2 Anzeige von Monitorpunkten**

Durch Anklicken des Menüpunktes „Warnung | Monitorpunkte eingeblendet“ können alle definierten Monitorpunkte auf der Grundkarte angezeigt werden. Ist vor dem Menüpunkt ein Häkchen, dann werden die Monitorpunkte als kleine Kästchen angezeigt. Durch abermaliges Drücken des Menüpunktes verschwindet das Häkchen und die Anzeige der Monitorpunkte wird deaktiviert. Ist die Anzeige aktiv und wird der Mauszeiger über einen Monitorpunkt geführt, dann wird der Name des Punktes eingeblendet:



### **8.3.3 Warnfunktion aktivieren und deaktivieren**

Durch Anklicken des Menüpunktes „Warnung | Warnung aktiviert“ kann die Warnfunktion ein- oder ausgeschaltet werden. Ist vor dem Menüpunkt ein Häkchen, dann ist die Warnfunktion aktiv. Ist das Häkchen nicht vorhanden, dann ist die Warnfunktion deaktiviert. Die Warnfunktion kann auch während einer laufenden Störfallrechnung beliebig aktiviert und deaktiviert werden. Bei Neustart des Programms **SAMView** ist die Warnfunktion immer automatisch aktiv.

### 8.3.4 Einstellung des Grenzwertes

Durch Anklicken des Menüpunktes „Warnung | Grenzwert einstellen ...“ öffnet sich der Dialog **Grenzwert einstellen** in dem ein Grenzwert eingetragen werden muss:

The screenshot shows the 'Grenzwert einstellen' dialog box. It features a title bar with a close button. The main content is organized into several sections: 'Isolinien' with three rows for 'untere IsoLinie' (0.1), 'mittlere IsoLinie' (1), and 'obere IsoLinie' (10), each with a 'Default' button; a 'Einheit' section with radio buttons for 'mg/m³' (selected) and 'ppm'; a section for 'Umrechnung mg/m³ in ppm und umgekehrt' with a 'Molmasse' field containing '70.91' and 'g/Mol'; a 'Grenzwert' section with a field containing '50.0' and radio buttons for 'mg/m³' (selected) and 'ppm'; two buttons 'Hole Molmasse aus DB' and 'Hole Grenzwert aus DB'; and finally 'Abbrechen' and 'OK' buttons at the bottom.

Wie in **Kap. 4.2.2** beschrieben können sowohl die Molmasse durch Drücken der Schaltfläche [**Hole Molmasse aus DB**] als auch der Grenzwert durch Drücken der Schaltfläche [**Hole Grenzwert aus DB**] aus der Stoffdatenbank herausgelesen und in die Felder eingetragen werden. Bei Überschreitung der angegebenen Grenzwert-Konzentration an einem vorab definierten Monitorpunkt (vgl. **Kap. 8.3.1**) wird während einer laufenden Störfallrechnung eine grafische Warnung ausgegeben. Durch Betätigen der Schaltfläche [**OK**] werden die angegebenen Werte übernommen.

Sofern die Warnfunktion aktiviert ist (vgl. **Kap. 8.3.2**) erscheint der Dialog **Grenzwert einstellen** automatisch bei Start einer Störfallrechnung und fragt einen Grenzwert ab. Wenn kein Grenzwert angegeben oder der Dialog durch Betätigung der Schaltfläche [**Abbrechen**] geschlossen wird, dann wird die Warnfunktion automatisch deaktiviert.

### 8.3.5 Einstellungen der grafischen Warnungsanzeige

Die grafische Warnungsanzeige kann nach Bedürfnissen des Anwenders eingestellt werden. Durch Anklicken des Menüpunktes „Warnung | Einstellungen ...“ öffnet sich der Dialog **Einstellungen Warnung**:



Eingestellt werden können die Farbe, in der an Monitorpunkten gewarnt werden soll, die Schrift sowie die Hintergrundfarbe und die Position der Infobox<sup>27</sup> relativ zum Monitorpunkt. Es besteht die Auswahl, ob die Monitorpunkte, an denen die prognostizierte Konzentration über der angegebenen Grenzwertkonzentration liegt, die Farben der Isolinien übernehmen oder ob alle dieselbe Warnfarbe tragen sollen:



Wird in der Auswahlbox [Warnfarbe der Monitorpunkte] „Isolinienfarben übernehmen“ angeklickt, dann erhalten alle Monitorpunkte, an denen gewarnt wird, die Farbe ihrer prognostizierten Konzentration gemäß der eingestellten Isolinienwerte. Sind zum Beispiel Isolinienwerte 0.1, 1.0, 10.0 eingestellt und

---

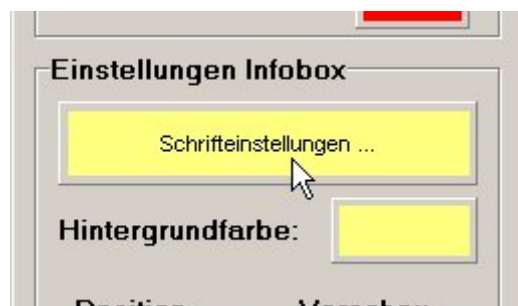
<sup>27</sup>Mit Infobox wird ein zum Monitorpunkt gehörendes Textfeld mit Informationen über Name, Uhrzeit und Konzentration bezeichnet.

---

die prognostizierte Konzentration an einem Monitorpunkt beträgt 5.0, dann erhält der Punkt die Farbe der zweiten Isolinie ( $1.0 \leq 5.0 < 10.0$ ). Beträgt die prognostizierte Konzentration den Wert 0.1, dann erhält der Punkt die Farbe der ersten Isolinie ( $0.1 \leq 0.1 < 1.0$ ).

Wird „Eine Farbe für alle“ angeklickt, dann erhalten alle Monitorpunkte, an denen gewarnt wird, die Farbe der Farbfläche. Die Farbe kann durch Anklicken der Farbfläche über den erscheinenden Dialog **Farben** geändert werden.

In der Infobox stehen Informationen über die prognostizierte Konzentration, den Prognosezeitpunkt und den Monitorpunkt. Parameter wie Schriftart, Schriftgröße etc. dieser Infobox können durch Anklicken der Schaltfläche **[Schrifteinstellungen ...]** über den erscheinenden Dialog **Schriftart** ausgewählt werden. Die aktuellen Schrifteinstellungen werden auf der Schaltfläche **[Schrifteinstellungen ...]** direkt dargestellt:



Die Hintergrundfarbe der Infobox wird durch Anklicken der Farbfläche über den erscheinenden Dialog **Farben** ausgewählt und ebenfalls direkt auf der Schaltfläche **[Schrifteinstellungen ...]** dargestellt.

Die gewünschte Position der Infobox relativ zum Monitorpunkt lässt sich einstellen durch Anklicken in der Auswahlbox [Position]:

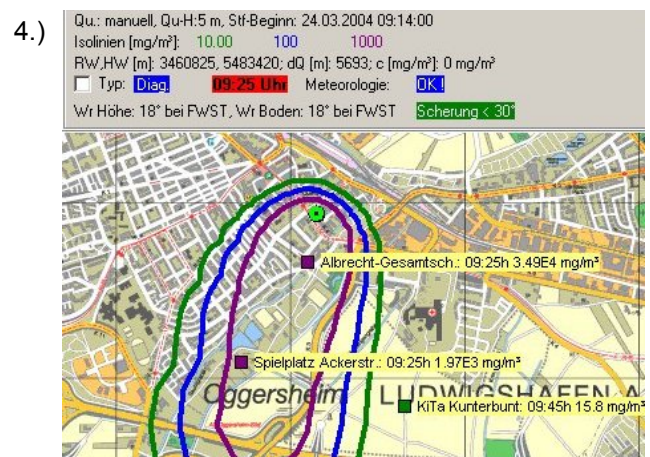
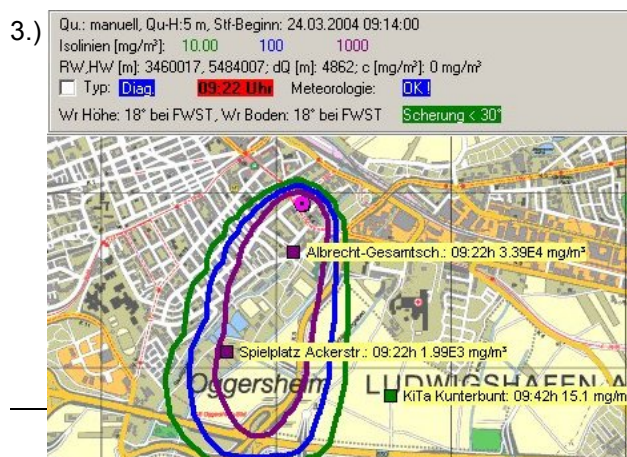
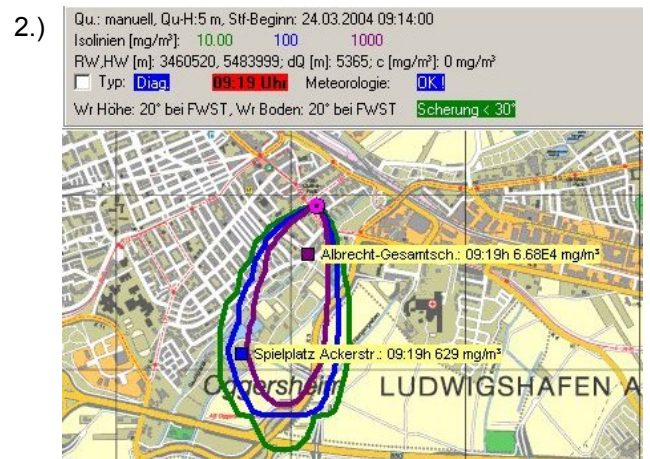
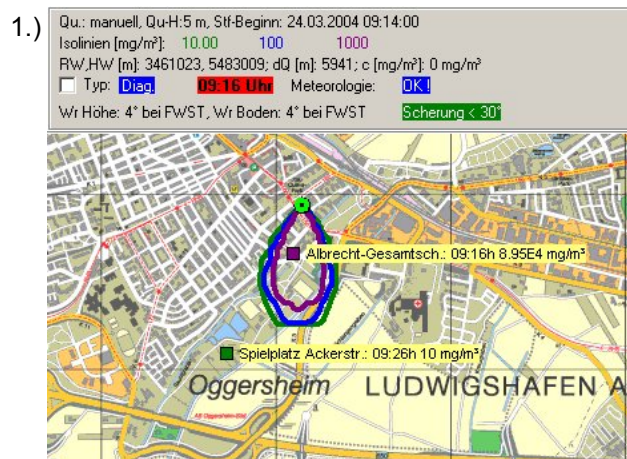


Im Vorschaufenster werden alle Einstellungen sofort aktualisiert.

Durch Betätigen der Schaltfläche **[OK]** werden die Einstellungen übernommen. Durch Betätigen der Schaltfläche **[Abbrechen]** werden alle vorgenommenen Änderungen verworfen.

### 8.3.6 Die Warnfunktion während einer aktuellen Störfallrechnung

Ist die Warnfunktion während einer aktuellen Störfallrechnung aktiviert, dann werden zu jedem Rechenschritt vom aktuellen Zeitpunkt aus bis zur eingestellten Prognosezeit<sup>28</sup> (vgl. **Kap. 4.2.3**) Prognosen in 10-Minuten-Intervallen des Konzentrationsfeldes berechnet. Wird in der Diagnose oder in einer der Prognosen an einem Monitorpunkt der angegebene Grenzwert erreicht oder überschritten, dann wird an diesem Ort auf der Grundkarte gemäß der getroffenen Einstellungen eine grafische Warnung ausgegeben. Wird am betreffenden Ort der Grenzwert zu mehreren Zeitpunkten erreicht oder überschritten, dann wird immer für den ältesten Zeitpunkt gewarnt. Um dies zu erläutern, wird nachfolgend anhand eines fiktiven Beispiels der Ablauf einer Störfallrechnung mit aktivierter Warnfunktion in einer Folge von vier Rechenschritten dargestellt:



<sup>28</sup> Standardwert ist 60 Minuten

Der eingestellte Grenzwert liegt bei  $10 \text{ mg/m}^3$  und entspricht in diesem Beispiel der grünen Isolinie.

In Rechenschritt 1 wird an der Albrecht-Gesamtschule bereits zum aktuellen Zeitpunkt (09:16h) der Grenzwert überschritten. Am Spielplatz Ackerstraße wird der Grenzwert erst später (09:26h) erreicht werden. Da die Prognose in 10-Minuten-Intervallen durchgeführt wird, kann es natürlich sein, dass an diesem Ort der Grenzwert auch eher, d.h. zwischen 09:16h und 09:26h erreicht wird.

Im Rechenschritt 2 wird sowohl an der Albrecht-Gesamtschule als auch am Spielplatz Ackerstraße zum aktuellen Zeitpunkt (09:19h) der Grenzwert überschritten.

Im Rechenschritt 3 hat sich durch leichte Änderung des Windes eine neue Situation der Prognosen ergeben. Während weiterhin an der Albrecht-Gesamtschule und am Spielplatz Ackerstraße zum aktuellen Zeitpunkt (09:22h) der Grenzwert überschritten wird, wird nun auch für das KiTa Kunterbunt eine Warnung ausgegeben (09:42h).

Im Rechenschritt 4 ändert sich das Bild nicht wesentlich. Man erkennt aber, dass die grüne Isolinie, die in diesem Fall auch für den Grenzwert steht, dichter an das KiTa Kunterbunt heran kommt.

### 8.3.7 Warnungsprotokoll

Ist die Warnfunktion aktiviert, so kann während einer laufenden Störfallrechnung ein Protokoll angezeigt werden, in dem alle prognostizierten Konzentrationen an den definierten Monitorpunkten den Grenzwert erreichen oder überschreiten. Durch Auswahl des Menüpunkten „Warnung | Protokoll anzeigen“ öffnet sich der Dialog **Warnungsprotokoll** mit aktuellem Datum und Uhrzeit der Erstellung im Namen. Das Protokoll wird für jeden Rechenschritt neu erstellt. Ein geöffnetes Protokoll wird nicht aktualisiert. Es können beliebig viele Warnungsprotokolle gleichzeitig geöffnet sein. Durch Anklicken des Warnungsprotokolls mit der rechten Maustaste öffnet sich das Popup-Menü und es besteht die Auswahl, das Protokoll als ASCII-Datei abzuspeichern oder direkt über einen Drucker auszugeben.

---

Warnungsprotokoll\_03.24\_13.16

SAM-S  
 \*\*\*\*\*  
 erzeugt am  
 Datum: 24.03.2004  
 Uhrzeit: 13:16:59h  
 \*\*\*\*\*

Störfallbeginn: 24.03.2004, 09:14:00h

Quellort                   manuell  
 RW:                       3455156 m  
 HW:                       5483940 m  
 Freisetzungshöhe: 5 m  
 \*\*\*\*\*

W A R N U N G S - P R O T O K O L L  
 -----

Grenzwert: 10 mg/m<sup>3</sup>

KONZENTRATIONEN [mg/m<sup>3</sup>]  
 -----

Monitorpunkt	09:25h	09:35h	09:45h	09:55h	10:05h	10:15h	10:25h
Albrecht-Gesamtsch.	3.49E4	4.48E4	4.49E4	4.48E4	4.45E4	4.48E4	4.49E4
Spielplatz Ackerstr.	1.97E3	3.96E3	5.12E3	5.14E3	5.13E3	5.13E3	5.13E3
KiTa Kunterbunt			15.8	16	16	16	16

-----

Koordinaten  
 -----


Monitorpunkt	RW [m]	HW [m]
Albrecht-Gesamtsch.	3455105	5483661
Spielplatz Ackerstr.	3454724	5483090
KiTa Kunterbunt	3455659	5482841

-----

## 8.4 Ergänzungsmodul Messortvorschlag und Quelltermrückberechnung

Mit diesem Ergänzungsmodul von SAM-S kann während einer laufenden Störfallrechnung ein Vorschlag für Orte, an denen Konzentrationsmessungen durchzuführen sind, grafisch angezeigt werden. Mit dem Modul Quelltermrückberechnung kann anhand der erhobenen Messwerte die am Quellort freigesetzte Menge abgeschätzt werden.

### 8.4.1 Messortvorschlag

Ist das Modul Messortvorschlag freigeschaltet, dann befindet sich im Kopfbereich der Programmoberfläche von **SAMView** die Schaltfläche **[Messorte]**  **Messorte** :

Diese ist jedoch nur während einer laufenden Störfallrechnung aktiv. Durch Betätigen der Schaltfläche **[Messorte]** öffnet sich der Dialog **Messortvorschlag**:



Die Differenz bis zum ungefähren Messzeitpunkt ist einzutragen<sup>29</sup> und die Schaltfläche **[OK]** zu betätigen. Die Schaltfläche **[Messorte]** signalisiert, dass ein Messortvorschlag angezeigt wird:

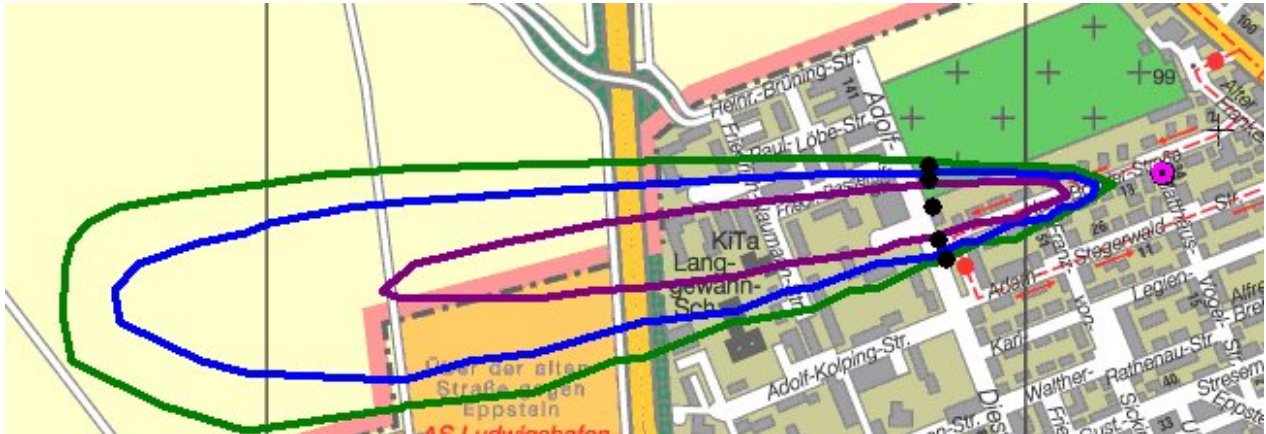


In der Nähe des Freisetzungsortes werden auf der Grundkarte fünf schwarze Punkte eingezeichnet. Falls die Punkte nicht gut zu erkennen sind, ist eine andere Grundkarte mit größerem Maßstab zu wählen (siehe **Kap. 4.1**):

---

<sup>29</sup> Die Zeitdifferenz kann nur in vollen Zehnerschritten zwischen Null und der Prognosezeit (vgl. **Kap. 4.2.3**) angegeben werden.

---



Es wird vorgeschlagen, in der Nähe dieser Punkte Schadstoffmessungen durchzuführen. Ein abermaliges Betätigen der Schaltfläche **[Messorte]** beendet die Anzeige des Messortvorschlags.

**WICHTIGER HINWEIS:**

Der Messortvorschlag wird mit jedem neuen Rechenschritt aktualisiert und gilt immer für den aktuellen Zeitpunkt + die angegebene Zeitdifferenz.

**ACHTUNG:**

Bei den vorgeschlagenen Messorten wird nicht deren Repräsentativität für die Umgebung berücksichtigt. Es sind Messorte zu wählen, an denen Messung durchführbar sind, die jeweils repräsentativ für die nähere Umgebung sind und den vorgeschlagenen Messorten am nächsten kommen.

### 8.4.2 Quelltermrückberechnung (QRB)

Während einer Störfallrechnung kann die berechnete Quellmenge anhand von Schadstoff-Messwerten korrigiert werden. Hierzu werden folgende Annahmen getroffen:

1. Das Freisetzungsmo­dell beschreibt den Freisetzungsvorlauf qualitativ richtig.
2. Das Ausbreitungsmo­dell beschreibt die Konzentrationsverteilung qualitativ richtig.

Diese Annahmen können nur näherungsweise getroffen werden. Um also eine möglichst gute Quelltermkorrektur zu erzielen muss ein besonderes Augenmerk auf die Repräsentativität<sup>30</sup> der Messorte gelegt werden.

Bei der Quelltermkorrektur wird die Quellmenge mit einem Korrekturfaktor korrigiert. Näheres zur Mathematik der Quelltermrückberechnung findet sich im **Anhang E**.

Ist das Modul Quelltermrückberechnung freigeschaltet, dann befindet sich im Menü der Menüpunkt „Quelltermrückberechnung“:



Durch Anklicken des Menüpunktes „Quelltermrückberechnung | Aktivierung“ öffnet sich der Dialog **Quellterm Rückberechnung**:



Die Quelltermrückberechnung wird aktiviert indem der Punkt „Ein“ aktiviert und die Schaltfläche **[OK]** betätigt wird. Ist die Quelltermrückberechnung aktiv, dann erscheint vor dem Menüpunkt „Quelltermrückberechnung | Aktivierung“ ein Häkchen:



Sobald eine Störfallrechnung gestartet wurde und eine Isoliniendarstellung der Konzentration im Störfalldialog erscheint, können Messwerte ins System eingetragen werden (vgl. **Kap. 8.1**). Hierzu ist mit der rechten Maustaste der Messort auf der Karte anzuklicken. Es erscheint das Popup-Menü:

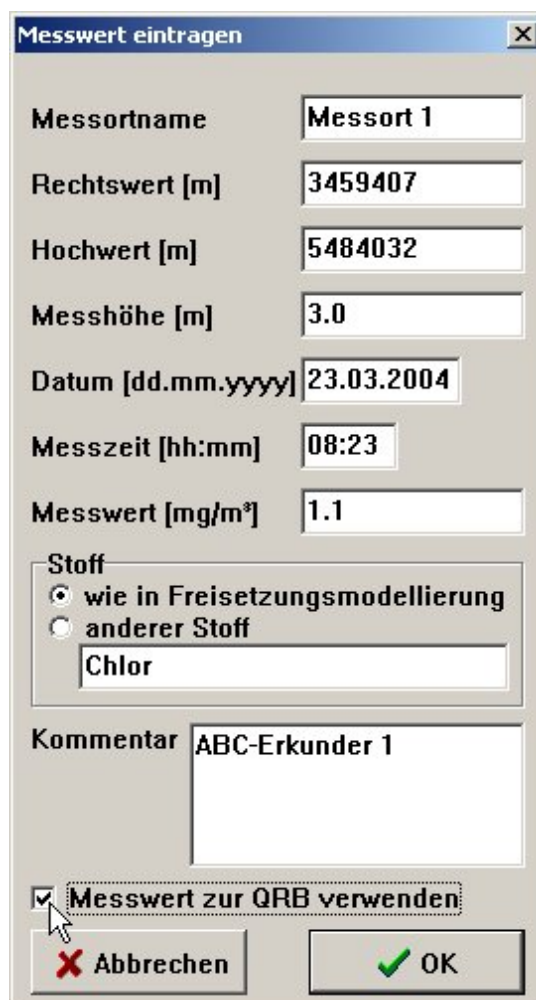
---

<sup>30</sup> Vom Ergänzungsmodul Messortvorschlag werden Messorte OHNE Berücksichtigung auf deren Repräsentativität empfohlen.

---

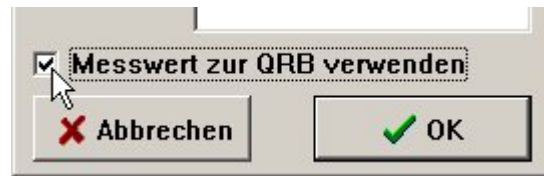


Durch Anklicken des Popup-Menüpunktes „Neuer Messort“ öffnet sich der Dialog **Messwert eintragen**:



Messortname	Messort 1
Rechtswert [m]	3459407
Hochwert [m]	5484032
Messhöhe [m]	3.0
Datum [dd.mm.yyyy]	23.03.2004
Messzeit [hh:mm]	08:23
Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]	1.1
Stoff	<input checked="" type="radio"/> wie in Freisetzungsmodellierung <input type="radio"/> anderer Stoff
	Chlor
Kommentar	ABC-Erkunder 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Messwert zur QRB verwenden
	<input type="button" value="X Abbrechen"/> <input type="button" value="OK"/>

Um den eingetragenen Messwert bei der Quelltermrückberechnung zu berücksichtigen, muss ein Haken in der Auswahlbox „Messwert zur QRB verwenden“ gesetzt sein:



Bei aktivierter Quelltermrückberechnung (s.o.) wird sofort nach Betätigung der Schaltfläche **[OK]** eine Korrektur des Quellterms vorgenommen. Dies wird in einer veränderten Darstellung der Isolinien bemerkbar.

Beispiel:

Schritt 1:

Während einer laufenden Störfallrechnung wird an einem Ort ein Messwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhoben. Dieser wird in SAMS eingetragen. Das Modell hat für diesen Ort eine Konzentration von  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet (vgl. mit Isolinien: lila =  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , blau =  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , grün =  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ):



Schritt 2:

Wird die Quelltermrückberechnung aktiviert, dann errechnet sich ein Quelltermkorrekturfaktor  $\text{QKF}=10$ . Der Quellterm wird korrigiert und die Isolinienverteilung ändert sich so, dass die lilafarbene Isolinie durch den Messwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verläuft:



Bei mehreren Messwerten verhält sich die Korrektur nicht so linear wie im Beispiel oben, da die Messwerte mit einer Wichtung in die Quelltermkorrektur eingehen (vgl. **Anhang E**).

**WICHTIGER HINWEIS:**

Der Quelltermkorrekturfaktor QKF wird immer auf Basis aller eingetragener Messwerte, die zur Quelltermrückberechnung verwendet werden sollen, durchgeführt. Bei aktivierter Quelltermrückberechnung wird der QKF für jeden Zeitschritt und für jeden neuen bzw. geänderten Messwert aktualisiert.

**ACHTUNG:**

Solange die Repräsentativität der Messorte für Ihre nähere Umgebung nicht eingehalten ist, kann die Quelltermrückberechnung zu einer stark fehlerhaften Korrektur und damit zu stark verfälschten Konzentrationsergebnissen bzgl. der Quantität führen. Dies kann auch passieren bei starken Änderungen des Wetters, insbesondere bei Änderungen von Windrichtung und Windstärke während einer Messphase.



8.4.2.1 Berücksichtigung von Messwerten zur Quelltermkorrektur

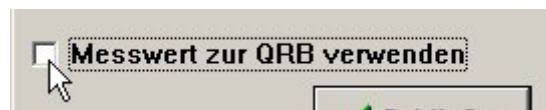
Ein Messwert oder sein Status zur Quelltermrückberechnung kann nachträglich geändert werden. Durch Auswahl des Menüpunktes „Messwert Datenbank | Datenbank anzeigen“



öffnet sich der Dialog **Messwert Datenbank Navigator**:



In diesem Dialog können ganze Messwert-Datensätze gelöscht oder einzelne Werte geändert werden. Die Bedienung der Navigatorleiste  ist **Kapitel 6.3** zu entnehmen. Um einen Datensatz zu ändern, muss dieser über die entsprechenden Navigator Tasten ausgewählt und über die Schaltfläche  der Editiermodus aktiviert werden. Nun kann beispielsweise der Messwert aus der Quelltermrückberechnung heraus genommen werden, indem das Häkchen der Auswahlbox „Messwert zur QRB verwenden“ mit einem Mausklick ausgetragen



und im Navigator mit Betätigen der Schaltfläche  die Änderung übernommen wird.

**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:

\\elisin	enthält das Programm <b>SAMView</b> mit Eingabeoberfläche und Graphik
\\OnlineWindfelder	enthält OnlineWindfelder. Inhalt wird nach Beendigung einer Störfallrechnung gelöscht.
\\kataster	enthält das Bebauungskataster mit Gebäudekennungen, Gauß-Krüger-Koordinaten der Gebäudemittelpunkte und Defaultfreisetzungshöhen
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>31</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>

Bei einigen Installationen von SAM-S, bei denen ein Ultraschallanemometer der Fa. Metek am PC angeschlossen ist, werden im Verzeichnis „c:\USA“ die Meteorologiedaten von der angeschlossenen

---

<sup>31</sup> Termins, an dem die Rechnung gestartet wurde, kann sich vom Störfallbeginn unterscheiden.

---

Messstation mit Namen der Form yymmddhhnnss.DAT (z.B.: Datei 040123083600.DAT für die USA-Meteorologiedatei angelegt am 23.01.2004 um 8:36 Uhr) abgespeichert und archiviert. Diese Daten müssen gelegentlich gelöscht oder archiviert werden, damit die Festplatte nicht überläuft. Es ist zu empfehlen, dies monatlich durchzuführen und die Daten der letzten drei Tage im Verzeichnis zu belassen.

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

---

## B ERSTELLUNG DER VOM SYSTEM BENÖTIGTEN METEOROLOGIE-ZEITREIHE

Gemäß der Systemspezifikation soll es möglich sein, während eines Zeitraums von bis zu fünf Tagen vor der aktuellen Zeit Störfallrechnungen durchzuführen. Daher werden die benötigten meteorologischen Daten von allen eingebundenen Stationen für diesen Zeitraum vom System (genauer vom Programm SAMS.exe) in der Datei „[InstallDir]\Metdat.ztr“ vorgehalten. Diese Datei wird vom System stets aktualisiert, so dass in der letzten Zeile dieser Datei immer die neuesten verfügbaren Meteorologiedaten mit der dazugehörigen Zeitmarke des letzten 10-Minuten-Intervalls stehen (z.B. am 22.01.2004 um 9:40 ist dies die Zeitmarke 2004012209.40). Die Steuerkomponenten des Systems greifen auf die Zeitreihe in „Metdat.ztr“ zurück. In **Tab. B.1** ist ein Beispiel für den Aufbau einer Datenzeile in der Datei „Metdat.ztr“, in **Tab. B.2** die Bedeutung der Spalten aufgeführt.

Tab. B.1: Aufbau einer Datenzeile der Meteorologischen Datei „Metdat.ztr“

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2004021908.20	38036.34725	0	100	3.25	18.30	0.00	0.93	0.69	0.40	0.03

Für jede weitere Messstation werden jeweils die Spalten 4 bis 11 an die Datenzeile angehängt.

---

Tab. B.2: Bedeutung der Spalten aus **Tab. B.1**

<b>Spalte</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Einheit</b>
<b>1</b>	Datum und Uhrzeit (2004021908.20 = 19.02.2004, 08:20 Uhr)	
<b>2</b>	Codierte Zeit	
<b>3</b>	Kennzahl	
<b>4</b>	Datenqualitätswert	[%]
<b>5</b>	Windgeschwindigkeit	[m/s]
<b>6</b>	Windrichtung	[°]
<b>7</b>	Monin-Obukhov-Stabilitätsparameter	[m <sup>-1</sup> ]
<b>8</b>	Standardabweichung der Windkomponente horizontal senkrecht zur Windrichtung	[m/s]
<b>9</b>	Standardabweichung der Windkomponente vertikal senkrecht zur Windrichtung	[m/s]
<b>10</b>	Schubspannungsgeschwindigkeit	[m/s]
<b>11</b>	Temperatur der Luft	[°C]

## C WAS MUSS INDIVIDUELL KONFIGURIERT WERDEN

### CBStatwahl.lst

Die Datei CBStatwahl.lst ist eine ASCII-Datei im Ordner „[InstallDir]\elisin“. In dieser Datei sind die Namen der meteorologischen Stationen eingetragen, die verwendet werden. Vom Anwender darf weder die Reihenfolge verändert werden noch zusätzliche Einträge hinzugefügt werden.

### Painter.bm

Die Datei painter.bm ist eine ASCII-Datei im Ordner „[InstallDir]\elisin“. Diese Datei enthält die Namen der Grundkarten sowie die Georeferenzierung der Grundkarten. Jede Zeile hat den Aufbau

Dateiname der Grundkarte <sup>32</sup>	Rechtswert der linken unteren Ecke der Karte [m]	Hochwert der linken unteren Ecke der Karte[m]	Breite der Karte in Meter dividiert durch 0,0254	Breite der Karte in Pixel
--	--	---	--	---------------------------

Die erste Zeile der Datei painter.bm darf **nicht** verändert werden. Die Grundkarten müssen eingenordet sein.

---

<sup>32</sup> Es sind nur BMP-Formate zulässig

---

## D FREISETZUNGSMODELLIERUNG

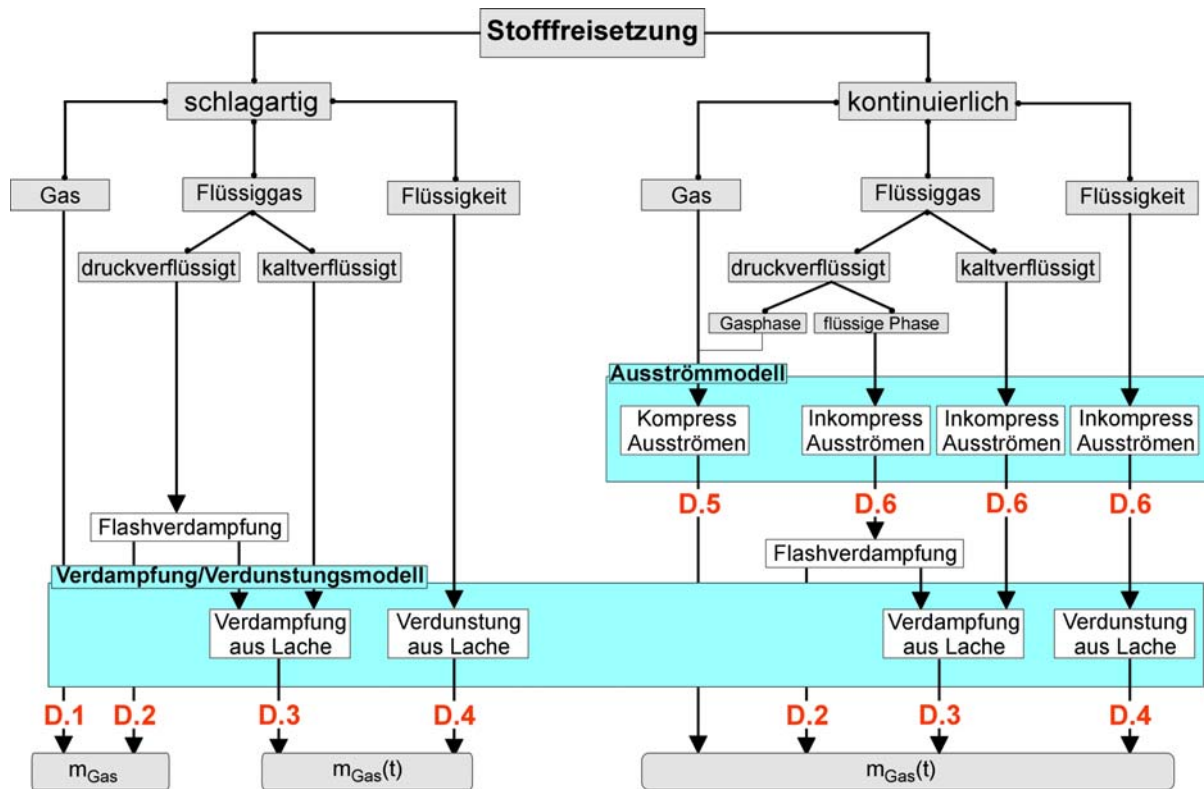


Abb. D.1: Wege der Stofffreisetzung

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

### D.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 Freisetzungstyp „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.

## D.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>33</sup> berechnet.

## D.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>33</sup> Es wird das Maximum aus den beiden Werten verwendet.

---

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

$\dot{m}_g$	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.

#### D.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.

## D.5 Kontinuierliches Ausströmen eines Gases

### D.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]

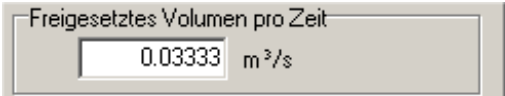
$p_{beh}(t)$	Zeitabhängiger Behälterinnendruck in [Pa] (bei druckverflüssigten Gasen und Freisetzung in der Gasphase: Dampfdruck bei Umgebungstemperatur)
$T_{beh}(t)$	Zeitabhängige Gastemperatur im Behälter in [K]
$\kappa$	Isentropenexponent in [-]
$M$	Molmasse des Stoffes in [kg/mol]
$\mathfrak{R}$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

### D.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**)

### D.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:

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

$\dot{m}_{fl}(t)$	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.

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

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

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

$\dot{m}_{fl}(t)$	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:

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

## E QUELLTERMRÜCKBERECHNUNG DURCH MESSWERTE

Mit der Durchführung einer Quelltermrückberechnung wird der vom Freisetzungmodell berechnete bzw. der vom Anwender angegebene Quellterm  $Q(t)$  mit Hilfe von Immissionsmesswerten korrigiert zum Quellterm  $Q'(t)$ . Dies geschieht durch einen einfachen Proportionalitätsansatz für den folgende Annahmen gültig ist:

1. Das Freisetzungmodell beschreibt den Freisetzungverlauf qualitativ richtig.
2. Das Ausbreitungsmodell beschreibt die Konzentrationsverteilung qualitativ richtig.

Unter Zugrundelegung dieser Annahmen kann der Quellterm  $Q(t)$  um einen Quelltermkorrekturfaktor  $QKF$  korrigiert werden:

$$Q'(t) = QKF \cdot Q(t) \quad (E1)$$

Die Bestimmung des Korrekturfaktors  $QKF$  erfolgt nach der Methode der kleinsten Quadrate. Das bedeutet, dass die Summe der gewichteten Quadrate der Abweichungen zwischen Messwert  $C_M(x,y)$  und Rechenwert  $C_R(x,y)$  minimal wird.

Aus Gleichung E1 wird nach der Methode der kleinsten Quadrate folgendes Funktional definiert:

$$F = \sum_{i=1}^N \left[ \left( C_{M,i}(x_i, y_i) - QKF \cdot C_{R,i}(x_i, y_i) \right)^2 \cdot f(C_{M,i}) \right] \quad (E2)$$

mit der Wichtungsfunktion  $f(C_M)$ . Um den Korrekturfaktor  $QKF$  zu bestimmen muss das Funktional  $F$  minimal werden. Dies wird erreicht, wenn  $F$  abgeleitet nach  $QKF$  gleich Null gesetzt wird:

$$\frac{\partial F}{\partial QKF} \stackrel{def}{=} 0 \quad (E3)$$

Aus E3 ergibt sich die Formel für den Quelltermkorrekturfaktor:

$$QKF = \frac{\sum_{i=1}^N C_{M,i}(x_i, y_i) \cdot C_{R,i}(x_i, y_i) \cdot f(C_{M,i})}{\sum_{i=1}^N C_{R,i}(x_i, y_i)^2 \cdot f(C_{M,i})} \quad (E4)$$

Für die Wichtungsfunktion  $f(C_M)$  wird verwendet:

$$f(C_M) = C_M^2 \quad (\text{E5})$$

Damit werden hohe Messwerte stärker gewichtet als niedrige Messwerte.

Ein Messwert  $C_M$  fließt nur in die Berechnung des Quelltermkorrekturfaktors  $QKF$  ein, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Mess- und Rechenwert dürfen nicht Null sein:

$$C_M \neq 0 \quad (\text{E6})$$

$$C_R \neq 0 \quad (\text{E7})$$

2. Das Verhältnis von Messwert zu Rechenwert muss innerhalb des folgenden Intervalls liegen:

$$10^{-8} \leq \frac{C_M(x, y)}{C_R(x, y)} \leq 10^8 \quad (\text{E8})$$

---