



**Ingenieurbüro Samoticha**  
für Verfahrenstechnik

# ***HS-PsiDrop***

*Druckverlustberechnung für Rauchgaskanäle*

**Version 3.2**

**Benutzerhandbuch**

## **1 Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>3</b>
2.1	Einsatzgebiet des Programms	3
2.2	Methoden der Druckverlustberechnung	3
2.3	Elemente in den Dateien	4
2.4	Lastfälle	7
2.5	Ergebnisse	7
<b>3</b>	<b>ARBEITEN MIT DEM PROGRAMM</b>	<b>7</b>
3.1	Allgemeines zur Bedienung	8
3.1.1	Das Menü	8
3.1.2	Dialoge	8
3.1.3	Dialog „Datei-Info“	9
3.1.4	Dialog „Abschnittsdefinition“	10
3.2	Editieren der Kanalstrecke	11
3.2.1	Beschreibung der Arbeitsoberfläche	11
3.2.2	Aufnahme neuer Elemente	12
3.2.3	Die Kanalkonfiguration ändern	17
3.3	Druckverluste berechnen	18
3.4	Darstellung der Ergebnisse	21
3.4.1	Tabelle	21
3.4.2	Statischer Druck	21
3.4.3	Dynamischer Druck und Geschwindigkeit	22
3.4.4	Druckverlust	22
3.4.5	Bilanz	22
<b>4</b>	<b>DISKUSSION DER GENAUIGKEITEN</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>EINHEITENSYSTEM</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>LIZENZVERTRAG</b>	<b>25</b>

## 2 Allgemeines

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- zu welchem Zweck ist dieses Programm entstanden,
- was man unter Druckverlustberechnung versteht und wie man sie durchführt,
- welche Objekte in dem Programm zur Verfügung stehen, damit ein Kanalsystem rechnerisch nachgebildet werden kann,
- wie man die Druckverluste bei geänderten Lastfalldaten berechnet,
- welche Ergebnisse liefert das Programm.

### 2.1 Einsatzgebiet des Programms

Aufgabe des Programms ist es Druckverluste und Druckverhältnisse im Gasleitenden Kanälen zu ermitteln. Es soll die einfachen, aber zeitraubenden Berechnungen der Druckverhältnisse in Gaskanälen der Kraftwerke, Abgasreinigungsanlagen, Be- und Entlüftungsschächten usw. verkürzen und weitgehend automatisieren.

Die Zielgruppe der Anwender, die mit dem Produkt angesprochen werden sollen, sind Ingenieure, die solche Objekte planen oder betreiben. Das Programm berechnet Drücke in einem Gasweg, d.h. verfolgt die Druckänderungen von der Übernahme- bis zu der Übergabestelle (nicht Leitungsnetze).

Großer Vorteil dieser Software ist die Leichtigkeit, mit der die einzelnen Kanalelemente in die Berechnung aufgenommen werden. Man zieht das gewünschte Element (z.B. einen Krümmer) mit der Maus in die Tabelle der Kanalstücke, gibt einige Parameter ein und das Programm ermittelt die Druckverlustbeiwerte (weiter  $\zeta$ -Werte genannt) automatisch. Das Suchen in der Literatur nach geeigneten Berechnungsvorschriften, Werten aus den Tabellen, das Interpolieren der gefundenen Werte entfällt. In dem Programm sind einige Klassen der Kanalelemente (Knien, Krümmer, Bögen usw.) bereits enthalten. Für Elemente, die nicht enthalten sind, ist ein Element namens "Black Box" vorgesehen. Mit seiner Hilfe können Sie alles mögliche eingeben - der Nachteil: den  $\zeta$ -Wert müssen Sie schon selbst ermitteln. Weitere Klasse der Elemente bilden die in dem Kanalweg integrierten Apparate. Die Druckverluste, die sie verursachen sind bekannt (aus Erfahrung heraus, oder von den Angeboten, Herstellerangaben) und werden vom Lastfall zum Lastfall auf Wunsch automatisch umgerechnet.

### 2.2 Methoden der Druckverlustberechnung

Es wird ein Strang definiert, in dem das Gas strömt. Der Druck am Anfang ist bekannt. Die Berechnung erfolgt in der Strömungsrichtung. Es werden  $\zeta$ -Werte der nacheinander liegenden Elemente berechnet, der Druckverlust in dem jeweiligen Element bestimmt und der Druck hinter dem Element aktualisiert. So bewegt man sich bis zum Endpunkt der Berechnung. Falls in dem Kanalsystem auch Apparate enthalten sind, werden die Druckverluste der Apparate (Komponenten) direkt, d.h. nicht über  $\zeta$ -Werte, sondern aus den Herstellerangaben berücksichtigt. Die Druckverluste der Apparate werden lediglich den geänderten Gasdaten angepaßt.

Ist ein Gebläse, oder eine andere Komponente, die den Druck aktiv verändern kann (z.B. Drallregler), in dem Kanalstrang enthalten, wird die Berechnung komplizierter. Es wird ein Festpunkt definiert, an dem sich der Druck nicht ändert (weil geregelt wird). Vom Gebläse bis zu dem nächsten Festpunkt muß iterativ gerechnet werden, da die Drücke hinter Gebläse (Drallregler) nicht gleich bekannt sind. Die Begriffe und die Anwendung der unterschiedlichen Elemente im Kanalsystem werden im nächsten Kapitel genauer beschrieben.

Zwar gelten bei Berechnung der Gaskanäle die gleichen Gesetze wie in Rohrleitungen, aber die Vielfalt der konstruktiven Ausführungen ist sehr groß und die Gestaltung der Kanäle in jeder Anlage anders. Aus diesem Grund ist man gezwungen immer wieder andere Tabellen und Diagramme zu benutzen um die nötigen  $\zeta$ -Werte zu ermitteln. Für viele Elemente der Gaskanäle finden sich überhaupt keine Berechnungsgrundlagen, so daß die  $\zeta$ -Werte oft geschätzt werden müssen.

Die Druckverluste werden nach ziemlich einfachen Regeln berechnet. Für die verschiedenen Elemente des Kanals werden nur die Gasdaten und die Widerstandsbeiwerte ( $\zeta$ -Werte) benötigt. Dann wird die Berechnung nach der Formel (1) durchgeführt.

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{w^2 \rho}{2} \quad (1)$$

Die Schwierigkeit liegt in der Ermittlung des  $\zeta$ -Wertes. In der Literatur sind Methoden zur Berechnung des Widerstandsbeiwertes zu finden. Doch meistens nur für eine beschränkte Anzahl von Elementen. In dem Rohrleitungsbau werden nur wenige und meistens genormte Formstücke verwendet; ganz anders bei Gaskanälen. Hier benötigt der Ingenieur Literaturquellen, die sehr viele unterschiedliche Elemente der Kanäle behandeln. Eine solcher Literaturquellen ist das „Handbook of hydraulic resistance“ von I.E. Idelchik. In diesem Buch wird die Berechnung der  $\zeta$ -Werte einer großen Anzahl von Knien, Bögen, Kanalformen usw. behandelt. Wer mit dem Handbuch versucht eine Druckverlustberechnung eines Kanalsystems durchzuführen stellt jedoch schnell fest, daß es sehr aufwendig ist, für jedes Element die  $\zeta$ -Werte neu zu ermitteln. Für die meisten Elemente sind sie nämlich von den Gasdaten abhängig und ändern sich mit dem Lastfall. Somit ist die Nachrechnung eines Kanalsystems fast genauso aufwendig, wie die Erstberechnung. Man muß mit mehreren Stunden Arbeit rechnen.

Das Programm HS-PsiDrop soll hier dem Ingenieur viel Routinearbeit abnehmen. Bei der Erstberechnung wird er von einem komfortablen Editor unterstützt. Nach Eingabe der nötigen Daten, meistens der Geometrie der Elemente, wird der  $\zeta$ -Wert in allen Lastfällen automatisch berechnet. In den Daten werden bis zu 6 Lastfälle gespeichert. Als Ergebnis liefert das Programm eine Tabelle der Druckverluste der einzelnen Elemente, der Abschnitte und des Kanalsystems als ganzen. Außerdem die Druckerhöhungen in dem/den Gebläse(n). Man kann sich den Verlauf von dem statischen und dynamischen Druck anschauen und ausdrucken, sowie den Verlauf der Gasgeschwindigkeit.

### 2.3 Elemente in den Dateien

Die folgenden Objekte wurden vorgesehen, um die Konfiguration des Kanalsystems zu beschreiben. Einige davon sind abstrakte Objekte (die nicht wirklich in dem Kanalsystem existieren) – wie z.B. Abschnittsdefinitionen, Festpunkte – andere beschreiben das Verhalten der Leitungsteile und der Komponenten.

Um die Druckverluste in den industriellen Anlagen zu rechnen, sind unterschiedliche Vorgehensweisen bei verschiedenen Verursachern der Druckänderung notwendig. Aus diesem Grund wurden mehrere Klassen von Elementen in dem Programm definiert. Die Klassen sind:

#### **Definition eines Abschnitts.**

Für die Berechnung des Druckverlustes sind Gasdaten notwendig. Eine Abschnittsdefinition definiert die Gasdaten. Elemente, die den Zustand des Strömenden Gases ändern, aktualisieren die Gasdaten für die nachfolgenden Elemente. Dennoch ist es manchmal notwendig, die Gasdaten neu zu definieren. In einem solchen Fall wird eine Abschnittsdefinition eingefügt. Außerdem ist es einfacher in einer Datei zu navigieren, wenn sie in Abschnitte unterteilt ist. Eine Abschnittsdefinition kann auch „inaktiv“ sein, d.h. die Gasdaten unverändert lassen.

Eine Abschnittsdefinition beinhaltet folgende Daten:

- Bezeichnung des Abschnitts
- Hinweis, das sie die Gasdaten nicht ändern soll oder:
- Normvolumenstrom
- Temperatur
- Zusammensetzung

Die Betriebszustände des Gases werden anhand der eingegebenen Temperatur und des berechneten Druckes ermittelt.

### **Gebläse / Verdichter**

Das Programm ermöglicht die Berechnung der Gaswege mit integrierten Gebläsen. Mehrere Gebläse können sogar in Reihe geschaltet sein. Um ein Gebläse einzufügen werden folgende Daten eingegeben:

- Bezeichnung
- Austrittsquerschnitt
- Hinweis, daß die Temperaturerhöhung ermittelt werden soll, dann zusätzlich:
- Wirkungsgrad des Gebläses

Außer Gebläsen, können auch andere aktive Druckänderungsapparate mit diesem Element eingegeben sein, z.B. ein Drallregler. Benutzen Sie dieses Element immer dann, wenn der Druck auf irgendeine Weise geregelt werden soll.

Zwischen einem Gebläse und einem nächsten, oder dem Ende der Berechnungsstrecke, muß ein Festpunkt eingegeben sein.

### **Apparat**

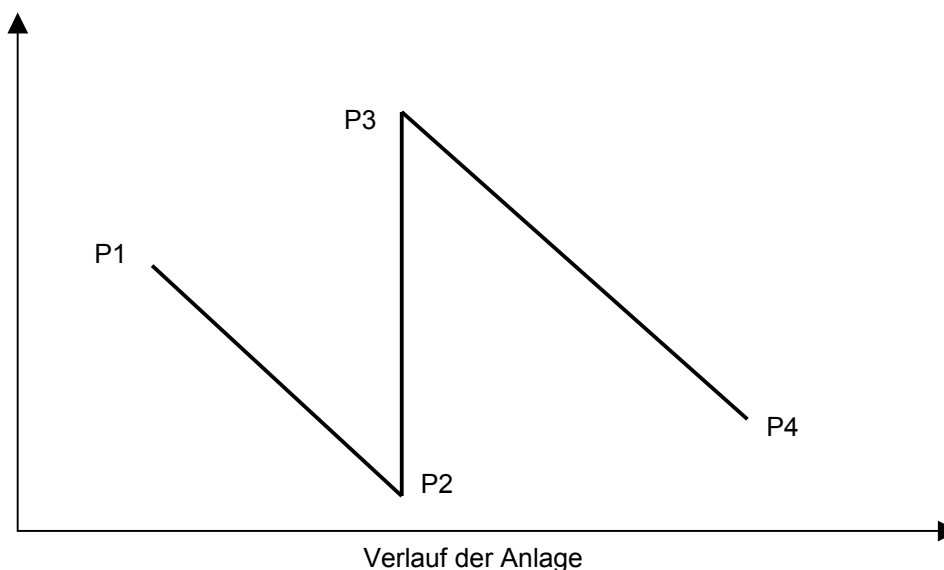
Die Druckverluste der Apparate werden nicht über  $\zeta$ -Werte bestimmt, sondern direkt eingegeben. Die Apparate haben eine zu komplexe Struktur, um den Druckverlust anhand typischer Kanalelemente zu berechnen. Andererseits sind Druckverluste bei manchen definierten Lastfällen bekannt. Bei anderen Lastfällen werden die Verluste auf den aktuellen Lastfall umgerechnet. Die Abhängigkeit des Druckverlustes von dem Gaszustand und der Gasmenge ist für verschiedene Apparate unterschiedlich. Daher ist die Möglichkeit vorhanden, diese Abhängigkeit für jeden Apparat einzeln zu definieren. Das geschieht, indem der Anwender die Potenz angibt, mit der bei Änderung des Gasstromes sich der Druckverlust ändert. Bei einer entwickelten turbulenten Strömung wird meistens Potenz=2 angenommen, ansonsten zwischen 1 und 2. In bestimmten Fällen, z.B. bei auf Druckverlust geregelten Apparaten, kann eine Potenz = 0 den Druckverlust von der Gasmenge unabhängig machen.

Um ein Apparat zu definieren werden folgende Angaben gemacht:

- Bezeichnung
- Druckverlust in dem Definitionslastfall
- Potenz
- Hinweis, das sich die Gasdaten nicht ändern oder Daten am Austritt:
- Normvolumenstrom
- Temperatur
- Zusammensetzung

## Festpunkt

Als Festpunkt wird eine Stelle des Kanalweges bezeichnet, an der sich der statische Druck des Gases nicht ändern sollte und fest definiert ist. Ein solcher Festpunkt muß z.B. am Anfang der zu rechnenden Strecke liegen – der Übernahmepunkt muß bekannt sein. Falls im Kanalsystem Gebläse existieren, muß auch hinter jedem Gebläse (nicht unbedingt direkt dahinter) ein Festpunkt eingefügt sein. Z.B. wird das Gas mit dem Druck P1 in ein Kanalsystem eintreten und aufgrund der Verluste P2 vor Gebläse erreichen. Gas Gebläse verdichtet es auf P3. Hinter dem Gebläse fällt der Druck wegen weiterer Druckverluste auf P4. Um die Verdichtung im Gebläse eindeutig bestimmen zu können werden die Drücke P1 und P4 als Festpunkte angegeben.



## Höhendifferenz

Dieses Element erlaubt die Eingabe von Höhendifferenzen, die in einem Kanalsystem den hydrostatischen Druck durch Dichteunterschiede verursachen. Man sollte diesen Effekt nicht unterschätzen. Z.B. hat Rauchgas (16% Wasser, 10% Co<sub>2</sub>, 4% Sauerstoff bei 180°C die Dichte von 0,7615 kg/m<sup>3</sup>. Bei in Kraftwerken üblichen Höhendifferenzen von ca. 40 m ergibt sich ein hydrostatischer Druck von 2,08 mbar.

## Formstücke

Die meisten Kanalelemente werden Kanalfeststücke sein, wie Knien, Segmentkrümmer, Bögen, gerade Kanalstücke, T-Stücke und andere. Der Druckverlust, den Sie verursachen wird über  $\zeta$ -Werte berechnet. In diesem Programm werden die  $\zeta$ -Werte automatisch ermittelt. Nur das erste Element „Black Box“, das alles mögliche repräsentieren kann, erwartet die Angabe des  $\zeta$ -Wertes vom Anwender.

Diese Elemente werden in einer Tabelle den Gasweg beschreiben. Sie werden in der Reihenfolge, wie sie vom Gas durchströmt werden, in die Tabelle aufgenommen. Nachdem für jedes Element einige Parameter eingegeben sind, ist ein Kanalsystem in der Datei nachgebildet.

## 2.4 Lastfälle

Die Lufttechnischen Anlagen werden unterschiedlich, je nach Bedarf, betrieben. Z.B. in einem Kraftwerk entscheidet die verbrannte Brennstoffmenge über die Parameter, die die Druckverhältnisse im Rauchgaskanal bestimmen. Die Fahrweise beeinflusst die folgenden Größen, die in der Berechnung berücksichtigt werden müssen:

1. Volumenstrom des Gases
2. Temperatur des Gases
3. Zusammensetzung des Gases
4. Volumenstromverhältnisse in T-Stücken und Blackboxen
5. Übernahmepressur
6. Umgebungstemperatur

Diese Parameter bestimmen die Reynolds-Zahl, die für viele Kanalelemente den  $\zeta$ -Wert beeinflusst. Außerdem wird der dynamische Druck verändert. Unter veränderten Arbeitsbedingungen verursachen die Apparate (z.B. Filter, Wäscher, Wärmetauscher) andere Druckverluste. Der veränderte Übernahmepressur beeinflusst das Druckniveau in dem System und die Leistung von Gebläsen. Andere Umgebungstemperatur verstärkt oder vermindert den natürlichen Zug in den Anlagen.

Das Programm ermöglicht es die Daten von bis zu 6 Lastfällen zu speichern und zu berechnen. Um eine Berechnung bei geänderten Betriebsdaten (Nachrechnung) durchzuführen, brauchen Sie nur die neuen Betriebsdaten einzugeben. Solange sich an dem Kanalsystem nichts ändert, ist eine Nachrechnung sehr leicht und schnell durchzuführen.

## 2.5 Ergebnisse

Nachdem die Berechnung durchgeführt wurde, kann der Anwender die Ergebnisse betrachten. Dazu stellt das Programm folgende Informationen zur Verfügung:

- Eine Tabelle mit allen wichtigen Daten.
- Graphische Darstellung wie der statische Druck in dem Kanalsystem verläuft
- Graphische Darstellung des Geschwindigkeitsverlaufs
- Graphische Darstellung des Verlaufs des dynamischen Druckes
- Graf der Druckverluste zum Vergleich und Auffinden der größten Verluste
- Bilanz der Abschnitte
- Bilanz des/der Gebläse(n)

Alle die Ausgaben (außer dem Graf der Druckverluste) können ausgedruckt werden.

## **3 Arbeiten mit dem Programm**

Hier werden dem Benutzer Informationen vermittelt, die die Bedienung des Programms und den Aufbau der Daten erklären. In diesem Kapitel erfahren Sie:

- wie die Dialogelemente bedient werden
- wie sieht das Fenster des Programms aus
- wie man den Kanal in einer Tabelle nachbildet
- wie man Lastfälle definiert und Druckverluste berechnet,
- wie kann man die Ergebnisse darstellen und drucken

## 3.1 Allgemeines zur Bedienung




Das Programm wurde so entwickelt, daß die Bedienung intuitiv erfolgt. Das Programm verfügt über ein Fenster, in dem je nach aktuellen Status, folgendes angezeigt wird:

1. Editor – zur Eingabe der Konfiguration des Kanalsystems und den Gasdaten in allen Lastfällen, sowie zur Anzeige der Ergebnisse in Form einer Tabelle.
2. Ergebnisanzeige (Tabelle, Grafiken)

### 3.1.1 Das Menü

Das Programm hat eine Menüzeile, in der sich die in dem aktiven Modus verfügbaren Befehle befinden. Nicht relevante Menü's oder Menüpunkte werden ausgeblendet oder gesperrt. Unter dem Menü befindet sich eine Toolbar mit für das jeweilige Modus benötigten Schaltflächen. Nicht alle, aber die am häufigsten benutzte Befehle können statt vom Menü aus, schneller von der Toolbar aufgerufen werden.

Die Buttons an der linken Seite sind unabhängig vom aktuellen Modus des Programms sichtbar und haben die folgende Bedeutung:

-  Neue Datei beginnen
-  Datei Laden
-  Datei speichern

Rechts von diesem Block erscheinen unterschiedliche Schaltflächen, die in dem aktuellen Modus gebraucht werden.

### 3.1.2 Dialoge

Das Programm kommuniziert mit dem Anwender mit Hilfe von Dialogen. Dort werden zur Übersicht die folgenden Regeln aufgestellt:

- Sind nicht alle benötigten Angaben gemacht, oder sind manche davon ungültig, so ist der OK-Button gesperrt. Die Ursache davon erfahren Sie oft durch Betätigen des Hilfe-Buttons.
- Die Dialogelemente, die falsche Angaben enthalten werden meistens gelb hervorgehoben. Falls sie einen Querschnitt erwarten, sind sie hellblau. Nachdem gültige Angaben gemacht sind, wechselt die Farbe zu weiß.
- Edit-Boxen, die eine Reelle Zahl erwarten nehmen Zeichen, die in Zahlen nicht vorkommen, nicht an. Als Dezimalzeichen akzeptieren sie sowohl ein Komma wie auch den Punkt und wandeln es in das gültige Dezimalzeichen um.
- Querschnitte werden folgendermaßen eingegeben (in mm):

Querschnitt	Tasten	Anzeige	Bemerkung
<b>Rund</b> Durchmesser 1,2 m	D1200	Ø1200	<b>D</b> wie Durchmesser
<b>Quardatisch</b> 2 x 2 m	Q2000	2000	<b>Q</b> wie Quadrat
<b>Rechteckig</b> 3x4 m	3000x4000	3000x4000	



- Um den Inhalt einer Edit-Box komplett zu löschen, können Sie die Tastenkombination Strg-Entf (recht-Strg und Entf über dem Cursorblock) benutzen. Sie lässt sich bequem mit der rechten Hand ausführen.

Neues Projekt beginnen

Um eine neue Datei anzulegen, wählen Sie **Datei/Neu** oder betätigen Sie den entsprechenden Button. Bevor die Kanalelemente und Gasdaten definiert werden können, müssen allgemeine Informationen zum Projekt eingegeben und die erste Abschnittsdefinition erzeugt werden. Zu diesem Zweck erscheinen nacheinander zwei Dialoge.

### 3.1.3 Dialog „Datei-Info“

Als erstes erscheint der Dialog „Datei-Info“.

Hier werden Angaben zum Objekt:

- Name des Objektes,
- Beschreibung,
- Überdruck an der Übernahmestelle im Definitionsfall,
- Eintrittsquerschnitt,

des Benutzers:

- Name des Benutzers

und der Umgebung gemacht:

- Umgebungsdruck.

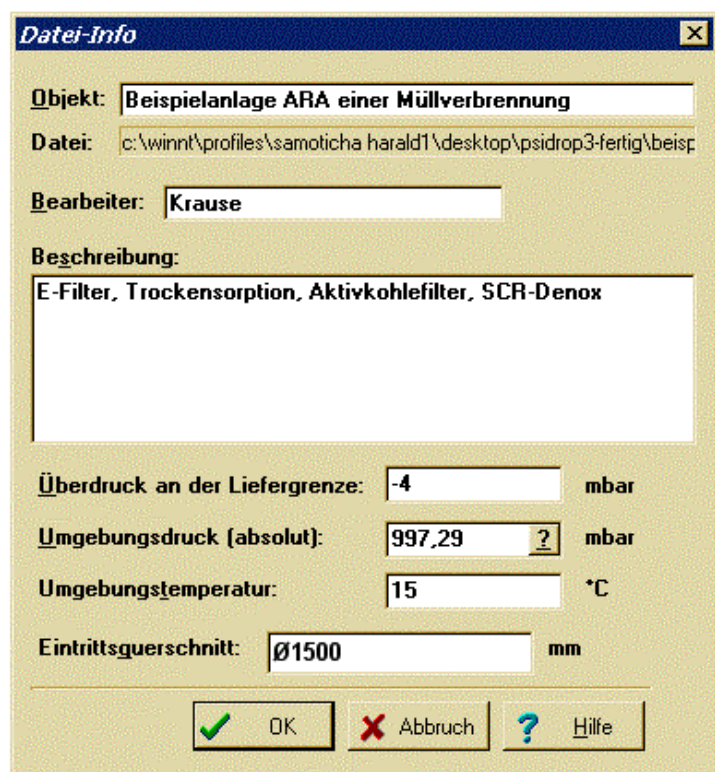


Abbildung 1 Dialog „Datei-Info“

Name des Objektes, des Benutzers und die Beschreibung erscheinen auf den Ausdrucken. Die restlichen Angaben dienen der Berechnung.

**Überdruck an der Liefergrenze** ist der statische Druck, des Gases an dieser Stelle, wo die Berechnung beginnt, z.B. die Liefergrenze Ihrer Anlage. Eingegeben wird die Druckdifferenz zur Umgebung, so daß Unterdruck als negative Zahl eingegeben wird.

**Umgebungsdruck (absolut)** wird gebraucht um den Verlauf von statischem Druck entlang der Berechnungslinie zu betrachten. Ist dieser Druck nicht bekannt, kann er mit Hilfe der „hydrostatischen Höhenformel“ berechnet werden. Benutzen Sie dazu den Button mit Fragezeichen.

**Umgebungstemperatur** wird für die Höhendifferenzen gebraucht.

**Eintrittsquerschnitt** beschreibt Querschnitt, an der Stelle wo die Berechnung beginnt (Liefergrenze).

Nachdem alle nötigen Angaben gemacht sind beenden Sie den Dialog mit der **OK**-Taste.

### 3.1.4 Dialog „Abschnittsdefinition“

Als nächstes wird die erste Abschnittsdefinition erzeugt. Erscheint der Dialog:

**Definition eines Abschnitts**

Abschnitt: Nach Trockner bis Wärmetauscher 1

Gasdaten am Austritt:  unverändert

Normvolumenstrom ft.: 110000 Nm<sup>3</sup>/h

Temperatur: 170 °C

Zusammensetzung

Sauerstoff:	5	Vol.-%
Kohlendioxid:	8	Vol.-%
Wasser:	12	Vol.-%

Laden

OK  
Abbruch  
Hilfe

Abbildung 2 Dialog zur Definition eines Abschnitts

Folgende Daten werden eingegeben:

**Abschnitt.** Die Abschnitte werden beliebig benannt. Als Name eines Abschnitts können Zeichenketten bis zu 35 Zeichen benutzt werden.

**Gasdaten am Austritt – unverändert** Dieser Schalter zeigt an, ob die Daten hinter der Abschnittsdefinition eingegeben werden sollen. Im Ersten Abschnitt in der Datei müssen sie eingegeben werden.

**Volumenstrom** wird im Normzustand feucht eingegeben.

**Temperatur** des Gases.

**Zusammensetzung** wird in Volumenprozenten feucht eingegeben. Der Anteil von Stickstoff wird automatisch ermittelt.

Nachdem alle Daten eingegeben sind, bestätigen Sie sie mit **OK**.

## 3.2 Editieren der Kanalstrecke

Eines der Modi des Programms ist Editiermodus. In einem Referenzlastfall werden alle Daten eingegeben, die für eine Berechnung notwendig sind. Unter anderem die Konfiguration des Kanalsystems, d.h. eine Beschreibung der Elemente, aus denen sich ein Kanalsystem zusammensetzt und ihre Reihenfolge.

### 3.2.1 Beschreibung der Arbeitsoberfläche

Das Programm im Editormodus sieht so aus:

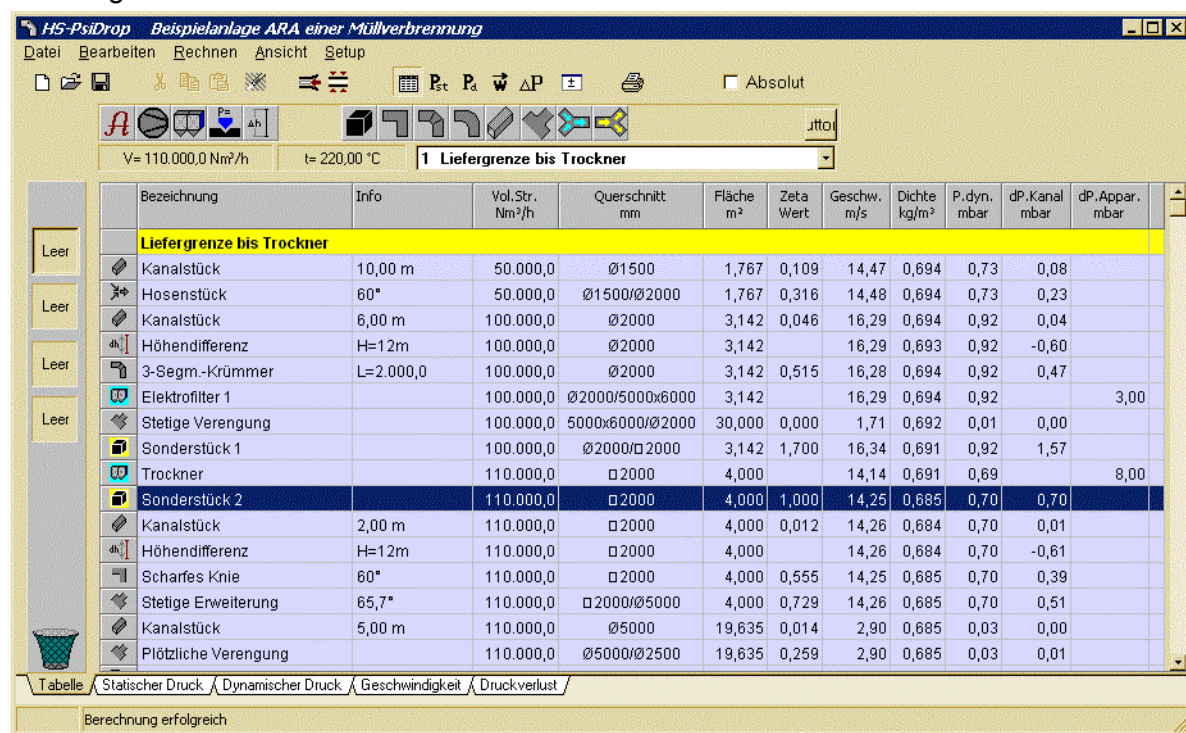







Abbildung 3 Hauptfenster im Definitivlastfall (Editieren)

In der Menüzeile wird das Menü **Bearbeiten** aktiv. Darunter befindet sich eine Toolbar. Die Buttons an der rechten Seite haben die folgende Bedeutung:

-  Ausschneiden
-  Kopieren
-  Einfügen
-  Löschen
-  Leere Zeile einfügen
-  Leere Zeilen entfernen

Unter der Toolbar befindet sich eine Galerie mit Elementen die in Kanalsystemen vorkommen.





Abbildung 4 Galerie der Kanalelemente

Diese Symbole stellen folgendes dar (von links nach rechts):

- Abschnittsdefinition
  - Gebläse
  - Apparat
  - Festpunkt
  - Höhendifferenz
- weiter folgen Elemente die über  $\zeta$ -Werte berechnet werden:
- Black Box
  - Knie
  - Segmentkrümmer
  - Bogen
  - Kanalstück
  - Erweiterung/Verengung
  - Mischstelle
  - Abzweigstelle

Direkt oberhalb der Tabelle befinden sich Informationen zu dem aktuell markierten Element. An der linken Seite der Volumenstrom in  $\text{Nm}^3/\text{h}$ , weiter die Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$ . An der rechten Seite befindet sich eine Combobox mit allen Abschnittsdefinitionen. Mit Hilfe der Combobox können Sie zwischen den Abschnitten navigieren.

Am linken Rand des Fensters befinden sich 4 Ablageflächen für die Elemente. Sie erfüllen die Aufgabe der Zwischenablage(n). In alle diese Ablagen können Elemente von der Tabelle mit der Maus transportiert werden.

Die erste Ablage ist zudem per Menübefehle **Ausschneiden**, **Kopieren** und **Einfügen** zugänglich (vom Menü **Bearbeiten** oder von der Toolbar). Von den Ablageflächen können die früher abgelegten Elemente wieder in die Tabelle getragen werden (an einer anderen Stelle). Merken Sie sich bitte, das Drag-Drop (Bewegen des Elements mit der Maus):

- bei gehaltenen Strg-Taste als Kopieren funktioniert (Quelle bleibt bestehen),
- sonst als Verschieben (Element erscheint an neuer Stelle)

In der linken unteren Ecke befindet sich ein Abfallkorb. Elemente aus der Tabelle oder aus den Ablagen können dort vernichtet (gelöscht) werden.

## 3.2.2 Aufnahme neuer Elemente

Um die Elemente in die Kanalkonfiguration aufzunehmen zieht man sie mit der Maus von der Galerie an die entsprechende Stelle der Tabelle (Drag-Drop Technik). Nachdem ein Element dorthin transportiert wurde, öffnet sich ein Dialogfenster in dem die Eigenschaften des Elements abgefragt werden. Je nach dem, welche Elemente das sind, werden es unterschiedliche Dialoge sein. Z.B. will man eine neue Abschnittsdefinition eingeben, wird ein Dialog erscheinen wie unter Abbildung 2 dargestellt.



Für die Definition eines Gebläses ist nur die Angabe der Bezeichnung und des Austrittsquerschnitts notwendig.

Der Querschnitt am Austritt ermöglicht die Bestimmung des dynamischen Druckes hinter dem Gebläse. Das Gebläse verursacht eine Temperaturerhöhung des Gases. Diese ist desto größer, je höher das Gas verdichtet wird, und je niedriger der Wirkungsgrad des Gebläses ist. Ein Gebläse kann die Temperaturerhöhung automatisch berücksichtigen. Markieren Sie dazu **Temperaturerhöhung automatisch rechnen** und geben Sie den **Wirkungsgrad** ein.

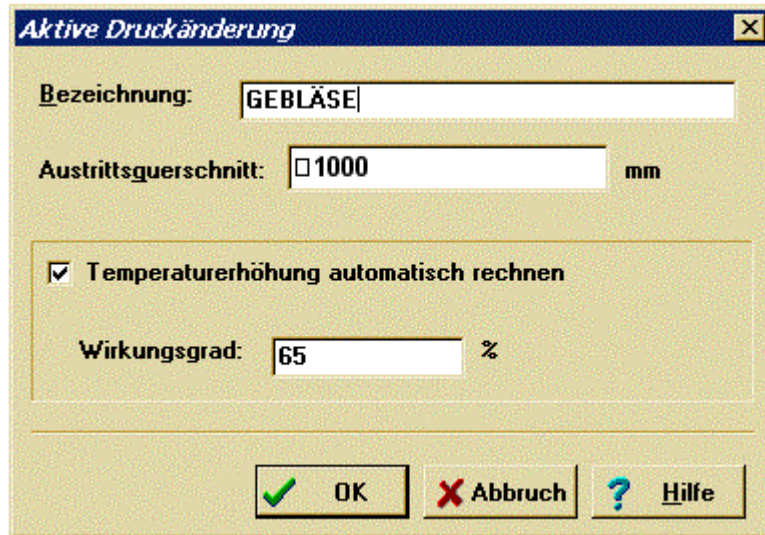


Abbildung 5 Gebläsedefinition

Nach der Eingabe eines neuen Gebläses können die darunterliegenden Elemente nicht berechnet werden, weil ein hinter dem Gebläse liegender Festpunkt fehlt. So erzeugen Sie auch einen Festpunkt hinter dem Gebläse (nicht unbedingt direkt danach) damit Sie weitere Elemente eingeben können. Zwischen dem Gebläse und dem Festpunkt können Sie dann weitere Elemente einfügen.



Um ein Apparat einzugeben (oder eine andere beliebige Komponente, deren Druckverlust bekannt ist, und nicht über  $\zeta$ -Wert berechnet wird) gibt man folgende Daten ein:

Beim Editieren des Kanalsystems bezieht sich der **Druckverlust** auf den aktuellen Definitionslastfall. Es ist daher von Bedeutung, als Definitionslastfall einen Lastfall zu wählen, in dem Druckverluste aller Apparate bekannt sind.

Die **Potenz** sagt aus, wie sich die Komponente verhält, wenn der Volumenstrom des Gases geändert wird. In den meisten Apparaten herrscht turbulente Strömung; dann wird meistens Potenz von 2 benutzt (quadratische Abhängigkeit des Druckverlustes vom Lastfall). In Apparaten mit laminarer Strömung ist die Abhängigkeit linear (Potenz = 1). Soll der Druckverlust in verschiedenen Lastfällen konstant bleiben (z.B. bei Regelung auf Druckverlust) ist Potenz = 0 zu setzen.

Die Gasdaten ändern sich in den Apparaten meistens. Geben Sie dann die Daten des Gases am Austritt aus dem Apparat ein.

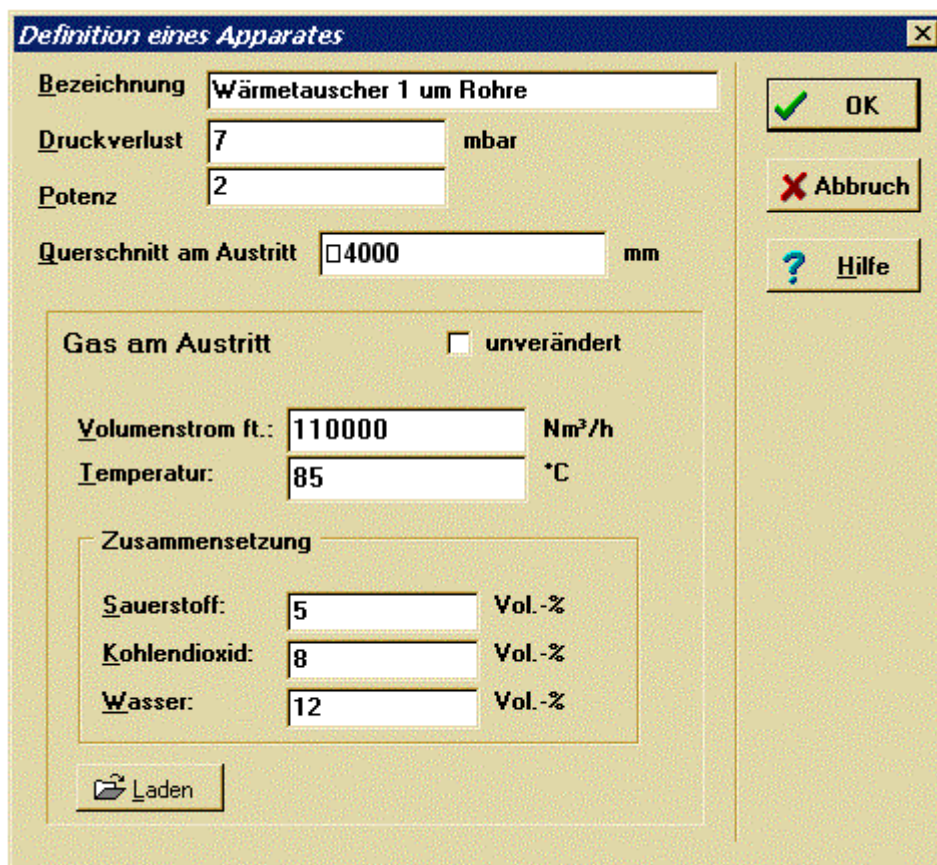


Abbildung 6 Definition eines Apparates



Um ein Festpunkt einzugeben ist nur die Angabe des gewünschten statischen (Über-) Druckes an dieser Stelle notwendig.



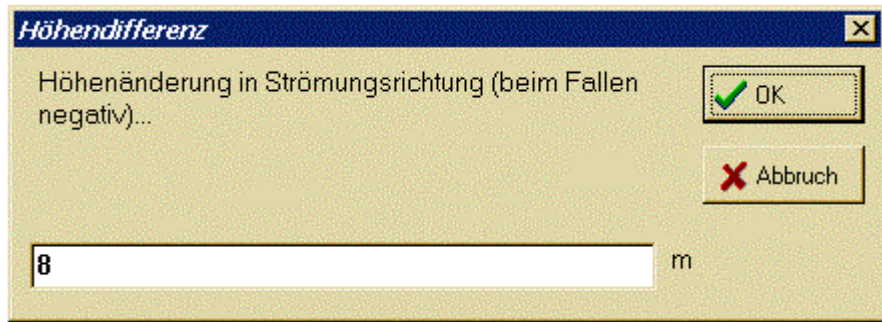
Abbildung 7 Definition eines Festpunktes



Um eine Höhenänderung zu definieren, geben Sie die Höhedifferenz ein.

Ein Element „Höhendifferenz“ berücksichtigt den hydrostatischen Druck, der sich bei unterschiedlichen Dichten des Gases im Kanalsystem und der Umgebungsluft ergibt. Das ist ähnlich wie „Festpunkt“ kein physikalisch existentes Element. Das dazugehörige z.B. Kanalstück muß explizit eingegeben werden. So sollten senkrechte Kanalstücke mit heißen Gasen durch das Elementepaar „Kanal + Höhedifferenz“ repräsentiert werden. Bei fallenden Kanalstücken ist die Höhedifferenz negativ einzugeben.





Höhendifferenz

Höhenänderung in Strömungsrichtung (beim Fallen negativ)...

OK

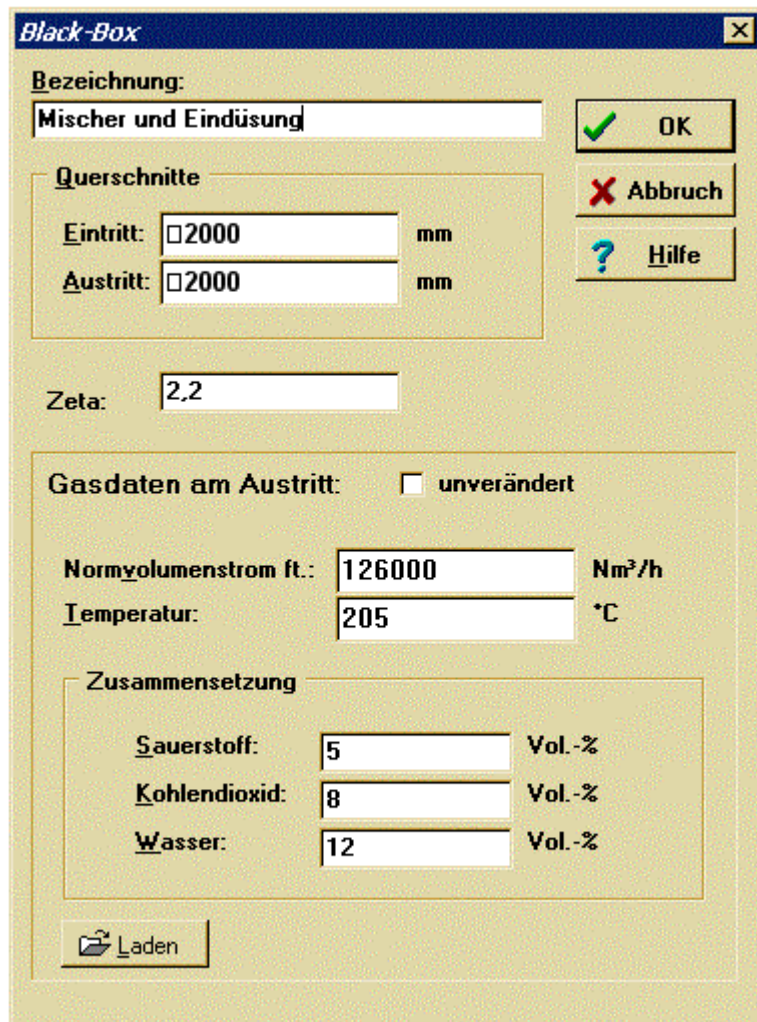
Abbruch

8 m

Abbildung 8 Eingabe der Höhendifferenz



Wegen der Flexibilität, die eine Black Box auszeichnet, sind relativ viele Angaben zu machen.



Black-Box

Bezeichnung: Mischer und Eindüsung

OK

Abbruch

Hilfe

Querschnitte

Eintritt: 2000 mm

Austritt: 2000 mm

Zeta: 2.2

Gasdaten am Austritt:  unverändert

Normvolumenstrom ft.: 126000 Nm<sup>3</sup>/h

Temperatur: 205 °C

Zusammensetzung

Sauerstoff: 5 Vol.-%

Kohlendioxid: 8 Vol.-%

Wasser: 12 Vol.-%

Laden

Abbildung 9 Definition einer Blackbox

Außer der Bezeichnung wird folgendes definiert:

**Querschnitte** können am Eintritt und Austritt unterschiedlich sein.

**Zeta**, der  $\zeta$ -Wert der Blackbox muß vom Anwender definiert werden, das Programm weiß ja nicht um welches Kanalelement es sich handelt.

## HS-PsiDrop Benutzerhandbuch

Wegen der Möglichkeit, daß sich im diesem Element die Gasdaten ändern (z.B. T-Stück mit Zufluß) können die Gasdaten neu definiert werden. Falls sie sich nicht ändern, setzen Sie die Option **Gasdaten am Austritt unverändert**. Ansonsten geben Sie die Gasdaten am Austritt der Blackbox ein.

Die restlichen Kanalelemente die über  $\zeta$ -Werte berechnet werden, benutzen einen gemeinsamen Dialog zur Eingabe der Daten und Ermittlung des  $\zeta$ -Wertes. Am oberen Rand des Dialogfensters befinden sich Symbole der zur Verfügung stehenden Arten der ausgewählten Klasse. Im Bild: 8 Arten von Segmentkrümmern. Wählen Sie durch Klicken die entsprechende Art. Daraufhin erscheint das große Bild links und die Kurzbeschreibung (hier „3-Segment-Krümmern“). Unter der Kurzbeschreibung erscheinen Fragen, die für diese Art relevant sind. Auf dem Bild werden sie noch erläutert.

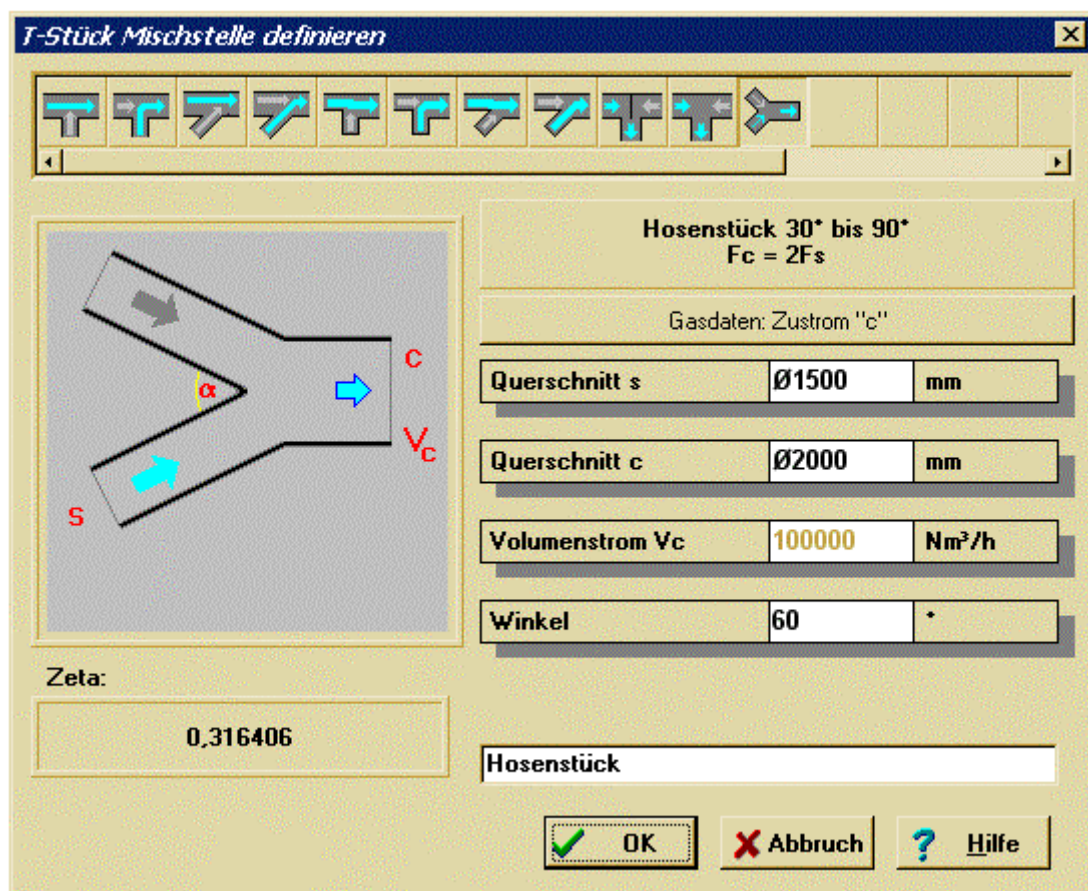


Abbildung 10 Eingabe eines  $\zeta$ -Wert-Elements

Manche Arten von Elementen benötigen die Eingabe von Querschnitten. Dann ist der Hintergrund der Textbox hellblau (3.1).

Nachdem alle Fragen beantwortet sind, erscheint der  $\zeta$ -Wert. Bei manchen Daten ist es nicht möglich den  $\zeta$ -Wert zu ermitteln. Ursache dafür können widersprüchliche Angaben sein. Es ist auch möglich, daß die Berechnungsmethode in einem bestimmten Bereich von Parametern gültig ist, und die Gültigkeitsgrenzen überschritten wurden. Dann bekommen Sie statt des  $\zeta$ -Wertes eine Fehlermeldung. Es ist nicht möglich den Dialog ohne einen gültigen  $\zeta$ -Wert zu beenden. Falls Sie kein Erfolg damit haben, müssen Sie eine Black Box benutzen und den  $\zeta$ -Wert selbst berechnen oder schätzen.

Die Bezeichnung des Elements wird vorbelegt, Sie können sie jedoch ändern.



### 3.2.3 Die Kanalkonfiguration ändern

Alle Elemente können nachträglich geändert, verschoben, gelöscht oder dupliziert werden. Neue Elemente können zwischen die bestehenden eingefügt werden.


#### Element ändern:

Um ein Element zu ändern können Sie:

1. Mit den Kursortasten die entsprechende Zeile markieren, dann **Enter** drücken.
2. Auf die Zeile mit dem Element doppelklicken.


#### Element löschen:

Markieren Sie die entsprechende Zeile. Dann:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Tabelle. In dem erscheinenden Pop-up-Menü wählen Sie **Löschen**.
2. Wählen Sie **Löschen** aus dem **Bearbeiten** Menü.
3. Ziehen Sie das Element mit der Maus auf den Korb-Symbol.
4. Klicken Sie die Schaltfläche  (Löschen).


#### Element kopieren:

Markieren Sie die entsprechende Zeile. Dann:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Tabelle. In dem erscheinenden Pop-up-Menü wählen Sie **Kopieren**\*
2. Wählen Sie **Kopieren** aus dem **Bearbeiten** Menü\*.
3. Ziehen Sie das Element mit der Maus auf eine Ablagefläche. Drücken Sie dabei die **Strg**-Taste.
4. Klicken Sie die Schaltfläche  (Kopieren)\*.


#### Element ausschneiden:

Markieren Sie die entsprechende Zeile. Dann:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Tabelle. In dem erscheinenden Pop-up-Menü wählen Sie **Ausschneiden**\*
2. Wählen Sie **Ausschneiden** aus dem **Bearbeiten** Menü\*.
3. Ziehen Sie den Element mit der Maus auf eine Ablagefläche.
4. Klicken Sie die Schaltfläche  (Ausschneiden)\*.

#### Element einfügen:

Markieren Sie die entsprechende Zeile. Dann:


1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Tabelle. In dem erscheinenden Pop-up-Menü wählen Sie **Einfügen**\*
2. Wählen Sie **Einfügen** aus dem **Bearbeiten** Menü\*.
3. Ziehen Sie das Element mit der Maus von der Ablagefläche in die gewünschte Zeile der Tabelle.
4. Klicken Sie die Schaltfläche  (Einfügen)\*.

---

\* Bei den Operationen Kopieren, Ausschneiden, Einfügen, die von den Menü's oder mit der Toolbar gestartet werden, wird immer die erste Ablagefläche benutzt. Mit der Drag-Drop Technik können Sie alle 4 Ablageflächen benutzen

## Leere Zeile einfügen:

Wollen Sie ein Element zwischen zwei bestehende einfügen, können Sie Platz dazu schaffen indem Sie eine Zeile markieren und:

1. Menübefehl **Bearbeiten / Zeile einfügen** aufrufen.
2. Klicken auf die Schaltfläche  (Leere Zeile einfügen).

Danach werden leere Zeilen oberhalb und unterhalb der markierten Zeile eingefügt.

## Alle leeren Zeilen entfernen:

Klicken auf die Schaltfläche  (Leere Zeilen entfernen).

Nach jeder Änderung der Daten der Elemente erfolgt der Versuch, die Druckverluste zu berechnen. Falls die Datei keine Fehler aufweist, erscheinen alle Elemente in der Tabelle schwarz und die Ergebnisse werden angezeigt. Passiert jedoch ein Fehler in einem Element, wird dieses rot dargestellt, so wie auch alle Elemente darunter. In der Statuszeile wird ein Hinweis erscheinen, welcher Fehler eingetreten ist.

Mögliche Fehler sind:

1.  $\zeta$ -Werte von nicht allen Elementen bekannt sind (kann z.B. passieren, wenn sich die Gasdaten nachträglich geändert haben).
2. Die Querschnitte von nachfolgenden Elementen nicht zueinander passen
3. Festpunkte und Gebläse wechseln sich nicht ab, d.h. kommen zwei Gebläse vor ohne Festpunkt dazwischen, oder zwei Festpunkte ohne Gebläse dazwischen.
4. Zwischen einem Gebläse und dem Ende der Datei befindet sich kein Festpunkt.

Sollte ein Fehler entdeckt werden, bekommen Sie die entsprechende Meldung. Die Datei kann gespeichert werden, aber eine Berechnung ist nicht möglich.

### **3.3 Druckverluste berechnen**

Nachdem eine Kanalkonfiguration eingegeben oder geladen wurde und kein Fehler eingetreten ist, erfolgt die Berechnung des Definitionslastfalls. Dann können Sie die Ergebnisse betrachten oder drucken. Zu den verschiedenen Darstellungen der Ergebnisse gelangen Sie über Menü **Ansicht** oder durch Klicken auf die entsprechenden Laschen am unteren Rand des Hauptfensters bzw. mit Hilfe der Buttons in der Toolbar. Dann ist auch das Menü **Rechnen** aktiviert.

Wollen Sie einen anderen Lastfall als der Definitionslastfall rechnen, wählen Sie den Menübefehl **Rechnen / Lastfall**. Daraufhin erscheint ein Dialogfenster zur Auswahl des Lastfalls für die Berechnung. Wählen Sie den gewünschten Lastfall aus der Combobox **Bezeichnung**. Im Fenster **Info** erscheint dann eine Beschreibung des Lastfalls (falls eine eingegeben wurde). Wollen Sie einen neuen Lastfall definieren, Klicken Sie auf **Neu**.



Abbildung 11 Auswahl eines Lastfalls

Der **Überdruck an der Übernahmestelle** ist Lastfallabhängig. Hier können Sie den Druck eingeben. Bei Unterdruck – als negative Zahl.

**Umgebungstemperatur** ist für Berechnung des hydrostatischen Druckes (z. B. des Kaminzuges) notwendig. Falls die Kanalkonfiguration kein Element des Typs „Höhendifferenz“ enthält, ist diese Angabe ohne praktische Bedeutung – muß jedoch gemacht werden.

Beenden Sie den Dialog mit **OK**. Für den Definitionslastfall wird die Berechnung gleich durchgeführt. Für alle andern Lastfälle erwartet das Programm noch einige Angaben bzw. Bestätigungen. Die Tabelle ändert das Aussehen.

Elemente, die keine Aktualisierung erfordern, werden grau dargestellt (oder rot, falls deren Berechnung noch nicht erfolgen kann) und sind nicht editierbar.

Die Elemente des Gasweges, deren Daten vom Lastfall abhängig sind, erhalten in der rechten Spalte eine rote Markierung mit dem Text „EDIT“. Editieren Sie diese Elemente. Man muß sich dabei strikt von oben nach unten durcharbeiten. Je nach Art des Elementes erscheinen entsprechende Dialoge.

Für eine Abschnittsdefinition erscheint der gleiche Dialog wie bei Neudefinition (siehe Abbildung 2 Dialog zur Definition eines Abschnitts). In diesem Dialog ist nur die Neueingabe der Bezeichnung gesperrt.

Ein Apparat erfordert die Eingabe des neuen Druckverlustes und der Gasdaten am Austritt. Erscheint der bekannte Dialog zur Definition eines Apparates (Abbildung 6 Seite 9). Dabei wird man vom Programm insofern unterstützt, daß durch Betätigen des jetzt hinzukommenden Buttons **Vorschlag** eine automatische Umrechnung auf den neuen Lastfall erfolgt.

# HS-PsiDrop Benutzerhandbuch

HS-PsiDrop Beispielanlage ARA einer Müllverbrennung

Datei Bearbeiten Rechnen Ansicht Setup

Leer Leer Leer Leer

Lastfall 2

V= 100.000,0 Nm³/h t= 220,0 °C 1 Liefergrenze bis Trockner

Bezeichnung	Info	Vol.Str. Nm³/h	Querschnitt mm	Fläche m²	Zeta Wert	Geschw. m/s	Dichte kg/m³	P.dyn. mbar	dP.Kanal mbar	dP.Appar. mbar	
<b>Liefergrenze bis Trockner</b>											
Kanalstück	10,00 m	25.000,0	Ø1500	1,767	0,113	7,22	0,695	0,18	0,02		OK
Hosenstück	60°	25.000,0	Ø1500/Ø2000	1,767	-0,643	7,22	0,695	0,18	-0,12		OK
Kanalstück	6,00 m	50.000,0	Ø2000	3,142	0,048	8,13	0,695	0,23	0,01		
Höhendifferenz	H=12m	50.000,0	Ø2000	3,142		8,13	0,695	0,23	-0,57		
3-Segm.-Krümmer	L=2.000,0	50.000,0	Ø2000	3,142	0,515	8,12	0,696	0,23	0,12		
Elektrofilter 1		50.000,0	Ø2000/5000x6000	3,142							Edit
Stetige Verengung		100.000,0	5000x6000/Ø2000	30,000	?						
Sonderstück 1		100.000,0	Ø2000/Ø2000	3,142	?						Edit
Trockner		110.000,0	Ø2000	4,000							Edit
Sonderstück 2		110.000,0	Ø2000	4,000	?						
Kanalstück	2,00 m	110.000,0	Ø2000	4,000	?						
Höhendifferenz	H=12m	110.000,0	Ø2000	4,000					?		
Scharfes Knie	60°	110.000,0	Ø2000	4,000	?						
Stetige Erweiterung	65,7°	110.000,0	Ø2000/Ø5000	4,000	?						
Kanalstück	5,00 m	110.000,0	Ø5000	19,635	?						
Plötzliche Verengung		110.000,0	Ø5000/Ø2500	19,635	?						
Bogen 90°	R=3.750,0 mm	110.000,0	Ø2500	4,909	?						
<b>Nach Trockner bis Wärmetauscher 1</b>											
Stetige Verengung		110.000,0	Ø2500/Ø2000	4,909	?						
Kanalstück	8,00 m	110.000,0	Ø2000	3,142	?						
Stetige Erweiterung	45,5°	110.000,0	Ø2000/Ø4000	3,142	?						

Tabelle Statischer Druck Dynamischer Druck Geschwindigkeit Druckverlust

Abbildung 12 Hauptfenster im Benutzerdefiniertem Lastfall

Der Zu- oder Abflußstrom in einem T-Stück kann sich ebenfalls lastfallabhängig ändern. Um die Änderungen zu erfassen erscheint ein spezieller Dialog:

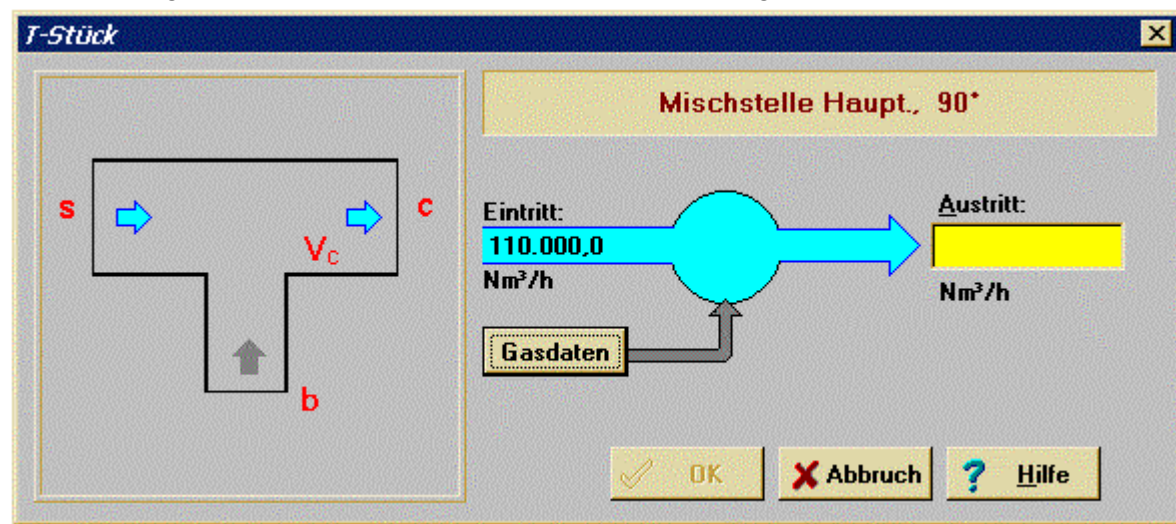


Abbildung 13 Aktualisierung des Nebenstroms

An der linken Seite sieht man die Art des T-Stücks. An der rechten wird die Eingabe gemacht. Beim Zustrom geben Sie die Gasdaten des Zustroms ein. Bei Teilung geben Sie nur den Volumenstrom am Austritt ein.

Während der Berechnung werden die  $\zeta$ -Werte neu ermittelt. Es kann dabei vorkommen, daß kein gültiger Wert entsteht. Zum Beispiel kann das Verhältnis von Haupt- und Zustrom in einem T-Stück den Gültigkeitsbereich verlassen, oder die Reynolds-Zahl das Minimum für turbulente Strömung unterschreiten usw. In einem solchen Fall gibt das Programm eine

Meldung aus. Die Berechnung wird fortgeführt – als  $\zeta$ -Wert wird dabei der Wert im Definitionslastfall benutzt.

## 3.4 Darstellung der Ergebnisse

Hier wird gezeigt wie die Ergebnisse dargestellt und gedruckt werden können.

### 3.4.1 Tabelle

Bereits beim Editieren wird die Berechnung durchgeführt und in der Tabelle angezeigt. Die Ergebnisse sind gültig, wenn die Zeilen nicht rot dargestellt sind.

Die Toolbar gibt Zugang zu den verschiedenen Darstellungen der Ergebnisse und zum Drucken. Zum einen können alle Zahlen als Tabelle betrachtet werden. Einzelne Spalten können ausgeblendet werden. Rufen Sie durch klicken mit der rechten Maustaste ein Pop-up-Menü und markieren Sie die Spalten nach belieben. Neben den Buttons befindet sich eine Check-box. Wenn sie aktiviert ist, wird der statische Druck in den letzten beiden Spalten absolut und nicht relativ zur Umgebung ausgegeben.

### 3.4.2 Statischer Druck

Der statische Druck, der für die mechanische Auslegung der Kanäle maßgebend ist, wird hier in Form von Balken dargestellt. Die Farbe der Balken ist für Unterdruck violett, für Überdruck blau. Ist ein Balken lang genug, wird noch die Richtung der Änderung mit einer Pfeilspitze angedeutet. Wundern Sie sich nicht über die Anzahl der Elemente, die eine Druckerhöhung verursachen – eine Verlangsamung der Strömung hat meistens diesen Effekt.

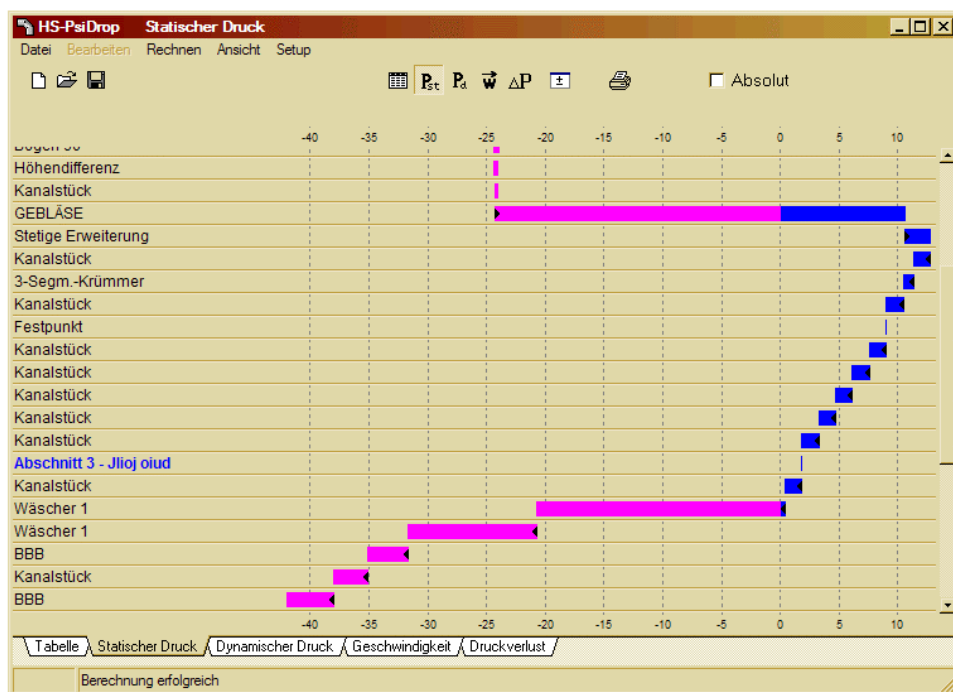


Abbildung 14 Verlauf des statischen Druckes

## 3.4.3 Dynamischer Druck und Geschwindigkeit

Der Verlauf der beiden Grafen sieht ähnlich aus.

## 3.4.4 Druckverlust

Um die Elemente zu finden, die die größten Druckverluste erzeugen, schalten Sie die Ansicht „Druckverlust“.

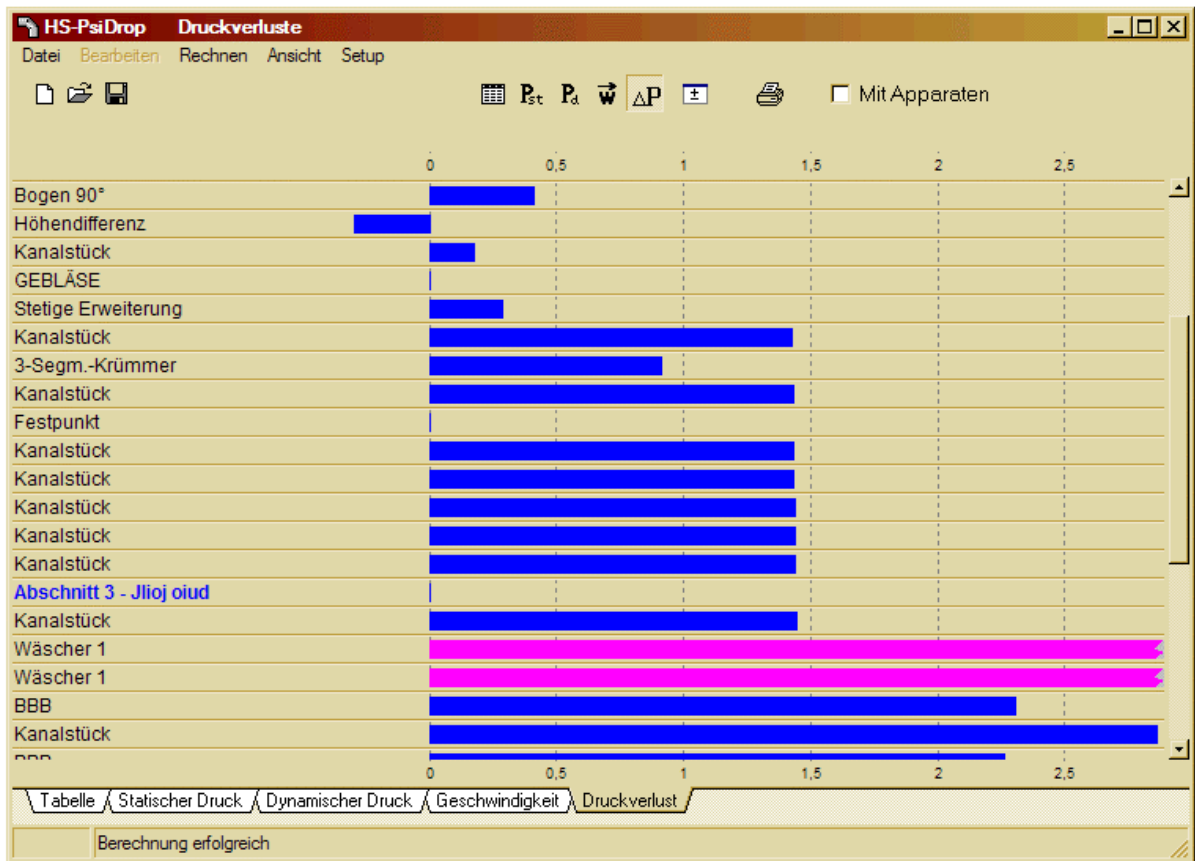


Abbildung 15 Vergleich der Druckverluste

Es wird zwischen Apparaten und Kanalstücken unterschieden. Die Apparate werden violett dargestellt. Relevant sind meistens die Kanalelemente. Hier können Sie die schlimmsten Hindernisse im Kanalsystem finden.

## 3.4.5 Bilanz

Hier sind die Druckverluste nach Abschnitten aufgestellt. Die Apparate und die Kanalstücke sind getrennt aufgeführt.

Auf der anderen Seite werden die Druckerhöhungen in Gebläsen analysiert.



## 4 Diskussion der Genauigkeiten

Die Druckverlustberechnung ist immer noch eher Kunst als Wissenschaft. Klar, daß sie auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basiert, aber Zahlen, die dabei entstehen sind immer mit Fehlern behaftet. Vor allen in so komplexen Gebilden, wie Kanalsysteme für Gase ist der Spielraum für Interpretationen groß. Was resultiert daraus?

1. Das hier beschriebene Programm kann das Ingenieurwissen nicht ersetzen. Es soll eine Hilfe und Entlastung für einen erfahrenen Benutzer sein.
2. Die Ergebnisse müssen mit der gleichen Vorsicht betrachtet werden, als wenn sie bei einer Berechnung „per Hand“ gemacht würden.
3. Die Berechnungsmethoden stammen aus verschiedenen Quellen, die meisten jedoch aus „Handbook of hydraulic resistance“ von I.E.Idelchik. Dieses Buch ist eine sehr wertvolle Quelle, aber leider schlecht aufgelegt. Fehler, wie sich widersprechende Formeln, Verweise auf nicht existente Tabellen, fehlende Indizes usw. sind dort oft anzutreffen. Ich habe mir die Mühe gemacht solche Patzer in dem Programm zu bereinigen und hoffe, daß meine Interpretation richtig war.

## 5 Einheitensystem

Das Programm ermöglicht das Arbeiten sowohl unter dem Internationalen Einheitensystem SI, wie auch die Verwendung eines anderen, frei konfigurierbaren Einheitensystems. Es ist möglich während der Arbeit zwischen diesen Systemen umzuschalten.

### **WAR N U N G !**

Das alternative Einheitensystem ist benutzerdefiniert, deswegen:

**Der Benutzer ist selbst für die Korrektheit der Umrechnungsfaktoren verantwortlich!!**

Dies betrifft gleichermaßen die gleich nach der Installation vorhandene Umrechnungsdefinitionen. Der Benutzer ist verpflichtet sie auf die Korrektheit zu überprüfen, bevor er anfängt sie zu benutzen!

Insbesondere ist der Volumenstrom in verschiedenen Einheitensystemen unterschiedlich definiert, weswegen die Umrechnung auf SI-Standard (0°C, Meeresspiegel) kann unterschiedlich sein.

Die Umrechnungsdefinitionen werden gemeinsam von allen Programmen verwendet. So können sie definiert werden:

Wählen Sie Menü Setup/International... das den Dialog mit Einstellungen startet. Hier kann man die Sprache und das Einheitensystem auswählen. Um das alternative Systems zu ändern, drücken Sie **Edit...** Erscheint die Tabelle mit Umrechnungsdefinitionen:

# HS-PsiDrop Benutzerhandbuch

Größe	SI	Alternative	Faktor	Offset	Gen.SI	Gen.Alt.	Inv.
Temperatur	°C	°F	1,8	32	2	2	.FALSE.
Druck hoch	bar	psi	14,50377	0	2	2	.FALSE.
Druck niedrig	mbar	torr	0,750062	0	2	2	.FALSE.
Länge groß	m	ft	3,28084	0	3	2	.FALSE.
Länge klein	mm	inch	0,0393701	0	1	2	.FALSE.
Länge sehr klein	µm	micron	1	0	1	1	.FALSE.
Masse sehr klein	mg	mg	1	0	1	1	.FALSE.
Masse klein	g	g	1	0	1	1	.FALSE.
Masse	kg	lbs	2,204623	0	1	1	.FALSE.
Fläche	m²	ft²	10,76391	0	3	2	.FALSE.
Massenstrom	kg/h	lbs/hr.	2,204623	0	1	1	.FALSE.
Dichte (CFR0-Units)	kg/m³	lbs/ft³	0,062428	0	1	1	.FALSE.

Abbildung 16 Liste der Umrechnungen

Nachdem Eine Umrechnung markiert wurde, kann sie durch Drücken auf **Editieren...** geändert werden..

**Umrechnung definieren**
✕

## Temperatur

SI-System

Alternative

OK  
 Abbruch

**Faktor**

1 °C =  °F

Offset

Umkehren

**Stellen hinter Komma**

SI  Alternative:

**Test**

°C = 33,80 °F

°F = -17,22 °C

Abbildung 17 Definieren einer Umrechnung

Dieser Beispiel zeigt die Definition der Umrechnung der Temperatur zwischen "°C" und "°F". Im unteren Bereich kann die Definition getestet werden und die gewünschte Anzahl der Nachkommastellen wird eingestellt.



## 6 Lizenzvertrag

### Umfang der Benutzung

Das Programm darf innerhalb der Firma an beliebigen Anzahl von Computern benutzt werden. Eine Installation in Netzwerken, sowie die gleichzeitige Installation auf mehreren Computern dieser Firma ist erlaubt. Die Anzahl gleichzeitig benutzten Lizenzen wird durch Erwerb von Dongles geregelt.

### Gegenstand des Vertrages

Das Programm ist im Sinne des Urheberrechts ein Werk, das urheberrechtlich geschützt ist. Die Rechte an dem Programm liegen bei "Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik". Ein in dem Programm vorhandener Urhebervermerk darf nicht entfernt oder verändert werden. Gegenstand des Vertrages ist das auf dem Datenträger aufgezeichnete Computerprogramm, die Programmbeschreibung sowie sonstiges zugehöriges schriftliches Material. Nachfolgend wird dieses "Software" genannt.

### Besondere Beschränkungen

Dem Lizenznehmer ist untersagt, ohne vorherige schriftliche Einwilligung von "Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" die Software an einen Dritten zu übergeben oder Dritten sonstwie zugänglich zu machen.

### Rechte

Der Lizenznehmer erhält mit dem Erwerb des Produktes nur Eigentum an dem körperlichen Datenträger, den dazugehörigen Dongles und das Nutzungsrecht an der Software. Ein Erwerb von weiteren Rechten an der Software selbst ist damit nicht verbunden.

### Vervielfältigung

Die Software und das zugehörige Schriftmaterial sind urheberrechtlich geschützt. Das anlegen von einzelnen Kopien zu Sicherungszwecken ist erlaubt. Es ist nicht gestattet, die Software ganz oder teilweise zu vervielfältigen und zu verteilen.

### Schadensersatz bei Vertragsverletzung

"Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" macht den Lizenznehmer darauf aufmerksam, daß er für alle Schäden aufgrund von Urheberrechtsverletzungen haftet, die dem "Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" aus einer Verletzung der Vertragsbedingungen entstehen.

### Gewährleistung und Haftung

"Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" weist darauf hin, daß es nach dem Stand der Technik nicht möglich ist, Computer-Software so zu erstellen, daß sie in allen Anwendungen und Kombinationen fehlerfrei arbeitet. Wird ein gravierender Fehler in dem Programm entdeckt und nicht innerhalb einer angemessenen Frist durch eine Ersatzlieferung behoben, so kann der Erwerber das Rückgängigmachen des Vertrages verlangen. Aus diesen Gründen übernimmt das "Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" keinerlei Garantien für die Verwendungsfähigkeit des Programms zu irgendeinem bestimmten Zweck. Für direkte, indirekte, verursachte oder gefolgte Schäden, die durch die Verwendung dieses Programms entstehen können, wird keine Haftung übernommen.

### Änderungen und Aktualisierungen

"Ingenieurbüro Samoticha für Verfahrenstechnik" ist berechtigt, aber nicht verpflichtet, Aktualisierungen der Software zu erstellen und somit einen aktuellen Stand der gelieferten Software zu gewährleisten. Das Ingenieurbüro wird sich bemühen die Software solange aktuell zu halten, als ihm dies wirtschaftlich zumutbar erscheint.