

Druckverlust Version 3.0 für Windows 95

(c) 08.1996

Software-Factory

Norbert Schmitz
Am Mönchhof 7a
D-67105 Schifferstadt
Tel.u.Fax: 06235 / 82187

E-Mail: 101515.407@compuserve.com

Allgemeines

Fachliche Information

Kurzanleitung

Schaltflächen

Menü Datei

Menü Bearbeiten

Menü Tabelle

Menü Fördermedium

Menü Berechnen

Menü Extras

Literaturquellen

Haftung/Copyright

Allgemeines

Druckverlust Version 3.0 für Windows berechnet, durch Reibung verursachte Druckverluste, von strömenden Flüssigkeiten und Gasen in Rohrleitungen.

Zusätzlich können auch Druckabfälle durch geodätische Höhe (Rohrleitung verläuft nach oben) berechnet werden.

Außer den Druckverlusten in einfachen Rohrleitungen können auch Druckverluste bedingt durch Rohrleitungselemente (Richtungsänderungen etc.) und durch verschiedene Armaturen (Ventile, Dehnungsausgleicher) berechnet werden.

Die einzelnen Elemente können beliebig kombiniert werden und so der Gesamtdruckverlust berechnet werden.

Zur weiteren Bearbeitung kann die gesamte Berechnungstabelle durch eine Kopierfunktion in Tabellenkalkulationen (z.B. Excel) eingefügt werden.

Es werden sowohl laminare als auch turbulente Strömungsformen berücksichtigt. Es können aber nur Druckverluste von newtonschen Flüssigkeiten berechnet werden.

Zur Druckverlustberechnung werden Daten über die Rohrleitungen (Rauigkeiten) und auch Daten über die Fördermedien (Dichte, Viskosität) benötigt. Für gängige Rohrleitungen und Medien können diese Daten aus mehreren im Programm enthaltenen Datenbanken direkt übernommen werden.

Eine benutzerdefinierte Datenbank bietet dem Anwender die Möglichkeit, Stoffdaten von eigenen Medien innerhalb des Programms zu speichern und bei Bedarf abzurufen.

Zusätzlich zu diesen Grundfunktionen bietet **Druckverlust** u.a. noch folgende Features:

- Berechnung des Druckverlustes in Abhängigkeit vom Volumenstrom (Anzeige und Ausdruck der Kennlinie)
- Berechnung einer wirtschaftlichen Rohrmennweite bei gegebenem Förderstrom
- Berechnung der mindestens notwendigen Förderhöhe einer Pumpe bei gegebenem Druckverlust
- Umrechnung von Volumenstrom in Strömungsgeschwindigkeit und umgekehrt bei gegebenem Rohrdurchmesser
- Umrechnung und Übernahme von Nicht-Standard-Einheiten (z.B. Eingabe von kinematischer Viskosität und anschließende Übernahme der dynamischen Viskosität zur Druckverlustberechnung)

Druckverlust bietet außerdem die Möglichkeiten des Speicherns und Ladens von Projektdateien.

Fachliche Information

Druckverlust:

Druckverlust in Rohrleitungen entsteht durch zwei Einflüsse:

- 1.) Druckverlust durch Reibung
- 2.) Druckverlust durch geodätische Höhe

Berechnung des Druckverlustes durch Reibung in runden Rohren:

Als erstes muß festgestellt werden, ob laminare oder turbulente Strömung vorliegt. Dies wird durch die Berechnung der Reynolds-Zahl geprüft:

$$Re = \frac{\bar{w} \times D}{\nu} \quad (\text{Formelzeichen})$$

Ist die Reynolds-Zahl < 2320, so liegt laminare Strömungsform vor. Ist die Reynolds-Zahl > 2320, so liegt turbulente Strömungsform vor.

Als nächstes wird die Rohrreibungszahl berechnet:

Rohrreibungszahl bei laminarer Strömungsform:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (\text{Formelzeichen})$$

Rohrreibungszahl bei turbulenter Strömungsform:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{D} \times 0,269 \right] \quad (\text{Formelzeichen})$$

Jetzt kann der Druckverlust in runden Rohren berechnet werden:

$$\Delta p = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{\rho}{2} \times \bar{w}^2 \quad (\text{Formelzeichen})$$

Für Armaturen etc. wird der Druckverlust meist mit den sog. **Zeta-Werten** berechnet. Die Zeta-Werte sind meist durch Versuche ermittelte Faktoren. Mit Hilfe dieser Zeta-Werte kann dann der Druckverlust berechnet werden:

$$\Delta p = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times \bar{w}^2 \quad (\text{Formelzeichen})$$

Der Druckverlust durch geodätische Höhe berechnet sich folgendermaßen:

$$\Delta p = \rho \times g \times \Delta H \quad (\text{Formelzeichen})$$

Druckverlustberechnung bei Gasen und Dämpfen

Bei kompressiblen Medien ergibt sich durch die Reibungsverluste eine Expansion des Mediums, wobei die Geschwindigkeit ständig ansteigt. Deshalb ist hier der Druckabfall längs der Rohrleitung nicht konstant.

$$\frac{p_1^2 - p_2^2}{2 \times p_1} = \lambda \times \frac{L}{D} \times \rho_1 \times \frac{\bar{w}_1^2}{2} \times \frac{\bar{T}}{T_1}$$


p_1 = Eintrittsdruck	T_1 = Eintrittstemperatur
p_2 = Austrittsdruck	T_2 = Austrittstemperatur
$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2}$	

(Formelzeichen)

Die Rohrreibungszahl wird hierbei als konstant angenommen und mit den Eintrittsdaten berechnet. Die mittlere Temperatur wird aus dem Mittelwert zwischen Ein- und Austritt berechnet.

Gase können wie Flüssigkeiten berechnet werden, wenn die relative Dichteänderung klein ist (Dichteänderung/Dichte = 0,02).

Kurzanleitung

1.) Wählen Sie den Menüpunkt "Berechnen/Rohrleitungselement wählen" oder betätigen Sie die Schaltfläche  und wählen die Rohrform aus, von der Sie den Druckverlust berechnen wollen z.B. Rohreinlauf/Kantiger Einlauf.

2.) Geben Sie im Fensterbereich "Rohrleitungselement" die benötigten Daten an z.B. Rohrdurchmesser D in mm: 50. Geben Sie auch die Anzahl der jeweiligen Elemente an.


3.) Geben Sie im Fensterbereich "Fördermedium" die benötigten Daten an, z.B.
Fördermedium: Aceton

Volumenstrom V in m³/h: 200

Dichte in kg/m³: 765


Dyn. Viskosität in 10⁻⁶ kg/m s: 269

Hierbei können Sie auf eine der Datenbanken Stoffwerte zugreifen, indem Sie den Menüpunkt

"Fördermedium" wählen oder eine der Schaltflächen 




betätigen. Die hier gewählten Daten lassen sich direkt in den Fensterbereich "Fördermedium" übertragen.

4.) Wählen Sie den Menüpunkt "Berechnen/Druckverluste" oder drücken Sie die Taste F3 oder betätigen Sie die Schaltfläche .

5.) Nach eventuellen weiteren Eingabewünschen des Programmes werden die Ergebnisse in der Ausgabetable angezeigt.

6.) Jetzt können Sie weitere Elemente wählen und berechnen lassen. Die Summe der Druckverluste wird im unteren Bereich der Ausgabetable angezeigt.

Nach Abschluß der Berechnungen können Sie die Ausgabetable speichern durch Wahl des

Menüpunktes "Datei/Projekt speichern" oder durch Betätigen der Schaltfläche .

Weiterhin können Sie jetzt die Tabelle ausdrucken durch Wahl des Menüpunktes "Tabelle/Tabelle

drucken" oder durch Betätigen der Schaltfläche .


Hinweis: **Gase können wie Flüssigkeiten berechnet werden, wenn die relative Dichteänderung klein ist (Dichteänderung/Dichte = 0,02).**

Menü Datei


Menüpunkt "Neues Projekt"

Hierdurch wird eine leere Tabelle für die Ausgabe der Rechenergebnisse erstellt.

Menüpunkt "Projekt öffnen"

Eine gespeicherte Wertetabelle kann hier geöffnet werden, s.auch Schaltfläche .

Menüpunkt "Projekt speichern"

Speichert die Wertetabelle unter dem vorhandenen Namen, s.auch Schaltfläche .

Menüpunkt "Projekt speichern unter"

Speichert die Wertetabelle unter einem neuen Namen. Die Datei wird normalerweise mit der Dateiendung .DRU gespeichert.

Menüpunkt "Beenden"

Beendet das Programm.

Menü Bearbeiten

Menüpunkt "Kopieren"

Hiermit können markierte Daten der Eingabefelder der Fensterbereiche "Rohrleitungselement" oder "Fördermedium" in die Zwischenablage kopiert werden.

Menüpunkt "Einfügen"


Hiermit werden Daten der Zwischenablage in die fokussierten Eingabefelder der Fensterbereiche "Rohrleitungselement" oder "Fördermedium" eingefügt.

Menüpunkt "Löschen"


Hiermit werden markierte Daten der Eingabefelder der Fensterbereiche "Rohrleitungselement" oder "Fördermedium" gelöscht.

Menü Tabelle

Menüpunkt "Tabelle drucken"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  kann die Tabelle mit den Rechenwerten ausgedruckt werden. Es wird beim Ausdruck die aktuell gewählte Schriftart verwendet. Weitere Druckeinstellungen nimmt das Programm selbst vor, um eine optimale Seiteneinteilung zu gewährleisten.

Menüpunkt "Schriftart ändern"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  kann die Schriftart und -größe der Wertausgabetable geändert werden. Die aktuell ausgewählte Schriftart ist auch beim Ausdruck vorhanden.


Menüpunkt "Ansicht größer"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  wird die Tabelle größer gezoomt (Faktor ca. 1,2).

Menüpunkt "Ansicht kleiner"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  wird die Tabelle kleiner gezoomt (Faktor ca. 1,2).


Menüpunkt "Spaltenbreite ändern"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  kann die Spaltenbreite der Tabelle verändert werden.


Menüpunkt "Gewählte Spalte entfernen"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  wird die momentan angewählte Spalte gelöscht bzw. entfernt.

Menüpunkt "Kopieren in Zwischenablage"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  wird der gesamte Inhalt der Berechnungstabelle in die Zwischenablage kopiert. Er kann dann zur weiteren Bearbeitung mit dem Befehl "Einfügen" in Tabellenkalkulationen (z.B. Excel) übernommen werden.

Menüpunkt "Kopieren in Eingabefelder"


Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  wird der Inhalt der momentan gewählten Tabellenspalte in die Eingabefenster "Rohrleitungselement" und "Fördermedium" kopiert..

Menü Fördermedium

Menüpunkte "Stoffdaten..."

Durch diese Menüpunkte haben Sie Zugriff auf die enthaltenen Datenbanken für Stoffwerte. Zur Berechnung des Druckverlustes werden die Stoffwerte Dichte und Viskosität benötigt, die Sie in diesen Datenbanken für diverse Stoffe finden.

Zusätzlich können Sie die benutzerdefinierte Datenbank wählen, in der Sie Ihre eigenen Stoffwerte finden (s. Menüpunkt "Benutzerdefinierte Datenbank bearbeiten").

Die Datenbanken können auch durch Betätigen der Schaltflächen 



gewählt werden.

Sie können die ausgewählten Daten direkt in den Fensterbereich "Fördermedium" kopieren lassen.

Menüpunkt "Benutzerdefinierte Datenbank bearbeiten"


Mit diesem Menüpunkt haben Sie die Möglichkeit Ihre eigene Datenbank für Stoffwerte zu erstellen. Die Datenbank können Sie speichern und haben jederzeit durch den Menüpunkt "Benutzerdefinierte Datenbank" Zugriff auf die enthaltenen Daten. Die ausgewählten Daten können Sie direkt in den Fensterbereich "Fördermedium" kopieren lassen. Die Daten der benutzerdefinierten Datenbank sind in der Datei BENU.DAT gespeichert.

Menü Berechnen

Menüpunkt "Druckverlust"

Mit diesem Menüpunkt können Sie Druckverluste berechnen, nachdem Sie die das jeweilige Rohrleitungselement ausgewählt haben und die Eingabefelder der Fensterbereiche "Rohrleitungselement" und "Fördermedium" ausgefüllt haben. Die Rechenergebnisse werden in der Wertausgabetable angezeigt.

Menüpunkt "Rohrleitungselement wählen"

Durch Wahl dieses Menüpunktes oder durch Betätigen der Schaltfläche  können Sie im folgenden Auswahldialog das Element auswählen, für das Sie den Druckverlust berechnen wollen.

Menüpunkte "Wirtschaftliche Rohrnennweite"

Hiermit können Sie die wirtschaftliche Rohrnennweite berechnen bei einer gewünschten Fördermenge. Die Rohrnennweite wird bei Flüssigkeiten sowohl für niedrig-viskose als auch für hoch-viskose Medien und bei Gasen für hohe und niedrige Drücke angegeben.

Diese Berechnung ist nur für runde Rohre gedacht.

Menüpunkt "Förderhöhe"

Nachdem Sie in Ihrer Rohrleitung einen Druckverlust berechnet haben, benötigen Sie eventuell eine Pumpe, die diesen Druckverlust wieder ausgleicht. Bei der Auswahl dieser Pumpe benötigen Sie neben der Fördermenge auch noch die Förderhöhe. Mit diesem Menüpunkt können Sie die mindestens benötigte Förderhöhe dieser Pumpe berechnen.

Menüpunkt "Geschwindigkeit in Volumenstrom"

Hiermit können Sie bei einer gegebenen mittleren Geschwindigkeit des Fördermediums und einem gegebenem Rohrdurchmesser den Volumenstrom oder die Fördermenge berechnen.

Diese Berechnung ist nur für runde Rohre gedacht.

Menüpunkt "Volumenstrom in Geschwindigkeit"

Hiermit können Sie bei einem gegebenem Volumenstrom oder Fördermenge und einem gegebenem Rohrdurchmesser die mittlere Geschwindigkeit ihres Fördermediums berechnen. Diese Berechnung ist nur für runde Rohre gedacht.

Menüpunkt "Druckverlust = f (Volumenstrom)"

Hier können Sie den Druckverlust von einem oder mehreren Rohrleitungselementen in Abhängigkeit vom Volumenstrom berechnen (Rohrleitungskennlinie).

Gehen Sie wie folgt vor:

1.) Berechnen Sie ganz normal für Ihr(e) Rohrleitungselement(e) den oder die Druckverluste bei beliebigem Förderstrom. Bei Berechnung mehrerer verschiedener Elemente sollten Sie darauf achten, daß die Elemente auch zusammenpassen, z.B. gleichen Durchmesser haben, da das Programm dieses nicht überprüft.

Die einzelnen Rohrleitungselemente sind jetzt in der Wertausgabetable vorhanden und werden vom Programm bei der Berechnung der Rohrleitungskennlinie ausgelesen.

2.) Prüfen Sie, ob im Fensterbereich Fördermedium die richtigen Daten eingetragen sind und wählen Sie den Menüpunkt "Druckverlust = f (Volumenstrom)". Geben Sie im erscheinenden Dialogfenster den Sie interessierenden Volumenstrombereich an und die Anzahl der zu berechnenden Punkte. Die Anzahl der zu berechnenden Punkte bestimmt die Auflösung der gezeichneten Kennlinie. Wollen Sie die Kennlinie später ausdrucken, so sollten Sie diesen Wert etwas höher wählen.

Menü Extras

Menüpunkt "Daten umrechnen"

Mit diesem Menüpunkt können Sie verschiedene Maßeinheiten des Volumenstromes, Massenstromes und der Viskosität in die Einheiten umrechnen, die im Programm standardmäßig verwendet werden.

Haben Sie z.B. für ein Medium nur die kinematische Viskosität, so können Sie diese hier direkt in die dynamische Viskosität umrechnen. Durch Betätigen der Taste "Übernehmen" werden die Daten dann direkt in die entsprechenden Eingabefelder im Fensterbereich "Fördermedium" übernommen.

Haftung/Copyright

Das Programm wurde von mir nach bestem Wissen und sorgfältig erstellt, trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung auf Grund von Programmfehlern muß deshalb ausgeschlossen werden.

Änderungen am Programm sind ohne vorherige Absprache mit mir nicht zulässig und verstoßen gegen das Copyright.

Laminare Strömung

Bei einer laminaren Strömungsform bewegen sich die einzelnen Flüssigkeitsteilchen parallel zur Rohrwand, ohne sich untereinander zu vermischen. Der Reibungsverlust bei dieser Strömungsform ist von der Rauigkeit der Rohrwand unabhängig.

Siehe auch [Turbulente Strömung](#)

Turbulente Strömung

Bei einer turbulenten Strömungsform vermischen sich die einzelnen Flüssigkeitsteilchen ständig. Die Teilchen bewegen sich außer in Strömungsrichtung auch quer zu dieser. Der Reibungsverlust bei dieser Strömungsform ist von der Rauigkeit der Rohrwand abhängig.

Siehe auch Laminare Strömung

Newtonsche Flüssigkeit

Eine newtonsche Flüssigkeit (auch normalviskose Flüssigkeit) ist eine Flüssigkeit, deren dynamische Viskosität nur von der Temperatur und vom Druck abhängt. Die meisten Flüssigkeiten sind newtonsche Flüssigkeiten.

Beispiel für eine nicht newtonsche Flüssigkeit: Öle in der Nähe des Stockpunktes.

Reynolds-Zahl

Die Reynolds-Zahl ist eine dimensionslose Kennzahl, die das Verhältnis, der an den Strömungsteilchen angreifenden Trägheitskräften, zu den Reibungskräften angibt.



(Formelzeichen)

Rohrreibungszahl

Die Rohrreibungszahl ist eine dimensionslose Kennzahl, die abhängig vom Strömungszustand des Fördermediums und von der Beschaffenheit der Rohrleitung ist.

Rohrreibungszahl bei laminarer Strömung (Rohre mit Kreisquerschnitt):



Rohrreibungszahl bei turbulenter Strömung (Rohre mit Kreisquerschnitt):



(Formelzeichen)

Zeta-Wert

Der Zeta-Wert (auch Widerstandszahl, Verlustbeiwert) ist eine Kennzahl zur Berechnung der Druckverluste für Armaturen etc. Die Kennzahlen werden meist durch Versuche ermittelt.

Ist der Zeta-Wert bekannt, so kann der Druckverlust der Armatur berechnet werden:



(Formelzeichen)

Rauhigkeitswert

Der Rauhigkeitswert gibt die Rauhigkeit eines Rohres an. Er gibt die größte Vertiefung in der Wandoberfläche des Rohres bzw. die größte Erhebung über die Wandoberfläche an.

Formelzeichen

Verwendete Formelzeichen:

A = Querschnittsfläche

D = Rohrdurchmesser

g = Erdbeschleunigung

H = Förderhöhe

k = Rauigkeitswert

L = Rohrlänge

P = Leistung

Re = Reynolds-Zahl

\dot{V} = Volumenstrom

\bar{w} = mittl. Strömungsgeschwindigkeit

ζ = Zeta-Wert

λ = Rohrreibungszahl

η = dyn. Viskosität

ν = kin. Viskosität

ρ = Dichte

Δp = Druckverlust

ΔH = Höhendifferenz

Dichte

Die Dichte eines Mediums ist der Quotient aus Masse und Volumen. Die Einheit ist meistens kg/m^3 . Die Dichte ist von Temperatur und Druck des Mediums abhängig. Bei Flüssigkeiten kann die Temperaturabhängigkeit meistens vernachlässigt werden.

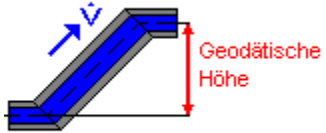
Förderhöhe

Die Förderhöhe einer Pumpe ist die von der Pumpe auf das Fördermedium übertragene Förderleistung, bezogen auf Dichte, Volumenstrom des Fördermediums und der Erdbeschleunigung:

$$H = \frac{P}{\rho \times g \times \dot{V}} \quad (\text{Formelzeichen})$$

Geodätische Höhe

Die geodätische Höhe bezeichnet die Höhenlage eines Punktes oberhalb eines Bezugspunktes.



Viskosität

Die Viskosität (auch Zähigkeit) eines Mediums ist die innere Reibung einer Flüssigkeit. Sie hängt von Temperatur und Druck des Mediums ab. Hohe Viskosität bedeutet dickflüssig, niedrige Viskosität dünnflüssig.

Zusammenhang zwischen dynamischer und kinematischer Viskosität:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (\text{Formelzeichen})$$

Volumenstrom

Der Volumenstrom (auch Fördermenge, Förderstrom) ist das pro Zeiteinheit in einer Rohrleitung geförderte Volumen. Zusammenhang zwischen Volumenstrom und mittlerer Geschwindigkeit in einem Rohr:

$$\dot{V} = A \times \bar{w} \text{ (Formelzeichen)}$$

Strömungsgeschwindigkeit

Die Strömungsgeschwindigkeit ist der geförderte Volumenstrom bezogen auf die Querschnittsfläche. In einem Rohr ist die Strömungsgeschwindigkeit nicht über die gesamte Querschnittsfläche gleich, deshalb spricht man hier von der mittleren Strömungsgeschwindigkeit (durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit).

$$\bar{w} = \frac{\dot{V}}{A} \text{ (Formelzeichen)}$$

Schaltflächen

Fensterbereich "Fördermedium"



Diese Schaltfläche öffnet die Datenbank "Stoffdaten Wasser". Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/Stoffdaten Wasser"



Diese Schaltfläche öffnet die Datenbank "Stoffdaten für sonstige Flüssigkeiten". Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/Stoffdaten sonstige Flüssigkeiten"



Diese Schaltfläche öffnet die Datenbank "Stoffdaten Luft". Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/Stoffdaten Luft"



Diese Schaltfläche öffnet die Datenbank "Stoffdaten Sattdampf". Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/Stoffdaten Sattdampf"



Diese Schaltfläche öffnet die Datenbank "Stoffdaten sonstige Gase". Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/sonstige Gase"



Diese Schaltfläche öffnet die Benutzerdefinierte Datenbank von Stoffdaten. Siehe auch Menüpunkt "Fördermedium/benutzerdefinierte Datenbank"

Fensterbereich "Rohrleitungselement"



Diese Schaltfläche startet die Berechnung des Druckverlustes nach Eingabe der benötigten Daten im Fensterbereich "Rohrleitungselement" und "Fördermedium". Siehe auch Menüpunkt "Berechnen/Druckverlust"



Diese Schaltfläche öffnet ein Dialogfenster zur Auswahl eines Rohrleitungselementes. Siehe auch Menüpunkt "Berechnen/Rohrleitungselement wählen"

Wertausgabetablelle



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die Wertausgabetablelle auszudrucken. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Tabelle drucken"



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die Schriftart und -größe der Wertausgabetablelle zu ändern. Die gewählte Schriftart wird auch beim Ausdruck der Tabelle verwendet. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Schriftart ändern"



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die Ansicht der Wertausgabetablelle zu vergrößern (Faktor ca. 1,2). Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Ansicht größer"



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die Ansicht der Wertausgabetable zu verkleinern (Faktor ca. 1,2). Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Ansicht kleiner"



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die Spaltenbreite der Wertausgabetable zu ändern. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Spaltenbreite ändern"



Diese Schaltfläche bietet die Möglichkeit, die angewählte Spalte der Wertausgabetable zu löschen bzw. zu entfernen. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Gewählte Spalte entfernen"



Mit dieser Schaltfläche können Sie eine vorhandene Projektdatei öffnen. Siehe auch Menüpunkt "Datei/Projekt öffnen"



Mit dieser Schaltfläche können sie eine Projektdatei speichern. Siehe auch Menüpunkt "Datei/Projekt speichern"



Mit dieser Schaltfläche können Sie den gesamten Inhalt der Berechnungstabelle in die Zwischenablage kopieren. Er kann dann zur weiteren Bearbeitung mit dem Befehl "Einfügen" in Tabellenkalkulationen (z.B. Excel) übernommen werden. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Kopieren in Zwischenablage"



Mit dieser Schaltfläche wird der Inhalt der momentan gewählten Tabellenspalte in die Eingabefenster "Rohrleitungselement" und "Fördermedium" kopiert. Siehe auch Menüpunkt "Tabelle/Kopieren in Eingabefelder"

Literaturquellen

Zur Berechnung der einzelnen Rohrleitungselemente wurden Angaben aus folgender Literatur verwendet:

Bohl - Technische Strömungslehre

Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau

Hütte - Grundlagen der Ingenieurwissenschaften

Recknagel - Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

VDI - Wärmeatlas

Wagner - Praktische Strömungstechnik

