



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Interaktives Übungsprogramm Thermodynamik

THERMOPR@CTICE

User's Guide

**Fakultät Maschinenwesen
Fachgebiet Technische Thermodynamik**

von
Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar
Dipl.-Inf. (FH) I. Jähne
Dr.-Ing. S. Herrmann
Dipl.-Ing. (FH) M. Weidner

Lernsystem Thermopr@ctice

User's Guide

Inhalt:

1	Einleitung und Voraussetzungen.....	2
2	Anmelden in Thermopr@ctice.....	2
3	Login.....	4
4	Auswahl und Übertragen einer Übungsaufgabe auf Ihren Computer	5
5	Vorbereitung der Aufgabenlösung.....	7
6	Lösen der Beispielaufgabe	9
	6.1 Auflisten der gegebenen Größen	9
	6.2 Auflisten der gesuchten Größen.....	12
	6.3 Lösung Teilaufgabe a).....	13
	6.4 Lösung Teilaufgabe b).....	19
7	Überprüfung der Ergebnisse	21
8	Wiederaufnahme einer zuvor begonnenen Aufgabenlösung	23
	8.1 Einsenden von Ergebnissen von unterbrochenen Aufgaben	24
9	Download von Formel- und Stoffwertsammlung für Offline-Nutzung	24
10	Anhang.....	26
	A1 Allgemeine Bedienhinweise für Mathcad	26
	A2 Zusätzliche Maßeinheiten	28
	A3 Bedienhinweise für Thermopr@ctice in Mathcad	29

©Hochschule Zittau/Görlitz - University of Applied Sciences

Fakultät Maschinenwesen

Fachgebiet Technische Thermodynamik

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Dr.-Ing. S. Herrmann

Tel.: 03583-612-4846 oder -4817

Fax: 03583-612-5-4846

E-Mail: hj.kretzschmar@hszg.de

Internet: www.thermodynamik-zittau.de

1 Einleitung und Voraussetzungen

Das Interaktive Übungsprogramm Thermodynamik mit dem Namen Thermopr@ctice ermöglicht das interaktive Lösen von Übungsaufgaben mit dem Computer-Algebraprogramm Mathcad. Die Übungsaufgaben und die für deren Lösung benötigten Lehrunterlagen, Formelsammlung und Stoffwertsammlung, werden über Internet bereitgestellt. Thermopr@ctice überprüft im Anschluss die berechneten Lösungen.

Im Folgenden wird die Handhabung von Thermopr@ctice in Verbindung mit Mathcad am Beispiel der Lösung einer einfachen Übungsaufgabe beschrieben. Führen Sie diese Arbeitsschritte auf Ihrem PC aus. Hierfür werden keine Vorkenntnisse bezüglich des Programms Mathcad benötigt.

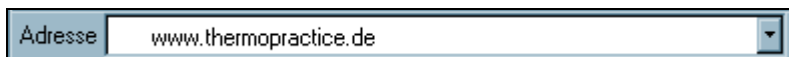
Die Nutzung von Thermopr@ctice setzt voraus, dass Ihr PC einen Internetanschluss besitzt. Weiterhin muss das Programm Mathcad 2001i Professional oder eine höhere Version auf Ihrem Computer installiert sein.

Des Weiteren sollte der MS Internet Explorer 6.0 installiert sein. Zusätzlich benötigen Sie den Acrobat Reader und das Programm MS Paint. Der Acrobat Reader ist Freeware und kann von www.adobe.de heruntergeladen werden. Das Programm MS Paint ist unter Zubehör in MS Windows vorhanden.

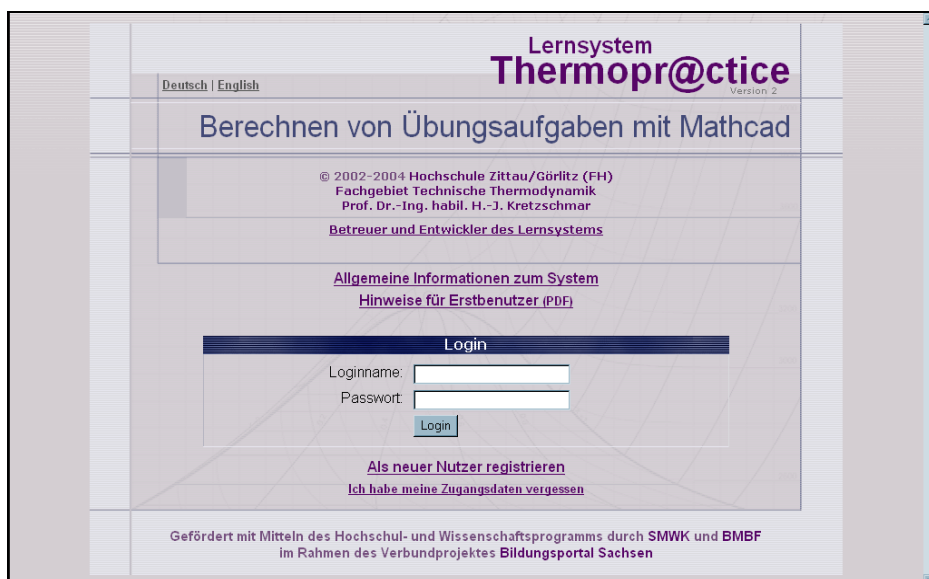
2 Anmelden in Thermopr@ctice

Starten Sie den MS Internet Explorer, indem Sie wie folgt vorgehen:

- ⇒ Klicken Sie in der Windows Taskleiste auf "Start", darin auf "Programme" und darin auf "Internet Explorer". Der Internet Explorer öffnet sich und es erscheint die Startseite.
- ⇒ Gehen Sie auf die Homepage des Interaktiven Übungsprogramms Thermopr@ctice, indem Sie in das Feld "Adresse" www.thermopractice.de eingeben (vgl. folgendes Bild).



Nach dem Bestätigen mit Enter  erscheint die Homepage des Interaktiven Übungsprogramms. Sie ist im folgenden Bild dargestellt:



Nutzen Sie das Interaktive Übungsprogramm zum ersten Mal, müssen Sie sich zunächst registrieren. Sind Sie bereits registriert, fahren Sie mit Abschnitt 3 fort.

- ⇒ Um sich als neuer Nutzer zu registrieren, klicken Sie auf "Als neuer Nutzer registrieren". Es öffnet sich die im folgenden Bild dargestellte Seite, in der nach Ihren Nutzer-Daten gefragt wird.

Als neuer Nutzer registrieren

Anrede: ☐ Frau ☒ Herr

Vorname*, Nachname*:

Loginname*: (Bitte selbst festlegen, z.B. Ihr Novell-Login)

☒ Passwort automatisch generieren

E-Mail-Adresse*: @

Hochschule oder Institution*: Hochschule Zittau/Görlitz (FH)

Fachbereich, Institut oder Abteilung*: Maschinenwesen (Für Mitarbeiter)

Studiengang*, Jahrgang*: Maschinenbau (Bitte auswählen) (Nur für Studenten)

Straße, Hausnummer (privat):

Postleitzahl, Ort:

Land: Deutschland

Telefon:

*Mit einem Stern markierte Felder sind Pflichtangaben. Alle weiteren Angaben dienen der eventuellen Kontaktaufnahme oder statistischen Zwecken und werden den Richtlinien des Datenschutzes entsprechend vertraulich gehandhabt.

[< Zurück](#)

- ⇒ Füllen Sie das Formular aus und klicken Sie anschließend auf "Registrieren". Thermopr@ctice teilt Ihnen nun Ihr Passwort mit, welches zunächst vom System vergeben wird. Das Passwort besteht aus je drei Kleinbuchstaben und Ziffern (vgl. folgendes Bild).

Als neuer Nutzer registrieren

Ihre Registrierung war erfolgreich. Ihr generiertes Passwort lautet: zyx665

[< Zurück](#)

- ⇒ Notieren Sie sich das Passwort in Verbindung mit Ihrem Login-Namen. Klicken Sie anschließend auf "< Zurück".

Sie können sich nun einloggen. Das Passwort kann später geändert werden.

3 Login

⇒ Sie loggen sich in Thermopr@ctice ein, indem Sie Ihren Login-Namen und Ihr Passwort eingeben (vgl. folgendes Bild).

⇒ Bestätigen Sie mit "Login". Es öffnet sich die im folgenden Bild dargestellte Seite:

Sie könnten nun Ihr Passwort ändern. Falls Sie dies nicht möchten, fahren Sie gemäß Abschnitt 4 fort.

⇒ Um Ihr Passwort zu ändern, klicken Sie auf die Schaltfläche **Persönliche Daten ändern**. Es erscheint folgendes Fenster:

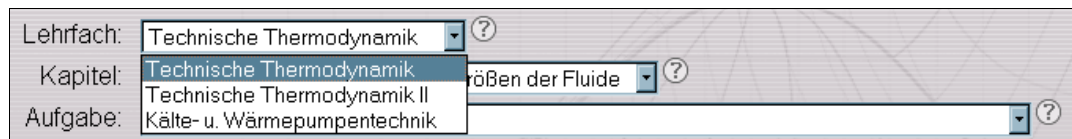
⇒ Füllen Sie die Felder aus und klicken Sie auf "Änderungen speichern".

Thermopr@ctice bestätigt Ihnen Ihr neues Passwort. Es erscheint erneut die Startseite des Systems.

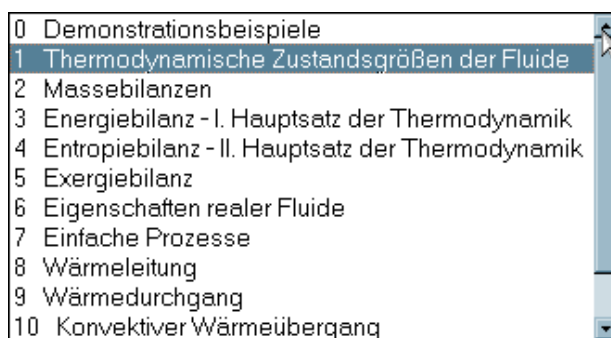
4 Auswahl und Übertragen einer Übungsaufgabe auf Ihren Computer

Um die Beispielaufgabe dieser Anwenderbeschreibung auszuwählen, gehen Sie wie folgt vor:

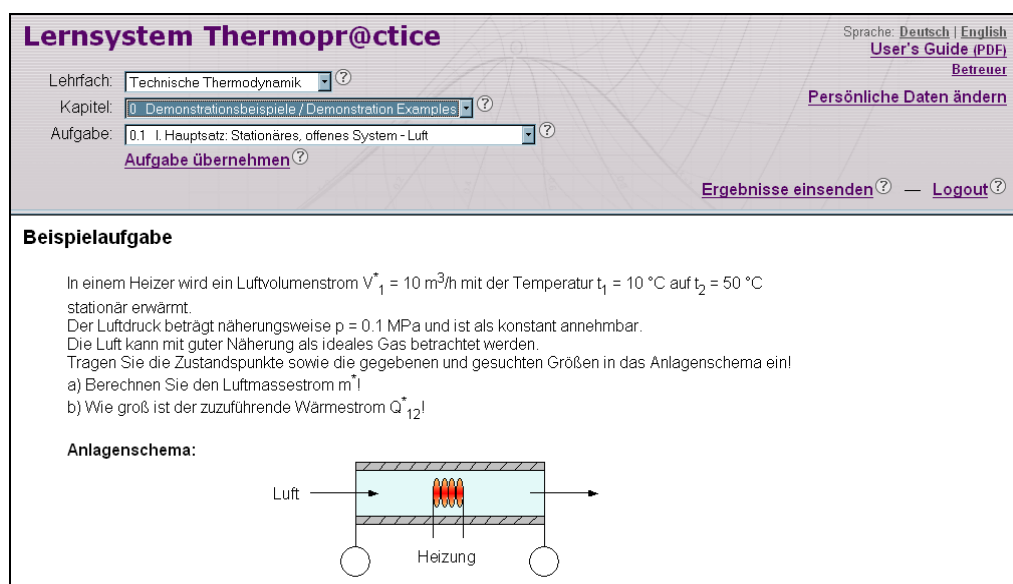
- ⇒ Für die Übungsaufgabe soll im Pull-Down-Menü "Lehrfach" "Technische Thermodynamik" ausgewählt werden. Dies ist bereits eingestellt und muss nicht mehr geändert werden. In späteren Anwendungen kann durch Klicken auf  zwischen den verschiedenen Lehrfächern gewählt werden, vgl. folgendes Bild.



- ⇒ Im Folgenden soll im Pull-Down-Menü "Kapitel" "0 Demonstrationsbeispiele" ausgewählt werden. Dazu klicken Sie wieder auf das Symbol  neben dem Feld "Kapitel".
- ⇒ Mit der Maus können Sie jetzt den Balken nach oben verschieben und das Demonstrationsbeispiel auswählen, vgl. folgendes Bild.



Es erscheint folgendes Bild:



Lernsystem Thermopr@ctice

Sprache: [Deutsch](#) | [English](#)
[User's Guide \(PDF\)](#)
[Betreuer](#)
[Persönliche Daten ändern](#)

Lehrfach: Technische Thermodynamik
 Kapitel: 0 Demonstrationsbeispiele / Demonstration Examples
 Aufgabe: 0.1 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft
[Aufgabe übernehmen](#) [Ergebnisse einsenden](#) — [Logout](#)

Beispielaufgabe

In einem Heizer wird ein Luftvolumenstrom $\dot{V}_1^* = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ mit der Temperatur $t_1 = 10^\circ\text{C}$ auf $t_2 = 50^\circ\text{C}$ stationär erwärmt.
 Der Luftdruck beträgt näherungsweise $p = 0.1 \text{ MPa}$ und ist als konstant annehmbar.
 Die Luft kann mit guter Näherung als ideales Gas betrachtet werden.
 Tragen Sie die Zustandspunkte sowie die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

a) Berechnen Sie den Luftmassenstrom $\dot{m}^*$!
 b) Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom $\dot{Q}_{12}^*$!

Anlagenschema:

Luft → [Heizer] →

Heizung

Im Menü "Aufgabe" ist bereits die Beispielaufgabe "0.1 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft" ausgewählt. Im Fenster darunter werden die Aufgabenstellung und das zugehörige Anlagenschema eingeblendet. Um diese Aufgabe auf Ihrem PC lösen zu können,

muss sie übernommen werden, d. h. auf die Festplatte ihres Computers heruntergeladen werden.

⇒ Klicken Sie dazu auf "Aufgabe übernehmen".

Hinweis:

Durch das Klicken auf "Aufgabe übernehmen" wird eine Aufgabendatei erstellt, in der die Zahlenwerte der gegebenen Parameter per Zufall festgelegt werden. Damit wird erreicht, dass jeder Lernende andere Werte erhält.

Auf Ihrem Bildschirm erscheint die folgende Seite mit einer Übersicht der zu übernehmenden Dateien. Hinweise für die Offline-Nutzung von Thermopr@ctice finden Sie im Abschnitt 10 dieser Anwenderbeschreibung.

Lernsystem Thermopr@ctice

Sprache: [Deutsch](#) | [English](#)
[User's Guide \(PDF\)](#)
[Inhaltsverzeichnis](#) | [Betreuer](#)
[Persönliche Daten ändern](#)

Lehrfach: [Technische Thermodynamik](#) (?)
 Kapitel: [0 Demonstrationsbeispiele / Demonstration Examples](#) (?)
 Aufgabe: [0.1 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft](#) (?)
[Aufgabe übernehmen](#) (?)

Aufgabe TD 0.1 übernehmen

Zum Download bereitgestellte Dateien:

- [Aufgabendatei TP_Aufgabe_TD_00_01.mcd](#) (111 KB)

nur einmal runterladen:

- [Startdatei TP_Start.mcd](#) (13 KB)
- [Zusätzliche Einheiten TP_Units.mcd](#) (4 KB)

Laden Sie die aufgelisteten Dateien einzeln durch Klicken auf den jeweiligen Dateinamen herunter. Im Normalfall sollten Sie diese im Ordner „Eigene Dateien“ auf Ihrem Rechner ablegen. Verfahren Sie weiter gemäß Abschnitt 4 des [User's Guides](#).

Nachdem Sie die Aufgabe in Mathcad gelöst haben, wechseln Sie zurück zu Thermopr@ctice in Ihrem Web-Browser und klicken auf „Ergebnisse einsenden“.

Nur für die Offline-Nutzung notwendig:

- [Formel-, Stoffwertsammlung und Zusatzdateien TP_offline_komplett.zip](#) (4262 KB)

[< Zurück](#)

- ⇒ Die zum Download bereitgestellten Dateien müssen nun einzeln auf Ihren Computer heruntergeladen werden. Klicken Sie zunächst mit der linken Maustaste auf die erste Aufgabendatei "TP_Aufgabe_TD_00_01.mcd".
- ⇒ Es erscheint das Fenster "Dateidownload". Klicken Sie auf "Speichern" bzw. wählen Sie "Datei auf Datenträger speichern" aus und bestätigen Sie mit "OK".
- ⇒ Es öffnet sich das Fenster "Speichern unter...". Im Normalfall wird der Ordner "\\Eigene Dateien" auf der Festplatte angeboten. Wählen Sie Ihr Home-Verzeichnis aus und legen Sie dort ein Unterverzeichnis z.B. Thermopractice an. Speichern Sie nun die Aufgabendatei "TP_Aufgabe_TD_00_01.mcd" in dieses Verzeichnis.
- ⇒ Speichern Sie ebenso die Dateien Zusätzliche Einheiten "TP_Units.mcd" und die Startdatei "TP_Start.mcd" in das gleiche Verzeichnis.

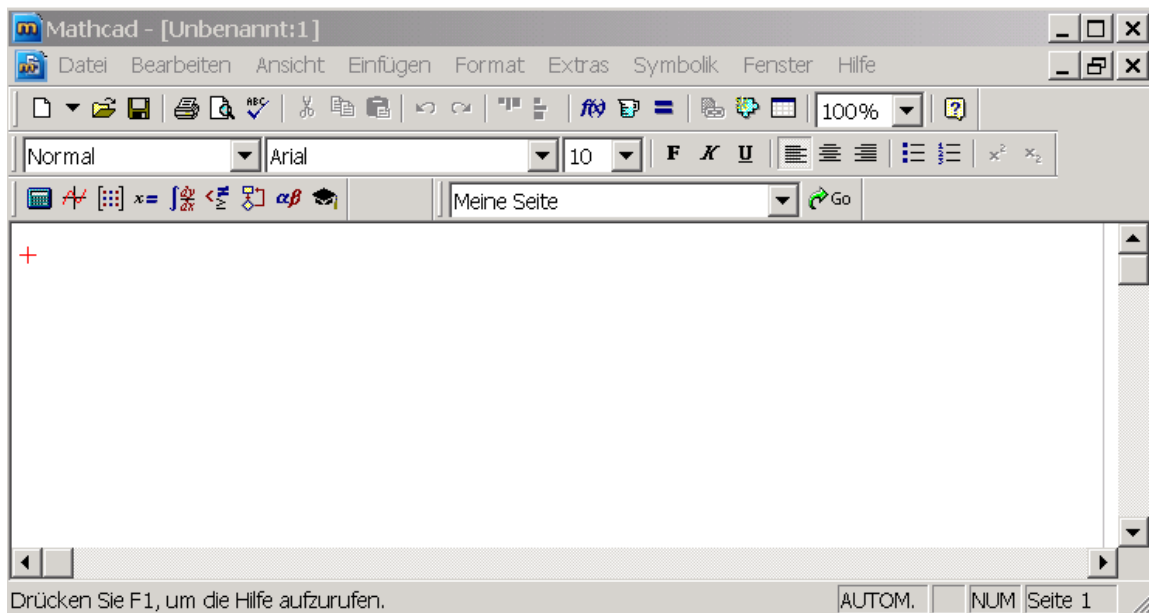
Hinweis

Beim Lösen weiterer Übungsaufgaben können Sie die heruntergeladenen Dateien "TP_Units.mcd" und "TP_Start.mcd" wieder verwenden. Ein erneuter Download ist nicht erforderlich.

5 Vorbereitung der Aufgabenlösung

Es wird empfohlen, das Fenster des MS Internet Explorers während des Lösens einer Übungsaufgabe geöffnet zu lassen. Es wird später noch einmal für die Überprüfung der berechneten Ergebnisse benötigt. Sie können das Lernsystem Thermopractice aber auch durch Schließen des Internet Explorers verlassen.

- ⇒ Starten Sie jetzt das Programm Mathcad. Klicken Sie hierzu in der Windows Taskleiste auf "Start", darin auf "Programme", darin auf "Mathcad" und darin auf "Mathcad 14". Das Programm Mathcad 14 öffnet sich und es erscheint ein leeres Arbeitsblatt wie im folgenden Bild.



- ⇒ Sollte Mathcad nicht als Vollbild dargestellt werden, so können Sie das durch Klicken auf  einstellen.

Es wird ein Arbeitsblatt "Unbenannt 1" geöffnet.

- ⇒ Zum Bearbeiten Ihrer Aufgabe im Mathcad öffnen Sie die vorher gespeicherte Aufgabendatei, indem Sie auf Datei und danach auf öffnen klicken und die Datei "TP_Aufgabe_TD_00_01.mcd" auswählen.

Hinweis

Möchten Sie die Aufgabe in eine neue Datei speichern, dann wählen Sie den Dateityp "Mathcad-Arbeitsblatt" aus.

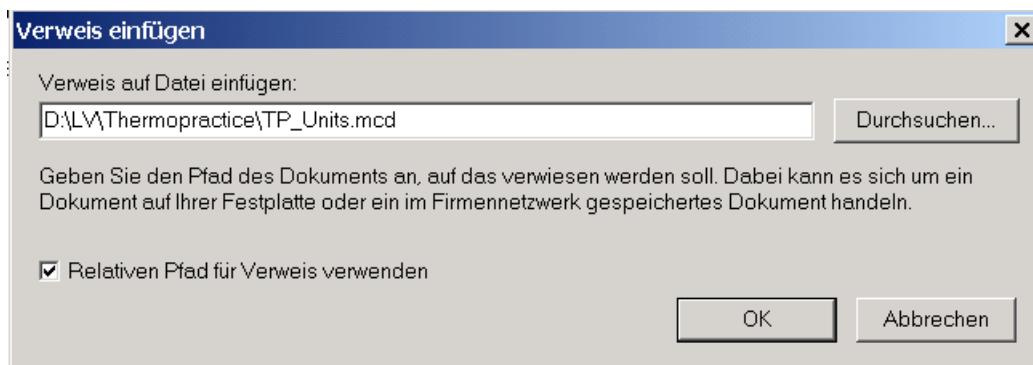
Für das Lösen der Thermodynamik-Übungsaufgaben werden zusätzliche Einheiten, die nicht standardmäßig in Mathcad enthalten sind (z.B. °C, erscheint rot), benötigt. Diese befinden sich in der Datei "TP_Units.mcd", die zuvor heruntergeladen wurde. Um diese zusätzlichen Einheiten in Ihrem Mathcad-Arbeitsblatt verfügbar zu machen, muss ein Verweis auf die Datei eingefügt werden.

Hinweis

Der Verweis gilt unterhalb der Stelle, wo er eingefügt wurde. Da in der Aufgabenstellung bereits die Maßeinheit °C enthalten ist, muss der Verweis oberhalb der Aufgabenstellung eingefügt werden..

- ⇒ Verschieben Sie Ihre Aufgabenstellung ein Stück nach unten und klicken Sie in die freigewordene Lücke oberhalb Ihrer Aufgabe.
- ⇒ Klicken Sie jetzt in der oberen Menüleiste auf "Einfügen" und darin auf "Verweis...".
- ⇒ Im folgenden Fenster klicken Sie auf "Durchsuchen".
- ⇒ Wählen Sie Ihr Verzeichnis aus und klicken Sie die Datei "TP_Units.mcd" an und anschließend auf "Öffnen". Der Dateipfad erscheint jetzt in Ihrem Fenster.
- ⇒ Klicken Sie auf das Kästchen neben "Relativen Pfad für Verweis verwenden".

Ein Haken erscheint. Das Fenster sollte jetzt analog die im folgenden Bild dargestellte Ansicht zeigen:

**Hinweis**

Mit der Auswahl relativen Pfad für Verweis verwenden wird erreicht, dass der Verweis auch dann gültig bleibt, wenn Sie die Dateien in ein anderes Verzeichnis, beispielsweise auf Ihren heimischen PC, überspielen. Dabei muss die relative Verzeichnisstruktur zwischen dem Mathcad-Arbeitsblatt und der Datei "TP_Units.mcd" beibehalten werden.

- ⇒ Bestätigen Sie mit "OK".

Der Dateipfad erscheint jetzt, wie im folgenden Bild dargestellt, analog auf Ihrem Arbeitsblatt. Damit sind die zusätzlich definierten Maßeinheiten verfügbar.

 Verweis...D:\LV\Thermopractice\TP_Units.mcd(R)

6 Lösen der Beispielaufgabe

6.1 Auflisten der gegebenen Größen

Lesen Sie sich die Aufgabenstellung gewissenhaft durch. Zum besseren Verständnis ist die Aufgabenstellung mit einem Anlagenschema versehen.

Schreiben Sie zunächst das Wort "Lösung:" auf Ihr Arbeitsblatt, indem Sie folgendermaßen vorgehen:

- ⇒ Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche unter dem Anlagenschema und klicken Sie auf diese Stelle.
- ⇒ Drücken Sie die Tastenkombination Shift  + , um ein Textfeld zu erzeugen. Es erscheint ein Eingabebereich mit roter Cursor-Kennzeichnung für Text.
- ⇒ Klicken Sie in der Mathcad-Symboleiste auf , um in Fettschrift zu schreiben. Schreiben Sie jetzt das Wort "Lösung:" mit der Tastatur. Verschieben Sie das Objekt, wenn nötig, an die gewünschte Stelle.

Hinweis

Das Textfeld wird verschoben, indem Sie mit dem Cursor über das Textfeld fahren, bis eine kleine schwarz ausgefüllte Hand  entsteht. Klicken Sie mit der linken Maustaste (die Maus wird wieder zum Pfeil und das Textfeld ist mit einer gestrichelten Linie umrahmt) und verschieben Sie das Textfeld an die gewünschte Stelle.

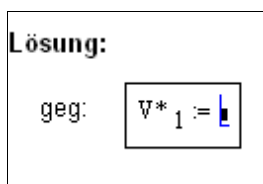
Schreiben Sie "geg.:", wie im Folgenden beschrieben, auf Ihr Arbeitsblatt:

- ⇒ Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche unter dem Wort "Lösung:" und klicken Sie auf diese Stelle. Drücken Sie wieder die Tastenkombination Shift  + , um ein Textfeld zu erzeugen.
- ⇒ Geben Sie mit der Tastatur "geg.:" ein.

Listen Sie die gegebenen Werte auf, indem Sie wie folgt vorgehen:

- ⇒ Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche neben "geg.:" und klicken Sie auf diese Stelle. Beginnen Sie beim Luftvolumenstrom. Da im Mathcad der Punkt über dem V nicht darstellbar ist, wird folgende Schreibweise vorgenommen: Schreiben Sie zunächst V. Danach schalten Sie von den Rechenbereich in den Textbereich durch Drücken der Tastenkombination  + Shift  +  um und geben über die Tastatur  ein und schalten dann wieder mit  + Shift  +  in den Rechenbereich zurück. Drücken Sie anschließend die Tasten  und .

Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt:



Hinweis

Das Tiefstellen von Größen wird erreicht, indem vor die tiefzustellende Größe ein Punkt gesetzt wird.

Die Zeichen := stehen für "Definition". In der blau gekennzeichneten Einfügemarke kann jetzt der Volumenstrom definiert werden.

- ⇒ Geben Sie den Zahlenwert des Volumenstroms mit der Tastatur ein. Verwenden Sie dabei den in Ihrer Aufgabenstellung gegebenen Wert.

Jetzt muss noch die Maßeinheit wie folgt geschrieben werden:

- ⇒ Schreiben Sie m für Meter und drücken Sie anschließend auf die Taste $\wedge$, um einen Exponenten zu schreiben. Die Taste $\wedge$ befindet sich gewöhnlich links oben auf der Tastatur.

Es erscheint eine Einfügemarke (vgl. folgendes Bild).

- ⇒ Geben Sie die Zahl 3 ein.
- ⇒ Verlassen Sie jetzt den Exponenten mit der Cursor-Kennzeichnung, indem Sie einmal die Leertaste drücken.
- ⇒ Drücken Sie anschließend auf $\frac{\Box}{\Box}$, um einen Bruchstrich zu erzeugen. Geben Sie den Buchstaben h für Stunde ein. Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt:

Es gibt auch die Möglichkeit die Rechenoperatoren mit entsprechenden Symbolleisten einzufügen. Zunächst benötigen Sie die Symbolleiste "Rechnen" (vgl. folgendes Bild).



- ⇒ Ist die Symbolleiste auf Ihrem Bildschirm noch nicht geöffnet, so klicken Sie in der oberen Menüleiste auf "Ansicht", darin auf "Symbolleisten" und darin auf "Rechnen". Die Symbolleiste "Rechnen" öffnet sich.

Sie können jetzt in der Symbolleiste "Rechnen" verschiedene Schaltflächen anklicken, woraufhin sich weitere Symbolleisten öffnen. Für den Anfang empfehlen sich die Symbolleisten "Taschenrechner" , "Auswertung"  und "Griechisch" .

- ⇒ Klicken Sie auf die Schaltflächen und positionieren Sie die erscheinenden Symbolleisten am rechten Bildschirmrand, indem Sie wie folgt vorgehen:
- ⇒ Klicken Sie auf den blau hinterlegten Namen der Symbolleiste mit der linken Maustaste, halten Sie diese gedrückt und verschieben Sie das Fenster an eine Stelle am rechten Bildschirmrand, wie im folgenden Bild dargestellt ist:

Mathcad - [TP_Aufgabe_TD_00_01.mcd]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Symbolik Fenster Hilfe

Normal Arial 10 F X U 100% x² x₂

Verweis...D:\LV\Thermopractice\TP_Units.mcd(R)

Beispielaufgabe - Aufgabencode: 198143

Aufgabenstellung:

In einem Heizer wird ein Luftvolumenstrom $\dot{V}^*_1 := 10 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ mit der Temperatur $t_1 := 10^\circ\text{C}$ auf $t_2 := 50^\circ\text{C}$ stationär erwärmt. Der Luftdruck beträgt näherungsweise $p = 0.1 \text{ MPa}$ und ist als konstant annehmbar. Die Luft kann mit guter Näherung als ideales Gas betrachtet werden.

Tragen Sie die Zustandspunkte sowie die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

a) Berechnen Sie den Luftmassenstrom $\dot{m}^*$!

b) Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom $\dot{Q}^*_{12}$!

Anlagenschema:

Ausw...

= := ≡

→ ↔ f x

x f x f y x f y

Taschenrec...

sin cos tan ln log

nl i |<| < >

e^x 1/x () x^2 x^y

π 7 8 9 /

1/2 4 5 6 ×

÷ 1 2 3 +

:= . 0 - =

Griechisch

α β γ δ ε ζ

η θ ι κ λ μ

ν ξ ο π ρ σ

τ υ φ χ ψ ω

Α Β Γ Δ Ε Ζ

Η Θ Ι Κ Λ Μ

Ν Ξ Ο Π Ρ Σ

Τ Υ Φ Ψ Ω

Anstelle des Bruchstriches in der Maßeinheit des Volumenstroms können Sie auch einen negativen Exponenten für die Stunde h verwenden. Dabei würden Sie wie folgt vorgehen:

- ⇒ Schreiben Sie m 3.
- ⇒ Verlassen Sie anschließend den Exponenten mit der Cursor-Kennzeichnung, indem Sie einmal die Leertaste drücken. Erzeugen Sie jetzt einen Malpunkt mit der Taste aus der Symbolleiste "Taschenrechner".
- ⇒ Drücken Sie nun den Buchstaben h auf der Tastatur. Klicken Sie in der Symbolleiste "Taschenrechner" nacheinander auf die Schaltflächen , und . Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt.

$$\dot{V}^*_1 := 10 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Fahren Sie mit der Definition der Temperatur t_1 fort. Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche unter den Volumenstrom und klicken Sie auf diese Stelle.

- ⇒ Geben Sie mit der Tastatur t_1 ein und drücken Sie die Taste oder auf in der Symbolleiste "Taschenrechner".

Hinweis

Möchten Sie für die Celsius-Temperatur das Formelzeichen θ verwenden, so geben Sie mit der Taste danach + auf der Tastatur ein.

- ⇒ Geben Sie den Ihrer Aufgabenstellung entsprechenden Zahlenwert für die Temperatur und die Maßeinheit $^\circ\text{C}$ ein. Das Grad-Zeichen befindet sich gewöhnlich links oben auf der Tastatur. Um es zu schreiben, müssen Sie Shift + drücken.
- ⇒ Verfahren Sie ebenso mit der Temperatur t_2 des austretenden Mediums.
- ⇒ Definieren Sie jetzt den Luftdruck p, wie im Folgenden beschrieben:
- ⇒ Schreiben Sie unter die Temperatur t_2 ein p für den Luftdruck. Um jetzt den tiefgestellten Index zu schreiben, muss die Taste gedrückt werden (siehe nachfolgenden Hinweis). Lassen Sie die Einfügemarke leer und drücken Sie .
- ⇒ Geben Sie 0.1 MPa ein, wobei bei der Dezimalzahl ein Punkt verwendet werden muss.

Ein Beispiel für die ordnungsgemäß definierten Größen sehen Sie im folgenden Bild:

geg.: $\dot{V}_1 := 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
 $t_1 := 10^\circ\text{C}$
 $t_2 := 50^\circ\text{C}$
 $p := 0.1 \text{ MPa}$

Hinweis:

Mathcad unterscheidet Maßeinheiten und Variablen nicht. Dadurch kommt es zu Konflikten, z.B. zwischen m für Meter und m für Masse. Aus diesem Grund bekommen alle Variablen, auch diejenigen, die aus mehreren Buchstaben bestehen, einen tiefgestellten Index. Sollte kein Index vorhanden sein, also z.B. keine Zustandspunktbezeichnung, wird die Tiefstellung leer gelassen, also lediglich der $\square$ auf der Tastatur gedrückt. Bei folgenden Ausnahmen ist eine leere Tiefstellung nicht erforderlich:

- Variablen, die aus griechischen Buchstaben bestehen bzw. bei denen der erste Buchstabe ein griechischer ist, bekommen keinen tiefgestellten Index, da hier keine Verwechslungsgefahr mit Maßeinheiten besteht.
- Variablen mit Textzeichen z.B.: *, ' bzw. "

6.2 Auflisten der gesuchten Größen

- ⇒ Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche neben die gegebenen Größen und klicken Sie auf diese Stelle. Drücken Sie die Tastenkombination Shift $\square$ + $\square$, um ein Textfeld zu erzeugen und geben Sie "ges.:" ein.

Zunächst soll der Massestrom $\dot{m}$ als gesuchte Größe angezeichnet werden.

- ⇒ Klicken Sie hierzu auf eine freie Fläche neben "ges.:".
 ⇒ Drücken Sie die Tastenkombination Shift $\square$ + $\square$ und geben Sie "a) ein.

Fügen Sie jetzt einen Rechenbereich in diesen Textbereich ein, indem Sie wie folgt vorgehen:

- ⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste auf "Einfügen" und darin auf "Rechenbereich". Es erscheint eine blaue Einfügemarke. Geben Sie " $\dot{m}$ " ein.

Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt:

ges.: a) $\dot{m}$

Listen Sie anschließend den Wärmestrom $\dot{Q}_{12}$ als gesuchte Größe wie folgt auf:

- ⇒ Positionieren Sie den Mauszeiger auf eine freie Fläche unter a) und klicken Sie auf diese Stelle.
 ⇒ Schreiben Sie "b) " als Textbereich und anschließend $\dot{Q}_{12}$ als Rechenbereich, indem Sie wieder auf "Einfügen" und darin auf "Rechenbereich" klicken.

Die gesuchten Größen sollten jetzt, wie auf dem folgenden Bild dargestellt, auf Ihrem Arbeitsblatt aufgelistet sein:

geg.: $\dot{V}_1 := 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ges.: a) $\dot{m}$
 $t_1 := 10^\circ\text{C}$ b) $\dot{Q}_{12}$
 $t_2 := 50^\circ\text{C}$
 $p := 0.1 \text{ MPa}$

Hinweis:

Sie können auch mehrere Objekte gleichzeitig auf Ihrem Arbeitsblatt verschieben. Hierzu müssen sie markiert werden. Klicken Sie hierfür auf eine freie Fläche des Arbeitsblattes in unmittelbarer Nähe der zu verschiebenden Objekte und ziehen Sie mit gedrückter linker Maustaste einen Rahmen um die betreffenden Objekte. Nun muss die Maus wieder an den Rand eines Rahmes bewegt werden, bis eine kleine schwarze Hand  erscheint. Halten Sie jetzt die linke Maustaste gedrückt und bewegen Sie die Objekte an die gewünschte Stelle.

Alternativ dazu können Sie auch Objekte automatisch linksbündig ausrichten. Ziehen Sie hierfür wieder einen Rahmen um die Objekte. Dabei darf sich allerdings nur ein Objekt je Zeile befinden. Klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche  in der Mathcad-Symboleiste. Die Objekte werden ausgerichtet.

Speichern des Arbeitsblattes

⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Datei" und darin auf "Speichern".

Der aktuelle Stand des Mathcad-Arbeitsblattes ist jetzt unter dem verwendeten Dateinamen gesichert.

6.3 Lösung Teilaufgabe a)

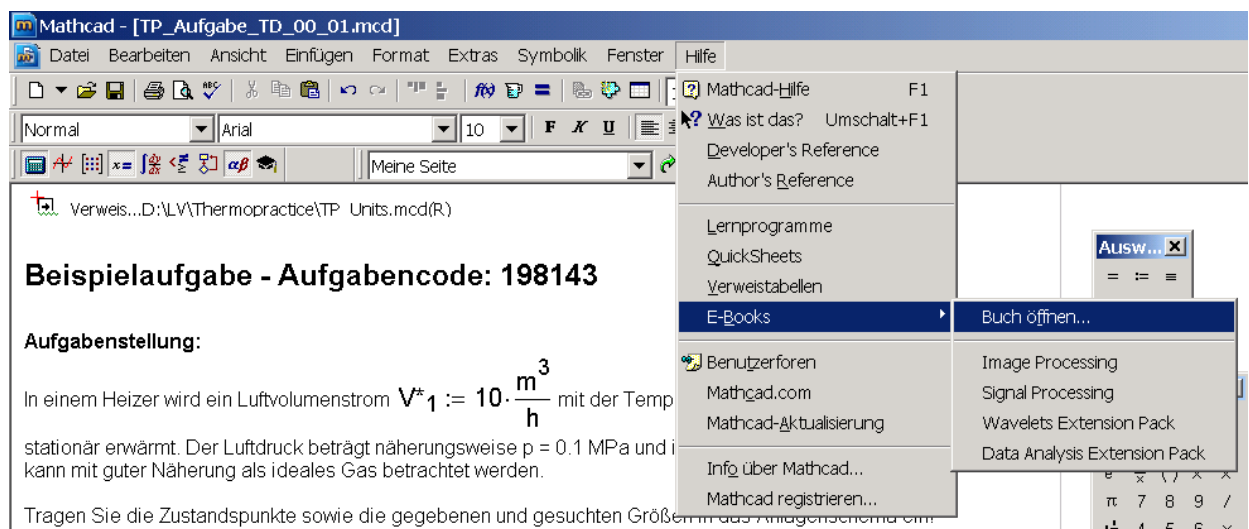
⇒ Schreiben Sie auf Ihr Arbeitsblatt unter die gegebenen Größen "Lös.:" und darunter "a)" im Textbereich.

⇒ Um den gesuchten Massestrom zu berechnen, benötigen Sie eine Formel aus der Formelsammlung. Schreiben Sie zunächst "FS:" als Textbereich auf Ihr Arbeitsblatt, um zu kennzeichnen, dass jetzt eine Formel aus der Formelsammlung folgt (vgl. folgendes Bild).

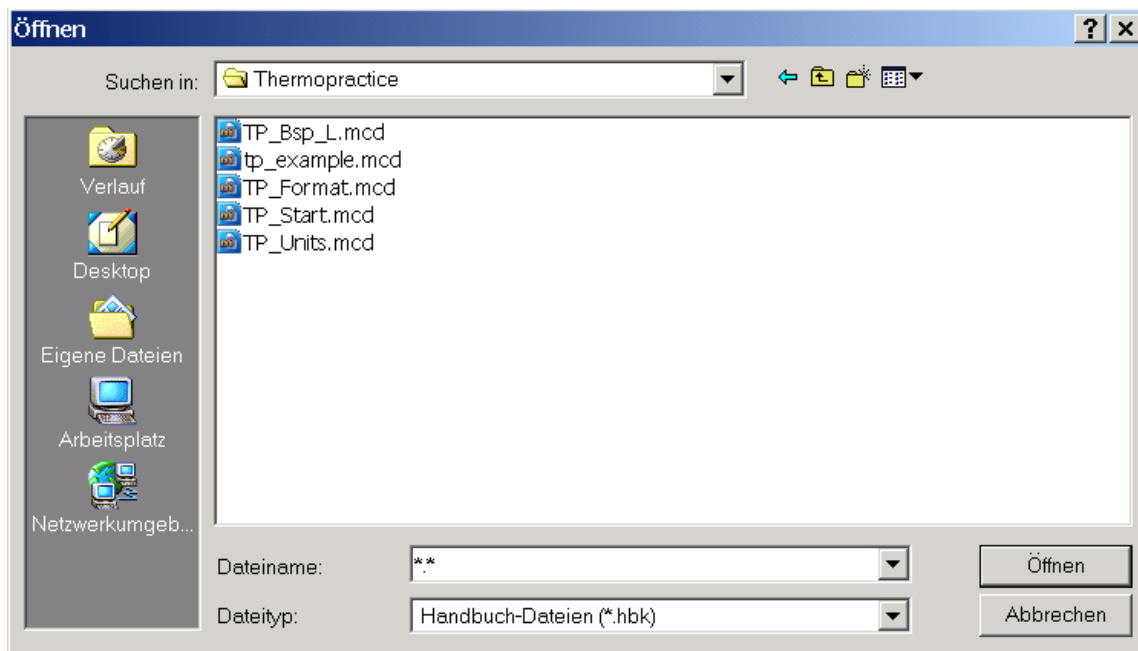
Lös.:	
a)	FS:

Die Formelsammlung können Sie wie nachfolgend beschrieben erreichen:

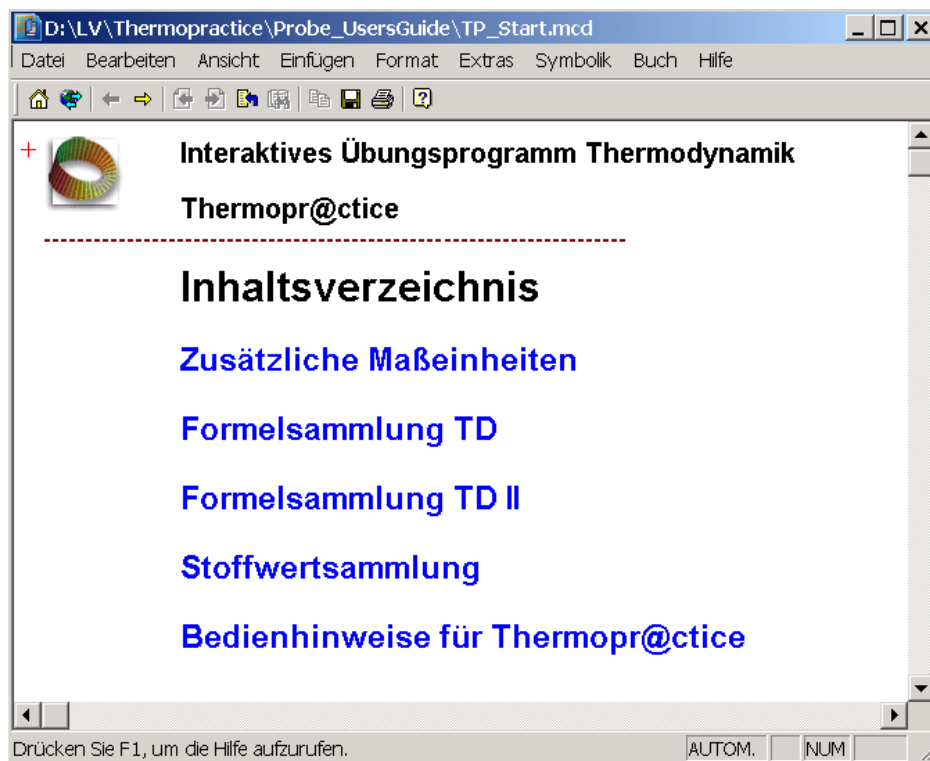
⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste auf Hilfe und in dem sich öffnenden Menü auf "E-Books" und "Buch öffnen..." (vgl. folgendes Bild).



⇒ Wählen Sie Ihr Arbeitsverzeichnis in dem Feld rechts neben "Suchen in:" aus. Klicken Sie danach in das Feld rechts neben "Dateiname:" und geben Sie über die Tastatur ****** ein. Bestätigen Sie diese Eingabe mit Enter **↵**. Nun erscheinen alle Dateien im Anzeigefenster und Sie können die Datei TP_Start.mcd auswählen.



⇒ Es öffnet sich folgendes Bild:



Dieses Fenster wird im Folgenden als Informationszentrum bezeichnet.

⇒ Klicken Sie auf "Formelsammlung TD" und wählen Sie in der sich öffnenden Seite "7 Massebilanz" durch Anklicken aus

Es erscheint die Formelsammlung "Massebilanz". Neben "Massestrom" finden Sie die benötigte Formel (vgl. folgendes Bild).

Massestrom: $\dot{m}^* := \rho \cdot V^*$

⇒ Klicken Sie die Formel an und ziehen Sie sie auf Ihr Arbeitsblatt neben "FS:".

Hinweis:

Sind in einer Formel Variablen, denen noch kein Wert zugewiesen wurde, vorhanden, erscheinen Teile dieser Formel rot und Mathcad kann noch kein Ergebnis berechnen.

⇒ Um den gesuchten Massestrom zu berechnen, muss die Dichte ρ der Luft am Eintritt (Zustandspunkt 1) berechnet werden. Hierzu finden Sie eine weitere Berechnungsformel in der Formelsammlung.

⇒ Klicken Sie in der Menüleiste des Informationszentrums wieder auf den nach links (zurück) zeigenden gelben Pfeil, so dass die Seite "Formelsammlung" erscheint.

⇒ Wählen Sie "Thermische Zustandsgrößen" durch Anklicken aus.

Es erscheint die Formelsammlung "Thermische Zustandsgrößen". Im Abschnitt "Ideales Gas" finden Sie neben "Dichte" die benötigte Formel (vgl. folgendes Bild).

Dichte: $\rho_{ig} := \frac{p}{R \cdot T}$

⇒ Klicken Sie die Formel an und ziehen Sie diese auf Ihr Arbeitsblatt unter die Formel für den Massestrom.

Ihr Mathcad-Arbeitsblatt sollte folgende Ansicht zeigen:

Lös.:
a) FS: $\dot{m}^* := \rho \cdot V^*$
 $\rho_{ig} := \frac{p}{R \cdot T}$

Um die Dichte zu berechnen, wird zunächst die spezifische Gaskonstante R der Luft benötigt. Diesen Stoffwert finden Sie in der Stoffwertsammlung Tab. 2, die ebenfalls im Informationszentrum vorhanden ist.

⇒ Schreiben Sie zunächst "SW Tab. 2 für Luft, Wert für R:" auf Ihr Arbeitsblatt.

⇒ Klicken Sie auf der Startseite des Informationszentrums auf "Stoffwertsammlung" und wählen Sie in der sich öffnenden Seite die "Tab. 2 Allgemeine stoffspezifische Konstanten" durch Anklicken aus.

Auf Ihrem Bildschirm sehen Sie die im folgenden Bild dargestellte Ansicht:

Mathcad Professional - [Aufgabe 00_01.mcd]

Tragen Sie die Zustandsgrößen sowie die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

a) Berechnen Sie den Luftmassenstrom $\dot{m}^*$!
b) Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom $\dot{Q}^*_{12}$!

Anlagenschema:

Lösung:

geg.: $\dot{V}^*_1 = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ges.: a) $\dot{m}^*$
 $t_1 = 10^\circ\text{C}$ b) $\dot{Q}^*_{12}$
 $t_2 = 50^\circ\text{C}$
 $p = 0.1 \text{ MPa}$

Lös.:
a) FS: $\dot{m}^* = \rho \cdot \dot{V}^*$
 $\rho_{\text{ig}} = \frac{p}{R \cdot T}$

SW Tab. 2 für Luft, Wert für R +

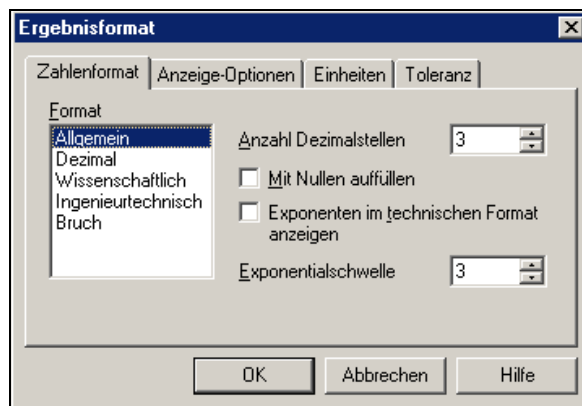
Tab. 2 Allgemeine stoffspezifische Konstanten
(Der Wert 0 in der Tabelle bedeutet: kein Stoffwert vorhanden)

Fluid	Strukturformel	Daten am k			
		M kg kmol	R kJ kg K	T _{kr} K	p N
Wasser	H ₂ O	18.015	0.46153	647.096	2
Stickstoffmonoxid	NO	30.006	0.27709	180.2	
Stickstoffdioxid	NO ₂	46.01	0.18071	431.35	
Kohlenmonoxid	CO	28.01	0.29684	132.91	
Kohlendioxid	CO ₂	44.01	0.18892	304.21	7
Schwefeldioxid	SO ₂	64.065	0.12978	430.7	
Schwefeltrioxid	SO ₃	80.06	0.103385	491.45	
Luft (trocken)		28.9647	0.28706	132.507	
Ammoniak	NH ₃	17.03	0.48823	405.6	
R12	C Cl ₂ F ₂	120.92	0.6876	385.16	
R22	CHF ₂ Cl	86.469	0.096156	369.33	
R23	CHF ₃	70.01	0.11876	298.75	

Drücken Sie F1 für Hilfe. Autom.

Die Anzahl der Dezimalstellen ist auf Ihrem Arbeitsblatt standardmäßig auf 3 eingestellt. Die spezifische Gaskonstante der Luft hat allerdings 5 Dezimalstellen. Würden Sie den Stoffwert jetzt auf Ihr Arbeitsblatt ziehen, hat das zur Folge, dass er von Mathcad auf 3 Dezimalstellen gerundet wird. Um das zu vermeiden, muss die Anzahl der Dezimalstellen auf Ihrem Mathcad-Arbeitsblatt vorher erhöht werden. Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

- ⇒ Wechseln Sie wieder auf Ihr Arbeitsblatt zurück, indem Sie in der Windows Taskleiste die Schaltfläche Mathcad - [TP_Auf...] anklicken. Klicken Sie jetzt in der oberen Menüleiste Ihres Arbeitsblattes auf "Format" und darin auf "Ergebnis...". Es erscheint folgendes Fenster:



- ⇒ Erhöhen Sie auf der Registerkarte "Zahlenformat" die Anzahl der Dezimalstellen auf 5 und bestätigen Sie mit "OK".

Hinweis:

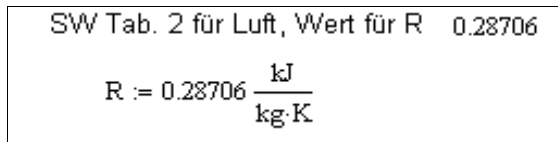
Schreibt Mathcad herübergezogene Stoffwerte in Zehnerpotenzdarstellung, so muss die Exponentialschwelle erhöht werden.

- ⇒ Klicken Sie den Stoffwert an und ziehen Sie ihn mit der kleinen schwarzen Hand auf Ihr Arbeitsblatt.

Definieren Sie die spezifische Gaskonstante nun folgendermaßen:

- ⇒ Schreiben Sie "R" und drücken Sie anschließend den  um einen tiefgestellten (leeren) Index zu erzeugen. Drücken Sie jetzt  und schreiben Sie den herübergezogenen Zahlenwert sowie die richtige Maßeinheit in die Einfügemarke. Drücken Sie dabei nach kg die Taste , um einem Multiplikations-Punkt zu erzeugen.

Den ermittelten Stoffwert sehen Sie im folgenden Bild:

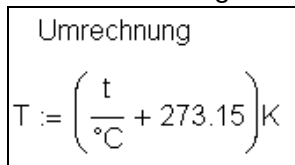


SW Tab. 2 für Luft, Wert für R 0.28706

$$R := 0.28706 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Um die Dichte zu berechnen, muss noch die Temperatur t_1 von °C in Kelvin, d.h. in die Temperatur T_1 umgerechnet werden. Verwenden Sie hierzu wieder eine Formel aus der Formelsammlung des Informationszentrums.

- ⇒ Schreiben Sie "FS:" als Textfeld auf Ihr Arbeitsblatt unter den ermittelten Stoffwert.
- ⇒ Wechseln Sie in der Windows Taskleiste wieder zum Informationszentrum. In der Formelsammlung "Größen" finden Sie im Abschnitt "Temperatur" folgende Formel:



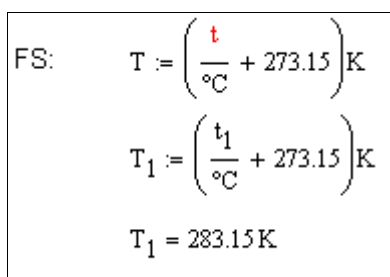
Umrechnung

$$T := \left(\frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$$

- ⇒ Klicken Sie die Formel an und ziehen Sie sie auf Ihr Arbeitsblatt neben "FS:".
- ⇒ Kopieren Sie die Formel einmal und ergänzen Sie an T und t die Bezeichnung des Zustandspunktes 1 als tiefgestellten Index.

Jetzt erscheint die Formel in schwarzer Schrift und Sie können das Ergebnis berechnen.

- ⇒ Schreiben Sie "T.1" und drücken anschließend . Mathcad berechnet das Ergebnis automatisch (vgl. folgendes Bild).



FS: $T := \left(\frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$

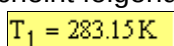
$$T_1 := \left(\frac{t_1}{^{\circ}\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$$

$$T_1 = 283.15 \text{K}$$

Zur besseren Übersichtlichkeit empfiehlt es sich, derartige Zwischenergebnisse mit gelber Farbe zu hinterlegen.

- ⇒ Klicken Sie hierzu mit der rechten Maustaste auf T_1 . Wählen Sie im sich öffnenden Menü "Eigenschaften..." aus und klicken Sie im neuen Fenster auf "Bereich hervorheben".
- ⇒ Ein Haken erscheint. Klicken Sie anschließend auf "Farbe auswählen...". Im sich öffnenden Fenster ist in der ersten Zeile bereits die zweite Farbe von links für gelb ausgewählt. Bestätigen Sie zweimal mit "OK".

Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt:



$$T_1 = 283.15 \text{K}$$

- ⇒ Schreiben Sie die Formel für die Dichte wie folgt noch einmal neu, um das Ergebnis berechnen zu können. (Sie können die gesamte Formel auch kopieren.)
- ⇒ Ergänzen Sie an die Dichte und die Temperatur die Zustandsbezeichnung 1, wie im folgenden Bild dargestellt ist.

Jetzt erscheint die Formel in schwarzer Schrift und Sie können das Ergebnis berechnen.

FS: $T := \left(\frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$

$T_1 := \left(\frac{t_1}{^{\circ}\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$

$T_1 = 283.15 \text{ K}$

$\rho_{ig_1} := \frac{p}{R \cdot T_1}$

$\rho_{ig_1} = 1.2303 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Sie können die Anzahl der Dezimalstellen des Ergebnisses verändern.

- ⇒ Führen Sie hierzu einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf den Zahlenwert des Ergebnisses durch.
- ⇒ Stellen Sie in dem erscheinenden Fenster auf der Registerkarte "Zahlenformat" die Anzahl der Dezimalstellen auf 3 ein. Setzen Sie ebenfalls einen Haken bei "Mit Nullen auffüllen" und bestätigen Sie mit "OK".

Wie Sie im folgenden Bild sehen können, rundet Mathcad das Ergebnis auf 3 Dezimalstellen:

$\rho_{ig_1} = 1.230 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- ⇒ Hinterlegen Sie dieses Zwischenergebnis mit gelber Farbe.

Jetzt können Sie den gesuchten Massestrom berechnen.

- ⇒ Schreiben Sie die Berechnungsformel mit den richtigen Indizes unter Ihre Zwischenergebnisse und berechnen Sie das Ergebnis (vgl. folgendes Bild).

$m^* := \rho_{ig_1} \cdot \dot{V}^*_1$

$m^* = 3.4175 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$

Sie können das Ergebnis in eine andere Maßeinheit, z.B. in kg/h umrechnen.

Klicken Sie hierzu mit der linken Maustaste rechts in den Einheiten-Platzhalter des Ergebnisses, wie Sie auf dem folgenden Bild sehen können:

$m^* = 3.4175 \times 10^{-3} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}}$

- ⇒ Geben Sie zunächst mit der Tastatur kg ein. Der Zahlenwert des Ergebnisses verschwindet dabei. Drücken Sie jetzt $\frac{1}{}$ um einen Bruchstrich zu erzeugen und geben Sie in den Nenner h für Stunde ein. Bestätigen Sie mit Enter $\frac{1}{h}$.

Jetzt können Sie noch die Anzahl der Dezimalstellen verändern.

- ⇒ Führen Sie hierzu einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf den Zahlenwert des Ergebnisses durch.
- ⇒ Stellen Sie in dem jetzt erscheinenden Fenster auf der Registerkarte "Zahlenformat" die Anzahl der Dezimalstellen auf 3 ein und bestätigen Sie mit "OK".

Wie Sie im folgenden Bild sehen können, zeigt Mathcad das Ergebnis in kg/h an und rundet auf 3 Dezimalstellen:

$$\dot{m}^* = 12.303 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

- ⇒ Hinterlegen Sie das Endergebnis der Teilaufgabe a) abschließend mit grüner Farbe.

Es erscheint folgende Ansicht auf Ihrem Arbeitsblatt:

$$\dot{m}^* = 12.303 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Speichern des Arbeitsblattes

- ⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Datei" und darin auf "Speichern".

Der aktuelle Stand des Mathcad-Arbeitsblattes ist jetzt unter dem verwendeten Dateinamen gesichert.

6.4 Lösung Teilaufgabe b)

- ⇒ Schreiben Sie "b)" auf Ihr Arbeitsblatt.

Um den gesuchten Wärmestrom zu berechnen, benötigen Sie wieder eine Formel aus der Formelsammlung.

- ⇒ Schreiben Sie "FS:" auf Ihr Arbeitsblatt.
- ⇒ Klicken Sie auf der Startseite des Informationszentrums auf "Formelsammlung" und wählen Sie in der sich öffnenden Seite "Energiebilanz - I. HS der Thermodynamik" durch Anklicken aus.

Im Abschnitt "Stationäre Energiebilanz beim offenen System" finden Sie unter "Sonderfall" die benötigte Formel (vgl. folgendes Bild).

Sonderfall: Ein Eintritt und ein Austritt ($\dot{m}^* = \dot{m}_1^* = \dot{m}_2^*$) - stationärer Fließprozess

$$\dot{Q}_{12}^* + \dot{P}_{t_st_12} + \dot{W}_{diss12}^* := \dot{m}^* \cdot \left[(h_2 - h_1) + \frac{1}{2} \cdot (c_2^2 - c_1^2) + g \cdot (z_2 - z_1) \right]$$

- ⇒ Klicken Sie die Formel an und ziehen Sie sie auf Ihr Arbeitsblatt neben "FS:".

Vereinfachen Sie die Formel wie im folgenden Bild beschrieben:

b) FS:
$$Q^*_{12} + P_{t_st_12} + W^*_{diss12} := m^* \cdot \left[(h_2 - h_1) + \frac{1}{2} \cdot (c_2^2 - c_1^2) + g \cdot (z_2 - z_1) \right]$$

$P_{t_st_12} := 0$

$W^*_{diss12} := 0$

Vernachlässigung potentieller und kinetischer Energieänderung:

$z_2 := z_1$

$c_2 := c_1$

$Q^*_{12} := m^* \cdot (h_2 - h_1)$

Zur Berechnung der Enthalpie-Differenz finden Sie im Informationszentrum in der Formelsammlung "Energetische Zustandsgrößen" im Abschnitt "Ideales Gas" folgende Formel:

Differenz für Zustandsänderung ① → ②

$$u_2 - u_1 := \int_{T_1}^{T_2} c_{v_ig}(T) dT \qquad h_2 - h_1 := \int_{T_1}^{T_2} c_{p_ig}(T) dT$$

$$u_2 - u_1 := h_{ig}(T_2) - h_{ig}(T_1) - R \cdot (T_2 - T_1) \qquad h_2 - h_1 := h_{ig}(T_2) - h_{ig}(T_1)$$

$h_{ig}(T) \nearrow$ Stoffwerte $h_{ig}(T) \nearrow$ Stoffwerte

⇒ Schreiben Sie "FS:" auf Ihr Arbeitsblatt. Danach ziehen Sie die Formel, wie im folgenden Bild dargestellt, auf Ihr Arbeitsblatt. Nun können Sie analog mit Ihren gegebenen Temperaturen schreiben:

FS:
$$h_2 - h_1 := h_{ig}(T_2) - h_{ig}(T_1)$$

$h_{ig}(T) \nearrow$ Stoffwerte

Die Stoffwerte finden Sie im Informationszentrum in der Stoffwertsammlung Tab. 3.1b.

- ⇒ Schreiben Sie zunächst "SW Tab. 3.1 für Luft, Wert für h_1 " auf Ihr Arbeitsblatt. Dabei wird der tiefgestellte Index innerhalb des Textbereiches folgendermaßen erzeugt:
- ⇒ Schreiben Sie zunächst h_1 . Markieren Sie mit der linken Maustaste die 1, sie wird schwarz hinterlegt. Klicken Sie anschließend mit der rechten Maustaste auf die Markierung. Wählen Sie im sich öffnenden Menü "Tiefgestellt" aus.

Es erscheint " h_1 " auf Ihrem Arbeitsblatt (vgl. folgendes Bild).

SW Tab. 3.1b für Luft, Wert für h_1 :

- ⇒ Klicken Sie jetzt auf der Startseite des Informationszentrums auf "Stoffwertsammlung" und wählen Sie in der sich öffnenden Seite die "Tab. 3.1b Luft (trocken)" durch Anklicken aus.
- ⇒ Ziehen Sie sich den Stoffwert der Enthalpie bei der Temperatur T_1 auf Ihr Arbeitsblatt und führen Sie anschließend die Definitionen für h_1 aus.
- ⇒ Verfahren Sie ebenso mit dem Wert für h_2 (vgl. folgendes Bild).

SW Tab. 3.1b für Luft, Wert für h_1 :	10.04000	$h_1 := 10.04000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
SW Tab. 3.1b für Luft, Wert für h_2 :	50.24600	$h_2 := 50.24600 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Jetzt können Sie den gesuchten Wärmestrom berechnen. Sie müssen Ihre vereinfachte Formel noch einmal unter die ermittelten Stoffwerte kopieren, denn Mathcad wertet nur die links bzw. darüber stehenden Werte aus. Jetzt erscheint die Formel in schwarzer Schrift. Zur Berechnung des Wärmestromes schreiben Sie nun " Q^*_{12} " und drücken anschließend **=**.

- ⇒ Stellen Sie die Anzahl der Dezimalstellen auf 1 ein. Um in das entsprechende Menü zu gelangen, müssen Sie wieder einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf den Zahlenwert des Ergebnisses ausführen.
- ⇒ Hinterlegen Sie das Endergebnis der Teilaufgabe b) abschließend mit grüner Farbe. Es erscheint folgende Ansicht analog auf Ihrem Arbeitsblatt:

$$Q^*_{12} := m^* \cdot (h_2 - h_1)$$

$$Q^*_{12} = 137.40 \text{ W}$$

Speichern des Arbeitsblattes

- ⇒ Die Aufgabe ist jetzt vollständig gelöst. Klicken Sie in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Datei" und darin auf "Speichern".

Der aktuelle Stand des Mathcad-Arbeitsblattes ist jetzt unter dem verwendeten Dateinamen gesichert.

7 Überprüfung der Ergebnisse

Sie können die Ergebnisse Ihrer gelösten Aufgabe an die Datenbank des Interaktiven Übungsprogramms senden, um deren Richtigkeit zu prüfen. Dies geschieht auf den Internetseiten von Thermopr@ctice. Wechseln Sie hierzu in der Windows Taskleiste wieder zum MS Internet Explorer.

Am oberen rechten Bildschirmrand finden Sie die Schaltfläche **Ergebnisse einsenden** .

- ⇒ Klicken Sie darauf und es öffnet sich das Ergebnis-Eingabefenster (vgl. folgendes Bild).

Wählen Sie die Aufgabe, deren Ergebnisse Sie überprüfen möchten. Wenn Sie den entsprechenden Aufgabencode kennen, können Sie diesen wahlweise auch direkt eingeben.

Aufgabencode: 

Ergebnisse einsenden

Die folgenden Aufgaben haben Sie früher schon einmal heruntergeladen, bisher jedoch keine oder keine vollständigen Ergebnisse eingereicht.

Aufgabe	Aufgabencode	
0.1 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft	391373	Ergebnisse einsenden  

[< Zurück](#)

Damit Thermopr@ctice die Ergebnisse Ihrer Aufgabenvariante identifizieren kann, wurde beim Download der Aufgabe ein Aufgabencode vergeben. Der Zahlencode steht im Titel der Aufgabenstellung auf dem Mathcad-Arbeitsblatt bzw. im Informationszentrum auf der Seite "Aufgabe".

⇒ Geben Sie den Aufgabencode in das Ergebnis-Eingabefenster ein bzw. kopieren Sie ihn. Bestätigen Sie mit "Ergebnisse einsenden".

Im Ergebnis-Eingabefenster werden jetzt die zum Aufgabencode zugehörige Aufgabennummer sowie die Eingabefelder der Ergebnisse angezeigt.

Tragen Sie die Endergebnisse der Teilaufgaben a) und b) ggf. durch Kopieren sowie die Maßeinheiten, analog wie auf dem Bild dargestellt, in die vorgesehenen Felder ein.

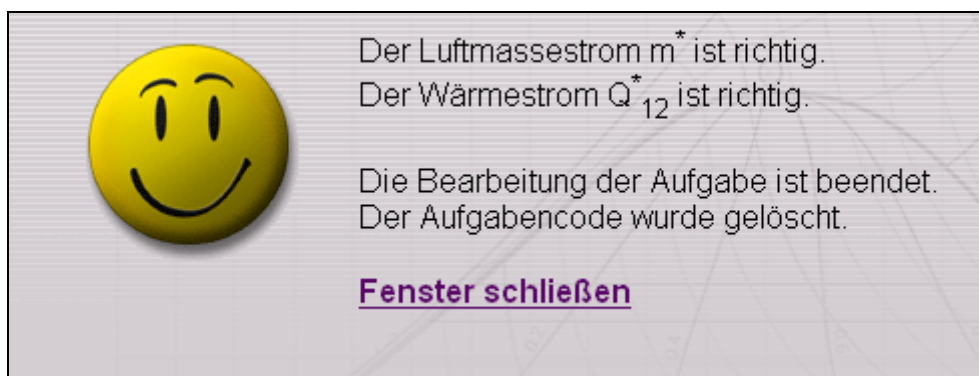
Bei "Bemerkungen" können Sie Hinweise und eventuelle Fragen Ihrerseits eingeben. Diese werden ggf. per E-Mail beantwortet.

⇒ Klicken Sie anschließend auf "Absenden".

Sind Ihre Ergebnisse richtig, so erscheint folgendes Fenster:

Hinweis:

Sie können die Ergebnisse einer beliebigen heruntergeladenen Aufgabe von Thermopr@ctice überprüfen lassen, indem Sie den zugehörigen Aufgabencode in das Ergebnis-Fenster eintragen.



Werden Ihre Ergebnisse als richtig bestätigt, ist die Bearbeitung der Aufgabe beendet. Der Aufgabencode wurde gelöscht und steht jetzt nicht mehr zur Ergebnisüberprüfung zur Verfügung.

Klicken Sie auf "Fenster schließen" und anschließend am linken Bildschirmrand auf

[Logout?](#), um sich aus Thermopr@ctice auszuloggen.

Sind Ihre Ergebnisse falsch, werden Sie zur Eingabe der Zwischenergebnisse aufgefordert (vgl. folgendes Bild).

Der Luftmassenstrom $\dot{m}^*$ ist falsch.
Der Wärmestrom $\dot{Q}_{12}^*$ ist falsch.

Eingabe der **Zwischenergebnisse**:

Aufgabe 0.1
 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft

Eintrittstemperatur T_1 : Einheit: K

Dichte des idealen Gases am Eintritt ρ_{ig_1} : Einheit: /

spez. Enthalpie h_1 : Einheit: /

spez. Enthalpie h_2 : Einheit: /

[< Zurück](#)

- ⇒ Mit der Kontrolle der Zwischenergebnisse haben Sie die Möglichkeit zu prüfen, bis zu welcher Stelle Ihr Rechenweg korrekt ist.
- ⇒ Nach dem Klicken auf "Ergebnisse einsenden" erscheint eine Meldung über die Richtigkeit der Zwischenergebnisse.
- ⇒ Klicken Sie auf "Fenster schließen" und überprüfen Sie Ihre Berechnung. Klicken Sie anschließend erneut auf "Ergebnisse".
- ⇒ Klicken Sie zur Beendigung der Übung am linken Bildschirmrand auf [Logout?](#), um sich aus Thermopr@ctice auszuloggen.

8 Wiederaufnahme einer zuvor begonnenen Aufgabenlösung

Haben Sie die Lösung einer Aufgabe unterbrochen und möchten diese jetzt fortsetzen, so gehen Sie wie folgt vor:

- ⇒ Starten Sie das Programm Mathcad. Klicken Sie hierzu in der Windows Taskleiste auf "Start", darin auf "Programme", darin auf "Mathsoft Anwendungen" und darin auf "Mathcad 12".
- ⇒ Das Programm Mathcad öffnet sich und es erscheint ein leeres Arbeitsblatt.
- ⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste auf "Datei" und darin auf "Öffnen...".
- ⇒ Suchen Sie im sich öffnenden Fenster das Verzeichnis und die Mathcad-Datei, in der Sie Ihre bereits begonnene Lösung gespeichert haben.
- ⇒ Klicken Sie die Datei an und anschließend auf "Öffnen".

Für die weitere Arbeit benötigen Sie im Mathcad das Informationszentrum.

- ⇒ Öffnen Sie jetzt das Informationszentrum, indem Sie in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Hilfe" und darin auf "E-Books" und "Buch öffnen..." klicken.
- ⇒ Öffnen Sie nun die Datei "TP_Start.mcd", indem Sie wie folgt vorgehen:

- ⇒ Wählen Sie Ihr Arbeitsverzeichnis in dem Feld rechts neben "Suchen in:" aus. Klicken Sie danach in das Feld rechts neben "Dateiname:" und geben Sie über die Tastatur  ein. Bestätigen Sie diese Eingabe mit Enter . Nun erscheinen alle Dateien im Anzeigefenster und Sie können die Datei TP_Start.mcd auswählen.
- ⇒ Suchen Sie die Datei "TP_Start.mcd". Klicken Sie die Datei an und anschließend auf "Öffnen". Jetzt stehen Ihnen die über das Informationszentrum anwählbaren Lehrunterlagen Formelsammlung und Stoffwertsammlung für die Lösung der Aufgabe zur Verfügung.
- ⇒ Beenden Sie jetzt die Lösung der Aufgabe.

Einsenden von Ergebnissen von unterbrochenen Aufgaben

Thermopractice bietet die Möglichkeit, angefangene Aufgaben zu einem späteren Zeitpunkt zu überprüfen. Hierzu klicken Sie nach erneutem Einloggen auf das Feld **Ergebnisse einsenden** . Nun sehen Sie eine Auflistung aller von Ihnen begonnenen Aufgaben, zu denen noch keine vollständigen Ergebnisse eingesandt wurden, wie im folgenden Bild.

Aufgabe	Aufgabencode
0.1 I. Hauptsatz: Stationäres, offenes System - Luft	305475 Ergebnisse einsenden  

Wenn Sie auf die Aufgabe klicken, öffnet sich das Feld zum Einsenden der Ergebnisse erneut.

9 Download von Formel- und Stoffwertsammlung für Offline-Nutzung

Die für die Lösung der Übungsaufgaben benötigten Lehrunterlagen Formelsammlung und Stoffwertsammlung wird im Normalfall über Internet bereitgestellt. Möchten Sie jedoch die Verbindung zum Internet während des Lösens einer Aufgabe unterbrechen, so besteht die Möglichkeit, die Formel- und Stoffwertsammlung offline zu nutzen. Die hierfür benötigten Dateien müssen zuvor auf Ihren Computer heruntergeladen werden. Alternativ zum Download können Sie die Dateien auch auf Datenträger erhalten. Falls Sie die Dateien über Internet downloaden möchten, gehen Sie wie folgt vor:

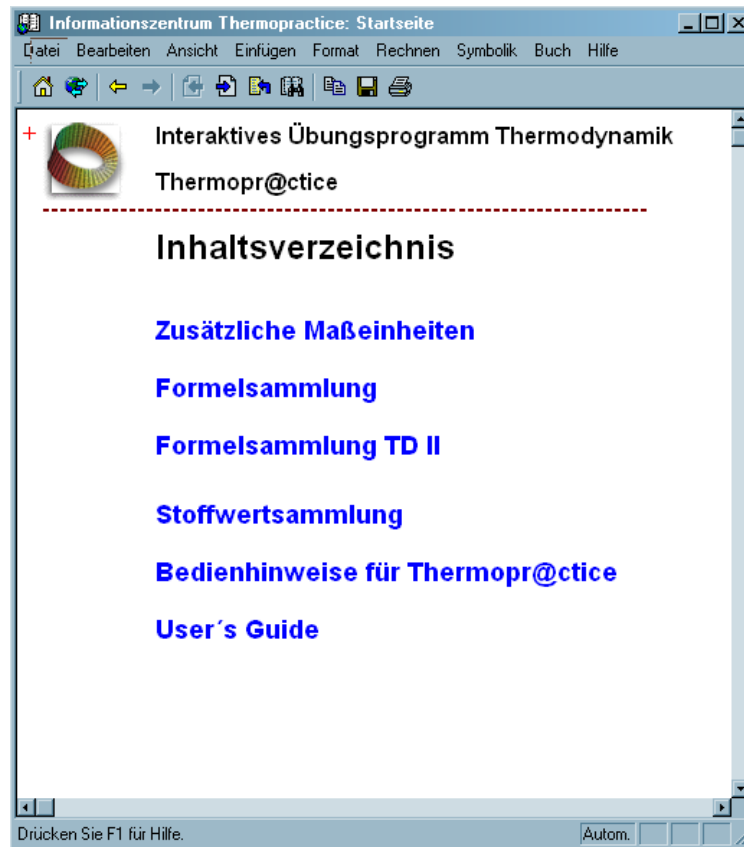
- ⇒ Die benötigten Dateien befinden sich auf der Internetseite von Thermopractice. Um sie anzuzeigen, klicken Sie nach der Auswahl einer Übungsaufgabe auf "Aufgabe übernehmen".

Folgendes Dateipaket wird zum Download angeboten:



- ⇒ Laden Sie sich die Datei herunter. Entpacken Sie die Datei anschließend mit WinZip.
- ⇒ Öffnen Sie in Mathcad die Datei "TP_Informationszentrum.hbk", indem Sie wie folgt vorgehen:
- ⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Hilfe" und darin auf "E-Books" und "Buch öffnen..."

⇒ Wählen Sie Ihr Arbeitsverzeichnis, in welches Sie die TP_Offline gespeichert haben aus und Klicken Sie die Datei "TP_Informationszentrum.hbk" an und anschließend auf "Öffnen". Das Informationszentrum zeigt jetzt die folgende Ansicht:



Jetzt stehen Ihnen die Formel- und Stoffwertsammlung lokal auf Ihrem Computer für die Lösung der Übungsaufgaben zur Verfügung.

10 Anhang

A1 Allgemeine Bedienhinweise für Mathcad

Hinweise zum Programm Mathcad:

- Mathcad unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Eingabebereichen auf dem Arbeitsblatt:
 Rechenbereich: blaue Cursor-Kennzeichnung
 Textbereich: rote Cursor-Kennzeichnung
- Der Standard-Eingabebereich ist der Rechenbereich. Er wird für Variablen und Formeln verwendet.

Variablen, Formeln		Rechenbereich: blaue Cursor-Kennzeichnung wird bei der Eingabe automatisch aufgerufen
--------------------	---	---

- Um Variablen mit Textzeichen zu kennzeichnen, muss innerhalb des Rechenbereiches in den Textbereich mit der Tastenkombination **Strg** + Shift  + **K** umgeschaltet und nach Eingabe der Textzeichen mit dieser Kombination wieder zurückgeschaltet werden. Die folgende Tabelle enthält wichtige Beispiele:

gewohnte Schreibweise	Schreibweise in Mathcad	Tastenkombinationen
$\dot{z}$	z^*	mit Strg + Shift  + K innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, * auf Tastatur
$\tilde{z}$	$z\sim$	mit Strg + Shift  + K innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, $\sim$ auf Tastatur mit Alt Gr + 
$\hat{z}$	$z^{\wedge}$	mit Strg + Shift  + K innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten,  auf Tastatur
$\hat{\dot{z}}$	$z^{*\wedge}$	mit Strg + Shift  + K innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, * und  auf Tastatur

- In der folgenden Anwenderbeschreibung werden auszuführende Befehle in Anführungszeichen "..." geschrieben. In Mathcad sind diese Anführungszeichen nicht zu schreiben.
- Um auf dem Arbeitsblatt direkt Text zu schreiben, muss zuvor mit der Tastenkombination Shift  + **2** (Anführungszeichen ") in den Textbereich umgeschaltet werden. Hierfür können Sie auch in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Einfügen" und darin auf "Textbereich" klicken. Es öffnet sich ein Textfeld, in das der Text eingegeben werden kann.

Text		Textbereich: rote Cursor-Kennzeichnung, Shift  + 2 (Anführungszeichen ") ein Textfeld erzeugen
------	---	--

- Bei Dezimalzahlen ist der Punkt  auf der Tastatur zu verwenden.
Beispiel: 1.25, nicht 1,25 !
- Für die Indizierung von Variablen steht in Mathcad nur die Tiefstellung zur Verfügung. Um einen tiefgestellten Index zu schreiben, drücken Sie nach der Variablen den Punkt  auf der Tastatur und geben danach die Buchstaben bzw. Ziffern des Indexes ein. Bei Eingabe eines mathematischen Operationszeichens wird die Tiefstellung automatisch verlassen.
- Variablen, die sowohl mit hochgestelltem als auch mit tiefgestelltem Index bezeichnet sind, werden in Mathcad wie folgt geschrieben:

x_z^y	x_{y_z}	Taste  , dann hochgestellten Index schreiben, Unterstrich, dann tiefgestellter Index, z.B. $h_1^{st} \rightarrow h_{st_1}$, $c_{pm}^{ig} \rightarrow c_{p_ig_m}$
---------	-----------	---

- Mathcad unterscheidet Maßeinheiten und Variablen nicht. Dadurch kommt es zu Konflikten, wie z.B. zwischen m für Meter und m für Masse. Aus diesem Grund bekommen alle Variablen, auch diejenigen, die aus mehreren Buchstaben bestehen, einen tiefgestellten Index. Sollte kein Index vorhanden sein, also z.B. keine Zustandspunktbezeichnung, wird die Tiefstellung leer gelassen, also lediglich der  auf der Tastatur gedrückt.
- Bei folgenden Ausnahmen ist eine leere Tiefstellung nicht erforderlich:
 - Variablen, die aus griechischen Buchstaben bestehen bzw. bei denen der erste Buchstabe ein griechischer ist, bekommen keinen tiefgestellten Index, da hier keine Verwechslungsgefahr mit Maßeinheiten besteht.
 - Variablen mit Textzeichen z.B.: *, ' bzw. "
- Bei der Berechnung einer Temperatur in der Maßeinheit Grad Celsius erscheint das Ergebnis dimensionslos. Die Maßeinheit °C muss manuell in den Einheitenplatzhalter eingegeben werden. Dies ist notwendig, weil die Maßeinheit °C in Mathcad nicht vordefiniert ist und somit in den zusätzlichen Maßeinheiten (Anlage 1) als 1 definiert werden musste.
- Sind in einer Formel Variablen, denen noch kein Wert zugewiesen wurde, vorhanden, erscheinen Teile dieser Formel rot und Mathcad kann noch kein Ergebnis berechnen.
- Bei der Definition von Variablen und Gleichungen können links vom Definitionszeichen  keine Rechenoperationen ausgeführt werden. In diesem Fall ist die Berechnung durch Mathcad nicht möglich und die Formel erscheint ebenfalls rot. Im Allgemeinen bekommt man durch den Klick in eine rot erscheinende Formel von Mathcad eine Hilfestellung angezeigt, wo der Fehler liegen könnte.
- Im Mathcad-Informationszentrum werden Dokumente über das Internet geladen. Je nach Geschwindigkeit der Internet-Verbindung, können sich dabei Wartezeiten einstellen. Während des Ladens einer Seite, erscheint der Mauszeiger in folgender

Ansicht: 

- Haben Sie Variablen, die zur Berechnung einer aktuellen Formel benötigt werden, zuvor in einer anderen Formel, die teilweise rot angezeigt wird, verwendet, kommt es manchmal vor, dass die aktuelle Formel nicht in schwarzer Schrift erscheint. In diesem

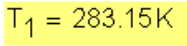
Fall müssen die zuvor geschriebenen, in roter Schrift erscheinenden Formeln deaktiviert werden. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die betreffende rote Formel und in dem sich öffnenden Fenster auf "Auswertung deaktivieren". Daraufhin erscheinen in der rechten oberen Ecke der Formel ein schwarzes Viereck und die Formel jetzt in schwarzer Schrift. Wiederholen Sie diese Vorgehensweise mit weiteren roten Formeln, bis die aktuelle Formel schwarz erscheint.
- Bei auftretenden Grafikproblemen, z.B. stehen bleibenden Markierungsrahmen, müssen Sie Ihr Arbeitsblatt aktualisieren. Klicken Sie hierfür in der oberen Menüleiste von Mathcad auf "Ansicht" und darin auf "Aktualisieren" oder drücken Sie Strg + R.
- Bestandteil der Übungsaufgaben sind Anlagenschemas. Sie sollen die im Aufgabentext beschriebene Problemstellung veranschaulichen. Teil der Aufgabenlösung ist es, das Bild des Anlagenschemas mit den gegebenen und gesuchten Informationen zu beschriften. Hierbei verschiebt man Variablen und Textobjekte auf das Anlagenschema. Es kann vorkommen, dass sich die Beschriftung hinter dem Bild anordnet und somit nicht mehr angeklickt werden kann. Möchten Sie die Position oder den Inhalt eines Objekts im Anlagenschema nachträglich ändern, so gehen Sie folgendermaßen vor:
 - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Anlagenschema und im sich öffnenden Menü auf "Nach hinten stellen".
 - Klicken Sie danach mit der linken Maustaste zunächst auf eine beliebige freie Fläche unter dem Anlagenschema auf Ihr Arbeitsblatt. Wenn Sie anschließend auf das betreffende Objekt im Anlagenschema klicken, erscheint ein Rahmen und die Bearbeitung kann vorgenommen werden. Im Falle, dass vorhandene Objekte nicht sichtbar sind, klicken Sie auf das Anlagenschema. Es sollten dann alle Objekte wieder erscheinen.

A2 Zusätzliche Maßeinheiten

$m_n := m$	$g := \text{gm}$	$d := \text{Tag}$
$a := \text{Jahr}$	$\text{kmol} := 10^3 \cdot \text{Mol}$	$\text{kN} := 10^3 \cdot \text{N}$
$\text{MN} := 10^6 \cdot \text{N}$	$\text{Nm} := \text{N} \cdot \text{m}$	$\text{kNm} := 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$
$\text{MNm} := 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$	$\text{hPa} := 10^2 \cdot \text{Pa}$	$\text{kPa} := 10^3 \cdot \text{Pa}$
$\text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa}$	$\text{bar} := 1 \cdot 10^5 \cdot \text{Pa}$	$\text{dm} := 0.1 \cdot \text{m}$
$\text{kJ} := 10^3 \cdot \text{J}$	$\text{MJ} := 10^6 \cdot \text{J}$	$\text{MW} := 10^6 \cdot \text{W}$
$^{\circ}\text{C} := 1$	$^{\circ}\text{F} := 1$	$^{\circ}\text{R} := 1$
$\text{EUR} := 1$	$\text{Sek} := \text{s}$	

A3 Bedienhinweise für Thermopr@ctice in Mathcad

Bedeutung	Schreibweise in Mathcad	Befehl bzw. Tastenkombination
Text		Textbereich: rote Cursor-Kennzeichnung, mit Shift  +  (Anführungszeichen ") ein Textfeld erzeugen
Variablen, Formeln		Rechenbereich: blaue Cursor-Kennzeichnung, wird bei der Eingabe automatisch aufgerufen (nach Eingabe eines Leerzeichens wird automatisch in den Textbereich umgeschaltet)
Variablen definieren	v:=	Variable zB. v + Taste 
Berechnungsergebnis anzeigen	v=	Variable zB. v + Taste 
Ergebnisse, ges. Größen		mit der rechten Maustaste in das Objekt klicken, aus dem sich öffnenden Menü "Eigenschaften" auswählen, "Bereich hervorheben" anklicken, "Farbe auswählen" anklicken, in erster Zeile zweite bzw. dritte Farbe von links auswählen
Zwischen-ergebnisse		
Änderung Anzahl der Dezimalstellen von Ergebnissen		Doppelklick auf Zahlenwert des Ergebnisses, Bearbeitung im Menüfenster
Änderung der Maßeinheit eines Ergebnisses		Mit Cursor in kleines schwarzes Rechteck hinter dem Ergebnis klicken und gewünschte Maßeinheit eintragen
Mathcad-Objekt im Anlagenschema bearbeiten		mit der rechten Maustaste auf das Anlagenschema klicken und im sich öffnenden Menü auf "Nach hinten stellen", dann auf eine freie Fläche des Arbeitsblattes klicken, jetzt auf betreffendes Objekt klicken, Rahmen erscheint
$\dot{z}$	z^*	mit  + Shift  +  innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, * auf Tastatur
$\tilde{z}$	$z\sim$	mit  + Shift  +  innerhalb des Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, ~ auf Tastatur mit  + 
$\bar{z}$	z_m	Tiefstellung mit  auf Tastatur
$\hat{z}$	$z^{\wedge}$	mit  + Shift  +  innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten,  auf Tastatur
$\hat{\dot{z}}$	$z^{*\wedge}$	mit  + Shift  +  innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten,  und  auf Tastatur
x_z^y	x_{y_z}	Taste  , dann hochgestellten Index schreiben, Unterstrich, dann tiefgestellter Index, z.B. $h_1^{st} \rightarrow h_{st_1}$, $c_{pm}^{ig} \rightarrow c_{p_ig_m}$

x_z^y	xy_z	Taste  , dann hochgestellten Index schreiben, Unterstrich, dann tiefgestellter Index, z.B. $h_1^{st} \rightarrow h_{st}_1$, $c_{pm}^{ig} \rightarrow cp_{ig}_m$
h_{1+x}	h_{1+x}	mit  + Shift  +  innerhalb eines Rechenbereiches in den Textbereich umschalten, 1+x auf Tastatur, mit  + Shift  +  wieder zurück in den Rechenbereich
z'	z'	Shift  +  auf Tastatur
Z^*	Z_{mix}	Taste  , dann mix schreiben
$ z $		Schaltfläche in Symbolleiste Taschenrechner
ϑ	ϑ	Taste  danach  +  auf Tastatur
φ	φ	Taste  danach  +  auf Tastatur
Cursor-Kennzeichnung		den Nenner eines Bruches oder einen Exponenten mit der Cursor-Kennzeichnung verlassen: mit der Leertaste
Formelumbruch	$y \dots + z$	Formeln, die über die Breite des A4-Arbeitsblattes hinausgehen, können als Summe von Termen auf eine neue Zeile umgebrochen werden, mit  + Enter 

Benutzung des Informationszentrums

Im Informationszentrum stehen neben Formel- und Stoffwertsammlung noch weitere Hilfestellungen zur Verfügung.

In Mathcad wird mit Maßeinheiten gerechnet. Einige Maßeinheiten sind bereits vordefiniert. Diese können wie folgt eingesehen werden:

⇒ Klicken Sie in der oberen Menüleiste des Informationszentrums auf "Einfügen" und darin auf "Einheit...".

Im sich öffnenden Menü können unter "Einheit" alle Maßeinheiten eingesehen werden, falls im Fenster "Dimension" der Begriff "Alle" ausgewählt ist. Schließen Sie das Menü durch Anklicken von "Abbrechen". Unter "Zusätzliche Maßeinheiten" finden Sie alle Maßeinheiten, die Sie mit dem Verweis und mit der Datei "TP_Units.mcd" in Ihr Dokument einbringen. Um sie zu öffnen, klicken Sie auf "Zusätzliche Maßeinheiten". Es erscheint eine Übersicht der zusätzlich definierten Maßeinheiten. Sie ist als Anlage 1 dieser Anwenderbeschreibung beigelegt.

Unter Bedienhinweise finden Sie die „Tabelle Bedienhinweise für Thermopr@ctice“. Mit dem gelben Pfeil  können Sie sich im Informationszentrum vor und zurück bewegen.

Wechseln Sie wieder zu Mathcad zurück, indem Sie in der Windows Taskleiste die Schaltfläche  Mathcad - [TP_Auf...] anklicken.