

H.-J. Kretzschmar, S. Herrmann, M. Schneider, I. Jähne

# Das E-Learning System Thermopr@ctice zur Berechnung von Übungsaufgaben mit Mathcad

## Gliederung

Didaktisches Konzept

Technische Realisierung

Vorführen der Nutzung an Hand eines Beispiels

Technische Realisierung

Nutzung in der Lehre

Effekte für Studium

Anwendungshorizont

Ergebnisse

[www.technische-thermodynamik.de](http://www.technische-thermodynamik.de)

## Interaktives Lernsystem Thermopr@ctice



**System zur selbständigen  
Berechnung von Übungsaufgaben  
mit Mathcad**



**Ergänzung zur Vorlesung  
Technische Thermodynamik**

# Ausgangssituation



**Berechnung der Übungsaufgaben "von Hand"  
auf Arbeitsblatt**

## Kriterien der Entscheidung für Mathcad

- Notation weitestgehend wie handschriftlich

Aufgabe 3.1a  
Berechnung der Nutzarbeit

Lösung:  
geg.:  $F_K = 1,25 \text{ kN}$       ges.:  $W_{N12}$   
 $\Delta z = 0,40 \text{ m}$

Lös.: a) FS:  $W_{N12} = \int_{z_1}^{z_2} F_K(z) dz$   
 $W_{N12} = F_K \cdot \Delta z$   
 $W_{N12} = 0,5 \text{ kJ}$

Aufgabe 3.1a  
Berechnung der Nutzarbeit

geg.:  $F_K = 1.25 \text{ kN}$       ges.:  $W_{N12}$   
 $\Delta z = 0.4 \text{ m}$

Lös.: a) **FS:**  $W_{N12} := \int_{z_1}^{z_2} F_K(z) dz$  +  
 $W_{N12} := F_K \cdot \Delta z$   
 $W_{N12} = 0.5 \text{ kJ}$

- Verwendung von Maßeinheiten
- Ankopplungsmöglichkeiten für DLLs

An Hochschule Zittau/Görlitz: PC-Pool-Lizenzen für Mathcad und Home-Use-Lizenzen für Studierende

# Didaktisches Konzept

## Auswahl und Transfer einer Aufgabe aus Aufgabensammlung

### Arbeitsbildschirm des Computer-Algebrasystems

Matcad - [TP\_Aufgabe\_TD\_00\_D3\_fertig]

Beispielaufgabe - Aufgabencode: 308592

Aufgabenstellung:

In einem Elektro-Durchlauferhitzer wird ein Wasser-Massestrom  $m^* = 300 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  mit der Temperatur  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  auf  $t_2 = 40^\circ\text{C}$  stationär erwärmt. Das Wasser kann mit guter Näherung als inkompressible Flüssigkeit betrachtet werden. Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom  $Q^*_{12}$ ?

Tragen Sie vor der Berechnung die Zustandspunkte und die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

Problemmikze:

Wasser →  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  Heizung  $t_2 = 40^\circ\text{C}$

Geg:  $m^* = 300 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$   
Ges:  $Q^*_{12}$   
Lös:

Formeln aus Formelsammlung

Stoffdaten aus Stoffwertsammlung

Berechnen von Stoffdaten mit Stoffwertprogrammen

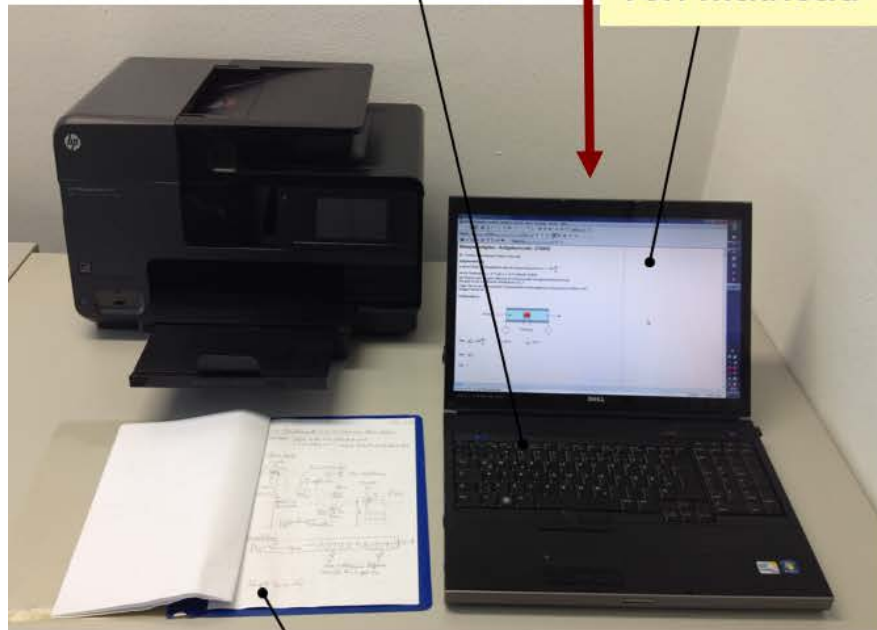
Transfer der Ergebnisse zum Server  
→ interner Vergleich mit Datenbank  
→ Rückmeldung, Hinweise bei Fehlern

Organisation der Schnittstellen durch Thermopr@ctice

## Datentransfer über Internet

Laptop

Arbeitsbildschirm  
von Mathcad



Persönliche  
Vorlesungsmitschrift

Server mit

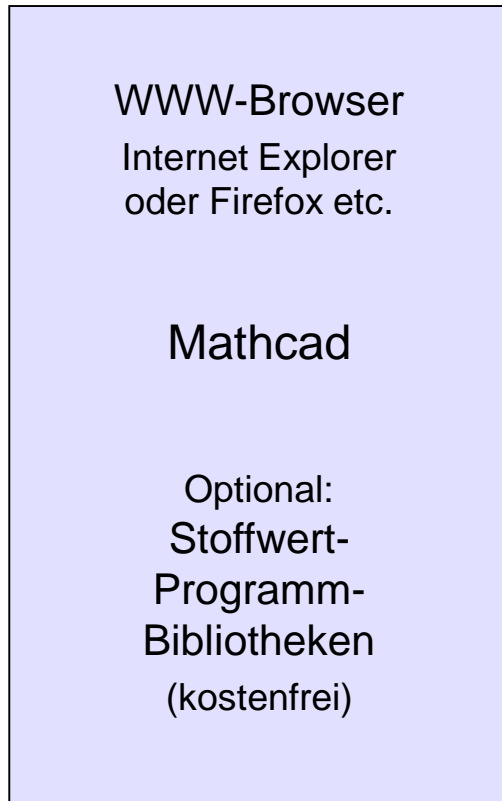
- Aufgabensammlung
- Formelsammlung
- Stoffwertsammlung



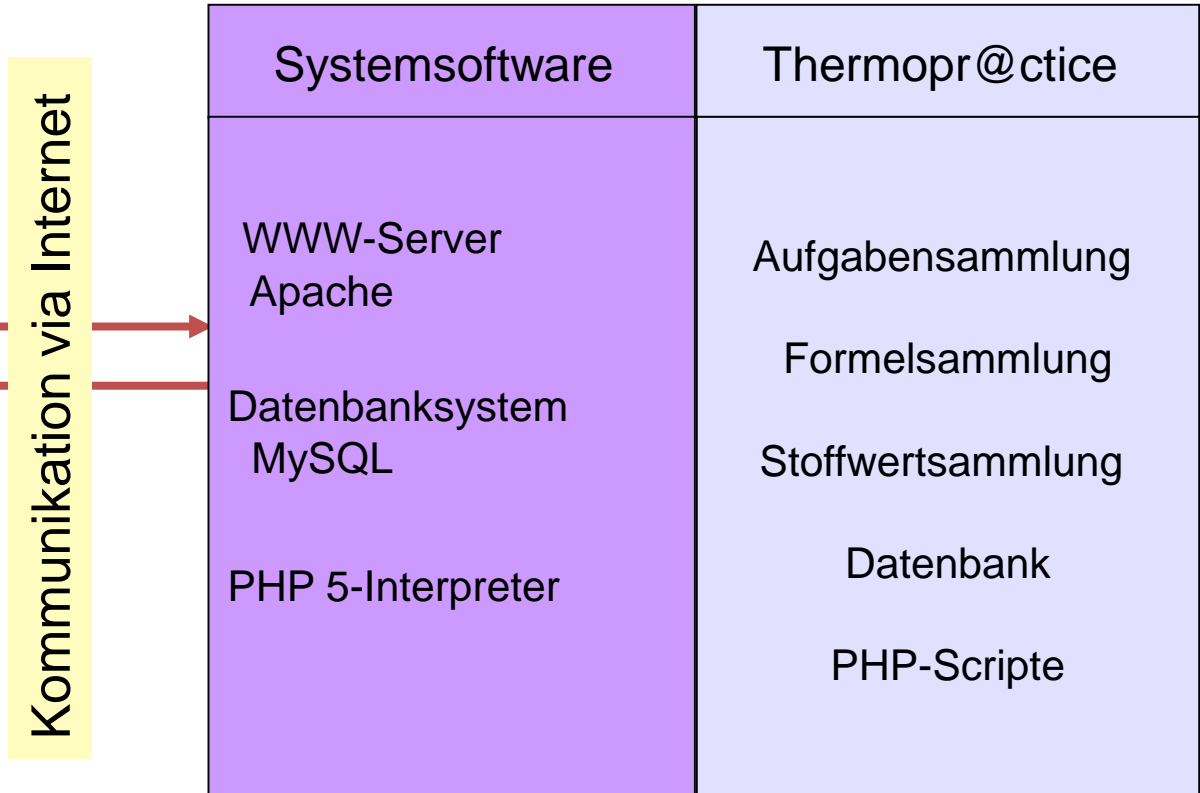
**Berechnung von Übungsaufgaben mit  
Thermopr@ctice und Mathcad**

# Technische Lösung und Systemaufbau

## Windows Client (Lernender)



## Internet-Server



# Übungsaufgabe mit Thermopr@ctice

## Beispielaufgabe - Aufgabencode: 308592

Verweis: C:\Arbeit\Folien\_Chernitz\TP\TP\_Units.mcd(R)

### Aufgabenstellung:

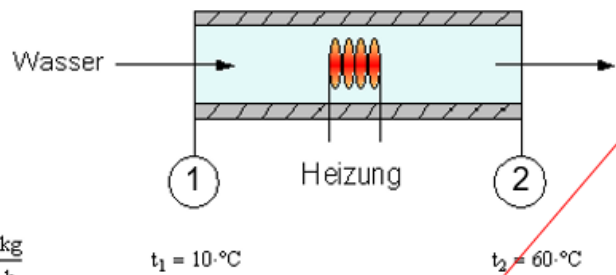
In einem Elektro-Durchlauferhitzer wird ein Wasser-Massestrom  $\dot{m}^* := 580 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$

mit der Temperatur  $t_1 := 10 \text{ }^\circ\text{C}$  auf  $t_2 := 60 \text{ }^\circ\text{C}$  stationär erwärmt.

Das Wasser kann mit guter Näherung als inkompressible Flüssigkeit betrachtet werden. Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom  $Q^*_{12}$ ?

Tragen Sie vor der Berechnung die Zustandspunkte und die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

### Problemskizze:



Geg:  $\dot{m}^* = 580 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$

Ges:  $Q^*_{12}$

Lös.:

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

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

$$h_1 := 42.021 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$T_2 := \left( \frac{t_2}{^\circ\text{C}} + 273.15 \right) \cdot \text{K}$$

$$h_2 := h_{pTx\_97} \left( -1, \frac{T_2}{\text{K}}, 0 \right) \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad h_2 = 251.154 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

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

$$Q^*_{12} = 33.694 \text{ kW}$$

### Formelsammlung

#### Energiebilanz beim offenen System

Instationäre Energiebilanz:  $Q^* + W^*_{st} + \sum H^*_{st,zu} - \sum H^*_{st,ab} := \frac{dU}{dt}$

Stationäre Energiebilanz vom Eintritt ① bis Austritt ②

$$Q^*_{12} + P_{t_{st,12}} := \sum H^*_{st,2} - \sum H^*_{st,1}$$

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

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

### Stoffwertsammlung

Tab. 4 Stoffwerte von Wasserflüssigkeit (inkompressibel)

t	p	c <sub>p</sub>	c <sub>p,il,T,0</sub>	h	g <sub>T</sub>	β = α <sub>p</sub>
°C	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kgK	kJ/kgK	kJ/kg	kJ/kgK	K <sup>-1</sup>
0	999.79	4.2199	4.2199	0	0	-0.068073
2	999.99	4.2134	4.1958	8.3916	0.030606	-0.032744
4	999.93	4.2078	4.2032	16.813	0.051101	0.000267
6	999.89	4.2031	4.2039	25.224	0.09134	0.031229
8	999.8	4.1992	4.2033	33.626	0.12133	0.06037
10	999.65	4.1958	4.2021	42.021	0.15109	0.087889
12	999.45	4.193	4.2008	50.41	0.18061	0.11396
14	999.2	4.1905	4.1995	58.794	0.2099	0.13873
16	998.9	4.1884	4.1983	67.173	0.23898	0.16233

### Funktion einfügen

Funktionskategorie: LibHwAirProp\_SI  
 Funktionsname: h\_pTx\_97  
 h\_pTx\_97(p, T, x)

Spezifische Enthalpie h in kJ/kg aus Druck p in MPa, Temperatur T in K und Dampfanteil x in kg/kg

OK Einfügen Abbrechen

Lernsystem Thermopr@ctice

Lehrfach: Technische Thermodynamik  
 Kapitel: 3. Demonstrationen/Beispiele/Demonstrationen/Beispiele  
 Aufgabe: 1.1 Hauptplatz Stationäres offenes System - Wasser

Aufgabe übernehmen

Ergebnisse einsenden

Beispielaufgabe

In einem Elektro-Durchlauferhitzer wird ein Wasser-Massestrom  $\dot{m}^* = 580 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  mit der Temperatur  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  auf  $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  stationär erwärmt. Das Wasser kann mit guter Näherung als inkompressible Flüssigkeit betrachtet werden. Wie groß ist der zuzuführende Wärmestrom  $Q^*_{12}$ ? Tragen Sie vor der Berechnung die Zustandspunkte und die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

Anlagenschema:

Lernsystem Thermopr@ctice

Lehrfach: Technische Thermodynamik  
 Kapitel: 3.1 Hauptplatz Stationäres offenes System - Wasser

Aufgabe übernehmen

Ergebnisse einsenden

Ergebnisse einsenden

Aufgabe TD 0.3  
 1. Hauptplatz Stationäres offenes System - Wasser

Wärmestrom  $Q^*_{12}$ : 33.694 Einheiten: kW

Ihre Bemerkungen zu dieser Aufgabe:  
 Demonstrationen/Beispiele

Ergebnisse einsenden

< Zurück



## Nutzungskonzept

- Die Nutzung von Thermopr@ctice ist fakultativ.
- Beginn der Nutzung bereits in Mitte des zweiten Semesters im Modul Technische Thermodynamik I
- **Workshop mit einfachem Beispiel (2 Stunden)**
- Installation von Mathcad auf heimischen Computer der Studierenden
- Übungen in PC-Pools parallel zu herkömmlichen Übungen
- Berechnung der verbleibenden Aufgaben zu Hause am PC
- **Klausuren mit Thermopr@ctice**

## Einsatz in der Lehre und Weiterbildung

- Erfolgreiche Nutzung von Thermopr@ctice seit Wintersemester 2002/2003
- Thermopr@ctice beinhaltet 230 Aufgaben
- Gegenwärtig in Lehrveranstaltungen Technische Thermodynamik I, II, III für drei Studiengänge
- In Weiterbildung für Siemens Power and Gas, Görlitz und ALSTOM Power, Baden, Schweiz

# Effekte für Studium

- Selbständiges Abarbeiten von Übungsaufgaben in individuellen Varianten und mit individuellen Werten  
→ Aktives und selbständiges Lernen
- Bearbeitung von Aufgaben über Internet am PC entspricht dem Interesse der Studierenden  
→ Erhöhung der Attraktivität des Lernens
- Bearbeitung der Aufgaben zu Hause  
→ Nutzung des heimischen PCs für Lernzwecke
- Kennenlernen eines Computer-Algebrasystems und Nutzung von modernen Hilfsmitteln, wie Stoffwert-Programmbibliotheken  
→ Heranführung an moderne Arbeitsweisen des Ingenieurs

Anwendung von Thermopractice in weiteren Modulen,  
in denen die Wissensaneignung durch das Berechnen von  
Übungsaufgaben erfolgt:

- Thermodynamik
- Strömungsmechanik
- Technische Mechanik
- Maschinenelemente
- Elektrotechnik
- Mathematik
- Physik
- Investition und Finanzierung

# Ergebnisse der Lehre insgesamt

- An Themopr@ctice nehmen teil:
  - 20...30 % im Modul Technische Thermodynamik I
  - 40...60 % im Modul Technische Thermodynamik II
  - 80...100 % im Modul Technische Thermodynamik III
- Die Studierenden, die Themopr@ctice mit Mathcad absolviert haben, berichten, dass sie Mathcad in vielen folgenden Modulen und insbesondere für die Bearbeitung von Belegen mit Berechnungen verwendet haben.
- In den vergangenen 5 Jahren haben im Mittel nur 8,2% der Studierenden die erste Prüfungsklausur in den als schwierig eingeschätzten Modulen Technische Thermodynamik I, II und III nicht bestanden.
- Lediglich 7,0 % der Frauen und nur 14,1% der ausländischen Studierenden, die die Klausuren mitgeschrieben haben, haben im Mittel in den vergangenen 5 Jahren den ersten Versuch nicht bestanden.

[www.thermopractice.de](http://www.thermopractice.de)

# Login

[www.thermopractice.de](http://www.thermopractice.de)

The screenshot shows a web browser window displaying the login page of the Thermopractice learning system. The browser's address bar shows the URL <http://www.thermopractice.de/>. The page features a navigation menu with links for 'Deutsch' and 'English'. The main heading is 'Learning System Thermopractice Version 2.4', with the subtitle 'Calculation of Exercises using Mathcad'. Below this, the copyright information is listed: '© 2002-2017 Zittau/Görlitz University of Applied Sciences, Department of Technical Thermodynamics, Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretschmar'. There are links for 'Tutors and developers of the learning system', 'General information about the system', and 'Hints for first time users (PDF) | Inhaltsverzeichnis'. The login section is highlighted with a dark blue header and contains two input fields: 'Login name:' and 'Password:', followed by a 'Login' button. Below the login fields are links for 'Register as new user' and 'I forgot my password or login name'. At the bottom, the page is sponsored by 'SMWK and BMBF in association with the network project Education Portal of Saxony'. The browser's status bar at the bottom right shows a zoom level of 100%.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**