

AUSGEZEICHNET MIT DEM SÄCHSISCHEN LEHRPREIS 2018

# Thermopr@ctice

## Ein Lernsystem zur Berechnung von Übungsaufgaben mit Mathcad

[H.-J. Kretzschmar, I. Jähne, Th. Mättig, M. Schneider, S. Herrmann, R. Freudenreich]

Das Lernsystem "Thermopr@ctice" ist eine Internet-Anwendung, um Übungsaufgaben im Fach Technische Thermodynamik mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathcad zu berechnen. Thermopr@ctice wird in der Lehrveranstaltung Technische Thermodynamik für die Studiengänge

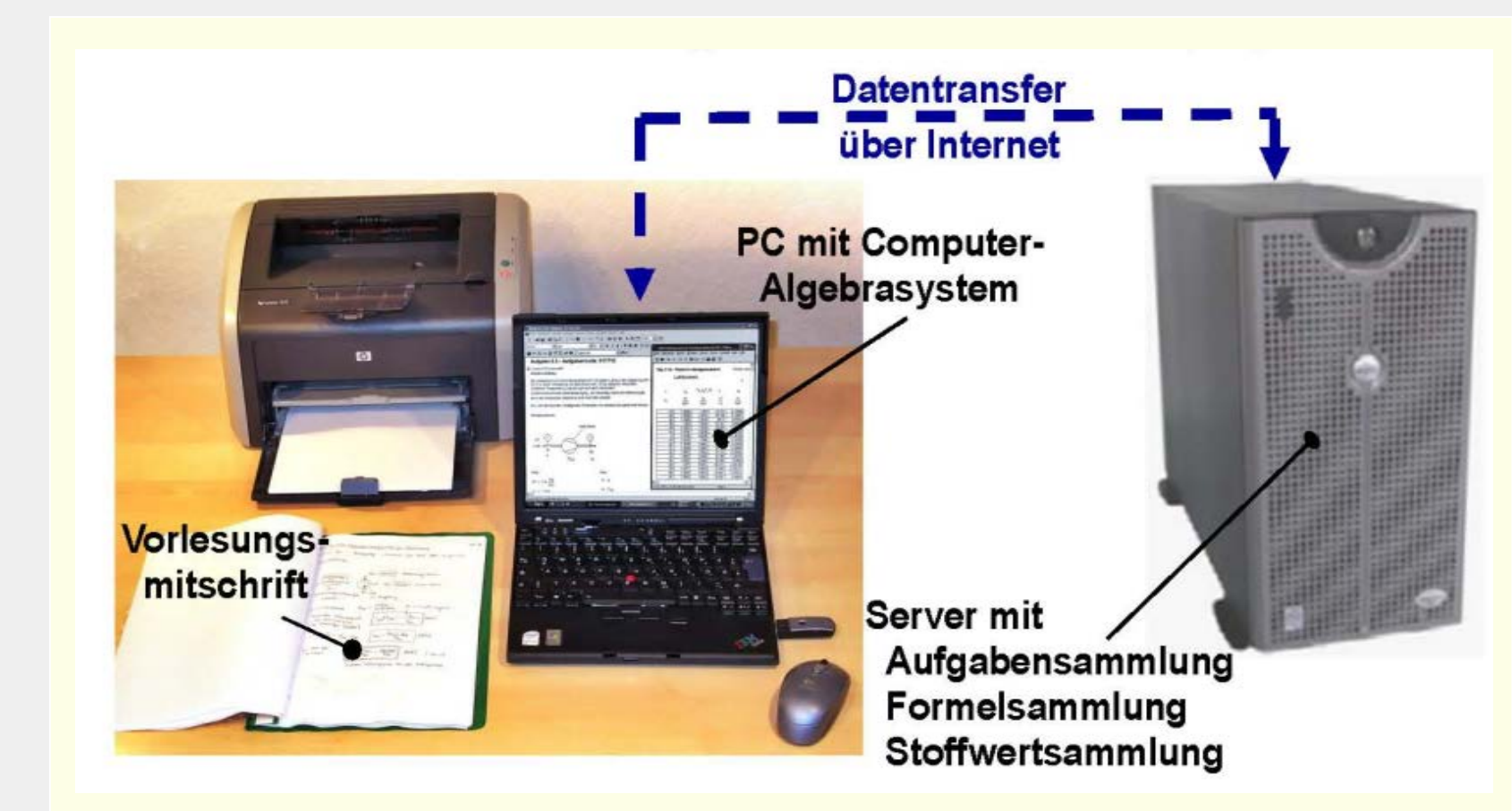
Maschinenbau, Energie- und Umwelttechnik, Versorgungstechnik, Wirtschaftsingenieurwesen und Ökologie und Umweltschutz genutzt. Es wurde für das Selbststudium konzipiert. Gleichzeitig kann Thermopr@ctice in betreuten Übungen in PC-Pools verwendet werden.

### Berechnen der Übungsaufgaben "von Hand"



Die herkömmliche Arbeitsweise, Aufgaben auf dem Arbeitsblatt mit dem Taschenrechner zu bearbeiten, wird durch das Schreiben und Lösen der Aufgaben auf dem Mathcad-Arbeitsbildschirm ersetzt, wobei Maßeinheiten mit verarbeitet werden.

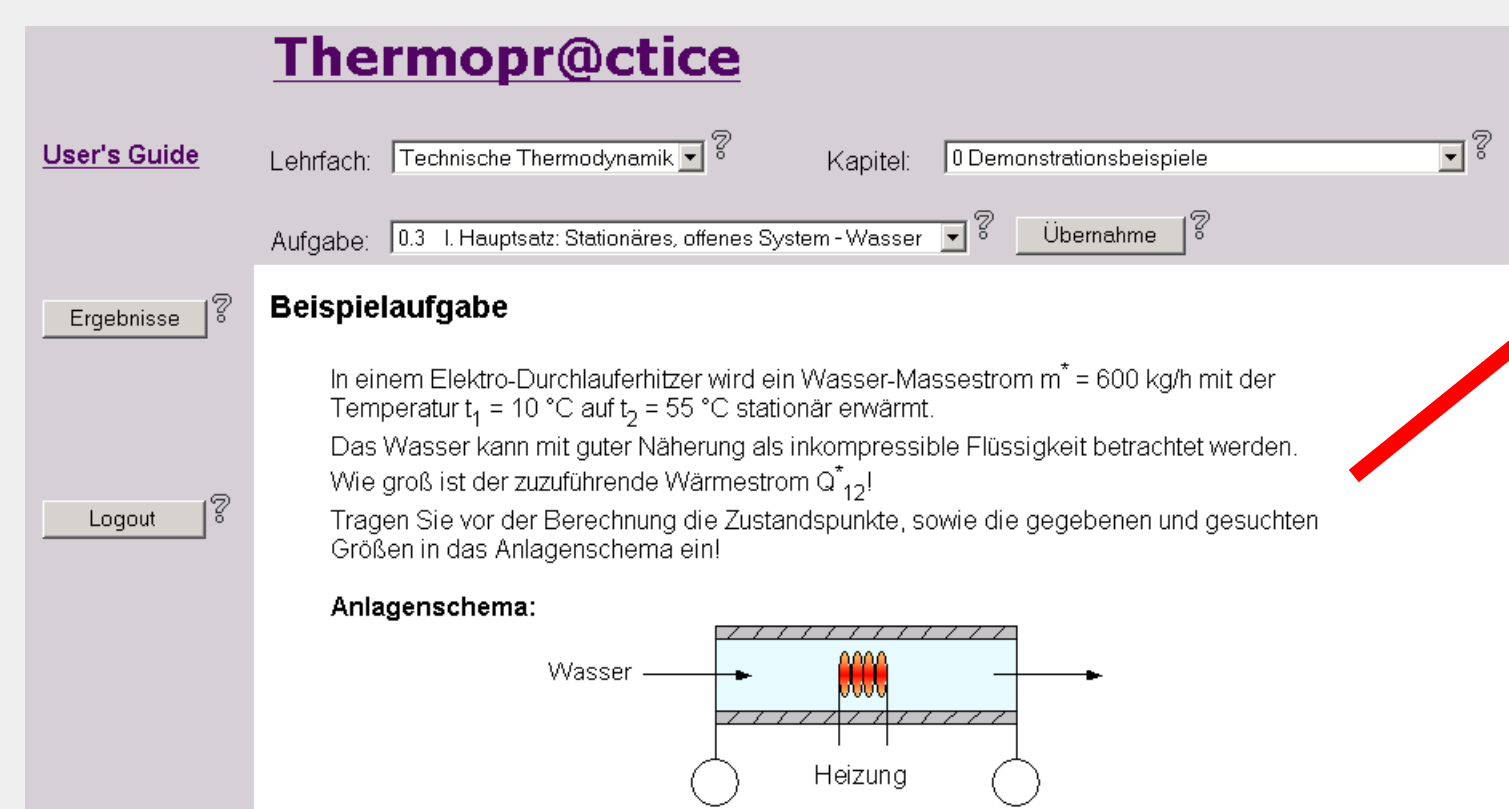
### Berechnen der Übungsaufgaben mit Thermopr@ctice



### Auswählen der Aufgabe

Thermopr@ctice beinhaltet 140 Aufgaben aus den Teilgebieten

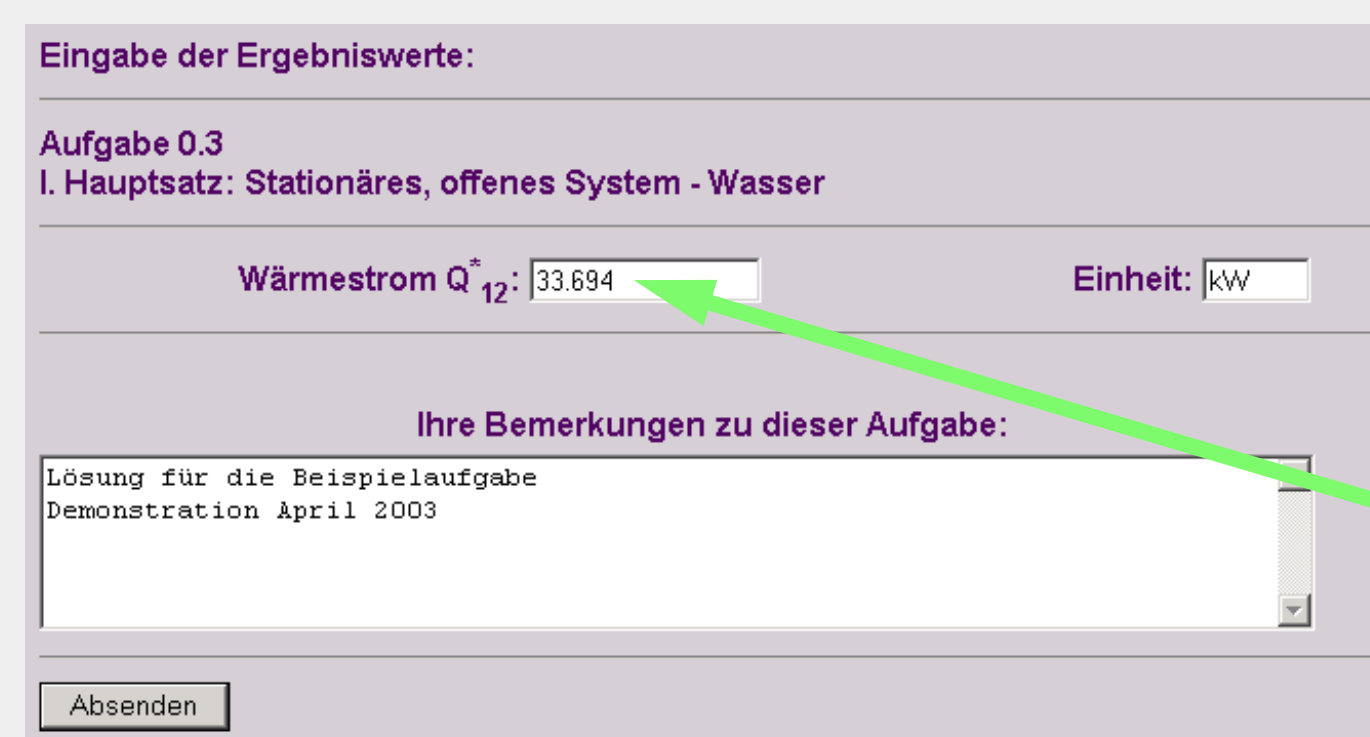
- Grundlagen der Technischen Thermodynamik
- Energielehre
- Wärmeübertragung.



Der Lernende erhält individuelle Aufgabenstellungen in unterschiedlichen Varianten gegebener Größen und mit unterschiedlichen Werten. Nach dem Herunterladen erfolgt die Bearbeitung in Mathcad.

### Absenden der Ergebnisse

Nach der Berechnung jeder Teilaufgabe sendet der Lernende die Ergebnisse über Internet an Thermopr@ctice und erhält eine Rückmeldung. Im Falle, dass ein oder mehrere Ergebnisse nicht richtig sind, werden Zwischenergebnisse angefordert und Hinweise zur Lösung gegeben.



### Lösen der Aufgabe mit Mathcad

#### Beispielaufgabe - Aufgabencode: 846545

Übersicht: K:\\_TP\_Units.mcd(R)

#### Aufgabenstellung:

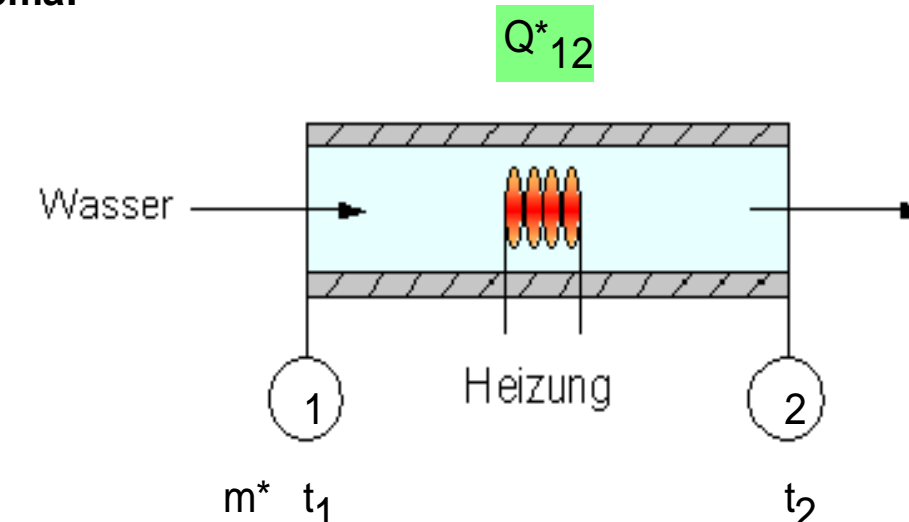
In einem Elektro-Durchlauferhitzer wird ein Wasser-Massestrom  $m^* = 580 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  mit der Temperatur  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  auf  $t_2 = 60^\circ\text{C}$  stationär erwärmt.

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, sowie die gegebenen und gesuchten Größen in das Anlagenschema ein!

#### Anlagenschema:



geg:  $m^* = 580 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$       ges:  $Q^*_{12}$   
 $t_1 = 10^\circ\text{C}$   
 $t_2 = 60^\circ\text{C}$

Lösung:

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

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

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

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

$$h_2 := \left( h_{p, \text{TX}, 97} \left( -1, \frac{T_2}{\text{K}}, 0 \right) \right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2 = 251.154 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

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

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

### Formelsammlung

Als Hilfsmittel für die Lösung der Aufgaben wird über Internet eine Formelsammlung im Mathcad-Format angeboten. Aus dieser sind benötigte Gleichungen unmittelbar auf den Mathcad-Arbeitsbildschirm ziehbar.

#### Stationäre Energiebilanz beim offenen System

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

Stationäre Energiebilanz vom Eintritt ① bis Austritt ②:

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

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

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

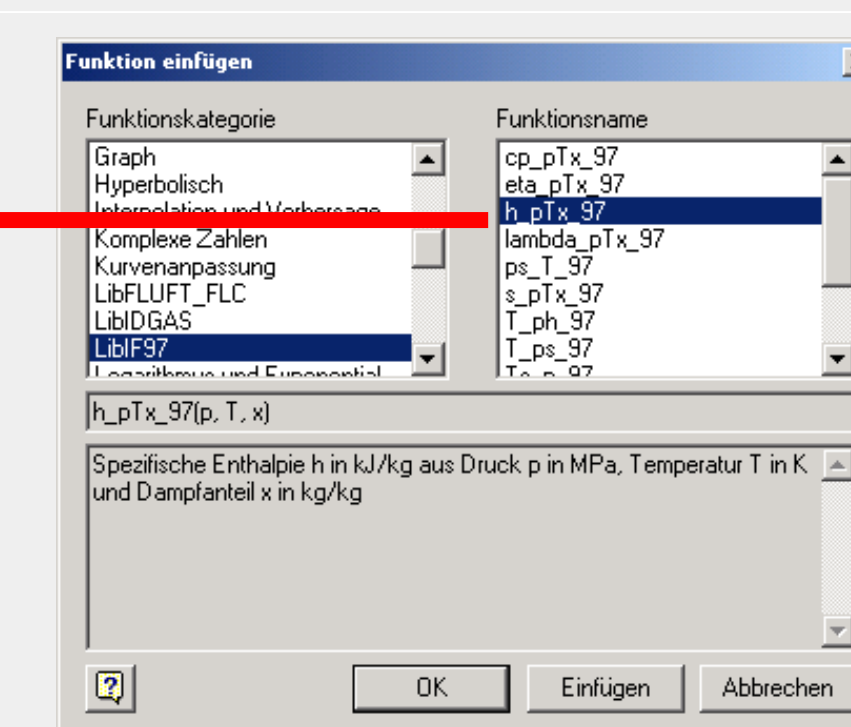
### Stoffwertsammlung

Des Weiteren können Stoffwerte aus einer vorbereiteten Stoffwertsammlung über Internet entnommen und direkt in die Berechnungen eingefügt werden.

#### Tab. 4 Stoffwerte von Wasserflüssigkeit (inkompressibel)

t	ρ	c <sub>p</sub>	h	ρ <sub>T</sub>
°C	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kgK	kJ/kg	kg/K
0	999.79	4.2159	0	0
2	999.89	4.2134	8.3916	0.03006
4	999.93	4.2079	16.813	0.061101
6	999.99	4.2031	25.224	0.09134
8	999.9	4.1992	33.626	0.12153
10	999.85	4.1969	42.021	0.15109
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

### Stoffwertprogramme



Parallel ist es möglich, die Stoffwerte direkt mit Unterprogrammbibliotheken, die an Mathcad angeschlossen sind, zu ermitteln.

Das Lernsystem ist auf der Webseite [www.thermopractice.de](http://www.thermopractice.de) direkt nutzbar.

### Literatur:

Kretzschmar, H.-J.; Mättig, Th.; Jähne, I.; Stöcker, I. (2009): Lernsystem Thermopractice zur Berechnung von Übungsaufgaben mit Mathcad. In: Fischer, H.; Schwendel, I.: E-Learning an sächsischen Hochschulen, TUDpress Verlag der Wissenschaften GmbH, Dresden, S. 117-131

Kretzschmar, H.-J.; Herrmann, S.; Schneider, M.; Jähne, I. (2018): Learning System Thermopr@ctice for the Calculation of Exercises with Mathcad. Proceedings of INFORINO 2018, Moscow Power Energy Institute.

gefördert durch:

STAATSMINISTERIUM  
FÜR WISSENSCHAFT  
UND KUNST



### Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Kretzschmar | [hj.kretzschmar@hszg.de](mailto:hj.kretzschmar@hszg.de)  
 Dr.-Ing. Sebastian Herrmann | [s.herrmann@hszg.de](mailto:s.herrmann@hszg.de)