



# Lernsystem Thermopr@ctice

## Interaktives Berechnen von Übungsaufgaben

H.-J. Kretzschmar, I. Jähne, T. Mättig, I. Stöcker, M. Weidner



Gefördert mit Mitteln des Hochschul- und Wissenschaftsprogramms  
durch Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst sowie BMBF  
im Rahmen des Verbundprojektes Bildungsportal Sachsen

VDI Thermodynamik-Kolloquium, Wittenberg, 28. September 2004

## Gliederung

### Lernsystem Thermopr@ctice Interaktives Berechnen von Übungsaufgaben

#### Gliederung

1. Struktur und Aufbau
2. Demonstration der Nutzung
3. Einsatz in Lehrveranstaltungen

**Interaktives Lernsystem  
Thermopr@ctice**

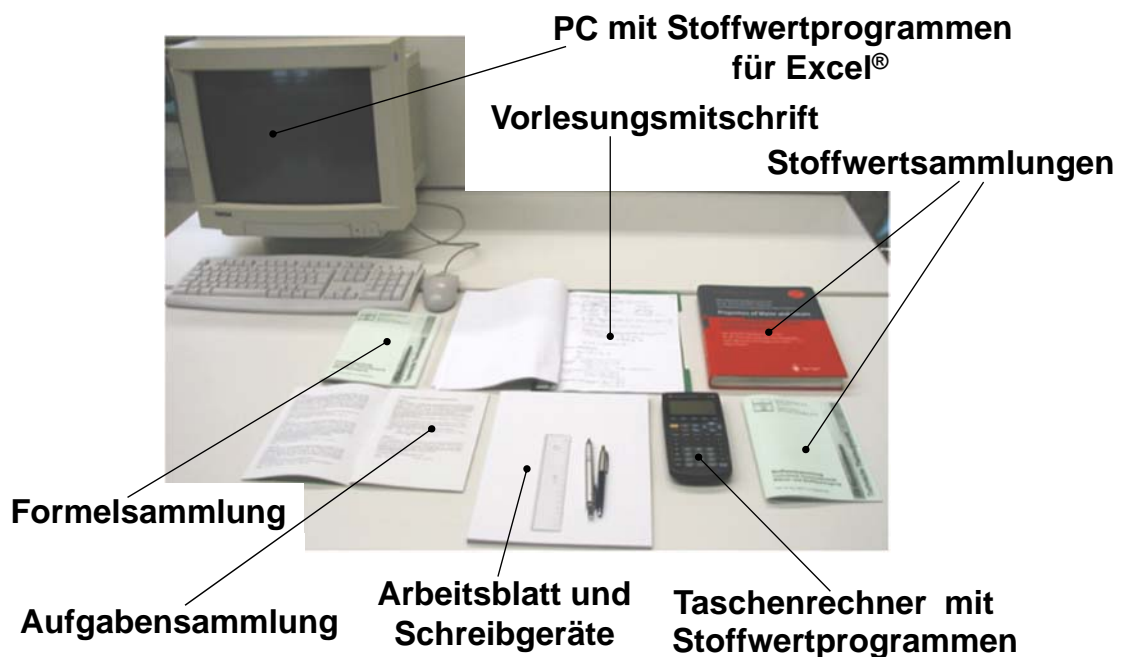


**Instrumentarium zur Unterstützung der  
selbständigen Abarbeitung und  
Berechnung von Übungsaufgaben  
am PC durch Studierende**



**Ergänzung zur Lehrveranstaltung  
Technische Thermodynamik**

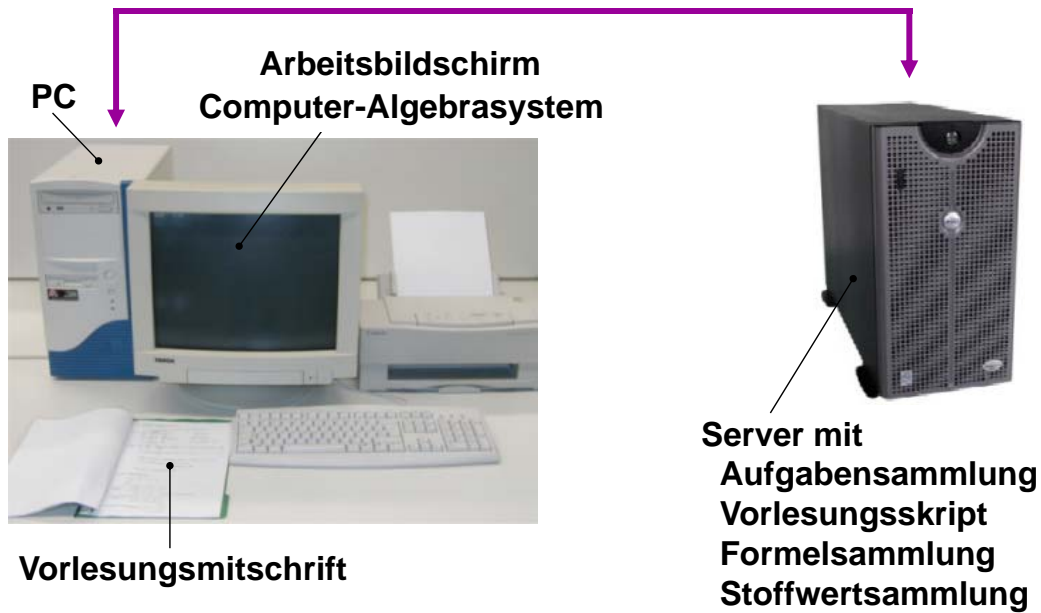
**Ausgangssituation**



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

# Grundidee

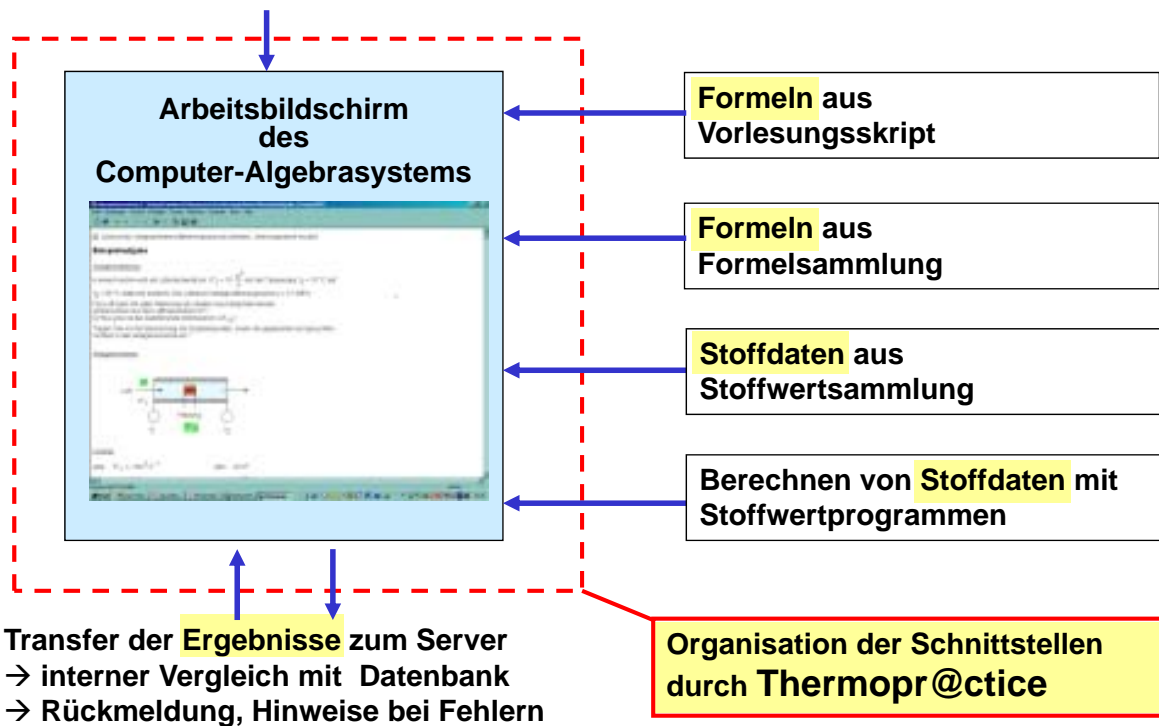
## Datentransfer über Internet



**Bearbeitung und Berechnung der Übungsaufgaben mit Computer-Algebrasystem**

# Didaktisches Konzept

Auswahl und Transfer einer Aufgabe aus Aufgabensammlung



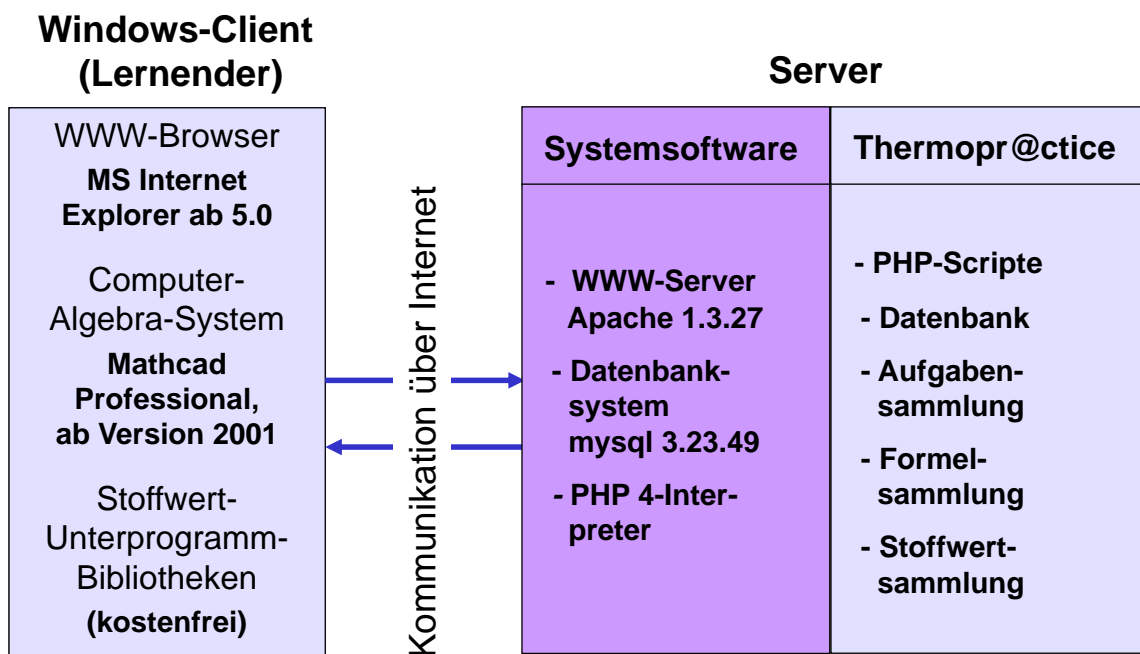
# Computer-Algebrasystem

## Kriterien für die Entscheidung für Mathcad

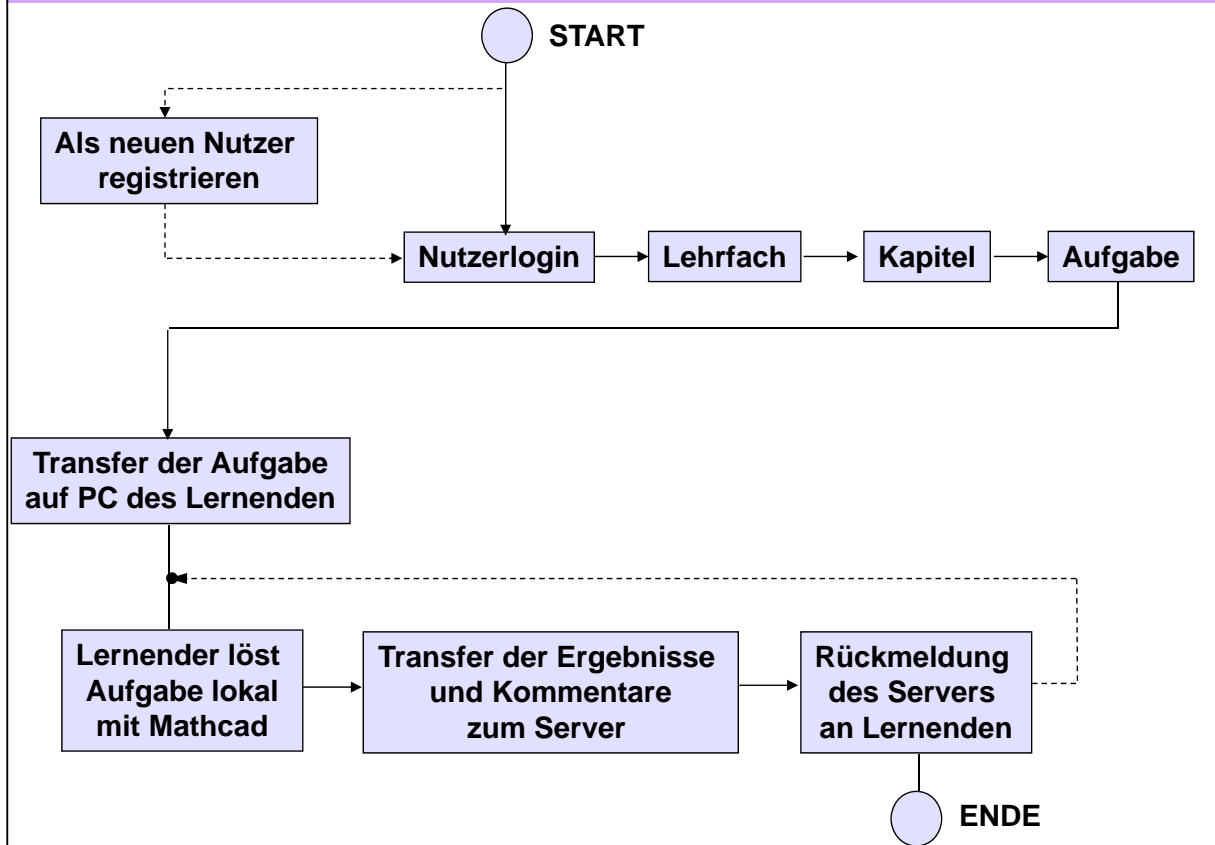
- Notation weitestgehend wie handschriftlich
- Verwendung von Maßeinheiten
- Ankopplungsmöglichkeiten für DLLs
- günstigster Preis für die Studentenversion

An Hochschule Zittau/Görlitz: 100 Pool-Lizenzen  
50 Home-Use-Lizenzen

## Technische Basis und Systemaufbau



# Ablauf für den Lernenden

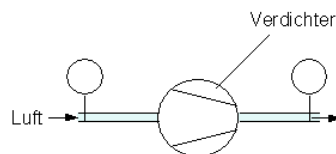


## Aufgabe 0.4

Ein Kompressor soll einen Massestrom von 1 kg/min Luft aus der Umgebung mit 1 bar und 20 °C in einen Windkessel mit dem Druck von 7.5 bar stationär verdichten. Ermittelt werden soll die hierfür notwendige technische Arbeitsleistung  $P_{t12}$  für die Näherung, dass der Kompressor adiabat ist und reversibel arbeitet.

Die Luft kann bei den vorliegenden Parametern als ideales Gas berechnet werden.

Anlagenschema:



## Auswählen einer Aufgabe

Thermopractice - Microsoft Internet Explorer

Adresse <http://www.thermopractice.de>

## Lernsystem Thermopr@ctice

Sprache: [deutsch](#) | [english](#)  
[User's Guide](#)

Lehrfach: Technische Thermodynamik  
 Kapitel: 0 Demonstrationsbeispiele  
 Aufgabe: 0.4 I. Hauptsatz: Verdichter mit Luft

[Aufgabe übernehmen](#) [Bisher bearbeitete Aufgaben](#)

[Ergebnisse einsenden](#) — [Logout](#)

### Zum Download bereitgestellte Dateien

- [tp\\_00\\_04.mcd](#)
- [TP\\_Units.mcd](#)
- [TP\\_Start.mcd](#)
- [TP\\_Format.mcd](#)

nur für die Offline-Nutzung notwendig:

- [TP\\_Offline\\_komplett.zip](#) (25.8 MB) Formel- und Stoffwertsammlung und Zusatzdateien

Downloaden Sie die aufgelisteten Dateien einzeln durch Klicken auf den jeweiligen Namen. Im Normalfall sollten die Dateien in das Verzeichnis **Eigene Dateien** auf Ihrem PC gespeichert werden. Verfahren Sie weiter gemäß **Abschnitt 4** des **User's Guide**.

Nachdem Sie die Aufgabe in Mathcad gelöst haben, wechseln Sie zurück zu Thermopr@ctice im MS-Internet Explorer und klicken auf die Schaltfläche "Ergebnisse".

## Downloadmenü für ausgewählte Aufgabe

Mathcad Ressourcen:R:\\_tp\_00\_04.mcd

Aufgabe 0.4 - Aufgabencode: 254279

**Aufgabenstellung:**

Ein Kompressor soll einen Massestrom von 0.5 kg/min Luft aus der Umgebung mit 1 bar und 20 °C in einen Windkessel mit dem Druck von 7.5 bar stationär verdichten.

Ermittelt werden soll die hierfür notwendige technische Arbeitsleistung  $P_{112}$  für die Näherung, dass der Kompressor adiabatisch und reversibel arbeitet.

Die Luft kann bei den vorliegenden Parametern als ideales Gas berechnet werden.

**Anlagenschema:**

## Geladene Beispielaufgabe

## Startseite im Mathcad-Informationszentrum

Mathcad Ressourcen:R:\\_TP\_Start.mcd

Interaktives Übungsprogramm Thermodynamik  
 Thermopr@ctice

---

**Inhaltsverzeichnis**

- [Gewählte Aufgabe](#)
- [Zusätzliche Maßeinheiten](#)
- [Formelsammlung TD](#)
- [Formelsammlung TD II](#)
- [Stoffwertsammlung](#)
- [Bedienhinweise für Thermopr@ctice](#)

### Aufgabe 0.4 - Aufgabencode: 619219

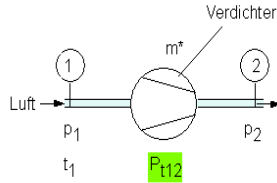
#### Aufgabenstellung:

Ein Kompressor soll einen Massestrom von 0.5 kg/min Luft aus der Umgebung mit 1 bar und 20 °C in einen Windkessel mit dem Druck von 7.5 bar stationär verdichten.

Ermittelt werden soll die hierfür notwendige technische Arbeitsleistung  $P_{t12}$  für die Näherung, dass der Kompressor adiabatisch und reversibel arbeitet.

Die Luft kann bei den vorliegenden Parametern als ideales Gas berechnet werden.

#### Anlagenschema:



#### Geg.:

$$m^* := 0.5 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$p_1 := 1 \text{ bar}$$

$$t_1 := 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$p_2 := 7.5 \text{ bar}$$

#### Ges.:

$$P_{t12}$$

#### Lösung:

$$Q^*_{t12} + P_{t_{st\_12}} := m^* \left[ (h_2 - h_1) + \frac{1}{2} (c_2^2 - c_1^2) + g \cdot (z_2 - z_1) \right]$$

$$P_{t_{st\_12}} := m^* \cdot (h_2 - h_1)$$

$$h_1 := 20.084 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2 := f(t_2) \quad s_1 := \text{const} \quad s_1 := f(p_1, t_1) \quad \Rightarrow \quad t_2 := f(p_2, s_1)$$

$$s_1 := s_{\text{pt\_ig}} \left( \frac{p_1}{\text{bar}}, \frac{t_1}{^\circ\text{C}}, 1, \xi \right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$s_1 = 0.237 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$t_2 := t_{\text{ps\_ig\_igas}} \left( \frac{p_2}{\text{bar}}, \frac{s_1}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}}, g \right) \cdot ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 245.336 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 := h_{\text{t\_ig\_igas}} \left( \frac{t_2}{^\circ\text{C}}, g \right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2 = 248.978 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$P_{t_{st\_12}} := m^* \cdot (h_2 - h_1)$$

$$P_{t_{st\_12}} = 1.907 \text{ kW}$$

Zusammensetzung der Luft nach VDI-Richtlinie 4670

$\xi =$	0.012888	"Ar"
	0	"Ne"
	0.755577	"N2"
	0.231535	"O2"
	0	"CO"
	0	"CO2"
	0	"H2O-Dampf"
	0	"SO2"
	0	"Luft-trocken"
	0	"Luftstickstoff"

## Lösung der Aufgabe

**Einsenden der Ergebnisse:**

**Aufgabe 0.4**  
I. Hauptsatz: Verdichter mit Luft

technische Arbeitsleistung  $P_{t_{st\_12}}$ :  Einheit:

Ihre Bemerkungen zu dieser Aufgabe:

Präsentation von Thermopr@ctice  
Beispiel 0.4 - Verdichter mit Luft  
unter Nutzung von Stoffwertsammlung, FluidMAT  
2004

**Die technische Arbeitsleistung  $P_{t_{st\_12}}$  ist richtig.**  
Die Bearbeitung der Aufgabe ist beendet.  
Der Aufgabencode wurde gelöscht.

## Eingabe der Ergebniswerte im WWW-Browser und Auswertung

## 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 in Übungen und 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

Bestätigung durch unabhängige Befragung der Teilnehmer

## Nutzung von Thermopr@ctice in der Lehre

### Einsatz in der Lehre

- seit Wintersemester 2002/2003
- gegenwärtig in Lehrveranstaltung Technische Thermodynamik für 5 Studiengänge

### Ablauf des Kurses

- Workshop mit einfachem Beispiel
- Installation von Mathcad auf heimischen PC
- Übungen in PC-Pools parallel zu herkömmlichen Übungen
- Berechnung der verbleibenden Aufgaben zu Hause
- Klausuren mit Thermopr@ctice

### Evaluierung

- durch Media Design Center Dresden im Sommersemester 2003



## Zusammenfassung

### Lernsystem Thermopr@ctice Interaktives Berechnen von Übungsaufgaben

- **Grundlegend veränderte Arbeitsweise:**  
Berechnen von Aufgaben auf Arbeitsbildschirm  
eines Computer-Algebrasystems
- **Organisation der Lernumgebung:** Thermopr@ctice
- **Effekte für Studium:**  
Heranführung des Lernenden an moderne Arbeitsweisen  
und moderne Arbeitshilfen des Ingenieurs
- **Akzeptanz:**  
Arbeitsweise  
– Berechnen von Übungsaufgaben mit Computer-Algebrasystem –  
wird sich durchsetzen
- **Aufruf von Thermopr@ctice:**  
[www.thermopractice.de](http://www.thermopractice.de)

**Aufruf von Thermopr@ctice über:**  
[www.thermopractice.de](http://www.thermopractice.de)

**Folien des Vortrags unter:**  
<http://thermodynamik.hs-zigr.de>  
↳ **Lehrfach: Thermopr@ctice - Interaktives  
Übungsprogramm Thermodynamik**  
↳ **Vorträge**