



Herzlich Willkommen

*an der Hochschule Zittau/Görlitz,
Fakultät Maschinenwesen,
Fachgebiet Technische Thermodynamik*



Hochschule Zittau/Görlitz

Fakultäten:

		<u>Standort</u>
F-M	Maschinenwesen	Zittau
F-N	Mathematik/Naturwissenschaften	Zittau
E-W	Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen	Zittau
E-EI	Elektrotechnik und Informatik	Zittau und Görlitz
F-MK	Management und Kulturwissenschaften	Görlitz
F-S	Sozialwissenschaften	Görlitz

Fakultät Maschinenwesen



Fakultätsleitung und Sekretariat

Dekan: Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar
Prodekan: Prof. Dr.-Ing. habil. F. J. Schmidt
Studiendekanin: Fr. Prof. Dr.-Ing. G. Kretzschmar
Dekanatsrätin: Fr. Dipl.-Ing. J. Pfitzner
Sekretärin: Fr. I. Hörger

Fachgruppen



Fachgebiete der Fachgruppe Energie- und Umwelttechnik

Fachgebiete / Berufungsgebiete

- Technische Thermodynamik
- Strömungstechnik/Strömungsmaschinen
- Kraftwerks- und Energietechnik
- Wärmetechnik/Regenerative Energietechnik
- Energiesystemtechnik
- Reaktor- und Anlagensicherheit
- Nukleare Strahlentechnik

Lehrende

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar
Prof. Dr.-Ing. habil. V. Weise
Prof. Dr.-Ing. habil. T. Zschunke
Prof. Dr.-Ing. B. Haschke
Prof. Dr. Ing. J. Meinert
Dipl.-Ing. S. Alt
Prof. Dr. rer. nat. T. Schönmath

Fachgebiete der Fachgruppe Maschinenbau

Fachgebiete / Berufsgebiete

- Werkstofftechnik
- Angewandte Mechanik
- Konstruktionslehre
- Maschinenkonstruktion/CAD
- Fertigungstechnik
- Maschinenelemente/Antriebstechnik
- Produktionstechnik
- Maschinenbauinformatik/Mechatronik

Lehrende

- Fr. Dr.-Ing. J. Reinhold
- Prof. Dr.-Ing. M. Fulland
- Prof. Dr.-Ing. G. Micklisch
- Prof. Dr.-Ing. F. Hentschel
- M.Eng. M. Sturm
- Prof. Dr.-Ing. M. Klaubert
- Fr. Prof. Dr. Ing. G. Kretschmar
- Prof. Dr.-Ing. habil. F. J. Schmidt

Labore der Fakultät Maschinenwesen

Energie- und Umwelttechnik

Labore:

- Labor Thermodynamik
- Labor Strömungstechnik / Strömungsmaschinen
- Labor Verbrennungstechnik
- Labor Umweltschutztechnik
- Labor Energietechnik
- Labor Strahlentechnik / Neutronengenerator
- Energietechnisches Kabinett (ETK)
- Thermochemisches Versuchsfeld

Maschinenbau

Labore:

- Labor Werkstofftechnik
- Labor Fertigungsverfahren
- Labor Bruchmechanik/ Beanspruchungsanalyse
- Maschinenlabor
- CAD-Labor
- CAE-Labor
- Labor Produktionstechnik/CAM
- Labor Fertigungsmesstechnik/CAQ
- Labor Strukturoptimierte Naturfaser Composites (SNC)

Studiengänge und Studienrichtungen

Studiengang Energie- und Umwelttechnik - ME

Studienrichtungen

- Regenerative Energietechnik
- Wärme- und Kraftwerkstechnik
- Strahlen- und Kernenergietechnik

Studiengang Maschinenbau - MM

Studienrichtungen

- Konstruktionstechnik
- Produktionstechnik

Abschluss im Direktstudium: Dipl.-Ing. (FH)

Abschluss im Dualen Studium mit integrierter
Berufsausbildung (Dual/KIA):

ME: Dipl.-Ing. (FH)

MM: Dipl.-Ing. (FH) oder B. Eng.

Masterstudiengang Maschinenbau und Energietechnik (4 bzw. 3 Semester)

Abschluss: M. Eng.

Fachgebiet Technische Thermodynamik

Leiter: Hans-Joachim Kretzschmar

Mitarbeiter des Fachgebiets: Dr.-Ing. I. Stöcker
Dipl.-Ing. (FH) S. Herrmann
Dipl.-Ing. (FH) M. Kunick
M.Sci. R. Freudenreich
Dipl.-Übers. (FH) M. Nicke
5 externe Mitarbeiter

www.thermodynamik-zittau.de

Fachgebiet Technische Thermodynamik

Lehrfächer

Technische Thermodynamik I – Energielehre	4 SWS
Technische Thermodynamik II – Wärmeübertragung	4 SWS
Technische Thermodynamik III – Prozessthermodynamik und Stoffübertragung	6 SWS
Stoffdatenermittlung in der Energietechnik (W/O)	4 SWS
Technische Thermodynamik für den Studiengang Ökologie und Umweltschutz	3 SWS
Kältetechnik und Wärmepumpen (seit 2013: Prof. Meinert)	4 SWS

Lehre

Grundlagenpraktikum Technische Thermodynamik und Wärmeübertragung

Betreuer: Dr.-Ing. I. Stöcker, Dipl.-Übers. M. Nicke

- Versuchsstände:
- I. Hauptsatz der Thermodynamik
 - II. Hauptsatz der Thermodynamik
 - Prozesse mit feuchter Luft
 - Zustandsverhalten am kritischen Punkt (SF_6)
 - Konvektiver Wärmeübergang
 - Wärmeübertrager
 - Kreisprozessberechnung mit EBSILON
 - Berechnung instationärer Wärmeleitung mit ANSYS

Lehre

Organisation der Lehrveranstaltungen als OPAL Lernressourcen

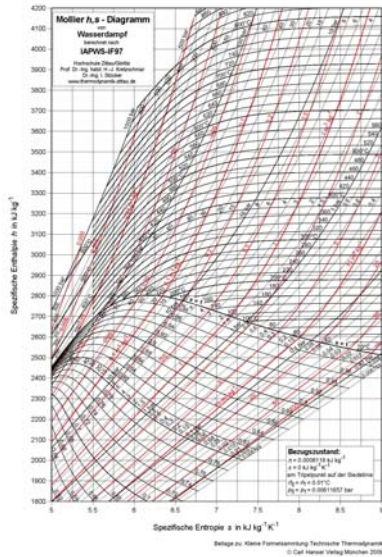
Lehre

Erarbeitete Lehrunterlagen

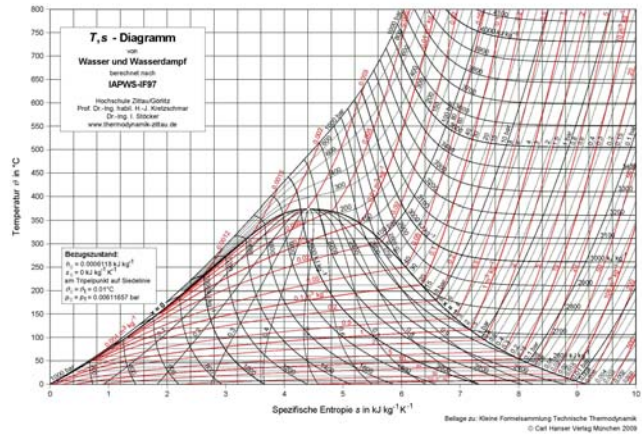
Lehre

Ausgewählte, am Fachgebiet Technische Thermodynamik erarbeitete Zustandsdiagramme für Studierende

Mollier h,s -Diagramm für Wasserdampf



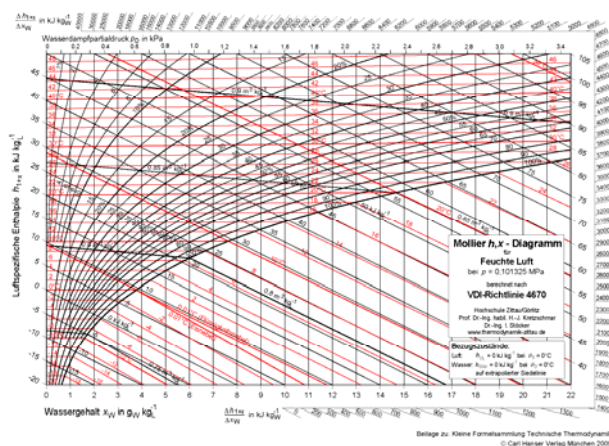
T,s -Diagramm für Wasser und Wasserdampf



Lehre

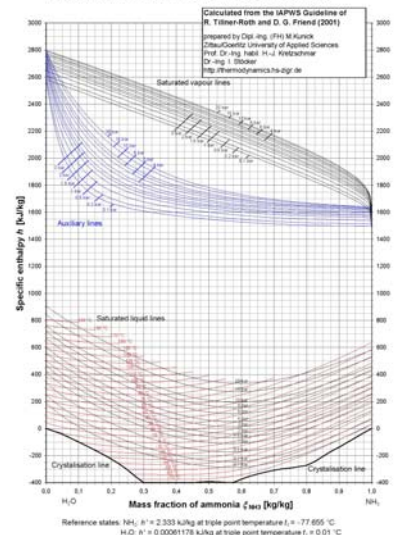
Ausgewählte, am Fachgebiet Technische Thermodynamik erarbeitete Zustandsdiagramme für Studierende

Mollier h,x -Diagramm für feuchte Luft



h,ζ -Diagramm für Ammoniak/Wasser-Gemische

$h-\zeta$ Diagram for Ammonia / Water Mixtures

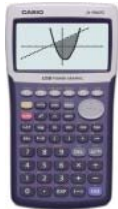


Lehre

Entwickelte Stoffwert-Berechnungssoftware für Studierende

Stoffwert-Berechnung auf Taschenrechnern

FluidCasio



FX 9750
CFX 9850
CFX 9860
ALGEBRA FX 2.0

FluidHP



HP 48
HP 49

FluidTI



TI 83, TI 84, TI 98
TI Voyage 200
TI 92
TI Nspire

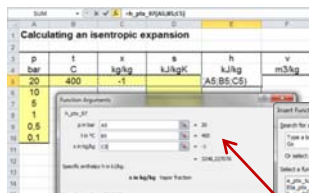
Stoffwert-Berechnung auf iPhone, iPad, iPod touch, Android Phones und Tablets



Lehre

Entwickelte Stoffwert-Berechnungssoftware für Studierende

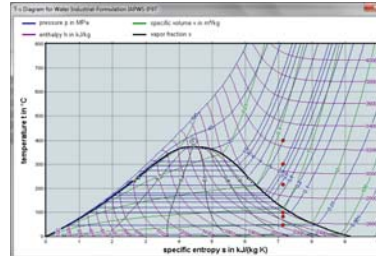
Stoffwert-Berechnung in Excel®



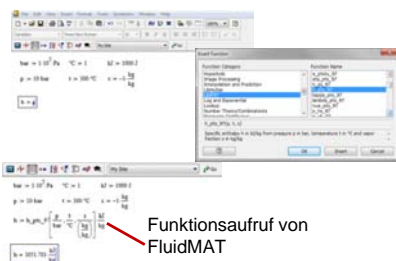
Auswahl der Stoffwertbibliothek und der Funktion

Menü für die Eingabe der gegebenen Stoffwerte

Darstellung der berechneten Werte in Zustandsdiagrammen

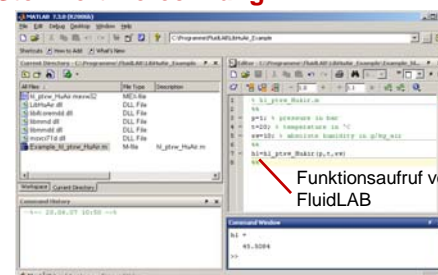


Stoffwert-Berechnung in Mathcad®



Funktionsaufruf von FluidMAT

Stoffwert-Berechnung in MATLAB®



Funktionsaufruf von FluidLAB

Lehre

Fluid Property Calculator

Online Stoffwert-Berechnung auf www.thermodynamik-zittau.de

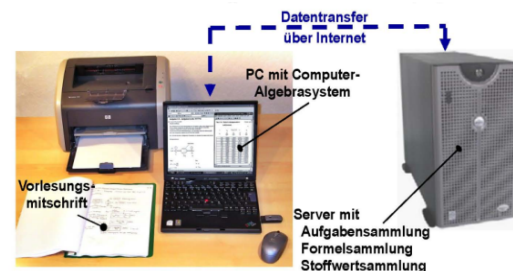
Lehre

eLearning-System Thermopr@ctice zur internetgestützten Berechnung von Übungsaufgaben der Thermodynamik und Kältetechnik mit Mathcad

Arbeitsplatz für das Berechnen der Übungsaufgaben "von Hand"



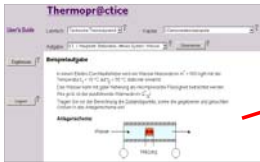
Arbeitsplatz für das Berechnen der Übungsaufgaben mit Thermopr@ctice



Lehre

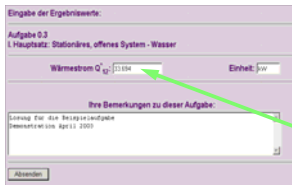
Nutzung des eLearning-Systems Thermopr@ctice

Auswählen der Aufgabe im Internet



Thermopr@ctice beinhaltet 140 Aufgaben.

Absenden der Ergebnisse über Internet



Lösen der Aufgabe mit Mathcad

geg: $\dot{m} = \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$
 $t_1 = 10^\circ\text{C}$
 $t_2 = 60^\circ\text{C}$

ges.: \dot{Q}_{12}

Lösung:
 $\dot{Q}_{12} + P_{diss12} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) + \frac{1}{2} (c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1)$
 $\dot{Q}_{12} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1)$
 $h_1 = 42.021 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $T_2 = \left(\frac{t_2}{^\circ\text{C}} + 273.15 \right) \text{K}$
 $h_2 = \left(h_{ptx,9} \left(-1, \frac{T_2}{\text{K}}, 0 \right) \right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $h_2 = 1546.746 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $\dot{Q}_{12} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1)$
 $\dot{Q}_{12} = 33.694 \text{ kW}$

Formelsammlung im Internet

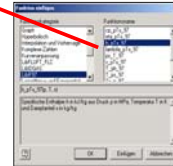
Stationäre Energiebilanz beim offenen System
 Instationäre Energiebilanz: $\dot{W}_{st} = \sum \dot{Q}_{st,i} - \sum \dot{Q}_{st,e} + \frac{dU_{st}}{dt}$
 Stationäre Energiebilanz von Enthalpie Ausström:
 $\dot{Q}_{12} + P_{st,12} = \dot{W}_{diss12} = \sum \dot{m}_{st,2} \cdot \sum \dot{m}_{st,1}$
 Sonderfall: Ein-Einzel: unten Ausström ($\dot{m}_1 = \dot{m}_2$): stationärer Flußprozess
 $\dot{Q}_{12} + P_{st,12} = \dot{W}_{diss12} = \dot{m} \left[(h_2 - h_1) + \frac{1}{2} (c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1) \right]$

Stoffwertsammlung im Internet

Tab. 4 Stoffwerte von Wasserflüssigkeit (inkompressibel)

t	ρ	c_p	h	s_T
$^\circ\text{C}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$
0	999.79	4.2199	0	0
2	999.89	4.2134	8.3916	0.030626
4	999.96	4.2078	16.813	0.061101
6	999.99	4.2031	25.224	0.09134
8	999.98	4.1992	33.626	0.12133
10	999.95	4.1968	42.021	0.15109
12	999.85	4.193	50.41	0.18061

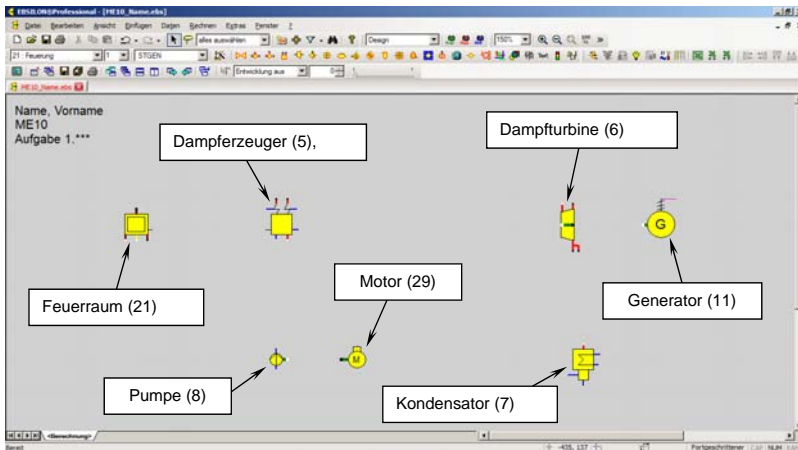
Stoffwertprogramme



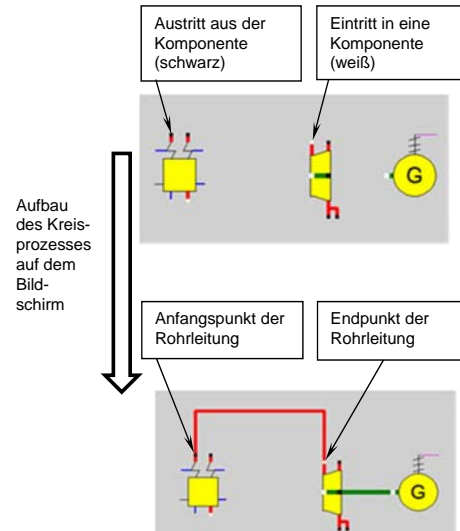
Lehre

Nutzung des Programms EBSILON von STEAG bei der Berechnung von Kreisprozessen im Fach Prozessthermodynamik

Elemente des Kreisprozesses zum Aufbau auf dem Bildschirm



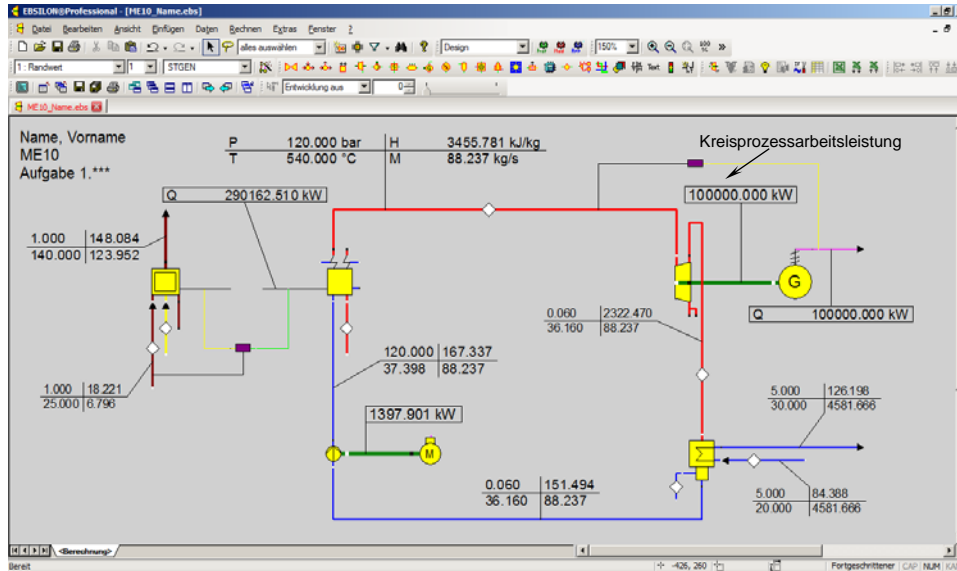
Leitungsanschlüsse ausgewählter Bauteile



Lehre

Nutzung des Programms EBSILON von STEAG bei der Berechnung von Kreisprozessen im Fach Prozessthermodynamik

Im Praktikum erarbeiteter einfacher Kraftwerks-Kreisprozess



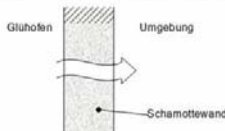
Lehre

thermoE - eLeistungskontrollen für das Fach Technische Thermodynamik

Beispielaufgabe:

Aufgabenstellung

Gegeben sei eine ebene Schamottwand eines Glühofens. Die Innentemperatur der Ofenwand beträgt $\vartheta_{w,i} = 900 \text{ °C}$ - die Außenwandtemperatur des Ofens soll $\vartheta_{w,a} = 50 \text{ °C}$ nicht übersteigen. Der Wärmeverlust darf den Wert $\dot{Q} = 20 \text{ kW}$ nicht überschreiten. Die Fläche der Schamottwand beträgt 10 m^2 .



Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben

- Zeichnen Sie qualitativ den Temperaturverlauf durch die Schamottwand
- Berechnen Sie die Dicke der Schamottwand

Nach der Bearbeitung der Aufgaben beantworten Sie folgende Fragen:

Lösung der Aufgaben „von Hand“ bzw. mit Mathcad wie „hier“

Nach Lösung der Aufgabe, Anfrage des Rechenweges und der Ergebnisse in OMSX

The handwritten solution includes a graph of temperature ϑ versus position s across the wall. The temperature decreases linearly from 900 °C on the left to 50 °C on the right. The solution also includes the following formulas and answers:

- Formel mittels Formelumformung ermittelt: $\dot{Q} = \frac{\lambda \cdot A \cdot (\vartheta_{w,i} - \vartheta_{w,a})}{\delta}$
- Formel mittels Formelumformung ermittelt: $\delta = \frac{\lambda \cdot A \cdot (\vartheta_{w,i} - \vartheta_{w,a})}{\dot{Q}}$
- Formel mittels Formelumformung ermittelt: $\delta = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta \vartheta}{\dot{Q}}$
- Formel mittels Formelumformung ermittelt: $\delta = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta \vartheta}{\dot{Q}}$
- Formel mittels Formelumformung ermittelt: $\delta = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta \vartheta}{\dot{Q}}$

Answers to the questions:

- Frage a1: Welche der folgenden Antworten beschreibt den Temperaturverlauf in der Schamottwand? (Klicken Sie die richtige Antwort an)
Antwort: $\vartheta_{w,i} > \vartheta > \vartheta_{w,a}$
- Frage b1: Welche Gleichung ist die Basis für die Berechnung des Wärmestroms? (Geben Sie die Nummer der Gleichung in der Formelsammlung an)
Antwort: Formelnummer [101] $\dot{Q} = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta \vartheta}{\delta}$
- Frage b2: In welcher Formel ist die Wanddicke enthalten? (Klicken Sie die richtige Antwort an)
Antwort: $R_{th} = \frac{\delta}{\lambda \cdot A}$
- Frage b3: Geben Sie den Wärmeleitkoeffizient (Zahlenwert) der Wand in der geforderten Maßeinheit an.
Antwort: Der Wärmeleitkoeffizient beträgt $1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- Frage b4: Geben Sie die Temperaturdifferenz (Zahlenwert) zwischen Wandinnenseite und Wandaußenseite an.
Antwort: Die Temperaturdifferenz in der Wand beträgt 850 K
- Frage b5: Geben Sie die Dicke (Zahlenwert) der Schamottwand in der angegebenen Maßeinheit an.
Antwort: Die Dicke der Schamottwand sollte mindestens 10 cm betragen

Gemeinschaftsprojekt mit Professur Technische Thermodynamik der TU Dresden, Fr. Prof. Breitkopf

Lehre

Vorlesungsaufzeichnungen ThermoLive mit MAGMA in OPAL



Forschung

Forschungsarbeiten

Entwicklung von Stoffwert-
Berechnungsalgorithmen

Bereitstellung von Stoffwert-
Programmbibliotheken für die Industrie

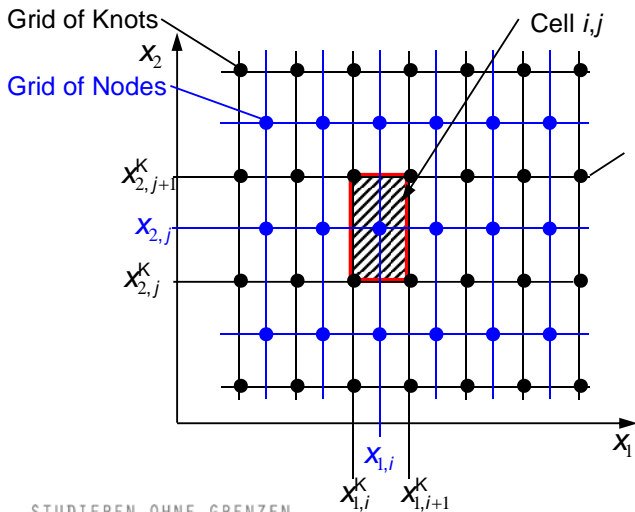
- Beteiligung an der Entwicklung der Industrie-Formulation IAPWS-IF97 der „International Association for the Properties of Water and Steam IAPWS“ (1990-1997)
- Entwicklung von 5 ergänzenden Standards zur IAPWS-IF97 (1998-2009)
- EU-Projekt „Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage“ AA-CAES (2003-2009)
 - Eigenschaften der feuchten Luft bearbeitet
- ASHRAE-Projekt RP 1485 der „American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers“ (2007-2009, 2013)
 - Stoffwerttabellen für feuchte Luft im ASHRAE 2009 und 2013 Handbook neu berechnet
- Entwicklung der „IAPWS Industrie-Formulation 2013 on the Thermodynamic Properties of Seawater“ für Entsalzungs- und Kühlprozesse (2011-2013)
- Entwicklung der „IAPWS Guideline 2014 on the Fast Calculation of Steam and Water Properties with the Spline-Based Table Look-Up Method SBTL“ (2009-2014)

Forschung

Schnelle und genaue Stoffwertberechnung mit Spline-Interpolation für CFD, instationäre und Echtzeit-Simulationen

Gemeinsames Projekt der HSZG, TUD (Prof. Gampe) und DLR Köln

Ergebnis: IAPWS Guideline on the Fast Calculation of Steam and Water Properties in Computational Fluid Dynamics Using the Spline-Based Table Look-Up Method (SBTL)



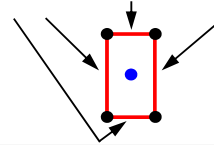
Bi-quadratic spline polynomials with 9 coefficients

$$z_{ij}(x_1, x_2) = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 a_{ijkl} \Delta x_{1,i}^{(k-1)} \Delta x_{2,j}^{(l-1)}$$

where $\Delta x_{1,i} = x_1 - x_{1,i}$, $\Delta x_{2,j} = x_2 - x_{2,j}$

Characteristics of the spline-polynomials

- They interpolate the nodes (blue points).
- They are continuous in their function values and their first derivatives at the cell boundaries which are the connecting curves at the state surface (red lines) between the knots.



Forschung

Calculation of Inverse Spline Functions

- Calculation of inverse spline functions $x_1^{INV}(z, x_2)$ and $x_2^{INV}(z, x_1)$ by solving the bi-quadratic spline-polynomials $z^{SPL}(x_1, x_2)$

Result for x_1 of the polynomial of the cell i,j

$$x_{1,ij}^{INV}(z, x_2) = \frac{(-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC})}{2A} + x_{1,i}$$

$$\text{with } A = a_{ij31} + \Delta x_{2,j} (a_{ij32} + a_{ij33} \Delta x_{2,j})$$

$$B = a_{ij21} + \Delta x_{2,j} (a_{ij22} + a_{ij23} \Delta x_{2,j})$$

$$C = a_{ij11} + \Delta x_{2,j} (a_{ij12} + a_{ij13} \Delta x_{2,j}) - z$$

$$\text{where } \Delta x_{2,j} = x_2 - x_{2,j}$$

- Auxiliary spline-polynomials $x_1(z, x_2)$ have been developed to find the right cell i,j for given values of z and x_2

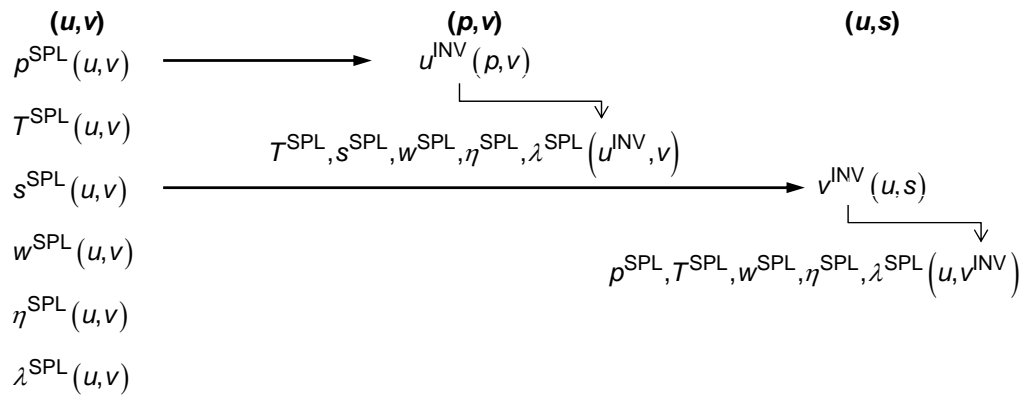


Inverse spline functions $x_1^{INV}(z, x_2)$ and $x_2^{INV}(z, x_1)$ are completely numerically consistent with the original spline function $z^{SPL}(x_1, x_2)$.

Forschung

Spline Functions of the Variables (u,v) and Inverse Spline Functions of (p,v) and (u,s)

Functions for the following independent variables

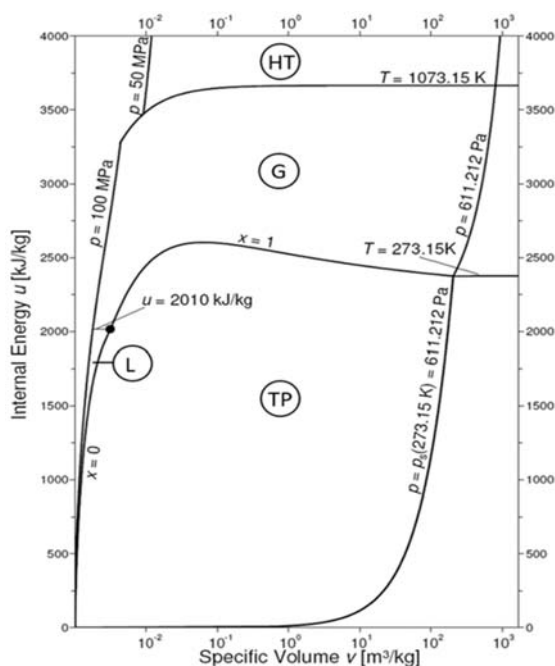


All thermodynamic and transport properties including derivatives and backward functions are calculated without iterations.

Forward and backward functions are calculated with complete numerical consistency.

Forschung

Range of Validity and Subregions of the Spline Property Functions from (u,v)



Range of validity according to IAPWS-IF97

Temperature 273.15 K ... 1073.15 K
Pressure 0.6112 kPa ... 100 MPa

High-Temperature Region

Temperature 1073.15 K ... 2273.15 K
Pressure 0.6112 kPa ... 50 MPa

Subregions

- L – Liquid region
- G – Gas (superheated steam) region
- TP – Two-phase region
- HT – High-temperature region

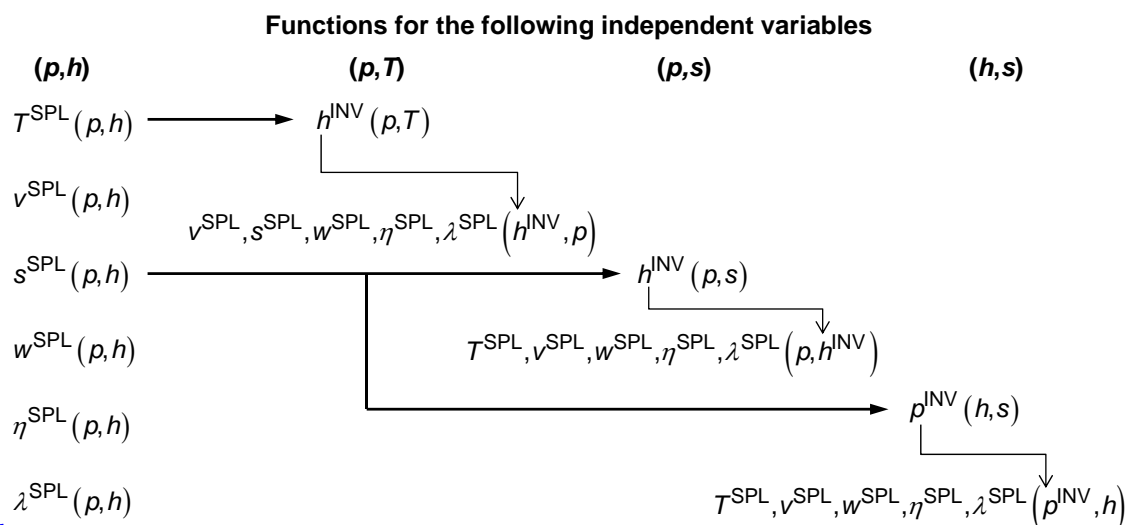
Forschung

Coordinate Transformations, Grid Dimensions, and Accuracies

Function	Co-ordinate transformations	Grid Dimension	Deviation from IAPWS-IF97
Gas Region			
$p_G^{SPL}(u,v)$	In v ; other properties are not transformed	150 x 300	$ \Delta p_G / p < 1 \times 10^{-5}$
$T_G^{SPL}(u,v)$			$ \Delta T_G < 0.001 \text{ K}$
$s_G^{SPL}(u,v)$			$ \Delta s_G < 0.00001 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
$w_G^{SPL}(u,v)$			$ \Delta w_G / w < 1 \times 10^{-4}$
$\eta_G^{SPL}(u,v)$			$ \Delta \eta_G / \eta < 1 \times 10^{-5}$
$\lambda_G^{SPL}(u,v)$			$ \Delta \lambda_G / \lambda < 1 \times 10^{-4}$

Forschung

Spline Functions of the Variables (p,h) and Inverse Spline Functions of (p,T) , (p,s) , and (h,s)



All thermodynamic and transport properties including derivatives and backward functions are calculated without iterations.

Forward and backward functions are calculated with complete numerical consistency.

Forschung

Computing Time Comparisons

Computing Time Ratio: $CTR = \frac{\text{Computing time of IAPWS-IF97}}{\text{Computing time of STM}}$

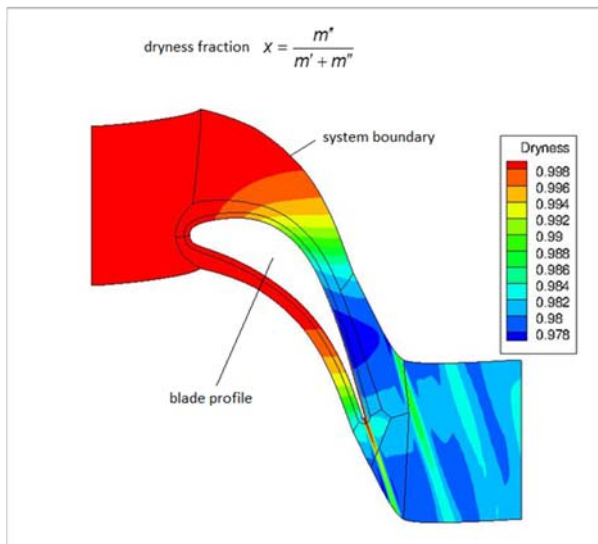
Spline Function	IAPWS-IF97 Region		
	1	2	3
$\rho^{SPL}(u,v)$	40	370	9.5
$T^{SPL}(u,v)$	42	378	9.7
$u^{INV}(\rho,v)$	1.6	4.5	1.8
$T^{SPL}(\rho,h)$	8.3	5.3	12
$h^{INV}(\rho,T)$	0.6	0.4	6.3

Software:
NIFBENCH
Processor:
Intel Xeon 3.2 GHz PC
Operating system:
Microsoft Windows 7, 32 bit
Compiler:
Intel Composer

Forschung

Application of the Spline-Based Table Look-Up Method in CFD

Steam flow at a fixed blade in a steam turbine (considering condensation):



German Aerospace Center (DLR),
Institute of Propulsion Technology
and Numerical Methods,
Cologne, Germany

CFD-Software TRACE

Mrs. Dr. Francesca diMare

Results



CFD calculations using spline functions
are **6 to 10 times faster** than using
IAPWS-IF97.

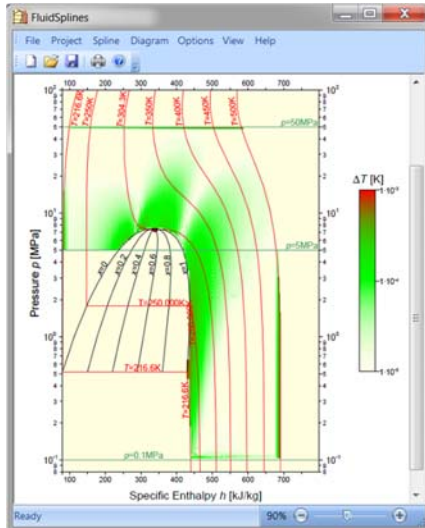
CFD calculations using spline
functions are only 1.4 times slower
than using ideal gas model, although
real fluid properties are considered.

- Application of spline-based property functions
- 14040 cells
- Hardware: 8 CPUs

Forschung

Generation of User-Specified Spline Property Functions

Program FluidSplines



Input:
Property-Library for IAPWS-IF97



Generation of spline functions including interpolation tables for:

- User-specified property functions
- User-specified range of validity
- Required accuracy



Output:

- Source code for spline functions including interpolation tables optimized for high computing speed
- Static/dynamic libraries
- Documentation of accuracy and computing speed

Spline-Functions for user specified range of validity and accuracy can be generated on request.

Forschung

Stoffwert-Programmbibliotheken für die Industrie

Bibliotheken für Arbeitsfluide der Energietechnik

Reine Stoffe:

- Wasserdampf, Wasser und Eis
- Luft, Stickstoff
- Kohlendioxid einschl. Trockeneis
- Ammoniak
- Wasserstoff, Helium
- Ethanol, Methanol, Kohlenwasserstoffe
- Silikonöle für ORC-Prozesse
- Kältemittel

Ideale Gasgemische:

- Brenngasgemische
- Verbrennungsgasgemische
- Feuchte Luft

Reale Stoffgemische:

- Ammoniak/Wasser-Gemische
- Wasser/Lithiumbromid-Gemische
- Feuchte Verbrennungsgasgemische einschl. Kohlendioxid/Wasser-Gemische
- Feuchte Luft
- Meerwasser

Berechenbare Größen:

- Thermodynamische Zustandsgrößen
- Transporteigenschaften
- Thermodynamische Differentialquotienten
- Umkehrfunktionen

Forschung

Anschluss der Stoffwert-Bibliotheken

- FluidEXL für **Excel**
- FluidLAB für **MATLAB**
- FluidMAT für **Mathcad**
- FluidEES für **Engineering Equation Solver**
- FluidVIEW für **LabView**
- FluidDYM für **Dymola** und **SimulationX (Modelica)**

Kooperation mit Industrie

Nachnutzung von Lizenzen durch

mehr als 220 Unternehmen weltweit,

u.a. Siemens (KRAWAL), ALSTOM (ALPRO), STEAG (EBSILON), Fichtner (KPRO)

Vattenfall, E.ON, RWE, EC Heidelberg, KEMA, BASF, MAN, DLR, EnviCon, DREWAG

und

über 60 Universitäten und Hochschulen,

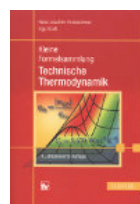
u.a. MIT Cambridge (USA), Univ. Auckland (NZ), Univ. Lissabon, RWTH Aachen, TU München, TU Dresden, TU Hamburg, BTU Cottbus, TU Berlin, Univ. Stuttgart, Univ. Rostock

Angebot: Mitarbeit in Projekten, in denen Stoffwerte für Arbeitsfluide benötigt werden

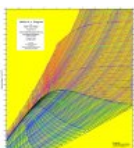
Publikationen



Wagner, W. and Kretzschmar, H.-J.:
**International Steam Tables
Properties of Water and Steam
Based on the Industrial Formulation
IAPWS-IF97, Second Edition.**
Springer-Verlag, Berlin (2008)



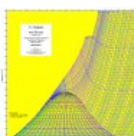
Kretzschmar, H.-J. und Kraft, I.
unter Mitarbeit von **Stöcker, I.:**
**Kleine Formelsammlung Technische
Thermodynamik,**
1. bis 4. Auflage (2007, 2008, 2009, 2011)
Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser
Verlag München (2011)



Kretzschmar, H.-J. und Stöcker, I.:
Mollier h -s Diagram for Water and Steam
Springer-Verlag, Berlin (1998, 2008,
2009, 2012)

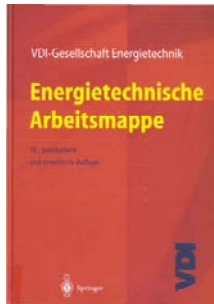


Kretzschmar, H.-J.
unter Mitwirkung von Stöcker, I.:
**Kapitel 8: Thermodynamik
in: Grundwissen des Ingenieurs,**
13. und 14. Auflage (2002, 2007)
Hrsg: Hering, E. und Modler, K.-H.
Fachbuchverlag Leipzig im Hanser-Verlag
München (2007)



Kretzschmar, H.-J. und Stöcker, I.:
T-s Diagram for Water and Steam
Springer-Verlag, Berlin (2003)

Publikationen



Kretzschmar, H.-J., Stöcker, I.:
Diagramme für Wasser und Wasserdampf.
In: Energietechnische Arbeitsmappe des VDI, Springer-Verlag Berlin (2000)



Herrmann, S.; Kretzschmar, H.-J.; Gatley, D.P.:
In: **2009** und **2013 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS**, SI and I-P Editions, Chapter 1 PSYCHROMETRICS,
Table 2: Thermodynamic Properties of Moist Air at Standard Atmospheric Pressure.
Table 3: Thermodynamic Properties of Water at Saturation.
American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta GA (2009, 2013)

Publikationen



Wagner, W., Kretzschmar, H.-J.:
Kapitel D2.1 Wasser.
In: VDI-Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer-Verlag Berlin (2013)



Wagner, W., Kretzschmar, H.-J.:
Chapter 2.1 Properties of Water and Steam.
In: VDI Heat Atlas, 2nd. ed., Springer-Verlag Berlin (2010)

Studienmaterial

Grundlagen der Technischen Thermodynamik
Reale Fluide und Grundlagen der Wärmeübertragung | THD101 (2014)
Dr.-Ing. Ingo Kraft und Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar

Grundlagen der Technischen Thermodynamik
Gasgemische und feuchte Luft | THD102 (2014)
Prof. Dr.-Ing. Ingo Kraft und Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar

Grundlagen der Technischen Thermodynamik
Verbrennungsrechnung | THD103 (2014)
Prof. Dr.-Ing. Ingo Kraft und Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar

Wärme- und Stoffübertragung
Grundbegriffe, Wärmeleitung und Diffusion | THD201 (2011)
Prof. Dr.-Ing. Ingo Kraft und Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar

Wärme- und Stoffübertragung
Wärmeübergang und Stoffübergang | THD202 (2011)
Prof. Dr.-Ing. Ingo Kraft und Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar

Fakultät Maschinenwesen

Weiterer Ablauf:

Im Anschluss:

Besichtigung des Thermochemischen Versuchsfeldes,
Professur Energie- und Kraftwerkstechnik (Prof. T. Zschunke),
mit Herrn B. Salomo.

Viel Erfolg für Ihr Seminar!

Diese Folien finden Sie auf
www.thermodynamik-zittau.de unter „Aktuelles“.