Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Herzlich Willkommen

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

STUDIEREN_OHNE_GRENZEN

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Hochschule Zittau/Görlitz

Fakultäten:

		Standort
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. Kretschmar
Dekanatsrätin:	Fr. Dipl.-Ing. J. Pfitzner
Sekretärin:	Fr. I. Hörger

Fachgruppen

Fachgruppe Energie- und Umwelttechnik

Sprecher:
Prof. Dr.-Ing. habil. V. Weise

Fachgruppe Maschinenbau

Sprecher:
Prof. Dr.-Ing. M. Klaubert

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

Fachgebiete der Fachgruppe Energie- und Umwelttechnik

Fachgebiete / Berufungsgebiete	Lehrende
▪ Technische Thermodynamik	Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar
▪ Strömungstechnik/Strömungsmaschinen	Prof. Dr.-Ing. habil. V. Weise
▪ Kraftwerks- und Energietechnik	Prof. Dr.-Ing. habil. T. Zschunke
▪ Wärmetechnik/Regenerative Energietechnik	Prof. Dr.-Ing. B. Haschke
▪ Energiesystemtechnik	Prof. Dr. Ing. J. Meinert
▪ Reaktor- und Anlagensicherheit	Dipl.-Ing. S. Alt
▪ Nukleare Strahlentechnik	Prof. Dr. rer. nat. T. Schönmuth

Fachgebiete der Fachgruppe Maschinenbau

Fachgebiete / Berufungsgebiete

- 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

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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.

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

Lehre

Grundlagenpraktikum Technische Thermodynamik und Wärmeübertragung

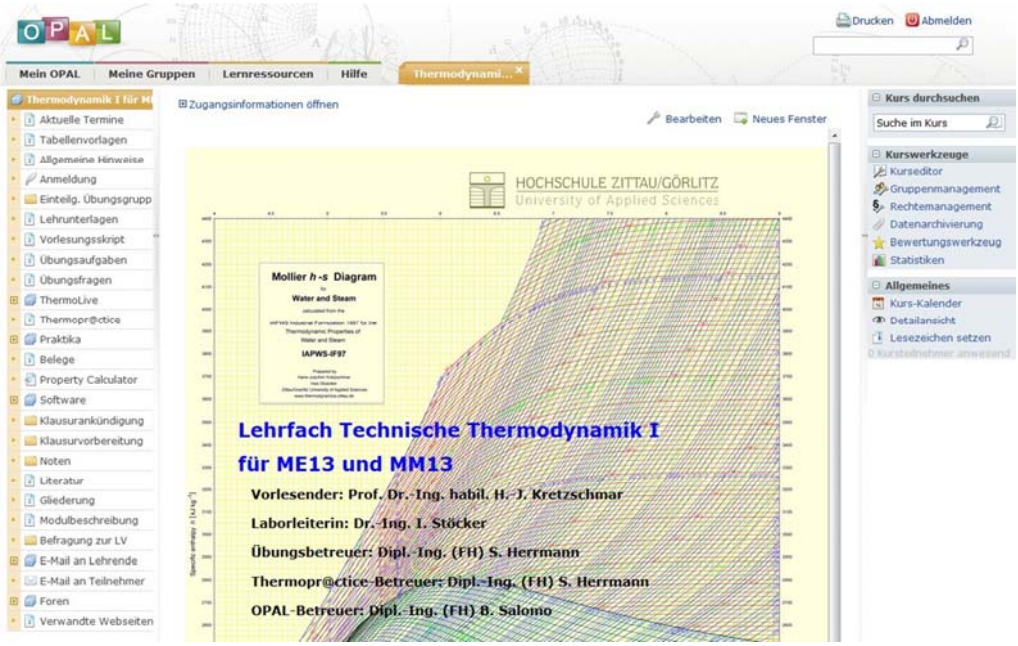
Betreuer: Dr.-Ing. I. Stöcker, Dipl.-Übers. M. Nicke

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



Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

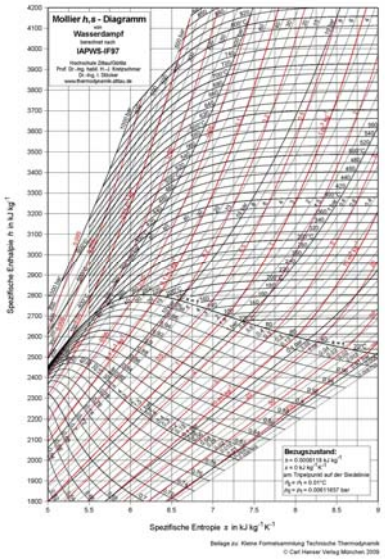
Lehre

Erarbeitete Lehrunterlagen

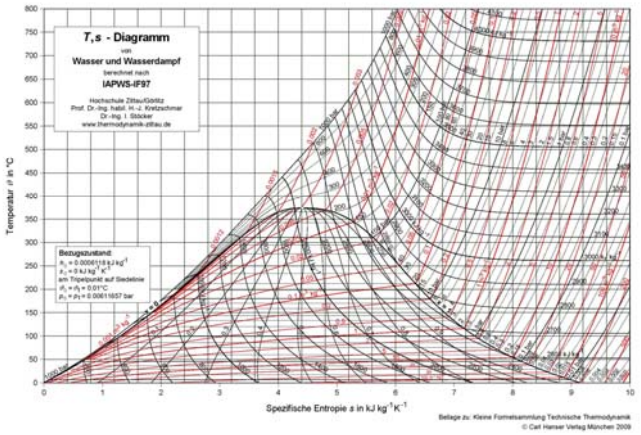
Lehre

Ausgewählte, am Fachgebiet Technische Thermodynamik erarbeitete Zustandsdiagramme für Studierende

Mollier *h*,*s*-Diagramm für Wasserdampf



***T*,*s*-Diagramm für Wasser und Wasserdampf**

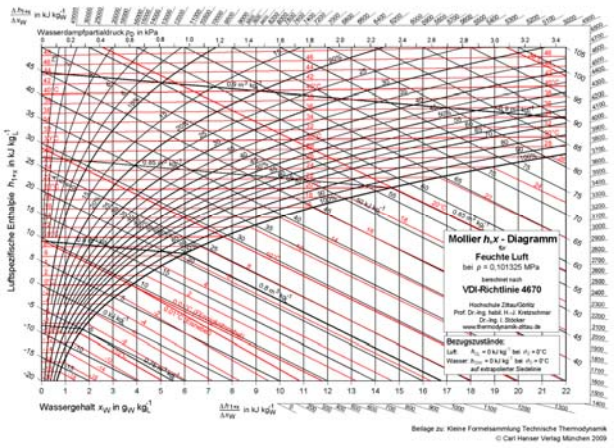


Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

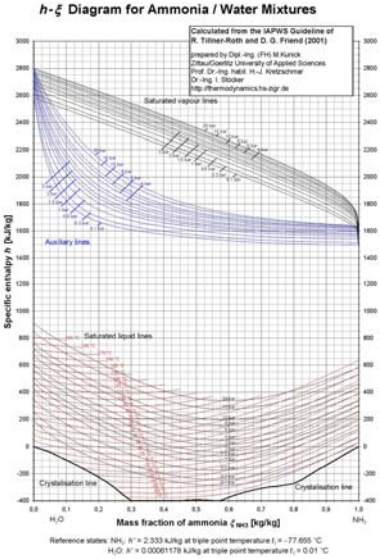
Lehre

Ausgewählte, am Fachgebiet Technische Thermodynamik erarbeitete Zustandsdiagramme für Studierende

Mollier *h*,*x*-Diagramm für feuchte Luft



***h*,*ξ* -Diagramm für Ammoniak/Wasser-Gemische**



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

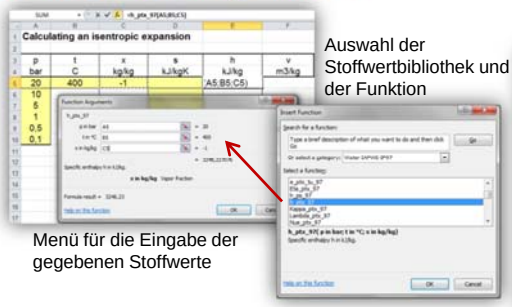
Stoffwert-Berechnung auf iPhone, iPad, iPod touch, Android Phones und Tablets

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

Lehre

Entwickelte Stoffwert-Berechnungssoftware für Studierende

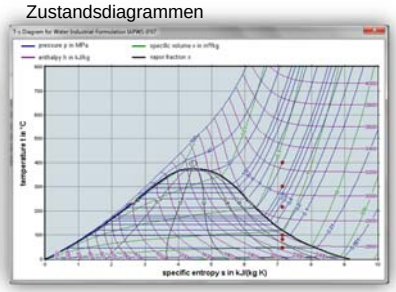
Stoffwert-Berechnung in Excel®



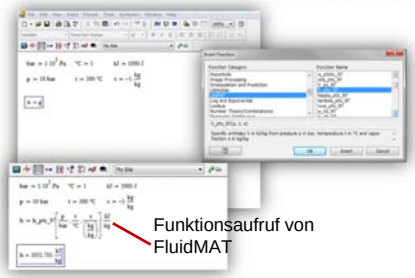
Auswahl der Stoffwertbibliothek und der Funktion

Menü für die Eingabe der gegebenen Stoffwerte

Darstellung der berechneten Werte in Zustandsdiagrammen

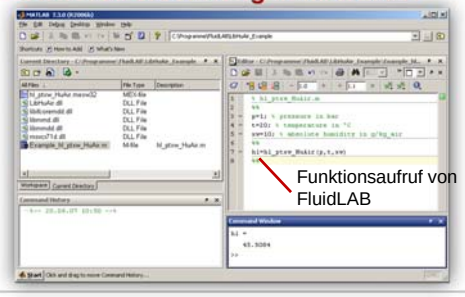


Stoffwert-Berechnung in Mathcad®



Funktionsaufruf von FluidMAT

Stoffwert-Berechnung in MATLAB®

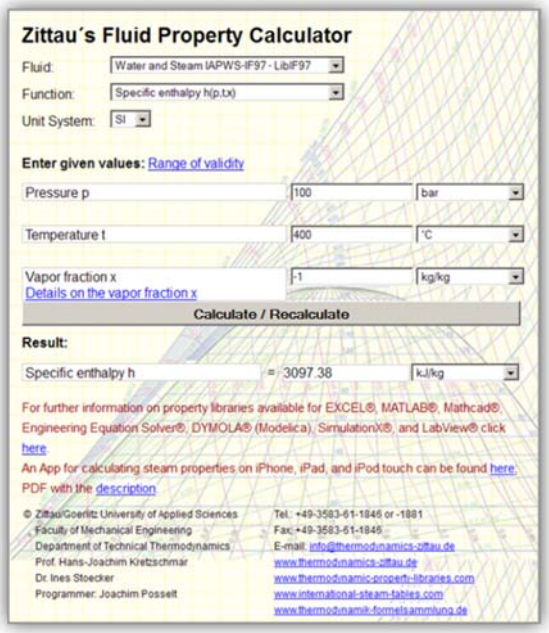


Funktionsaufruf von FluidLAB

Lehre

Fluid Property Calculator

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



Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

Lehre

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

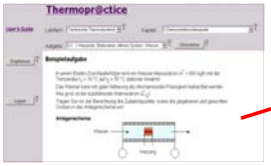
Arbeitsplatz für das Berechnen der Übungsaufgaben "von Hand"

Arbeitsplatz für das Berechnen der Übungsaufgaben mit Thermopr@ctice

Lehre

Nutzung des eLearning-Systems Thermopr@ctice

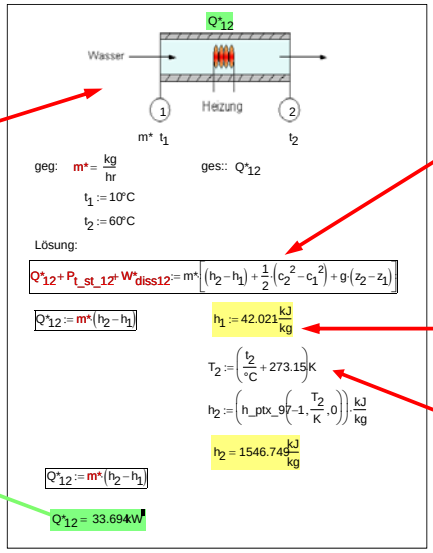
Auswählen der Aufgabe im Internet



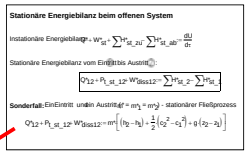
Thermopr@ctice beinhaltet 140 Aufgaben.

Absenden der Ergebnisse über Internet

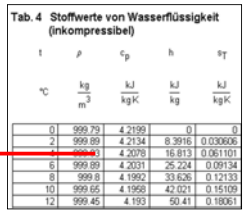
Lösen der Aufgabe mit Mathcad



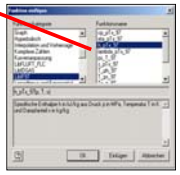
Formelsammlung im Internet



Stoffwertsammlung im Internet



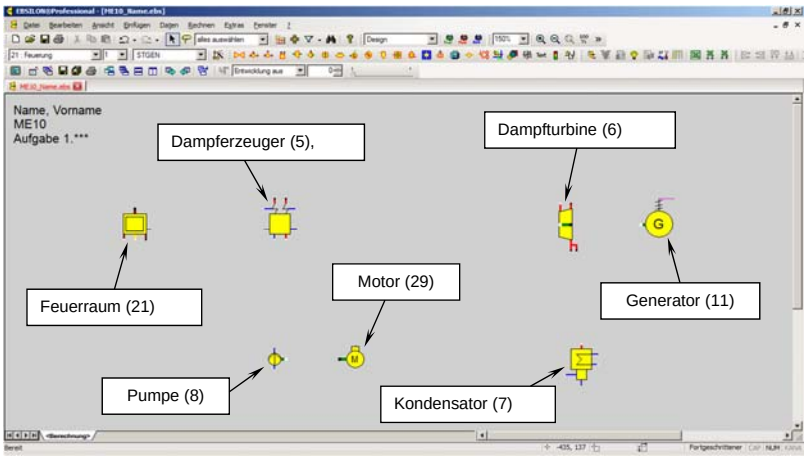
Stoffwertprogramme



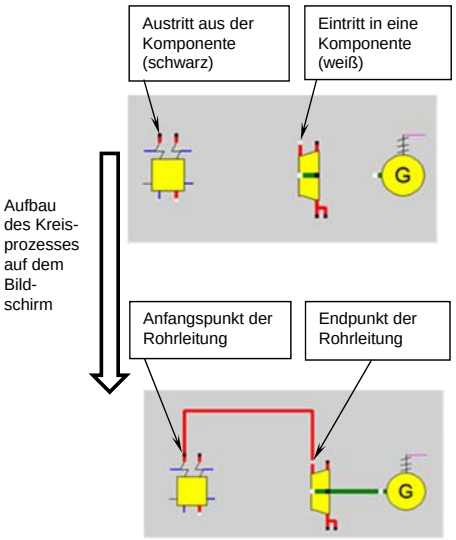
Lehre

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

Elemente des Kreisprozesses zum Aufbau auf dem Bildschirm



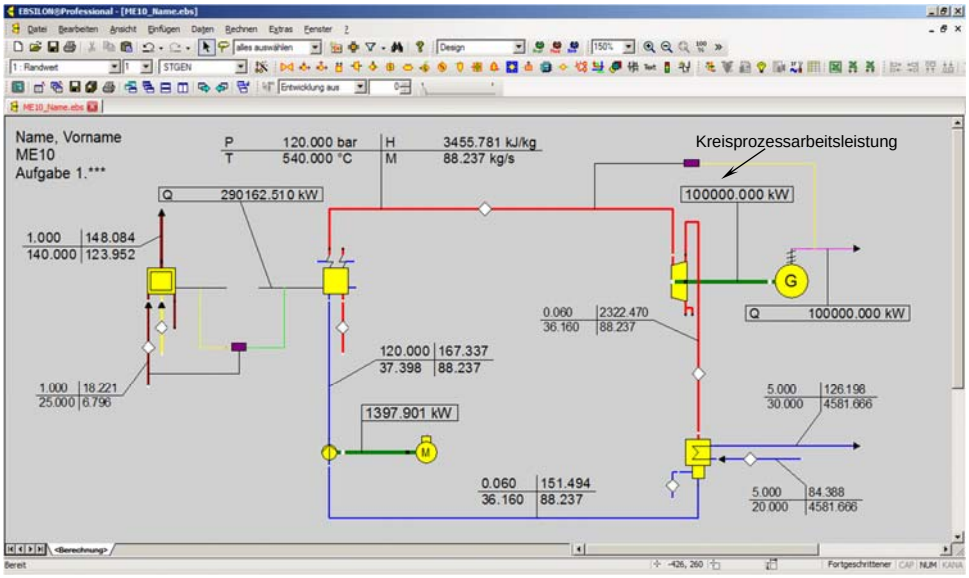
Leitungsanschlüsse ausgewählter Bauteile



Lehre

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

Im Praktikum erarbeiteter einfacher Kraftwerks-Kreisprozess



Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

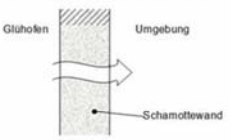
Lehre

thermoE - eLeistungskontrollen für das Fach Technische Thermodynamik

Beispielaufgabe:

Aufgabenstellung

Gegeben sei eine ebene Schamottewand eines Glühofens. Die Innentemperatur der Ofenwand beträgt $\vartheta_{W,i}$ = 900 °C - die Außenwandtemperatur des Ofens soll $\vartheta_{W,a}$ = 50 °C nicht übersteigen. Der Wärmeverlust darf den Wert $\dot{Q}$ = 20 kW nicht überschreiten. Die Fläche der Schamottewand beträgt 10 m².

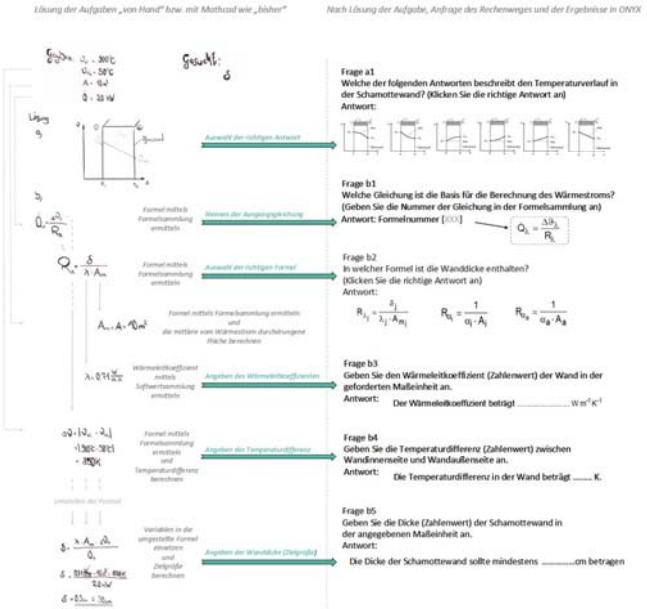


Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben

a) Zeichnen Sie qualitativ den Temperaturverlauf durch die Schamottewand

b) Berechnen Sie die Dicke der Schamottewand.

Nach der Bearbeitung der Aufgaben beantworten Sie folgende Fragen:



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

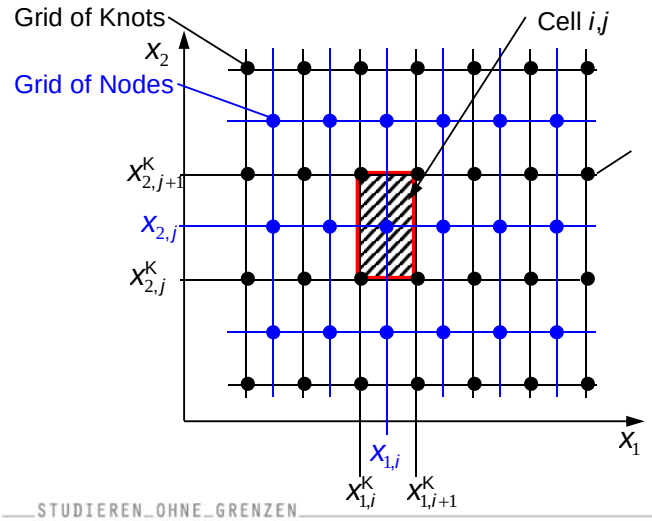
- Beteiligung an der Entwicklung der Industrie-Formulation IAPWS-IF97 der „International Association for the Properties of Water and Steam IAPWS“ (1990-1997)
- Entwicklung von 5 ergänzenden Standards zur IAPWS-IF97 (1998-2009)
- EU-Projekt „Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage“ AA-CAES (2003-2009)
  - 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)



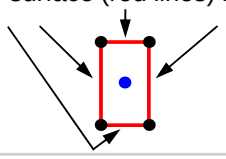
Bi-quadratic spline polynomials with 9 coefficients

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

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.



Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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*

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

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

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

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

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

(*u*,*v*)

$p^{SPL}(u,v)$

$T^{SPL}(u,v)$

$s^{SPL}(u,v)$

$w^{SPL}(u,v)$

$\eta^{SPL}(u,v)$

$\lambda^{SPL}(u,v)$

(*p*,*v*)

$u^{INV}(p,v)$

$T^{SPL}, s^{SPL}, w^{SPL}, \eta^{SPL}, \lambda^{SPL}\left(u^{INV}, v\right)$

(*u*,*s*)

$v^{INV}(u,s)$

$p^{SPL}, T^{SPL}, w^{SPL}, \eta^{SPL}, \lambda^{SPL}\left(u, v^{INV}\right)$

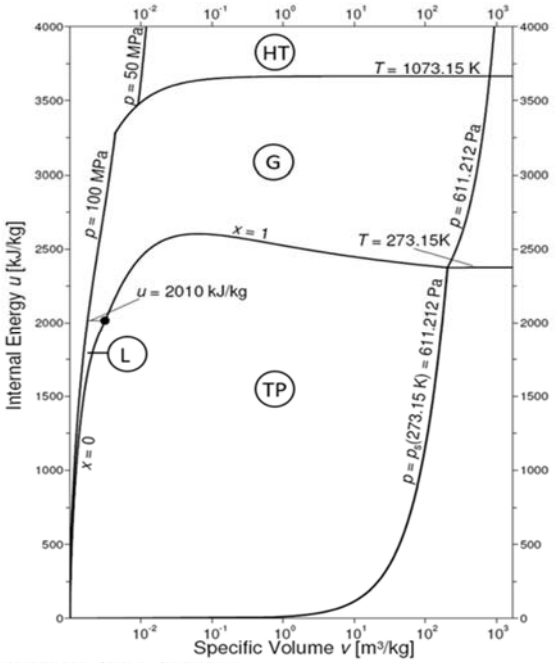
All thermodynamic and transport properties including derivatives and backward functions are calculated without iterations.

Forward and backward functions are calculated with complete numerical consistency.

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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

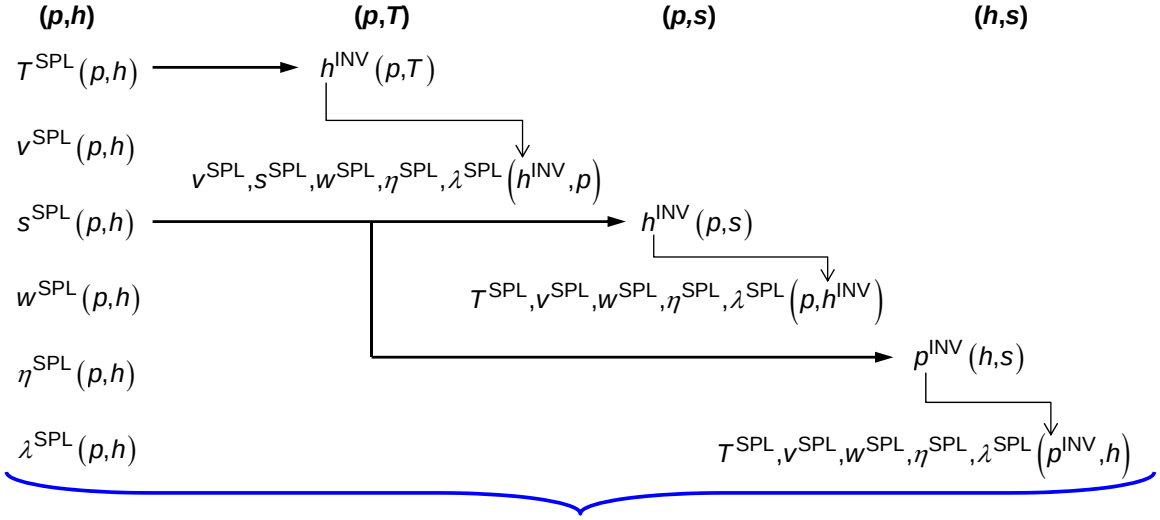
Function	Co-ordinate transformations	Grid Dimension	Deviation from IAPWS-IF97
Gas Region			
$p_G^{SPL}(u,v)$	ln *v*; other properties are not transformed	150 x 300	$\lvert\Delta p_G / p\rvert < 1\times10^{-5}$
$T_G^{SPL}(u,v)$			$\lvert\Delta T_G\rvert < 0.001\,\mathrm{K}$
$s_G^{SPL}(u,v)$			$\lvert\Delta s_G\rvert < 0.000\,01\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,kg^{-1}}$
$w_G^{SPL}(u,v)$			$\lvert\Delta w_G / w\rvert < 1\times10^{-4}$
$\eta_G^{SPL}(u,v)$			$\lvert\Delta \eta_G / \eta\rvert < 1\times10^{-5}$
$\lambda_G^{SPL}(u,v)$			$\lvert\Delta \lambda_G / \lambda\rvert < 1\times10^{-4}$

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

Forschung

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

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
$p^{SPL}(u,v)$	40	370	9.5
$T^{SPL}(u,v)$	42	378	9.7
$u^{INV}(p,v)$	1.6	4.5	1.8
$T^{SPL}(p,h)$	8.3	5.3	12
$h^{INV}(p,T)$	0.6	0.4	6.3

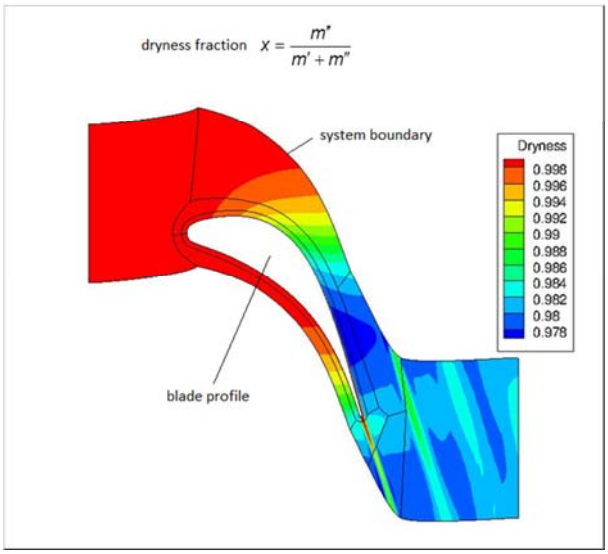
Software:
NIFBENCH
Processor:
Intel Xeon 3.2 GHz PC
Operating system:
Microsoft Windows 7, 32 bit
Compiler:
Intel Composer

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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.

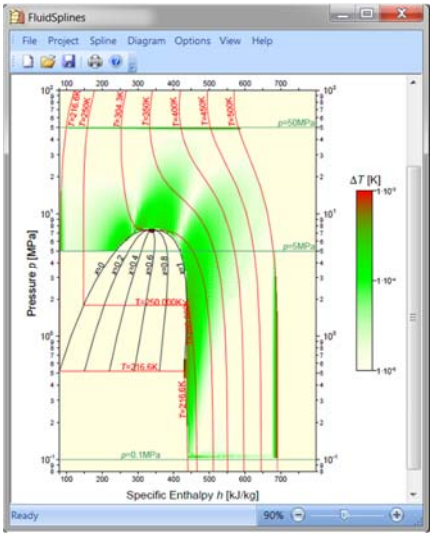
CFD calculations using spline functions are only 1.4 times slower than using ideal gas model, although real fluid properties are considered.

- 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.

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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,

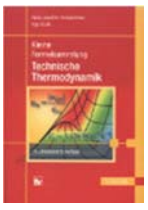
u.a. MIT Cambridge (USA), Univ. Auckland (NZ), Univ. Lissabon, RWTH Aachen, TU München, TU Dresden, TU Hamburg, BTU Cottbus, TU Berlin, Univ. Stuttgart, Univ. Rostock

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

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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)

Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FAKULTÄT MASCHINENWESEN

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)

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“.