

BA 007



Bachelorarbeit

Design von Bachelorarbeiten

Design of bachelor's thesis

Aachen, Januar 2050

Dein Name

Matrikelnummer: 000815

betreut von:

Dipl.-Phys. Max Mustermännin
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller

Die Arbeit wurde vorgelegt am:

E.ON Energy Research Center | ERC
Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate | EBC
Mathieustraße 10, 52074 Aachen

Kurzfassung

Überall dieselbe alte Leier. Das Layout ist fertig, der Text lässt auf sich warten. Damit das Layout nun nicht nackt im Raum steht und sich klein und leer vorkommt, springe ich ein: der Blindtext. Genau zu diesem Zwecke erschaffen, immer im Schatten meines großen Bruders »Lorem Ipsum«, freue ich mich jedes Mal, wenn Sie ein paar Zeilen lesen. Denn esse est percipi - Sein ist wahrgenommen werden.

Und weil Sie nun schon die Güte haben, mich ein paar weitere Sätze lang zu begleiten, möchte ich diese Gelegenheit nutzen, Ihnen nicht nur als Lückenfüller zu dienen, sondern auf etwas hinzuweisen, das es ebenso verdient wahrgenommen zu werden: Webstandards nämlich. Sehen Sie, Webstandards sind das Regelwerk, auf dem Webseiten aufzubauen. So gibt es Regeln für HTML, CSS, JavaScript oder auch XML; Worte, die Sie vielleicht schon einmal von Ihrem Entwickler gehört haben. Diese Standards sorgen dafür, dass alle Beteiligten aus einer Webseite den größten Nutzen ziehen. Testtest

Im Gegensatz zu früheren Webseiten müssen wir zum Beispiel nicht mehr zwei verschiedene Webseiten für den Internet Explorer und einen anderen Browser programmieren. Es reicht eine Seite, die - richtig angelegt - sowohl auf verschiedenen Browsern im Netz funktioniert, aber ebenso gut für den Ausdruck oder die Darstellung auf einem Handy geeignet ist. Wohlgemerkt: Eine Seite für alle Formate. Was für eine Erleichterung. Standards sparen Zeit bei den Entwicklungskosten und sorgen dafür, dass sich Webseiten später leichter pflegen lassen. Natürlich nur dann, wenn sich alle an diese Standards halten. Das gilt für Browser wie Firefox, Opera, Safari und den Internet Explorer ebenso wie für die Darstellung in Handys. Und was können Sie für Standards tun? Fordern Sie von Ihren Designern und Programmierern einfach standardkonforme Webseiten. Ihr Budget wird es Ihnen auf Dauer danken. Ebenso möchte ich Ihnen dafür danken, dass Sie mich bin zum Ende gelesen

Diese Kurzzusammenfassung hat 300 Wörter

Abstract

Er hörte leise Schritte hinter sich. Das bedeutete nichts Gutes. Wer würde ihm schon folgen, spät in der Nacht und dazu noch in dieser engen Gasse mitten im übel beleumundeten Hafenviertel? Gerade jetzt, wo er das Ding seines Lebens gedreht hatte und mit der Beute verschwinden wollte! Hatte einer seiner zahllosen Kollegen dieselbe Idee gehabt, ihn beobachtet und abgewartet, um ihn nun um die Früchte seiner Arbeit zu erleichtern? Oder gehörten die Schritte hinter ihm zu einem der unzähligen Gesetzeshüter dieser Stadt, und die stählerne Acht um seine Handgelenke würde gleich zuschnappen? Er konnte die Aufforderung stehen zu bleiben schon hören. Gehetzt sah er sich um. Plötzlich erblickte er den schmalen Durchgang. Blitzartig drehte er sich nach rechts und verschwand zwischen den beiden Gebäuden.

Beinahe wäre er dabei über den umgestürzten Mülleimer gefallen, der mitten im Weg lag. Er versuchte, sich in der Dunkelheit seinen Weg zu ertasten und erstarrte: Anscheinend gab es keinen anderen Ausweg aus diesem kleinen Hof als den Durchgang, durch den er gekommen war. Die Schritte wurden lauter und lauter, er sah eine dunkle Gestalt um die Ecke biegen. Fieberhaft irrten seine Augen durch die nächtliche Dunkelheit und suchten einen Ausweg. War jetzt wirklich alles vorbei, waren alle Mühe und alle Vorbereitungen umsonst? Er presste sich ganz eng an die Wand hinter ihm und hoffte, der Verfolger würde ihn übersehen, als plötzlich neben ihm mit kaum wahrnehmbarem Quietschen eine Tür im nächtlichen Wind hin und her schwang. Könnte dieses der flehentlich herbeigesehnte Ausweg aus seinem Dilemma sein?

Langsam bewegte er sich auf die offene Tür zu, immer dicht an die Mauer gepresst. Würde diese Tür seine Rettung werden? Er hörte leise Schritte hinter sich. Das bedeutete nichts Gutes. Wer würde ihm schon folgen, spät in der Nacht und dazu noch in dieser engen Gasse mitten im übel beleumundeten Hafenviertel? Gerade jetzt, wo er das Ding seines Lebens gedreht hatte und mit der Beute verschwinden wollte! Hatte einer seiner zahllosen Kollegen dieselbe Idee gehabt, ihn beobachtet und abgewartet, um ihn nun um die Früchte seiner Arbeit zu erleichtern? Oder gehörten die Schritte hinter ihm zu einem der unzähligen Gesetzeshüter dieser Stadt, und die stählerne Acht um seine Handgelenke würde gleich zuschnappen? Er konnte die Aufforderung stehen zu bleiben schon hören. Gehetzt sah er sich um. Plötzlich erblickte er den schmalen Durchgang. Blitzartig drehte er sich nach rechts und verschwand zwischen den beiden Gebäuden. Beinahe wäre er dabei über den umgestürzten Mülleimer gefallen, der mitten im Weg lag. Er versuchte, sich in der Dunkelheit seinen Weg zu ertasten und erstarrte: Anscheinend gab es keinen anderen Ausweg aus diesem kleinen Hof als den Durchgang, durch den er gekommen war. Die Schritte wurden lauter und lauter, er sah eine dunkle Gestalt um die Ecke biegen. Fieberhaft irrten seine Augen durch die nächtliche Dunkelheit

und suchten einen Ausweg. War jetzt wirklich alles vorbei, waren alle Mühe und alle Vorbereitungen umsonst? Er presste sich ganz eng an die Wand hinter ihm und hoffte, der Verfolger würde ihn übersehen, als plötzlich neben ihm

Dieser Abstract hat 500 Wörter

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	v
Abbildungsverzeichnis	x
Tabellenverzeichnis	xi
Vorwort	xii
1 Teil1	2
1.1 Motivation	2
1.2 Enthalpieübertrager	3
1.3 Membran	5
1.4 Stand der Technik	7
2 Teil2	10
2.1 Modell	10
2.1.1 Stofftransport	10
2.1.2 Zusammenfassend	14
Literaturverzeichnis	16
A Wichtiger Anhang 1	18
A.1 Die Versalien	18
B Ähnlich wichtiger Anhang	20

Nomenklatur

Formelzeichen und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
A	Fläche	m^2
c_p	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
C	Wärmekapazität	W/kg
H	Enthalpie	J
\dot{H}	Enthalpiestrom	J/s
E	Exergie	J
e	spezifische Exergie	J/kg
\dot{m}	Massenstrom	kg/s
p	Druck	Pa
\dot{Q}	Wärmestrom	W
R	spezifische Gaskonstante	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
S	Entropie	J/K
\dot{S}	Entropiestrom	W/K
T	Temperatur	K
t	Zeit	s
U	innere Energie	J
U_T	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
h	Wärmeübergangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
V	Volumen	m^3
\dot{V}	Volumenstrom	m^3/s
\dot{W}	Leistung	W
Y	Wasserbeladung der Luft	g/kg

griechische Formelzeichen

Symbol	Bedeutung	Einheit
η_C	Carnot-Wirkungsgrad	—
κ_E	exergetische Aufwandszahl der Wärmeerzeugung	—
κ_T	exergetische Aufwandszahl des Wärmetransfers	—
Φ	thermische Leistung	W
ϱ	Massendichte	kg/m ³
σ	Temperaturspreizung	K
ϑ	Temperatur	°C
$\Delta\vartheta$	Temperaturdifferenz	K

Indizes und Abkürzungen

Symbol	Bedeutung
0	Referenzzustand (<i>ambient dead state</i>)
A	Außen/Umgebung
CH	chemisch
CV	Kontrollvolumen (<i>control volume</i>)
DSC	Dynamische Differenzkalorimetrie (<i>differential scanning calorimetry</i>)
e	über die Systemgrenze (<i>external</i>)
F	Volumenstrom
FW	Fassadenwärmevertrager
gen	erzeugt (<i>generated</i>)
In	Eingang (<i>input</i>)
KN	kinetisch
KRM	Kapillarrohrmatte
LabVIEW	Programmiersprache und Entwicklungsumgebung für die Messdatenerfassung der Firma National Instruments
L	Luft
LWS	Latentwärmespeicher
m	Mittelwert
Ob	Oberfläche

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Indizes und Abkürzungen

Symbol	Bedeutung
PCM	Latentwärmespeichermaterial (<i>phase change material</i>)
PH	physikalisch
PT	potentiell
Q	auf einen Wärmestrom bezogen
R	Rücklauf
Reg	Speicherregeneration
T	Temperatur
Δt	Zeitschritt der Länge Δt
t	technisch
V	Vorlauf
V	Verlust (Exergieanalyse)
W	Wärmeträgermedium

Abbildungsverzeichnis

1.1	Verschieden Ausführungsformen von Enthalpieübertragern	3
1.2	hollow fibre	5
1.3	Membran	6
2.1	Membranprozesse	15

Tabellenverzeichnis

1.1 Das ist eine Testtabelle	9
--	---

Vorwort

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut labore et dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi (Tabelle 1.1). Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut labore et dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer possim assum. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer possim assum.

1 chapter3

1.1 Prüfstandsaufbau

Der Prüfstand besteht aus zwei Air Handling Units und einer Prüfbox, in der der Enthalpieübertrager installiert ist. Die Anordnung der Komponenten ist in ?? dargestellt.

Die Air Handling Unit 2 ist über einen DN 150 PVC-Schlauch mit der Prüfbox verbunden. So ist der Außenluftstrom zum Enthalpieübertrager übertragbar. Die Air Handling Unit 1 ist mit zwei PVC-Schläuchen mit der Prüfbox verbunden. So ist der Zuluftstrom vom Enthalpieübertrager zur Air Handling Unit 1 und der Abluftstrom von der Air Handling Unit 1 zum Enthalpieübertrager übertragbar. Ein vierter PVC-Schlauch führt den Fortluftstrom vom Enthalpieübertrager weg.

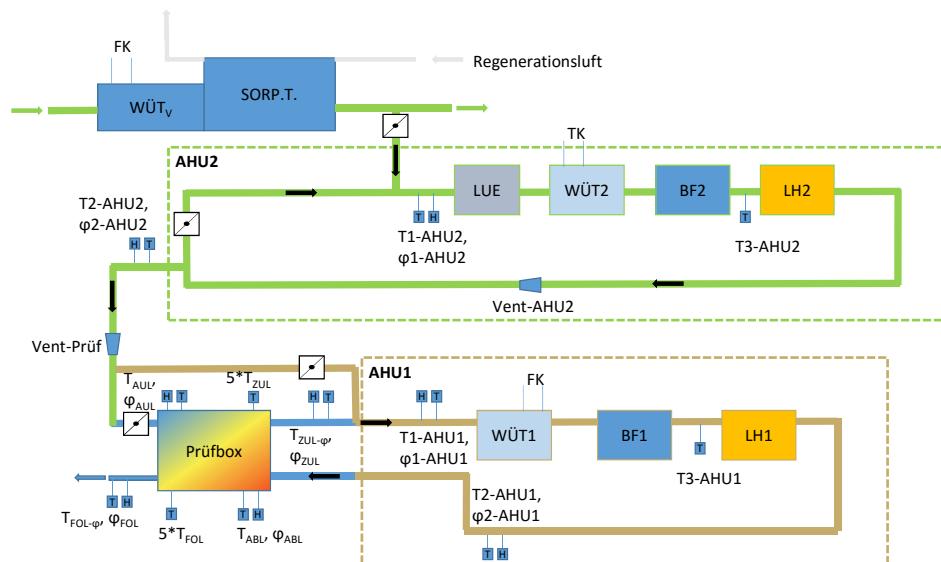


Abbildung 1.1: Technische Übersicht des Prüfstandes

1.1.1 Air Handling Units

Air Handling Unit 2

Die Air Handling Unit 2 simuliert die Umgebungsluft. Dazu weist sie einen Sorptionstrockner (*SORP.T.*) mit einer Vorkühleinheit (*WÜT_V*) und einem Ventilator auf, einen Lüfter (*LUE*), einen 22 kW Wärmeübertrager (*WÜT2*) zur Kühlung, einen elektrischen 6 kW Luftheritzer (*LH2*), sowie einen Dampfbefeuchter (*BF2*).

Um konstante Bedingungen für den Außenluftstrom zu gewährleisten ist in der Air Handling Unit 2 ein Luftstrom im Kreis förderbar. Hierbei können bis zu 4500 m³/h gefördert werden. Der Volumenstrom wird über ein Venturirohr (*Vent – AHU2*) gemessen. Ein weiteres Venturirohr (*Vent – Prüf*) misst den Außenluftstrom der zur Prüfbox fließt. Der Außenluftstrom beträgt maximal 450 m³/h. Die Regelung der Volumenströme erfolgt jeweils über Absperrklappen, die kontinuierlich verstellbar sind.

Für die Temperaturregelung ist jeweils ein Temperatursensor Stromabwärts der Luftzufuhr (*T1 – AHU2*) und zu Beginn des Außenluftstroms verbaut. Außerdem befindet sich ein dritter Temperatursensor (*T3 – AHU2*) vor dem Luftheritzer. Dies gewährleistet eine schnelle Reaktion der Regelung.

Zur Regelung des Dampfbefeuchters ist ein Feuchtesensor mit Temperaturfühler ($\varphi 1$ -AHU2) in der Außenluftleitung verbaut. Der Sorptionstrockner wird manuell gesteuert. Um notwendige Leistung des Sorptionstrockners zu ermitteln befindet sich ein Feuchtesensor inklusive Temperatursensor in der Leitung des Außenluftstroms ($\varphi 2$ – AHU2).

Der Temperatursensor $T2_{AHU2}$ ist mit einem Temperaturwächter verbunden. Der Temperaturwächter reagiert bei 60 °C und trennt den Luftheritzer von der Stromversorgung. Der Wärmeübertrager wird auf der Primärseite von einem Solestrom (*TK*) durchflossen. Zulaufseitig weist die Sole eine Temperatur von ca. -20 °C auf. Daher ist eine Abkühlung des Außenluftstromes auf Temperaturen von bis zu -10 °C möglich.

Air Handling Unit 1

Die Air Handling Unit 1 simuliert die Abluft. Sie weist einen elektrischen 4 kW Luftheritzer (*LH1*), einen 3 kW Wärmeübertrager (*WÜT1*) zum Kühlen und eine Dampfbefeuchter (*BF1*) auf. Der Volumenstrom durch die Air Handling Unit 1 entspricht dem des Außenluftstromes.

Zur Regelung der Luftbedingungen ist jeweils am Eintritt und am Austritt der Air Handling Unit 1 ein Feuchtesensor ($\varphi 1$ – AHU1, $\varphi 2$ – AHU1) mit Temperaturfühler sowie je ein weiterer Temperatursensor (*T1 – AHU1*, *T2 – AHU2*) verbaut. Außerdem ist ein Temperatursensor (*T3 – AHU1*) vor

dem Lufterhitzer verbaut. Der Temperatursensor $T3 - AHU1$ ermöglicht eine schnelle Reaktionszeit der Regelung. Der Temperatursensor $T2 - AHU1$ ist außerdem mit einem Temperaturwächter verbunden, der bei 40°C auslöst. Der Temperaturwächter nimmt beim Auslösen den Lufterhitzer von der Stromversorgung.

Der Wärmeübertrager der Air Handling Unit 1 ist primärseitig an die Fernkälte (*FK*) angeschlossen. Der Wasserstrom der Fernkälte besitzt eine Zulauftemperatur von ca. 8 bis 9°C . Entsprechend ist es nicht möglich sehr kalte Temperaturen im Abluftstrom zu simulieren. Die minimale Temperatur der Abluft hängt von der Eintrittstemperatur der Luft und Leistung des Dampfbefeuchters in die Air Handling Unit 1 ab. Bei Temperaturen unter 10 bis 15°C der Ablufttemperatur nimmt außerdem die Regeldauer stark zu. Die Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager ist in diesem Fall so gering, dass nur eine geringe Leistung übertragen wird. Aufgrund des Wärmeübertragers tritt die Zuluft auch bei einem kalten Außenluftstrom zunächst mit erhöhter Temperatur in die Air Handling Unit 1 ein. Daher ist es während der Abkühlphase sinnvoll den Wärmeübertrager zunächst mittels eines Bypasses zu überbrücken.

Alle in den Air Handling Units 1 und 2 verbauten Sensoren dienen der Regelung und Steuerung der Luftzustände. Alle zur Regelung verbauten Temperatursensoren entsprechen der Genauigkeitsklasse 1/3 Klasse B. Alle zur Regelung verbauten Feuchte-Sensoren weisen eine Genauigkeit von $\pm 1\%$ relativer Feuchte auf.

1.1.2 Prüfbox

Die Prüfbox dient als Halterung des Enthalpieübertragers und ermöglicht die Anströmung der Einlässe beziehungsweise die Abströmung an den Auslässen des Enthalpieübertragers. Abbildung ?? zeigt die Prüfbox im montierten Zustand am Prüfstand. Von außen ist sie mit 22 mm Amaflex gedämmt, um die Temperaturverluste zu minimieren.

Um die einen hohe Reproduzierbarkeit der Versuche zu gewährleisten und die Übertragungsflächen im Enthalpieübertrager gleichmäßig zu nutzen, ist eine gleichmäßige Anströmung der Einlassflächen des Enthalpieübertragers notwendig. Die Norm ... beschreibt Rahmenbedingungen unter denen Experimente mit Luftströmungen reproduzierbar durchgeführt werden können. Die Norm beschreibt für einen Rohrdurchmesser von Eine Länge von ... für die Einströmstrecke.

Diese Bedingungen sind im Rahmen dieser Masterarbeit nicht Umsetzbar. Daher wurde eine Prüfbox konstruiert, die bei einer kurzen Einströmstrecke eine möglichst gleichmäßige Anströmung gewährleistet.

Abbildung ?? zeigt die Einlassseite des Feedstroms. Die Prüfbox ist auf der Einlassseite der Luftströme jeweils mit einem Lochblech versehen. Das Lochblech ist diagonal vor der Anströmfläche

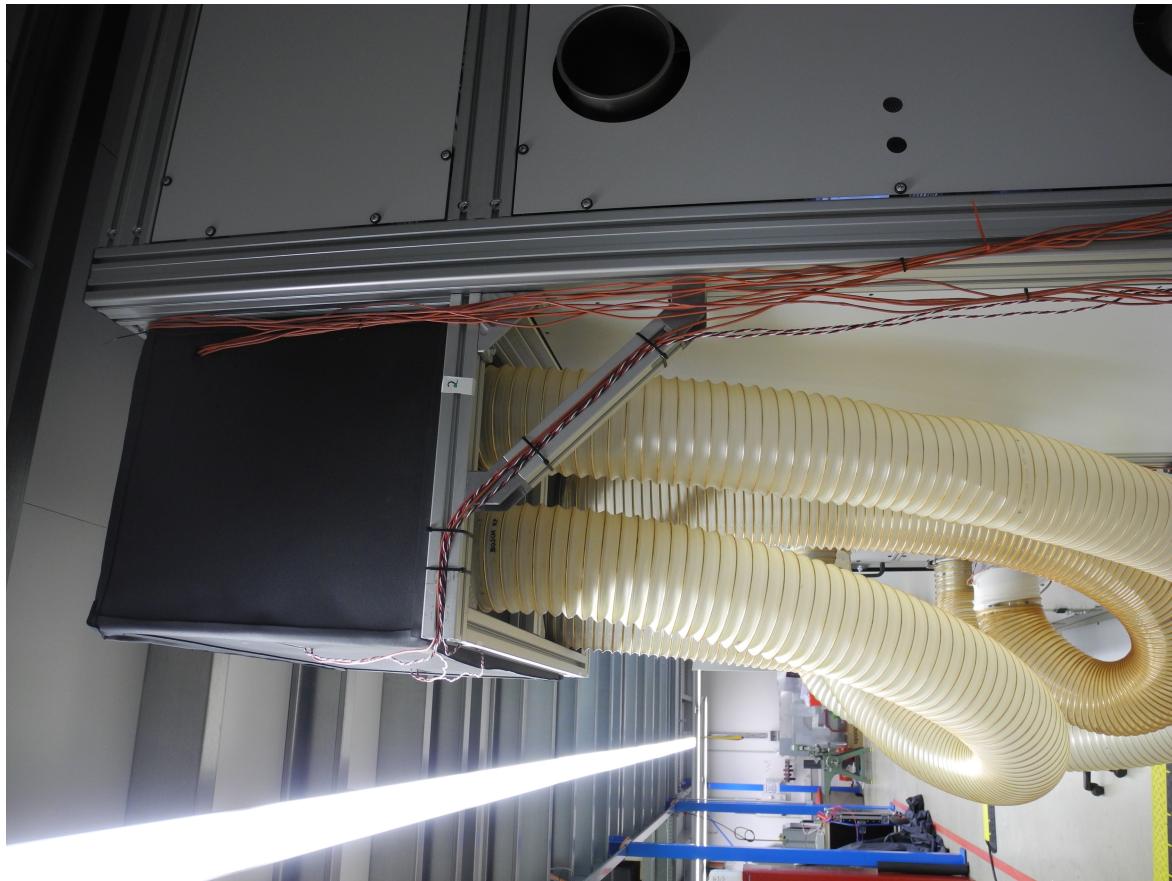


Abbildung 1.2: Außenansicht montierte Prüfbox

des Enthalpieübertragers angeordnet. Das Lochblech erzeugt einen Staudruck. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Anströmung des Enthalpieübertragers. Der Luftzustrom in die Prüfbox verläuft orthogonal zur Anströmfäche des Enthalpieübertragers. Die diagonale Positionierung des Lochbleches gleicht den Druckverlust der Strömung entlang der Anströmfäche aus. So ermöglicht die Prüfbox eine gleichmäßige Anströmung des Enthalpieübertragers bei einer geringen Baulänge. Die Homogenität der Luftströmung konnte im Rahmen dieser Masterarbeit nicht überprüft werden.

1.1.3 Messsensoren

Im Gegensatz zu den in ?? beschriebenen Sensoren, werden die Sensoren in Prüfbox sowie die Sensoren zwischen Prüfbox und den Air Handling Units als Messdaten für die Auswertung der Versuche genutzt. Die Lage der Sensoren ist so gewählt, dass sie möglichst genau den Zustand der Luft beim Eintritt in den Enthalpietauscher beziehungsweise beim Austritt aus dem Enthalpietauscher wiedergeben. Außerdem soll eine möglichst hohe Reproduzierbarkeit der Versuche gewährleistet sein.



Abbildung 1.3: Prüfbox - Einlassseite Feedstrom

Verteilung der Sensoren

Verteilung der Temperatursensoren Für den Feed-Strom und den Sweep-Strom sind auf der Eingangsseite jeweils ein Temperatursensor (T_{AUL}, T_{ABL}) und ein Feuchtesensor ($\text{PHI}_{AUL}, \text{PHI}_{ABL}$) in die Prüfbox verbaut. Der Temperatursensor wird mittels einer Messinghülse in Position gehalten. Feuchtesensor ist ebenfalls von außen an der Messinghülse befestigt. Der Abstand der beiden Sensoren beträgt so nur wenige Millimeter. Durch die kurze Distanz wird eine genaue Bestimmung des absoluten Feuchtegehalts der Luft (x_{AUL}, x_{ABL}) ermöglicht.

Abbildung ?? zeigt die Abströmseite des Feedstroms. Die Abströmseite des Sweepstrom ist identisch zu der des Feedstroms. Auf der Abströmseite beider Ströme sind an den Abströmländern des Enthalpieübertragers jeweils fünf Temperatursensoren ($T_{ZUL-L}, T_{ZUL-Mitte}, T_{ZUL-R}, T_{ZUL-O}, T_{ZUL-U}, T_{FOL-L}, T_{FOL-Mitte}$) angebracht. Diese sind jeweils Kreuzförmig angebracht.

Durch die Kreuzstromgeometrie des Enthalpieübertragers entsteht ein Temperatur- und ein Feuchtigradient entlang der beta-Achse der Abströmläche (s.Kap...). Auch eine inhomogene Strömung

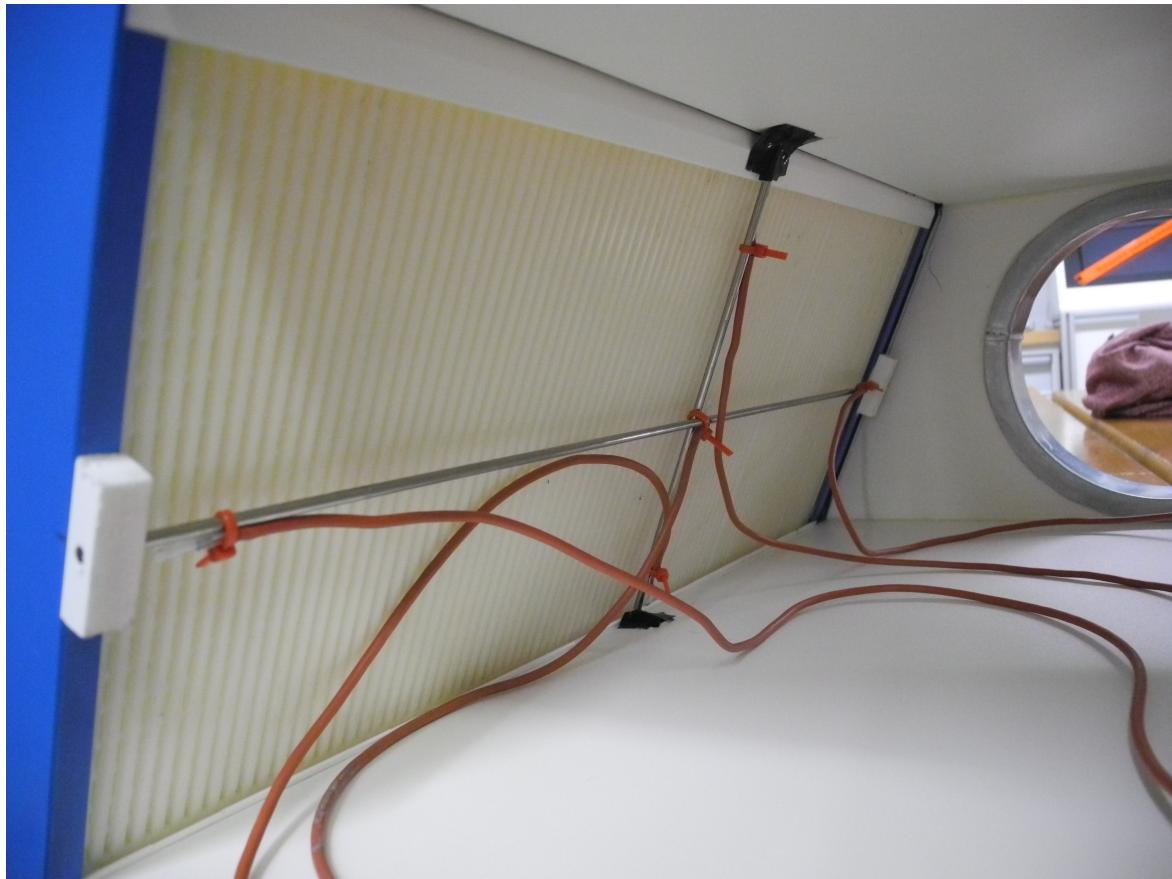


Abbildung 1.4: Prüfbox - Auslasseite Feedstrom

durch eine ungleichmäßige Anströmung oder Durchströmung des Enthalpieübertragers führt zu Temperatur- und Feuchtegradienten über der Abströmfläche. Dies ist in Kapitel ?? beschrieben. Die fünf Temperaturen jeder Seite werden zur Auswertung zu den Temperaturen T_{ZUL} und T_{FOL} gemittelt. Das vorgehen zur Mittelung ist in Kapitel ... beschrieben.

Die Norm DIN... definiert die Messung der Temperatur in einem Luftstrom ... Zur Messung der Temperatur wird ein Messpunktenetz aus ... mal ... Sensoren gefordert. Dies ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Mit der gewählten Anordnung der Sensoren sind 3 Messpunkte je Koordinaten Richtung und Fläche möglich. Dies ermöglicht eine Ermittlung der Hauptwirkungen 2. Grades der beschriebenen Einflüsse. Eine Ermittelung der Wechselwirkungen ist auf diese Weise nicht möglich.

An den Abströmseiten werden die Feuchtesensoren ($\varphi_{ZUL}, \varphi_{FOL}$) nicht in der Prüfbox positioniert. Es steht nur ein Sensor pro Seite zur Verfügung. Eine Messung kurz hinter der Abströmfläche des Enthalpieübertragers ist nicht sinnvoll. Dort weist der Luftstrom eine hohe Inhomogenität auf. Eine Messung an dieser Stelle kann zur Messung eines lokalen Feuchtwerts führen, der stark von

dem Durchschnittswert im entsprechenden Luftstrom abweicht. Daher werden die Feuchtewerte erst nach einer Durchmischungsstrecke gemessen. An dieser Stelle kann von einem thermodynamisch homogenen Strom ausgegangen werden. Zur Ermittlung der korrekten absoluten Feuchte (x_{ZUL}, x_{FOL}) wird an dieser Stelle die Temperatur ($T_{ZUL-\varphi}, T_{FOL-\varphi}$) erneut gemessen.

Über die Durchmischungsstrecke ist absolute Feuchte konstant. Daher lässt sich mit den Temperaturen T_{ZUL} und T_{FOL} in der Prüfbox die relative Feuchte direkt nach dem Enthalpieübertrager errechnen. Für alle beschriebenen Temperaturmessungen sind PT 100 Messsensoren der Genauigkeit 1/10 Klasse B nach DIN EN 60751 verbaut. Für alle beschriebenen Feuchtemessungen sind Honeywell HIH-Feuchtesensoren verbaut. Sie besitzen eine Genauigkeit von $\pm 3,5\%$ relativer Feuchte.

1.2 Berechnung der Feuchte Werte

1.2.1 Berechnung der Absoluten Feuchte

Die Berechnung der absoluten Feuchte erfolgt nach der Arden Buck Gleichung?. Danach ergibt sich die absolute Feuchte in g/kg für Temperaturen über 0 °C zu

$$x =$$

Literaturverzeichnis

[.28 2810] *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden: EnEV.* 28.10.2015

[Zhang u. Yoshino 2010] ZHANG, Huibo ; YOSHINO, Hiroshi: Analysis of indoor humidity environment in Chinese residential buildings. In: *Building and Environment* 45 (2010), Nr. 10, S. 2132–2140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.03.011>. – DOI 10.1016/j.buildenv.2010.03.011. – ISSN 03601323

Anhang

A Wichtiger Anhang 1

Weit hinten, hinter den Wortbergen, fern der Länder Vokalien und Konsonantien leben die Blindtexte. Abgeschieden wohnen Sie in Buchstabhausen an der Küste des Semantik, eines großen Sprachozeans. Ein kleines Bächlein namens Duden fließt durch ihren Ort und versorgt sie mit den nötigen Regelalien. Es ist ein paradiesmatisches Land, in dem einem gebratene Satzteile in den Mund fliegen. Nicht einmal von der allmächtigen Interpunktions werden die Blindtexte beherrscht – ein geradezu unorthographisches Leben. Eines Tages aber beschloß eine kleine Zeile Blindtext, ihr Name war Lorem Ipsum, hinaus zu gehen in die weite Grammatik. Der große Oxmox riet ihr davon ab, da es dort wimmele von bösen Kommata, wilden Fragezeichen und hinterhältigen Semikoli, doch das Blindtextchen ließ sich nicht beirren.

A.1 Die Versalien

Es packte seine sieben Versalien, schob sich sein Initial in den Gürtel und machte sich auf den Weg. Als es die ersten Hügel des Kursivgebirges erklimmen hatte, warf es einen letzten Blick zurück auf die Skyline seiner Heimatstadt Buchstabhausen, die Headline von Alphabetdorf und die Subline seiner eigenen Straße, der Zeilengasse. Wehmütig lief ihm eine rhetorische Frage über die Wange, dann setzte es seinen Weg fort. Unterwegs traf es eine Copy. Die Copy warnte das Blindtextchen, da, wo sie herkäme wäre sie zigmals umgeschrieben worden und alles, was von ihrem Ursprung noch übrig wäre, sei das Wort ündünd das Blindtextchen solle umkehren und wieder in sein eigenes, sicheres Land zurückkehren. Doch alles Gutzureden konnte es nicht überzeugen und so dauerte es nicht lange, bis ihm ein paar heimtückische Werbetexter auflauerten, es mit Longe und Parole betrunken machten und es dann in ihre Agentur schleppten, wo sie es für ihre Projekte wieder und wieder mißbrauchten.

Und wenn es nicht umgeschrieben wurde, dann benutzen Sie es immernoch. Weit hinten, hinter den Wortbergen, fern der Länder Vokalien und Konsonantien leben die Blindtexte. Abgeschieden wohnen Sie in Buchstabhausen an der Küste des Semantik, eines großen Sprachozeans. Ein kleines Bächlein namens Duden fließt durch ihren Ort und versorgt sie mit den nötigen Regelalien. Es ist ein paradiesmatisches Land, in dem einem gebratene Satzteile in den Mund fliegen. Nicht einmal von der allmächtigen Interpunktions werden die Blindtexte beherrscht – ein geradezu unorthographisches Leben. Eines Tages aber beschloß eine kleine Zeile Blindtext, ihr Name war Lorem Ipsum,

hinaus zu gehen in die weite Grammatik. Der große Oxmox riet ihr davon ab, da es dort wimmele von bösen Kommata, wilden Fragezeichen und hinterhältigen Semikoli, doch das Blindtextchen ließ sich nicht beirren. Es packte seine sieben Versalien, schob sich sein Initial in den Gürtel und machte sich auf den Weg. Als es die ersten Hügel des Kursivgebirges erklimmen hatte, warf es einen letzten Blick zurück auf die Skyline seiner Heimatstadt Buchstabhausen, die Headline von Alphabetdorf und die Subline seiner eigenen Straße, der Zeilengasse. Wehmütig lief ihm eine rhetorische Frage über die Wange, dann setzte es seinen Weg fort. Unterwegs traf es eine Copy. Die Copy warnte das Blindtextchen, da, wo sie herkäme wäre sie zigmals umgeschrieben worden und alles, was von ihrem Ursprung noch übrig wäre, sei das Wort ünd"

B Ähnlich wichtiger Anhang

Es gibt im Moment in diese Mannschaft, oh, einige Spieler vergessen ihnen Profi was sie sind. Ich lese nicht sehr viele Zeitungen, aber ich habe gehört viele Situationen. Erstens: wir haben nicht offensiv gespielt. Es gibt keine deutsche Mannschaft spielt offensiv und die Name offensiv wie Bayern. Letzte Spiel hatten wir in Platz drei Spalten: Elber, Jancka und dann Zickler. Wir müssen nicht vergessen Zickler. Zickler ist eine Spalten mehr, Mehmet eh mehr Basler. Ist klar diese Wörter, ist möglich verstehen, was ich hab gesagt? Danke. Offensiv, offensiv ist wie machen wir in Platz. Zweitens: ich habe erklärt mit diese zwei Spieler: nach Dortmund brauchen vielleicht Halbzeit Pause. Ich habe auch andere Mannschaften gesehen in Europa nach diese Mittwoch. Ich habe gesehen auch zwei Tage die Training. Ein Trainer ist nicht ein Idiot! Ein Trainer sei sehen was passieren in Platz. In diese Spiel es waren zwei, drei diese Spieler waren schwach wie eine Flasche leer! Haben Sie gesehen Mittwoch, welche Mannschaft hat gespielt Mittwoch? Hat gespielt Mehmet oder gespielt Basler oder hat gespielt Trapattoni? Diese Spieler beklagen mehr als sie spielen! Wissen Sie, warum die Italienmannschaften kaufen nicht diese Spieler? Weil wir haben gesehen viele Male solche Spiel! Haben

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Prüfungsarbeit eingereicht worden. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die vorliegende Arbeit in der Lehrstuhlbibliothek und Datenbank aufbewahrt und für den internen Gebrauch kopiert werden darf.

Aachen, den 8. August 2016

Name hier bitte einfügen