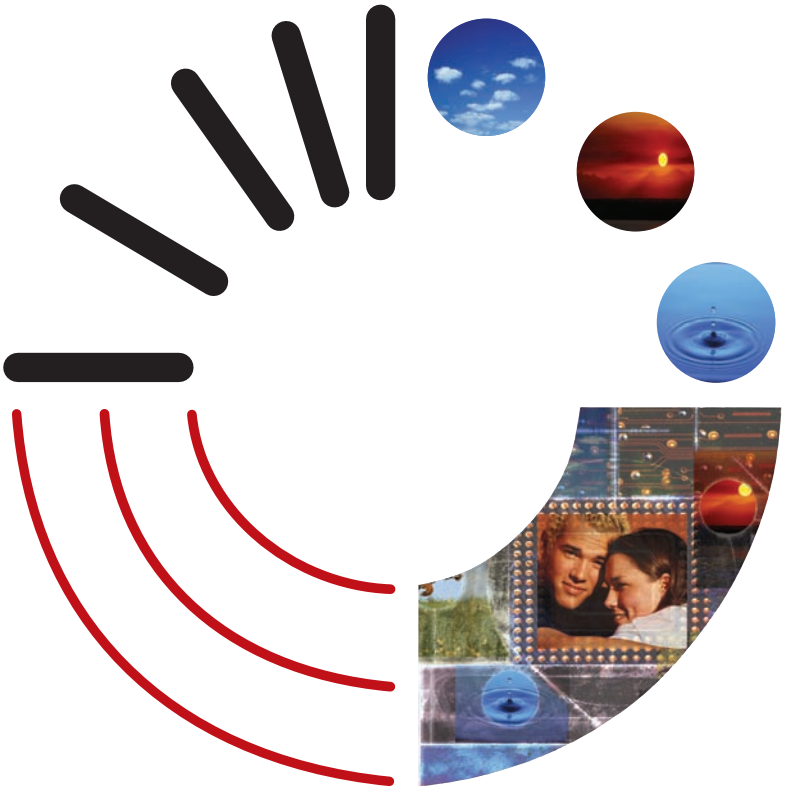
Akademisches Jahrbuch

2007 - 2008



Fachbereich

Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences

Liebe Freunde des Fachbereiches Energie · Gebäude · Umwelt,

wieder ist ein Studienjahr vergangen und ein weiterer Jahrgang unserer Studierenden hat das Studium in unserem Fachbereich erfolgreich absolviert. Viele Diplom- und Masterarbeiten sowie die erste Bachelorarbeit wurden verfasst und damit wissenschaftliche Forschung an unserem Fachbereich dokumentiert. Dieses Jahrbuch enthält die jeweiligen Zusammenfassungen und bietet einen Überblick über den Jahrgang 2007 / 2008.

Studierende des Fachbereiches Energie · Gebäude · Umwelt haben in 3 bis 5-monatiger intensiver Arbeit ihre Abschlussarbeiten geschrieben. Mit Recht können die Studierenden stolz auf diese Werke, die wir hier in Form einer Kurzfassung vorstellen, sein. Als kleines Geschenk erhält jeder Absolvent zusammen mit seiner Diplom- bzw. Masterurkunde ein Exemplar dieses Jahrbuchs überreicht. Es dient somit auch als Erinnerung und Nachschlagwerk, Kommilitonen und/oder Arbeiten aus dem entsprechenden Jahrgang wieder zu finden.

Das Jahrbuch spiegelt aber auch die Aktivitäten des Fachbereiches wieder. Die Vielfalt unseres Studienangebotes und die Zunahme der Forschungstätigkeit werden auch hier offensichtlich. Durch die Akkreditierung der Bachelor- und Masterstudiengänge haben unsere Studiengänge ein weiteres Qualitätsmerkmal erhalten. Auch die Forschungsaktivitäten, die in den vergangenen Jahren stetig zugenommen haben, werden in diesem Jahrbuch in Form der präsentierten Arbeiten vorgestellt.

Wir wünschen Ihnen, geschätzte Leserin und geschätzter Leser, eine spannende Lektüre, und vielleicht auch die ein oder andere gute Anregung für Ihren späteren Berufsalltag.

Steinfurt, im Mai 2008

Dekan

Verzeichnis der Bachelor-, Diplom- und Masterarbeiten

1	Induktionskonvektor: Experimentelle Untersuchungen und Entwicklung Dipl.-Ing. (FH) Stefan Müller	13
2	Temperaturausbreitung von Dunkelstrahler Heizungssystemen in modernen Logistikhallen Dipl.-Ing. (FH) Michel John	15
3	Geothermie im Münsterland - Möglichkeiten und Grenzen, aufgezeigt an ausgewählten Beispielen Dipl.-Ing. (FH) Andreas Winkels	17
4	Instandhaltungsstrategien für nicht molchbare Leitungen Dipl.-Ing. (FH) Hubert Jesolowitz	19
5	Entwicklung eines Verfahrens zur Ermittlung der potentiellen Gasausbeute von Gärsubstraten für Biogasanlagen Dipl.-Ing. (FH) Robert Merbecks	21
6	Kritische Betrachtung des Prüfverfahrens für Dachabläufe nach DIN EN 1253 – Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen Dipl.-Ing (FH) Lars Weizenkorn	23
7	Anforderungen an optimale Trinkwassererwärmungssysteme unter Berücksichtigung hygienischer und heizungstechnischer Aspekte Dipl.-Ing. (FH) Jinzhou Xu	25
8	Untersuchung von Materialmischungen zum mikrobiologischen Abbau von Methan in Biofilteranlagen Dipl.-Ing. (FH) Alf Bömer	26
9	Entwicklung und Erprobung eines dezentralen Lüftungsgerätes Dipl.-Ing. (FH) Sandra Terbrack	28
10	Untersuchung zum thermischen und hydraulischen Verhalteneiner SOFC (Brennstoffzelle) in Kombination mit einem Gasbrennwertkessel Dipl.-Ing. (FH) Carsten Breilmann	30
11	Technischer und wirtschaftlicher Vergleich zur Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität Dipl.-Ing. (FH) Michael Lesker	31
12	Optimierung der Regelungstechnik zur Klimatisierung von Geschäftshäusern unter Berücksichtigung der energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte Dipl. Ing. (FH) Dominik Schmeink	33
13	Energieversorgungskonzept für die Benediktiner-Abtei Gerleve unter Berücksichtigung von Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativen Energien Dipl.-Ing. (FH) Matthias Reiling	34
14	Entwicklung eines Widerstandelementes zur Simulation des Strömungswiderstands einer WC-Keramik Dipl.-Ing. (FH) Stephan Heisterkamp	36
15	Studie der Fehlverteilung in einem Ammoniak-Plattenverdampfer Dipl.-Ing. (FH) Thibauld Monnet	38
16	Versuchsaufbau, experimentelle Untersuchung und regeltechnische Optimierung eines innovativen dezentralen Klimagerätes Dipl.-Ing. (FH) Michael Heitkamp	40

17	Globale Betrachtung der gesetzlichen Emissionsregelungen hinsichtlich Volatile Organic Compounds (VOC) bei der Herstellung und Verarbeitung von Lacken Ing. Industrial Ernesto D. Krauch M.Sc.	42
18	Einsparpotenziale auf Basis von Energiebezugsverträgen in Industrie und Infrastruktur anhand von Beispielen Dipl.–Ing. (FH) Nils Mecking	44
19	Verwertungskonzept von Bioabfällen zur Erzeugung von Biogas und Einspeisung in das Erdgasnetz Dipl.-Ing. (FH) Sofian Bastian Guetari	45
20	Inbetriebnahme eines Kühlturmversuchsstandes zur Optimierung und Neuentwicklung von Füllkörpern für Nasskühltürme Dipl.-Ing. (FH) Dirk Bückers	47
21	Erfassung und Optimierung des Steinfurter Schlosses Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Willemsen Dipl.-Ing. (FH) Tobias Weweler	48
22	Aufbau und Entwicklung eines Prüfstandes zur Wärmeübertragung von verschiedenen Dach- und Wandfassadenelementen aus Kupfer auf unterschiedlich konstruierten Kupferrohrmäandern Dipl.-Ing. (FH) Thomas Schütte	50
23	Planung und Dimensionierung einer geothermischen Anlage für ein kombiniertes Wohn- und Bürogebäude Dipl.-Ing. (FH) Tobias Leifhelm	52
24	Optimierung einer Sanitärinstallation am Beispiel eines Hallenbads Dipl.-Ing. (FH) Stefan Timpe M.Sc.	54
25	Energieeffizienz, Primärenergieeinsatz, Anlagenaufwandszahl, Ökobilanz und wirtschaftlicher Einsatz des KWK-Anlagenbetriebes in Wohngebäude nach EnEV Dipl.-Ing. (FH) Tobias Ostholt	56
26	Projektierung und Optimierung einer Membranbioreaktoranlage für Abwässer aus der Teeindustrie Dipl.-Ing. (FH) Markus Haverkamp	58
27	Untersuchung und Diskussion verschiedener Speicherkonzepte für solarthermische Großanlagen Dipl.-Ing. (FH) Rafael Müller	60
28	Energetische und energiewirtschaftliche Optimierung des Energiebedarfs eines mittelständischen Industrieunternehmens durch den Ausbau des Kraft – Wärme – Kälte – Kopplungs – Betriebes Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hartmann	62
29	Machbarkeitsstudie zur wirtschaftlichen Integration einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Bereich des Sudhauses der Warsteiner Brauerei zur Stromerzeugung und Substitution von Prozessdampf durch die Abwärmenutzung des Antriebsaggregates Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Holtdirk	64
30	Absorptionskälteanlagen Dipl.-Ing. (FH) Jonas Schmidt	65
31	Messung der Schallabsorption in Hallräumen nach EN ISO 354 Dipl.-Ing. Tran Huy Nguyen M.Sc.	67

32	Vergleich von Luftbefeuchtungssystemen in Klimazentralgeräten Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Focke	69
33	Technische und wirtschaftliche Bewertung von Nahwärmenetzen Vergleich von Simulationsergebnissen am Beispiel der Nahwärmeversorgung Kaarst Dipl.-Ing. (FH) Andreas Reicks	71
34	Entwicklung eines Luftleitsystems für den Informationsschalter des Flughafens Münster/Osnabrück im Hinblick auf die physikalischen und physiologischen Zustände Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Holtwick	73
35	Integration von lüftungs- und heizungstechnischen Produkten in ein marktführendes Auslegungsprogramm Dipl.-Wirtschaftsingenieur (FH) Steven Geier M.Sc.	75
36	Optimierung der Festbettfeuerung beim Einsatz grobstückiger Ersatzbrennstoffe in der Vorcalcinierung des Zementherstellungsprozesses Dipl.-Ing. (FH) Stefan Scheller	77
37	Pre-Engineering in der Consultingphase Tool zur frühzeitigen Systementscheidung in einem ganzheitlichen Planungsprozess Dipl.-Ing. (FH) Udo Feimann	78
38	Entwicklung eines aktiven Kühlsegels Dipl.-Ing. (FH) Christoph van Wüllen	79
39	Bewertung von Feuerlöschleitungen und Sanierungsvorschläge für deren trinkwasserhygienischen Betrieb im Clemenshospital Münster Dipl.-Ing. (FH) Thomas Menker	81
40	Ansätze zur mathematischen Erfassung unterschiedlicher Schlammwasserablaufsysteme in Schnellfiltern sowie Verifizierung durch beispielhafte Technikumsversuche Dipl.-Ing. (FH) Benedikt Beckmann	83
41	Regenerierung von Latentwärmespeichern unter Einsatz eines Kühlturms Dipl.-Ing. (FH) Alexander Bode	85
42	Vergleich der Energiepreisstruktur des Erdgasbezuges von Versorgungsunternehmen aus dem Münsterland und dem Ruhrgebiet Dipl.-Ing. (FH) Jens Hiller	87
43	Projektierung und Aufbau eines „adiabaten“ Prüfraumes Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schüring	89
44	Gesetze, Verordnungen und Normen zur Regelung von Energieverbrauch in Produktionsbetrieben und Liegenschaften und deren technischen Auswirkungen Dipl.-Ing. (FH) Michael Beusker	91
45	Physikalisch-chemische Abwasserbehandlung auf Schiffen und Seebauwerken unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des MARPOL 73/78, Annex IV Dipl.-Ing. (FH) Guido Wermers, geb. Michels	92
46	Kostenoptimierte Entwässerung des Teilgebietes Akraba bei Damaskus/Syrien Dipl.-Ing. (FH) Arne Olligschläger	94
47	Optimierung der Hygienisierung und Berücksichtigung der Abluftbehandlung bei der Biogaserzeugung Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bahde	96

48	Betreiberkonzepte in der Gebäudeautomation Dipl.-Wirtsch.-Ing (FH) Dörthe Knefelkamp M.Sc.	98
49	Untersuchungen zur Flusswasserentnahme der Vechte und Steinfurter Aa für die Grundwasseranreicherung im Wassergewinnungsgebiet der Stadtwerke Ochtrup Dipl.-Ing. (FH) Stefan Tiedeken Dipl.-Ing. (FH) Carsten Laurenz	99
50	Betrachtungen zur dezentralen Trinkwasserdesinfektion unmittelbar vor der Verbrauchsstelle in Flugzeugen Dipl.-Ing. (FH) Alexander Schürmann	101
51	Stickstoffbilanzierung in einer Biogasanlage Dipl.-Ing (FH) Guido Rottstegge	103
52	Entwicklung und praktische Einführung einer Transmissionsmessung an Glasscheiben einer Produktionsstätte für Sonnenkollektoren Dipl.-Ing. (FH) Alexander Geers	104
53	Ökonomische und ökologische Optimierung der technischen Gebäudeausrüstung am Beispiel eines großen Gaststättenbetriebes. Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Meyer M.Eng.	106
54	Aufbau und Untersuchung eines Regelungssystems für ein Klima-Zentralgerät Dipl.-Ing. (FH) Alexander Jakonow	108
55	Untersuchung der Strömungsverhältnisse bei der Spülung von Schnellfiltern mittels numerischer Strömungssimulation Dipl.-Ing. (BA) Andreas Lindenthal M.Sc.	110
56	Entwicklung einer Versuchsanlage zur Visualisierung von Raumluftströmungen Dipl.- Ing. (FH) Sören Grund	112
57	Projektierung einer solarunterstützten Absorptionskältemaschine zur Gebäudekühlung Dipl. -Ing. (FH) Peter Schleiting	114
58	Technische Aufwendungen für die Übernahme von LNG in das deutsche Transportsystem am Beispiel von drei unterschiedlichen Gasqualitäten aus Nordafrika am Standort Wilhelmshaven Dipl. Ing. (FH) Maxim Zoske	116
59	Kontinuierliche Trockenfermentation in Biogasanlagen am Beispiel von Reststoffen aus der Pferdehaltung Dipl.-Ing. (FH) Ingo Helmer M.Eng.	118
60	Schalltechnische Untersuchung an verschiedenen Luftdurchlässen in Bezug auf die DIN EN ISO 5135 Dipl.-Ing. (FH) Timo Geiger	120
61	Energetische Sanierung eines Einfamilienhauses unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen Dipl.-Ing. (FH) Stephan Zurhove	121
62	Untersuchung akustischer Maßnahmen zur Geräuschreduktion von dezentralen Fassadengeräten Dipl.-Ing. (FH) Marco Droppmann	123
63	Projektmanagement in der Softwareentwicklung dargestellt am Beispiel der Inliner-Zirkulation in Steigleitungen Dipl.-Ing. (FH) Anke Schmiedeskamp M.Eng.	125

64	Der Repoweringmarkt für Windkraftanlagen in Deutschland Nico Maas (B.Eng.)	127
65	Einsatz der Kraft/Wärmekopplung in der Rheinischen Förderschule Wuppertal Energiebilanz – Ökobilanz und Wirtschaftlichkeitsberechnung Dipl.-Ing. (FH) Tim-Moritz Berkefeld	129
66	Aufbau und Inbetriebnahme einer Mess- und Prüfeinrichtung zur Ermittlung von Schalldruckpegeln an Luftdurchlässen Dipl.-Ing. (FH) Jörg Uesbeck	131
67	Technische Maßnahmen zum Transport von regenerativ erzeugten Gasen durch bestehende Rohrleitungen Dipl.-Ing. (FH) Florian Werner	132
68	Entwicklung und Aufbau eines Versuchsstandes zur Darstellung des Einflusses der Rohrleitungsinstallation auf die Trinkwasserhygiene Dipl.-Ing. (FH) Markus Löbbing	133
69	Energetische Sanierung von Verkaufsstätten Dipl.-Ing. (FH) Lars Pollmeier M.Eng.	135
70	Dynamisch ablaufende hydraulische Simulation einer temperatur-geführten Einzelraumregelung Dipl.-Ing. (FH) Arne Feldmeier M.Eng.	137
71	Energieeinsparpotenziale Kommunaler Sportstätten am Beispiel der Turnhalle Schildgen Dipl. Ing. (FH) Architekt Annabel Thielen M.Eng.	139
72	Krisenmanagement bei großflächigen Versorgungsstörungen im Versorgungsgebiet der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH Entwicklung eines Handlungskonzeptes Dipl.-Ing. (FH) Joachim Müller	141

Verzeichnis der Absolventen

B

Bahde, Stefan 96
Beckmann, Benedikt 83
Berkefeld, Tim-Moritz 129
Beusker, Michael.....91
Bode, Alexander.....85
Bömer, Alf 26
Breilmann, Carsten 30
Bückers, Dirk.....47

D

Droppmann, Marco 123

F

Feimann, Udo.....78
Focke, Hendrik.....69

G

Geers, Alexander 104
Geier, Steven 75
Geiger, Timo 120
Grund, Sören.....112
Guetari, Sofian Bastian 45

H

Hartmann, Christoph.....62
Haverkamp, Markus.....58
Heisterkamp, Stephan 36
Heitkamp, Michael.....40
Helmer , Ingo.....118
Hiller, Jens 87
Holtdirk, Sebastian.....64
Holtwick, Kathrin 73

J

Jakonow, Alexander.....108
Jesolowitz, Hubert.....19
John, Michel.....15

K

Knefelkamp, Dörthe 98
Krauch, Ernesto D.....42

L

Laurenz, Carsten.....99
Leifhelm, Tobias.....52
Lesker, Michael.....31
Lindenthal, Andreas 110
Löbbing, Markus.....133

M

Maas , Nico 127
Mecking, Nils.....44
Menker, Thomas 81
Merbecks, Robert.....21
Meyer, Thorsten 106
Monnet ,Thibauld.....38
Müller, Joachim 141
Müller, Rafael 60
Müller, Stefan 13

N

Nguyen, Tran Huy 67

O

Olligschläger, Arne.....94
Ostholt ,Tobias 56

P

Pollmeier, Lars 135

R

Reicks, Andreas 71
Reiling, Matthias.....34
Rottstegge, Guido 103

S

Scheller, Stefan.....77
Schleiting, Peter 114
Schmeink, Dominik 33
Schmidt, Jonas.....65
Schmiedeskamp, Anke 125
Schüring, Daniel.....89
Schürmann, Alexander.....101
Schütte, Thomas 50

T

Terbrack, Sandra.....28
Thielen, Annabel 139
Tiedeken, Stefan 99
Timpe, Stefan.....54

U

Uesbeck, Jörg 131

V

van Wüllen, Christoph 79

W

Weizenkorn, Lars 23
Wermers, Guido 92
Werner, Florian..... 132
Weweler, Tobias.....48
Willemsen, Thorsten.....48
Winkels, Andreas..... 17

X

Xu, Jinzhou..... 25

Z

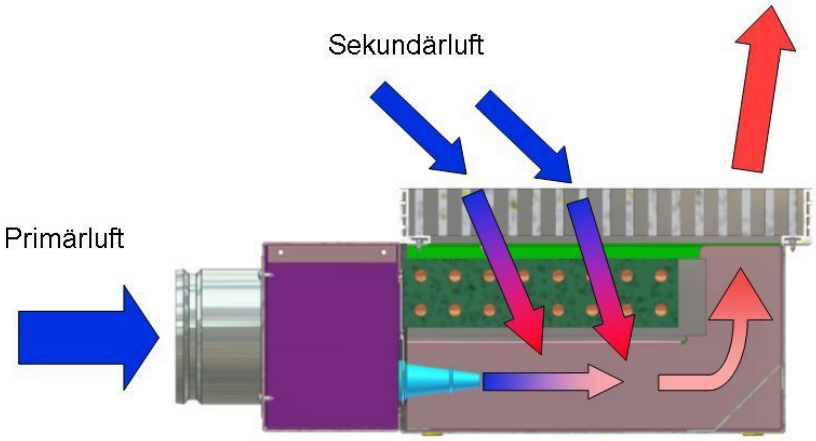
Zoske, Maxim 116
Zurhove, Stephan..... 121

1 Induktionskonvektor: Experimentelle Untersuchungen und Entwicklung

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Müller

Prüfer	Prof. Dr.- Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Norbert Steinhoff
Datum des Kolloquiums	08. Mai 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	GEA-Happel Klimatechnik Produktions- und Servicegesellschaft mbH Herne

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden umfangreiche experimentelle Arbeiten an einem Induktionskonvektor durchgeführt. Dabei wurden sowohl Luftvolumenstrom, akustische, Behaglichkeits- als auch kalorische Untersuchungen vorgenommen. An einem ersten Prototyp wurden Leistungsmessungen unter Beachtung der Vorgaben durchgeführt.
Durch Verbesserung des Gerätes und zahlreiche Analysen wurden über den gesamten Testverlauf drei Modelle entwickelt.



Prinzipdarstellung eines Induktionsgerätes; Betrieb: Heizfall (Winter)

Anhand der Auswertung der Messergebnisse konnte so das optimale Konzept entwickelt werden, welches daraufhin genauestens untersucht wurde.
Die einzelnen Analysen fanden in verschiedenen Testräumen statt. Die kalorischen Leistungsmessungen in einer Klimakammer, welche ein adiabater Raum ist, in dem fast alle in der Praxis auftretenden Luftzustände simuliert (zum Beispiel: Schwimmhalle, Außenluft, etc.) und die Einflüsse auf unter diesen Bedingungen aufgestellte und betriebene Geräte untersucht werden können. Über Ermittlung des Wassermassenstroms und der Wasserein- und Austrittstemperaturen konnten Kühl- und Heizleistung bestimmt werden. Da im Kühlfall die Spreizung der Wassertemperaturen sehr klein ist (2K), musste hier mit größter Sorgfalt gearbeitet werden, um eine große Abweichung der Messergebnisse ausschließen zu können.

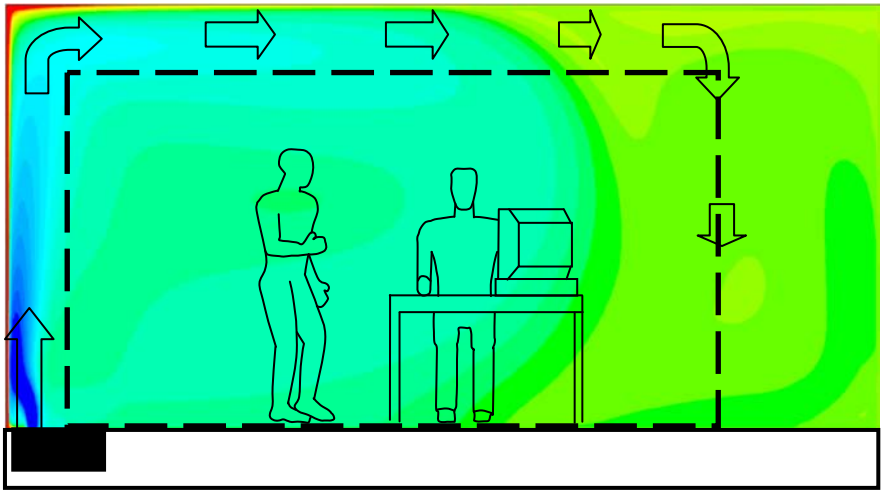
Die Akustikmessungen fanden in einem nach DIN 45635-1 / ISO 3741 gebautem Raum statt. Die Messungen wurden nach der Vergleichsmethode mit einer Referenzschallquelle ausgeführt. Die Luftvolumenströme wurden durch das Druck-Kompensationsverfahren mittels einer Normventuridüse ermittelt. Nach anschließender Auswertung konnte dadurch das Induktionsverhältnis des Gerätes analysiert und optimiert werden.

Durch Verbesserung der Strahlführung des austretenden Luftvolumenstroms konnte der Coanda Effekt nutzbar gemacht werden, welcher eine Vorraussetzung für eine behagliche Raumströmung darstellt. Durch die optimale Luftführung wird so eine effiziente Mischlüftung erzeugt.

Nach umfangreichen Messungen und Auswertungen wurde die beste Gerätekonfiguration ermittelt. Der Induktionskonvektor – SBI der Firma GEA – Happel Klimatechnik Produktions- und Servicegesellschaft mbH wurde daraufhin in einem Raumströmungsprüfstand, der ein nachempfundener Büroraum ist, zusätzlich unter Behaglichkeitskriterien getestet.
Die Messung von Raumluftströmungen stellt eine besonders schwierige Aufgabe dar, weil die Raumluftströmung wirbelartig, dreidimensional und instationär ist und die Strömungsgeschwindigkeiten sehr klein sind. Daher sind diese Messungen aufwendig und mit großer Sorgfalt durchzuführen.
Mit Hilfe einer heizbaren Wand und heizbaren Dummys, die Personen und elektrische Geräte darstellen sollen, werden Wärmelasten in den Raum eingebracht, die das Klimagerät abführen muss.

Da die Einhaltung von Behaglichkeitskriterien aufgrund des Zugluftrisikos im Kühlbetrieb wesentlich schwieriger als im Heizbetrieb ist, werden die Versuche im Kühlbetrieb durchgeführt.

Um eine Beurteilung der Behaglichkeit vornehmen zu können, werden die Lufttemperatur und die Luftgeschwindigkeit in einem Raster im Aufenthaltsbereich gemessen. Zudem wird die Strahlungstemperatur erfasst. Anhand dieser Werte wurden mittels Norm DIN EN 7730 der Turbulenzgrad, das Zugluftrisiko, der PMV- und der PPD-Wert bestimmt. Über Auswertung der Daten mittels eines PC-Programms konnten die Ergebnisse optisch dargestellt werden.



Schematische Darstellung des Coanda-Effekts und der Mischlüftung in Bezug auf den Aufenthaltsbereich

2 Temperaturausbreitung von Dunkelstrahler Heizungssystemen in modernen Logistikhallen

Dipl.-Ing. (FH) Michel John

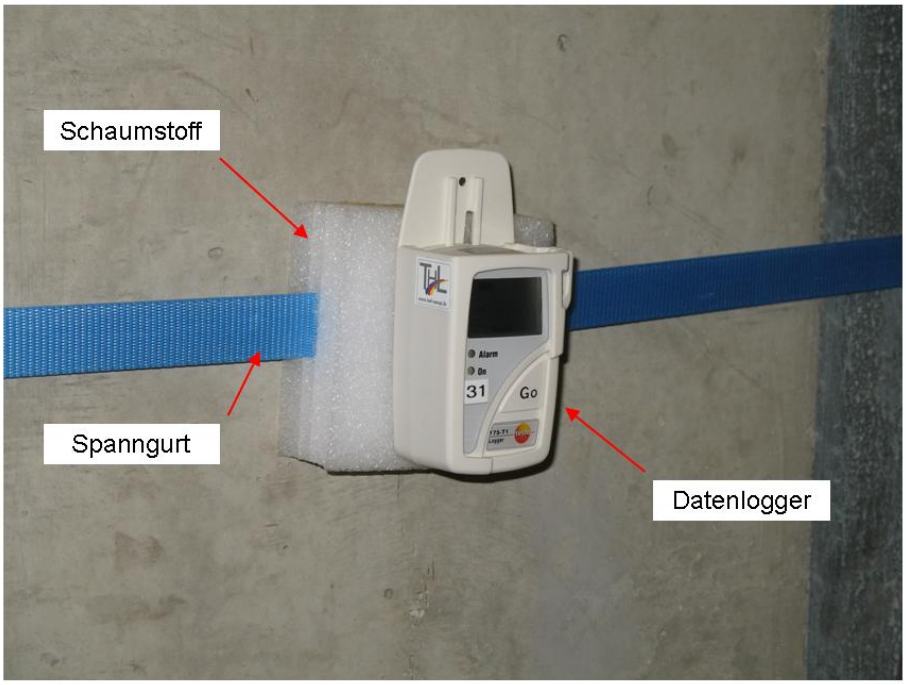
Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Bernd Bostelmann
Datum des Kolloquiums	29. Mai 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Goldbeck West Gmbh, Bielefeld

Goldbeck zählt mit einem Auftragseingang von ca. 600 Mio.Euro und mehr als 1800 Mitarbeitern zu den zehn größten deutschen Bauunternehmen. Der globale Wettbewerb zwingt auch die Bauindustrie in allen Bereichen, von der Planung und Erstellung bis hin zum Gebäudemanagement, kostengünstig zu arbeiten. Zusätzlich sollen die Bauzeiten deutlich sinken. Auf Grund der stetig steigenden Energiepreise und dem Bestreben, so wenig Kohlendioxid wie möglich auszustoßen, steht das Energiesparen im Fokus des Interesses. Unter diesen Prämissen hat sich in den letzten Jahren bei Logistikhallen die Beheizung über Dunkelstrahler durchgesetzt.

Ziel dieser Arbeit war es, die Temperaturausbreitung von Dunkelstrahlern in modernen, nach EnEV gebauten, Logistikhallen rechnerisch und messtechnisch zu erfassen, sowie zu bewerten. Desweiteren soll die Norm- Innentemperatur von 17°C, die vertragsgemäß mit dem Bauherrn vereinbart ist, vollflächig nachgewiesen werden. Dazu wurden an vorher definierten Positionen Temperaturmessungen durchgeführt, die Aufschluss über die Temperaturverläufe bzw. Temperaturausbreitung geben sollen.

Das Goldbeck-Konzept für die Beheizung dieser Hallen basiert auf der Grundlage Wärme nur dort einzubringen, wo Kälte entsteht. Dunkelstrahler werden daher nur im Kommissionierbereich, bzw. über den Sektionaltoren an den Überladebrücken vorgesehen. Die Wärmeverteilung soll über die Ware realisiert werden. Das Lagergut steht, bevor es in den Regalen der Halle verteilt wird, auf Paletten im Kommissionierbereich und ist der Strahlung der dort installierten Dunkelstrahler ausgesetzt. Die Ware gibt anschließend die absorbierte Wärme in den Regalen an den kälteren Teil der Halle ab.

Dadurch ergibt sich eine hohe Wirtschaftlichkeit sowohl im Bereich der Investitionskosten, als auch bei den Energiekosten. Durch das Messen mit Temperatur-Datenloggern, die 0,75 m OKFF aufgehängt wurden, konnte der gesamte Temperaturverlauf der Halle aufgenommen werden. Die gefordertenTemperaturen wurden somit in der ganzen Halle sehr realistisch nachgewiesen. Durch einen Messtakt von zehn Minuten, entstanden in einem Messzeitraum von knapp sechs Wochen, pro Datenlogger mehr als 5.000 gemessene Temperaturen; dieses bedeutet, dass pro Logistikhalle etwa 30.000 Messwerte aufgenommen wurden. Durch diesen relativ engen Takt sind Umwelteinflüsse, wie offene Tore oder das unüberlegte Benutzen von Türen in den Diagrammen sichtbar geworden.



Datenlogger befestigt an Betonstütze

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das GOLDBECK- Konzept durch die Installation von weniger Dunkelstrahler Investitions- und Energiekosten spart und trotzdem eine konstante Temperatur über die gesamte Hallenfläche erreicht. Die Funktionsfähigkeit des Konzepts konnte daher bestätigt werden.

3 Geothermie im Münsterland - Möglichkeiten und Grenzen, aufgezeigt an ausgewählten Beispielen

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Winkels

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.
Datum des Kolloquiums	05. Juni 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Der Begriff Geothermie meint die Erdwärme, die unser Planet in seinem Inneren speichert und die als Energiequelle nutzbar ist. Es handelt sich im Wesentlichen um die Restwärme aus der Zeit der Erdentstehung. Das Potential an geothermischer Energie ist bereits in unserer äußeren Erdschicht riesig. Die Frage nach Nutzungsmöglichkeiten von Geothermie wird angesichts steigender Energiepreise immer häufiger gestellt. Beispielhaft wurden in dieser Arbeit zwei Projekte aus dem Münsterland vorgestellt. Beginnend mit der ersten Idee bis zur Entscheidungsfindung und Durchführung wurden diese hierbei in einer Art Werkbericht formuliert, der als Hilfestellung für ähnliche Vorhaben dienen kann. Neben der Projektvorstellung entstanden dabei eine Machbarkeits- und eine Wirtschaftlichkeitsstudie, die eine relativ große Allgemeingültigkeit für das gesamte Münsterland besitzen.

Es wurde ein Tiefengeothermieprojekt vorgestellt und die Untersuchung der drei entscheidenden Faktoren für eine Realisierung erläutert:

- die Förderung durch das Land
- die geothermische Ergiebigkeit
- die möglichst ganzjährige Nutzung (mindestens ca. 80 %)

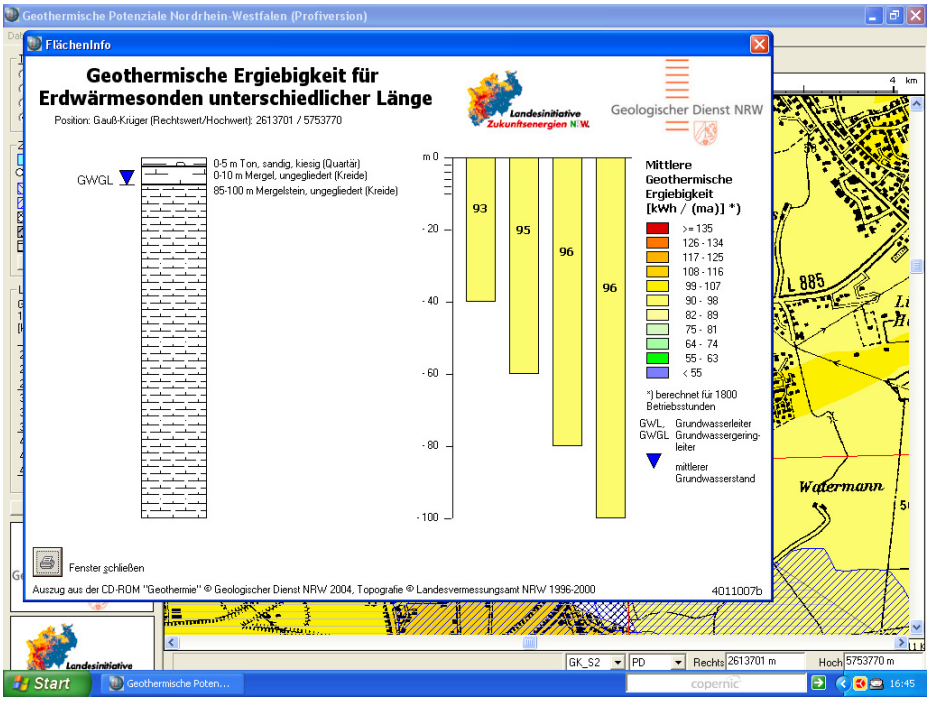
Im Ergebnis musste festgestellt werden, dass das Münsterland sich wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs für Tiefengeothermieprojekte kaum eignet. Dieses gilt insbesondere für Vorhaben bei denen Mindesttemperaturen von 75°C (Tiefe ca. 2.500 m) erforderlich sind. Das Ergebnis der Untersuchung fasst folgender Vergleich von Ist- und Sollwertdaten zusammen:

	Sollwert	Istwert
Permeabilität	500 mD	< 0,01mD
Porosität	20 %	1,7 % - 3,2 %
Temperaturgradient	3 K	3,27 K

Etwas positiver stellte sich die Nutzbarkeit in Tiefen von ca. 1500 m dar, in denen Erdtemperaturen von 45°C-55°C erwartet werden können, ein beim untersuchten Vorhaben allerdings nicht ausreichendes Temperaturniveau-

Sehr viel besser einsetzbar ist im Münsterland die Nutzung der Oberflächengeothermie.

Die geothermische Ergiebigkeit für ein Projektgebiet in Münster Hiltrup weist eine recht hohe geothermische Ergiebigkeit von 93 kWh/m*a -96 kWh/m aus:



Diese geothermische Ergiebigkeit, insbesondere bei gleichzeitiger Nutzung zur Kühlung, führt zu einer sehr wirtschaftlichen Amortisationszeit von ca. 12 Jahren bei den momentan (06/2007) geltenden Energiepreisen.

Im Ergebnis können die Erkenntnisse der Arbeit wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Stromerzeugung aus Tiefengeothermie ist im Münsterland nicht möglich, da keine notwendigen Anomalien vorhanden sind

- Die Verwendung tiefengeothermischer Energie zur direkten Nutzung bei Heizungssystemen mit hoher Vorlauftemperatur scheint unwirtschaftlich zu sein, da die Beschaffenheit der in Frage kommenden Erdschicht eine ungenügende Permeabilität vorweist und aufgrund der daraus resultierenden schlechten Wärmeleitfähigkeit keine wirtschaftliche Wärmeerzeugung ermöglicht.

- Die Nutzung von Tiefengeothermie in einer Tiefe von 1.500 m zur direkten Nutzung als Heizenergie scheint interessant zu sein. Hier bedarf es aber noch weiterer Untersuchungen.

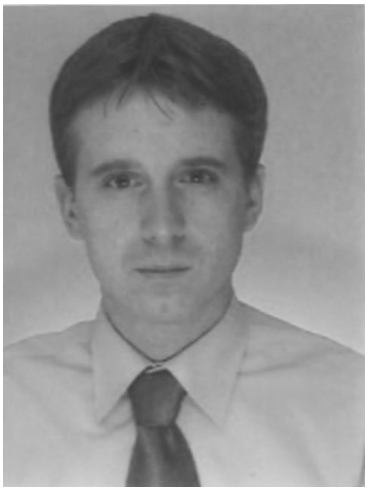
- Oberflächengeothermie zur Beheizung ist in jedem Fall überprüfenswert.

- Oberflächengeothermie zur Beheizung und Kühlung ist überprüfenswert und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch wirtschaftlich.

4 Instandhaltungsstrategien für nicht molchbare Leitungen

Dipl.-Ing. (FH) Hubert Jesolowitz

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer:	Dipl. Ing. Herbert Parma
Datum des Kolloquiums	19. Juni 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	RWE



Ein zunehmend älter werdendes Gashochdrucknetz erfordert neue Anstrengungen und Überlegungen bezüglich der Instandhaltung. Lassen sich jüngere Leitungen bereits durch das so genannte Molchen von innen inspezieren, ist dies bei älteren Leitungen nicht der Fall. In der Regel werden hier nämlich die nachfolgend genannten Leitungsanforderungen nur teilweise oder gar nicht erfüllt:

- kreisrunder und freier Querschnitt
- keine Nennweitensprünge
- keine den Durchmesser reduzierende Armaturen
- T-Stücke mit Molchleitblechen
- Richtungsänderungen mit ausreichenden Biegeradien

Molchschleusen oder Montagemöglichkeiten für mobile Molchschleusen
Da jedoch naturgemäß gerade die älteren Leitungen bezüglich ihres Zustandes einer besonderen Zuwendung bedürfen, besteht von Seiten der Netzbetreiber ein großes Interesse nach Inspektionsmöglichkeiten für nicht molchare Leitungen. Ein Schwerpunkt meiner Arbeit war daher die Untersuchung eines Messsytems der Firma NoPig Inspection Services. Es handelt sich dabei um ein neuartiges Verfahren, das in der Lage ist, im Erdreich verlegte Leitungen von der Erdoberfläche aus zu untersuchen. Eine Einbringung von Messinstrumenten innerhalb des zu überprüfenden Leitungsabschnittes ist dabei nicht erforderlich.

Ein weiterer Schwerpunkt war das Aufzeigen einer möglichen Instandhaltungsstrategie für nicht molchbare Leitungen. Hierbei wurde berücksichtigt, dass das Alter einer Leitung nicht mehr den entscheidenden Faktor für den Leitungszustand darstellt. Faktoren wie z.B. die Funktion des kathodischen Schutzes, verborgene Baumängel, unerkannte Schäden durch Baumaßnahmen Dritter und Fremdstromeinflüsse haben einen viel größeren Einfluss auf die Zustandsentwicklung als das Alter an sich.

Zur Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit zeigte sich die probabilistische Zustandsbewertung - siehe Bild - als besonders zweckmäßig und wurde entsprechend ausführlich behandelt.

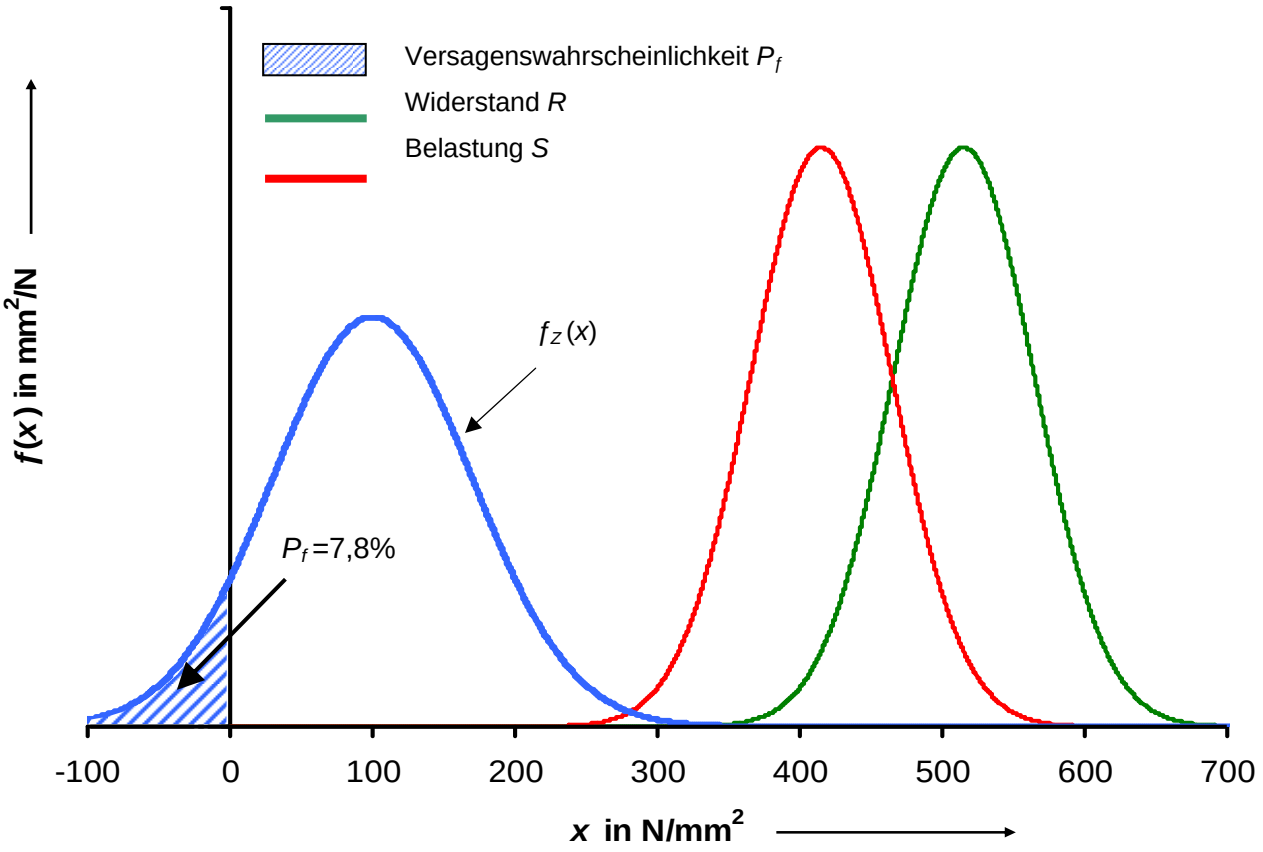


Bild: Probabilistische Zustandsbewertung

5 Entwicklung eines Verfahrens zur Ermittlung der potentiellen Gasausbeute von Gärsubstraten für Biogasanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Robert Merbecks

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Miriam Florack, M.Sc.
Datum des Kolloquiums	21. Juni 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Die Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern kann als zukunftsweisend betrachtet werden, nicht zuletzt aus umwelttechnischen Aspekten.

Eine spezielle Form der Erzeugung von Energie aus Biomasse stellt dabei die Gewinnung von Biogas dar. Die Palette an möglichen Stoffen, die sich zum Einsatz in Biogasanlagen eignen, ist dabei groß, da fast alle Substanzen, die unter den Begriff Biomasse fallen, sich unter entsprechenden Voraussetzungen unter Biogasbildung vergären lassen.

Allerdings unterscheiden sich all diese Substrate zum Teil erheblich bezüglich Gasausbeute und Methangehalt. Auch der eigentliche Vergärungsverlauf kann je nach biologischer Zusammensetzung anders ausfallen.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein Verfahren zu entwickeln, um mögliche Substrate hinsichtlich ihres Biogaspotentials zu untersuchen und Aussagen über ihr Gärverhalten treffen zu können.

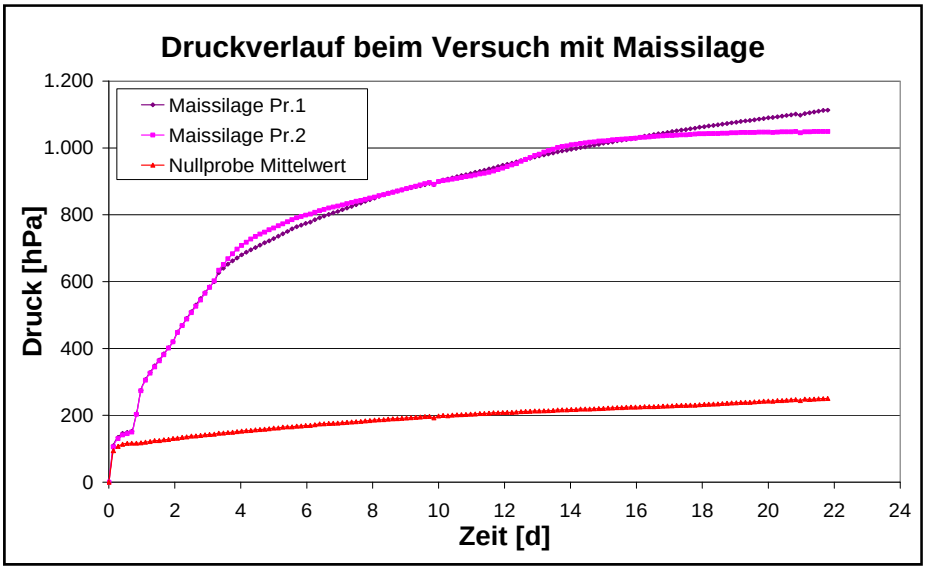
Das entwickelte Verfahren wurde angelehnt an den Gärtest GB 21 (Gasbildungsrate in 21 Tagen), ein Batch-Verfahren mit der DIN 38414 Teil 8 als Grundlage.

Bei dem Verfahren wurden das untersuchte Substrat, gemischt mit Wasser und Impfschlamm, über einen Bewertungszeitraum von 21 Tagen hinweg bei konstanter Temperatur von 35 °C in einem verschlossenen Versuchsgefäß unter Sauerstoffausschluss inkubiert.

Durch die dann startenden anaeroben Abbauprozesse kommt es zu einer Biogasbildung und einem damit verbundenen Druckanstieg. Mit Hilfe des idealen Gasgesetzes kann über diesen Druck die entstandene Biogasmenge ermittelt werden.

Für die Versuche wurde das OxiTop Control-Messsystem der Firma WTW eingesetzt. Dieses System besteht standardmäßig aus 1 l Laborflaschen. Zusätzlich wurden Versuche mit größervolumigen Versuchsgefäßen gemacht. Ein aufgeschraubter Messkopf erfasst vollautomatisch den entstehenden Druck in regelmäßigen Abständen. Über einen Controller können die Messdaten ausgelesen und auf einen PC übertragen werden.

An Substraten wurden, Rindermist, Schweinegülle, Speisereste, Mais- und Weizensilage untersucht. Die gemachten Ergebnisse wurden mit Werten der LUFA verglichen, die das Biogaspotential theoretisch auf Grundlage einer Futtermittelanalyse bestimmen.
Mit dem entwickelten System ist es grundsätzlich möglich, Aussagen über die Biogasausbeute und den Gärverlauf von Substraten zu machen. Es hat sich allerdings gezeigt, dass ein 21-tägiger Bewertungszeitraum nicht immer ausreichend ist, um das volle Biogaspotential mancher Substrate zu erfassen, da am Ende der Versuche die Biogasbildung oft noch nicht abgeschlossen war. Dies zeigte sich auch darin, dass die von der LUFA ermittelten Werte in vielen Fällen nicht erreicht wurden. Weiterhin war festzustellen, dass eine richtig gewählte Probemenge von entscheidender Bedeutung ist. Wird diese zu hoch gewählt, kann es schnell zu einer Hemmung des Abbauprozesses kommen.



6 Kritische Betrachtung des Prüfverfahrens für Dachabläufe nach DIN EN 1253 – Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen

Dipl.-Ing (FH) Lars Weizenkorn

Prüfer	Prof. Dipl.-Ing.Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt
Datum des Kolloquiums	29. Juni 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	DIN Deutsches Institut für Normung

In der Praxis stehen für die Dachentwässerung zwei Entwässerungssysteme zur Verfügung.

Während eine konventionelle Dachentwässerungsanlage nach DIN 1986-100 mit teilgefüllten Leitungen betrieben wird, erfolgt eine Druckentwässerung planmäßig über vollgefüllte Rohrleitungen.

Um die Vollfüllung des Rohrnetzes im Planungsfall zu erreichen, bedarf es einer genauen hydraulischen Berechnung aller Dachabläufe und Rohrleitungen. Die Berechnungsgrundlage für Dachentwässerungsanlagen mit Druckströmung liefert die VDI-Richtlinie 3806.

Die in solchen Entwässerungssystemen eingesetzten Dachabläufe müssen entsprechend DIN EN 1253-2 geprüft und zertifiziert werden.

Die Produktprüfung auf Grundlage der DIN EN 1253-2 umfasst einerseits die Ermittlung des Abflussvermögens in Abhängigkeit von der Druckhöhe am Ablauf und andererseits die des Einzelwiderstandsbeiwertes.

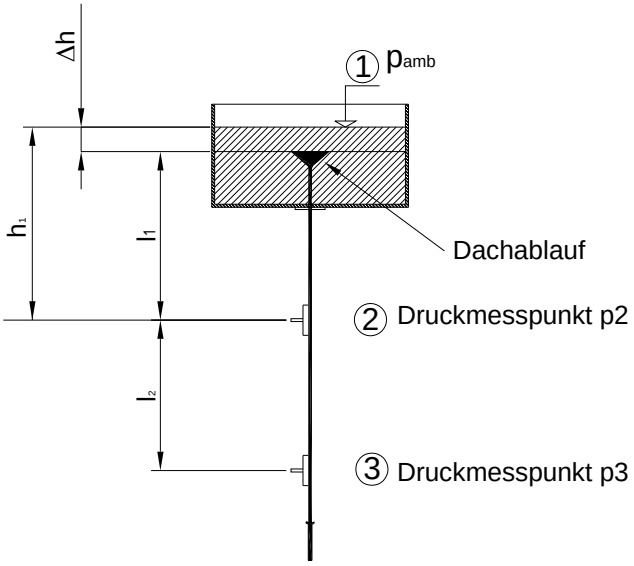
Die bisherige Prüfanordnung sieht vor, den Dachablauf freistehend in einem maßlich definierten Becken anzuordnen. Dabei muss eine allseitige Anströmung zum Ablauf gewährleistet sein.

Im Rahmen dieser Arbeit galt es die Prüfkriterien für Dacheinläufe kritisch zu hinterfragen.

Dazu wurden zwei Einbausituationen für Dachabläufe im Prüfbecken miteinander verglichen:

- Dachablauf freistehend
- Dachablauf eingebaut in eine Platte

Es wurden von vier verschiedenen Herstellern bereitgestellte Dachabläufe der Nennweiten DN 50 und DN 70 untersucht und die Ergebnisse miteinander verglichen.



Ein wesentliches Ergebnis dieser Diplomarbeit ist, dass die unterschiedlichen Einbaubedingungen nur einen geringen Einfluß auf das Abflussvermögen der Dachabläufe und auf den Einzelwiderstandsbeiwert haben. Aus diesem Grund ist eine grundsätzliche Änderung der Prüfnorm nicht zwingend erforderlich.

Es darf allerdings erwartet werden, dass mit dem Einbau der Dachabläufe in eine Platte die realen Betriebsbedingungen auf dem Dach im Prüfverfahren besser nachgebildet werden können. Unter diesem Gesichtspunkt erhält man mit diesem Aufbau genauere Ergebnisse für das Abflussvermögen und den Einzelwiderstandbeiwert.

7 Anforderungen an optimale Trinkwassererwärmungssysteme unter Berücksichtigung hygienischer und heizungstechnischer Aspekte

Dipl.-Ing. (FH) Jinzhou Xu

Prüfer	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Franz Fritz
Datum des Kolloquiums	03. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Viessmann, Allendorf

Durch Trinkwasser können Mikroorganismen auf Menschen übertragen werden. Einige Arten davon sind für die menschliche Gesundheit schädlich oder sogar tödlich. Diese Mikroorganismen können höhere Temperaturen besser ertragen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Legionellen, die sich im Warmwasser in einem Temperaturbereich zwischen 25 °C und 45 °C schnell zu hohen Konzentrationen vermehren können. Deswegen tritt das Legionellenproblem häufig in unseren technischen Systemen zur Trinkwassererwärmung auf.

Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, hat der Gesetzgeber reagiert und neue gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen. In der Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001wird gefordert, dass die Trinkwassersysteme den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen müssen. Bei Planung, Ausführung und Betrieb eines Trinkwassererwärmungssystems müssen die Anforderungen der DIN-Normen und der DVGW-Richtlinien berücksichtigt werden. In dieser Arbeit werden diese Anforderungen dargestellt und einige Empfehlungen zur Legionellenprävention eines Trinkwassererwärmungssystems vorgestellt.

Weiterhin wird ein Konzept für hygienische Trinkwassererwärmungssysteme unter Berücksichtigung dieser Anforderungen beschrieben und in Lösungsansätzen umgesetzt. Besonders interessant ist die kompakte Systemlösung für Kleinanlagen bzw. Ein- und Zweifamilienhäuser. Durch eine geeignete hydraulische Schaltung wird von dieser Systemlösung eine vorbeugende thermische Desinfektion erzielt. Damit kann diese kompakte Systemlösung als hygienisches Trinkwassererwärmungssystem bezeichnet werden.

Da bei der Auslegung von Trinkwassererwärmen in sogenannten wohnungsähnlichen Gebäudeareten wie z.B. Hotels keine genormten Bemessungsregeln existieren, wurden diese Anlagen in den letzten Jahrzehnten häufig überdimensioniert. Die Überdimensionierung fördert das Wachstum der Legionellen. Mit Hilfe des Programms „Excel“ wird das Summenlinienverfahren vorgestellt und erläutert. Dies wird anhand von Auslegungsbeispielen angewendet und erläutert.

8 Untersuchung von Materialmischungen zum mikrobiologischen Abbau von Methan in Biofilteranlagen

Dipl.-Ing. (FH) Alf Bömer

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Stephan Schirz
Datum des Kolloquiums	9. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Immissionsschutz und Umwelttechnik

Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit war es zu untersuchen, in wie weit es im halbtechnischen Maßstab möglich ist, Methan unter der Verwendung bestimmter Filtermaterialien in einem Biofilter umzusetzen und welche Randbedingungen hierfür geschaffen werden müssen.
Durchgeführt wurde diese Untersuchung an einer Anlage zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restmüll, die durch die Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland im westfälischen Gescher mit dem Ziel betrieben wird, den behandelten Müll endgültig zu deponieren.
Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA) unterliegen rechtlich im Bezug auf die Emission von Gasen dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Im Sinne dieses Gesetzes sind MBA genehmigungsbedürftige Anlagen und unterliegen somit der TA-Luft. Die technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft befasst sich mit Immissions- und Emissionswerten und deren Ermittlungs- und Bewertungsverfahren, Fristen für bestehende Anlagen, Regelungen zum Ausgleich von Anforderungen zwischen bestehenden Anlagen und für einzelne Produktionsanlagen mit der Art und Form der Emissionsminderungsmaßnahmen.
Emissionsminderungsmaßnahmen in diesem Zusammenhang können zum Beispiel Biofilter sein. Sie arbeiten nach dem Prinzip der biologischen Stoffumsetzung durch Mikroorganismen.
Da die Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland (egw) in Gescher bereits Biofilter installiert hat, wurden die Untersuchungen mit diesem Filtertyp durchgeführt.
Die hohen Methankonzentrationen entstehen während des Prozesses der Nachrotte der MBA durch anaerobe biologische Stoffumsetzungsvorgänge. Die Abluft wird aus der Nachrottehalle abgesaugt und über zwei Biofilter mit vorgeschalteten Wäschern geführt. Beim Überschreiten eines Schwellenwertes von 10 mg/m^3 C_{ges} in der Abluft wird diese einer regenerativen thermischen Oxidation zugeführt um zu vermeiden, dass Methan in großen Mengen emitiert wird.
Methan gilt als das Gas mit der stärksten Wirkung auf den sogenannten anthropogenen Treibhauseffekt, unter dem man die als Folge menschlichen Handelns hervorgerufene Erhöhung der Temperatur der Erdatmosphäre versteht.
Durchgeführt wurden die Versuche an einer Technikumsanlage, die über vier getrennte Versuchsreaktoren verfügt. Die Reaktoren wurden mit der gleichen Rohluft versorgt und konnten je nach Bedarf bewässert werden.
Jeder der Reaktoren wurde mit einem anderen Trägermaterial für die Mikroorganismen befüllt. Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, welches Material sich am besten zur biologischen Methaneliminierung eignet.

Es wurden folgende Materialien eingesetzt: Reaktor I wurde befüllt mit einer Mischung aus Kompost aus der Nachrotte der Hausmüllfraktion der MBA, da vermutet wurde, dass dieser bereits methanothrophe, also Methan abbauende, Organismen enthält, Torf und Holzhackschnitzel. Die Materialien wurden zu gleichen Teilen eingefüllt und vermengt.

Reaktor II wurde ebenfalls mit dem oben erwähnten Kompost sowie Styroporkugeln befüllt. Das Mischungsverhältnis betrug hier 20% Kompost und 80% Styropor. Das Styropor diente als Strukturmaterial, um eine Erhöhung des Druckverlustes über den Filter gering zu halten.

Das Styropormaterial wurde auch in Reaktor III eingesetzt. Diesmal jedoch in Kombination mit Kompost aus der Nachrotte der Grünabfallfraktion der MBA und im Mischungsverhältnis 60% Kompost und 40% Styropor.
Behälter IV enthielt eine Mischung Papierpellets und Glasgranulat im Verhältnis 60:40. Diese Materialmischung bietet den Mikroorganismen nahezu keine Versorgung mit Nährstoffen, so dass diese auf eine gleichmäßige Versorgung durch die zugeführte Abluft angewiesen sind.

Zur Messung des Methanabbaus wurden mit Hilfe eines Multigasdetektors der Fa. Brüel & Kjær und eines dazu passenden Messstellenumschalters der Firma Innova Airtec die Methankonzentrationen im Rohgas sowie im Reingas der jeweiligen Bioreaktoren gemessen.

Weitere Parameter wurden aufgrund ihres Einflusses auf den biologischen Methanabbau festgehalten. Hierzu gehören die Ammoniakkonzentrationen, da Ammoniak die Umsetzung von Methan durch die Biologie hemmt. Desweiteren mussten die Gastemperatur, die Gasfeuchte, die Materialfeuchte und der pH-Wert beobachtet werden, da sie entscheidend für die Aktivität der Mikroorganismen und den Ablauf des Stoffübergangs sind. Der Gasvolumenstrom und der Druckverlust über die Reaktoren sind wichtige Größen bezüglich der Wirksamkeit von Biofiltern.

Die im Rahmen dieser Arbeit erzielten Ergebnisse müssen in weiteren Untersuchungen bestätigt werden, da durch äußere Umstände eine Reihe von Problemen mit der Messtechnik auftrat, die nur teilweise gelöst werden konnten. Die Untersuchungsergebnisse erlauben jedoch erste Aussagen über geeignete Filtermaterialien.
Die vier Versuchsreaktoren wiesen alle sehr gute Methanabbauraten von bis zu 90% auf.
Interessant war aber die Reaktion der Biofilter auf einen Ausfall der Rohluftversorgung.
Hiernach war zu beobachten, dass Reaktor III und Reaktor IV auch nach der Unterbrechung der Rohluftversorgung konstant hohe Abbauraten aufwiesen.
Die Messergebnisse der Randparameter ergaben, dass ein optimaler biologischer Abbau von Methan in einem engen Rahmen bezüglich dieser Werte abläuft, jedoch auch bei Schwankungen noch immer eine Aktivität der Mikroorganismen auftritt.

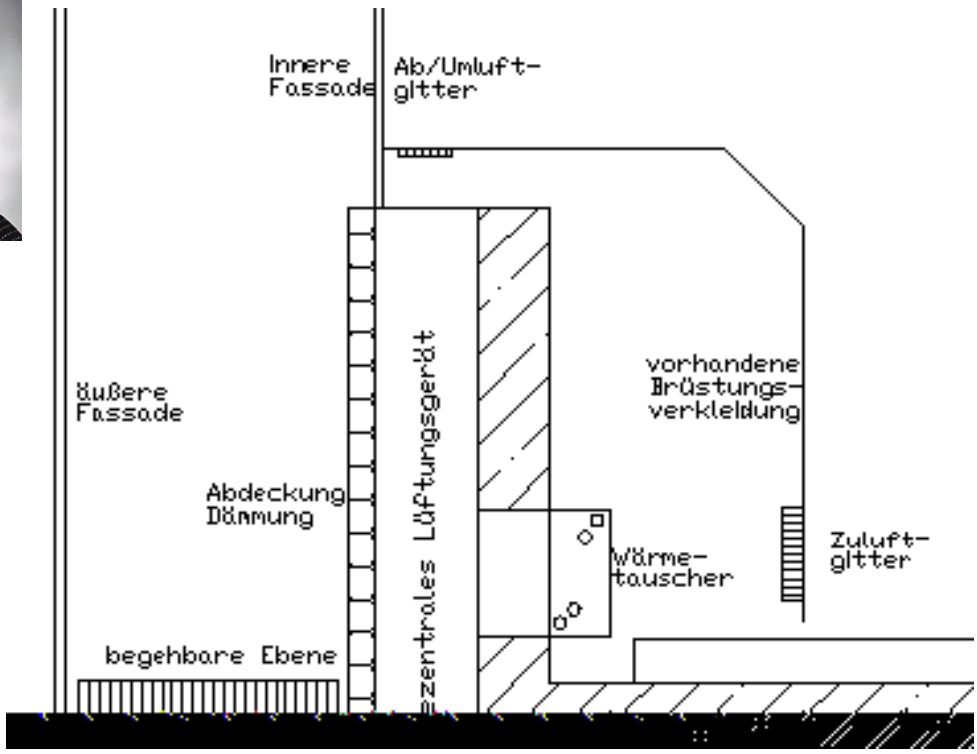
Als Empfehlung für die Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland ergibt sich hieraus, möglichst konstante Betriebsbedingungen einzuhalten. Die gewählte Materialmischung sollte zum großen Teil organischen Ursprungs sein, wobei sich der betriebseigene Kompost aus wirtschaftlicher Sicht empfiehlt.
Aufgrund des kurzen Messzeitraums ist es allerdings noch nicht möglich konkrete Aussagen zum Verhalten der Mikroorganismen im großen Maßstab zu treffen. Es sollten weitere Untersuchungen mit entsprechend größeren Reaktorvolumina folgen.

9 Entwicklung und Erprobung eines dezentralen Lüftungsgerätes

Dipl.-Ing. (FH) Sandra Terbrack

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Dr.-Ing. habil. Karl-Heinz Vogel
Datum des Kolloquiums	09. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Schanze Lufttechnik, Lingen

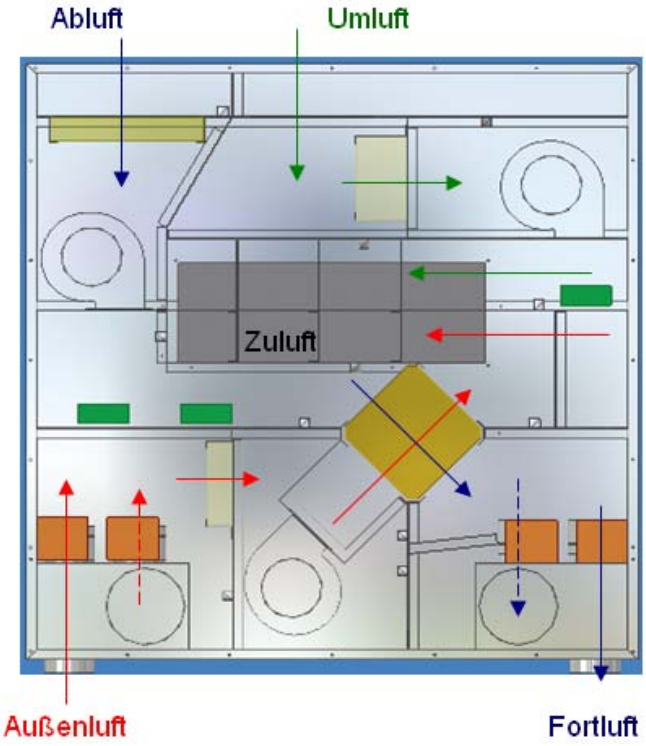
Für ein vorhandenes Gebäude sollte ein dezentrales Lüftungsgerät entwickelt, gebaut und erprobt werden. Das Lüftungsgerät soll den Um-, Misch- und Außenluftbetrieb erlauben. Es soll heizen und kühlen können, sowie mit einer Wärmerückgewinnung versehen werden. In der folgenden Abbildung ist die Einbausituation dargestellt:



Das Heiz-/Kühlregister (Wärmetauscher) passt aus Platzgründen nicht mehr in das Gerät**.** Dieses befindet sich im Raum unter der vorhandenen Brüstungsverkleidung.

Das besondere an diesem Gerät ist, dass aus zwei verschieden Bereichen angesaugt bzw. ausgeblasen werden kann. Die Außenluftansaugung soll entweder aus dem Fassadenzwischenraum oder aus einer Ringleitung (Außenluftkanal) erfolgen. Das gleiche Prinzip gilt auch für die Fortluft. Überwiegend enthalten dezentrale Geräte für den Mischluftbetrieb eine Mischluftklappe, mit der der Um- und Außenluftanteil eingestellt werden kann.

In diesem Gerät befinden sich drei Ventilatoren (Außen-, Um- und Abluftbereich). Der dritte Ventilator ersetzt die Mischluftklappe. So erfolgt die Um- und Außenlufteinbringung jeweils über einen separaten Luftweg und Ventilator. Jeder Bereich hat einen gesonderten Zuluftaustritt. Erst nach dem Luftaustritt aus dem Gerät trifft die Zuluft beider Komponenten zusammen auf den gemeinsamen Wärmetauscher. Der Vorteil, der sich aus dem dritten Ventilator ergibt, liegt in der separaten Regelung der Ventilatoren. Die gewünschte Außen- und/oder Umluftmenge kann exakt eingestellt werden. Für die Umschaltung zwischen Ansaugung/Fortluftführung aus/in dem Fassadenzwischenraum und der Ringleitung wurde eine spezielle Box entwickelt. Diese ermöglicht die Wahl der Luftführung.



Die Ansaugung der Außenluft (in rot dargestellt) erfolgt durch den Ventilator 1 über das Ansauggitter oder den Verbundkanal an der linken Seite des Gerätes. Über das Gitter (siehe Abbildung 5-7) wird die Außenluft aus dem Fassadenzwischenraum angesaugt und ist an einen DN 150 Stutzen angeschlossen. Das DN 100 Rohr, das unten aus dem Gerät rausführt, wird an der Ringleitung angeschlossen. Wenn die Außenluft durch die Box geströmt ist, gelangt sie durch einen F7 Filter zur Wärmerückgewinnung. Nach der Vorwärmung wird die Zuluft im Wärmetauscher nacherhitzt und dem Raum zugeführt (Winterfall). Im Sommer arbeitet das Gerät in gleicher Weise, jedoch auf Kühlung. Die Abluft (in blau dargestellt) wird vom Ventilator 2 aus dem Raum durch einen 7 *cm* breiten Schlitz oben am Gerät angesaugt. Durch einen F7 Filter wird die Luft gereinigt und erreicht die Wärmerückgewinnung. Danach gelangt die Fortluft entweder durch den Zwischenraum der Doppelfassade nach draußen oder durch das DN100 Rohr in die Verbundleitung. Die Luftführung ist abhängig von der Klappenstellung. Die Ansaugung der Umluft (in grün dargestellt) erfolgt mit einem eigenen Ventilator (Ventilator 3) durch einen 7 cm breiten Schlitz, weiter durch einen Filter G4. Dann gelangt sie in den Wärmetauscher und so aufbereitet zurück in den Raum.

10 Untersuchung zum thermischen und hydraulischen Verhalteneiner SOFC (Brennstoffzelle) in Kombination mit einem Gasbrennwertkessel

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Breilmann

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt
Datum des Kolloquiums	19. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Elco Shared Services GmbH

Im Rahmen der Entwicklungsaktivitäten der MTS-Gruppe im Bereich der „Kleinst-KWK“ wurde im Tochterunternehmen Elco Shared Services GmbH in Hechingen ein erstes Labormuster eines Brennstoffzellensystems untersucht und getestet.

Das auf den tubularen Festoxidbrennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cell) basierende Brennstoffzellensystem ist mit einer innovativen Brenner-Kessel-Gruppe hydraulisch verbunden, um möglichst große Kompaktheit und reduzierten Bauteilebedarf zu erreichen. Das Komplettsystem ist für eine Leistung von 1 kW_{el} und 25 kW_{th} ausgelegt und ist somit für den Einsatz im Ein- oder Zweifamilienhaus mit Erdgasbetrieb konzipiert.

Das Ziel der Diplomarbeit war die Analyse des thermischen und hydraulischen Verhaltens des kombinierten Systems, um Rückschlüsse für die Regelung sowie den konstruktiven Aufbau zu gewinnen. Zusätzlich sollte aufgrund der gewonnenen Erfahrung die Einbindung in ein reales Heizungssystem betrachtet werden.

Das MTS-Brennstoffzellensystem wurde in Kooperation mit der Firma Acumentrics aus den USA entwickelt. Der betrachtete Brennwertkessel ist ein Standardgerät, welches von MTS vertrieben wird. Für die Kopplung mit der Brennstoffzelle wurde der Wärmetauscher des Gasbrennwertgerätes modifiziert.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des Testsystems im Labor der Elco Shared Services GmbH zeigte sich das System als grundsätzlich stabil und auch bei kombiniertem Betrieb (Brennstoffzellenstack und Brennwertkessel) als zuverlässig arbeitend.

11 Technischer und wirtschaftlicher Vergleich zur Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität

Dipl.-Ing. (FH) Michael Lesker

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Meyer zu Strohe
Datum des Kolloquiums	23. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	PlanET Biogastechnik GmbH

Die Biogaserzeugung und –nutzung hat seit der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes einen beachtlichen Zuwachs erfahren. Speziell in der Biogaserzeugung ist ein deutlicher Aufwärtstrend zu spüren. Der Großteil der Biogasanlagen, die derzeit in Deutschland betrieben werden, sind Einzelhofanlagen. Bei vielen dieser Biogasanlagen kann die in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) anfallende Wärme auf Grund fehlender Nachfrage am Ort der Biogasgewinnung jedoch nur im geringen Umfang genutzt werden.

Eine Perspektive zur vollständigen Ausnutzung der enthaltenen Energie könnte sich durch eine Aufbereitung des Biogases entwickeln. Dies würde beispielsweise eine Einspeisung in das Erdgasnetz oder eine gezielte Erzeugung von gasförmigem Treibstoff ermöglichen. Biogas aus Nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) besteht zu 50 bis 60 % aus Methan, im übrigen aus Kohlendioxid und einigen Spurenstoffen. Unter den Spurenstoffen können insbesondere Schwefelwasserstoff und Stickstoffverbindungen Geruchs- und Korrosionsprobleme bereiten und sollten nach Möglichkeit vor einer Nutzung entfernt werden.

Vor einer Einspeisung des erzeugten Gases in Erdgasleitungen ist eine Qualität herzustellen, die der des Erdgasnetzes nahezu identisch ist. Gemäß den technischen Regeln der Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) ist hiermit zusätzlich eine Abtrennung des enthaltenen Kohlendioxids verbunden.

In der vorliegenden Diplomarbeit werden die allgemeinen Grundlagen der Biogaserzeugung, die für den Fermentationsprozess nutzbaren Substrate sowie die Anlagentechnik.

Als nächstes wurde die durchschnittliche Biogaszusammensetzung, die brenntechnischen Kenndaten und die Beschaffenheiten von Biogas, Erdgas H und Erdgas L betrachtet. Zusätzlich werden die Anforderungen und technischen Regelwerke hier aufgelistet. Weiterhin werden die Grundverfahren der Biogasaufbereitung zur Entschwefelung, Trocknung, Kohlendioxid-Abtrennung, Ammoniak-Entfernung, Feinreinigung und Partikelabtrennung beschrieben.

Den Schwerpunkt der Arbeit stellen die unterschiedlichen Kohlendioxid-Abtrennungsverfahren dar. Die Membrantechnik und das Tieftemperaturverfahren zur CO_2-Abtrennung sind zur Zeit wegen der hohen Betriebs- und Investitionskosten und der unzureichenden Abtrennleistung für diese Ausarbeitung nicht von Bedeutung. Dagegen werden die Verfahren Druckwasserwäsche, Selexol-Wäsche, Aminwäsche und Druckwechseladsorption genauer betrachtet und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bewertet. Als Ergebnis des technischen Teils der Diplomarbeit besteht eine Tendenz zur Aminwäsche, da das Verfahren die geringsten Methanverluste und relativ geringe Betriebs- und Investitionskosten hat.

Im wirtschaftlichen Teil der Diplomarbeit werden beispielhaft die Kosten der Biogaserzeugung und die Kosten der einzelnen Verfahren der Biogasaufbereitung genannt. Die dargestellten Kosten sind im wesentlichen der Literatur entnommen. Genauere Angaben der Hersteller für die CO_2-Abtrennung sind derzeit noch nicht möglich, da die Unternehmen ihre ersten Anlagen gegen Mitte oder Ende 2007 realisieren wollen. Die Kosten der Biogasaufbereitung beziehen sich auf den Rohgasvolumenstrom von 500 Nm³/h. Der wirtschaftliche Vergleich der Biogasaufbereitungsverfahren wird in einer Tabelle zusammengefasst.

Im Moment ist die Aminwäsche, technisch wie wirtschaftlich, das beste der untersuchten Verfahren für die dargestellte Größenordnung.

12 Optimierung der Regelungstechnik zur Klimatisierung von Geschäftshäusern unter Berücksichtigung der energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte

Dipl. Ing. (FH) Dominik Schmeink

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Lars B. Heinert
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums	24. Juli 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Tekloth GmbH

Der Einzelhandel ist geprägt von Kosten- und Wettbewerbsdruck. Aufwändige Warenpräsentation durch hochwertige Beleuchtungskonzepte und die Bereitstellung eines komfortablen Raumklimas dient zur Schaffung eines Mehrwertes, sind aber gleichzeitig Gründe für die Zunahme des Energieverbrauchs und damit der Kosten.
Das bisherige Haustechnikkonzept vieler Filialen besteht aus einer herkömmlichen Heizungs-/Lüftungsanlage mit Deckenlufterhitzern und einem PWW-Türluftschleier. Zur Kühlung im Sommer muss zusätzlich ein Kaltwassersatz verwendet werden.
Das neue Konzept sieht eine Klimatisierung über Split-Geräte bzw. VRV-Anlagen auf Basis der Wärmepumpentechnik vor. Dadurch kann mit ein und demselben Gerät geheizt und gekühlt werden. Der unablässige Türluftschleier kann ebenfalls in diesem System integriert werden. Der Frischluftanteil wird vorzugsweise über kleine, dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung eingebracht.Kern dieser Arbeit ist die Entwicklung einer übergeordneten Regelung, die diese klimatechnischen Komponenten mit hohem Automatisierungsgrad zentral ansteuert und überwacht. Viel zu oft sind die Einzelgewerke einer Haustechnik kommunikativ nicht oder nur schlecht miteinander vernetzt (Heizen, Kühlen, Lüften, Türluftschleier, etc.) Gleichzeitiges Heizen und Kühlen oder eine ungenutzte Wärmerückgewinnung werden selbst heutzutage bei Filialisten vorgefunden. Eine weitere Fehlerquelle ist wie so häufig der Bediener einer technischen Anlage. Das technisch ungeschulte Personal soll von der Bedienung der Gebäudetechnik möglichst entbunden werden, die Prozesse möglichst automatisch geregelt werden. Wichtig ist auch eine hohe Betriebssicherheit. Sämtliche Störmeldungen werden von der Regelung erfasst und mittels Fernübertragung zum Betreiber der Anlage und dessen Service-Partner gesendet, der dann die Reparaturen oder Wartungen durchführt. Auch besteht die Möglichkeit der Fernwartung, um Fehler oder Störungen des Programms online zu beheben und Updates aufzuspielen. Dabei können Kosten für die Anfahrt eines Technikers gespart werden.Eingesetzt werden frei programmierbare Regler, die eine optimale Umsetzung des erarbeiteten Konzeptes ermögliche und dank geringer Investitionskosten die Realisierung wirtschaftlich machen.
Neben der Erarbeitung des energieeinsparenden Grundkonzeptes und der Programmierung der Regelroutinen ist ebenfalls die Anbindung an die Hardware aufgeführt. Dabei sind unterschiedliche Varianten bei der Ausführung der technischen Komponenten untersucht worden. Die Arbeit beinhaltet also die Umsetzung der Überlegungen bis hin zum erfolgreichen Feldeinsatz. Der Kunde zeigt sich mit dem Ergebnis sehr zufrieden und hat die Nachrüstung der Regelung für etliche Filialen in Auftrag gegeben

13 Energieversorgungskonzept für die Benediktiner-Abtei Gerleve unter Berücksichtigung von Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativen Energien

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Reiling

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc.
Datum des Kolloquiums	20. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Energieversorgung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden verschiedene Alternativen für die energetische Versorgung der Klosteranlage mit angeschlossenen Gästehäusern und Nebengebäuden aufgezeigt, um eine kostengünstigere und ökologisch sinnvolle Versorgung zu erreichen. In erster Linie wurden in dieser Arbeit der mögliche Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowie die Nutzung von regenerativen Energien überprüft.

Für den wirtschaftlichen und ökologischen Vergleich von verschiedenen Energieversorgungskonzepten war es zunächst nötig, die vorhandenen Energieversorgungsanlagen und den entsprechenden Wärme- wie auch Stromverbrauch des gesamten Gebäudekomplexes aufzunehmen und auszuwerten. Die Analyse der aufgenommenen Daten ermöglichte die graphische Darstellung des jahreszeitlichen Verlaufs der Wärmebereitstellung, und gab Aufschluss über die bestehende Grund-, Mittel- und Spitzenlast des Klosters. Im Anschluss an diese Betrachtungen wurde für die vorhandene Versorgung eine CO_2-Bilanz aufgestellt, um eine eventuelle CO_2-Einsparung durch den Einsatz von anderen Energieversorgungsanlagen darstellen zu können, und gegebenenfalls entsprechende Fördertöpfe zur Energieeffizienzsteigerung und CO_2-Einsparung in Anspruch nehmen zu können.

Die ersten beiden Varianten für ein neues Energieversorgungskonzept beruhen auf der Kraft-Wärme-Kopplung. Zuerst wurden kleine Heizkraftanlagen geplant, die in die verschiedenen vorhandenen Heizzentralen der Klostergebäude eingebunden werden, um die Grundlast des Wärmebedarfs abzudecken. Um die effektivste Modulanzahl für jede einzelne Heizzentrale zu bestimmen, wurde eine umfangreiche Excel-Berechnung mit einem verbundenen Kostenvergleich aufgebaut.

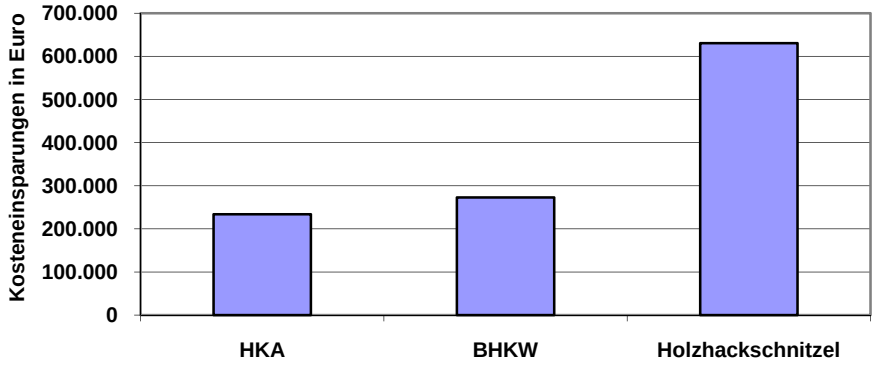
Die zweite Variante beinhaltet die Planung eines einzelnen größeren BHKW in Kombination mit einem neuen Nahwärmenetz, welches die großen Heizzentralen miteinander verbindet. Um hier die wirtschaftlichste BHKW-Variante zu finden, wurden verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Leistungen bezüglich der möglichen Energiebereitstellung und den an die Leistung gekoppelten Einspeisevergütungen für den überschüssigen Strom miteinander verglichen.

Das dritte mögliche Energieversorgungskonzept sieht ebenfalls den Neubau eines Nahwärmenetzes vor. Statt eines BHKW wurde in diesem Fall aber ein großer Holzhackschnitzelkessel geplant, der die Wärmebereitstellung übernimmt.
Durch den Einsatz eines Kessels mit regenerativem Brennstoff ergeben sich in NRW sehr gute Förderungen für den Kessel sowie für das Nahwärmenetz.

Eine weitere Energiebereitstellung durch regenerative Energien war die Dimensionierung einer Photovoltaikanlage auf einer geeigneten Dachfläche der Klosteranlage. Diese Berechnung ist als mögliche Ergänzung zu den aufgeführten Energieversorgungsvarianten zu betrachten.

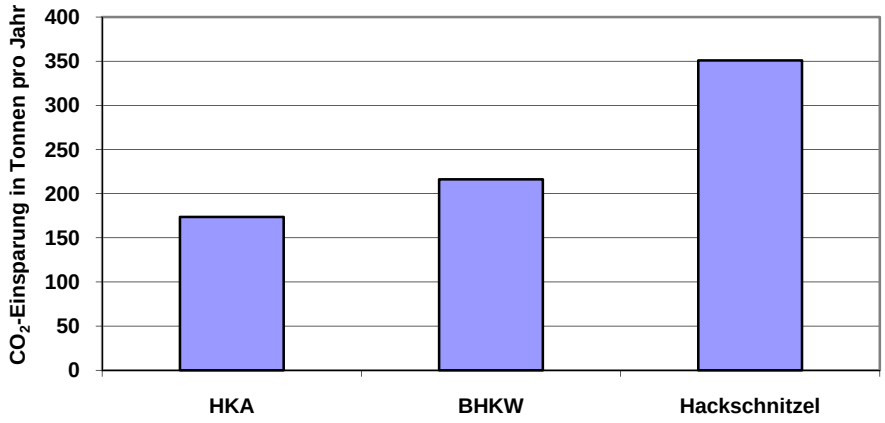
Die Ergebnisse der verschiedenen Berechnungen waren ohne Einschränkung sehr positiv. Wie die folgende Abbildung zeigt, wurden bei der Betrachtung der kumulierten Kosten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit jedem möglichen Energieversorgungskonzept erhebliche Einsparungen gegenüber der vorhandenen Versorgung mit großen Erdgas-Kesseln erzielt.

Kumulierte Kosteneinsparungen nach einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren



Auch die ökologische Betrachtung der vorgestellten Energieversorgungskonzepte zeigte sehr gute Einsparpotentiale bei der Emission des Treibhausgases Kohlendioxid. Die folgende Abbildung zeigt die spezifischen Einsparungen der CO_2-Emission pro Jahr gegenüber der vorhandenen Energieversorgung.

Einsparungen der CO_2-Emissionen pro Jahr gegenüber der vorhandenen Versorgung



14 Entwicklung eines Widerstandelementes zur Simulation des Strömungswiderstands einer WC-Keramik

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Heisterkamp

Prüfer	Professor Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Markus Tanner
Datum des Kolloquiums	26. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Geberit International AG, Rapperswil-Jona

In den Dauerversuchslaboren der Geberit AG in Rapperswil-Jona werden im Rahmen der Entwicklung die vielen verschiedenen Modelle der Spülkästen und Garnituren permanent auf ihre Zuverlässigkeit überprüft. Dies geschieht dort unter ständiger computergestützter Kontrolle. Hier sind 32 Prüfplätze vorhanden, an denen jeder Spülkasten mindestens 200.000 mal gespült wird.

Nach der prEN 14055: 2005 (D) erfolgt die Prüfung des Spülkastens normalerweise ohne angeschlossene WC-Keramik. Dieser Vorschrift liegt die Annahme zugrunde, dass der hydraulische Widerstand der WC-Keramiken einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Spülverhalten des angeschlossenen Spülkastens hat. Nun ist schon seit längerem bekannt, dass sich – entgegen der Annahmen in den Normen – Spülkasten und angeschlossene Keramik gegenseitig in ihrer Wirkung beeinflussen können. Lässt sich dieser Effekt in angemessener Weise bei den Dauerversuchen im Labor berücksichtigen?

Um diese Frage zu beantworten, wurden marktübliche WC-Keramiken ausgewählt, deren Spülverhalten in Abhängigkeit von UP- und AP-Spülkästen geprüft und bewertet wurde. Dies geschah durch Spülleistungsmessungen mittels eines Oszilloskops, welches die Spülverläufe aufzeichnete und graphisch darstellte. Nach prEN 14055 muss bei tief hängenden und frei kombinierbaren Spülkästen sowie bei frei kombinierbaren Wandeinbau-Spülkästen bei einer Prüfhöhe von 200±5 mm die Spülleistung einen Wert von 2,3±0,3 l/s entsprechen. Dieser Wert wird bei einem freien Auslauf angenommen, in Kombination mit einer WC-Keramik sind die Spülleistungen aufgrund des Widerstandes geringer (nach DIN EN 997 > 1,85 l/s). Der gemessene Volumenstrom wurde mit einem rechnerisch ermittelten Volumenstrom verglichen. In den anschließenden Auswertungen fiel auf, dass die Differenzen zwischen den gewählten Modellen erheblich waren. Zu Versuchszwecken wurde die WC-Keramik mit der mittleren Spülleistung ausgewählt, für die eine Drossel mit einer ähnlichen Spülcharakteristik wie die Durchschnittskeramik entwickelt werden sollte. Dies geschah durch Annäherungsrechnungen und zeichnerischen Auswertungen. Als rechnerische Grundlage diente hier eine Formel, die normalerweise zur Wirkdruckmessung verwendet wird.

Dadurch konnte ein erster Prototyp konstruiert und durch die Prototypenwerkstatt gefertigt werden. Da anhand der folgenden Messungen eine geringe Abweichung ersichtlich war, wurde eine Fehlerberechnung durchgeführt, so dass die endgültige Drossel gefertigt und erneut vermessen werden konnte.

Zudem wurden die gewählten Keramiken durch Erstellung eines Negativs vermessen und im Anschluss in einem 3D-Simulationsprogramms animiert. Durch die Vorgabe von Fliessgeschwindigkeiten oder Volumenströmen konnte das Spülverhalten in den Keramiken graphisch dargestellt werden. Anhand dieser Strömungssimulationen wurden Aussagen zum Strömungsverhalten gemacht, die in die Optimierung mit einflossen. Das Resultat der durchschnittlichen Drossel ist im nachfolgenden Bild zu sehen.

Außerdem wurden die Drosseln, die den WC-Keramiken mit der höchsten und der niedrigsten Spülleistung entsprechen, ebenfalls entwickelt, um auch diese im Laborbereich unter reellen Bedingungen zu prüfen und bei Bedarf einzusetzen. Abschließend wurden die Keramiken anhand von Leistungsfaktoren in Gruppen eingeteilt und den entsprechenden Drosseln zugeordnet.

15 Studie der Fehlverteilung in einem Ammoniak-Plattenverdampfer

Dipl.-Ing. (FH) Thibauld Monnet

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. F.-R. Stupperich
Beisitzer:	Dipl.-Ing. N. Lapchine
Datum des Kolloquiums	28. Juli 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Wärmetechnik

Mit Inkrafttreten des Verbots von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) und der Halon-Verbotsverordnung begann die Suche nach umweltfreundlichen Kältemitteln. Als Alternativkältemittel für Anlagen mittlerer Leistung wird Ammoniak neben den reinen Kohlenwasserstoffen wieder in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt. Dieses besitzt weiterhin weder ein direktes Ozonabbaupotenzial, im internationalen Sprachgebrauch ODP genannt (Ozone Depletion Potential), noch ein direktes Treibhauspotenzial auch GWP genannt (Global Warming Potential). Seine hervorragenden thermodynamischen Eigenschaften machen es zu einem idealen Kältemittel. In modernen industriellen Kälteanlagen können die Ammoniak-Verdampfer in überfluteter oder in trockener Fahrweise betrieben werden. Die trockene Expansion wird sehr oft in niedrigeren Leistungsbereichen bevorzugt, wogegen die überflutete Verdampfung sich bei Anlagen höherer Leistung bewährt hat. Obwohl der überflutete Betrieb am wirtschaftlichsten und am effizientesten ist, stößt man bei größeren Verdampferleistungen an dessen hydraulischen Grenzen.

Bei einer gewissen Plattenanzahl tritt nämlich das bekannte Problem der Fehlverteilung auf, das nur durch die neuesten Verteilerweiterentwicklung teilweise behoben werden konnte. Der Kern der Arbeit befasst sich mit der Problematik der Fehlverteilung und dessen Behebung. Diese tritt auf, wenn das Kältemittel ungleichmäßig über die Plattenpaketlänge in die Spalte verteilt wird. Eine der größten Ursachen ist das schwer beherrschbare Strömungsverhalten des Gas-Flüssigkeits-Gemisches von Ammoniak im Eintrittskanal des Plattenverdampfers. Spalte werden mehr mit gasförmigem Kältemittel versorgt, während die anderen Spalte mit Flüssigkeit überversorgt werden. Die Regelung des Verdampfungsprozesses kann verfälscht werden und dadurch kann ein deutlicher Leistungsverlust des Plattenverdampfers auftreten.

Tests wurden von der Firma GEA Ecoflex auf einem Plattenverdampfer bei DX-Verdampfung durchgeführt. Ziel dieser Arbeit ist die Analyse und Auswertung der Vergleichsmessungen eines in trockener Fahrweise betriebenen Plattenverdampfers unter verschiedenen Betriebsbedingungen. Die Messungen werden sowohl im Teillastbetrieb als auch im Volllastbetrieb bis 1000 kW mit und ohne Einspritzungsvorrichtung durchgeführt. Platten werden mit Thermoelementen versehen, um die Beobachtung der Kältemittelverteilung über die Plattenpaketlänge zu ermöglichen.

Durch umfangreiche Recherche in der Literatur werden Gleichungen zur Dimensionierung einer Verteilungslanze gefunden. Eine quantitative Analyse der Fehlverteilung durch verschiedene mathematische Modelle wird im Rahmen dieser Diplomarbeit unternommen um die komplexen Zusammenhänge, die mit einer zweiphasigen Strömung verbunden sind, besser darzustellen und zu verdeutlichen.

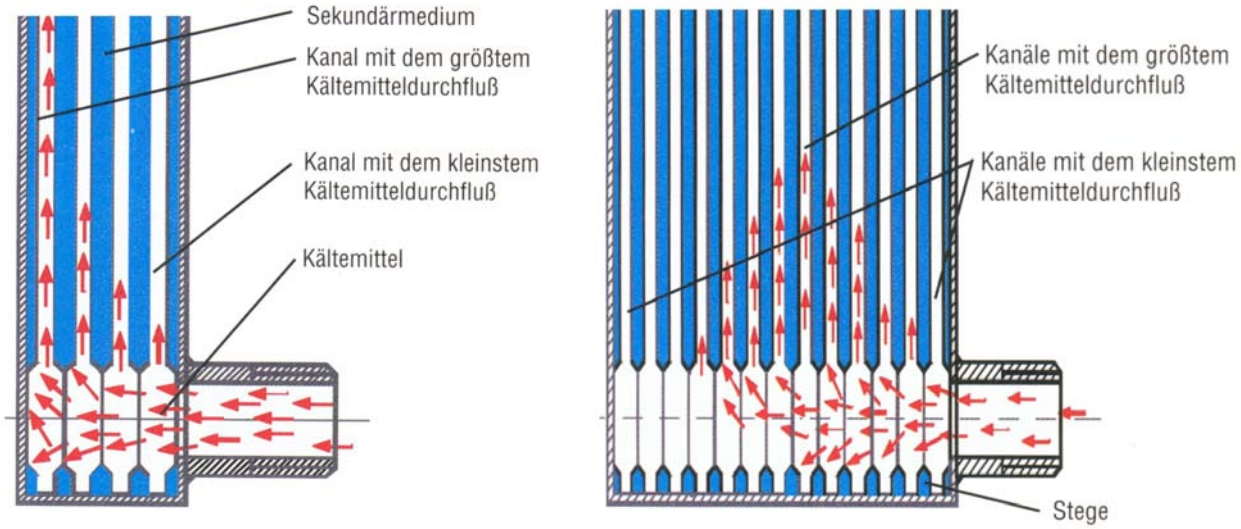


Bild: Darstellung der Kältemittelverteilung auf die einzelnen Kanäle bei Plattenverdampfern mit kleiner sowie großer Plattenanzahl. Quelle: [Krusche, K.; Osthues, J.; Verhalten von Plattenverdampfer, Kältemittelverteiler und Expansionsventil im Kältemittelkreislauf, DIE KÄLTE und Klimatechnik, 5/1997, 314-320]

16 Versuchsaufbau, experimentelle Untersuchung und regeltechnische Optimierung eines innovativen dezentralen Klimagerätes

Dipl.-Ing. (FH) Michael Heitkamp

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Beisitzer:	Dipl.-Phys. Heinze
Datum des Kolloquiums	01. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Messen, Steuern, Regeln
In Kooperation mit:	GEA-Happel Klimatechnik

Basis dieser Diplomarbeit war die Überlegung, Peltier-Technologie als Kühl- und Heizelemente in dezentralen Lüftungsanlagen zu integrieren. Vorteil dieser Elemente ist, dass insbesondere die Realisierung eines Kühlbetriebes ohne zusätzliche Verrohrung und bewegte Teile (Kompressor, Kältemittelleitungen, etc.) möglich ist. Außerdem ist der Betrieb von Peltier-Elementen geräuschfrei.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden unter anderen, folgende Messungen durchgeführt:

- Verifizierung der Kühlrippenströmung
- Druck- und Dichtigkeitsmessungen
- Temperaturmessungen
- Kalorische Leistungsmessungen
- Wärmebildaufnahmen
- Elektrische Leistungsmessungen
- Volumenstrommessungen

Durch die Ergebnisse ließen sich die COP-Werte des Peltier-Elementes im getesteten, eingebauten Zustand ermitteln. Randbedingung für die Arbeit war, dass ein solcher Prüfstand und ein daraus resultierendes Gerät mit standardmäßigen 230 Volt Wechselspannung bei 50 Hertz und maximalen 16 Ampere betrieben werden kann.

Während der Diplomarbeit sind diverse Messreihen mit dem folgenden Versuchsaufbau durchgeführt worden. Der Farbverlauf im Schema soll die Temperaturänderungen über die Peltier-Elemente darstellen.

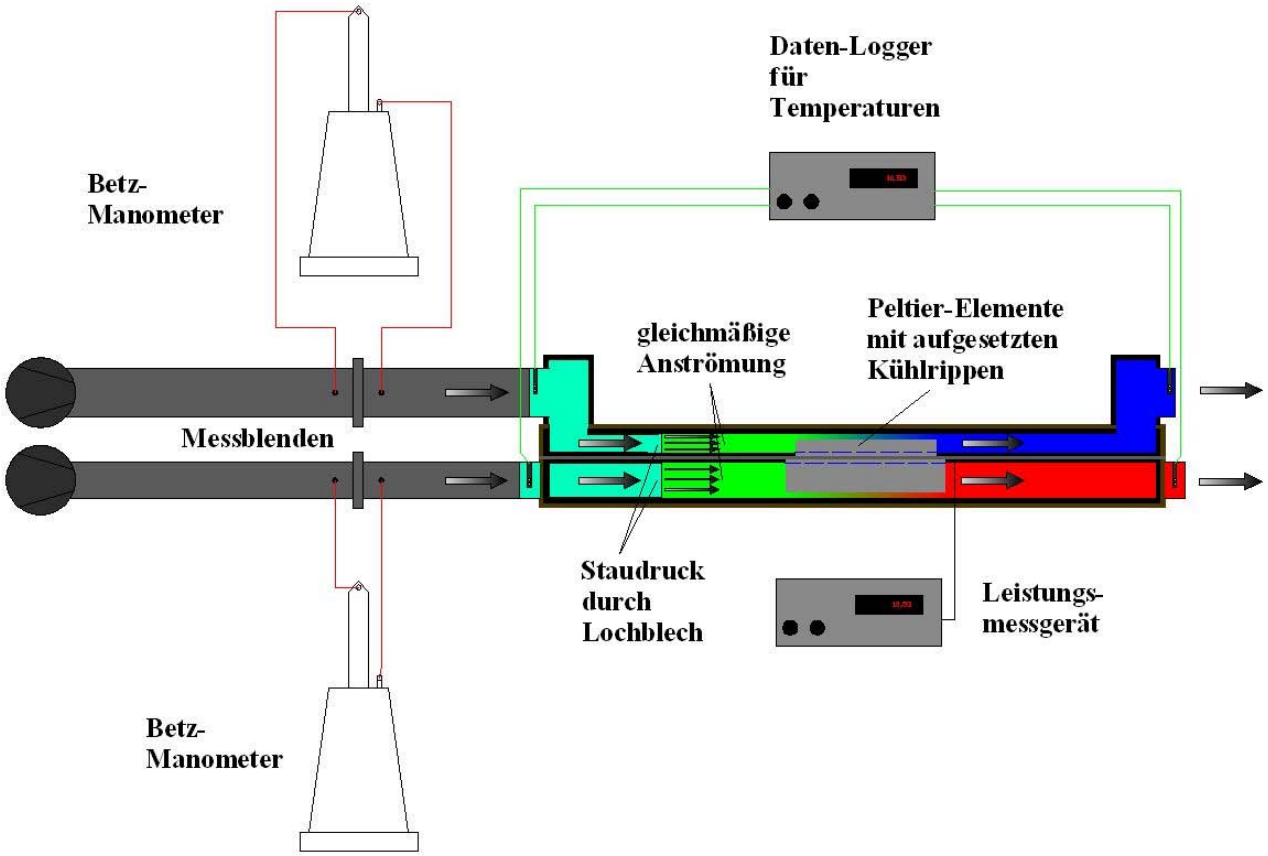
In den Versuchsreihen wurden folgende Daten aufgenommen:

- Luftvolumenstrom (über die Messblenden)
- Eintrittstemperaturen (beidseitig Pt-100)
- Stromaufnahme der Peltier-Elemente
- Austrittstemperaturen
- Umweltbedingungen

Durch diese Messdaten ist es möglich die kalorischen Leistungen des „Peltier-Klimagerätes“ zu ermitteln.

Dadurch wurden die COP-Werte ermittelt. Die COP-Werte sind ein Gütekriterium für Wärmepumpenanlagen wozu auch ein Peltier-Klimagerät zählt.

Die Ergebnisse dieser Diplomarbeit sollen als Basis für die weitere Entwickelung eines Peltier-Klimagerätes dienen.



17 Globale Betrachtung der gesetzlichen Emissionsregelungen hinsichtlich Volatile Organic Compounds (VOC) bei der Herstellung und Verarbeitung von Lacken

Ing. Industrial Ernesto D. Krauch M.Sc.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums	10. August 2007
Studienrichtung	Technisches Management
Laborbereich	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	BASF Coatings AG, Münster

Die Veränderung des globalen Klimas und die Erhöhung der Ozonkonzentrationen gehören zu den meistdiskutierten Themen im politischen und wissenschaftlichen Diskurs. Mit der fortschreitenden Industrialisierung erhöhen sich die Konzentrationen von Luftschadstoffen in der Atmosphäre; dies betrifft u.a. treibhauswirksame bzw. toxische Gase wie das bodennahe Ozon. Ein wesentlicher Faktor bei der Entstehung von erhöhten bodennahen Ozon-Konzentrationen sind flüchtige organische Verbindungen (VOC, engl. *Volatile Organic Compounds*).

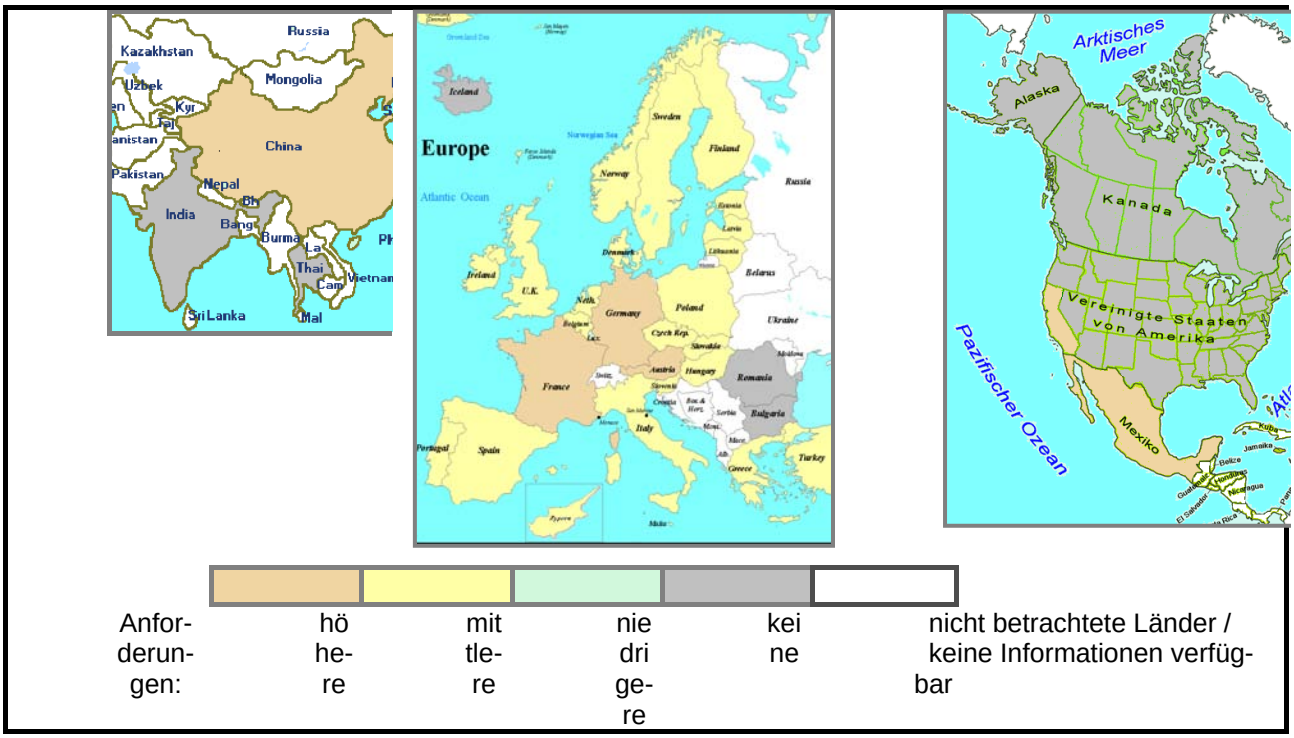
Ein Großteil der VOC-Emissionen wird bei der Lackverarbeitung erzeugt. Für die Lackproduzenten und -verarbeiter bedeutet dies, dass sie in besonderem Maße mit schärferen gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich dieser Emissionen rechnen müssen. Daher steht die Lack- und Farbenindustrie besonders im Fokus der vorliegenden Arbeit.

Die Masterarbeit resultiert aus einem Praktikum bei der Firma BASF Coatings in Münster. Die Firma BASF Coatings agiert als Global Player der Lackindustrie im Rahmen unterschiedlichster Anforderungen in einem internationalen Markt und sieht sich somit ständig der Herausforderung gegenüber, ihre Produkte bzw. Prozesse zu analysieren, um geeignete standortorientierte Strategien für Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit weiter zu entwickeln.

Ziel der Arbeit war es, die gesetzlichen Anforderungen an VOC-Emissionen auf globaler Ebene unter Berücksichtigung der heutigen technischen Möglichkeiten zur Anforderungseinhaltung umfassend und vergleichend darzustellen.

Der Prozess der Einführung von VOC-Regelungen in den verschiedenen Ländern bzw. Regionen wird von vielen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen vor allem die ökonomische Lage, das Know-how, die sozialen Notwendigkeiten und Prioritäten, die Kultur und Politik sowie die unterschiedlichen Rechtssysteme.

Die umfassendsten VOC-Regelungen finden sich in den EU-Ländern. 1999 wurde die erste Richtlinie zur Begrenzung von VOC-Konzentrationen und diffuse VOC-Emissionen veröffentlicht. Die USA haben schon ab 1993 die ersten VOC-Regelungen eingeführt. Diese Regelungen erstrecken sich jedoch nur auf die Zusammensetzung von Lacken und umfassen nicht Konzentrationen von Lösemitteln in der Abluft. In Asien haben bislang lediglich China und Japan VOC-Regelungen eingeführt. Ein Vergleich der Anforderungen an VOC-Konzentrationen am Beispiel der Fahrzeugserienlackierung wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Parallel zur Entwicklung der Gesetzgebung werden fortwährend -und im Wechselspiel damit- neue Techniken zur Senkung der VOC-Emissionen geschaffen, welche nachhaltigere Produktionsprozesse sowie umweltfreundlichere Produkte unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

Entscheidungsfaktoren bei der Bestimmung geeigneter Maßnahmen sind die Abluftmenge, die VOC-Konzentration in der Abluft, die besonderen Behandlungseinsatzgrenzen und -nebeneffekte (wie Sekundäremissionen, Abwasseranfall und Abfallerzeugung) sowie die Investitions- und Betriebskosten. Diese Arbeit stellt umfassende Informationen über die weltweiten Anforderungen an VOC-Emissionen und den Stand der Technik zur Emissionsbegrenzung zur Verfügung. Somit dient dieses Material der Firma BASF Coatings als Entscheidungsinstrument bei der Produktentwicklung sowie als Leitlinie für die Kundenbetreuung.

18 Einsparpotenziale auf Basis von Energiebezugsverträgen in Industrie und Infrastruktur anhand von Beispielen

Dipl.–Ing. (FH) Nils Mecking

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Reinhard Leugers
Datum des Kolloquiums	15. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	
In Kooperation mit:	Siemens AG

Der Energiemarkt in Deutschland befindet sich im Wandel. Die Liberalisierung hat neue Akteure auf den Plan gerufen. Die Vertragstrukturen für Sondervertragskunden haben sich ebenfalls geändert. In Zukunft wird es immer wichtiger sein, die Energieverbräuche transparent zu erfassen, um so die Energiekosten steuern und planen zu können. Dies wird im Zuge der steigenden Energiepreise eine große Herausforderung in der Zukunft darstellen. Die steigende Nachfrage und Knappheit von Ressourcen werden in der Zukunft noch effizientere Systeme in diesem Bereich gefordert. Grundlage wird ein transparentes Energiemanagement sein.

Ziel der Diplomarbeit war es herauszufinden, ob und mit welchen Mitteln es möglich ist, mit bestehenden Bezugsverträgen Energiekosten zu senken. Die so gewonnenen Erkenntnisse wurden anhand von Beispielen erläutert. Die Schwierigkeit dieser Diplomarbeit bestand darin, geeignete Daten und Strukturen aus Bezugsverträgen zu erhalten. In der Regel werden diese Daten und Verträge sehr vertraulich behandelt und nicht an Dritte weiter gegeben.

Als Ergebnis der Arbeit hat sich herausgestellt das in den Bezugsverträgen an einigen stellen Potenziale liegen, die durch technische Maßnahmen wirtschaftlich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren war festzustellen, dass in den Verträgen nur die reinen Kosten für die Energielieferung frei verhandelbar sind und es einen Großteil an fixen Kosten gibt, die eine Senkung durch aufwendige Maßnahmen der Energiebeschaffung nur für sehr große Kunden wirtschaftlich macht.

19 Verwertungskonzept von Bioabfällen zur Erzeugung von Biogas und Einspeisung in das Erdgasnetz

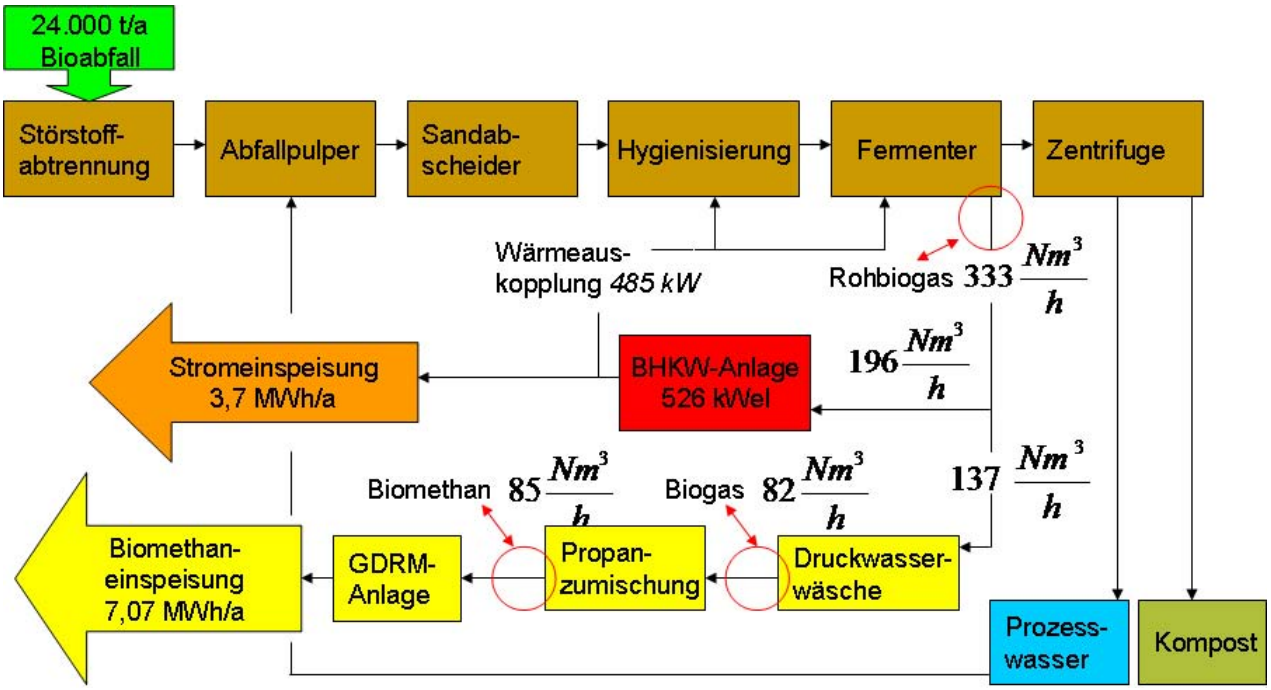
Dipl.-Ing. (FH) Sofian Bastian Guetari

Prüfer	Prof. Dr. -Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Dipl.-Ing. (FH) Sabine Orlok
Datum des Kolloquiums	16. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Vor dem Hintergrund und im Rahmen der Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) im Jahre 2004 hat die Entwicklung von Konzepten für die effiziente Nutzung von Biomasse große Relevanz gewonnen. Die im Rahmen dieser Diplomarbeit betrachtete Biomasse setzt sich aus den Bioabfällen und Grünschnitt der Stadt Dortmund zusammen und soll fermentativ in Biogas umgesetzt werden. Das Biogas ist eine alternative Energiequelle bezüglich der Lösung der Klima- und Umweltprobleme und somit ein Anreiz zur Untersuchung hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte. Hierzu wurden die Herangehensweise und die Konzeptionierung einer Bioabfallverwertungsanlage zur Erzeugung von Biogas bis hin zur Einspeisung in das DEW21-Erdgasnetz erarbeitet.
Das Anlagenkonzept setzt sich aus folgenden Anlagenteilen zusammen: Anlieferung, Abfallpulper, Sandabscheider, Hygienisierungsanlage, Fermenter, Separator, Blockheizkraftwerk (BHKW), Gärrestlager, Druckwasserwäsche.
Diese Anlagenteile wurden aufgrund der Voraussetzungen der fermentativen Biogasgewinnung kombiniert. Diese Voraussetzungen sind in drei Prozessstufen der Biogasgewinnung unterteilt. Die Abbildung zeigt ein Schema der Anlage.
Die erste Prozessstufe beinhaltet die Biomasseanlieferung, -aufbereitung, -vorbehandlung und die Biomasseeinbringung in den Fermenter. Die Biomasse setzt sich aus 4.000 t/a Grünabfall und 20.000 t/a Bioabfall aus der braunen Tonne, die in der Stadt Dortmund anfallen, zusammen.

In der zweiten Prozessstufe wird die Biomasse fermentativ in Rohbiogas umgesetzt. Aus dem Substrat werden rechnerisch 333,3 Nm^3/h Rohbiogas gewonnen. Dieses wird einerseits zu Biomethan aufbereitet und andererseits in einem BHKW verstromt. Das BHKW erzeugt die benötigte thermische Leistung, um die Prozesswärme sowohl für die Hygienisierungsanlage als auch für den Fermenter zu liefern. Die thermische Leistung wird durch eine BHKW-Anlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 526 kW, welche auf 7.000 Betriebsstunden pro Jahr ausgelegt ist, erzeugt. Daraus folgt, dass eine elektrische Energiemenge von 3,68 MWh/a in das Stromnetz einzuspeisen ist und der Ertrag des Stromverkaufs 452.886 €/a beträgt. Der Rohbiogasverbrauch hierfür beträgt 196,3 Nm^3/h.

Die dritte Prozessstufe beinhaltet die Biogasaufbereitung, Biogaskonditionierung und die Verwertung der Gärreste. Die Biogasaufbereitung erfolgt mittels Druckwasserwäsche. Das BHKW benötigt von dem gewonnen Rohbiogas 196,3 Nm^3/h. Demnach ist ein Volumenstrom von 137 Nm^3/h aufzubereiten und zu konditionieren. Bei der Biogaskonditionierung ist zu dem aufbereiteten Biogas eine bestimmte Menge Flüssiggas zuzumischen, um den Brennwert an das vorliegende Erdgasnetz anzugleichen. Die Menge des Flüssiggases



Verfahrensschema der konzipierten Behandlungsanlage

richtet sich dabei nach dem zu erreichenden Brennwert und Wobbe-Index des im Einspeisenetz vorhandenen Gases. Der einzuspeisende Volumenstrom aus CH_4 und C_3H_8 bildet hierbei das Biomethan und beträgt 85,6 Nm^3/h mit einem Brennwert von 11,8 kWh/Nm^3. Die daraus resultierende jährliche eingespeiste Energiemenge beträgt 7.07 MWh und ergibt einen Erlös von 381.810 €/a.

Der Gärrest, der bei der Fermentation anfällt, wird mit einem Separator aufbereitet. Der Separator trennt aus der ausgefaulten Abfallsuspension die Feststoffpartikel ab und entwässert sie zu einer rieselfähigen trockenen Konsistenz. Der vom Separator ausgetragene Feststoff ist der Kompost. Offen bleibt, wie die Entsorgung bzw. der Vertrieb des Gärrests gestaltet wird. Der flüssige Anteil gelangt zurück zu dem Abfallpulper und wird zum Anmaischen des Substrats verwendet.

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Bioabfallverwertungsanlage zeigt, dass bei der Einspeisung des Biomethans in das HD-Netz die Investitionskosten der benötigen Anlagenteile 3,7 Mio € betragen. Jedoch basieren die Zahlen auf Literaturwerten und müssen durch Herstellerangebote verifiziert werden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung lässt darauf schließen, dass bei einer Einspeisung in das DEW21-Erdgasnetz eine Überschreitung des Investitionskostenbudgets von 2,75 Mio € zu vermeiden ist.

Ausgehend von den durchgeführten Betrachtungen und getroffenen Feststellungen ergeben sich für die Einspeisung von Biomethan in das DEW21-Erdgasnetz folgende Schlussfolgerungen:

Die Aufbereitung von Biogas auf Biomethan und die anschließende Einspeisung in das vorliegende Erdgasnetz ist technisch machbar. Die für die Biomethaneinspeisung relevanten DVGW-Regelwerke und die vorgegebenen Qualitätsanforderungen können eingehalten werden. Wie viel Biogas in dieser Biogasanlage produziert wird, hängt von der Zusammensetzung des Substrats ab. Um die Ergebnisse der Berechnung der Biogasausbeute zu bestätigen, ist ein Gärversuch speziell mit dem Bioabfall der Stadt Dortmund durchzuführen. Durch die Substitution des Erdgases mit Biomethan kann eine fossile Primärenergie eingespart und so zur Entlastung der Atmosphäre von klimawirksamen Gasen beitragen werden.

20 Inbetriebnahme eines Kühlturmversuchsstandes zur Optimierung und Neuentwicklung von Füllkörpern für Nasskühltürme

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Bückers

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dr. Jürgen Maltzahn
Datum des Kolloquiums	Hewitech GmbH & Co.KG
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	20. August 2007

Das Ziel meiner Diplomarbeit war es, die Versuchskühltürme der Firma Hewitech in Betrieb zu nehmen, um im Anschluss die Leistungsfähigkeiten neuer Füllkörper für Nasskühltürme zu vermessen. Nachdem die Messtechnik der Kühltürme in der Fachhochschule im Wärmetechnik-Labor überprüft und kalibriert war, wurden mit einer Messwerterfassungsanlage Versuche aufgenommen und ausgewertet.

Das Unternehmen Hewitech setzt im Bezug auf Kühlturmeinbauten neue Maßstäbe, indem es gegenüber Folieneinbauten auch Gittereinbauten für Nasskühltürme produziert. Dazu werden für Planung und Vertrieb technische Auslegungsunterlagen benötigt, aus denen hervorgeht, welche Austauschwirkungsgrade die verschiedenen Einbauten haben. Die Erstellung dieser Unterlagen war ein Teil meiner Arbeit. Für die Dokumentation einzelner Verrieselungskörper wurden jeweils 36 Einzelmessungen durchgeführt, die DV-technisch aufgezeichnet und ausgewertet wurden. Speziell entwickelte Auswertungen unter Excel halfen dabei entsprechende, für die Kühlturmtechnik übliche, Auswertediagramme zu erstellen.

Die komplexen Stoff- und Wärmeaustauschvorgänge wurden dabei in Anlehnung an die vereinfachenden Ansätze von Merkel abgebildet. Die dazu ebenfalls benötigten Berechnungsalgorithmen für einzelne Integrale, wurden durch das Tchebycheff-Verfahren bereitgestellt.

Die Ergebnisse der Auswertungen lieferten eine typische Abhängigkeit der Merkelzahl vom Luft/Wasser-Massenstromverhältnis innerhalb eines Gegenstromkühlers, dass entsprechend grafisch aufbereitet wurde.

Anhand dieses Diagramms können Kühltürme ausgelegt, bzw. die für den Turm passenden Füllkörper ausgewählt werden.

21 Erfassung und Optimierung des Steinfurter Schlosses

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Willemsen
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Weweler

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums	29. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Fürst zu Bentheimische Domönenkammer, Steinfurt

Die Verwaltung des Schlosses Burgsteinfurt trat vor einiger Zeit an den Fachbereich Energie - Gebäude - Umwelt der Fachhochschule Steinfurt heran. Grund hierfür war der hohe Energieverbrauch der beiden Kesselanlagen des Gebäudes. Ein hoher Energieverbrauch für ein Gebäude mit historischen Wandaufbauten und mangelnder Wärmedämmung scheint offensichtlich zu sein. Jedoch kann auch hier ein nennenswertes Energieeinsparpotenzial erschlossen werden.

Ziel dieser Diplomarbeit war die Erfassung und Optimierung der Heizungsanlage des Steinfurter Schlosses. Dafür wurde durch Begehungen vor Ort und in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Schlosses das Heizungssystem erfasst. Als Ansatz für eine Optimierung bot es sich an, das bestehende Heizungsnetznetz mit Hilfe eines computergestützten Planungsprogramms zu überprüfen.

Die wesentlichen Erkenntnisse, die bei der Aufnahme des Heizungssystems gewonnen werden konnten, waren:

- einzelne Rohrleitungsabschnitte nicht mehr auf dem Stand der Technik
- Heizkörper sind oftmals zugestellt und können so nicht die maximale Leistung abgeben
- der Jahresnutzungsgrad des Buderusheizkessels lässt sich durch eine bessere Auslastung steigern.

Eine auf der Heizkörper- und Rohrnetzaufnahme basierende Heizlastberechnung ergab, dass die zu gering dimensionierten Heizkörper den Bedarf im Auslegungsfall nicht decken können. Des Weiteren kann die erforderliche Wärmeleistung, die zurzeit von zwei Heizkesseln bereitsgestellt wird, allein von dem größeren der beiden Kessel erbracht werden. Die hohe Heizlast des Schlosses ist auf die hohen Wärmeverluste des Daches, der Außenwände und der Fenster zurück zu führen.

Aus der Rohrnetzberechnung konnten Erkenntnisse bezüglich der installierten Pumpen gewonnen werden, wodurch sich das schlechte Betriebsverhalten der Pumpen und Mischer erklärt. Positiv zu erwähnen ist der geringe Druckverlust des Rohrnetzes aufgrund der großen Nennweiten.

Zwei Optimierungskonzepte mit detaillierten Verbesserungsvorschlägen wurden erarbeitet. Das erste Konzept beinhaltet Vorschläge mit geringen Investitionskosten, welche bald realisiert werden sollten. Hierbei sollten die Thermostatventile mit dem größten Druckverlust gegen solche mit größerem k_{vs}-Wert ausgetauscht werden, um Pumpenenergie einzusparen. Des Weiteren sollten zwei Pumpen untereinander ausgetauscht werden, was zur Verbesserung der Anlagenhydraulik führen wird. Zusätzlich beinhaltet dieses Konzept die Verbesserung und Erweiterung der bisherigen Wärmedämmung des Rohrnetzes, um die Verteilungsverluste zu reduzieren.

Das zweite Konzept ist mit höheren Investitionskosten verbunden und ergänzt die Vorschläge aus dem ersten Konzept. Hierbei sollte die Wärmebereitstellung auf einen Heizkessel umgestellt werden. Dafür muss ein neuer Verteiler gebaut werden. Die aktuellen Pumpen sollten durch drehzahlgeregelte Pumpen ersetzt werden, da diese sich bei den örtlichen Gegebenheiten schon innerhalb weniger Jahre amortisiert hätten und zu einer langfristigen Senkung der Betriebskosten beitragen würden. Um den Primär- vom Sekundärkreis zu entkoppeln wird der Einbau einer hydraulischen Weiche empfohlen. Zusätzlich zu der im ersten Konzept genannten Verbesserung der Dämmung sollten die gesamten Außenleitungen durch neue Rohrleitungen ersetzt werden. Ein hydraulischer Abgleich der gesamten Heizungsanlage wird dringend empfohlen. Als Grundlage können die Ergebnisse der Rohrnetzberechnung herangezogen werden.

22 Aufbau und Entwicklung eines Prüfstandes zur Wärmeübertragung von verschiedenen Dach- und Wandfassadenelementen aus Kupfer auf unterschiedlich konstruierten Kupferrohrmäandern

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Schütte

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Franz- Peter Schmickler
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Franz Robert Stupperich
Datum des Kolloquiums	29. August 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	KME Germany AG, Osnabrück

Der weltweit steigende Energiebedarf verringert die Ressourcen an fossilen Brennstoffen. Das schonungslose „Verheizen“ von Kohle, Gas und Öl wird jedoch nicht nur weiter die Kosten für Energie sondern auch die Erwärmung unseres Planeten vorantreiben. Einen Ausweg aus dieser Situation bieten die regenerativen Energiequellen. Eine davon ist die Sonnenenergie, die durch Absorber oder Solarkollektoren für die Trink- bzw. Heizungswassererwärmung genutzt werden kann.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, verschiedene Kupferabsorber zu entwerfen, die nicht nur eine gute Wärmeleitung sondern auch eine leichte und schnelle Montage garantieren. Es wurden insgesamt 7 verschiedene Prüfmuster, bestehend aus einem Kupferblech und einem Rohrmäander, entworfen. Das Augenmerk fällt dabei auf die Befestigungsart der Rohr-mäander an die Kupfertafel. In diesem Fall wird dazu ein spezielles doppelseitiges Klebeband verwendet. Es stehen zwei unterschiedliche Wärmeleitlamellenwerkstoffe zur Verfügung; Aluminium und Kupfer. KME ist es durch eine spezielle Technik möglich, die Kupfertafeln in verschiedenen Oxidationsstufen anzubieten. Diese unterschiedlichen Oxidationsstufen wurden in der Diplomarbeit ebenfalls berücksichtigt.
Vier unterschiedliche Oberflächen standen zur Verfügung:

- Patina Oberfläche (grünlich)
- Oxid Oberfläche (bräunlich)
- blanke Kupferoberfläche
- schwarze Oberfläche (durch Lackierung mit Farbe)

Zudem werden bei einigen Prüfmustern die Wärmeleitlamellen und Rohrmäandern abgeflacht. Um das Strahlungsspektrum der Sonne mit dem Versuchsstand simulieren zu können, werden 16 Strahlern a 300 W verwendet. Durch die besondere Positionierung der Strahler konnte eine Einstrahlleistungsdichte von bis zu 883 W/m² erreicht werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Diplomarbeit besteht darin, zu zeigen, dass die Verbindungstechnik mittels Klebeband für diese Art der Nutzung geeignet ist. Laut Hersteller hält das verwendete Klebeband Temperaturen bis ca. 120 °C stand. Es können jedoch unter realen Bedingungen höhere Stillstandstemperaturen auftreten, deshalb muss das Band durch ein temperaturbeständigeres ersetzt werden. Wichtig ist, darauf zu achten, dass das Klebeband weiterhin alterungs-, witterungs- und UV-beständig ist.

Wird also ein passendes Band gefunden, kann das Kleben eine günstige Alternative zu den verschiedenen, auf dem Markt angebotenen Schweißverfahren darstellen.

Nach der Versuchsdurchführung und Auswertung wurde folgende Empfehlung gegeben

die Rohrmäander nicht abzuflachen
die Kupfertafeln vorzubewittern
die Kupferlamellen zu verwenden und
das Klebeband auszutauschen.

Diese Arbeit liefert Entscheidungshilfen für die Weiterentwicklung des Wand- und Dachabsorbers. Bis zur Serienreife bedarf es aber noch einer intensiven weiteren Erforschung. Durch Langzeitversuche sollte z.B. die Haltbarkeit des dann verwendeten Klebebandes näher untersucht werden. Die ermittelten Leistungsdaten dienen hier ebenfalls nur der Aussage, welche Konstruktion die meiste Wärme übertragen kann. Zur genauen Leistungsbestimmung sind die Daten nicht zu verwenden. Da das Energiedach mit einer Wärmepumpe betrieben werden soll, muss auch in dieser Richtung weiter gearbeitet werden. Ferner muss entschieden werden, welche Abmaße das System haben soll und wie die Unterkonstruktion des Energiedachs auszusehen hat.

23 Planung und Dimensionierung einer geothermischen Anlage für ein kombiniertes Wohn- und Bürogebäude

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Leifhelm

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Joachim Behrens
Datum des Kolloquiums	29. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	
In Kooperation mit:	Ingenieurbüro für Haustechnik Winkels Behrens Pospich

Während der letzten Jahre erfuhr der Markt mit geothermischen Anlagen in Verbindung mit Wärmepumpen einen starken Aufschwung. Die richtige Auslegung der Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrundes entscheidet über den technischen und wirtschaftlichen Erfolg. Eine zu klein dimensionierte Anlage kann zu Problemen im Betrieb führen, von überhöhten Betriebskosten bis hin zu Umwelt- und Bauschäden, und eventuell sogar die Stilllegung erforderlich machen. Die Überdimensionierung der Wärmequellenanlage führt zu hohen Investitionen, wodurch die Anlagen unwirtschaftlich werden.

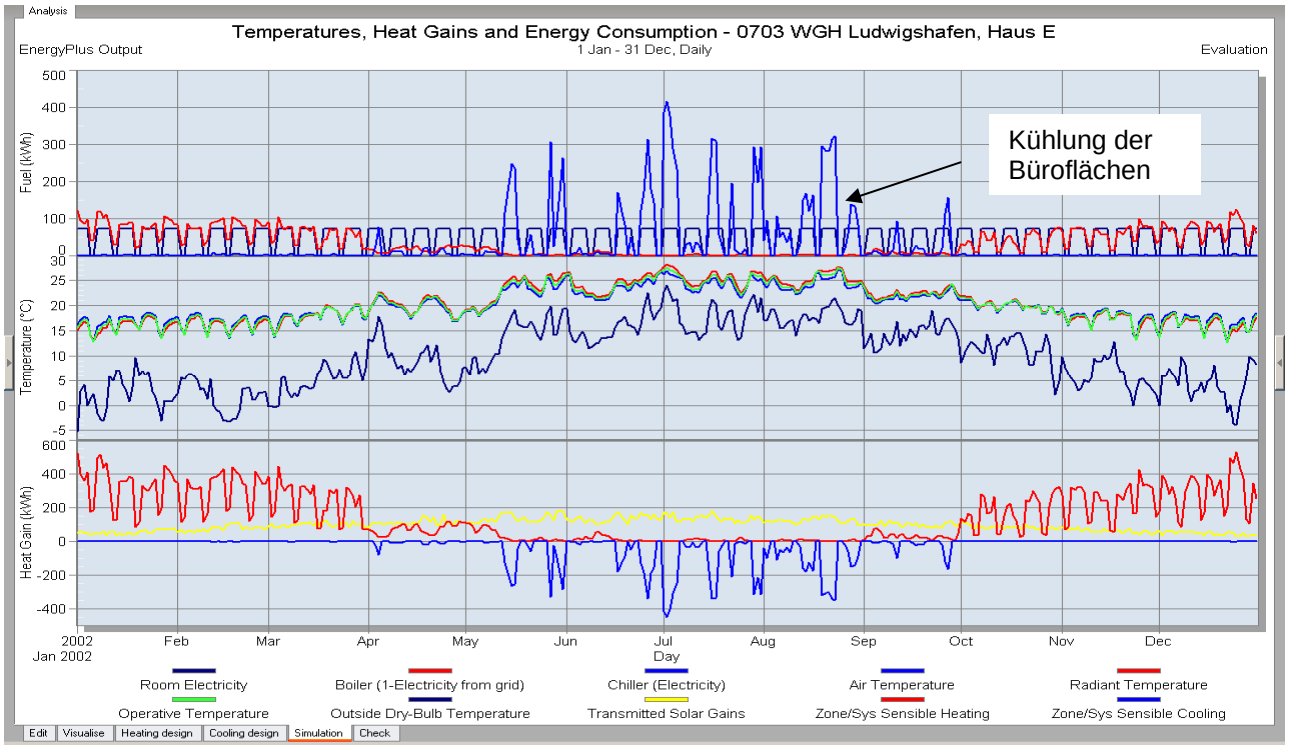
Ziel meiner Ausarbeitung war die Planung einer geothermischen Anlage für ein kombiniertes Wohn- und Bürogebäude. Mit dieser Technik soll ganzjährig der gesamte Wärme- und Kühlbedarf gedeckt werden.

Der Energieverbrauch wurde mit einer dynamischen Heiz- und Kühllastberechnung unter Berücksichtigung der inneren Lasten ermittelt. In dem oben gezeigten Diagramm sind die Energieverbräuche für das Bürogebäude mit Penthousewohnung dargestellt.

Auf dieser Grundlage konnten die Jahresvollkosten der Wärmepumpenanlage zum Heizen, Kühlen und für die Warmwasserbereitung berechnet und geprüft werden.

Durch die Berechnung der Jahresvollkosten wurde aufgezeigt, dass für die geplante Anlage deutlich geringere jährliche Verbrauchskosten entstehen, als bei der gegenübergestellten Kombination aus Gasbrennwertgerät und Kompressionskältemaschine.

Bei dem Wohn- und Geschäftshaus wurde für die Wärmeübergabe ein Flächenheizsystem geplant, da hier nur geringe Vorlauftemperaturen benötigt werden und der Wärmeerzeuger so eine hohe Jahresarbeitszahl erreicht. Für die Wassererwärmung ist die Jahresarbeitszahl kleiner, da hier insbesondere durch die Forderungen des DVGW Arbeitsblatts W 551 höhere Temperaturen erreicht werden müssen.



Die Auslegung des Erdsondenfeldes wurde mit Hilfe des Simulationsprogramms Earth Energy Designer durchgeführt. Die Regeneration des Erdreichs, aufgrund des Wärmeentzugs im Winter, ist wegen der Wärmerückführung durch die Gebäudekühlung im Sommer gewährleistet. Die gewählte Anlagentechnik ist besonders aus ökologischer Sicht sinnvoll, da so der Primärenergiebedarf deutlich verringert wird. Gegenüber konventioneller Technik kann der Kohlendioxidausstoß um 54 % reduziert werden.

24 Optimierung einer Sanitärinstallation am Beispiel eines Hallenbads

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Timpe M.Sc.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.
Datum des Kolloquiums	30. August 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Die Gesundheit des Menschen ist das höchste Gut. Aus diesem Grund rückt immer mehr auch die Hygiene technischer Anlagen in den Mittelpunkt der Anlagenauslegung bzw. des Anlagenbetriebs.

Betroffen von dieser Bewegung sind alle technischen Bereiche der Hausinstallation. Dies spiegelt sich in neuen Verordnungen, wie z.B. der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch als auch in neuen Richtlinien, wie z.B. in der VDI 6022 „Hygiene Anforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte“ im Bereich der Raumlufttechnik wie auch z.B. in der VDI 6023 „Hygienebewußte Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen“ im Bereich der Sanitärtechnik wider.

Die hier vorgestellte Masterarbeit befasste sich mit dieser Thematik im Bereich der Sanitärtechnik anhand eines ca. 25 Jahre alten Bestandsschwimmbads.

Zuerst einmal wurden die aktuellen Richtlinien im Bereich der Sanitärtechnik herangezogen. Aufgrund des Übergangs von nationaler Normung hin zur europäischen Normung ist die Situation nicht immer ganz durchsichtig.

Leider ist es bei fast allen Gebäuden im Bestand so, dass durch Nichterstellung der Bestandspläne durch die ausführende Firma, durch Umzüge der Behörden, durch event. Wasserschäden im Keller oder ähnliche Umstände keinerlei Bestandsunterlagen mehr vorhanden sind. Dies traf auch bei diesem Objekt zu. Die Konsequenz war, dass vor Ort die sanitäre Installation komplett neu erfasst werden musste. Zwischenzeitlich wurde das Badpersonal noch in Hinblick auf event. Problematiken im Bereich der sanitären Einrichtungen interviewt. Des Weiteren wurden vor Ort die Bedingungen im Zirkulationssystem und in den Warmwasserbereitern mittels Durchfluss- und Temperaturmessung erfasst.

Diese Ergebnisse wurden dann in Planunterlagen und in schriftlicher Form zu einem „Istzustand“ zusammengetragen. Dieser Zustand wurde analysiert, und es wurde ein Maßnahmenkatalog für einzelne Bereiche des Bades erarbeitet. Die kurzfristigen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs wurden dann in der Betriebspause des Bades konsequent umgesetzt. Hieraus ergeben sich nicht nur hygienische Verbesserungen, z.B. durch die hydraulische Einregulierung des Zirkulationssystems, durch Installation von Maschinenthermometern zur besseren Überwachung der Anlage, durch Veränderung der Leitungsführung, durch Verbesserung der Dämmungen, durch Demontage von nicht häufig genutzten oder defekten Anlagenteilen, usw., sondern es wurden auch energetische Verbesserungen angestrebt.

Bild 1: WWB

Die energetischen Maßnahmen zählen zu den mittelfristigen Maßnahmen. Sie wurden in der Masterarbeit ebenfalls berücksichtigt. Hierfür wurden vor Ort in der Betriebspause Zähler im Bereich des TWW Netzes der Duschen für Damen und Herren montiert. Die Verbräuche der Duschbereiche werden mittels Zählern erfasst und von den vor Ort arbeitenden Badangestellten mittels einer eigens dafür entworfenen Exceltabelle dokumentiert. Des weiteren wird die Besucheranzahl des Bades festgehalten. Hieraus ergeben sich Erkenntnisse zu den vor Ort installierten Speichervolumina. Mit dieser Maßnahme können zukünftig voraussichtlich die vorhandenen 2.000l Trinkwarmwasserspeicher auf den tatsächlichen Bedarf angepaßt werden.

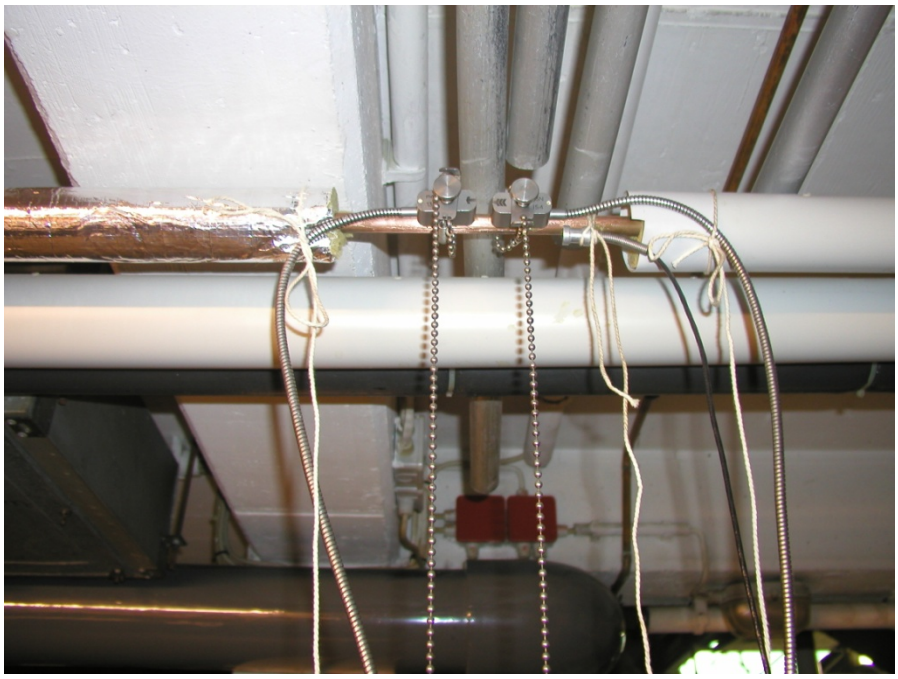


Bild 2: Messung der Zirkulationsleitung

25 Energieeffizienz, Primärenergieeinsatz, Anlagenaufwandszahl, Ökobilanz und wirtschaftlicher Einsatz des KWK-Anlagenbetriebes in Wohngebäude nach EnEV

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Ostholt

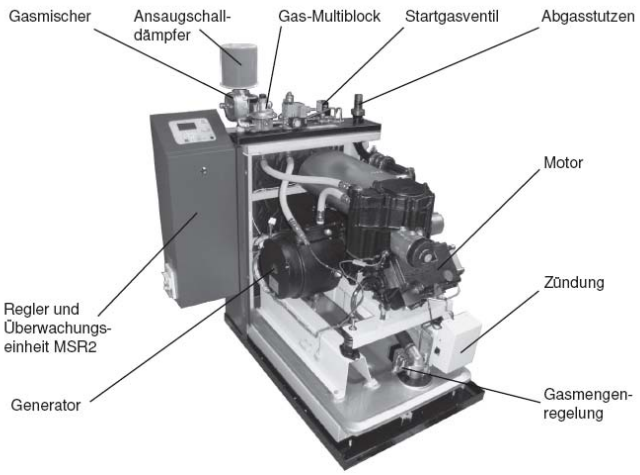
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer: Dipl.-Ing. Peter Genau, M.Sc.

Datum des Kolloquiums: 31. August 2007

Studiengang: Technisches Management (Master)
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft

Der „Energiepass“ nach EnEV ist in aller Munde. Die EnEV 2007 soll zum 1.Oktober 2007 in Kraft treten. Hier nach wird die energetische Erfassung von bestehenden Gebäuden zur Pflicht. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird für ein bestehendes Einfamilienhaus (Baujahr 1978) den Primärenergieeinsatz sowie die Anlagenaufwandzahl für den Einsatz einer KWK-Analgenbetriebs untersucht. Um die Ergebnisse weiter zu konkretisieren soll die Möglichkeit betrachtet werden, wie sich der Primärenergieeinsatz verändert, wenn die produktspezifischen Eigenschaften des MHKW, hier der Dachs der Firma SenerTec, für die Berechnungen verwendet werden.

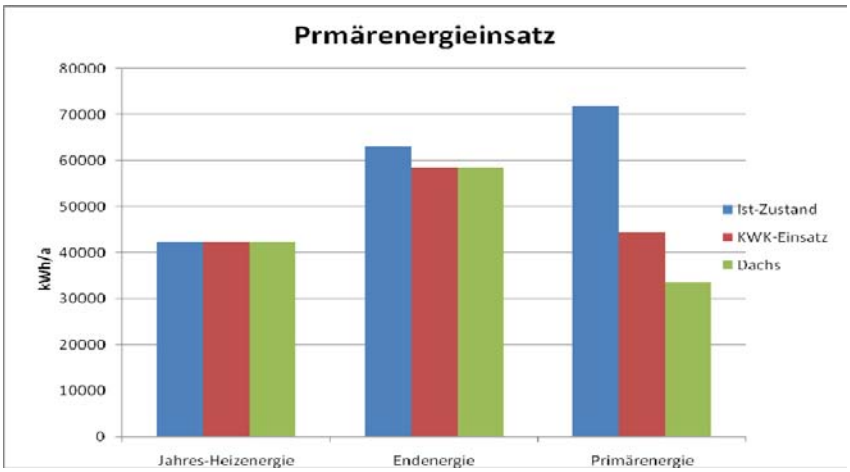
Der Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10 beschreibt den Aufwand und Ertrag eines Energieträgers, den dieser benötigt bzw. erwirtschaftet. Für KWK-Anlagen gibt es in der Norm keinen genauen Primärenergiefaktor, sondern es wird der Faktor für Nah/ und Fernwärme fp= 0,7 bei KWK-Betrieb eingesetzt. Um nun geringsten Primärenergieverbrauch zu erzielen, erlaubt die Norm für konkrete Wärmeversorgungssysteme die Ermittlung des Primärenergiefaktors anhand der Produktspezifikationen. Mit der genauen Berechnung des Primärenergiefaktor nach DIN 4701-10 kann der Faktor zum angegebenen Faktor 0,7 für KWK-Anlagen auf 0,51 bis 0,38 heruntergesetzt werden.



Der Primärenergieverbrauch beim Einsatz einer Dachs KWK-Anlage der Firma SenerTec reduziert sich so um ca. 53 %. Das macht für unser Beispielhaus eine Nettoeinsparung von 38.466 kWh aus, die global gesehen nicht mehr aufgebracht werden muss um das Haus mit der nötigen Energie zu versorgen.

	Einheit	HKA G 5,5	HKA G 5,0 LowNOx	HKA F 5,5	HKA HR 5,3
Brennstoff	-	Erdgas	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl EL
elektrische Nettoleistung	kW	5,38	4,88	5,38	5,16
thermische Leistung der KWK-Anlage	kW	12,5	12,3	12,5	10,5
thermische Leistung des Kondensers	kW	0,80	0,80	0,80	0,70
Brennstoffleistung	kW	20,5	19,6	20,5	17,9
$f_{PE,WV}$ KWK-Anlage	-	0,51	0,56	0,51	0,40
$f_{PE,WV}$ KWK-Anlage inklusive Kondenser	-	0,48	0,53	0,48	0,38

Die Möglichkeit zum produktspezifischen Ansatz der Primärenergiezahl nach Berechnung der DIN 4701-10 hat nur Auswirkungen auf den Primärenergieeinsatz der Gebäude-und Anlagespezifikationen. Bei einer Einzelmaßnahme, d.h. wie im Rahmen dieser Arbeit betrachtet, ist die aufwendige Ermittlung des spezifischen Primärenergiezahl nicht sinnvoll, da hierdurch keine wirtschaftlichen Vorteile geschaffen werden können. Eine Einzelförderung zu verbesserten Konditionen, wie diese im CO2- Gebäudesanierungsprogramm der KfW veranschlagt sind, gibt es nicht. Dies ist erst bei erreichen des EnEV –Neubauniveau und somit auch einer Reduzierung des Transmissionswärmebedarf HT möglich. Eine Reduzierung des Transmissionswärmebedarfs bei bestehenden Gebäuden kann nur durch bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle erzielt werden. Der einfache Austausch einer Heizanlage führt nicht zum erreichen des EnEV-Neubauniveau, wobei hier wieder das Zusammenwirken der Anlagen- und Gebäudetechnik zum tragen kommt.



Daher ist es völlig ausreichend bei Einzelmaßnahmen mit dem nach DIN 4701-10 angegebenen Primärenergiefaktor von 0,7 bei KWK-Anlagen zu arbeiten. Da bei den Öko-Plus-Maßnahmen der KfW die Vorgabewerte eingehalten werden können. Bei detaillierter KWK-Anlagenbewertung lassen sich Primärenergiefaktoren deutlich unter 0,7 erzielen.
Allerdings ist bei einer energetischen Sanierung eines Gebäudes durch bauliche und anlagentechnische Maßnahmen die Ermittlung des spezifischen Primärenergiefaktors interessant, da hier Werte beim Primärenergieverbrauch von -30% unter EnEV-Neubauniveau zu erzielen sind.
Abschließend ist zusagen, dass durch die KWK Anlage Dachs Primärenergie um bis zu 50% einzusparen sind und damit die Umwelt weniger belastet und die Energieressourcen weiter aufgespart werden. Der KWK-Anlagebetrieb ist eine ökologische und ökonomische sinnvolle Anlagenvariante in der Gebäudetechnik. Es lässt sich damit die höchsten Primärenergieeinsparungen und CO_2 Emissionsminderungen erzielen. Eine Eeinstufung in die Gebäudeklasse „ A “ hebt den Wert der Imobilie an.

26 Projektierung und Optimierung einer Membranbioreaktoranlage für Abwässer aus der Teeindustrie

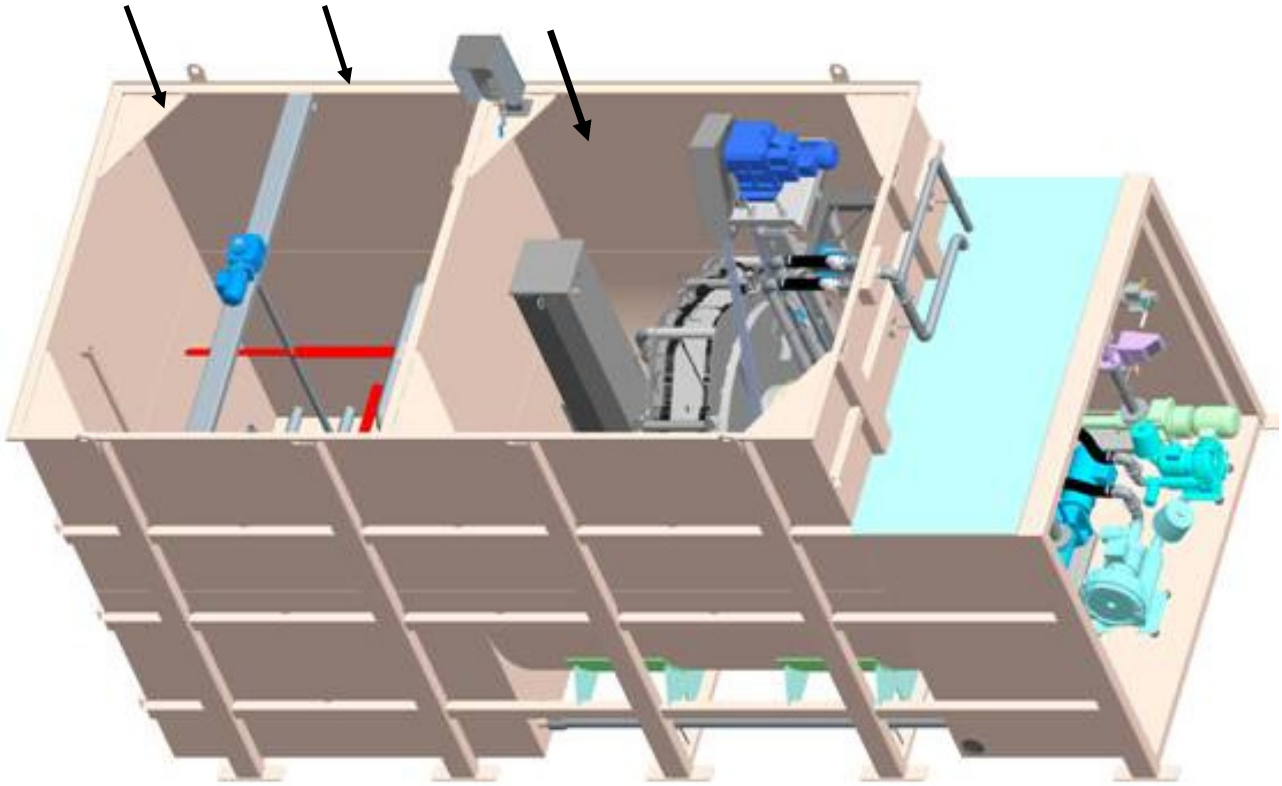
Dipl.-Ing. (FH) Markus Haverkamp

Prüfer	Professor: Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Hans Huber AG

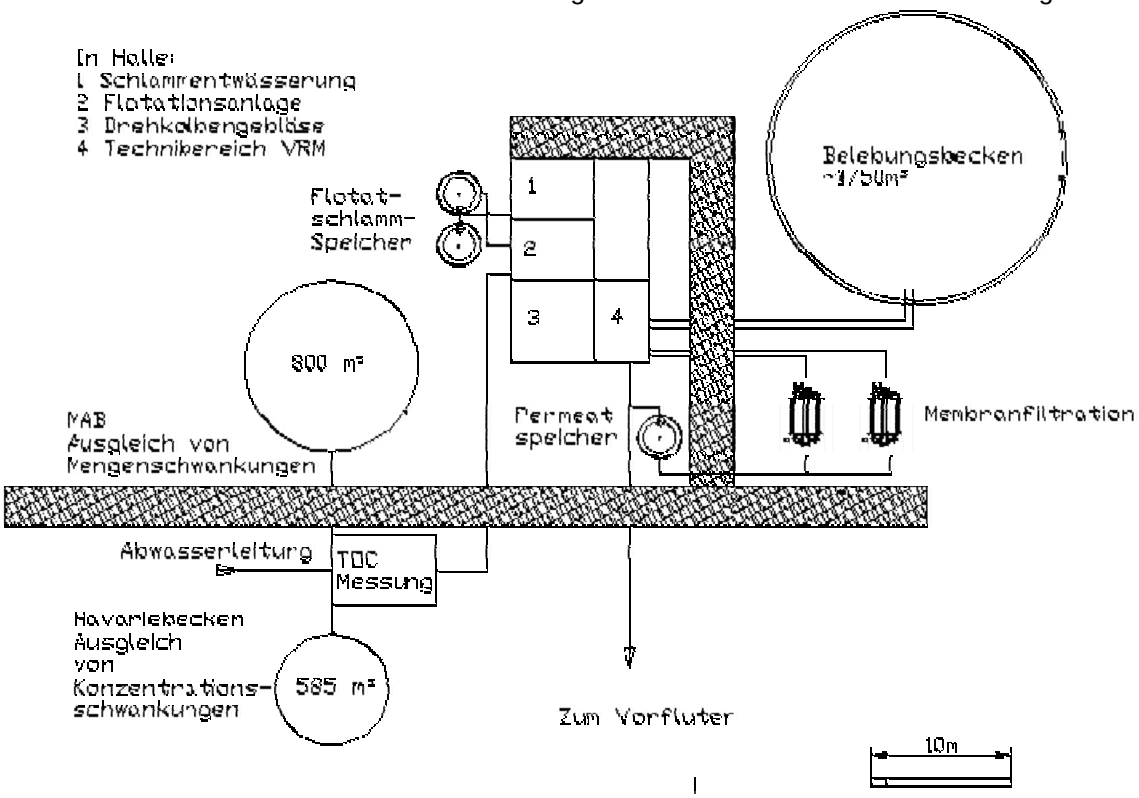
Die Firma Martin Bauer produziert wässrige Tee- und Kräuterextrakte, entkoffeinierte Teeprodukte und trockene Teemischungen. Durch das permanente Wachstum der Firma in den letzten Jahren sind die Abwasserbehandlungskapazitäten in der Gemeinschaftskläranlage voll erschöpft und zusätzlich müssen zeitweise hoch belastete Teilströme extern entsorgt werden.

Die Hans Huber AG wurde deshalb mit einem Versuchsbetrieb beauftragt, um ein Konzept für eine Betriebskläranlage zu entwickeln. Durch die Versuchsphasen I-IV wurde festgestellt, dass durch einen alleinigen Betrieb einer Membranbioreaktoranlage der angestrebte CSB-Wert nicht erreicht wird.
Im Rahmen der Arbeit wurden zwei verschiedene Ansätze verfolgt. Zum einen wurden die Teilströme erfasst und analytisch untersucht. Es zeigte sich, dass die beiden Teilströme Separatorenabwasser und das Restwasser aus der Koffeinschlammabtrennung in geringen Mengen anfallen (max. insgesamt 6m³/d) und dabei einen großen Anteil schwerabbaubarer Abwasserinhaltsstoffe mit sich führen (CSB:BSB_5 Verhältnis 5:1-7:1). Durch Untersuchung der Ethylacetatkonzentration im Abwasser im Teilstrom Bau 21 konnten Konzentrationen von bis zu 15 g/l gemessen werden. Durch eine Verbesserung der Etylacetatrückgewinnung könnten Produktkosten eingespart werden und die organische Belastung der Kläranlage deutlich reduziert werden. Daneben konnten Lösungsansätze für die Schwefelwasserstoffproblematik in der Abluft der industriellen Vorreinigung gefunden werden. So könnte z.B. im Misch- und Ausgleichsbecken eine pH Wert Regelung mit Natronlauge Dosierung eingebaut werden, damit der pH Wert durch Versauerungsprozesse nicht unter einen pH Wert von 6,5 absinkt damit möglichst wenig Schwefelwasserstoff ausgast.

Zusätzlich wurden in der Arbeit weitergehende Verfahren der Abwasserreinigung im Labormaßstab bzw. Versuchsbetrieb untersucht. Im Labormaßstab zeigte die Adsorption an Aktivkohle, die Ozonierung und die Fällung/Flockung ihre grundsätzliche Eignung. Als einziges wirtschaftliches Verfahren erwies sich die Fällung/Flockung, die dann in den Betrieb der Versuchsanlage durch eine Flotationsanlage mit chemischer Stufe integriert wurde.
Durch den Betrieb des Membranbioreaktors mit vorgeschalteter Flotationsanlage und der Ausschleusung des Separatorenwassers Bau 8 konnte die anvisierte CSB Ablaufkonzentration von 75 mg O_2/l deutlich unterschritten werden. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde eine Betriebskläranlage mit 20.000 Einwohnerwerten projektiert. Die Anlage besteht aus einem Misch- und Ausgleichsbecken, einem Havariebecken, einer Flotationsanlage mit chemischer Stufe, einem Membranbioreaktor und der Schlammentwässerung.



Schematische Darstellung der Membranbioreaktor Versuchsanlage



Planungsskizze der projektierten 20.000 EW Betriebskläranlage

27 Untersuchung und Diskussion verschiedener Speicherkonzepte für solarthermische Großanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Rafael Müller

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Frank Thole
Datum des Kolloquiums	29. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Inhalt dieser Diplomarbeit ist der Vergleich und die Bewertung vier verschiedener Speicherkonzepte für Solarthermische Großanlagen.

Der Anlass für die Bearbeitung dieser Diplomarbeit besteht zum Einen darin, Erkenntnisse über das Verhalten zweier Schaltungsvarianten von Schüco Solarpufferspeichern zu gewinnen. Die Parallelschaltung von Solarpufferspeichern wird der seriellen Schaltung gegenübergestellt.

Ein weiterer Grund für die Anfertigung dieser Diplomarbeit ist der erste Test des Prototyps „Consens“, einer Neuentwicklung eines Wärmespeichers, welcher ebenfalls für den Einsatz in Solarthermischen Großanlagen konzipiert wurde. Dieser Wärmespeicher soll eine Schichtbe- und Entladung ohne bewegliche Teile im Innenraum des Speichers ermöglichen. Der Speicher wird aus GFK gefertigt und drucklos betrieben. Ein Grund, den „Consens“ Speicher für Schüco Solaranlagen einzusetzen, ist die gute Transportfähigkeit. Während des Transports ist der Speicher nicht breiter als 70 cm, da er erst vor Ort montiert wird. Dies ist ein wichtiges Auswahlkriterium für Solarspeicher bei einer Aufstellung in einem vorhandenen Gebäude, bei dem die Türen und Durchgänge zu schmal für den Transport anderer Speichervarianten sind. Er entstand in Kooperation der Firma Haase GFK-Technik GmbH, der Technischen Universität Ilmenau und der Schüco International KG. Während dieser Diplomarbeit wird durch mehrere Tests überprüft, ob der Wärmespeicher „Consens“ die Schichtbe- und Entladung mit der Ausbildung einer nutzbaren Temperaturschichtung im Speicher verbindet, oder ob die Schichtladeeinrichtung überarbeitet werden muss.

Die vierte Speichervariante ist ebenfalls ein von der Firma Haase GFK-Technik GmbH gefertigter GFK Wärmespeicher gleicher Größe. Allerdings verfügt diese Ausführung über interne Wärmetauscher und damit nicht über eine Schichtladeeinrichtung.

Die Diplomarbeit basiert auf dem Versuchsteil, dieser beinhaltet den Auf- und Umbau der Prüfstände und Speicherschaltungen, sowie die Aufnahme und Auswertung sämtlicher Messergebnisse.

Übersicht Versuchsaufbau

Mit Hilfe von insgesamt fünf verschiedenen Bewertungskriterien werden die vier Speichervarianten verglichen:

Bereitschafts-Wärmeaufwand
Der Bereitschafts-Wärmeaufwand ist notwendig, um den Speicher über einen Zeitraum von 24 Stunden auf dem gleichen Temperaturniveau zu halten. Gemessen wird hier die elektrisch engesetzte Arbeit zur Beheizung.

Temperaturschichtung solare Beladung
Bei dieser Messung wird überprüft, ob sich bei der Beladung des Speichers eine Temperaturschichtung im Speicher bzw. in der Speicherschaltung der Schüco Speicher einstellt.

Temperaturschichtung Nachheizung
Hier wird gemessen, ob sich der Bereitschaftsteil des Speichers beladen lässt, ohne dass sich der gesamte Speicher mit aufheizt.

Schüttvolumen
Das Schüttvolumen ist das Warmwasservolumen, welches der Speicher zur Verfügung stellen kann. Bei dieser Messung wird warmes Wasser mit einer Temperatur von 45 °C gezapft. Das Schüttvolumen wird sowohl nach solarer Beladung, als auch nach der Beladung des Bereitschaftsteils bestimmt.

Heizungsunterstützung
Bei der Heizungsunterstützung wird dem Speicher nach solarer Beladung Wärmemenge über die konventionelle Heizung entzogen, während der Bereitschaftsteil zur Trinkwassererwärmung nicht abkühlen darf.

28 Energetische und energiewirtschaftliche Optimierung des Energiebedarfs eines mittelständischen Industrieunternehmens durch den Ausbau des Kraft – Wärme – Kälte – Kopplungs – Betriebes

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hartmann

Prüfer	Prof. Dr. - Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl. -Ing. (FH) Peter Genau M.Sc.
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

Die Aufgabe der Diplomarbeit war der ökonomische und ökologische Vergleich zwischen konventioneller Energieversorgung und der Kraft – Wärme – Kälte – Kopplung im Zuge einer Betriebsstättenerweiterung eines mittelständischen Industrieunternehmens im Münsterland.

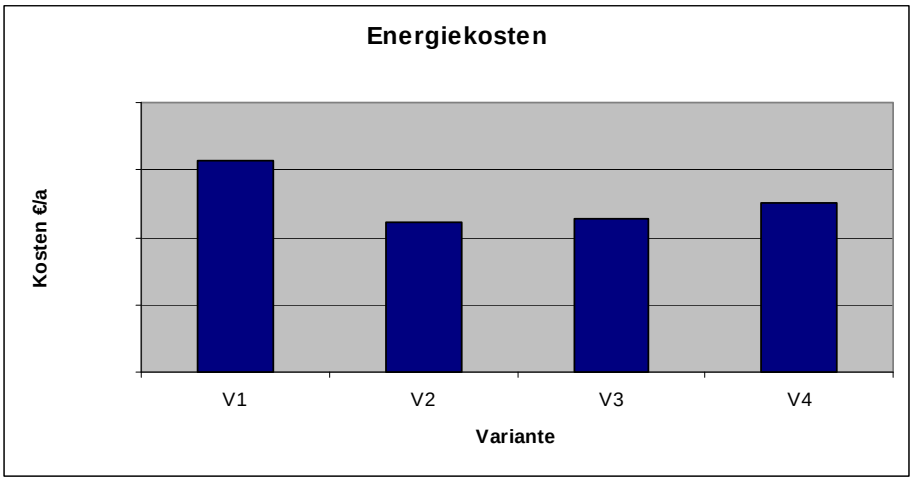
Um in der frühen Planungsphase eine Entscheidung über die Wirtschaftlichkeit von möglichen Energieversorgungskonzepten herbeizuführen, sollten im Rahmen der Diplomarbeit die wichtigsten technischen Abhängigkeiten anhand der spezifischen Energieumwandlungsprozesse in Nutzenergie, sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen der Anlagentechnik aufgezeigt werden.

Durch die Betrachtung der Vollkostenrechnung verschiedener Varianten der Energieversorgung und Szenarien der Energiepreisentwicklung wurde ein Vergleich der Energiekosten zwischen der Strom-, Wärme- und Kälteversorgung durch die BHKW– und Absorptionskältetechnik und der getrennten Versorgung über den örtlichen Energieversorger und dem Heizkesselbetrieb vorgenommen.
Die Varianten unterschieden sich im Wesentlichen durch die Anzahl der BHKW – Module, verschiedener Kältemaschinen und Kesselgrößen.

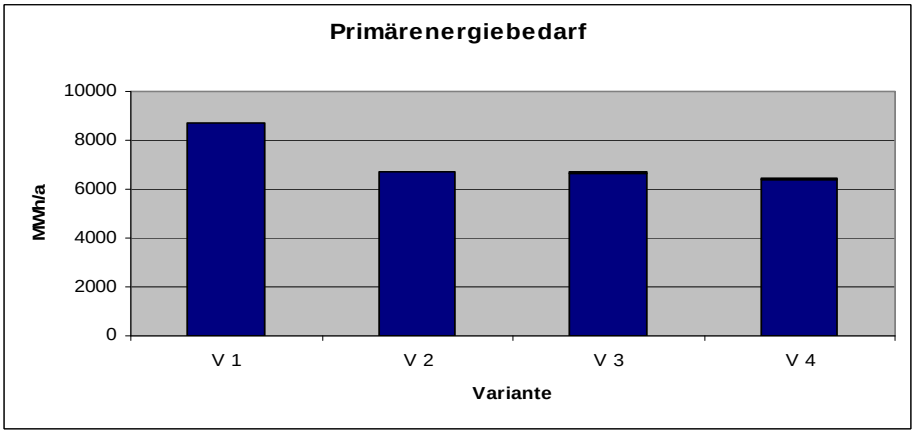
Nach der letzten Ausbaustufe wird das Unternehmen bei konventioneller Energieversorgung einen Energiebedarf von 1450 MWh_{th}/a und 2700 MWh_{el}/a erreichen.

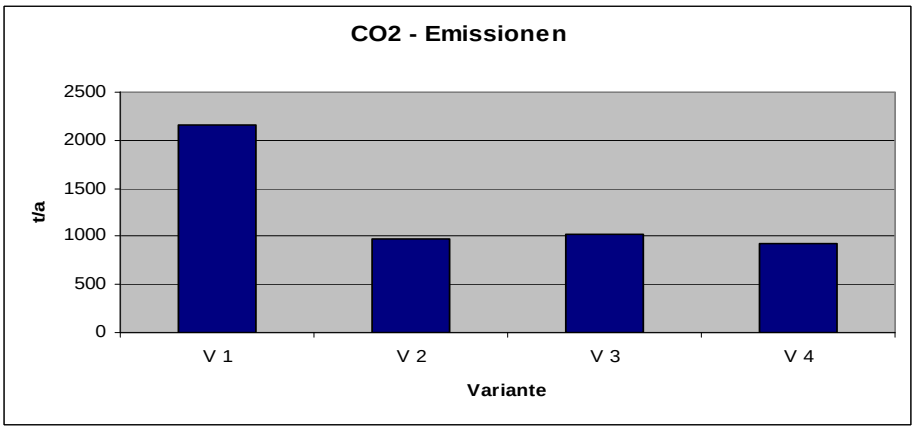
Beim Einsatz der KWKK – Technologie kann der Strombedarf durch den Einsatz von Absorptionskältemaschinen erheblich gesenkt, die Laufzeiten der BHKW – Module erhöht und somit die Wirtschaftlichkeit erheblich gesteigert werden.

Das Ergebnis der Diplomarbeit ist, dass sich die KWKK – Variante im Heizölbetrieb mit jeweils 2 Blockheizkraftwerken im wärmegeführten Betrieb und 2 Absorptionskältemaschinen als die Wirtschaftlichste herausgestellt hat. So werden bei einer Amortisationszeit von 7,5 Jahren 13,5 %/a an Energiekosten gegenüber der konventionellen getrennten Energieversorgung eingespart.



Aus ökologischer Sicht ist anzumerken, dass bei dieser Variante zudem 55 % oder 1179 t/a der CO_2 - Emissionen und 23 % bzw. 2027 MWh/a weniger an Primärenergie gegenüber der konventionellen Energieversorgung benötigt werden.





29 Machbarkeitsstudie zur wirtschaftlichen Integration einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Bereich des Sudhauses der Warsteiner Brauerei zur Stromerzeugung und Substitution von Prozessdampf durch die Abwärmenutzung des Antriebsaggregates

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Holtdirk

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Peter Genau, M.Sc.
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung & Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Warsteiner Brauerei, Haus Cramer KG

Die im Sauerland beheimatete Warsteiner Gruppe entwickelte sich in den letzten Jahren zu einem internationalen Getränkekonzern. Ihr Gesamtabsatz im Jahr 2006 betrug rund 6,1 Millionen Hektoliter, der Gesamtumsatz lag bei 535 Millionen Euro. Zur Warsteiner Gruppe gehören neben der Warsteiner Brauerei auch die Paderborner Brauerei Haus Cramer KG, Casa Isenbeck in Argentinien, Beteiligungen an der König Ludwig GmbH & Co. KG, der Frankenheim Brauerei sowie an Brauereien in Kamerun, Gambia und Nigeria. Weltweit beschäftigt die Warsteiner Gruppe 2500 Mitarbeiter.
In meiner Diplomarbeit wurde der Einsatz einer KWK-Anlage in der Warsteiner Brauerei auf energetische, wirtschaftliche und ökologische Einflüsse untersucht. Ziel der Anlage ist es, die Energiekosten zu senken, den Strombezug der Brauerei durch Eigenstromerzeugung zu reduzieren, wärmeintensive Betriebsprozesse durch die Abwärmenutzung des Antriebsaggregates zu übernehmen und somit Prozessdampf zu substituieren. Der zentrale Punkt der Untersuchung lag darin, Abnehmer mit einem passenden Temperaturniveau für die Abwärme der KWK-Anlage in der mit Prozessdampf versorgten Brauerei zu finden.
Nachdem diese Verbraucher im Sudhaus mit den Würzekochern und den Maischebottichen gefunden wurden, musste die Höhe des Wärmebedarfs ermittelt werden. Dazu wurde der genaue zeitliche Verlauf eines Sudes aufgenommen und genutzt, um ein thermisches Lastprofil der Würzepfannen und Maischebottiche über einen Produktionstag zu erstellen. Anhand dieses Lastprofils war man in der Lage, Aussagen über den Wärmebedarf, die Anlagengröße und die Pufferung zu treffen. Für die weiteren Betrachtungen wurde eine Anlagengröße von $3 \cdot 580\ kW_{el}$ gewählt. Ziel dieser Anlage ist es, die erzeugte elektrische Energie in das Netz der Brauerei einzuspeisen. Die anfallende thermische Energie soll genutzt werden, um die aus Brauwasser und Malz bestehende Maische und die Bierwürze zu erhitzen. Zusätzlich soll die anfallende thermische Energie an produktionsschwachen Tagen und an Wochenenden zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs dienen.
Die jährliche Energiekosteneinsparung würde bei Energieerzeugung durch KWK und Reststrombezug gegenüber derzeitig getrennten Bezug von Strom und Gas um einen hohen sechsstelligen Betrag sinken. Berücksichtigt man die Gesamtinvestitionskosten, beträgt die statische Amortisationszeit 2,03 Jahre. Neben den wirtschaftlichen Vorteilen der KWK-Anlage würde die Brauerei einen aktiven Beitrag zur Senkung der CO_2-Emissionen und zur Einsparung von Energieressourcen leisten. Dies wird dann auch durch die Zuteilung von CO_2-Zertifikaten belohnt, die durch Verkauf bei derzeitigem Stand Erlöse um die 100.000 Euro im Jahr einbringen würden.

30 Absorptionskälteanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Jonas Schmidt

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Kältetechnik
In Kooperation mit:	Bilfinger Berger AG

Die Absorptionskältetechnologie ist ein alternatives Verfahren zur Kälteerzeugung und unterscheidet sich von anderen Kälteerzeugungs-Verfahren im Kern durch die Form der Antriebsenergie. Anders als bei klassischen Kompressionskältemaschinen, die mit Hilfe von elektrischem Strom angetrieben werden, dient bei Absorptionskälteanlagen Wärme als Antriebsmedium.

Diese thermische Energie kann der Absorptionskältemaschine aus verschiedensten Quellen zur Verfügung gestellt werden. Beispiele hierfür sind die Beschickung der Maschine aus einem Fernwärmenetz, die Verwendung von Heißwasser aus solarthermischen Anlagen, die Abwärmenutzung aus Kraftprozessen oder die direkte Befeuerung mit fossilen Brennstoffen.

Motivation und Hintergrund der Ausarbeitung war es zu untersuchen, ob die Absorptionskälte zu Recht eine solch untergeordnete Rolle auf dem weltweiten Kältemarkt spielt. Hierfür wurde die Arbeit in einen allgemeinen sowie einen praxisbezogenen Abschnitt unterteilt. Im allgemeinen Teil wurden die verschiedenen Varianten und Systemkomponenten solcher Kältemaschinen detailliert untersucht und beschrieben. Auch die heiz-, kühl- und kälteseitige Einbindung dieser Anlagen wurde in diesem Abschnitt behandelt.

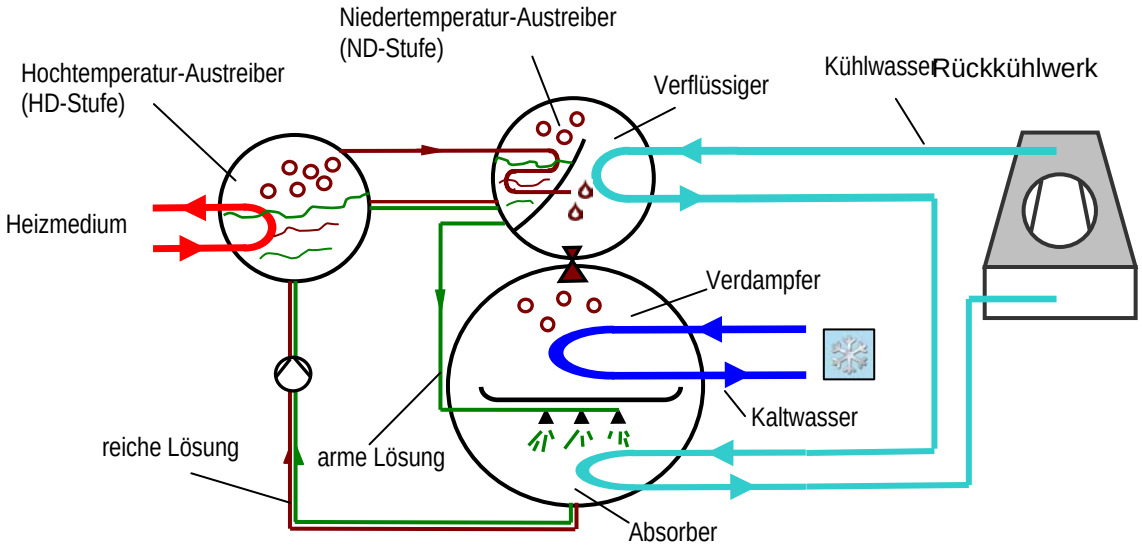
Im praktischen Teil der Arbeit wurden drei verschieden Absorptionskälte-Varianten für ein Bauvorhaben in Nigeria geplant. Bilfinger Berger stellte hierfür alle erforderlichen Planungsunterlagen zur Verfügung. Ziel war es herauszufinden, ob und - wenn ja - unter welchen Randbedingungen diese Kältemaschinen in Nigeria sinnvoll eingesetzt werden können. Um die drei Varianten mit der lokalen Standard-Kälteerzeugungsvariante vergleichen zu können, wurde solch eine Anlage ebenfalls projektiert.
Die vier folgenden Varianten wurden geplant und deren technische Daten sowie Investitions- und Betriebskosten gegenübergestellt:
Zwei direkt befeuerte Absorptionskältemaschinen mit einer Kälteleistung von je 285 kW. Als Brennstoff der zweistufigen Anlagen diente Heizöl, die Rückkühlung erfolgte über einen offenen Verdunstungskühlturm.
Eine einstufige heißwasserbetriebene Absorptionskältemaschine mit einer Kälteleistung von 590 kW. Die Heißwasserbereitstellung erfolgte parallel durch eine Solaranlage sowie einen Heißwasserkessel. Die Rückkühlung wurde ebenfalls mit einem offenen Verdunstungskühlturm realisiert.

Ein Kombinationsbetrieb von drei Blockheizkraftwerk-Modulen, deren Abwärme das Heißwasser für die Absorptionskältemaschine bereitstellt. Die Kälteleistung sowie die Rückkühlung der Anlage sind analog zu der aus Variante 2. Zwei konventionelle luftgekühlte Scrollverdichter. Der Antrieb dieser Kompressionskältemaschinen erfolgte über elektrischen Strom. Die Rückkühlung erfolgte direkt über Luft am Verflüssiger. Auf eine separate Rückkühlanlage konnte daher verzichtet werden. Die Kälteleistung je Modul betrug 290 kW.

Als problematisch stellte sich gerade in der tropischen Region die Rückkühlung heraus. Die hohen Betriebs- und Instandhaltungskosten der Rückkühlanlage verzehrten die Rendite der teilweise günstigeren Kälteerzeugung. Ebenso stand der Kapitaldienst der angedachten Solaranlage aus Variante 2 in keinem Verhältnis zu der dadurch entstandenen Brennstoffeinsparung. Einzig das Konzept der so genannten Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung konnte technisch und wirtschaftlich überzeugen. Hier ist die Kälteenergie praktisch das „Abfallprodukt“ der Stromerzeugung durch BHKW-Module. Diese liefern den ohnehin benötigen Strom und erzeugen mit ihrer Abwärme über die Absorptionskältemaschine die gewünschte Kälteenergie.

Für eine tatsächliche Realisierung einer solchen Anlagenvariante sind allerdings praxisrelevante Fragen wie Ersatzteilbeschaffung, elektrotechnische Einbindung der BHKWs sowie die Innovationsbereitschaft des Bauherrn zu klären.

Allgemein lässt sich sagen, dass der relativ geringe Marktanteil der Absorptionskältetechnologie durchaus das Potential zum Ausbau hat. Die solare Kühlung für Wohnungs- und Kleingewerbebauten hat vor allem im Mittelmeerraum gute Zukunftsperspektiven und mit Hilfe der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung könnten Kraftwerksbetreiber auch im Sommer ihre Abwärme nutzen, in Kälte umwandeln und in einem Fernkältenetz zur Verfügung stellen. Bei allem Optimismus sollten Anlagen dennoch nur dann realisiert werden, wenn sie wirtschaftlich rentabel und technisch nachhaltig betrieben werden können. Denn der Imageschaden von übermotiviert realisierten Anlage würde die allgemein positive Entwicklung auf diesem Sektor stark ausbremsen.



31 Messung der Schallabsorption in Hallräumen nach EN ISO 354

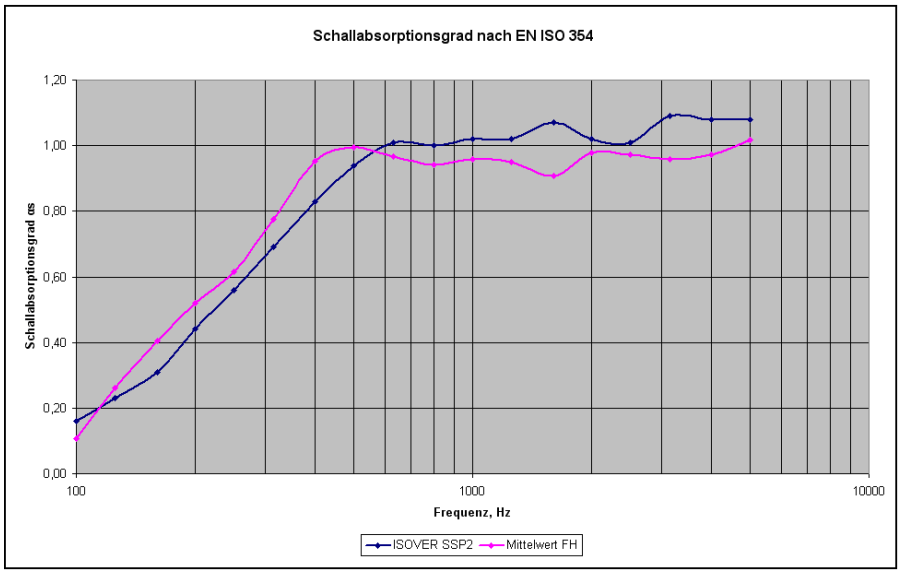
Dipl.-Ing. Tran Huy Nguyen M.Sc.

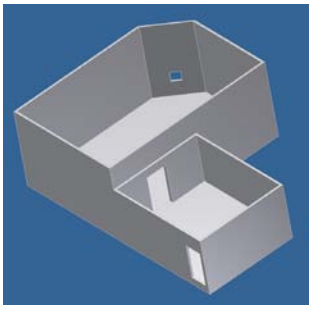
Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. (FH) Tobias Ausländer M.Sc.
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Der hörbare Schall, der die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinträchtigt, kann vom Menschen als Nutzschall oder Störschall wahrgenommen werden. Seine Merkmale sind der Schalldruckpegel, das Frequenzspektrum, der zeitliche Verlauf und die Dauer seiner Einwirkung.

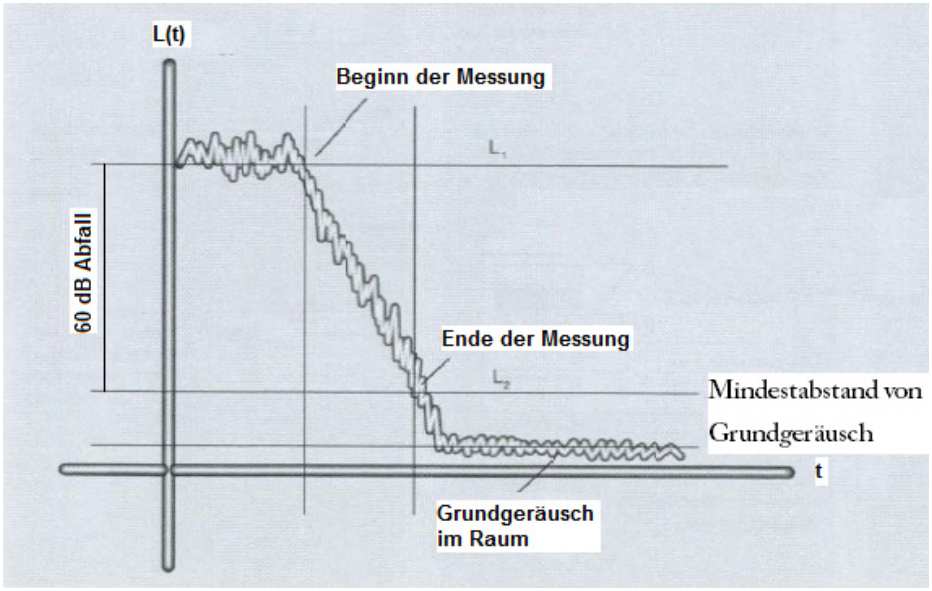
Um diese Größen beschreiben zu können, ist die Erfassung von messbaren physikalischen Größen und deren Auswertung sowie die Entwicklung und Umsetzung von Gegenmaßnahmen erforderlich.

Die Norm EN ISO 354 beschreibt ein Verfahren zur Messung des Schallabsorptionsgrads von akustischen Materialien unter speziellen akustischen Bedingungen (Hallraum).



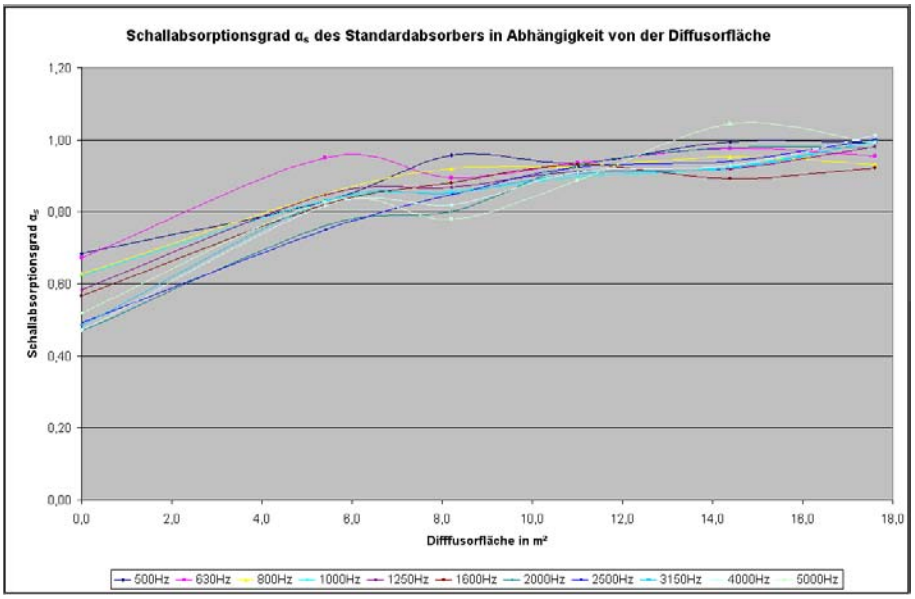


Diese akustischen Materialien bestehen aus großflächigen Bauteilen, die zur Bekleidung von Wänden und Decken benutzt werden, oder Einzelobjekten mit entsprechender Schallabsorptionsfläche wie Möbelstücke, Personen oder Absorptionskörper. Eine solche Messung ist sehr wichtig für den Hersteller und Planer, damit kann er die Wirksamkeit von Schallabsorbern sowie den



Einsatz von Materialien zur Regulierung der Nachhallzeiten in Räumen berechnen und beurteilen kann.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde unter Berücksichtigung der Norm EN ISO 354 ein Hallraum der Fachhochschule Münster des Fachbereiches Energie-Gebäude-Umwelt auf Eignung überprüft werden. Dabei wird untersucht, ob er dem Stand der Technik entspricht und die Anforderungen der Norm EN ISO 354 erfüllt.



Der Hallraum wird für Forschung und Lehre eingesetzt, zusätzlich sind Untersuchungen für die Industrie, wie zum Beispiel die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades von Materialen (porösen Absorbern, Plattenabsorbern oder Gestühl) oder Schallleistung von Geräuschquellen (Geräten oder Maschinen) geplant.

32 Vergleich von Luftbefeuchtungssystemen in Klimazentralgeräten

Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Focke

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Helmut Heidrich
Datum des Kolloquiums	31. August 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

In dieser Diplomarbeit wurde ein Vergleich von Luftbefeuchtungssystemen angestellt.

Grundlage sind die zentralen Klimaanlagen eines Gebäudes in Münster. Diese Anlagen wurden im Dezember 2006 abgenommen und in Betrieb gestellt. Im Februar 2007, nach der vollen Inbetriebnahme des Gebäudes, stellte sich heraus, dass die derzeitige Stromversorgung des Geländes an ihre Grenzen stößt.

Als einen großen Faktor des hohen Stromverbrauchs wurde die Dampferzeugung mit elektrischer Energie zur Befeuchtung an den 6 größten raumlufttechnischen Geräten ausgemacht. Auf diese installierten Befeuchter entfallen etwa 30 % der Anschlussleistung des Geländes. Wenn diese nicht mehr mit elektrischer Energie betrieben werden, besteht ein erhebliches Einsparpotential. Somit wird ein Austausch der elektrischen Dampf-Luftbefeuchter gegen alternative Befeuchtungsanlagen in Erwägung gezogen.

Im Einzelnen wurden folgende Möglichkeiten verglichen:

- Beibehaltung der elektrischen Dampf-Luftbefeuchter und die dann notwendige Erweiterung des Mittelspannungsnetzes
- Austausch der bestehenden Befeuchter gegen gasbefeuerte Dampf-Luftbefeuchter mit einer neuen Flüssiggastankanlage und -verteilung
- Austausch der elektrischen Dampf-Luftbefeuchter gegen zentral versorgte Dampf-Luftbefeuchter mit heizölbetriebenem Dampferzeuger und Dampfverteilung
- Austausch der elektrischen Dampf-Luftbefeuchter gegen ein adiabates Luftbefeuchtungssystem, dem Hybrid-Luftbefeuchter, unter Berücksichtigung der Mehrleistung von Lufterhitzer und Ventilatoren

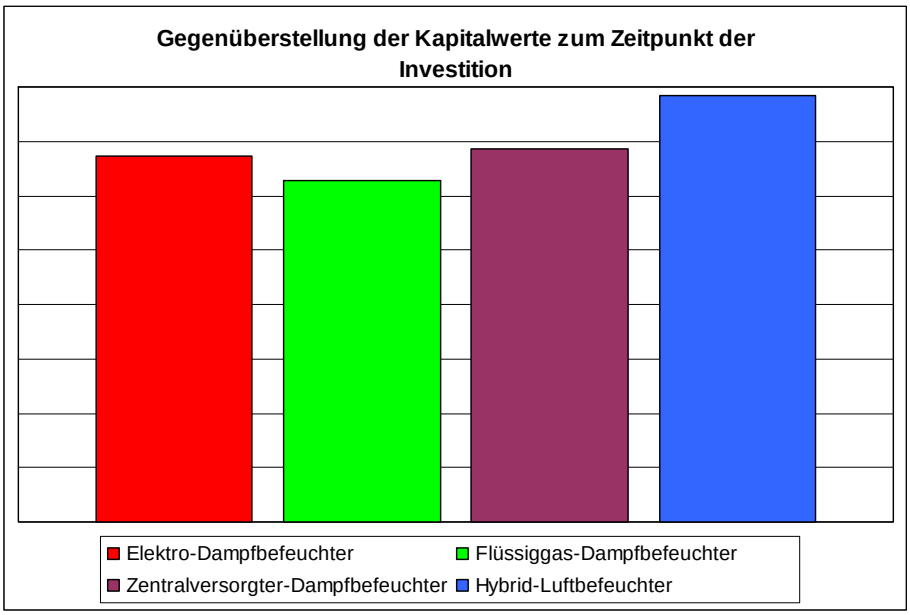
Als Teil der Grundlagenermittlung wurden die Zuluftzustände mit Hilfe einer Kühllastberechnung ermittelt. Diese wurden mit Wetterdaten verglichen, um für jede Stunde eines Referenzjahres, die zur Befeuchtung notwendige Wassermenge errechnen zu können.
Mit den Wassermengen, den Außen- und Zuluftzuständen, sowie den Anlagendaten konnte ein Vergleich der Energiekosten erstellt werden.
Ein weiterer Schritt war die Ermittlung von Investitionskosten. Diese wurden von Anlagenherstellern, Bauunternehmen und Ausführenden Firmen zusammengetragen und ausgewertet.

Die Summe der Kosten wurde für einen Zeitraum von 15 Jahren bestimmt, wofür die Kapitalwertmethode genutzt wurde.
Um nicht nur wirtschaftliche Aspekte zu vergleichen, wurde eine CO_2-Bilanz für die Luftbefeuchtungssysteme erstellt und verglichen.

Als Ergebnis dieses Vergleichs ist der flüssiggasbetriebene Dampf-Luftbefeuchter als wirtschaftlichste Befeuchterart zu nennen. Da dieser bei der CO_2-Bilanz ebenfalls gut abschneidet ist dieses System auch zu empfehlen. Allerdings muss der Platzbedarf für neu zu erstellende Flüssiggastanks berücksichtigt werden.

Das installierte Befeuchtungssystem ist als platzsparend und nur wenig unwirtschaftlicher zu nennen. Positiv gegenüber den Alternativen wirken sich die Investitionskosten aus, da die Mittelspannungsanlage spätestens bei einer Erweiterung der Gebäude erweitert werden muss. Negativ wirken sich die hohen Emissionen bei der Erzeugung von elektrischem Strom aus.
Die ölbefeuerten, zentral versorgten Dampf-Luftbefeuchter sollten bei einer späteren Erweiterung in Betracht gezogen werden da, bei ausreichender Auslegung des Dampferzeugers und des Verteilnetzes, spätere Befeuchter an das Dampf-Verteilnetz angeschlossen werden können. Weiterhin kann der bestehende Öltank genutzt werden. Negativ wirkt sich der Platzbedarf für den Dampferzeuger und das Dampf-Verteilnetz aus.
Der Hybrid-Luftbefeuchter sollte bei einer späteren Erweiterung in betracht gezogen werden, da dieser platzsparend zu installieren ist und eine gute CO_2-Bilanz hat.

Hinsichtlich einer Entscheidung für oder gegen ein System sind die Preisentwicklungen für Energien entscheidend. Bei weiterhin großen Preissteigerungen für fossile Energien sollte den elektrisch betriebenen Dampf-Luftbefeuchtern der Vorzug gegeben werden. Auch unter Berücksichtigung der sinkenden Umweltbelastungen durch regenerative Energien bei der Stromerzeugung ist dieses sinnvoll.



33 Technische und wirtschaftliche Bewertung von Nahwärmenetzen Vergleich von Simulationsergebnissen am Beispiel der Nahwärmeversorgung Kaarst

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Reicks

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Baschek
Datum des Kolloquiums	05. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgungstechnik

Die Energiewirtschaft steht an einem Scheideweg. Es stellt sich die Frage, ob die Kraftwerkskapazität durch neue zentrale Großkraftwerke ersetzt wird oder ob die Entwicklung auf dezentrale, gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme hinausläuft?

Bei einer Entwicklung hin zu kleinen Arealnetzen ergeben sich für die Energieversorger neue Geschäftsfelder. Das Interesse, neue Kunden für die Wärmelieferung zu gewinnen, ist groß. Diese Entwicklung wird von den Energieversorgern mit großem Interesse verfolgt.

Im ersten Teil dieser Arbeit geht es um die Marktsituation der Nah-/ Fernwärmeversorgung. Hierzu wird auf die Feststellung des Wohnungsbestandes und dessen zukünftige Entwicklung in Deutschland eingegangen. Die Erfassung von nah-und fernwärmeversorgten Wohngebieten lässt einen Schluss über deren Ausbaupotential zu. Die Einflüsse des liberalisierten Energiemarktes sowie die zukünftige Entwicklung der Primärenergiepreise werden ebenfalls betrachtet und bewertet. Die Auswirkungen politischer Entscheidungen auf nationaler und europäischer Ebene werden erläutert. Auf nationaler Ebene ist das z. B. die Förderung der Kraft- Wärme- Kopplung und deren Einfluss auf den Wärmemarkt. Die Rolle des Emissionszertifikathandels und dessen Auswirkungen werden ebenso erläutert.

Zur technischen und wirtschaftlichen Bewertung von Arealnetzen wurde die Universität Dortmund, Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft, mit der Erstellung eines Berechnungsprogramms beauftragt. Dieses Programm, mit seinen entsprechenden Modulen ist in der Lage, Wärmekosten für Kunden in einem Wärmenetz zu berechnen. Des Weiteren ist es fähig Grunddaten zur Dimensionierung einer Heizzentrale zu liefern und mögliche Kombinationen (Brennstoffmix) einer wirtschaftlichen Wärmeerzeugung zu simulieren.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wird das Berechnungsprogramm auf seine Anwendbarkeit überprüft. Dies geschieht mit Hilfe von drei unterschiedlichen Simulationen. In einem ersten Schritt wird die Anwendbarkeit anhand eines fiktiven Arealnetzes überprüft. Grundlage für diese Simulation sind die Eckdaten eines bereits bestehenden Arealnetzes. Für diese Simulation wird davon ausgegangen, dass die Gebäude der Liegenschaft bisher nicht mit Nah-/ Fernwärme versorgt wurden. Eine entsprechende Neuerstellung des Versorgungsnetzes, beruhend auf fiktiven Eingangsdaten, wird hier simuliert.

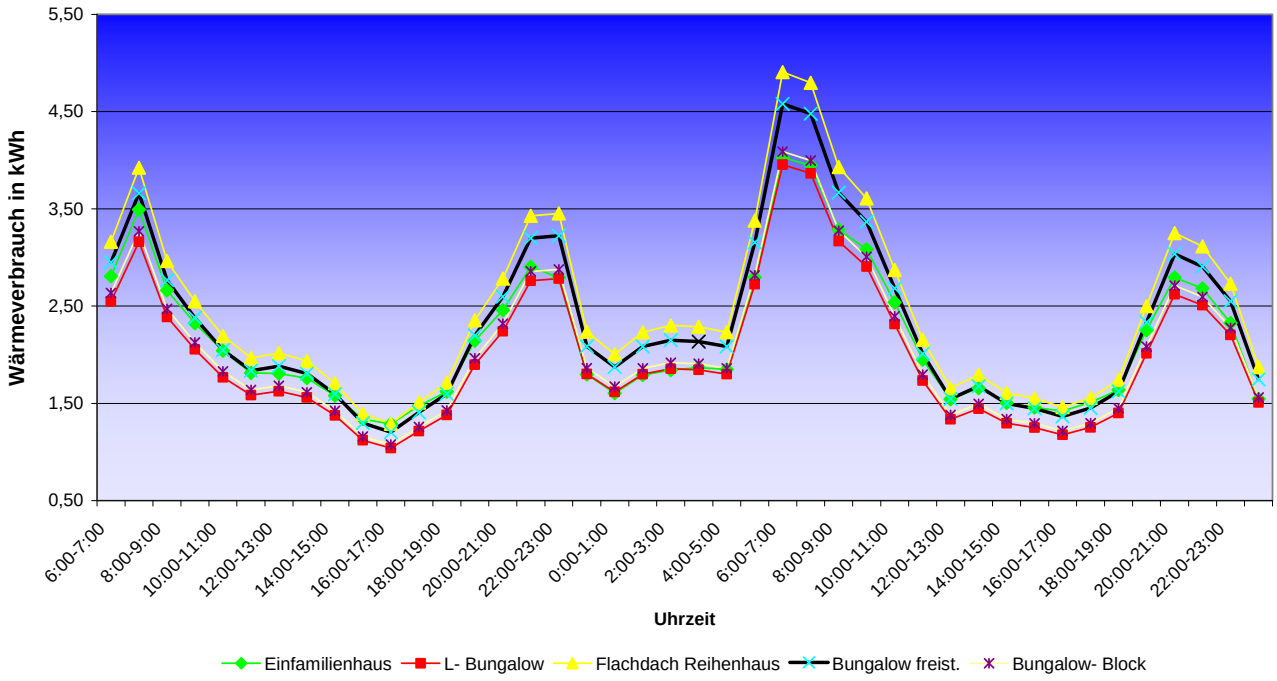
In einer weiteren Simulation wird der Ist- Zustand dieses realen Wärmenetzes aufgenommen und in die Simulation überführt. Hierzu werden die bestehenden Anlagenteile wie Heizkessel und Rohrleitungen aufgenommen und der Berechnung zu Grunde gelegt. Aufgrund dieser Berechnungen kann dann der aktuelle Zustand des Versorgungsnetzes bewertet werden.

In der abschließenden Simulation wird überprüft, ob der Betrieb eines Gas-BHKW, für diese Liegenschaft, wirtschaftlich sinnvoll ist. Unter Berücksichtigung des BHKW werden erneut die Wärmekosten errechnet.

Ziel dieser Arbeit ist somit die Überprüfung und Anwendbarkeit der Software sowie die Erstellung und der Vergleich von Simulationsrechnungen.

Um Eingangsdaten für die Simulationen zu erhalten wurden u.a. bestehende Gebäude in verschiedene Kategorien eingeteilt. Je nach Gebäudetyp wurde ein unterschiedlicher Wärmeverbrauch zu Grunde gelegt. In dem folgenden Diagramm sieht man z. B. den jeweiligen Wärmeverbrauch in Abhängigkeit der Uhrzeit und der jeweiligen Gebäudekategorie.

Vergleich der Stundenverbräuche der unterschiedlichen Kategorien in Abhängigkeit des Jahresverbrauchs



34 Entwicklung eines Luftleitsystems für den Informationsschalter des Flughafens Münster/Osnabrück im Hinblick auf die physikalischen und physiologischen Zustände

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Holtwick

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Matthias Rehling M.Eng.
Datum des Kolloquiums	06. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Flughafen Münster/Osnabrück GmbH

Ziel dieser Diplomarbeit war es, die Ursache für die Zugerscheinung an der Airport Information des Flughafens Münster/Osnabrück herauszufinden und geeignete Maßnahmen aufzuzeigen, wie sich die Behaglichkeit dort erhöhen lässt.

Die Flughafen Information des Flughafen Münster/Osnabrück ist unter anderem für die Belange aller Fluggäste zuständig. Der Schalter der Airport Information befindet sich im Terminal, direkt im Übergangsbereich zwischen Terminal 1 und Terminal 2.
Der Flughafen hat kein Nachtflugverbot, so dass der Informationsschalter jeden Tag 24 Stunden besetzt ist.

Das in dieser Diplomarbeit untersuchte Problem ist die durch Zuglufterscheinungen auftretende Unbehaglichkeit am Arbeitsplatz des Informationsschalters. Hauptsächlich in den Wintermonaten und in den Nachtstunden beklagen sich die Mitarbeiter des Informationsschalters über das Auftreten von Zugerscheinungen. Sie leiden häufig an Erkältungskrankheiten, daraus resultiert ein erhöhter Krankenstand.

In einem ersten Schritt wurden dazu in verschiedenen Messreihen die physikalischen Faktoren des sehr komplexen Luftsystems, wie sie in dem Flughafengebäude herrschen näher untersucht und analysiert. Aber auch die physiologischen Zustände der Personen im Informationsschalter spielen dabei eine wichtige Rolle. Daher wurden diese begleitend untersucht.
Die Untersuchung am Informationsschalter ergab eine Vielzahl von Faktoren als Ursache der Unbehaglichkeit der Mitarbeiter an ihrem Arbeitsplatz. Da jedoch nicht alle Strömungssituationen genau reproduzierbar nachvollzogen werden können, sind in dieser Diplomarbeit nur die am ehesten in Betracht kommenden Faktoren untersucht worden.

Einer der Hauptgründe für die Entstehung des Zugluftstromes ist in den RWA-Klappen zu finden, die für die Realisierung der freien Lüftung genutzt werden.
Des Weiteren können die Öffnungen der Fassade als wesentlicher Einflussfaktor für die Zugerscheinungen betrachtet werden. Vor allem der Betriebszustand der Karusselltüren im Schiebetür-, oder Durchgangsmodus kann zu Zugerscheinungen am Informationsschalter führen.

Ein weiterer Grund für die Zugerscheinungen am Informationsschalter können die Weitwurfdüsen an der Nordwand direkt oberhalb des Schalters sein. Die Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass der Einfluss der Weitwurfdüsen nicht allein ausschlaggebend für die Zugerscheinungen sind.
Die Zugerscheinungen können auch durch eine sich im Terminal einstellende thermische Luftwalze entstehen. Hervorgerufen wird diese durch innere thermische Lasten und durch die Sonneneinstrahlung.

Auch physiologische Größen spielen eine wichtige Rolle bei den Untersuchungen.
Durch eine ungleichmäßig verteilte Wärmeabgabe des Körpers kann schneller eine Unbehaglichkeit entstehen, die als Zug empfunden wird. Weiter wird durch den hohen Turbulenzgrad der Strömung die laminare Luftschicht über der Haut zerstört und die Hautoberfläche wird schneller abgekühlt. Somit stellt sich schon bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten eine Unbehaglichkeit ein.

Die Lösung des Problems am Informationsschalter des Flughafen Münster/Osnabrück muss den Zugerscheinungen entgegenwirken und den Informationsschalter abschirmen, um bei der Vielzahl der Faktoren eine einheitliche Maßnahme zur Besserung der Behaglichkeit zu erreichen.
Dieses wird durch ein Luftleitsystem am Informationsschalter realisiert. Das Luftleitsystem ist ähnlich dessen einer Luftschleieranlage, es schirmt den Informationsschalter gegen die Luftströmung des Terminals ab, so dass sie nicht mehr in den Arbeitsbereich des Informationsschalters gelangen können. Jedoch sollte bei diesem Luftleitsystem die Austrittsgeschwindigkeit der Zuluft variabel gestaltet werden, um eine zu starke Anströmung der Kunden zu vermeiden.
Eine Kompaktbox mit Filter, Ventilator und elektrischem Lufterhitzer saugt die Umluft aus dem Terminal an und bläst, durch ein kleines Kanalsystem und dann durch Schlitzauslässe, die Zuluft aus.
Für diese Konstruktion wird auf dem Informationsschalter ein halbkreisförmiges Element angebracht. In diesem Element wird das Luftleitsystem installiert. Die Mitarbeiter können die Zulufttemperatur und den Volumenstrom direkt über einen Regler, entsprechend ihrer persönlichen thermischen Behaglichkeit, variieren. Durch eine Motorklappe können die hinteren Schlitzauslässe bei Bedarf geschlossen werden, so dass nur die vorderen Schlitzauslässe betrieben werden.

Für die psychische Wirkung auf die Mitarbeiter im Informationsschalter ist die selbstständige Regelung des Luftleitsystems von großer Bedeutung. Das Bewusstsein selbst etwas gegen die Unbehaglichkeit machen zu können, bewirkt schon bei vielen Menschen eine Verbesserung der Situation.

Für den Flughafen Münster/Osnabrück ergeben sich durch diese Lösung kaum optische und funktionelle Einschränkungen. Es wird die erwünschte offene und kundenfreundliche Struktur erhalten. Auch die zentrale Lage des Informationsschalters wird nicht verändert.

35 Integration von lüftungs- und heizungstechnischen Produkten in ein marktführendes Auslegungsprogramm

Dipl.-Wirtschaftsingenieur (FH) Steven Geier M.Sc.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. (FH) Tobias Ausländer M.Sc.
Datum des Kolloquiums	11. September 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master))
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Ziel aller raumlufttechnischen Maßnahmen ist das Erreichen und Aufrechterhalten eines vorgegebenen Luftzustandes in der Nutzzone des Raumes. Luftleitungen haben in raumlufttechnischen Anlagen die Aufgabe, die Luftströme auf die Zuluftdurchlässe im vorgesehenen Umfang zu verteilen oder aus den Abluftdurchlässen zu sammeln.

Entscheidend für Ausstattung und Auslegung von raumlufttechnischen Anlagen und deren Leistungs- und Energiebedarf sind die Anforderungen, die im Raum an die Luftqualität, an Temperatur, Luftfeuchte, Geschwindigkeit, Schallpegel und deren Toleranzen gestellt werden.

Luftauslässe sind dabei wichtige Bestandteile jeder Klimaanlage. Ihre Ausführung und Bemessung muss sich an den im Raum geforderten Luftströmungen orientieren.

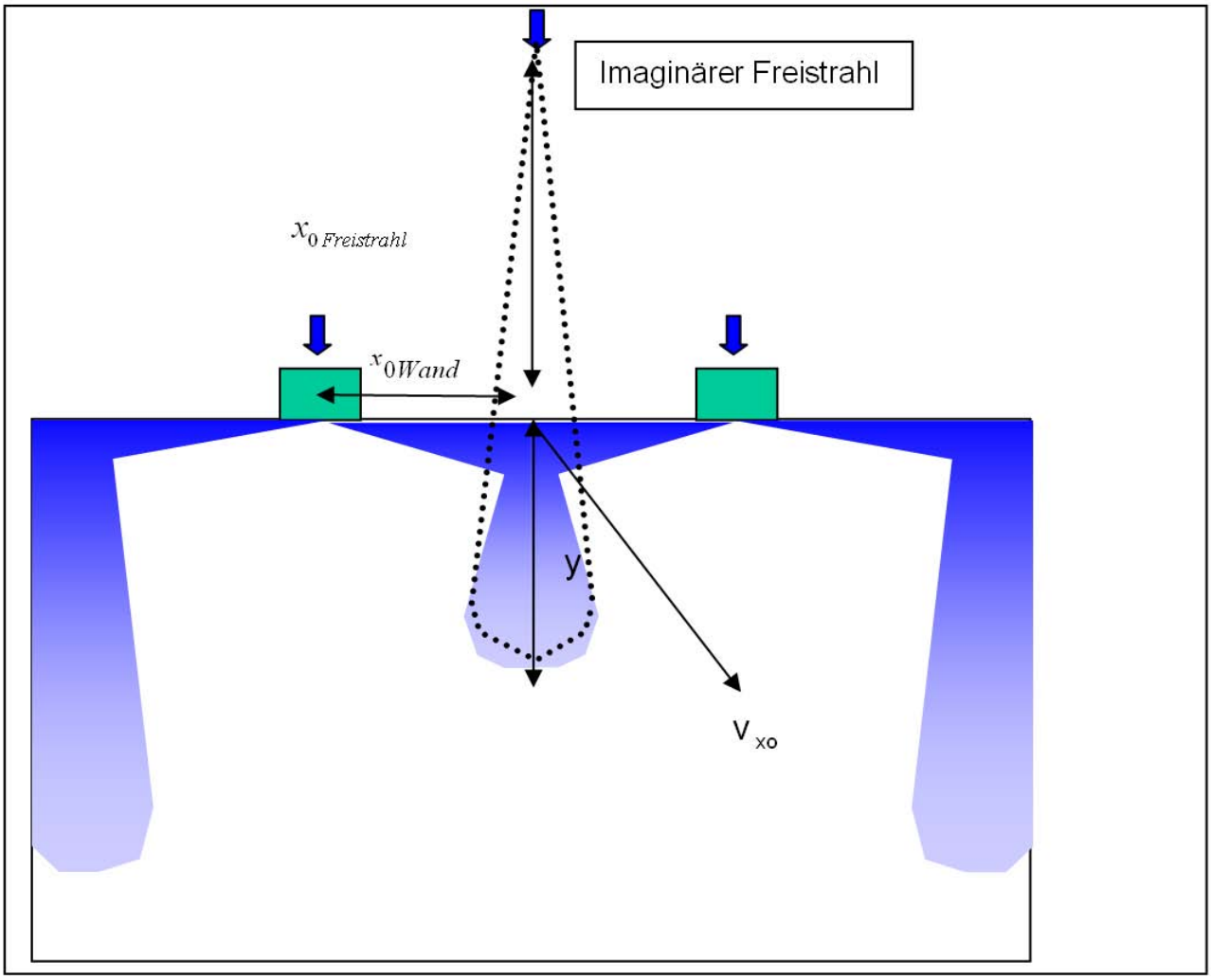
Es sollten im Rahmen dieser Arbeit Berechnungsansätze zur Abbildung von strömungstechnischen und akustischen Parametern von lüftungs- und heizungstechnischen Bauteilen dargelegt werden.

Bei den lüftungstechnischen Produkten handelt es sich um Bauteile wie z.B. Dralldurchlässe, Deckenluftdurchlässe oder Schlitzauslässe der Marke „emco“. Es sollten weiterhin die Parameter der Bauteile der Marke „emco“ in das Auslegungsprogramm „liNear“ integriert werden.

Ziel war die Angabe von Maßen und technischen Daten der Lüftung wie z.B. Volumenstrom und Druckverlust für die entsprechenden Bauteile aus den Produktkatalogen und die Angabe der Daten und Berechnungsgrundlagen in das vorgegebene Erfassungstool.

Dabei sollten die Vorgaben des Erfassungstools und die Vorgaben der VDI 2081 und VDI 2087 berücksichtigt werden.Dabei mussten die entsprechenden Strahlgesetze und Strömungsgleichungen den Anforderungen des Erfassungstool angepasst werden, damit die gesuchten Werte für die unterschiedlichen lufttechnischen Produkte berechnet werden können.

Damit wird es möglich, im Rahmen der Luftkanalnetzberechnung die real verfügbaren Bauteile der Firma „emco“ in die Berechnung einzubauen.



Strahlen gegeneinander – Stoß von zwei horizontalen, isothermen, ebenen Wandstrahlen

36 Optimierung der Festbettfeuerung beim Einsatz grobstückiger Ersatzbrennstoffe in der Vorcalcinierung des Zementherstellungsprozesses

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Scheller

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Sebastian Frie
Datum des Kolloquiums	14. September 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

Für das Produkt “Zement“ benötigt man zur Herstellung einen hohen Energiebedarf. Die Kosten für diesen Energiebedarf betragen in Deutschland ca. 30 % Herstellungskosten für die Zementherstellung, darin ist der Kostenanteil für Strom und Brennstoff mit jeweils 50 % gleichermaßen verteilt. Durch verfahrenstechnische Optimierung in den letzten 30 bis 40 Jahren wurde der spezifische Brennstoffbedarf minimiert.Mit einem Energieeinsatz des Brennstoffes von teilweise 3000 kJ/kg Zement ist das theoretische Minimum nahezu erreicht.
Auch die Energiemenge an Strom ist kaum noch weiter zu senken. Aufgrund eines harten Wettbewerbes und stetig steigender Brennstoffkosten sind die Betreiber von Zementwerken bestrebt, den Einsatz fossiler Energieträger durch preiswerte Sekundärbrennstoffe zu ersetzen. Dazu werden bereits Altreifen, Kunststoffe, Teerpappe und Holzabfälle in Deutschland zu einem Anteil von 50 % als Sekundärbrennstoffe eingesetzt. Durch die dadurch erreichten Einsparungen fossiler Energieträger ergibt sich eine Senkung der Betriebskosten für den Zementwerksbetreiber und gleichermaßen eine positive Ökobilanz. Eine weitere Erhöhung des Sekundärbrennstoffanteils erfordert eine angepasste Technologie für den Brennstoffeintrag, die Brennraumgestaltung, den Brennstofftransport und auch den Umsatz, um eine gleich bleibende Produktqualität zu erreichen. Die sich in Betrieb befindlichen Systeme zur Erhöhung des Sekundärbrennstoffanteils erfordern einen Einsatz von wartungsempfindlichen beweglichen Teilen innerhalb des Brennraumes oder eine höhere Aufbereitung des Sekundärbrennstoffes.In diesem Zusammenhang wird bei der ThyssenKrupp Polysius AG eine Brennkammer für den Einsatz stückiger Sekundärbrennstoffe entwickelt.Hierbei wird bewusst auf mechanische Bauteile innerhalb des Brennraumes mit der Zielsetzung verzichtet eine wartungsfreundliche Brennkammer mit hohen Umsatzraten von hochkalorischen Sekundärbrennstoffen geringeren Aufbereitungsgrades zu erhöhen. Die Verbrennung stückiger Sekundärbrennstoffe erfolgt dabei auf einem überströmten Stufenrost. Die Stufen sind entgegen der üblichen Treppenrostfeuerung in massiver und feuerfester Bauweise ausgeführt und werden weder belüftet noch gekühlt. Der Brennstofftransport wird über Luftstoßgeräte realisiert, die den Brennstoff von Stufe zu Stufe transportieren. Ziel der Untersuchung in meiner Arbeit ist es, Maßnahmen zur Optimierung des Verbrennungsprozesses bei Einsatz von hochkalorischen Sekundärbrennstoffen an dem Versuchstand der Polysius AG zu entwickeln.In diesem Zusammenhang erfolgt die Untersuchung periodisch auftretender Umsatzschwankungen zur Vermeidung von CO-Emissionen des Verbrennungsprozesses in Variation der Betriebsparameter. Darauf basierend erfolgt eine Darstellung und Optimierung der Prozessbedingungen bei Abfahrbetrieb der Anlage und die Erstellung eines Maßnahmenkataloges für Störfälle. Begleitend dazu werden Untersuchungen zum Brennstofftransport in Kaltversuchen durchgeführt und eine Steuerung für die Transportorgane entwickelt.

37 Pre-Engineering in der Consultingphase
Tool zur frühzeitigen Systementscheidung in einem ganzheitlichen Planungsprozess

Dipl.-Ing. (FH) Udo Feimann

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Klaus-Peter Völcker
Datum des Kolloquiums	14. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Es ist ein Programm entwickelt worden, welches dem Planer der technischen Gebäudeausrüstung bereits frühzeitig zu einer Systementscheidung bei einem Projekt verhelfen kann.

Das Tool dient zum Systemvergleich bei dem Einsatz verschiedener technischer Komponenten, um eine gewünschte Komfortanforderung zu gewährleisten. Entscheidende Kriterien sind hierbei der Komfortstandard selbst, die mit der Realisierung verbundenen Energieverbräuche und die anfallenden Herstellungs- und Unterhaltungskosten.

Folgende Programmgliederung wurde realisiert:

→ Eingabe der Grunddaten und der gewerkespezifischen Raumdaten
→ Dimensionierung der technischen Gewerke:
- Sanitärtechnik
- Heizungstechnik
- Raumlufttechnik
- Kältetechnik
- Elektro- und Informationstechnik

→ Entstehung einer Leistungsübersicht
→ Ermittlung der Investitionskosten aufgrund der ausgewählten Techniken und Produkte.
→ Berechnung der entstehenden Energieverbräuche und die damit verbundenen Energiekosten

Als Hilfestellung wurden Datenbanken mit Kenngrößen und Produktvorschlägen hinterlegt auf die der Planer während der Auslegung zugreifen kann.

Das Tool dient als Entscheidungshilfe aufgrund eines Kosten-Nutzen-Vergleichs bei Einsatz verschiedener Systeme.

Die Berechnungen und Ergebnisse können zum Schluss des Programms in sinnvoll gegliederten Datenblättern ausgedruckt und somit als Entscheidungsgrundlage dem Auftraggeber dargelegt werden.

Dadurch unterstützt das Programm den Planer bereits im Anfangsstadium des Projektes bei der Auswahl der Systemkomponenten, dem damit verbundenen Energieverbrauch und den entstehenden Kosten, um dem Auftraggeber frühestmöglich eine optimale Gebäudetechnik zu präsentieren.

38 Entwicklung eines aktiven Kühlsegels

Dipl.-Ing. (FH) Christoph van Wüllen

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Frank Bolkenius
Datum des Kolloquiums	17. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollte ein Kühlsegelsystem entwickelt werden, dass durch Primär- und Sekundärluftmodule aktiviert wird. Dabei wurde durch eine erzwungene Konvektion eine große wasserseitige Leistungssteigerung erwartet.

Das Segel sollte neben der hohen Leistung von 150 W/m^2 bei einer mittleren Untertemperatur von 8 K auch optisch ansprechend sein. Durch Luftauslässe und Ventilatoren durften keine zu hohen Geräuschbelästigungen auftreten.

Es wurden ein Standardsegel ohne Aktivierung sowie ein Primär- und ein Sekundärluftmodul entwickelt. Das Standardsegel wurde aus Blech gefertigt und mit Kupferrohr-Kühlmäandern versehen. Als Primärluftmodul ist ein serienmäßiger Schlitzauslass verwendet worden. Beim Sekundärluftmodul wurden Radial- und Querstromventilatoren eingesetzt. Sie saugen die Luft oberhalb der Segelfläche an und blasen sie an der Segelfläche wieder aus.

Kühlsegel mit integriertem Schlitzauslass

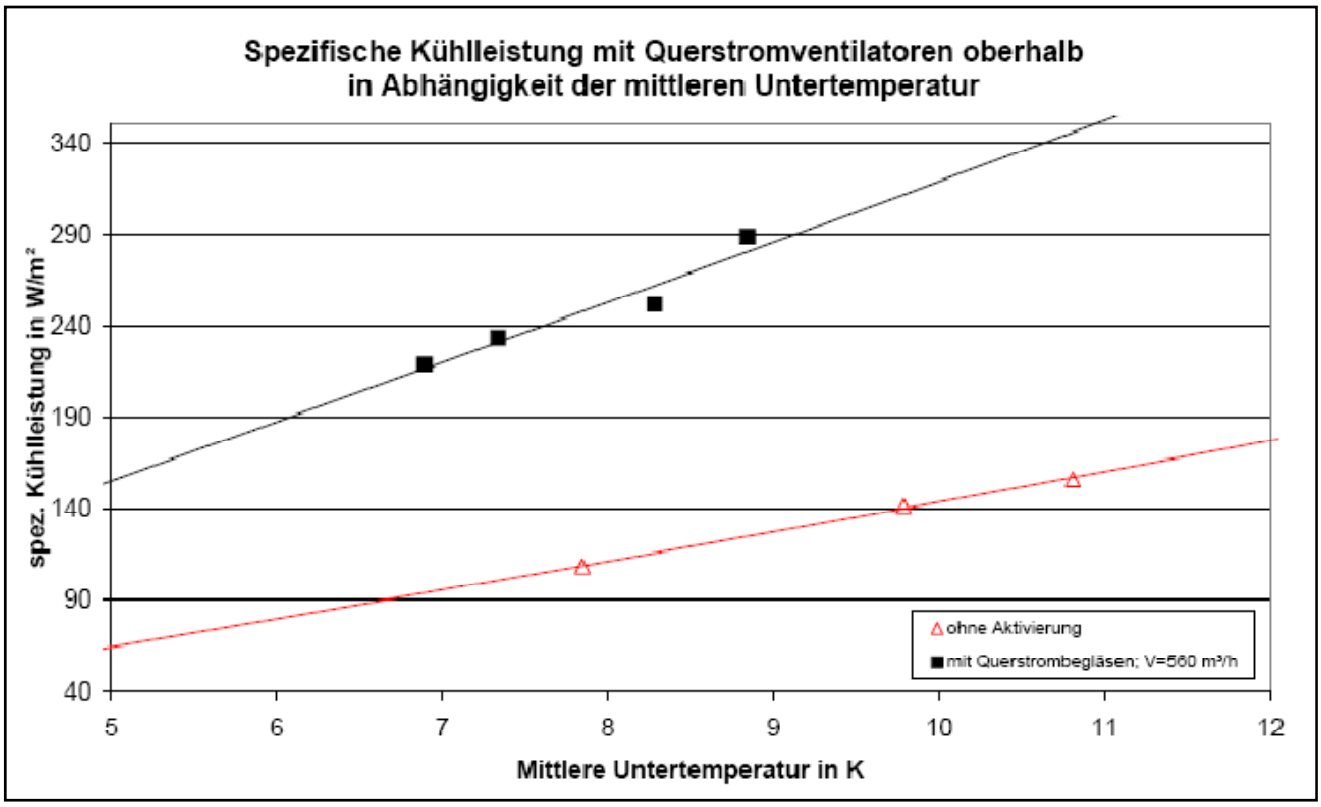
Außerdem wurden sowohl Primär- als auch Sekundärluftmodul oberhalb der Segelfläche angeordnet.

Die Messungen wurden auch mit verschiedenen Rohrabständen und Segelbreiten durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass die Leistung bei geringeren Rohrabständen deutlich steigt. Bei schmaleren Segeln ergibt sich mit erzwungener Konvektion durch die kürzere Überströmlänge eine weitere spezifische Leistungssteigerung.

Aus den Ergebnissen der Messungen zeigt sich, dass für die Zufuhr von Außenluft in Kombination mit einem Kühlsegel ein Schlitzauslass gut geeignet ist. Da die wasserseitigen Leistungen beinahe unverändert bleiben und trotz kälterer Zuluft nicht zurückgehen, können diese mit der Primärluftleistung zu einer Gesamtleistung zusammengefasst werden.

Mit Radialventilatoren können die für eine hohe spezifische Leistung erforderlichen Volumenströme nicht bei akzeptabler Akustik erreicht werden. Es stellt sich auch heraus, dass bei oberhalb der Segelfläche angeordneten Modulen die Leistungssteigerungen größer als bei bündigem Einbau sind.

Mit oberhalb des Segels angeordneten Querstromventilatoren sind die erhofften Leistungen erreichbar. Sie liegen sogar bei über 250 W/m^2. Daher wird ein Sekundärluftmodul mit Querstromventilatoren vorgeschlagen, dass für einen möglichst hohen Volumenstrom auf der Segeloberseite sorgt.



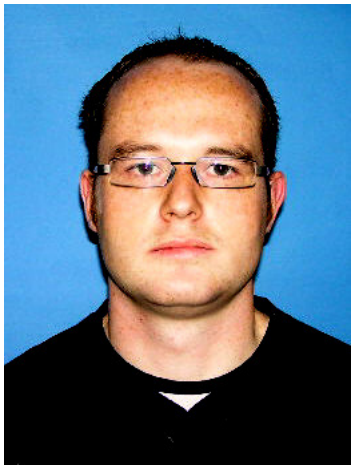
Leistungskurven mit Querstromventilatoren im Vergleich

Es bietet sich an, dieses Modul mit einer Leuchte zu kombinieren und die Raumluft durch die Leuchte anzusaugen. Dadurch kann die Kühllast der Lampe direkt abgeführt und nicht erst dem Raum zugeführt werden. Durch die wärmere Luft steigt die Kühlleistung des Segels nochmals an.

39 Bewertung von Feuerlöschleitungen und Sanierungsvorschläge für deren trinkwasserhygienischen Betrieb im Clemenshospital Münster

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Menker

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.
Datum des Kolloquiums	17. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Clemenshospital Münster GmbH



Nosokomiale Infektionen gehören in Deutschland zu den häufigsten Komplikationen in der medizinischen Versorgung. Neben den jährlichen Zusatzkosten in Milliardenhöhe kommt es bei jedem Patienten zu einer Verlängerung seiner Behandlungszeit. Außerdem erleidet auch die betroffene Einrichtung einen kaum zu beziffernden Imageverlust.

Die Infektion durch kontaminiertes Trinkwasser ist hierbei ein wichtiger Faktor. Der Betreiber einer Trinkwasseranlage hat aufgrund der Verkehrssicherungspflicht für die Bereitstellung von unbedenklichem Trinkwasser Sorge zu tragen. Hierzu sind durch den Gesetzgeber mit dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) und der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) die Rahmenbedingungen geschaffen worden, die durch die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) gestützt werden.

Neben nicht eingehaltener Temperaturgrenzen und selten oder gar nicht genutzten Stichleitungen sind überdimensionierte Leitungsteile die häufigsten festgestellten Mängel in Bestandsanlagen.

Unmittelbar an die Trinkwasserinstallation angeschlossene Löschwasseranlagen „Nass“ sind für den Brandfall ausgelegt und erfordern deshalb große Dimensionen. Nach DIN 1988 Teil 6 kommt aber ein gemeinsamer Betrieb von Lösch- und Trinkwasseranlage nur in Frage, wenn der rechnerische Trinkwasserbedarf größer oder gleich dem Löschwasserbedarf ist. Dies ist jedoch nur in Ausnahmefällen möglich. Ist der Löschwasserbedarf größer als der Trinkwasserbedarf, führt die Löschwasseranlage kein Trinkwasser und ist mittelbar anzuschließen.

Das Clemenshospital Münster verfügt über 6 Löschwasseranlagen „Nass“, die in den verschiedenen Bauabschnitten nach und nach hinzugekommen sind und in die Trinkwasseranlage integriert sind. Die durchgeführte Bestandsaufnahme zeigte, dass keine Löschwasseranlage den a.a.R.d.T. entspricht:
Die Löschwasseranlagen F1 und F2 werden jeweils aufgrund von vielen nachgeschalteten Entnahmestellen durchflossen. Allerdings reichen diese Volumenströme nicht aus, um den a.a.R.d.T. zu genügen.
Zur Bewegung des Wassers ist, im Zuge einer Stationssanierung, mit Der Installation einer „Bewegungsleitung“ der Löschwasseranlage F4 begonnen worden. Ab dem 2. OG ist allerdings die klassische „Alibi-Waschbecken“-Leitung zu finden. Die Löschwasseranlage F6 ist ebenso nur mit einem Waschbecken am Ende ausgerüstet.

Die Löschwasseranlage F5 versorgt über einen unmittelbaren Anschluss den Schaum-/Wasserhydrant des Hubschrauber-Landeplatzes auf dem Dach und auch hier ist für keinen ausreichenden Volumenstrom gesorgt worden. Auch die Löschwasseranlage F3 entspricht aufgrund der wenigen nachgeschalteten Entnahmestellen nicht den a.a.R.d.T..
Die trinkwasserhygienischen Kontrolluntersuchungen durch das Gesundheitsamt zeigten im Clemenshospital Münster bisher allerdings keine Auffälligkeiten im Bereich des Trinkwassers, die auf eine Kontamination der Löschwasseranlagen zurückzuführen sind.

Auf Grundlage der Bestandsaufnahme sind drei verschiedene Konzepte erarbeitet und überprüft worden, die eine Verbesserung des Bestandes, oder einen Ausschluss von Kontaminationen des Trinkwassers durch Stagnationswasser in den Löschwasserleitungen sicherstellen würden.

1. Erstellung von Bewegungsleitungen in Verbindung mit einem mittelbaren Anschluss von zwei Löschwasseranlagen

Dieses Konzept bewirkt eine Verbesserung der Situation mit möglichst geringem Eingriff in den Bestand. Die Anlagen F1 und F2 bleiben bestehen und erfüllen dadurch weiterhin nicht die a.a.R.d.T.. Die begonnene Installation der Bewegungsleitung von F4 wird fertig gestellt und F6 wird ebenfalls mit einer Bewegungsleitung ausgestattet, die rechnerisch annähernd den geforderten Trinkwasservolumenstrom sicherstellt, aber mit weiteren Anschlüssen verbessert werden kann. Die Löschwasseranlagen F3 und F5 werden mittelbar an einen Vorbehälter angeschlossen, da eine Bewegungsleitung hier konstruktiv kaum möglich ist. Außerdem ist der Schaum-/Wasserhydrant des Landeplatzes am Ende der Anlage von F5 mittelbar anzuschließen.

2. Zentrale Versorgung aller Löschwasseranlagen über einen mittelbaren Anschluss

Es wird an zentraler Stelle ein mittelbarer Anschluss der Löschwasseranlagen an eine Druckerhöhungsanlage mit atmosphärischem Vorbehälter und Nachspeisung aus dem Trinkwassernetz realisiert. Zur Betriebssicherheit kann der Feuerwehr ein zentraler Einspeisepunkt zum Betrieb der Löschwasseranlagen zur Verfügung gestellt werden.
Der Nachteil einer solchen Anlage ist neben den hohen Investitionskosten die Bereitstellung von konzeptbedingt kontaminiertem Wasser zur Brandbekämpfung. Aus diesem Grunde ist diese Anlage dem Gesundheitsamt anzuzeigen. Eine Gefahr für das Trinkwasser ist nach diesem Konzept aber auszuschließen.

3. Betrieb der Löschwasseranlagen als Nass-/Trocken- Anlagen

Der Betrieb der Löschwasseranlagen als Nass-/Trocken- Anlage stellt die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik, sowie eine Brandbekämpfung mit hygienisch unbedenklichem Löschwasser sicher. Allerdings haben die Berechnungen ergeben, dass hier aufgrund von hohen Füllvolumenströmen eine Ausstattung mit Zonenventilen oder Vorbehältern notwendig ist. Diese Ausstattung ist aber von der Brandschutzbehörde zunächst zu genehmigen. Nach jetzigem Stand wird eine solche Genehmigung allerdings nicht in Aussicht gestellt, da die Feuerwehr Münster für das Clemenshospital ausschließlich Löschwasseranlagen „Nass“ fordert.

40 Ansätze zur mathematischen Erfassung unterschiedlicher Schlammwasserablaufsysteme in Schnellfiltern sowie Verifizierung durch beispielhafte Technikumsversuche

Dipl.-Ing. (FH) Benedikt Beckmann

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	21. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Die Schnellfiltration ist ein Verfahren, das bereits seit 100 Jahren für den Rückhalt von Partikeln verwendet wird. Es wurde ständig verfeinert und ist eines der wichtigsten Aufbereitungsverfahren in der Trinkwasseraufbereitung.
Der Partikelrückhalt erfolgt dabei im Filtermedium. Dieser Vorgang wird als Tiefenfiltration bezeichnet. Durch die Filterspülung werden die am Filterkorn und in den Porenräumen abgelagerten Partikel aus dem Filtermaterial entfernt und somit der Schnellfilter regeneriert. Das Gemisch aus Schlamm und Wasser wird anschließed über das Schlammwasserablaufsystem abgeführt.
Die konstruktiven Vorgaben für Schnellfilteranlagen liefert die DIN 19605. Allerdings sind dort keine Gründe für die aufgeführten maximalen Filtergrößen dargestellt und es fehlen Vorgaben für die Größe des Schlammwasserablaufsystems. In der Praxis kommen unterschiedliche Schlammwasserablaufsysteme mit unterschiedlichen Größen zum Einsatz. Die Auslegungsgrundlage beruht dabei auf Erfahrungswerten des jeweiligen Ingenieurbüros.

Ziel dieser Arbeit war es, Ansätze zur mathematischen Erfassung unterschiedlicher Ablaufsysteme zu erarbeiten und diese durch beispielhafte Technikumsversuche zu ergänzen. Auf Grundlage der theoretischen Ergebnisse sollten Vor- und Nachteile dargestellt und eine mögliche Vergleichsgröße gefunden werden. Des Weiteren sollten die konstruktiven Vorgaben für Schnellfilter aus der DIN 19605 überprüft werden.

Es werden mathematische Ansätze für die Berechnung einer Ablauftulpe, eines Ablaufbechers und eines Ablaufrings in runden Schnellfiltern sowie einer beidseitig außen liegenden Überfallkante in rechteckigen Schnellfiltern beschrieben. Hierfür wurde das Geschwindigkeitssprofil der Strömung in den unterschiedlichen Bereichen des Schnellfilters ermittelt. Ein Beispiel hierfür ist die Berechnung der Aufstiegsgeschwindigkeitsverteilung im Filterüberstau. Die theoretischen Ergebnisse dieser Betrachtung zeigen die Abhängigkeit des Strömungsprofils von der Filtergröße. Dabei wurden Schnellfilter mit einem Durchmesser zwischen 50 und 5.500 mm ausgewählt. Die Ergebnisse sind in Bild 1 für eine Spülgeschwindigkeit von 60 m/h dargestellt. Daraus resultierte, dass aufgrund der vergleichbaren Strömungsprofile Rückschlüsse aus Spülversuchen mit 300'er Schnellfiltern auf größere Schnellfilter möglich sind.

Für die Berechnung des horizontalen Fluidstroms im Kantenüberstau wurden mit der POLENI-Gleichung die Überfallhöhen bestimmt und durch die experimentelle Messung der Überfallhöhen verifiziert. Bei der Messung wurde eine aus fischertechnik® konstruierte Überfallhöhenmessapparatur verwendet (Bild 2).

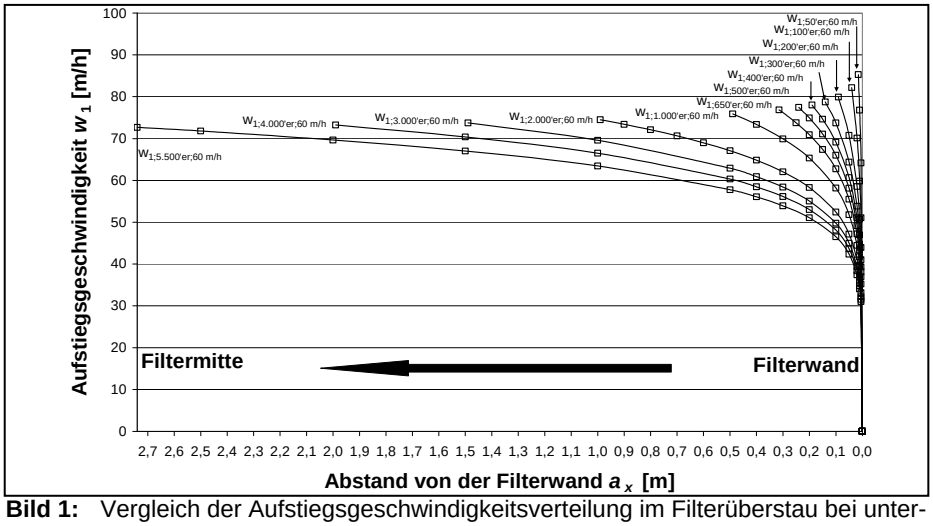


Bild 1: Vergleich der Aufstiegsgeschwindigkeitsverteilung im Filterüberstau bei unterschiedlichen Schnellfiltergrößen und einer Spülgeschwindigkeit von 60 m/h.

Des Weiteren wurden durch Tracerversuche in einem 400'er Versuchsfilter Erkenntnisse über die Strömungsverhältnisse gewonnen (Bild 3). Diese Versuche dienten der Verifizierung der getroffenen Annahmen und Ergebnisse aus der theoretischen Betrachtung.

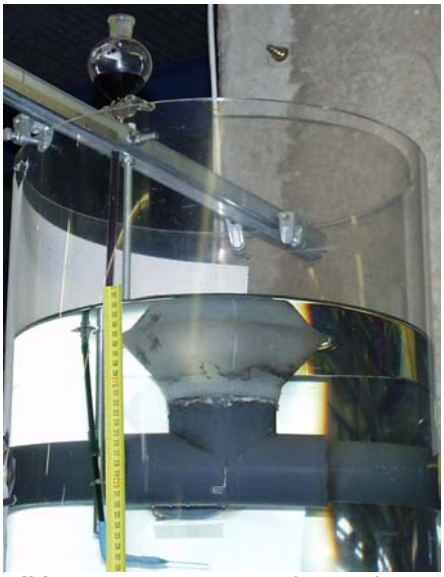


Bild 2: Apparatur zur Dosierung des Tracers

Bild 3: Apparatur zur Überfallhöhenmessung

Die aus den Tracerversuchen gewonnenen Ergebnisse über die Verteilung der Geschwindigkeit ergaben, dass weiterführende Betrachtungen notwendig sind, um die Strömungsverhältnisse mathematisch eindeutig erfassen zu können.
Auf Grundlage der in dieser Arbeit getroffenen vereinfachenden Annahmen ergeben sich lediglich tendenzielle Verläufe der Geschwindigkeiten. Daher sind für die Findung einer aussagekräftigen Vergleichsgröße ebenfalls weitere Aspekte zu betrachten. Eine mögliche Vergleichsgröße könnte die Fließzeit des radialen Fluidstroms sein. Sollte sich diese etablieren, so ergäbe sich daraus ein möglicher Ansatz zur Auslegung von Schlammwasserablaufsystemen.

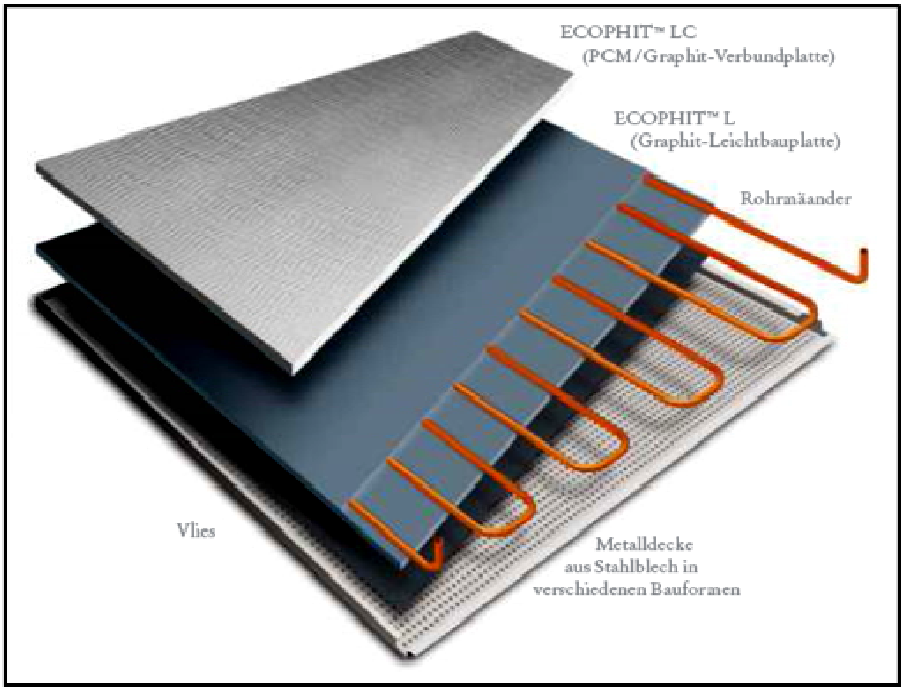
41 Regenerierung von Latentwärmespeichern unter Einsatz eines Kühlturms

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Bode

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt
Datum des Kolloquiums	21. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Im Rahmen der Gebäudetechnik beschäftigen sich derzeit verschiedene Firmen und Institutionen mit der Nutzung von latenten Speichersystemen, die auf regenerative Energiequellen zurückgreifen. Auf diesem Gebiet entstanden bereits unterschiedliche Ideen und Konzepte zur Speicherung der natürlichen Nachtabkühlung, um diese im Tagesverlauf zur Gebäudekühlung nutzen zu können. Als Speichermaterialien dienen sogenannte „**P**hase **C**hange **M**aterials“ (kurz: PCM’s).

Zwei Unternehmen haben in Zusammenarbeit ein Kühldeckensystem entwickelt, dass mit einem PCM kombiniert ist. Bei dem verwendeten Latentspeichermaterial handelt es sich um eine Paraffin-Graphit-Verbundplatte, die formschlüssig auf die Kühldecke aufgelegt wird.



Im Vergleich zu einer herkömmlichen Kühldecke werden die Kühllasten nicht direkt mit einem Kaltwassersatz abgeführt, sondern im Phasenübergang des Paraffins von fest nach flüssig gespeichert.

Die Betriebsweise des Systems ist so vorgesehen, dass die gespeicherten Wärmemengen erst während der kühleren Nachtstunden wieder abgeführt werden. Dazu wird das Umlaufwasser der Kühldecke über einen Kühlturm gefördert, der die Wärmeenergie an die Umgebungsluft überträgt. Während des Kühlturmbetriebs ist das Paraffin wieder vollständig vom flüssigen in den festen Aggregatzustand zu überführen.

Bei ungünstigen nächtlichen Witterungsverhältnissen (zu hohe Lufttemperaturen und Luftfeuchten) ist die Regenerierung mit dem Kühlturm nicht zu erreichen, wodurch im folgenden Tagesverlauf Komforteinbußen bei der Gebäudekühlung zu erwarten sind.

Ziel meiner Diplomarbeit war zu untersuchen an wie vielen Tagen im Jahr mit einer ausbleibenden Regenerierung des Speichermaterials zu rechnen ist, um eine grundsätzliche Aussage über die Verfügbarkeit des Kühlsystems treffen zu können. Weiterhin wurden die potentielle Einsparung von Energiekosten sowie die potentielle Verminderung von CO_2-Emissionen bei Einsatz des Kühlsystems untersucht.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde ein Berechnungsprogramm mit Excel erstellt, dem die Wetterdatensätze des Deutschen Wetterdienstes als Basis dienen. Dabei wurden ausschließlich die normalen Jahresdatensätze herangezogen und keine Datensätze für extreme Wetterverhältnisse (z.B. überdurchschnittlich heißer Sommer) betrachtet. Zur Beurteilung der Kühlturmleistung kam neben allgemeinen Berechnungsgrundlagen aus den Bereichen der Thermodynamik und Wärmeübertragung das Verfahren von Klenke, bei dem Kühltürme anhand einer Kennlinie charakterisiert werden, zum Einsatz. Aufgrund der Komplexität der Thematik und der thermodynamischen Vorgänge wurden dem Berechnungsprogramm an verschiedenen Stellen diverse Annahmen und Vereinfachungen zu Grunde gelegt. Mit dem Programm kann daher nur eine grobe Abschätzung der Systemverfügbarkeit sowie der Energiekosten- und CO_2-Reduzierung getroffen werden.

Unter Berücksichtigung aller getroffenen Annahmen und Vereinfachungen zeigten die Ergebnisse, dass die Regenerierung der Speichermasse je nach Region an einem hohen Prozentsatz der erforderlichen Tage erreicht werden kann. An einigen der verbleibenden Ausfalltage bestand zudem die Möglichkeit die Kühllasten unter Einhaltung der maximal zulässigen operativen Raumtemperatur direkt abzuführen, wodurch sich die Verfügbarkeit des Systems weiter erhöhte. Zur Beurteilung der Energie- und CO_2-Einsparung wurde die Anlage einem vergleichbaren Kühldeckensystem gegenübergestellt, bei dem die benötigte Kälteleistung über eine klassische Kälteanlage bereitgestellt wird. Anhand des Vergleichs konnte die jährliche Energiekosteneinsparung berechnet werden. Die ermittelte jährliche CO_2-Reduzierung lag zwischen 3,5 und 4,3 kg pro m^2 gekühlter Gebäudefläche.

Das Kühlsystem wird derzeit ausführlich von den Fraunhofer Instituten untersucht, die zu diesem Zweck eine Versuchsanlage errichtet haben. Diese wird messtechnisch umfassend überwacht. Ein zukünftiger Vergleich der praktischen Messergebnisse mit den theoretisch berechneten Ergebnissen wäre somit interessant.

42 Vergleich der Energiepreisstruktur des Erdgasbezuges von Versorgungsunternehmen aus dem Münsterland und dem Ruhrgebiet

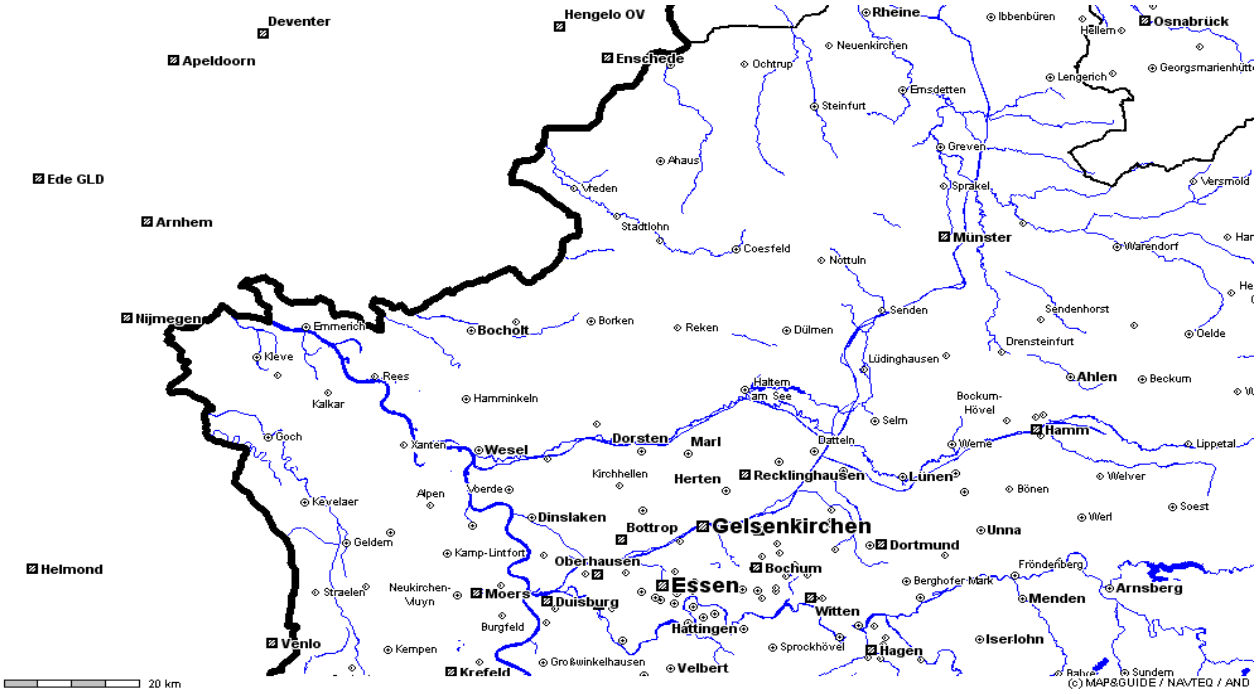
Dipl.-Ing. (FH) Jens Hiller

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc.
Datum des Kolloquiums	25. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

Ziel der Diplomarbeit war es, zu untersuchen, ob sich durch die Liberalisierung des Energiemarktes in Europa, am Beispiel von Nordrhein-Westfalen, eine Preisstruktur auf dem Gasmarkt erkennen lässt.

Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit dem Labor für Energieversorgung und Energiewirtschaft erstellt.

Um die Gaspreisstruktur für den privaten Bereich in Nordrhein-Westfalen darstellen zu können, wurden Versorgungsunternehmen aus dem Münsterland, dem Ruhrgebiet und Unternehmen an der holländischen Grenze miteinander verglichen. Betrachtet wurden sowohl die Stadtwerke als auch die E.on. Letztere sind die ersten Versorger in Deutschland, die Gas im gesamten Bundesgebiet zu unterschiedlichen Preisen anbieten.
Vorweg wird ein Blick auf den politischen Liberalisierungsprozess in Deutschland und Europa geworfen. Dabei wird das Zustandekommen und die Probleme, die zur späten Fertigstellung beigetragen haben, betrachtet.



Um die einzelnen Versorgungsgebiete im privaten Bereich miteinander vergleichen zu können, wurden die spezifischen Preise für die Bereitstellung von 3.000, 30.000 und 60.000 $^{kWh}/_{a}$ gegenübergestellt.

Bei Fertigstellung des Vergleichs ließ sich für die analysierten Gebiete kein einheitliches Preisbild feststellen. Es ist weder möglich zu behaupten, dass eine bestimmte Region günstiger sei, noch dass sich ein Preisgefälle bzw. Anstieg erkennen ließe. Das trifft sowohl auf die einzelnen Stadtwerke als auch auf die Regionen der E.on mit dem angebotenen „E wie Einfach“ Tarif zu.

Folgende Gründe könnten darauf zurückgeführt werden:
Zum einen besteht die Möglichkeit, dass es sich bei den Stadtwerken um sog. Weiterverteiler handelt, die ihr Gas von der E.on oder anderen überregionalen Versorgern beziehen. Der angebotene Tarif der Stadtwerke würde sich daher an dem Gasbezugspreis orientieren.

Ein weiteres Problem sind die Durchleitungskosten. Manche Stadtwerke begründen ihre hohen Gaskosten aufgrund der alten, maroden Gasnetze. Hohe Instandhaltungskosten verursachen dementsprechend teure Tarife.

Ein weiterer Aspekt wäre die Anschlussdichte. Während im Ruhrgebiet und anderen großen Städten mehrere Abnehmer auf einen Gasanschluss kommen, wird in ländlichen Gebieten häufig nur ein Abnehmer versorgt.

43 Projektierung und Aufbau eines „adiabaten“ Prüfraumes

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schüring

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. F.R. Stupperich
Datum des Kolloquiums	27. September 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Jeder kennt Wärmeverbraucher, seien es Heizkörper, Konvektoren, Fußbodenheizungen, Deckenstrahlplatten, Kühldecken oder Kühlbalken. Und jeder kennt die Herstellerangaben zu deren Wärmeleistung. Nun stellt sich die Frage, wie die Hersteller zu diesen Angaben kommen. In Deutschland gibt es dafür Normungsinstitute, deren Referenzprüfstände anerkannten Regeln der Normentechnik entsprechen. Meine Diplomarbeit befasste sich mit der Projektierung und dem Aufbau eines solchen „adiabaten“ Prüfraumes, der es ermöglicht, jede Art von Wärmeübertragern zu bilanzieren.

Der Begriff „adiabat“ ist etwas weit hergeholt. Ein vollkommen wärmedichter Prüfraum kann nämlich ebenso wenig gebaut werden wie ein Perpetuum Mobile. Jedoch können Wärmeverluste und äußere Einflüsse so gering gehalten werden, dass die Bezeichnung „adiabat“ für den Prüfraum durchaus gerechtfertigt sein kann.

Solch ein adiabater Prüfraum könnte als Werkzeug für Wärmeleistungsbestimmung von Wärmeübertragern oder zur Erforschung und Optimierung neuer Bauweisen mit entsprechender Einsparung von Energieressourcen für die Industrie eingesetzt werden. Weiterhin bietet das Projekt die Möglichkeit, den Studenten über die praktische Anschauung technisch komplizierte Zusammenhänge verständlicher zu machen und so den Studiengang insgesamt noch praxisnäher zu gestalten.

Der adiabate Prüfraum entspricht vom Aufbau nicht exakt den einschlägigen Normen: Es bestehen Abweichungen zum Aufbau der Kühlkreisläufe der Umfassungswände und der hydraulischen Schaltung zur Versorgung der Kühlkreisläufe bzw. des Prüflings. Dies sind Gründe, weshalb keine Anerkennung als Referenzprüfraum erfolgen kann. Jedoch besteht die Möglichkeit, später eine Akkreditierung eines anerkannten Referenzprüfraums zu erhalten.

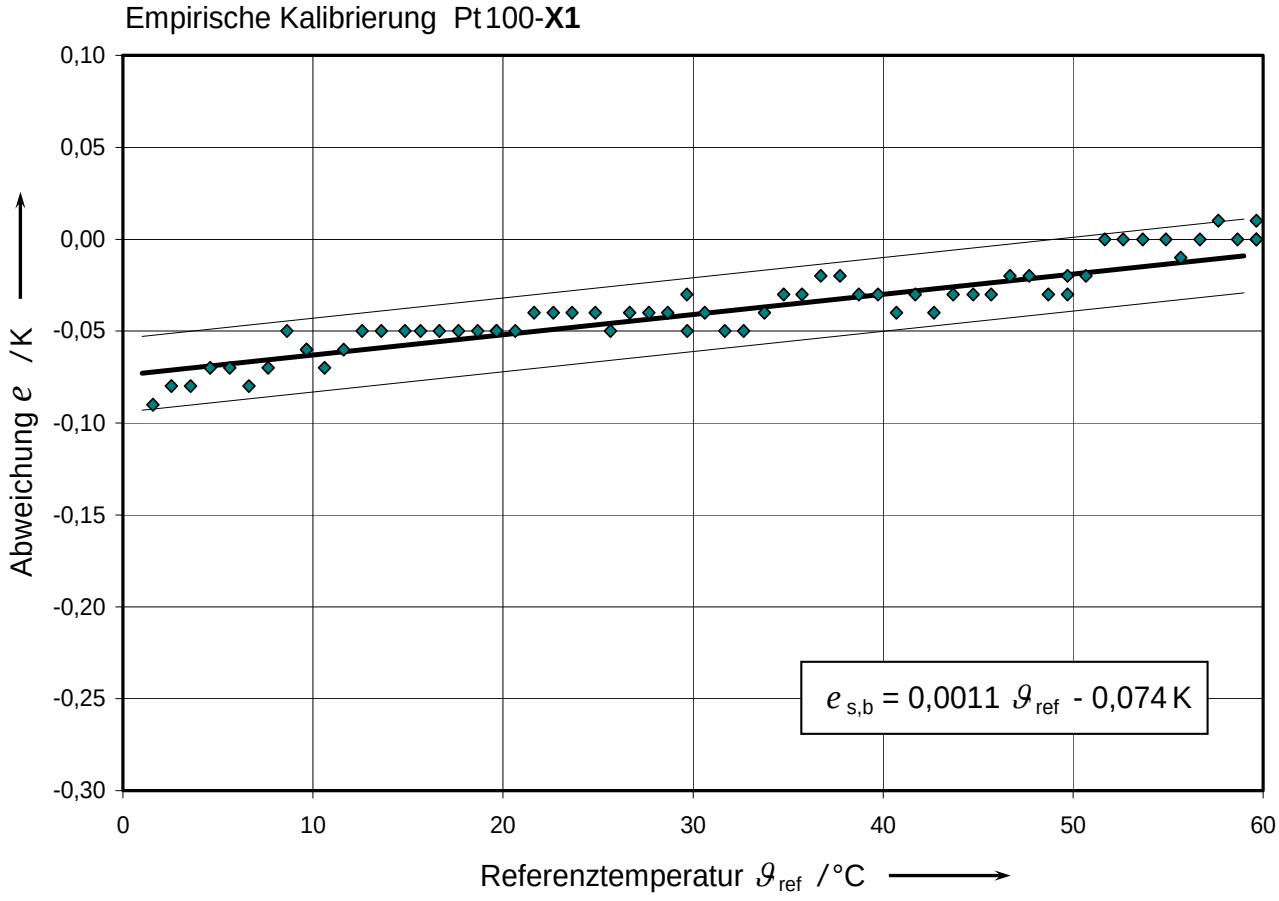
Zu meiner Tätigkeit gehörten: Auslegung der Hydraulik, Aufbau des Prüfraumes, Bestimmung der Einbauorte der Temperaturfühler, Konzipierung von Anlagenkomponenten und Kalibrierung der Temperaturfühler bzw. Massendurchflussmessgeräte.

Mit Hilfe eines Globefühlers wird die Strahlungstemperatur (Globetemperatur) der Umfassungswände im Inneren des Prüfraumes erfasst. Die Temperatur ist besonders für die Kühldecke, Kühlbalken und Deckenstrahlplatten von Bedeutung, da die Wärmeabfuhr abhängig ist von ortvariablen Wärmequellen (z. B. Wände, Personen und elektrische Geräte).

Um die Strahlungstemperatur der emittierenden Wände gleichmäßig und gemittelt zu erfassen, hat der Globefühler die Form einer Kugel.

In der Kugel befindet sich zentrisch ein Pt-100 Fühler. Dieser ist durch ein Loch in eine Halterung aus Polyethylen (PE) eingeführt. Der Globefühler wird an dieser Halterung an einem Stativ befestigt. Für die Berechnung der Kühldecke – 1,1 m über dem Boden – und der Deckenstrahlplatten – 0,75 m über dem Boden – ist die Globetemperatur die eferenztemperatur.

Der Globefühler besteht aus zwei kupfernen Halbkugelschalen mit 150 mm Durchmesser und einer Blechstärke von 1 mm. Um die Strahlung der Umfassungswände optimal zu absorbieren, sind die Halbkugeln innen und außen im Sinterverfahren mit einer etwa 1 mm starken Polypropylen-Schicht beschichtet. Polypropylen (PP) hat einen Emissionsgrad: $\varepsilon \geq 0{,}90$.



Das Diagramm zeigt eine ermittelte Kalibrierfunktion eines Pt-100 Fühlers

44 Gesetze, Verordnungen und Normen zur Regelung von Energieverbrauch in Produktionsbetrieben und Liegenschaften und deren technischen Auswirkungen

Dipl.-Ing. (FH) Michael Beusker

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Datum des Kolloquiums	01. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunale Umwelttechnik
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	Siemens AG, A&D CD PD PMC Nürnberg

In Zeiten steigender Energiekosten wird es für Industriebetriebe immer wichtiger Energie kostengünstig zu beziehen und diese effizient zu nutzen. Zum Erreichen dieser Ziele werden immer öfters Energiemanagementsysteme eingesetzt. Energiemanagementsysteme sollen für Unternehmen zur Voraussetzung für Ermäßigungen bei Energie- und Stromsteuern werden. Vorteile dieser Systeme sind die Senkung der Energiebezugs- und Betriebskosten auf Basis automatischer und transparenter Verbrauchsanalysen, die Optimierung der Investitionskosten durch Nutzung von Leistungsreserven, die Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch rechtzeitiges Erkennen annormaler Zustände und die Reduzierung des Engineering-Aufwandes durch aufeinander abgestimmte Software und Hardwarelösungen.

In der Industrie sind die Kernprozesse weitestgehend automatisiert. Die Integration des Energiemanagements ist der nächste Schritt zu der vollständigen Automatisierung. In den verschiedenen Industriesektoren gibt es unterschiedlich grosse Einsparpotentiale und technische Standards, mit der Folge, dass die Systeme individuell angepasst werden müssen. Die Firma Siemens verwendet dazu ein dezentrales, offenes und modular aufgebautes Energiemanagementsystem. Die Einzelelemente sind dabei über normierte Busse verbunden. Der Datenaustausch wird über standardisierte Schnittstellen abgewickelt. So kann das System bis zum integralen Energiemanagement wachsen.

Ziel dieser Arbeit war es, die wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Normen zur Regelung von Energieverbrauch darzustellen und herauszufinden welche Auswirkungen und Konsequenzen diese für Produktionsbetriebe und Liegenschaften bezogen auf die dort eingesetzten Energiemanagementsysteme haben. Die Schwierigkeit bestand darin die entsprechenden Vorschriften herauszuarbeiten. Nach der Betrachtung von Gesetzen, Normen und Richtlinien konnten Anforderungen festgestellt werden, die ein Energiemanagementsystem zu erfüllen hat.

45 Physikalisch-chemische Abwasserbehandlung auf Schiffen und Seebauwerken unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des MARPOL 73/78, Annex IV

Dipl.-Ing. (FH) Guido Wermers, geb. Michels

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums	08. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Die Verunreinigung der Meere durch das Einbringen von verschiedensten Stoffen ist ein globales Problem, welches jede Nation betrifft, die sich an dem weltweiten Seehandel beteiligt.

Die International Maritime Organization (IMO) hat in diesem Zusammenhang eine gesetzliche Grundlage erstellt, die das Einbringen von Stoffen regelt. Diese Grundlage ist das Inernationale Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe, kurz MARPOL 73/78. Im Anhang IV dieses Abkommens wird die Verschmutzung durch fäkal verunreinigtes Abwasser (Schwarzwasser) aufgegriffen. Es werden grundlegende Vorgaben getroffen, jedoch keine spezifischen Kennwerte vorgegeben. Das Marine Environment Protection Committee (MEPC) ist eine Organisation der IMO und befasst sich mit Prüfvorschriften und Sollwerten für Abwasserbehandlungsanlagen. Derzeitig ist die Prüfvorschrift MEPC 2 (VI) gültig. Diese wurde im Jahr 2006 überarbeitet. Ab dem 01.01.2010 tritt dann die neue Prüfvorschrift MEPC 159(55) in kraft. In dieser überarbeiteten Version wurden vorhandene Grenzwerte für den biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB_5), coliforme Keime und abfiltrierbare Stoffe verschärft und weitere Parameter hinzugefügt. Neu aufgenommen wurde der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) und der pH-Wert.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde betrachtet, welche Verfahren sich zur physikalisch-chemischen Behandlung von Schwarzwasser, vor dem Hintergrund der Bedingungen auf Schiffen und Seebauwerken, eignen. Nach Vorstellung und Betrachtung verschiedener Verfahren und Auslegungen wurden für die praktische Erprobung vier Komponenten gewählt: Flockung, Siebung, Mikrofiltration und Desinfektion. In Vorversuchen mit Abwässern der Deutschen Bahn Regional (DB Regio), welche ihre Abwässer in einem Vakuumssystem transportieren und in Tanks zwischenspeichern, wurde deutlich, dass die Bildung einer siebresistenten Makroflocke durch Zugabe von Flockungschemikalien nicht erfolgreich war.

In der weitergehenden Erprobung mit Abwässern der Bahn und häuslichen Abwässern aus einer Kleinkläranlage zeigten die Siebung und die Mikrofiltration weitgehend gute Resultate, was den Rückhalt von Feststoffen und die damit verbundene Reduktion der Analysenparameter betraf. Die Desinfektion als letzter Verfahrenschritt diente primär der Entfernung von coliformen Bakterien und Keimen, die von der Mikrofiltration nicht zurückgehalten werden konnten.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen das, für diese Versuche speziell konstruierte, Bogensieb und die Mikrofiltrationsanlage im Technikumsmaßstab.

Abb. 1: Bogensieb (Siebfläche 30 · 60 cm; Lochweite 0,5 mm) mit Rückständen aus dem Abwasser der DB Regio.

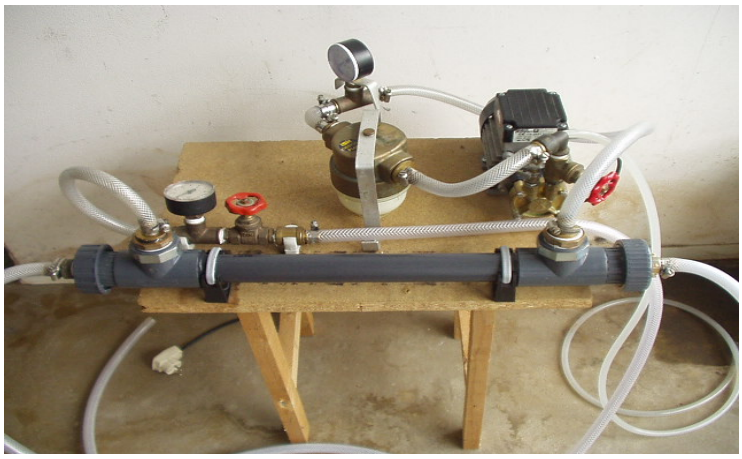


Abb. 2: Mikrofiltrationsanlage im Technikumsmaßstab. In der vorderen Röhre befindet sich die Hohlfasermembran mit einer Porenweite von 0,5 – 1,0 µm.

Eine Mikrofiltrationsmembran mit kleinerem Porendurchmesser würde die coliformen Keime und Bakterien fast vollständig zurückhalten und könnte so die Desinfektionsstufe überflüssig machen.
Abschließend wurden die Ergebnisse der einzelnen Behandlungsschritte dargestellt und die Einsetzbarkeit auf Schiffen und Seebauwerken beschrieben. Im Anschluss an die Diskussion der Ergebnisse wurde eine beispielhafte Auslegung, anhand der ermittelten Daten, für eine Motoryacht durchgeführt.

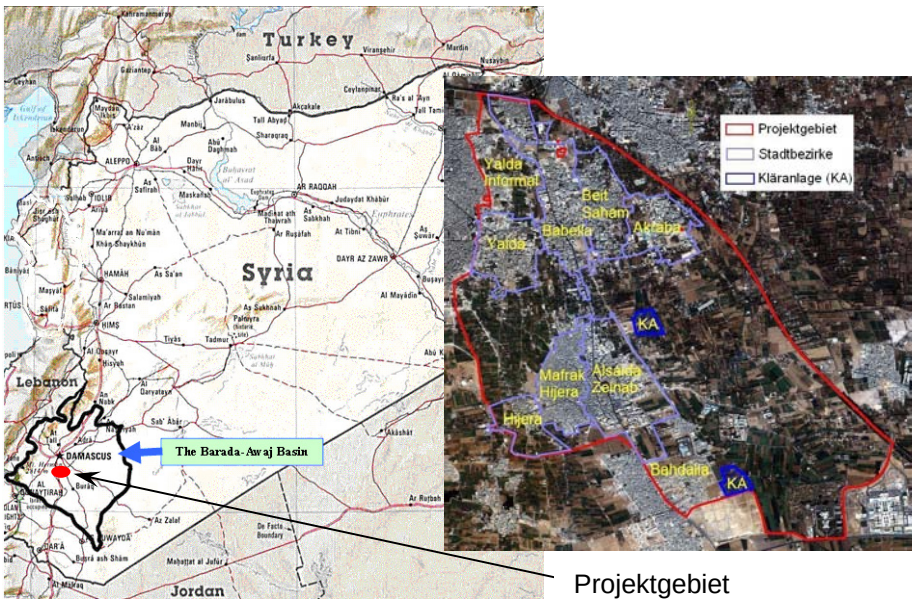
Die Versuchsanlagen im Praktikumsmaßstab erfüllten nahezu alle Zielvorgaben und waren in der Lage die Sollwerte der MEPC 159(55) für den Seebetrieb einzuhalten.

46 Kostenoptimierte Entwässerung des Teilgebietes Akraba bei Damaskus/Syrien

Dipl.-Ing. (FH) Arne Olligschläger

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Wolfgang Hellwig
Datum des Kolloquiums	08. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunale Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Im Jahr 2001 haben die deutsche und die syrische Regierung vereinbart, dass im Rahmen der finanziellen und technischen Zusammenarbeit die Infrastruktur der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Syrien saniert werden soll. In einer vorausgehenden Studie haben sich die fünf, zum südlichen Randgebiet von Damaskus zählenden, Städte Yalda, Babella, Beit Saham, Akraba und Alsaida Zeinab des Regierungsbezirkes „Damascus Rif“ als besonders förderungswürdig erwiesen und sind deshalb zur Umsetzung ausgewählt worden.

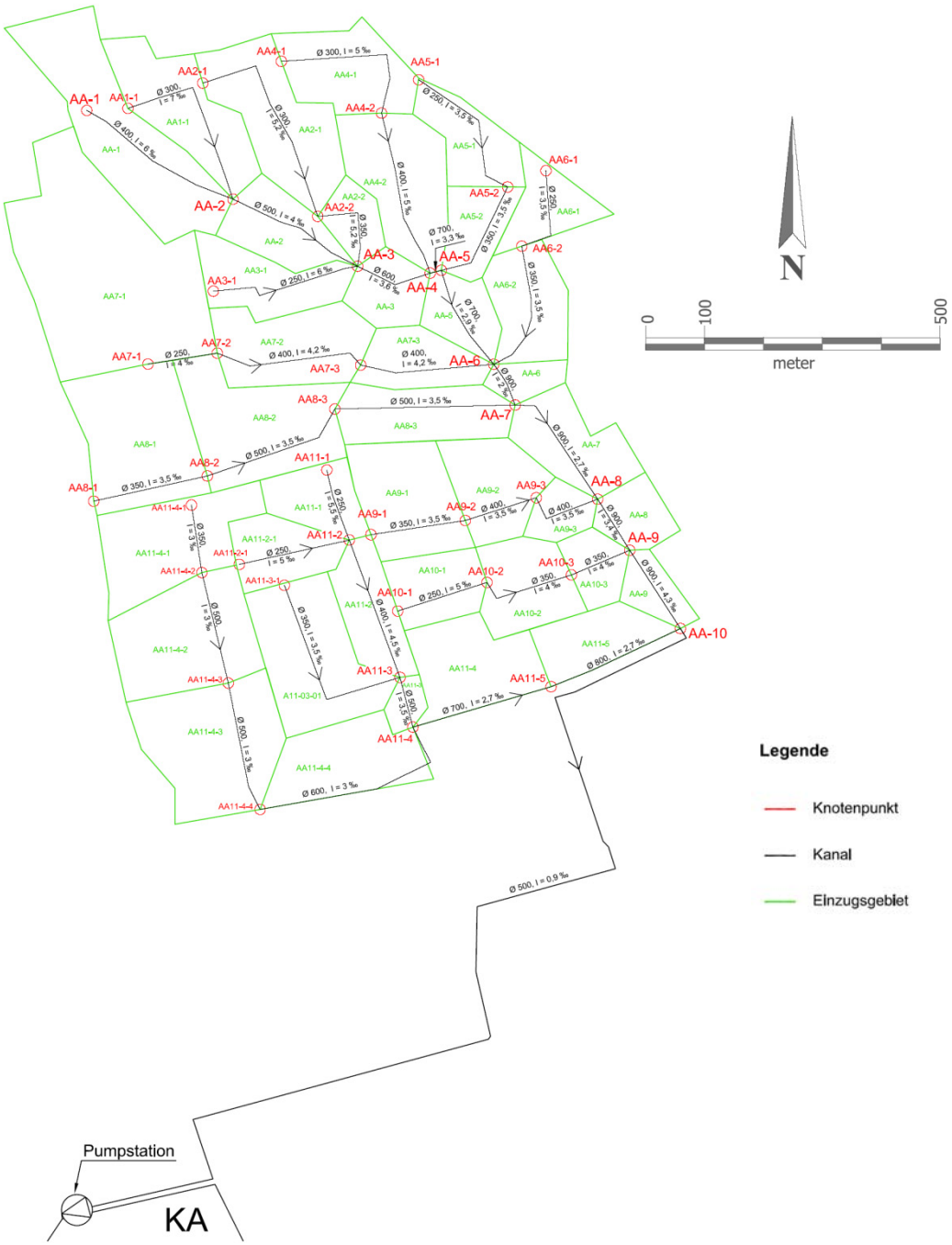


Projektgebiet

Das in diesem Gebiet vorhandene Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetz ist äußerst marode und es stehen keine Abwasserreinigungsanlagen zur Verfügung. Das anfallende Abwasser wird direkt zur Bewässerung auf den angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen verwendet, was zum einen ein hygienisches Problem darstellt und zum anderen eine Verschlechterung der Grundwasserqualität zur Folge hat. Deshalb wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie “Water Sector Programme Barad Basin - Damascus Rif Governorate” ein neues Wasserversorgungssystem mit geschützten Brunnenfeldern und Wasseraufbereitungsanlagen, ein neues Entwässerungssystem mit anschließender Reinigungs- und Desinfektionsanlage und ein System zur Wiederverwendung des behandelten Abwassers zur Grundwasseranreicherung und Bewässerung geplant. In der Diplomarbeit wird dabei ein Entwässe-

rungssystem mit Transportleitung für Akraba dimensioniert und nach finanziellen und technischen Gesichtspunkten untersucht.

Die Berechnungen sind dabei mit einer Excel-Tabelle durchgeführt worden. Die nachstehende Abbildung zeigt die Ergebnisskizze des Entwässerungssystems mit den gewählten Durchmessern und Gefällen.



Ergebnisskizze des gewählten Entwässerungssystems

Das Resultat der Kosten-Nutzen-Analyse ist, dass als Transportleitung die Freispiegel- der Druckoption vorgezogen wird, da sie unter den gegebenen Umständen sowohl kostengünstigster ist, als auch eine höhere Betriebssicherheit aufweist.

47 Optimierung der Hygienisierung und Berücksichtigung der Abluftbehandlung bei der Biogaserzeugung

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bahde

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Datum des Kolloquiums	08. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Um die Ressourcen der fossilen Energieträger zu schonen und als Reaktion auf den Klimawandel wird mit Deutschland in der Vorreiterrolle der Ausbau erneuerbarer Energien stark forciert. Hierzu zählt auch die Erzeugung von Biogas aus Biomasse. In einem anaeroben Vergärungsprozess einer Biogasanlage entsteht aus organischer Materie ein brennbares Gasgemisch, das in einem Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme umgewandelt wird.

Besonders hohe Biogaserträge können mit der Vergärung von Speiseresten, Bioabfällen oder tierischen Nebenprodukten erzielt werden. Dies macht den Einsatz der Substrate im Hinblick auf den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage hoch attraktiv. Mit der EG-Hygieneverordnung 1774/2002 vom 3. Oktober 2002 haben sich die Rechtsgrundlagen für die Entsorgung tierischer Nebenprodukte grundlegend geändert.

Bei der Vergärung phyto- und seuchenhygienisch bedenklicher Materialien in Biogasanlagen müssen strenge Hygienevorschriften beachtet werden. Eine hinreichende Inaktivierung pathogener Keime bewirkt die „Hygienisierung“ bei der Temperatur von mindestens 70 °C, der Verweilzeit von einer Stunde und der Teilchengröße von maximal 12 mm.

Ziel der Arbeit war es, nach Betrachtung aller behördlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekte ein optimiertes Konzept zum Bau einer „Hygienisierungseinheit“ zu erstellen. Die Berücksichtigung der Emissionen aus dieser Aufbereitungseinheit spielte dabei eine zentrale Rolle.

Zunächst wurden Möglichkeiten zur Umsetzung der Hygienisierung nach den gesetzlichen Vorgaben vorgestellt. Hier zeigte sich, dass ein diskontinuierliches Behälterverfahren (Batch-Betrieb) die zuverlässigste Lösung ist. Dies spiegelte sich auch bei Betrachtung der Marktlösungen wieder. Als effiziente und wirtschaftliche Lösungen zur Abluftbehandlung wurden Biofilter und die Adsorption an Aktivkohle beschrieben.

Um neben den theoretischen Erfahrungen zur Hygienisierung auch aktuelle Beispiele aus der Praxis darzustellen, wurde in der Bestandsaufnahme von Biogasanlagen beschrieben, in welcher Weise Betreiber eine Hygienisierung in Eigeninitiative installiert haben.

Die gewonnenen Erkenntnisse dienten als Grundlage für die Erstellung des optimierten Konzeptes. Bei der Entscheidungsfindung zur Standortwahl der Hygienisierung wurde klar, dass diese von vielen Faktoren abhängig ist. Eine optimale Lösung kann nur bei Betrachtung eines einzelnen Projektes mit den jeweiligen Einsatzsubstraten gefunden werden. Als Planungshilfe zur Optimierung der Hygienisierung für ein Projekt diente die detaillierte Betrachtung der Einzelkomponenten.

Hier wurden alle Bauteile beschrieben und bemessen, die zur Erstellung einer Hygienisierungseinheit im effizienten Batch-Betrieb notwendig sind. Es konnten Abhängigkeiten in Bezug auf die Standortwahl identifiziert und wichtige Hinweise zum sicheren Betrieb gegeben werden.

Die betrachteten Komponenten sind im Einzelnen:

- Pumpen und Zerkleinerung
- Hygienisierbehälter
- Rührwerk und Rührer
- Temperaturüberwachung
- Füllstandsmessung
- Wärmeübertrager und Kühlsysteme
- Automatisierung

Bild 1: Hygienisierbehälter (12m^3) vor dem Fermenter

Aus dieser Vorlage konnte das optimierte Konzept für ein geplantes Projekt erstellt werden. Dabei standen die Standortwahl, die richtige Auswahl der Einzelkomponenten und eine Kostenkalkulation im Mittelpunkt. Weiterhin wurde eine wirtschaftliche Betrachtung für die zusätzliche Investition in ein Abkühlsystem vorgenommen. Dieses soll die Prozessstabilität im nachfolgenden Gärprozess gewähren. Dabei wurde bemerkt, dass ein Abkühlsystem nur bei einer Hygienisierung vor dem ersten Gärprozess als lukrative Investition zu sehen ist. Bei der Berücksichtigung der Abluftbehandlung war festzuhalten dass konkrete Maßnahmen immer erst nach der Messung der Emissionen getroffen werden können. Als standardisierte Einzelmaßnahme zur Minderung von Emissionen für die Hygienisierung wurde eine Adsorption an Aktivkohle als sichere Lösung vorgeschlagen.

Beim Ausblick und den gemachten Erfahrungen konnte festgehalten werden, dass es auf dem stark wachsenden Markt der Biogastechnologie zahlreiche Lösungsansätze für die Umsetzung der Hygienisierung gibt. Die Thermische Desintegration oder die Kombination der Hygienisierung mit einer thermischen Gärrestaufbereitung sind weiter zu verfolgen. Gezielte Laborversuche mit Bestimmung der biochemischen Parameter können eine Standortauswahl vereinfachen. Auch Schlachtbetriebe zeigen Interesse ihr ungenutztes Abwärmepotential zu nutzen, indem sie ihre Abfallprodukte bereits am Entstehungsort hygienisieren. Zur Eindämmung von Seuchengefahren ist diese Idee sinnvoll.

Bild 2: Hygienisierbehälter (links) und Abkühlbehälter (rechts)

48 Betreiberkonzepte in der Gebäudeautomation

Dipl.-Wirtsch.-Ing (FH) Dörthe Knefelkamp M.Sc.

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums	10. Oktober 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master))
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation

Die Automation von Gebäuden ist mittlerweile, grade bei größeren Objekten, Standard geworden.

Aus der Industrie kennt man Planungsabläufe mit klar definierten Zuständigkeiten und Phasen. Durch die rasche Entwicklung im technischen Bereich der Automatisierung und die schnelle Zunahme der Komplexität der Automationssysteme, steigen auch die Anforderungen an die Planung der technischen Gebäudeausrüstung.

Der früher so klaren Trennung der Gewerke und der damit verbundenen Fachplanungen muss heute eine übergeordnete Gesamtplanung des Gebäudeautomationssystems voran stehen. „Gewerkeübergreifend, kostenoptimiert, flexibel und nachhaltig“ sind Attribute, die die Anforderungen an effiziente Gebäudeautomationssysteme definieren.

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Zusammenhänge im Ablauf von Gebäudeprojekten mit Schwerpunkt Automatisierung dargestellt.
Die verschiedenen Einflussfaktoren werden aus Sicht des Betreibers, Investors oder des Planers betrachtet.

Bei der Darstellung werden sowohl die verschiedenen Betreiberarten, als auch eine Zahl von Investitionsansätzen dargestellt. Besonders berücksichtigt wird hierbei der Ansatz und der Ablauf der Planung. Für die unterschiedlichen Applikationen werden jeweils die verschiedenen Möglichkeiten der Automation gegenüber gestellt. Speziell bei größeren Gebäuden oder Anlagen mit einer größeren Gesamtausdehnung ist auch eine besondere Aufmerksamkeit den Feldbus-Systemen zur Vernetzung von Gesamtanlagen zu widmen.
Die Feldbus-Auswahl allein stellt schon eine große Anforderung dar, die in dieser Arbeit nicht speziell betrachtet wird.

In der vorliegenden Arbeit soll der integrale Ansatz und die Gesamtsicht der Planung im Sinne des Auftraggebers vermittelt werden. Die spezifischen Details von Feldbus-Systemen würden den Rahmen der Arbeit sprengen.

49 Untersuchungen zur Flusswasserentnahme der Vechte und Steinfurter Aa für die Grundwasseranreicherung im Wassergewinnungsgebiet der Stadtwerke Ochtrup

Dipl.-Ing.(FH) Stefan Tiedeken
Dipl.-Ing.(FH) Carsten Laurenz

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römerman
Datum des Kolloquiums	09. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Stadtwerke Ochtrup

Im Jahr 2006 war das Wasserrecht der Stadtwerke Ochtrup von 1,2 Mio. nahezu ausgeschöpft. Aus diesem Grund und aufgrund einer steigenden Bevölkerungsprognose im Versorgungsgebiet ist es das Ziel der Stadtwerke Ochtrup, eine Erhöhung des Wasserrechts zu erreichen.
Dieses Bestreben soll mit einer künstlichen Grundwasseranreicherung mittels Oberflächenwasser aus der Vechte zusätzlich zur bestehenden Anreicherung aus der Steinfurter Aa ermöglicht werden. Vor einer Infiltration in den Untergrund sollten die Grundwasserverhältnisse, -neubildung, -beschaffenheit und das Einzugsgebiet betrachtet werden, um mögliche Folgen und Auswirkungen erkennen zu können.

Um die Belastungen der Vechte und Steinfurter Aa darzulegen, wurden alle Hauptemittenten, wie kommunale Kläranlagen, Regenwassereinleitungen, industriell-gewerbliche Einleitungen sowie die Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen, aufgezeigt.

Zur Bestimmung der Mindestwassermenge, die in der Vechte verbleiben muss, wurde ein Ingenieurbüro zur Erstellung eines Gutachtens beauftragt. Demnach darf unter einer minimalen Höhe von 25 cm am Pegel Bilk kein Wasser entnommen werden, um die Fischfauna und das Ökosystem nicht negativ zu beeinträchtigen. Durch die Gegenüberstellung der Abflussmengen der Vechte und Steinfurter Aa ist ersichtlich, dass im Tagesmittel gerade im Sommer über längere Zeiträume und somit eine größere Menge Oberflächenwasser entnommen werden kann.

Speziell zur Beurteilung der Qualität an dem vorgesehenen Standort der Flusswasserentnahme aus der Vechte wurden dort zwei umfangreiche Beprobungen durchgeführt.

Die Analysen ergaben erhöhte Werte für die Parameter Nitrat, Eisen, Mangan, AOX, DOC, Phosphat, den Komplexbildner EDTA, mikrobiologische Parameter sowie einige Pflanzenschutzmittel und Arzneimittel-Rückstände. Wobei nur die Stoffe Nitrat, Eisen, Mangan, die mikrobiologischen Parameter und einige PSM regelmäßig den Grenzwert der TrinkwV überschreiten.

Danach war zu klären, welche Stoffe mit welchen Aufbereitungsverfahren eliminierbar, oder zumindest minimierbar sind. Vor der geplanten Aufbereitung des Oberflächenwassers am Wasserwerk Offlum ist bereits bei dem Entnahmebauwerk ein Sandfang mit integriertem Ölabscheider vorgesehen. Eine bestehende Rohrleitung soll als Transportleitung zum Wasserwerk dienen, die dann saniert und zum Teil neu verlegt werden soll. Vor der Infiltration in den Untergrund über Sickerbecken, was als ein komplexer Aufbereitungsschritt zu sehen ist, kann das Wasser mittels Flockungsfiltration und Aktivkohlefiltration vorgereinigt werden. Die besagten Inhaltsstoffe werden dabei größtenteils entfernt.

Abschließend wurde eine Abschätzung der Kosten für das Entnahmebauwerk, die Rohrleitung, die Aufbereitung inkl. Halle und einzelne Bauteile durchgeführt.

Hierbei wurde deutlich, dass eine Aufbereitung grundsätzlich möglich, jedoch mit erheblichen Kosten verbunden ist.

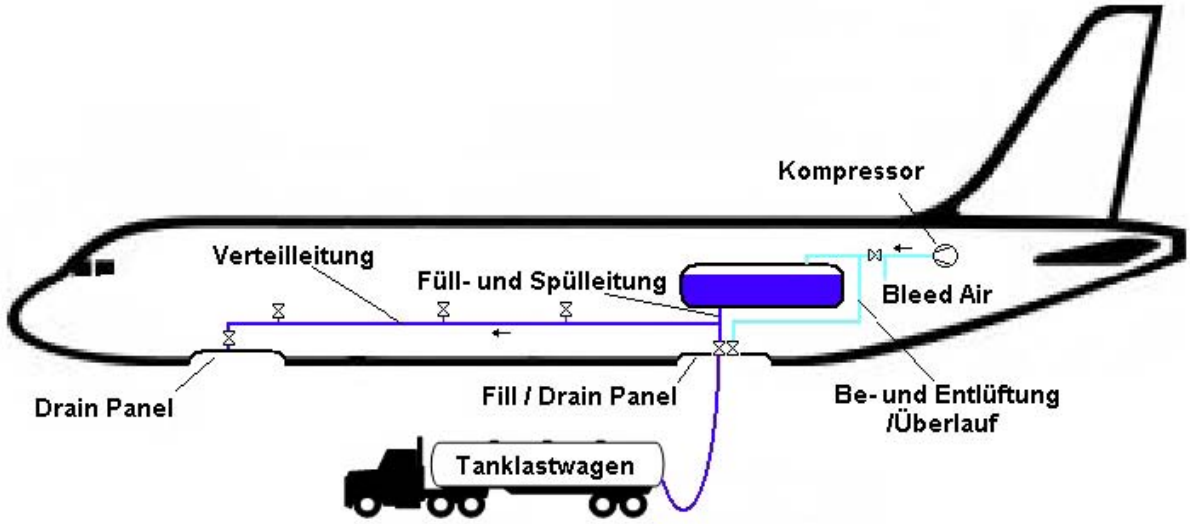
50 Betrachtungen zur dezentralen Trinkwasserdesinfektion unmittelbar vor der Verbrauchsstelle in Flugzeugen

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Schürmann

Prüfer	Prof. Dr. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums	09. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Monogram Systems GmbH

Ziel des Projektes, innerhalb dessen Rahmen diese Diplomarbeit verfasst wurde, ist es, eine Desinfektion unmittelbar vor der Verbrauchstelle in einem Flugzeug zu integrieren. In der Arbeit wird die Situation der Trinkwasserversorgung in einem Flugzeug genauer beschrieben und es wird auf die rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland eingegangen. Der Hauptteil der Arbeit besteht aus einer Literaturrecherche, die allgemein das Thema der Desinfektion von Trinkwasser als Grundlage enthält.

Flugzeuge haben prinzipiell ähnliche Wasserversorgungssysteme. Diese Wassersysteme bestehen aus Tanks, die in dem „Cargo-Bereich“ der Flugzeuge eingebaut sind und von denen aus Leitungen zu den Verbrauchern führen. Mann unterscheidet die Wassersysteme hauptsächlich danach, ob und welche Art von Zirkulation eingebaut ist. Es gibt Voll- und Teilzirkulationen, die das Wasser in dem gesamten Leitungssystem zirkulieren lassen oder nur im Tank umwälzen.
In der nachfolgenden Abildung ist beispielhaft ein Wassersystem in einem Flugzeug dargestellt.



Die Grundidee, eine Desinfektion unmittelbar vor der Verbrauchsstelle (Point of use) zu integrieren, beruht auf den Vorteilen, die im Vergleich zu zentralen Systemen bestehen. Eine dezentrale Desinfektion würde zum Beispiel eine mögliche Verkeimung des Wassersystems kurz vor der Verbrauchsstelle neutralisieren. Das Wasser wäre daraufhin gesundheitlich unbedenklich.

Nach der Beschreibung der möglichen Positionierung der Desinfektion wird auf die Frage eingegangen, welche möglichen Verfahren eingesetzt werden können. Hierzu wird die rechtliche Situation bezüglich der Wasseraufbereitung in Flugzeugen betrachtet. In Deutschland wird die Versorgung mit Trinkwasser durch die Trinkwasserverordnung geregelt. In der Trinkwassverordnung sind die mikrobiologischen und chemischen Parameter beschrieben und mit Grenzwerten versehen. Des Weiteren ist eine Liste mit den zulässigen Aufbereitungsstoffen und Desinfektionsverfahren aus der Trinkwasserverordnung ausgegliedert. Die in der Liste und somit in Deutschland erlaubten Desinfektionsverfahren werden dann in dem Kapitel Desinfektionsverfahren genauer betrachtet.

Die Desinfektionsverfahren werden in diesem Kapitel in bestimmte Bereiche unterteilt genauer betrachtet. Zuerst werden die Grundlagen des Desinfektionsverfahrens erleutert, um dann auf die Wirkungsweise der Desinfektion zu erklären. Des Weiteren wird der Aufbau eines betrachteten Verfahrens erklärt und auf die Kontrolle der Desinfektionsleistung eingegangen. Abschließend werden für jedes betrachtete Desinfektionsverfahren noch die Vor und Nachteile zusammengestellt.

Die Arbeit endet mit einer Zusammenfassung der Vor- und Nachteile aller betrachteten Desinfektionsverfahren bezüglich der Luftfahrt.

51 Stickstoffbilanzierung in einer Biogasanlage

Dipl.-Ing (FH) Guido Rottstegge

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Datum des Kolloquiums:	11. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit	EnviTec Biogas AG, Saerbeck

In den letzten Jahren hat das Interesse an Biogasanlagen immer mehr zugenommen. Immer mehr Landwirte erzeugen mit Wirtschaftsdünger und Nachwachsenden Rohstoffen Biogas und wertvollen, schnell wirkenden Dünger. Dieser Dünger kann gezielter eingesetzt werden, da er durch den geringeren Trockensubstanzgehalt eine bessere Fließfähigkeit besitzt. Durch den Abbau der organischen Säuren hat er eine geringere Ätzwirkung. Aus der Verringerung des C/N-Verhältnises folgt eine bessere kurzfristige Düngewirkung.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, in welchen Verbindungen und Formen Stickstoff innerhalb einer Biogasanlage vorzufinden ist. Die dabei untersuchte Biogasanlage ist eine Kofermentationsanlage, die von der Firma EnviTec Biogas AG im Jahr 2005 erbaut wurde. Die Biogasanlage wird mesophil betrieben und hat eine elektrische Leistung von 495 kw_{el}. Das Ziel der Arbeit war, anhand von Untersuchungsergebnissen die Stickstoffbilanz im biologischen Prozess wiederzugeben. Dabei reicht die Bilanzhülle von den zugeführten Substraten über den Anmischbehälter zum Fermenter bis hin zum Gärrestspeicher.

Durch eine Reihe von Analysen wurde die Gehalte an Gesamtstickstoff und Ammonium in den unterschiedlichen Prozessstufen in der Biogasanlage analysiert. Dabei sind große Unterschiede bei dem Gesamtstickstoff und Ammonium in Verlauf der Vergärung festgestellt worden. Durch die Probenentnahme am Anmischbehälter und im Biogas sind Stickstoffemissionsquellen lokalisiert worden. Allerdings in einer Größenordnung, die keine relevanten Auswirkungen auf die Stickstoffbilanz haben.

52 Entwicklung und praktische Einführung einer Transmissionsmessung an Glasscheiben einer Produktionsstätte für Sonnenkollektoren

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Geers

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. F.-P. Schmickler
Beisitzer:	Dipl.-Ing. J. Kosok
Datum des Kolloquiums	11. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Solar Diamant Systemtechnik GmbH, Wettringen

Die Diplomarbeit wurde bei der Firma Solar Diamant Systemtechnik GmbH in Wettringen erstellt. Die Firma stellt thermische Sonnenkollektoren her.

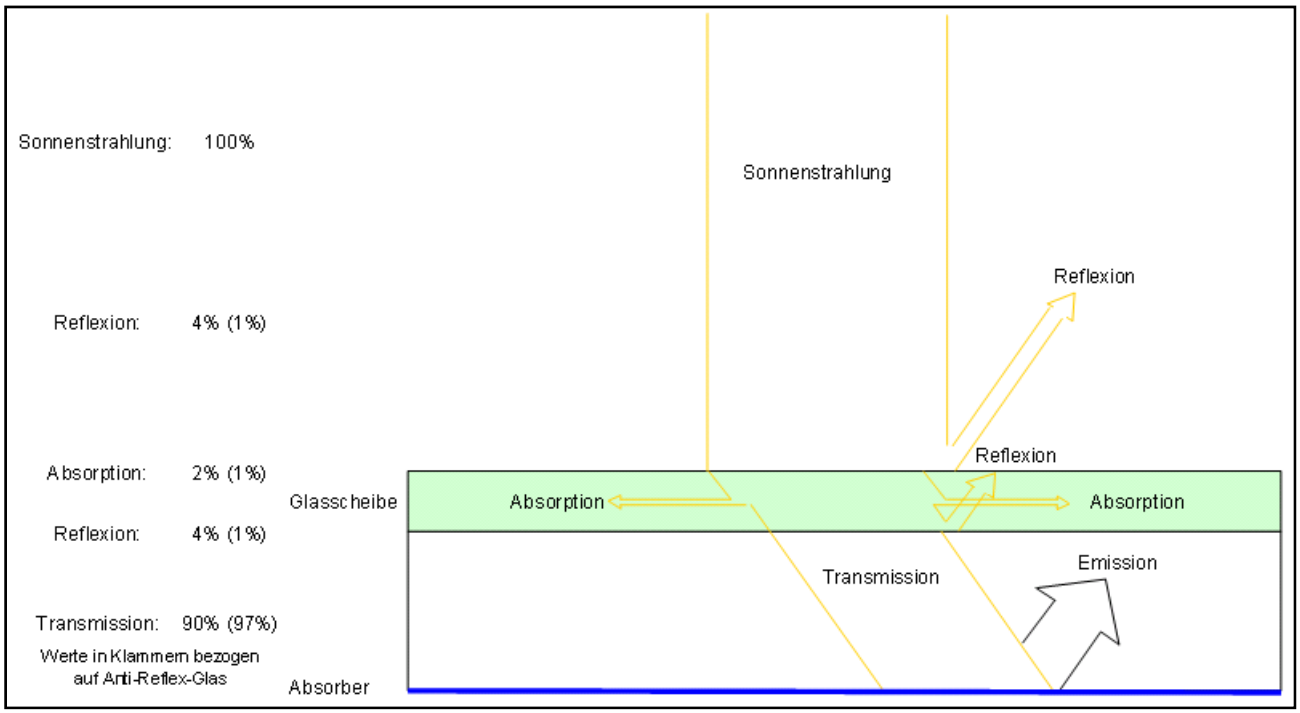
Aufgabe war es, ein Konzept zur Transmissionsmessung zu entwickeln, welches die Qualität bezüglich der Lichtdurchlässigkeit bewerten kann. In der Solarthermischen Branche ist ein solches Verfahren, welches die Transmission im Fertigungsprozess messen kann, nicht bekannt.

Solarglas ist schwer von normalem Fensterglas zu unterscheiden. Erst wenn man den Randbereich des Glases unter einem bestimmten Winkel betrachtet, ist beim Fensterglas eine bläuliche Verfärbung erkennbar. Dieser Effekt wird durch das im Glas gelagerte Eisen hervorgerufen. Das Eisen absorbiert zudem einen Teil der Strahlung. Der Transmissionsgrad liegt hier bei ca. 85%, ein Solarglas hingegen weist einen Wert von ca. 90% auf, spezielles Antireflexglas sogar bis zu 97%.

Die Herstellung von Fensterglas und Solarglas erfolgt in ein und derselben Produktionsstätte. Für die Herstellung von Solarglas wir lediglich der Eisenanteil in den einzelnen Bestandteilen reduziert. Durch Entnahme von kleinen Stichproben wird die Qualität des Glases geprüft. Dadurch, dass keine Online-Messung durchführbar ist, kann es vorkommen, dass eine Glascharge mit geringerer Qualität, aus dem Übergangsbereich, als teueres Solarglas verkauft wird.

Eine Überprüfung im Fertigungsprozess ist auch bei Solar Diamant bis dato nicht erfolgt. Zur Prüfung der Glasqualität werden Stichproben aus den Chargen entnommen und an Prüfinstitute weiter gegeben. Diese überprüfen, genauso wie die Glashersteller, in einem Labor die nur wenige Zentimeter großen Proben. In großen Messgeräten werden über mehrere Sekunden, bis hin zu einigen Minuten die Transmissionsgrade erfasst. Die Messgeräte sind sehr empfindlich, und für den Einsatz unter Fertigungsbedingungen nicht geeignet. Die auftauchenden Erschütterungen und der Staub würden die Messeinrichtung beschädigen und im schlimmsten Fall zerstören.

Die Messmethoden in den verschiedenen Laboren unterscheiden sich teilweise grundlegend, so dass kein einheitlicher Aufbau erkennbar war und als Grundlage genutzt werden konnte. Durch Recherchen konnten einige Systemhersteller gefunden werden. Den Anbietern wurde das Problem erläutert und ein Angebot über die erforderlichen Komponenten angefordert. Durch etliche Tests an bereits bestehenden Anlagen, z.B. am Solar Institut in Jülich, bei Bosch in Stuttgart, konnten die Probescheiben vermessen und erste Fehler bei der Komponentenanordnung und -auswahl herausgefiltert werden.



Mit einem Anbieter wurde näher zusammen gearbeitet. Dieser bot einen selbst entwickelten Messaufbau an. Durch die Genauigkeit, die durch Tests belegt wurden und die Robustheit, überzeugte dieser Messaufbau. Die Messwerte waren mit den Werten aus den Laboren vergleichbar. Zudem sind Messzeiten von wenigen Sekunden realisierbar. Eine Integration in den Fertigungsprozess ist somit möglich.

53 Ökonomische und ökologische Optimierung der technischen Gebäudeausrüstung am Beispiel eines großen Gaststättenbetriebes.

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Meyer M.Eng.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Markus Kauling M.Sc.
Datum des Kolloquiums	16. Oktober 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Die Gaststätte Düstermühle ist ein Familienunternehmen im westlichen Münsterland. Mit einem kleinen festen Mitarbeiterstamm werden ein gutbürgerlicher Gastbetrieb mit 30 Sitzplätzen und ein Saalbetrieb mit 180 Plätzen bewirtschaftet.

Die Arbeit sollte folgende Aufgaben behandeln:
Zunächst sollten – erstmalig- sämtliche Daten der gebäudetechnischen Ausrüstung erfasst werden. Hierbei sollten nicht nur die technischen Umstände betrachtet werden, sondern auch, welche Energiemengen wie verwendet werden und wie sie sich auf die einzelnen Verbrauchergruppen aufteilen. Im Anschluss sollten verschiedene Optimierungspotenziale aufgezeigt werden und auf ihre Einsatztauglichkeit am Objekt untersucht werden.

Zunächst wurden die Datenbestände gesichtet und erfasst.
Hierbei zeigte sich, wie schwierig es ist, diese Daten im Nachhinein zu erfassen und auf Plausibilität zu prüfen, so mussten Teildaten durch telefonische Nachfrage bei Lieferanten und Versorgern eingeholt, bzw. überprüft werden.

Im zweiten Schritt wurden die einzelnen Bereiche auf ihren technischen Zustand hin erfasst.
Schon hierbei stellten sich in Teilbereichen Mängel heraus, welche nicht in Einklang mit dem Stand der Technik, bzw. nicht Vorschriftenkonform waren. Als Beispiel sei hier die Abwasserentsorgung genannt. Hier wurde das Abwasser über eine alte Dreikammerkläranlage als Fettabscheider geleitet, welche nicht nur völlig überdimensioniert war, sondern auch aus sicherheitstechnischen Aspekten nicht den Regeln der Technik entsprach.

Im dritten Schritt wurde nach Optimierungsmöglichkeiten der bestehenden Technik gesucht.
Einfache Maßnahmen sollten hier als optimierende Ergänzung mit möglichst niedrigen Investitionskosten dienen. Hier seien Maßnahmen als Beispiel genannt wie der hydraulische Abgleich des Heizungsystems zur Vermeidung hydraulischer Kurzschlüsse, oder der Einsatz von elektronischen Vorstartern im Beleuchtungsbestand.

Im vierten Schritt wurden innovative, aber schon etablierte Möglichkeiten betrachtet, welche als sinnvolle ökologische und ökonomische Ergänzung dienen könnten.

Hier bieten sich Maßnahmen an wie die Installation eine Photovoltaikanlage auf einer großen, nach Süden ausgerichteten, ungenutzten Dachfläche oder die Auftstellung eines BHKW's um einen Teil des Warmwassergrundbedarfs abzudecken und über die Steuersparnisse und Stromsubventionen Teile der Energiekosten abzudecken.

Alle Maßnahmen wurden zum Schluss auf ihre kurzfristige, mittelfristige oder langfristige Durchführbarkeit hin untersucht und eingeordnet.
Dieser Katalog wurde den Besitzern der Gaststätte an die Hand gegeben, um sie in die Lage zu versetzen mit diesen Informationen und Empfehlungen die technische Gebäudeausrüstung mit in ihre zukünftigen wirtschaftlichen Überlegungen mit einzubeziehen.

Gaststätte

Historische Mühle

54 Aufbau und Untersuchung eines Regelungssystems für ein Klima-Zentralgerät

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Jakonow

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Michael Reinhard
Datum des Kolloquiums	18. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Plüth Regelsysteme GmbH, Rheine

Ziel meiner Diplomarbeit war der Aufbau und die Installation einer zentralen RLT, inklusive der regelungstechnischen Anlage, als Ersatz für eine alte, bestehende Klimaversuchsanlage des Raumlufttechniklabors. Die neue RLT-Anlage soll die Ausbildungs- und Forschungseinrichtungen des Fachbereichs modernisieren und langfristig absichern.

Auf der Basis moderner Anlagentechnik wurde dabei eine komplette Verdrahtung aller relevanten RLT-Komponenten durchgeführt, um in Verbindung mit einer computerunterstützen Mess- und Regeleinrichtung umfangreiche Untersuchungen der verschiedenen Betriebszustände einer RLT-Anlage machen zu können.

Die Anlage besitzt im Ansaugteil zusätzlich ein Leerteil zur Untersuchung von Latentspeichersystemen, um deren Einfluss auf die Energiekostensenkung bei zentralen und dezentralen Systemen untersuchbar zu machen. Dazu wurden zusätzliche Messkanäle in der Regelungstechnik vorgesehen, die es erlauben den zeitlichen Verlauf ausgewählter physikalischer Größen im Latentspeicher als Funktion der Zeit und Eingangsluftzustände zu erfassen.

Die von der RLT-Anlage konditionierte Zuluft wird einem Versuchsraum zugeführt, in dem unterschiedliche Luftdurchlässe betrieben werden können. Dadurch wird es möglich, neben grundsätzlichen Messungen in der Raumluftströmung, auch die verschiedenen Wirkprinzipien der Misch- und Verdrängungslüftung aufzuzeigen.

Die Gesamtanlage ist so projektiert, dass sie auch für zukünftige Erweiterungen vorbereitet ist. Eine geplante Erweiterung betrifft z.B. die Untersuchung adiabater Befeuchtungssysteme.

Nach der jetzigen Fertigstellung erfolgt die Programmierung und Softwareanpassung der Regel-Komponenten. Direkt danach erfolgt die Inbetriebnahme der gesamten Anlage.

Bild 1: Gesamtanlage mit hinterem Versuchsraum

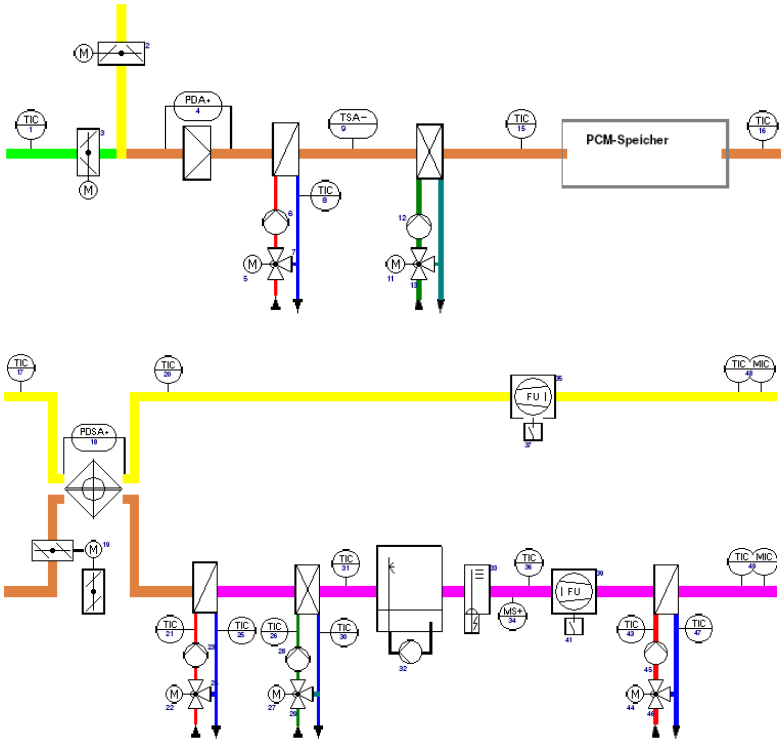


Bild 2: Schaltbild der Anlage

Bild 1 und 2 zeigen neben dem Ist-Zustand des Installationsverlaufes, den prinzipiellen Aufbau der Anlage und die zukünftigen Möglichkeiten für den Entwurf von Praktikumsversuchen und Untersuchungen.

55 Untersuchung der Strömungsverhältnisse bei der Spülung von Schnellfiltern mittels numerischer Strömungssimulation

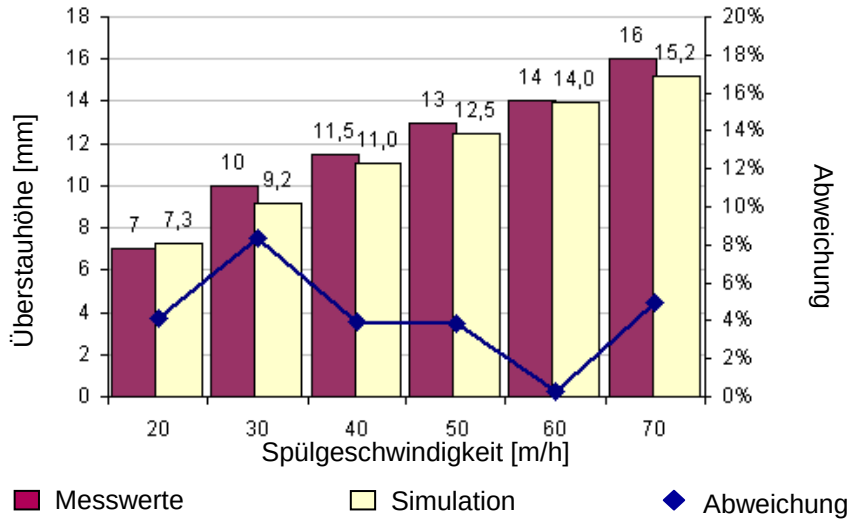
Dipl.-Ing. (BA) Andreas Lindenthal M.Sc.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums	23. Oktober 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Einer der grundlegenden Schritte bei der Aufbereitung von Trinkwasser ist die Entfernung von organischen und anorganischen Partikeln aus dem Rohwasser. Dies geschieht zumeist durch Schnellfiltration. Dabei lagern sich die Partikel in einer körnigen Schüttung ab. Bei der Regenerierung des Filters wird das Filtermaterial mit Wasser oder Wasser und Luft gespült.

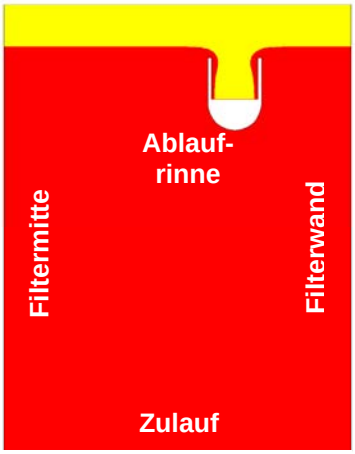
Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Strömungsvorgänge beim Spülen eines runden Schnellfilters mittels der CFD-Software *Fluent* untersucht. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Geschwindigkeitsverteilung im Überstauraum und deren Beeinflussung durch Form und Lage des Schlammwasserabzugs gerichtet.

In einem ersten Schritt wurde hierzu ein Computermodell eines Technikumsfilters (Durchmesser 0,388 m) mit Tulpenablauf erstellt. Um die Konfiguration der Simulationssoftware zu überprüfen, wurden die Simulationsergebnisse mit am realen Filter gemessenen Werten abgeglichen. So bildete die Simulation den dort entstehenden Wasseroberflächenverlauf sehr gut ab. Auch mittels Farbversuchen sichtbar gemachte Strombahnen konnten am Computer simuliert werden.



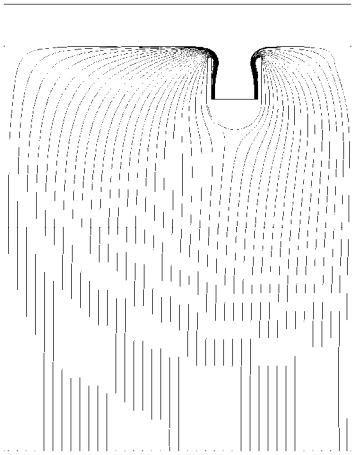
Vergleich von Simulation mit Messwerten vom realen Filter

Auf der Basis des so validierten Modells wurden im Anschluss verschiedene Ablaufgeometrien untersucht. Um die Auswirkung von Form und Lage der Abläufe zu vergleichen, wurden jene Bereiche im Überstauraum des Filters



Wasser-Luft-Verteilung

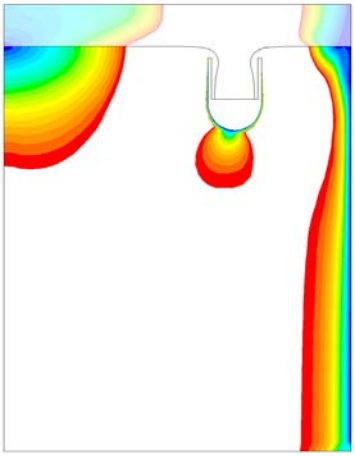
betrachtet, in denen die vorgegebene Spülgeschwindigkeit unterschritten wurde. Diese Bereiche waren besonders groß bei kleinen Tulpen, aber auch bei einer außen liegenden Ablaufrinne. Innen liegende Ablaufrinnen lagen bei dem Vergleich im Mittelfeld. Das beste Ergebnis, das heißt, die geringste Ausdehnung der langsam durchflossen Gebiete ergab sich bei der größten untersuchten Tulpe von 0,3 m Durchmesser. Aufgrund der großen Höhe von Tulpen im Vergleich zu ihrem Durchmesser ist der Einsatz von großen Tulpen in breiten Filtern in der Praxis jedoch nur bedingt möglich.



Strombahnen

Zwei Abläufe mit geringerer Bauhöhe, aber ebenfalls guten Geschwindigkeitswerten wären Kombinationen von einer kleinen Tulpe mit einer nach innen geneigten Filterwand, beziehungs-weise mit einer schmalen, innen liegenden Ablaufrinne.

Auch wurde in weiteren Simulationen die Auswirkung des Filterdurchmessers auf die Geschwindigkeitsverteilung im Filterzylinder untersucht. Es zeigte sich, dass der Wand-bereich, in dem die Strömung verlangsamt fließt, relativ zum Rohrquerschnitt immer kleiner wird. So liegt der Anteil bei einem Zylinder-durchmesser von 0,388 m noch bei etwa 28%, bei einem Durchmesser von 2,5 m aber nur noch bei 6%. Dementsprechend fällt auch die Beschleunigung des Spülwassers in der Filter-mitte unterschiedlich hoch aus. Die Geschwindigkeitserhöhung beträgt dort im schmaleren Filter 11%, im breiteren Filter nur noch 1%. Der Einfluss der Wandreibung kann somit in großen Filtern vernachlässigt und die Geschwindigkeit als über den Filterquerschnitt konstant an-gesehen werden.



Geschwindigkeitsverteilung im langsam durchströmten Bereich

Die in dieser Arbeit gewonnen Daten können als Ausgangsbasis für weiter Simulationen von Schlammwasserabläufen in Schnellfiltern zur Optimierung des Partikelaustrags herangezogen werden. Ein letzter Schritt wäre dann die Überprüfung der Verbesserungsvorschläge in Technikumsversuchen.

56 Entwicklung einer Versuchsanlage zur Visualisierung von Raumluftströmungen

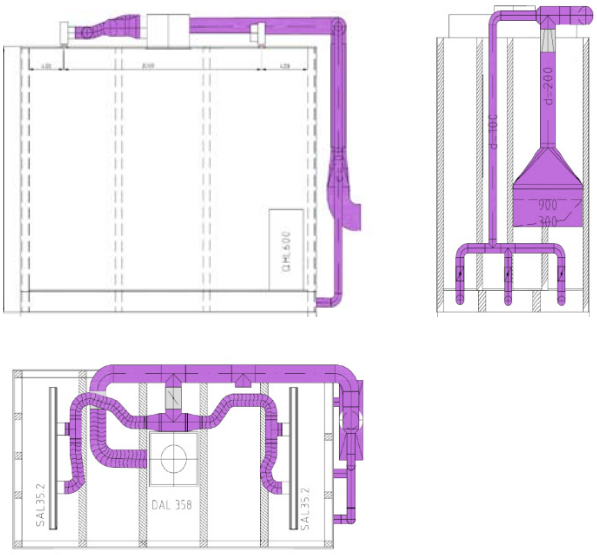
Dipl.- Ing. (FH) Sören Grund

Prüfer	Prof. Dr. -Ing. Bernd Boiting jun.
Beisitzer:	Prof. Dr.--Ing. Hans-Hermann Boiting sen.
Datum des Kolloquiums	25. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Durch den Rückbau der alten Klimaversuchsstrecke im Labor für Raumlufttechnik der FH Münster und den Aufbau der neuen erheblich kleineren und kompakteren Anlage, entstand Platz für neue Versuchsanlagen.
Eine der neuen Versuchsanlagen ist die in dieser Diplomarbeit beschriebene Versuchsanlage zur Visualisierung von Raumluftströmungen, deren Planung und Aufbau von mir geplant und betreut wurde.

Auf Grund immer höher werdenden Ansprüchen an die Architektur, Komfort und Behaglichkeit der Luft in Gebäuden und Räumen wurde eine Menge an Varianten von Luftdurchlässen entwickelt um diesen Ansprüchen gerecht zu werden. Der größte Gegner der Behaglichkeit ist neben den Geräuschen die Luftbewegung. In geschlossenen Räumen wird diese mehr wahrgenommen als in der freien Natur. Wenn die Raumluft eine zu hohe Geschwindigkeit hat, kann es schnell zu Zugerscheinungen kommen, welche wiederum zu Unzufriedenheiten über die Lüftungs- und Klimaanlagen führen.

Mit Hilfe dieser Versuchsanlage soll in Praktika die Verschiedenen Raumluftströmungen visualisiert und beurteilt werden, damit den Studierenten ein Gefühl für das Auslegen und Planen von Luftdurchlässen vermittelt bekommen.

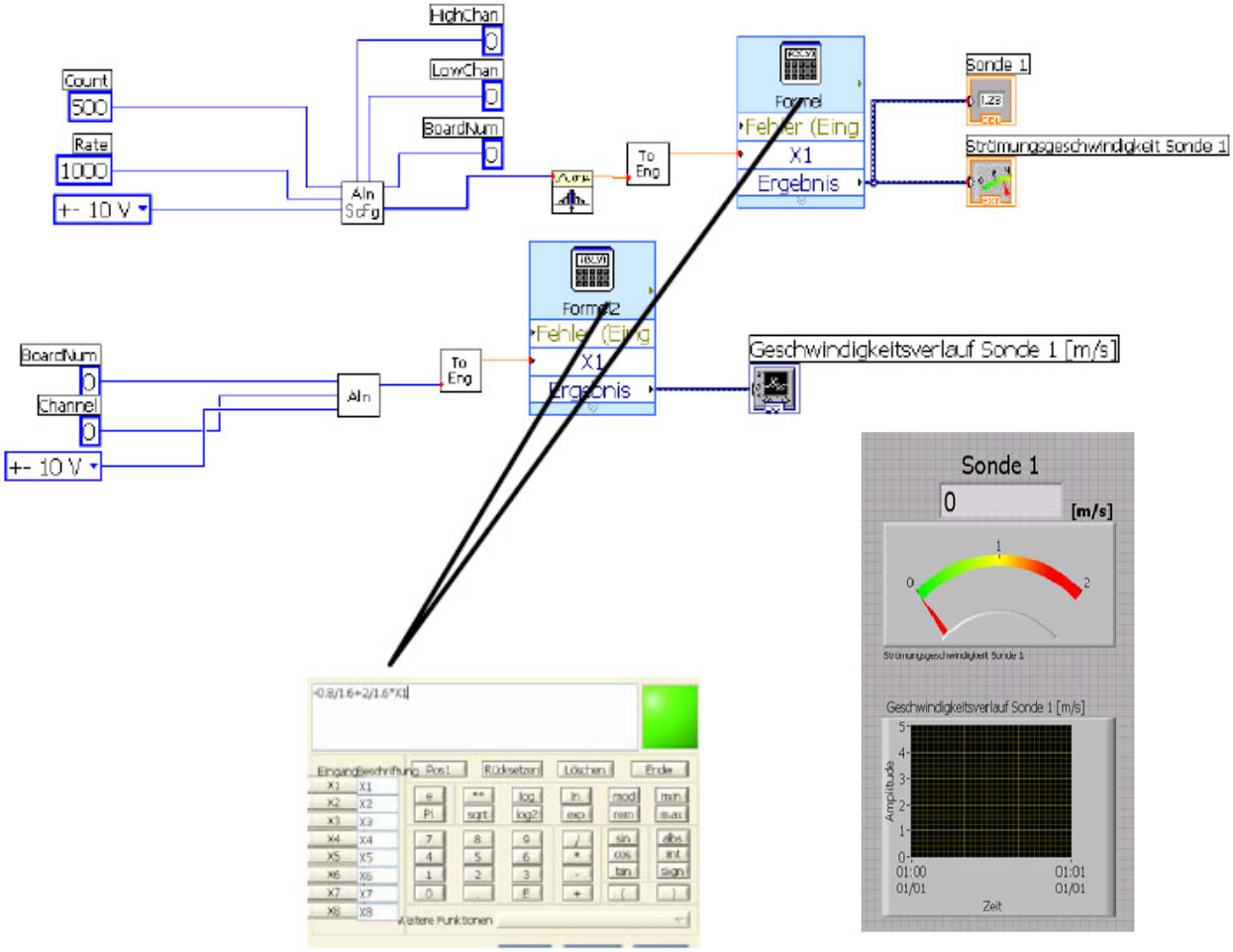


Aufbau der Versuchsanlage (Vorderansicht, Seitenansicht, Draufsicht)

Mit Hilfe dieser zurzeit bestehenden Anlage sind folgende drei Praktikaversuche möglich:

- zwei Schlitzdurchlässe SAL35.2 strahlen isotherm gegeneinander
- Dralldurchlass DAL 358 mit gegen eine Wand strömenden Strahlen
- Quellluftdurchlass strahl frei in den Raum

Um zuverlässige und genaue Messwerte zu bekommen, wurde der Raum mit einer Messeinrichtung ausgestattet, welche durch ein Drehen des Messarmes in horizontaler sowie in vertikaler Richtung messen kann. Der Messarm ist in einem definierten Abstand mit 5 Geschwindigkeitsmesssonden ausgestattet. Für die Geschwindigkeitsmessung werden TSI 8475 Sonden verwendet. Diese Sonden sind richtungsunabhängige Kugelkopfhitzdrahtanemometer.
Mit Hilfe eines Visuellen Instrumentes ist es möglich den Geschwindigkeitsverlauf am PC darzustellen.



interner Funktionsablauf des virtuellen Instrumentes

Durch kleine Umbauten an der bestehenden Anlage können weitere interessante Versuche mit Luftdurchlässen durchgeführt werden.

57 Projektierung einer solarunterstützten Absorptionskältemaschine zur Gebäudekühlung

Dipl. -Ing. (FH) Peter Schleiting

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums	30. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	Biohaus PV Handels GmbH, Paderborn

Bedingt durch die fortschreitende Klimaerwärmung und einen wachsenden Komfortanspruch ist mit einer Zunahme von technischen Anlagen zur Gebäudeklimatisierung zu rechnen. Der vermehrte Einsatz strombetriebener Kompressionskältemaschinen hat aber einen unnötigen Primärenergieverbrauch zur Folge und stellt darüber hinaus die Versorgungssicherheit der Stromnetze bei mittäglichen Spitzenstromlasten vor erhebliche Probleme. Gefragt sind alternative Verfahren im Bereich der Gebäudeklimatisierung.

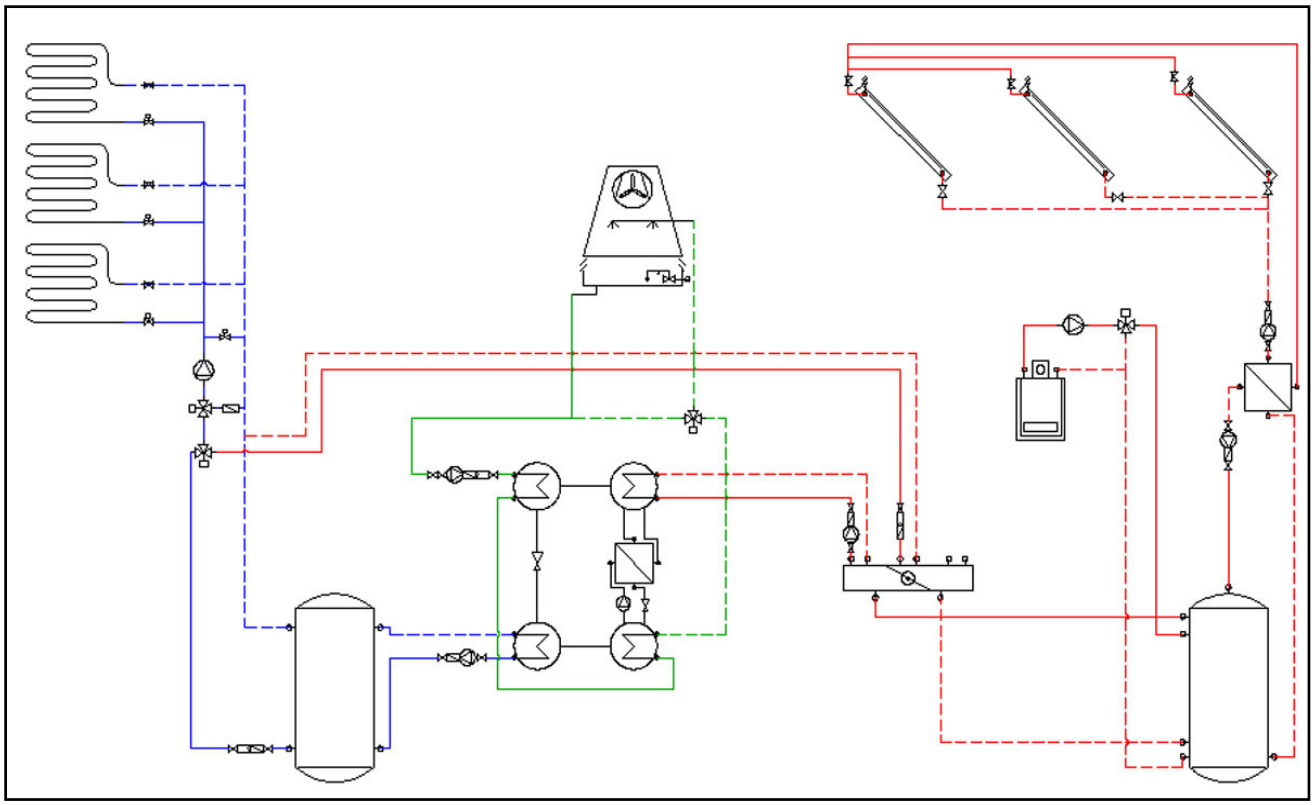
Eines davon ist die solare Kühlung bzw. Klimatisierung. Die zentrale Komponente des Verfahrens ist die Sorptionskältemaschine, die auf dem Funktionsprinzip der Wärmetransformation basiert. Mittels solarerzeugter Wärmeenergie kann der Kälteerzeugungsprozess einer Sorptionskältemaschine angetrieben werden und benötigt dabei im Vergleich zu einer Kompressionskältemaschine nur einen Bruchteil an elektrischer Energie.

Ziel der Diplomarbeit ist die Projektierung einer solarunterstützten Absorptionskältemaschine zur Kühlung des Bürogebäudes der Firma „Biohaus PV Handels GmbH“.

Seit Nutzungsbeginn sind am Gebäude hohe innere Grundkühllasten während der Arbeitszeit zu beobachten. In Verbindung mit externen, solaren Kühllasten überhitzen einige Räume an Sommertagen auf bis zu 36 °C. Da die Firma im Bereich der regenerativen Energieanlagentechnik tätig ist, besteht ein besonderes Interesse die bestehenden Probleme mittels einer solaren Kühlanlage zu lösen.

Unter Berücksichtigung der gebäudespezifischen Gegebenheiten wird ein geeignetes Kühlkonzept erarbeitet, das der Firma als Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe dienen soll. Eine Auslegung bzw. Auswahl der benötigten Hauptanlagenkomponenten Absorptionskältemaschine, Kollektorfeld, Rückkühlwerk und Kühlsystem wird vorgenommen. Außerdem wird der ökologische und ökonomische Nutzen des gesamten Konzepts überprüft.

Die folgende Abbildung zeigt das Fließschema des projektierten Anlagekonzepts.



Projektiertes Anlagenkonzept zur Kühlung des Gebäudes

Die Arbeit führt zu dem Ergebnis, dass die projektierte Anlage mit einer solaren Deckung von 70% betrieben werden kann. Im Vergleich zu einem konventionellen Kühlsystem ist sie somit aus ökologischer Sicht wertvoll. Aus ökonomischer Sicht hingegen bietet das Anlagenkonzept, trotz einer optimalen Komponentenauswahl, keine geeignete Alternative. Das wird anhand eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs nach der Annuitätenmethode über einen Betrachtungszeitraum von 15 Jahren deutlich. Die Annuität der projektierten Anlage ist fast doppelt so hoch wie die einer konventionellen Kühlanlage.

58 Technische Aufwendungen für die Übernahme von LNG in das deutsche Transportsystem am Beispiel von drei unterschiedlichen Gasqualitäten aus Nordafrika am Standort Wilhelmshaven

Dipl. Ing. (FH) Maxim Zoske

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer:	Dr.-Ing. Siegmund Cierniak
Datum des Kolloquiums	31. Oktober 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal und Umwelttechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Energy AG; Dortmund

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die technischen Möglichkeiten und die Wirtschaftlichkeit für die Einspeisung unterschiedlicher LNG-Gasqualitäten aus Nordafrika in das deutsche Transportsystem untersucht.

Im Zuge der Debatte um die Versorgungssicherheit und den gestiegenen Erdgaspreisen auf dem Weltmarkt wird LNG (Liquefied Natural Gas) in der Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Es erhöht die Vielfalt der Bezugsmöglichkeiten, bringt mehr Flexibilität in der Versorgung und schafft auch neue logistische Optimierungsmöglichkeiten. Die Erdgasverflüssigung und der Transport im flüssigen Zustand zu den Verbrauchsschwerpunkten in speziell dafür entwickelten LNG-Tankern spielte wegen der hohen Kosten für die Umwandlung und Kühlung in Deutschland bisher nur eine untergeordnete Rolle.

RWE Energy AG setzt auf eine spezielle Technologie des US-Unternehmens Excelerate Energy, die erlaubt, LNG in den Tankern nicht nur zu transportieren, sondern nach der Regasifizierung an Bord auch direkt in das Pipeline-Netz einzuspeisen. Diese Technik erfordert keine Investitionen in die Infrastruktur für die LNG Regasifizierung an Land und ist somit kosteneffizienter als die herkömmlichen LNG-Terminals.

Die Zusammensetzung des Erdgases ist abhängig von der Lage seines Vorkommens. Da die unterschiedliche Zusammensetzung Einfluss auf das Brennverhalten der eingesetzten Gase hat, muss für Gase der öffentlichen Versorgung gewährleistet sein, dass die zulässigen Grenzwerte für Brennwert, Wobbeindex und relative Dichte, die durch die beiden Teile des DVGW-Arbeitsblattes G260 vorgegeben sind, eingehalten werden.

Die Untersuchungen wurden auf Basis tatsächlich in einem Versorgungsgebiet vorherrschender Verhältnisse durchgeführt, um eine möglichst große Realitätsnahe zu erzielen. Zunächst wurden in der Arbeit die allgemeinen Grundlagen der Erdgaskonditionierung erläutert und die derzeit gängigen Verfahren dargestellt und bewertet.

Die Datenbasis für die Untersuchung waren die brenntechnischen Kenndaten von drei unterschiedlichen Gasqualitäten aus Nordafrika. Diese wurden ausgewählt, um möglichst viele LNG-Qualitäten auf die Einsetzbarkeit in der Bundesrepublik zu prüfen. Die Auswertung zeigte, dass die Einspeisung oben genannten Erdgasqualitäten in das bestehende Transportnetz ohne die Konditionierung mit Luft oder Stickstoff nicht möglich ist. Bei der Einspeisung müssen die Vorschriften und Regelungen des DVGW-Regelwerkes eingehalten werden.

In Rahmen der Diplomarbeit wurde die Konditionierungsanlage, die Pipeline und der Kavernenspeicher geplant und ausgelegt. Eine technische Anlage muss nicht nur dem Stand der Technik entsprechen sondern auch wirtschaftlich sein. Die Erzeugnisse aus dem Produktionsprozess müssen auf den Markt konkurrenzfähig sein und Gewinne erzielen können. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse wurde eine detalierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der gesamten Anlage durchgeführt. Projektkosten, Betriebskosten und Beschaffungskosten wurden dabei berücksichtigt. Die Wirtschaftlichkeit wurde mit Hilfe einer diskontierten Cash-Flow-Rechnung geprüft.

Die Untersuchung zeigte, dass der herkömmliche Transport von Erdgas über Pipeline für die deutsche Gaswirtschaft auch weiterhin wirtschaftlicher als die LNG-Alternative ist. Mit Hilfe von LNG wird allerdings die Erdgasanbieterzahl erhöht und diese erweiterte Flexibilität kann auf Dauer den Anstieg der Gaspreise begrenzen. Dabei wird das Risiko einer zu großen Abhängigkeit von einzelnen Lieferanten wie z. B. Russland vermindert.

59 Kontinuierliche Trockenfermentation in Biogasanlagen am Beispiel von Reststoffen aus der Pferdehaltung

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Helmer M.Eng.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Datum des Kolloquiums	16. November 2007
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Diese Masterarbeit befasst sich mit einem speziellen Verfahren der Biogaserzeugung - der Trockenfermentation. Der überwiegende Anteil der in Deutschland gebauten Anlagen zur Biogaserzeugung sind Nassfermentationsanlagen. Der Unterschied zu der in dieser Arbeit betrachteten Trockenfermentation liegt im Trockensubstanzgehalt in den Fermentern der Anlagen. Nassfermentationsanlagen werden mit Trockensubstanzgehalten von ca. 8 % betrieben, während bei der Trockenfermentation Trockensubstanzgehalte von über 30 % üblich sind.

Bei der Haltung von Pferden fallen in nicht geringer Menge – ca. 9 t pro Pferd im Jahr - Reststoffe in Form von Mist an. Dieser Mist weist einen Trockensubstanzgehalt von deutlich über 8 % Prozent auf und ist daher nur nach aufwendiger und energieintensiver Zerkleinerung und Verflüssigung in der Nassfermentation einsetzbar. Daher stellt er ein ideales Substrat für den Einsatz in der Trockenfermentation dar.

In 2006 konnte die Biogasbranche noch Rekordumsätze und ein zweistelliges Wachstum vermelden. Zudem zeigte man sich sehr zuversichtlich bezüglich der folgenden Jahre. In 2007 konnte jedoch ein deutlicher Rückgang bei Anlagenneubauten beobachtet werden. Experten führen dies auf die deutlich gestiegenen Kosten für das Rohmaterial – in den meisten Fällen Silomais – zurück, da es in Deutschland inzwischen zu einer Verknappung von Anbauflächen gekommen ist. Hierdurch sind bereits viele existierende Biogasanlagen in ihrer Wirtschaftlichkeit eingeschränkt.

Pferdemist ist inzwischen in einigen Teilen Deutschlands zu einem Entsorgungsproblem geworden. Der in NRW anfallende Pferdemist z.B. wurde bisher gerne von den direkt hinter der Niederländischen Grenze ansässigen Zuchtbetrieben für Champignons als Dünger verwendet. Da diese Betriebe ihre Produktion inzwischen jedoch größtenteils nach Polen und Tschechien verlagert haben – und hier Pferdemist aus Bayern eingesetzt wird – ergibt sich für die in NRW liegenden Reithallen ein Entsorgungsproblem für ihren Pferdemist.

Aus den oben genannten Gründen stellt die Verwertung von Pferdemist in einer Trockenfermentationsanlage eine sehr interessante Möglichkeit dar.

In dieser Masterarbeit wurde daher zunächst das durch die Verwertung von Pferdemist in Biogasanlagen mögliche technische Potential ermittelt, welches mit 609 GWh/a elektrischer Energie immerhin ausreichend wäre für die Stromversorgung von ca. 137.500 4-Personen-Haushalten.

Mittels einer entsprechenden Literatur- und Internetrecherche wurden die bereits auf dem Markt verfügbaren Anlagen nach dem Prinzip der Trockenfermentation ermittelt, in die verschiedenen Anlagentypen eingeteilt und die wesentlichen Komponenten im einzelnen dargestellt.

Diese Recherche ergab auch, dass die auf dem Markt verfügbaren Anbieter hauptsächlich diskontinuierlich betreibbare Anlagen für die Trockenfermentation anbieten. Daher wurde auch für ein Praxisbeispiel, für das eine technische Planung und eine wirtschaftliche Betrachtung durchgeführt wurde, eine diskontinuierliche Anlage als Grundlage verwendet.

Die Anlage wurde für die Verwertung des Mistes von insgesamt 240 Pferden ausgelegt, und die Kosten wurden für eine BHKW-Leistung von 37 kW und ein Gesamtfermentervolumen von ca. 600 m³ bestimmt.

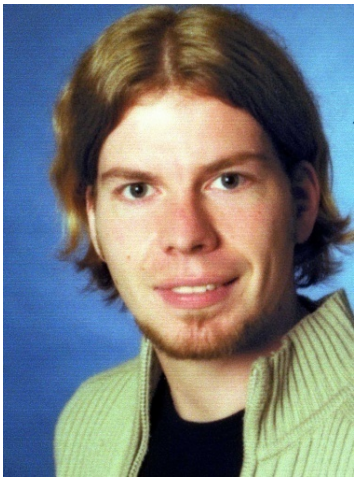
Die für die Anlage ermittelten Investitions- und Betriebskosten sind in die anschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eingeflossen. Diese ergab Einnahmen von ca. 49.000,- EUR/a für den eingespeisten Strom sowie weitere ca. 4.800,- EUR/a für die Nutzung eines Teils der anfallenden Abwärme. Diesem gegenüber stehen Unterhalts- und Betriebskosten von ca. 49.000,- EUR/a. Die genannten Zahlen machen die Wirtschaftlichkeit der Anlage deutlich.

Da in dieser Arbeit die kontinuierliche Trockenfermentation betrachtet werden sollte, wurden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die geplante Anlage mittels automatischer Ein- und Austragssysteme auf einen kontinuierlichen Betrieb umgestellt werden könnte. Die durchgeführte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung machte jedoch auch deutlich, dass die durch automatische Systeme eventuell eingesparten Betriebskosten durch die höheren Aufwendungen für die Installation dieser Systeme wahrscheinlich nicht kompensiert werden.

60 Schalltechnische Untersuchung an verschiedenen Luftdurchlässen in Bezug auf die DIN EN ISO 5135

Dipl.-Ing. (FH) Timo Geiger

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting jun.
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Hans-Hermann Boiting sen.
Datum des Kolloquiums	23. November 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik



Luftdurchlässe nehmen eine besondere Position unter den Komponenten einer Raumlufttechnischen Anlage ein. Zum einen bestimmen Sie maßgeblich die Luftströmung, die in einem belüfteten Raum vorherrscht. Dies stellt, je nach gewünschter Belüftungsart, Anforderungen an die Bauform eines Luftdurchlasses. Zum Zweiten sind sie meistens der einzige Teil einer Raumlufttechnischen Anlage, der für alle sichtbar ist wodurch gewisse Ansprüche an das Design vorhanden sind. Ein weiterer sehr wichtiger Gesichtspunkt ist die Akustik, denn im Gegensatz zu anderen Geräuschquellen in Lüftungssystemen kann das von Luftdurchlässen emittierte Geräusch nicht durch nachgeschaltete Schalldämpfer beeinflusst, bzw. gemindert werden, da sie die letzte Komponente einer Belüftungsanlage sind. Deshalb ist eine Betrachtung der Geräuschemission, aufgrund der Einhaltung der akustischen Behaglichkeit eines Raumes, von großer Bedeutung.
Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zwei Ziele verfolgt. Die erste Zielsetzung bestand darin, zwölf Luftdurchlässe akustisch zu bestimmen. Dieses beinhaltete das Messen ihrer Schalldruckpegel in einzelnen Frequenzbändern bei mindestens vier verschiedenen Volumenströmen. Anhand der gemessenen Schalldruckpegel ließen sich somit die Schallleistungspegel in den jeweiligen Frequenzbändern, sowie die Summenschallleistungspegel berechnen. Die akustische Bestimmung wurde in Bezug auf die DIN EN ISO 5135 im Hallraum durchgeführt. Diese verweist bezüglich der Messung von Schalldruckpegeln im Hallraum auf die DIN EN ISO 3741, in der das Hallraumverfahren der Genaugkeitsklasse 1 erläutert wird.
Die zweite Zielsetzung bestand darin, aufbauend auf die so erhaltenen Schallleistungspegel die Gültigkeit des Relativfrequenzspektrums für Luftdurchlässe, welches Inhalt der VDI 2081 ist, in Bezug auf heutige Luftdurchlässe zu überprüfen, da es vor einigen Jahren anhand von einfachsten Luftdurchlässen, wie zum Beispiel Gitterdurchlässe, erstellt wurde.
Mit Hilfe dieses Relativfrequenzspektrums lassen sich bei der jeweiligen Anströmgeschwindigkeit die einzelnen Oktavschallleistungspegel von Luftdurchlässen bestimmen, wenn von diesen nur der Summenschallleistungspegel und der Widerstandsbeiwert bekannt sind.
Diese Oktavschallleistungspegel werden unter anderem von Computerprogrammen benötigt um eine detaillierte akustische Berechnung von Raumlufttechnischen Anlagen zu ermöglichen.
Um einen bestmöglichen Vergleich des Spektrums der VDI 2081 mit den Messdaten zu ermöglichen, wurde aus diesen ein Diagramm erstellt, welches die gleiche Formatierung wie das Relativfrequenzspektrum aufweist. Dann wurde das Spektrum mit dem Diagramm überlagert, wodurch auffiel, dass die meisten Punkte des Diagramms nicht in den Bereich des Relativfrequenzspektrums fielen, und dieses somit nicht mehr auf heutzutage am Markt vertretene Luftdurchlässe übertragbar ist.

61 Energetische Sanierung eines Einfamilienhauses unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Zurhove

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums	19. Dezember 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Die steigenden Energiepreise sind verantwortlich dafür, dass sich immer mehr Menschen Gedanken darüber machen, wie sie Energie einsparen können.

Bei unsanierten Altbauten ist der Endenergieverbrauch zur Beheizung des Gebäudes um ein vielfaches höher als bei Neubauten, die unter Berücksichtigung der EnEV errichtet worden sind. Deshalb sind sehr viele Besitzer von älteren Häusern daran interessiert, deren Endenergieverbrauch durch eine energetische Sanierung des Gebäudes zu senken.

Ein Schwerpunkt meiner Arbeit war die Ausarbeitung von verschiedenen Sanierungsmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude.

Im Anschluss daran wurde ein Maßnahmenkatalog angefertigt, der unter den Gesichtspunkten der Machbarkeit sowie Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen erstellt wurde.

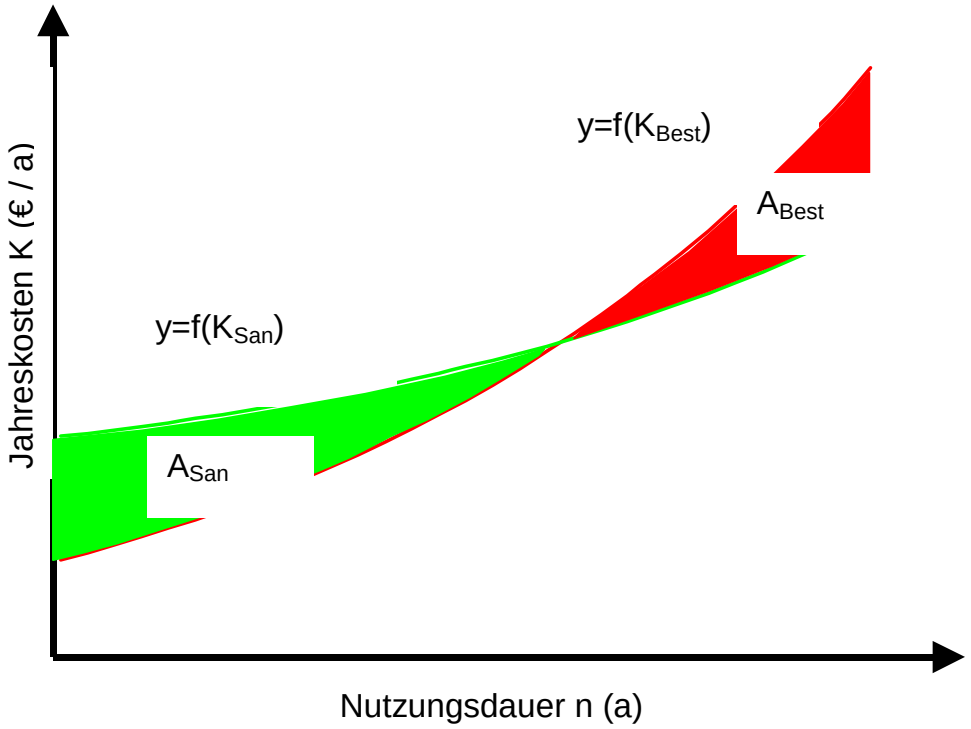
Beispiele aus dem Maßnahmenkatalog:

- Dämmung der Außenfassade
- Sanierung der Fenster
- Sanierung der Außentüren
- Dämmung des Daches
- Dämmung der Geschoßdecken

Alle Sanierungsmaßnahmen wurden mit dem Programm Design Builder simuliert und anschließend ausgewertet.

So wurde jede Sanierungsmaßnahme mit der folgenden Methode auf ihre Wirtschaftlichkeit hin Untersucht. Die Sanierungsmaßnahme ist nur dann sinnvoll, wenn $A_{San} \leq A_{Best}$.

Die Fläche A_{Best} berücksichtigt den Endenergieverbrauch und die Energiekosten des bestehenden Gebäudes. Die Fläche A_{San} berücksichtigt den reduzierten Endenergieverbrauch, die Energiekosten und den Kapitaldienst für die Dämmmaßnahme des sanierten Gebäudes.


Jahreskosten K (€ / a)
y=f(K_Best)
A_Best
y=f(K_San)
A_San
Nutzungsdauer n (a)

62 Untersuchung akustischer Maßnahmen zur Geräuschreduktion von dezentralen Fassadengeräten

Dipl.-Ing. (FH) Marco Droppmann

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Beisitzer:	Prof. Dipl.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums	19. Dezember 2007
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Mess- und Regelungstechnik
In Kooperation mit:	caverion Gebäudetechnik GmbH

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollten verschiedene Maßnahmen zur Reduktion des Schallpegels von dezentralen Fassadenlüftungsgeräten untersucht werden.

Die Fassaden-System-Lüftung ist ein dezentrales Klimasystem, bei dem die Lüftungsgeräte im Fassadenbereich angeordnet sind.
Der Transport der Zu- und Abluft erfolgt dabei durch die Fassade.
Fassaden Lüftung eignet sich besonders durch den Einsatz in Einzelbüros, Wohngebäuden, Patientenzimmern in Krankenhäusern, kleinere Besprechungsräumen, Arztpraxen und Hotelzimmern.

Bei der Planung dezentraler Anlagen ist es wichtig, schon im Vorfeld Informationen bezüglich des Fassadenaufbaus und der Windverhältnisse auch in Wechselwirkung mit umliegenden Gebäuden zu berücksichtigen. Die Außenluftqualität im Bereich der Ansaugöffnung muss ebenfalls in die Planung einfließen, denn im Gegensatz zu zentralen Systemen kann man hier den Ansaugort für die Außenluft nicht frei wählen. Der Einsatz von FSL ist nur bei außen liegenden Räumen möglich, und eine maximale Raumtiefe von 6 m sollte nicht überschritten werden.

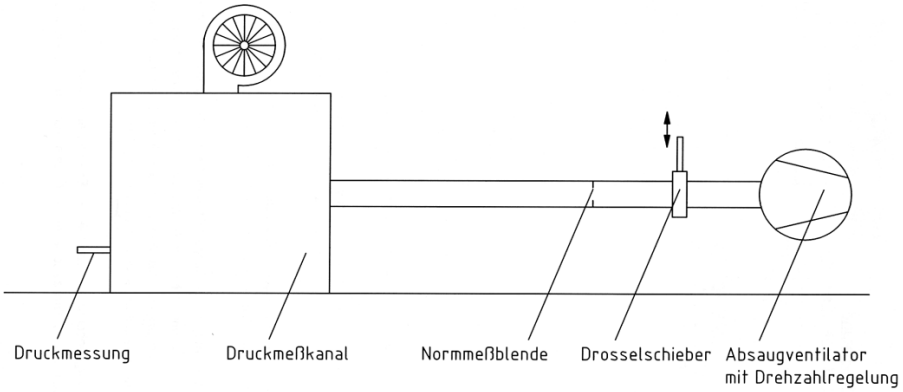
Die Vorteile dieser Geräte sind:

- Reduzierung der Geschosshöhe, da Luftkanäle in den Zwischendecken entfallen
- Flexibilität in der Nutzung
- freie Wahl des Raumklimas durch den Nutzer

Jede Ventilatorbauart hat ihre charakteristische Kennlinie, aus diesem Grund wurden zunächst die Kennlinien der verschiedenen Ventilatoren ermittelt. Diese sind notwendig, um die späteren Messbereiche festzulegen.

Der zu prüfende Ventilator fördert die Luft in einen Druckmesskanal, in dem der Gesamtdruck gemessen wird. Aus dem Druckmesskanal wird die Luft über eine Normblendenmessstrecke und einen Drosselschieber mit einem Drehzahlgeregelten Ventilator abgesaugt.

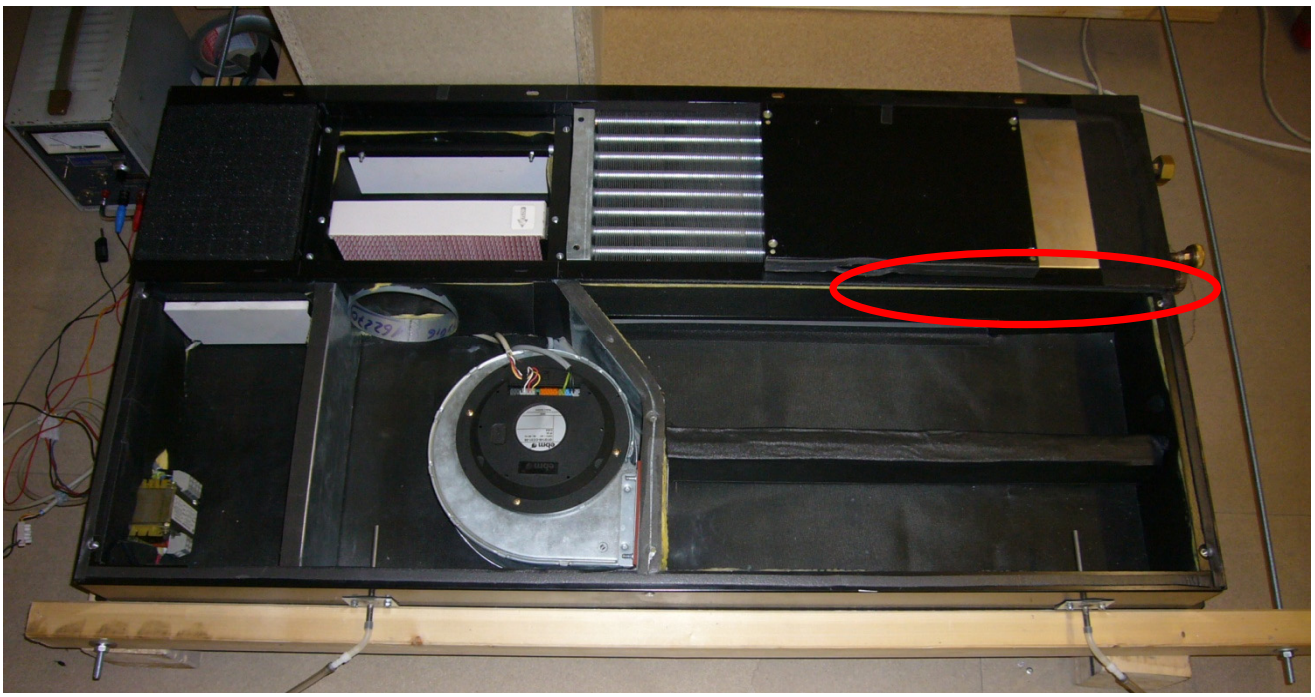
Die Kombination aus Drosselschieber und Saugventilator ermöglicht die Einstellung beliebiger Drücke V im Druckmesskanal. Die Messpunkte werden folgendermaßen eingestellt:



Schematische Darstellung des Versuchsaufbaues

Durch die oftmals begrenzten Platzverhältnisse in der Fassadenbrüstung oder im Doppelboden vor der Fassade sind auch die schalldämpfenden Maßnahmen zu Reduktion des Ventilatorgeräusches erschwert.

Daher wird ein Versuchsstand zur systematischen Untersuchung verschiedener Schalldämpfer-Konfigurationen in Verbindung mit verschiedenen Ventilatoren geplant und gebaut.
Bei den Messreihen sollen Variationen durchgeführt werden, wo das Schalldämpfermaterial, die Schalldämpferanordnung und der Ventilatorfabrikat und -bauart verändert werden.



Fassadengerät mit einer Schalldämm-Kulisse.

63 Projektmanagement in der Softwareentwicklung dargestellt am Beispiel der Inliner-Zirkulation in Steigleitungen

Dipl.-Ing. (FH) Anke Schmiedeskamp M.Eng.

Prüfer	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums	14. Januar 2008
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Dendrit Haustechnik-Software GmbH

Die Masterarbeit befasst sich mit dem „Projektmanagement in der Softwareentwicklung dargestellt am Beispiel der Inliner-Zirkulation in Steigleitungen“ und stellt an der Weiterentwicklung der bestehenden Dendrit Berechnungssoftware dar, wie eine neue Entwicklung in dem Unternehmen geplant, gesteuert und durchgeführt werden kann.

Das Unternehmen Dendrit, Dülmen, wurde 1988 gegründet. Im Laufe der Jahre hat die Haustechnik-Software des Unternehmens Dendrit eine allgemeine Anerkennung in der Branche erlangt und wird für haustechnische Planungen für Neu- und Bestandsgebäude sowie für Referenzberechnungen eingesetzt.

Zur Zeit gibt es die Berechnungsprogramme für die Trinkwasserinstallation, Zirkulationssimulation, Entwässerungssysteme, Heizlastberechnung, Heizflächenauslegung, Heizungssysteme, Kühllastberechnung und TRGI. Insbesondere durch die Zirkulationssimulation, die von Prof. Dipl.- Ing. Bernhard Rickmann entwickelt worden ist, wird eine zusätzliche Planungssicherheit in der Trinkwasserinstallation ermöglicht. Aufgrund dessen konnte die Berechnungsqualität gesteigert und die Planungssicherheit verbessert werden.

Die Unternehmen Kemper, Olpe, und Geberit, Pfullendorf, erteilten dem Unternehmen Dendrit den Auftrag, die Inliner-Zirkulation für Steigeleitungen in die bestehende Dendrit Berechnungssoftware für Trinkwasser zu integrieren. Daraus ergibt sich für das Unternehmen Dendrit die Aufgabe, in einem vorgegebenen Zeitrahmen eine zielgerichtete und reibungslose Projektabwicklung sicherzustellen. Zeitgleich zu der Softwareentwicklung werden in den Unternehmen Kemper und Geberit Formteile für die Inliner-Zirkulation entwickelt. Deshalb ist bei der Projektdurchführung im Softwareunternehmen darauf zu achten, dass möglichst frühzeitig erste Berechnungsergebnisse vorliegen, die somit unterstützend bei der Produktentwicklung der Formstücke mit einbezogen werden können.

Aufgrund der Größe und Komplexität des Entwicklungsauftrages der Inliner-Zirkulation sowie zeitgleich stattfindender weiterer Entwicklungen wird eine Optimierung des Projektmanagements erforderlich. Erschwerend kommt hinzu, dass eine Koordination über mehrere Entwicklungsressourcen, notwendig wird.

Im Rahmen dieser Masterarbeit werden die bestehenden Strukturen in dem Unternehmen analysiert und optimierende Maßnahmen ergriffen, um eine reibungslose Projektdurchführung der Inliner-Zirkulation sicher zu stellen.
Zur Unterstützung der projektübergreifenden Koordinierung sowie der projektspezifischen Projektplanung, -steuerung und –kontrolle, wurde das Programm Microsoft Project eingeführt.

Um dem umfassenden Thema des Projektmanagements gerecht zu werden, wird zu Beginn der Ausarbeitung auf die wesentlichen Bereiche und Faktoren eingegangen. Dabei wird ein Gesamtüberblick gegeben, die Zielsetzungen vom Projektmanagement hervorgehoben und auf die Besonderheiten, die sich in dem Bereich der Softwareentwicklung ergeben, beschrieben.
Nachfolgend wird auf die Vorgehensweise der Projektdurchführung, der Integration der Inliner-Zirkulation in das bestehende Dendrit Berechnungsprogramm, sowie die Aufgaben des Projektmanagements, welche die Bereiche der Projektplanung (Aufstellung Projektplan, Grob- und Detailplanung), Projektkontrolle und Projektsteuerung umfassen, detailliert eingegangen.
Ein Schwerpunkt in der Detailplanung wird dabei in dem Implementierungsprozess gelegt, welcher die programmiertechnische Umsetzung der Anforderungen in die bestehende Dendrit Berechnungssoftware beinhaltet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Organisation und Durchführung der Software Tests, die ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung sind.

Auf die Vorgehensweise der Projektdurchführung sowie den gewählten Methoden, Techniken und Hilfsmitteln wird in den Kapiteln *„Projektdefinition und Projektplanung“* sowie *„Projektdurchführung“* detailliert eingegangen.

Da die Projektdurchführung der Integration der Inliner-Zirkulation in die bestehende Dendrit Berechnungssoftware voraussichtlich Ende Januar abgeschlossen wird, bezieht sich das Fazit *„Auswertung“* vorerst auf die Projektdurchführung bis zum 14.12.2007. Eine endgültige Auswertung ist erst nach Fertigstellung der Projektdurchführung möglich.

In der Auswertung der Projektdurchführung hat sich gezeigt, dass sowohl durch zusätzliche wie auch durch Abweichungen zu den geschätzten Zeiten für die Durchführung der Vorgänge eine Abweichung der Zeit und somit der Kosten enstanden sind.

Die Zeitschätzung, die zu Projektbeginn für die einzelnen Vorgänge angenommen wurde, ist bei den durchgeführten Vorgängen bis zum 14.12.2007 bei Entwicklungsvorgängen die bis zu 5 Tagen geplant wurden weitestgehend in der Umsetzung eingehalten worden. Abweichungen sind bei Vorgängen aufgetreten, die einen Zeitraum von 10 Tagen überschritten. Diese zeitlichen Abweichungen befinden sich mit 1-2 Tagen in einem tolerierbaren Bereich.

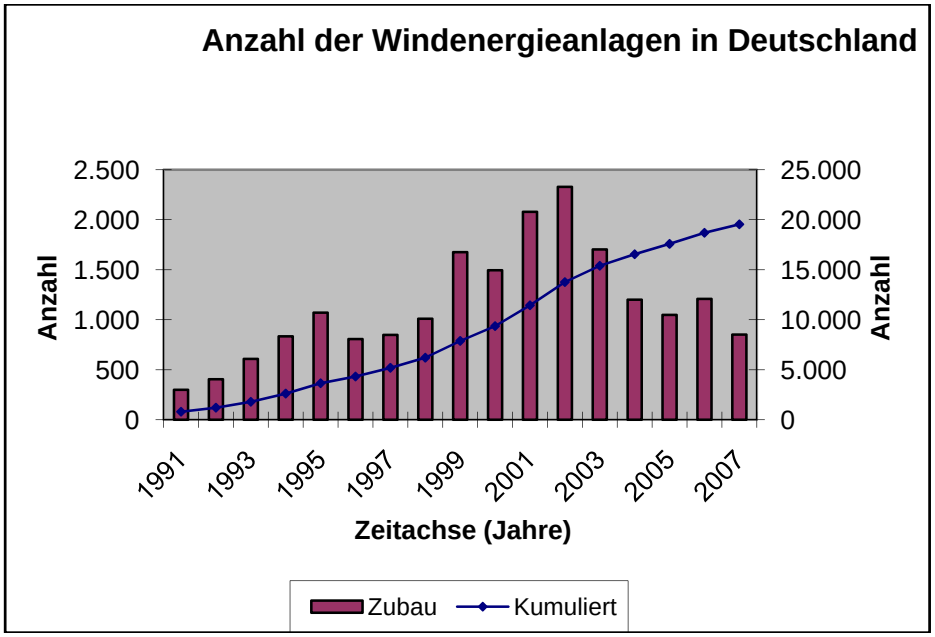
Die Einführung des Softwareprogramms, MS Project, zur Unterstützung der Projektplanung sowie -Kontrolle hat sich insbesondere für die zeitgleiche Durchführung von Projekten, die auf gemeinsame Ressourcen zurückgreifen, als positive Verbesserung herausgestellt.

64 Der Repoweringmarkt für Windkraftanlagen in Deutschland

Bachelor of Engineering (B.Eng.) Nico Maas

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Datum des Kolloquiums	22. Januar 2008
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik (Bachelor)
Studienrichtung:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik (Bachelor)
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Die Bundesrepublik Deutschland plant den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung im Jahr 2020 auf über 20 % zu steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, ist Deutschland auf die Windkraftnutzung angewiesen. Derweil sind die Flächenpotenziale nahezu ausgeschöpft, so dass an Land nur noch mit einem geringen Zuwachs an Windenergieanlagen zu rechnen ist.

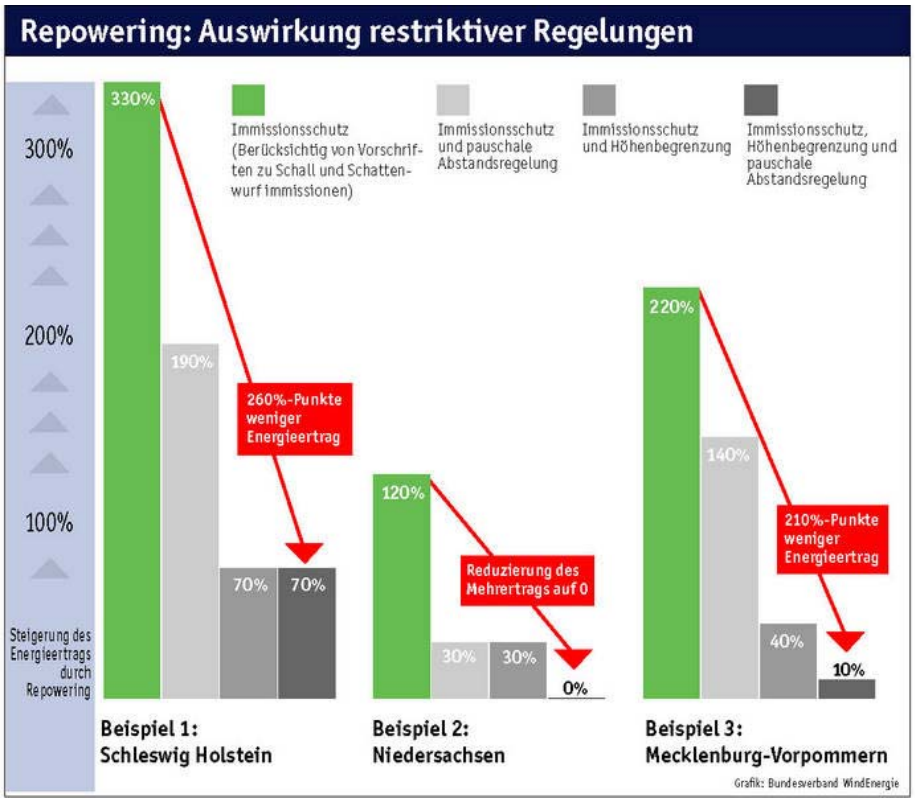


Ab dem Jahr 2012/2013 werden schließlich keine Neuinstallationen mehr erwartet. Das Repowering von Windkraftanlagen stellt dann den einzig möglichen und auch notwendigen Zuwachs der Windenergieleistung an Land dar.

In der Industrie ist Repowering längst ein etablierter Begriff, der das Ersetzen alter Kraftwerke durch neue, moderne Anlagen beschreibt. Der Begriff Repowering wird nun auch immer wieder in Verbindung mit erneuerbaren Energien gebracht. Das Repowering von Windkraftanlagen meint das Ersetzen alter, leistungsschwacher Anlagen durch neue, moderne und wesentlich leistungsstärkere Windkraftanlagen.

Diese Arbeit stellt den Repoweringmarkt für WEA in Deutschland dar. Zunächst wird das notwendige Basiswissen vermittelt. Im praktischen Teil werden dann zwei Projekte näher erläutert.

Aufgrund des technischen Fortschritts ist der Austausch der alten WEA bereits vor Ablauf der Lebensdauer wirtschaftlich. Dazu kommt die in der Novellierung des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes von 2004 verabschiedetet Anreizregelung für das Repowering von Windkraftanlagen. Hier wird abweichend von den Vergütungsregelungen für Neuanlagen eine Verlängerung der erhöhten Vergütung für Repowering-Anlagen festgeschrieben. Damit weist die Bundesregierung darauf hin, dass ein Repowering von Windkraftanlagen unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich erwünscht ist. Das Repowering entwickelt sich in Deutschland nur langsam. Die Akzeptanz der Windenergienutzung generell ist gesunken. So sind die Gemeinden oder andere Planungsträger bestrebt, durch Verhinderungsplanungen die Windkraftnutung einzuschränken. Neben den naturschutzrechtlichen Schutzvorschriften sind es vor allem die in den neuen Windkrafterlassen aufgestellten Abstandsregelungen und Höhenbeschränkungen, die das Repowering erschweren.



Aufgrund des stetig gestiegenen Bedarfs an Gewerbe- und Siedlungsflächen, strebt die Gemeinde Ense eine Neukoordinierung der Windenergienutzung im Flächennutzungsplan an. Eine Vielzahl der vor 1996 errichteten Anlagen befindet sich außerhalb der Windvorrangzonen und beeinträchtigt die gemeindliche Entwicklung, so dass diese im Sinne des Repowrings abgebaut werden und neue Windenergieanlagen innerhalb der Windvorrangzonen errichtet werden.

Das Repowering von WEA bietet in Deutschland ein großes Energieeffizienz- und Investitionspotenzial und ist damit ein wichtiger Baustein für den Umbau der Energieversorgung des 21. Jahrhunderts.

65 Einsatz der Kraft/Wärmekopplung in der Rheinischen Förderschule Wuppertal
Energiebilanz – Ökobilanz und Wirtschaftlichkeitsberechnung

Dipl.-Ing. (FH) Tim-Moritz Berkefeld

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing Franz-Robert Stupperich
Datum des Kolloquiums	28. Januar 2008
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

In der oben genannten Diplomarbeit geht es um den wirtschaftlichen Einsatz von Kraft-Wärmekopplungsanlagen in der Rheinischen Förderschule Wuppertal im Zusammenhang mit der anstehenden Sanierung der Heizzentrale inklusive Warmwasserbereitstellung.

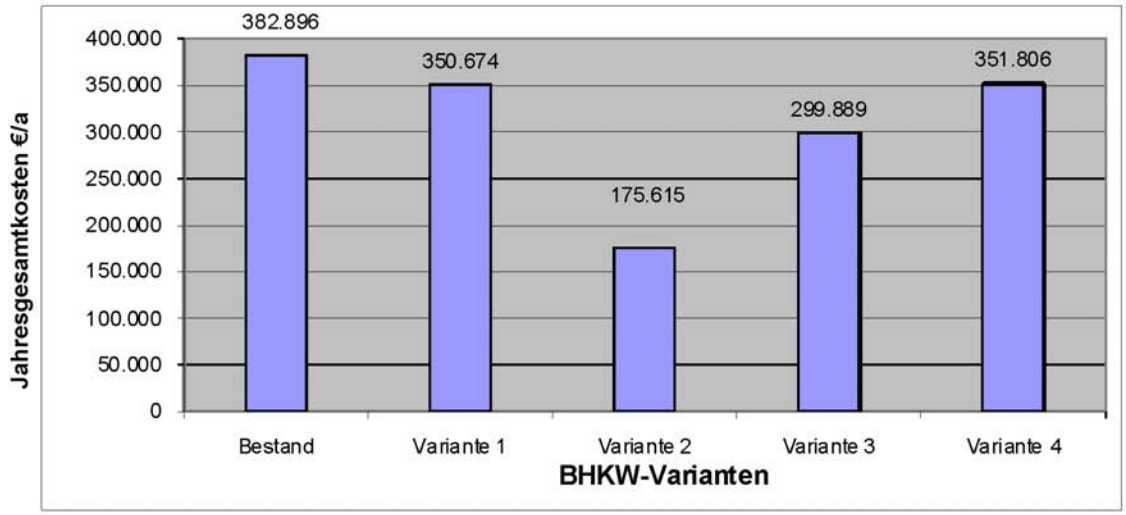
Das Gebäude ist eine schulische Einrichtung für körperlich schwerstbehinderte Kinder und Jugendliche in Verbindung mit einem Hallenbad und einer Turnhalle.

Im Rahmen des Vorentwurfs sollte durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung geprüft und nachgewiesen werden, ob der Austausch der Kessel oder eine Kesselvariante in Kombination mit unterschiedlich großen Blockheizkraftwerken ökonomisch und ökologisch zu empfehlen ist.

Die Arbeit gliedert sich in einen theoretischen und ein praktischen Teil.
Im ersten Abschnitt werden zunächst die energiepolitischen Rahmenbedingungen erläutert. Die politische Zielsetzung des Klimaschutzes beinhaltet in mehreren Gesetzen und Verordnungen aus Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), von denen die wichtigsten (Energiewirtschaftsgesetz, Ökosteuer, Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz) vorgestellt werden.

Anschließend wird ein Überblick über verschiedene Anlagentechniken der Kraft-Wärme-Kopplung gegeben, wie den klassischen Heizkraftwerken, Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke, neuere/alternative Techniken wie den Stirling-Motoren und Brennstoffzellen sowie den Blockheizkraftwerke. Letztere werden in einem eigenen Kapitel ausführlich beschrieben. Es wird auf alle Haupt-Komponenten eines Blockheizkraftwerkes eingegangen und die verfügbare Technik vorgestellt. Zu diesen gehört die Darstellung von verschiedenen Motoren- und Generatortypen sowie die hydraulische und elektrische Einbindung eines BHKWs in ein Gebäude.

Im praktischen Teil der Arbeit wird das zu sanierende Objekt vorgestellt und einer ausführlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für ausgewählte Wärmeerzeugungskonzepte unterzogen, bestehend aus einer Referenzvariante, die sich ausschließlich auf die konventionelle Wärmebereitstellung mittels Brennwert- und Niedertemperaturkessel beschäftigt. Die anderen Varianten beinhalten verschieden große Blockheizkraftwerke in Kombination mit Spitzenheizkessel(n).
Anschließend wird für die ökonomisch günstigste Variante die ökologische Einsparung betrachtet. Die Ergebnisse sind auf der nächsten Seite zusammengestellt.



Digramm1:Jahresgesamtkosten

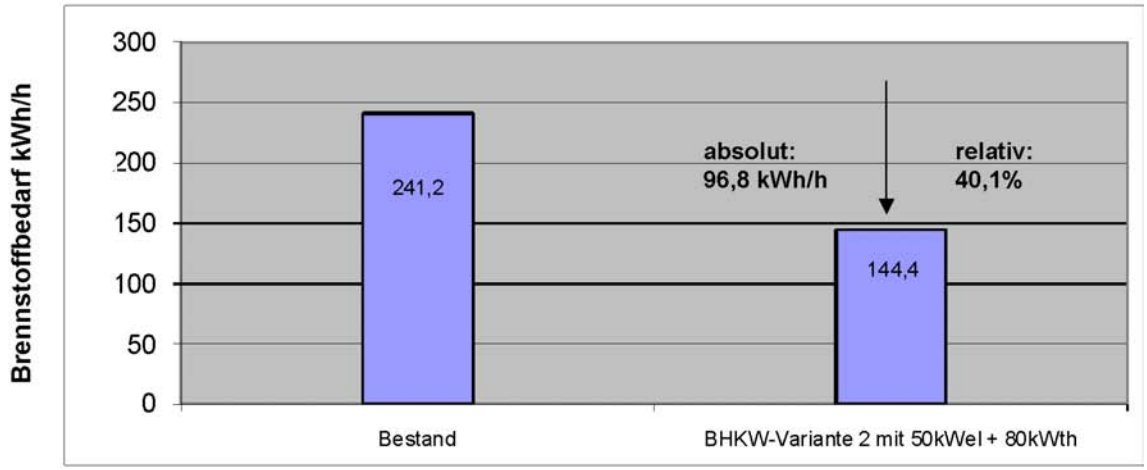


Diagramm 2: Brennstoffeinsparung

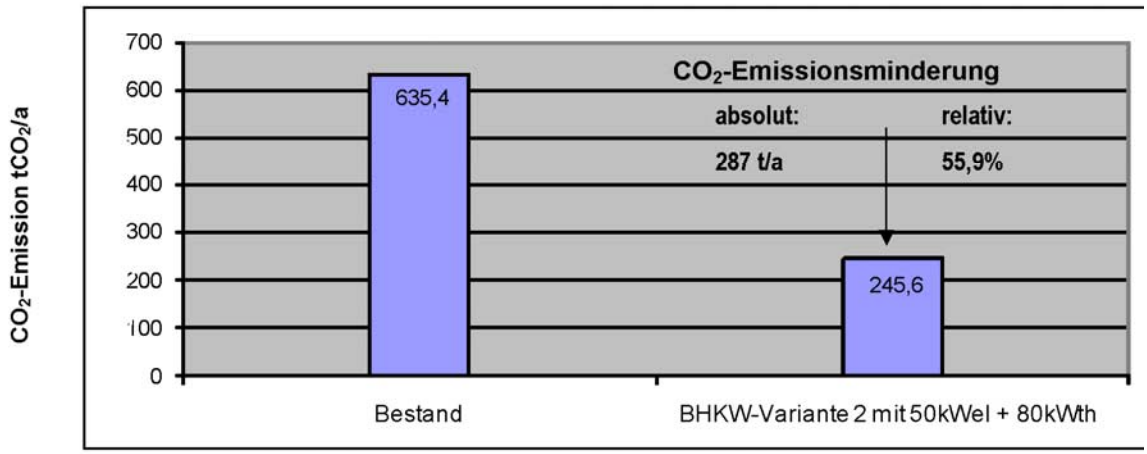


Diagramm 3: CO_2-Emissionsminderung

66 Aufbau und Inbetriebnahme einer Mess- und Prüfeinrichtung zur Ermittlung von Schalldruckpegeln an Luftdurchlässen

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Uesbeck

Prüfer	Prof. Dr.-Ing Bernd Boiting
Beisitzer:	Prof. Dipl.-Ing. Hans-Hermann Boiting, emeritiert
Datum des Kolloquiums	21. Februar 2008
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zwei Arbeitsschritte durchgeführt. Zum einen wurde der vorhandene Hallraum mit seinem provisorischen Messaufbau überarbeitet und modifiziert, welches ein normgerechtes Messen von Schalldruckpegeln an Luftdurchlässen ermöglicht. Hierbei wurde die für den Hallraum eigens angefertigte RLT-Anlage mittels Frequenzumformer so erweitert, dass man in der Lage ist den Volumenstrom im Vorraum des Hallraumes kontrolliert einzustellen. Die Volumenströme werden mittels eines Potentiometers variiert und über eine Software am Bildschirm des PC´s wiedergegeben.

Zum anderen wurden im Auftrag der Firma „Imtech“ Schallleistungspegelmessungen an verschiedenen Typen von Luftdurchlässen durchgeführt. Zur normgerechten Messung von Luftdurchlässen in Hallräumen ist es zwingend erforderlich sich vorerst mit den Grundlagen der Akustik zu beschäftigen. Sie dienen als nützliches Handwerkzeug und machen deutlich, worauf man bei derartigen Messungen achten sollte.

In dieser Diplomarbeit wurden zunächst einige Abschnitte der Akustik aufgeführt und wichtige Begriffe detailliert beschrieben. Hierbei handelt es sich in erster Linie um die Beschreibung des Schalls. Diese Ausarbeitungen beinhalten die Schallerzeugung, Schallausbreitung, sowie die akustische Messtechnik und die physiologische Akustik.

Im weiteren Verlauf der Diplomarbeit wurden die angewendeten Normen aufgeführt in denen die normgerechte Vorgehensweise bei Messungen dieser Art beschrieben wird. Hierbei wird zunächst nach der DIN EN ISO 3740, Zur Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen, die Folgenorm DIN EN ISO 3741, Zur Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen im Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1, ausgewählt und in Verbindung mit der DIN EN ISO 5135, Zur Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschen von Luftdurchlässen, Volumendurchflussreglern, Drossel- und Absperrelementen durch Messungen im Hallraum, angewendet.

Weiter werden in dieser Arbeit die Umbaumaßnahmen der RLT-Anlage und die des Messstandes dargestellt und so beschrieben, dass sie jederzeit zu einem Rückbau der Anlage genutzt werden können.

Den Abschluß dieser Arbeit bildet der Messauftrag der Firma IMTECH, der die Messergebnisse und deren detaillierte Aufarbeitung aufzeigt.

67 Technische Maßnahmen zum Transport von regenerativ erzeugten Gasen durch bestehende Rohrleitungen

Dipl.-Ing. (FH) Florian Werner

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums	20. März 2008
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik

Ziel der Arbeit war es, alte Rohrleitungssysteme im Hinblick auf den Transport von Rohbiogas zu bewerten und für den Fall, dass diese nicht den Ansprüchen des Rohbiogases genügen sollten, Schutzmaßnahmen zu finden und die technisch beste Rehabilitationsmaßnahme für diese Rohrleitungssysteme zu bestimmen.

Als Ergebnis dieser Untersuchung bleibt folgendes festzuhalten:
Da es keine praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet des Hochdruckbereiches gibt, um die Verwendung von Stahlrohrleitungen oder Kunststoffleitungen zu beurteilen, muss auf vergleichbare technische Anwendungen wie dem Transport von Sauergas zurückgegriffen werden.

Nach den Bedingungen der DIN EN 15156-2 ist die Qualität des Rohbiogases mit feuchten Sauergasen vergleichbar. Für den Transport feuchter Sauergase werden wärmebehandelte un- und niederlegierten Stahlsorten genutzt. Doch selbst diese Stähle halten nicht immer dem Kontakt durch das Sauergas auf Dauer stand. Gleiches muss daher für den Kontakt mit Rohbiogas vermutet werden.

Deshalb müssen Rohrleitungen der Gas- und Ölversorgung für die keine exakten Werkstoffangaben vorliegen, mit den Bestimmungen der DIN EN ISO 15156-2 dahingehend untersucht werden, ob sie für den Transport von Rohbiogas geeignet sind. Dies gilt auch für höher legierte und korrosionsbeständige Stahlsorten (CRAs), die durch die Anforderungen nach DIN EN ISO 15156-3 für den Transport feuchter Sauergase geeignet sind. Unlegierte und nicht wärmebehandelte Stahlleitungen sollten grundsätzlich innen mit einem Schutz ausgekleidet sein, bevor sie dem Medium Rohbiogas ausgesetzt werden. Hier bietet sich eine innere Kunststoffbeschichtung aus Polyethylen (PE-HD) an.

Die Rehabilitationsmaßnahmen sind im Gasbereich seit vielen Jahren erprobte Technik. Druckverlustberechnungen und die Ermittlung von erforderlicher Kompressionsenergie beim Rohbiogastransport zeigen eine eindeutige Präferenz für ein vor Ort härtendes Schlauch-Lining.

Der leitungsgebundene Rohbiogastransport in bestehenden Rohrleitungen scheint unter den genannten Vorraussetzung durchführbar zu sein. Es fehlt jedoch noch die Praxiserfahrung insbesondere im Hochdruckbereich. Gleichzeitig bietet es sich an, im Praxistest alternative Werkstoffe wie PP, PE–X, die heutzutage bereits im Erdgasbereich genutzt oder im Fall des PA-12 untersucht werden, für den Biogastransport zu testen, um mögliche Alternativen zu rehabilitierten ausgekleideten Stahlrohrleitungen zu finden.

68 Entwicklung und Aufbau eines Versuchsstandes zur Darstellung des Einflusses der Rohrleitungsinstallation auf die Trinkwasserhygiene

Dipl.-Ing. (FH) Markus Löbbing

Prüfer	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Prof. Dr. Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums	07. April 2008
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Uponor GmbH, Ochtrup

,,Das Thema Trinkwasserhygiene ist und wird auch in Zukunft in unserer Gesellschaft ein wichtiges Thema sein. Nicht zuletzt wegen immer wieder bekannt werdenden Fällen, in denen Menschen durch mangelnde Trinkwasserhygiene erkranken. Normen und Richtlinien werden immer wieder erneuert und bessert. Aufgrund der Komplexität der vielen Vorschriften und deren ständigen Neuerungen sind Planer, Installateure und Betreiber häufig überfordert.

Die Firma Uponor GmbH, als Hersteller von Installationssystemen, hat dieses für sich erkannt und schult deshalb zukünftig die eigenen Mitarbeiter und Geschäftpartner, unter anderem in der Uponor Academy in Ochtrup.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit ist ein Trinkwasserhygiene-Versuchsstand entwickelt und aufgebaut worden, an dem im späteren Schulungsbetrieb die Anforderungen von Normen und Richtlinien an eine Trinkwasserinstallation gezeigt werden können. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Einflüsse von Rohrleitungsinstallationen auf die Trinkwasserhygiene gelegt.

In dem Versuchsstand werden unter anderem hygienische Gefahrenpotenziale in Rohrleitungsinstallationen gezeigt, wie zum Beispiel Installationen ohne hydraulischen Abgleich, der Einbau falscher oder keiner Regulierventile, nichtdurchströmte Leitungsteile oder Apparate, hydraulische „Kurzschlussstrecken“, fehlerhafte Rohrleitungsführungen und die schlechte oder keine Dämmung von in Vorwänden oder in Estrich verlegten Rohrleitungen.

Zur Darstellung der Auswirkungen ist der Einsatz einer geeigneten Messtechnik erarbeitet worden. Die Messwerte werden über einen großen LCD-Bildschirm gut sichtbar für alle Schulungsteilnehmer anzeigt und können dann von dem Referenten erläutert werden.

Zusätzlich sind innovative Bauteile und Techniken zur Optimierung der Trinkwasserhygiene in Installationen integriert, wie zum Beispiel Strömungsteiler mit Venturi-Prinzip, Hygienespülkästen, thermische Regulierventile, Doppelwand-scheiben, sowie eine automatische Steigstrangspülung bei Verbrauchsmessung und Strangspülung mit Nasszellen-Zwangsdurchströmung.

Der Versuchsstand kann in zwei verschiedenen Grundarten betrieben werden. Zum Einen, wie eine Installation die im Wohnungsbau üblich ist (ohne Stockwerkszirkulation) und zum Anderen, wie sie im Industriebau üblich ist (mit Stockwerkszirkulation). Möglich ist dieses durch parallel geschaltete Regulierventile, motorische Absperrventile und der Einsatz einer geeigneten Steuerung.

Es sind des weiteren reale Zapfstellen in dem Versuchsstand installiert. Bei Zapfung werden durch eingebaute Durchfluss-anzeiger mit Zwillingsrotor die Fließrichtung und die Geschwindigkeit optisch dargestellt, wodurch der Effekt, den die eingebauten Strömungsteiler mit Venturi-Prinzip erzeugen, den Schulungsteilnehmern verdeutlicht wird.

Mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme dieser Anlage ist die Firma Uponor GmbH in der Lage praxisorientierte Schulungen anzubieten, die sowohl fachgerechte Rohrleitungsinstallationen und deren positive Einflüsse auf Hydraulik und Hygiene von Trinkwasserinstallationen zeigt, sowie die nicht fachgerechte Installation von Rohrleitungen und deren negative Einflüsse.

69 Energetische Sanierung von Verkaufsstätten

Dipl.-Ing. (FH) Lars Pollmeier M.Eng.

Prüfer	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums	07. April 2008
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation

Energiekrise, Ölpreisschock, Ressourcenknappheit – das sind die Schlagworte, die das ökonomische Leben der letzten Monate und Jahre in Deutschland und der Welt mehr und mehr beherrschen. Innerhalb der vergangenen zehn Jahre ist der Preis für ein Barrel Rohöl von 10 US-Dollar auf bis zu 100 US-Dollar angestiegen – und ein Ende dieser Entwicklung ist nach Meinung von Wirtschaftsexperten noch lange nicht in Sicht.

Gerade aus diesem Grund ist es enorm wichtig, mit den vorhandenen Ressourcen möglichst effizient umzugehen. Diejenigen Unternehmen, die ihren Energieeinsatz optimieren und damit Kosten für die Aufwändung von Energie minimieren, verschaffen sich somit einen klaren Wettbewerbsvorteil. Dieser Vorteil wirkt sich zum einen positiv auf die monetäre Bilanz des Unternehmens aus. Auf der anderen Seite kann der Einsatz umweltschonender Maßnahmen auch zu Werbezwecken verwandt werden, was wiederum – nicht nur „grüne“ – Kunden anlockt und sich somit auch förderlich auf das finanzielle Wohl auswirkt.

Da auf Grund des herrschenden Wettbewerbs auch gerade im Bereich der Warenhausketten Investitionen genau auf ihre Rentabilität abgewogen werden und eine möglichst kurze Amortisationszeit angestrebt wird, ist eine genaue Analyse des Aufwands zum Nutzen durchzuführen. Eine Möglichkeit dieser Unternehmen zur Geldeinsparung ist eine energetische Sanierung der Heizungs- sowie der raumlufttechnischen Anlagen und deren Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.

Die Arbeit beschäftigt sich mit der energetischen Sanierung eines SB-Warenhauses in Süddeutschland.

Die Sanierung umfasst drei Bereiche:
- den Umbau / die Erneuerung der vorhandenen lüftungstechnischen Anlagen,
- die Anpassung der Wärmeversorgung sowie
- den Ausbau der vorhandenen Steuerung und den Aufbau einer neuen Gebäudeleittechnik.

Im Bereich der Lüftungstechnik werden von den vorhandenen zehn Lüftungsanlagen
- vier Anlagen komplett stillgelegt
- vier Anlagen ausschließlich zur unterstützenden Beheizung und Kühlung

des Objekts verwendet sowie

- zwei Lüftungsanlagen zur Einbringung der notwendigen Außenluftanteile in der Betriebszeit angesteuert werden.

Die Warmwasserbereitung wird von dem bestehenden Ringleitungsnetz abgetrennt und separat über die Abwärme der Gewerbekälteanlagen gespeist, um die erheblichen Leitungsverluste über unisolierte Rohrleitungen zu minimieren.

Die Regelungstechnik wird komplett erneuert und durch eine neue Gebäudeleittechnik mit zentralem Leitrechner sowie neuer Software ersetzt werden.

Durch die vorgenannten Maßnahmen kann eine Energieverbrauchs- und Kostenreduktion von ca. 63 % erwartet werden.

70 Dynamisch ablaufende hydraulische Simulation einer temperaturgeführten Einzelraumregelung

Dipl.-Ing. (FH) Arne Feldmeier M.Eng.

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Datum des Kolloquiums:	09. April 2008
Studiengang:	Technisches Management (Master)
Laborbereich:	Heizungstechnik

Der Wohn- und der Tertiärsektor, der zum größten Teil aus Gebäuden besteht, ist für über 40 % des Endenergieverbrauchs innerhalb der Europäischen Gemeinschaft verantwortlich. Betrachtet man die detaillierte Aufschlüsselung dieses Endenergieverbrauches für beispielsweise die privaten Haushalte (Abbildung 1), so ist deutlich zu entnehmen, dass der bedeutend größte Teil dabei auf die Raumerwärmung abfällt bzw. durch sie verursacht wird.

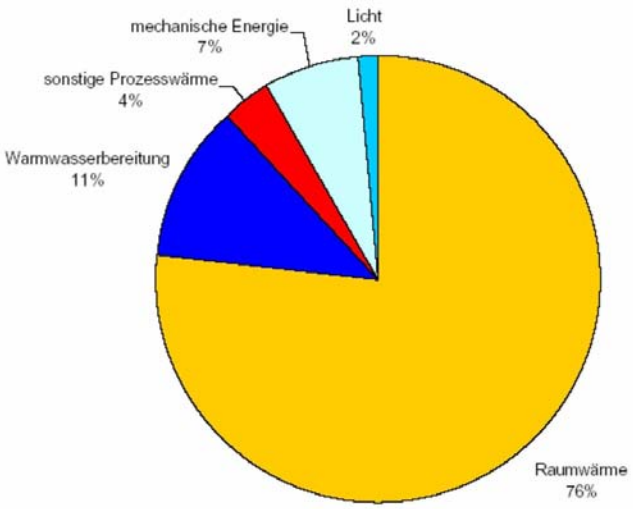


Abbildung 1: Endenergieverbrauch im Sektor private Haushalte im Jahr 2000[1]

Dieses Ergebnis überrascht, wenn man bedenkt, dass in den Nachrichten meist nur über das Einsparpotenzial von LED's oder OLED's im Lichtsektor berichtet wird. Das wesentlich größere Energiesparpotenzial sollte allerdings im Bereich der Raumbeheizung gesucht werden. Im Rahmen der OPTIMUS-Studie, ein von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördertes Projekt, wurden die Heizungsanlagen von rund 100 Häusern detailliert untersucht. Die Studie belegt, dass durch eine optimale Einstellung von Heizkessel, Pumpen, Regelung und Thermostatventilen Energieeinsparungen von bis zu 20 Prozent erzielt werden können. Dies entspricht am Beispiel des Endenergieverbrauches von privaten Haushalten im Mittel einer Einsparung von rund 10 kWh je Quadratmeter beheizter Wohnfläche und Jahr.

[1] Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung", 2. Juli 2002, Deutscher Bundestag.

Abbildung 2: Gesamtansicht des realisierten Versuchsstandes

Nach aktuellen Schätzungen sind über 2/3 der sich in Deutschland in Betrieb befindlichen Heizungsanlagen nicht korrekt hydraulisch abgeglichen. Eine erschreckend hohe Zahl, bezogen auf das zuvor beschriebene Einsparpotenzial und den erheblichen Anteil am Endenergieverbrauch. Die Ursachen hierfür sind überwiegend im fehlenden hydraulischen Verständnis von Planer und Monteur sowie der, selbst bei einwandfreier Planung und Auslegung, meist fehlenden praktischen Umsetzung zu suchen. Diese praktische Umsetzung wurde zwar im Laufe der Jahre über diverse Einbauelemente, wie beispielsweise voreinstellbare Thermostatventile, Strangregulierventile oder Differenzdruckregler immer weiter vereinfacht, jedoch muss in der Praxis der hydraulische Abgleich manuell durchgeführt werden.

Warum also nicht mit den Möglichkeiten der heutigen Gebäudeautomation ein System entwickeln, welches die Hydraulik eines Warmwassernetzes intelligent und vor allem korrekt regelt und somit einen manuellen Abgleich nicht mehr erforderlich macht und die Fehlerquellen eines solchen von Hand durchgeführten Abgleichs ausschließt? Zwar werden heute bereits die meisten gebäudebetreffenden Systeme wie zum Beispiel Kesselregelungs-, Lüftungs-, Beleuchtungs- oder gar Beschattungstechnik über die Gebäudeleittechnik geregelt, nur die Hydraulik der Warmwasserheizung scheint bisher aufgrund ihrer anlagenspezifischen Komplexität und daher schwierigen Übertragbarkeit auf weitere Anlagen, weitestgehend ausgespart worden zu sein.

Diese Masterarbeit liefert theoretische Grundlagen, sowie erste simulationsgestützte und praktische Umsetzungen um diese Lücke zu schließen. So konnte ein neuartiges, einzig drei Temperaturmessungen für jeden Verbraucher erfoderlich machendes, auf Auslegungsberechnungen und Auslegungsdaten basierendes automatisch hydraulisch abgleichendes Regelungssystem geschaffen werden. Bedingt durch die Anbindung an die Gebäudeautomation verfügt das Regelungssystem zusätzlich über eine leicht zugängliche und an die Nutzerbedürfnisse anpassbare Bedienoberfläche. Eine Beispieldarstellung einer solchen Bedienoberfläche kann aus Abbildung 3 entnommen werden. Gleichzeitig konnte über eine dynamische Anpassung der Förderhöhe der Heizungspumpe an den hydraulisch ungünstigsten Fließweg ein zusätzliches Energiesparpotenzial geschaffen und regelungstechnisch umgesetzt werden. In anschließenden Bachelor-, Diplom- oder Masterarbeiten können mit Hilfe des ebenfalls innerhalb der Masterarbeit entstandenen Versuchstandes (Abbildung 2) weitere Optimierungen und Anpassungen konzipiert und somit langfristig der Weg zur Marktreife des Regelungssystem geebnet werden.

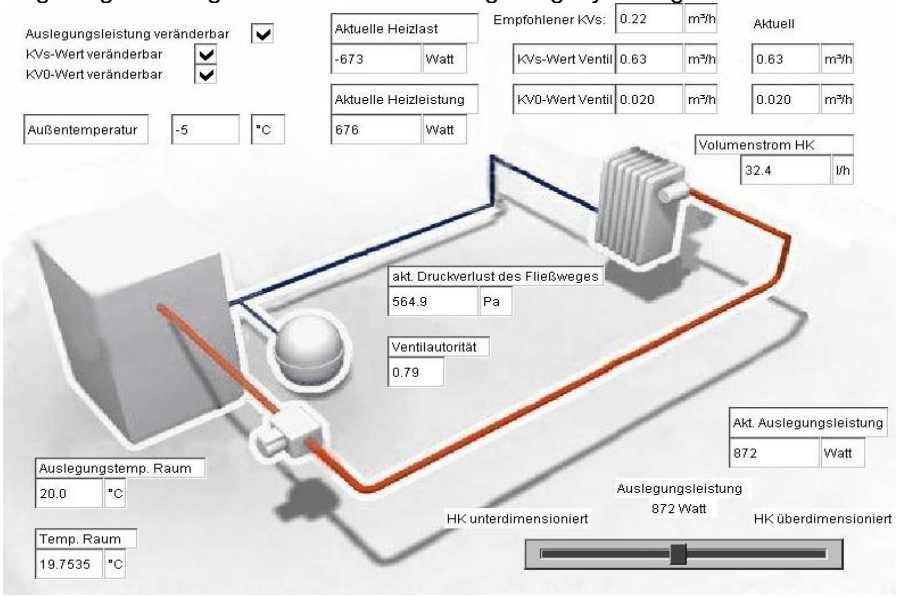


Abbildung 3: Grafische Ansicht eines Fließweges innerhalb der erstellten Simulation

71 Energieeinsparpotenziale Kommunaler Sportstätten am Beispiel der Turnhalle Schildgen

Dipl. Ing. (FH) Architekt Annabel Thielen M.Eng.

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums	11. April 2008
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik

Die bei der Umweltkonferenz von Rio de Janeiro im Jahr 1992 ausgerufene Maxime „Global denken, lokal handeln“ hat vor Augen geführt, dass ein wirksamer Klima- und Ressourcenschutz nur möglich ist, wenn auf allen Ebenen des Gemeinwesens – bis hin zu den Städten und Gemeinden – die Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung beachtet werden. [SKEP- Arbeitspapier 6] Somit kommen Kommunen und ihren Verwaltungen bei der Umsetzung der geforderten Energetischen Standards und bei der Förderung, Nutzung und Propagierung Erneuerbarer Energien eine Schlüsselrolle zu. Die Reduktion von CO_2 -Emissionen ist die Hauptaufgabe des kommunalen Klimaschutzes.

In den 60er und 70er Jahren wurde eine Vielzahl von Sportstätten gebaut, die in den kommenden Jahren einer grundlegenden Sanierung bedürfen. Die Alterung von Bauteilen, aber auch neue Erkenntnisse, veränderte pädagogische Konzepte, Ansprüche an Energieeffizienz, Schadstoff-minimierung und die Reduzierung von Unterhaltungsaufwand und –kosten, führen zu der Notwendigkeit, sich intensiv mit Sanierungskonzepten zu beschäftigen.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war es, die vielfältigen Zusammenhänge zwischen den geforderten Energetischen Standards, den erforderlichen Sanierungsmaßnahmen und den kommunalen Verwaltungsverpflichtungen ausführlich darzustellen. Hinzu kommt, dass bei öffentlichen Bauten aufgrund der bekannt angespannten Finanzlage der Städte und Gemeinden ein großes Augenmerk auf einen wirtschaftlichen Betrieb gelegt werden muss. Sportstätten weisen nach wie vor erhebliche, auch wirtschaftlich erschließbare Energiesparpotenziale auf, welche durch eine kontinuierliche Verbrauchskontrolle auszumachen sind. Ein weiterer Blick wurde auf die Finanzierungsmöglichkeiten der notwendigen Investitionen gerichtet. Kommunen haben nicht nur alle Investitionen auf ihre finanziellen Auswirkungen hin zu untersuchen (Wirtschaftlichkeitsvergleich), sondern auch die notwendigen Schritte einer Finanzierungsform zu bedenken.

Die Hauptaufgabe dieser Ausarbeitung bestand konkret darin, mit Hilfe der Gebäudesimulationssoftware DesignBuilder/EnergyPlus die Turnhalle der Grundschule Schildgen nachzubilden, um auf dieser Grundlage die bauphysikalischen Berechnungen einzelner Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Durch die ausgeführten Simulationen konnte nicht nur die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen dargestellt werden, sondern es wurden ebenso Synergieeffekte nachgewiesen und Entscheidungshilfen für objektbezogene Sanierungspakete geliefert.

Objektbezogene Energiekonzepte dieser Art dienen als Planungsgrundlage für konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung, zur rationellen Energienutzung oder zur optimierten Energieumwandlung für ein klar definiertes Objekt.

Das untersuchte Gebäude und seine Eckdaten:
Objekt: Turnhalle der Grundschule Schildgen
Adresse: Concordiaweg 20, 51467 Bergisch Gladbach / Schildgen
Netto Fläche: 493 m²
Baujahr: 1961

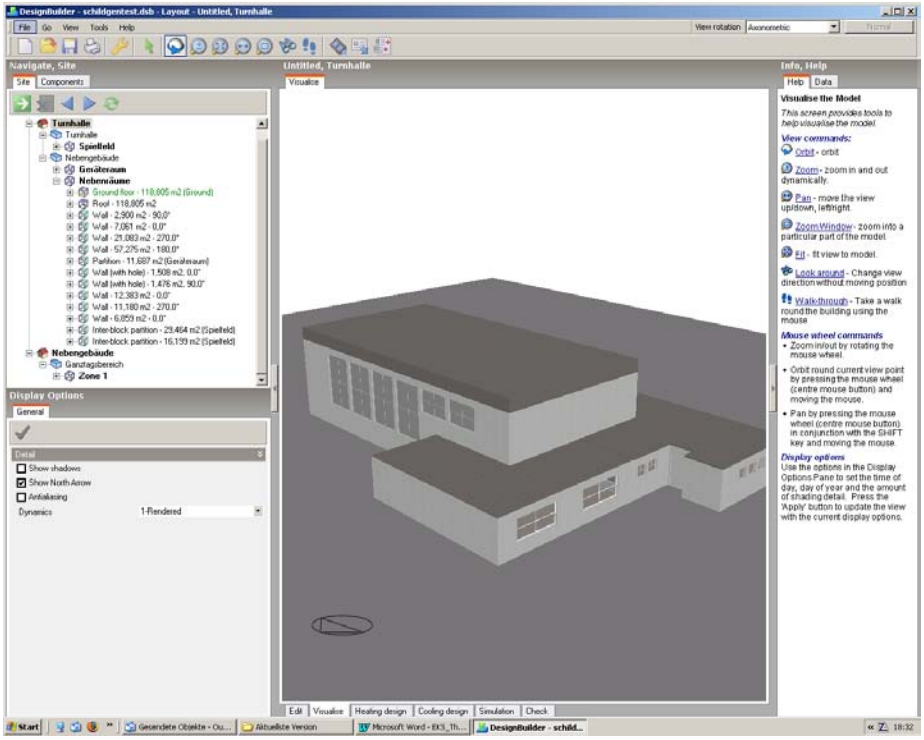


Abb.: Darstellung der Turnhalle Schildgen in der Software - Design Builder/Energy Plus

Die Simulationen an der Einfach-Turnhalle der Grundschule Schildgen sind ein Beispiel dafür, dass die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen gegeben ist. Die ganzheitliche Sanierung vorhandener Sporthallen im Bestand ist technisch möglich und wirtschaftlich darstellbar.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein wichtiger Baustein für den Erfolg einer Sanierungsmaßnahme die Erfassung und Dokumentation aller bauphysikalischen und anlagentechnischen Gebäudekennwerte ist. Diese Kenntnisse müssen den Architekten, als auch den Versorgungsingenieuren, für bautechnisch relevante Entscheidungen zur Verfügung stehen. Ein konsequentes Energiemanagement trägt nicht nur zur Reduktion des Energieverbrauchs bei, sondern auch zu einer langfristigen finanziellen Entlastung der Kommunen. Es sollten solche Sanierungskonzepte ermittelt und umgesetzt werden, die wartungsarm, energieoptimiert und bedarfsgerecht gesteuert werden können, um den Nutzer von regelnden Eingriffen zu entlasten, ohne die Umwelt zu belasten. Den Kommunen ist es dadurch möglich, sowohl selbst einen entscheidenden Beitrag zur Minderung von CO_2-Emissionen zu leisten, als auch ihrer gesellschaftlichen Vorbildrolle gerecht zu werden.

72 Krisenmanagement bei großflächigen Versorgungsstörungen im Versorgungsgebiet der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH Entwicklung eines Handlungskonzeptes

Dipl.-Ing. (FH) Joachim Müller

Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Datum des Kolloquiums	15. Juni 2007
Studiengang:	Versorgung- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	Energie Waldeck-Frankenberg GmbH in Korbach

Die Erfahrungen der letzten 8 Jahre haben gezeigt, dass es im deutschen und europäischen Stromnetz wegen technischer Mängel, menschlicher Unzulänglichkeiten und nicht zuletzt wegen großer Naturkatastrophen immer wieder zu großflächigen Versorgungsstörungen kommt. Das bewirkte einerseits einen hohen Imageverlust und andererseits ein grundsätzliches Umdenken in den Betrieben der Strombranche und bei politisch Verantwortlichen.

Länger andauernde und großflächige Versorgungsausfälle werden nunmehr als reale Gegebenheiten akzeptiert und Fachleute gehen der Frage nach, wie solche Krisensituationen wirkungsvoll bewältigt werden können.

Auch das regionale Querverbund-Versorgungsunternehmen Energie Waldeck-Frankenberg GmbH bemüht sich um einen wirksamen Einstieg in diese Thematik.

Mit der vorliegenden Masterarbeit wird speziell für den Bereich der EWF ein Krisenmanagement entwickelt und im Betriebsablauf etabliert. Das Ziel der Masterarbeit ist eine gut durchdachte Bewältigungsstrategie, die den Versorgungsbetrieb in Krisensituationen vor blindem Aktionismus bewahrt.

Stattdessen soll das Krisenmanagement dazu dienen, aufgrund fundierter Informationen gezielte Maßnahmen zur effektiven Krisenbewältigung ergreifen zu können.

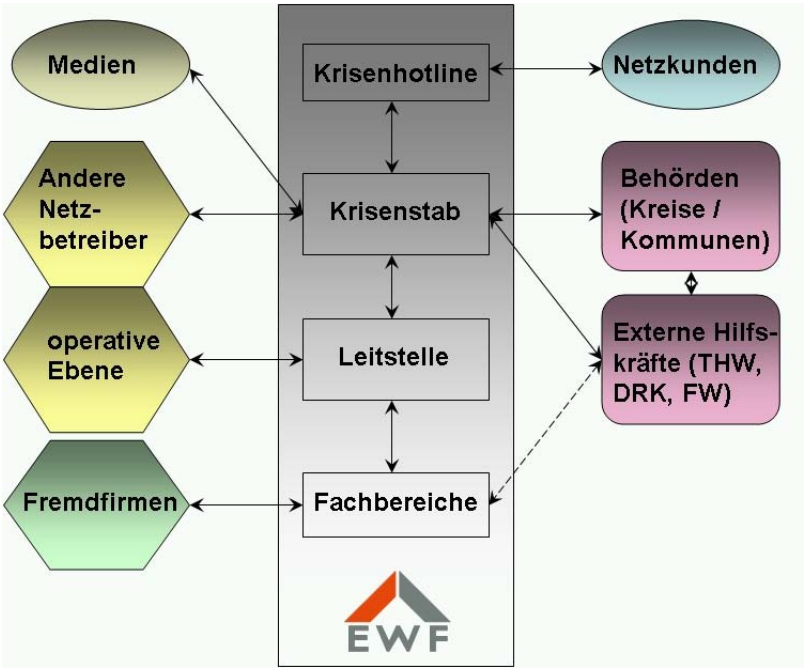
Ein kleiner Einblick in die Risikotheorie zeigt auf, warum unser Gemeinwesen bei großflächigen Stromausfällen so stark erschüttert wird.

Mit Blick auf den viel diskutierten Klimawandel und den damit einhergehenden heftigen Naturereignissen werden die Ursachen für die veränderten Umweltbedingungen und deren Konsequenzen für die Stromnetze in Deutschland aufgezeigt.

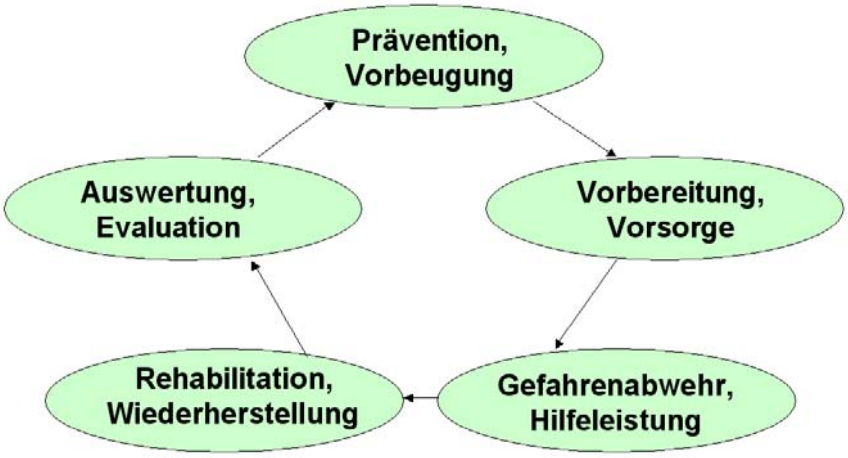
Anhand begrifflicher Abgrenzungen wird die Entstehung einer Krise dargestellt.

Daraus leitet sich ein Krisenmanagement ab, das sich deutlich von den üblichen Störungsmanagements unterscheidet und speziell bei Krisen zum Einsatz kommen soll.

Es enthält konkrete Handlungsanweisungen für die betriebliche Praxis der EWF.



Da Krisensituationen in die gesamte Infrastruktur des Versorgungsgebietes eingreifen, wird auch das Beziehungsgeflecht mit Behörden, Organisationen usw. in die Überlegungen mit einbezogen. Durch präventive Maßnahmen soll die Grundlage für eine gelingende Kooperation mit allen Beteiligten einer Krisensituation geschaffen werden.



Die gesamten Maßnahmen verstehen sich als Initiative für einen kontinuierlichen Prozess, der nicht mit der Fertigstellung der Masterarbeit abgeschlossen sein wird. Deren Inhalte müssen regelmäßig aktualisiert werden und stets im Fokus der EWF-Mitarbeiter bleiben.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Postfach 1150
48541 Steinfurt
Fon 0251/83-62197
Fax 0251/83-62706
www.fh-muenster.de/egu