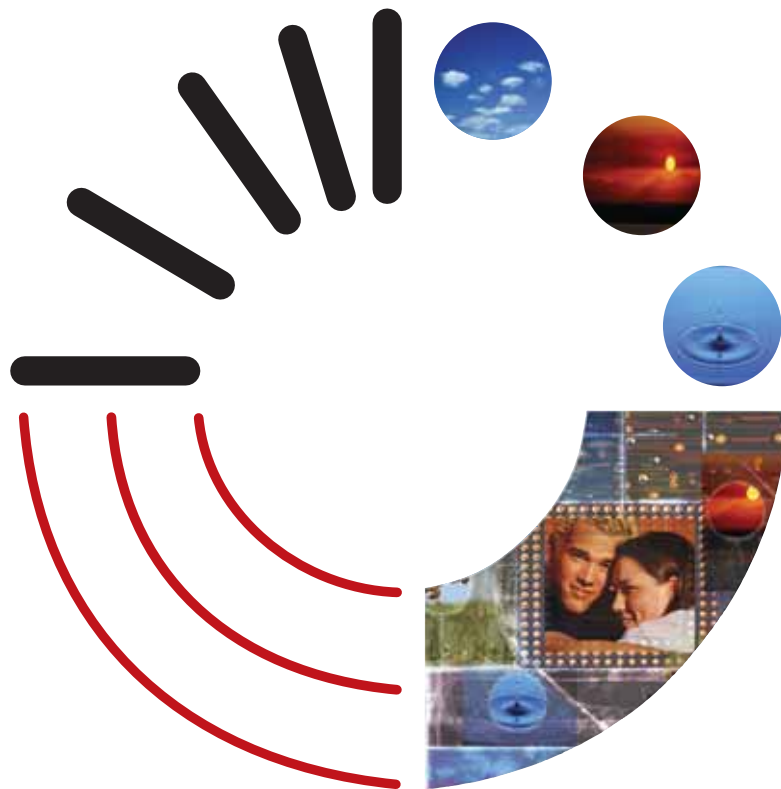


Akademisches Jahrbuch 2003/2004



Fachbereich
Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences



Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Stegerwaldstrasse 39
48565 Steinfurt
Fon 0251/83-62197
Fax 0251/83-62706
www.fh-muenster.de/egu**





Die Absolventinnen und Absolventen des Fachbereichs Energie · Gebäude · Umwelt präsentieren in dem vorliegenden Akademischen Jahrbuch die Abschlussarbeiten ihres Studienjahres. Erstmals werden in dieser Form die Zielsetzungen und Ergebnisse der Diplom- und Masterarbeiten in einem Überblick zusammengestellt.

Den Absolventinnen und Absolventen soll das gemeinsame Werk zum einen als Erinnerung an die Studienzeit dienen. Zum anderen haben sie auch in späteren Jahren eine Übersicht der Kommilitoninnen und Kommilitonen, mit denen sie ein wichtiges Element ihres Werdegangs zurückgelegt haben. Das Jahrbuch stellt somit ein besonderes Element der Alumni-Aktivitäten des Fachbereichs dar.

Die Themenvielfalt der Abschlussarbeiten unterstreicht den Querschnittscharakter des Fachbereichs, dessen Studienangebot das facettenreiche Spannungsfeld der Begriffe Energie, Gebäude und Umwelt aufarbeitet. Gleichzeitig spiegelt das Jahrbuch die aktuellen Forschungsaktivitäten im Fachbereich wider und dokumentiert somit die Schwerpunkte des wissenschaftlichen Arbeitens des zurückliegenden Jahres.

Dem interessierten Leser verschafft die Lektüre des Jahrbuchs einen guten Überblick des Leistungsspektrums des Fachbereichs zur Lösung grundlegender und praxisnaher Probleme. Viele Abschlussarbeiten sind Ergebnisse langfristiger Kooperationen von Lehrgebieten des Fachbereichs mit Unternehmen und Einrichtungen der öffentlichen Hand, in denen dieses Leistungsspektrum ständig Anwendung findet und stetiger Verbesserung unterliegt.

Steinfurt, im Mai 2004

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dekan





Verzeichnis der Master- und Diplomarbeiten

1	Untersuchungen zur Optimierung der Wasserversorgung in Uetersen im Hinblick auf das Calcitlösevermögen Dipl.-Ing. (FH) Jörg Meyer	1
2	Erstellung eines Leitfadens zum Bau einer Biogasanlage Dipl.-Ing. (FH) Elmar Brüggling M.Sc.	3
3	Technische Entwicklungen zur dezentralen Aufbereitung von Wasser in ariden Gebieten Dipl.-Ing. (FH) Carsten Bäcker M.Sc.	5
4	Geräuschminderung an einem Durchflussbegrenzer unter Berücksichtigung von Kavitation Dipl.-Ing. (FH) Jens Dertenkötter	7
5	Modifikation der Wärmeversorgung der Speicherstadt Nord, Münster durch eine BHKW-Anlage - technische und wirtschaftliche Beurteilung Dipl.-Ing. (FH) Nadine Kiewert Dipl.-Ing. (FH) Michael Beckmann	9
6	Planung einer KWK- Anlage in einem mittelständischen Lackierbetrieb - ökonomische und ökologische Bilanzierung Dipl.-Ing. (FH) Martin Tiemann	11
7	Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Wärme- und Kälteerzeugung am Flughafen Münster / Osnabrück Dipl.-Ing. (FH) Tobias Glanerschulte Dipl.-Ing. (FH) Silvio Lindner	13
8	Prüfung einer Entrauchungsleitung nach DIN V 18232 Teil 6 und prEN 366 Teil 8 im Brandversuch Dipl.-Ing. (FH) Matthias Gebbeken	15
9	Überprüfung der Auslegung einer Klimaanlage auf Kreuzfahrtschiffen anhand der Daten des Tropentests von 0656 Brilliance of the Seas und deren energiewirtschaftliche Betrachtung hinsichtlich Einsparpotentiale. Dipl.-Ing. (FH) Markus Wellmann	17
10	Lüftungskonzept eines Bürogebäudes am Beispiel des Hochhausensemble München Dipl.-Ing. (FH) Markus Grütering	19
11	Fernüberwachung von Heizungsanlagen - Möglichkeiten der Umsetzung Dipl.-Ing. (FH) Heiko Anders	20
12	Entwicklung einer Datenbank für das Benchmarking von Abwasserableitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen Dipl.-Ing. (FH) Andreas Rak	21
13	Energieoptimierung im Marienhospital Herne unter Zuhilfenahme der Gebäudeleittechnik Dipl.-Ing. (FH) Christian Blum Dipl.-Ing. (FH) Dirk Seeger	23



14	Entwicklung von Algorithmen zur Berechnung von Zirkulationssystemen mit Inlinern in den TWW-Steigleitungen Dipl.-Ing. (FH) Jakob Wiebe Dipl.-Ing. (FH) Dorian Meißner	24
15	Erstellung einer modular erweiterbaren Energiedatenbank, basierend auf Lotus Approach, am Beispiel der Medienversorgung Acetylen mit vorausgehender Bestandsaufnahme einer Acetylenversorgungsanlage Dipl.-Ing. (FH) Ralph Biermann Dipl.-Ing. (FH) Ansgar Wilken	26
16	Wohngebäudeautomation von der Feldebene bis zur Fernüberwachung mit LonWorks®-Komponenten Dipl.-Ing. (FH) Jochen Schmidt	28
17	Entwicklung eines neuartigen Entwässerungskonzepts für das Hallendach des Dortmunder Westfalenstadions Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schramm Dipl.-Ing. (FH) Sascha Simon	30
18	Raumkühlung mittels PCM im energetischen Vergleich zu konventionellen Verfahren Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Schwarz	32
19	Planerische und messtechnische Untersuchungen an einem Pilotprojekt zur Inliner-Zirkulation Dipl.-Ing. (FH) Nina Vanessa Stücker Dipl.-Ing. (FH) André Vahlenkamp	34
20	Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems auf Basis der DIN EN ISO/IEC 17025 für ein DVGW zertifiziertes Labor Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Dieckmann Dipl.-Ing. (FH) Matthias Fels	36
21	Wirtschaftlicher, technischer und raumbeglicher Vergleich von drei Kühlsystemen anhand eines dreigeschossigen Bürogebäudes Dipl.-Ing. (FH) Christian Schäfer	38
22	Grundsatzuntersuchung zur Einsetzbarkeit von PCM-Verbundmaterialien in raumluftechnischen Anlagen Dipl.-Ing. (FH) Gianluca Di Lieto	40
23	Bilanzierung von CO2 Emissionen im Landkreis Steinfurt Dipl.-Ing. (FH) Nils Meirose	41
24	Erstellung eines Planungshandbuches für Kühldecken Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hütte	43
25	Homogene Durchströmung flächendurchströmter Absorber für thermische Sonnenkollektoren Dipl.-Ing. (FH) Christof Weber	45
26	Web-basierende Raumautomation mit LonWorks® und TAC Xenta® 511 als Web-Server Dipl.-Ing. (FH) Christian Hielscher	47



27	Wassermanagement am Verwaltungsgebäude der Landesversicherungsanstalt (LVA) Westfalen in Münster Dipl.-Ing. (FH) Helmut Brinkmann Dipl.-Ing. (FH) Matthias Krollpfeifer	50
28	Optimierung und Bilanzierung einer Altpapiersortieranlage der Firma Rethmann in Münster Dipl.-Ing. (FH) Frank Althaus	52
29	Planung einer Nahwärmeversorgung in Steinfurt – Borghorst Dipl.-Ing. (FH) Jochen Blomberg Dipl.-Ing. (FH) Dirk Sicking	54
30	Aufbau eines Versuchsstandes für Langzeituntersuchungen von Niedertemperaturkesseln, mit unterschiedlichen Heizölqualitäten Dipl.-Ing. (FH) Jens Drüner	55
31	Praktischer Einsatz des SBR-Verfahrens zur Behandlung von Schweinegülle Dipl.-Ing. (FH) Oliver Ebert	57
32	Darstellung des Energieeinsparpotenzials beim Kinderheim der Jugendhilfe Raestrup e.V. Dipl.-Ing. (FH) Ralf Mödden Dipl.-Ing. (FH) Alexander Sander	59
33	Untersuchungen zum Filtrations- und Rückspülverhalten eines Anthrazit-Einschichtfilters Dipl.-Ing. (FH) Judith Roosmann Dipl.-Ing. (FH) Raphael Bartsch	61
34	Sanierungsvorschläge zur Energieeinsparung an der Nikomedesschule unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit Dipl.-Ing. (FH) Nikolaus Klingeberg Dipl.-Ing. (FH) Harald Keller	63
35	Untersuchungen zum Aufbau eines Dreischichtfilters mit Granatsand Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Flüthmann	65
36	Projektierung und Ausführung der MSR- Technik und Anlagenvisualisierung für eine Klimaanlage mit Wärmerückgewinnung Dipl.-Ing. (FH) Hassan Belhouari Dipl.-Ing. (FH) Tran Huy Nguyen	67
37	Planung und Projektierung einer Photovoltaikanlage auf einem Kirchendach im Bistum Essen Dipl.-Ing. (FH) Andreas Beermann Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hartz	68
38	Analyse und Optimierung einer solaren Brauchwasseranlage für ein Studentenwohnheim Dipl.-Ing. (FH) André Andrasch	69



39	Optimierung des Konzeptes einer mehrstufigen Kühlwasseranlage mit integrierter Erdreichsenke hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Produktionssicherheit Dipl.-Ing. (FH) Christian Frye Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Zander	70
40	Varianten zur Senkung der Energiekosten des Hotels Senger in Bramsche - Pente Dipl.-Ing. (FH) Alexander Mertens	71
41	Untersuchungen zur biologischen Sanierbarkeit eines kontaminierten Bodens Dipl.-Ing. (FH) Matthias Brun	73
42	Analyse und Bewertung des Nutzungsgrades eines Wärmeversorgungsnetzes der Bundeswehr Dipl.-Ing.(FH) Tobias Ausländer M.Sc.	75
43	Energieoptimierung durch Überdruckklimatisierung in einem Wartebereich des Terminal 1 am Flughafen München Dipl.-Ing. (FH) Holger Säuberlich	76
44	Sanierung des Zirkulationssystems im St. Johannes-Hospital in Neheim Dipl.-Ing. (FH) Raimund Peters Dipl.-Ing. (FH) Rainer Pennekamp	78
45	Ökologische und ökonomische Betrachtung der energetischen Verwertung von Stroh und Getreide Dipl.-Ing. (FH) Christian Muhmann M.Sc.	80

Redaktionsschluss: 05. Mai 2004



A		L	
Althaus, Frank	52	Lindner, Silvio	13
Anders, Heiko	20	M	
Andrasch, André	69	Meirose, Nils	41
Ausländer, Tobias	75	Meißner, Dorian	24
B		Mertens, Alexander	71
Bäcker, Carsten	5	Meyer, Jörg	1
Bartsch, Raphael	61	Mödden, Ralf	59
Beckmann, Michael	9	N	
Beermann, Andreas	68	Nguyen, Tran Huy	67
Belhouari, Hassan	67	P	
Biermann, Ralph	26	Pennekamp, Rainer	78
Blomberg, Jochen	54	Peters, Raimund	78
Blum, Christian	23	R	
Brinkmann, Helmut	50	Rak, Andreas	21
Brüggling, Elmar	3	Roosmann, Judith	61
Brun, Matthias	73	S	
D		Sander, Alexander	59
Dertenkötter, Jens	7	Säuberlich, Holger	76
Di Lieto, Gianluca	40	Schäfer, Christian	38
Dieckmann, Thorsten	36	Schmidt, Jochen	28
Drüner, Jens	55	Schramm, Stefan	30
E		Schwarz, Ulrich	32
Ebert, Oliver	57	Seeger, Dirk	23
F		Sicking, Dirk	54
Fels, Matthias	36	Simon, Sascha	30
Flüthmann, Wilfried	65	Stücker, Nina Vanessa	34
Frye, Christian	70	T	
G		Tiemann, Martin	11
Glanerschulte, Tobias	13	V	
Grütering, Markus	19	Vahlenkamp, André	34
H		W	
Hartz, Stefan	68	Weber, Christof	45
Hielscher, Christian	47	Wellmann, Markus	17
Hütte, Stephan	43	Wiebe, Jakob	24
K		Wilken, Ansgar	26
Keller, Harald	63	Z	
Kiewert, Nadine	9	Zander, Sebastian	70
Klingeberg, Nikolaus	63		
Krollpfeifer, Matthias	50		





1

Untersuchungen zur Optimierung der Wasserversorgung in Uetersen im Hinblick auf das Calcitlösevermögen

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Meyer

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums: 15. Mai 2003

Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich: Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit: Schlesweg AG, Rendsburg



Die Schlesweg betreibt in Uetersen ein Wasserwerk, über das die Bevölkerung der Stadt Uetersen und der Seestermüher Marsch sowie die Gemeinden Tornesch und Heidgraben mit Trinkwasser versorgt werden. Die Versorgung wird zu rund 80 Prozent über Fremdbezug durch das Wasserwerk Haseldorfer Marsch der Hamburger Wasserwerke und zu 20 Prozent aus der Eigenförderung im Wasserwerk Uetersen vorgenommen. Das Trinkwasser in Uetersen besitzt einen kalklösenden Charakter.

In dieser Diplomarbeit wurden Untersuchungen zur Optimierung der Wasserversorgung im Hinblick auf das Calcitlösevermögen durchgeführt. Ziel der Arbeit war es, der Schlesweg technisch sinnvolle Entsäuerungsverfahren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorzuschlagen.

Hierzu wurde das Calcitlösevermögen durch Marmorlöseversuche nach DIN 38404-C10-M4 im Trinkwasser relevanter Probeentnahmestellen bestimmt. Dieses Verfahren beruht auf der Grundlage, dass sich der pH-Wert bei Zugabe von Calcit ändert, sofern sich das Wasser nicht im Zustand der Calcit-sättigung befindet.

Die bereits vorhandenen Roh- und Trinkwasseranalysen wurden in die Arbeit einbezogen und ausgewertet.

Die Ergebnisse der Marmorlöseversuche zeigten, dass es notwendig ist, in Uetersen ein Entsäuerungsverfahren einzusetzen. Es wurden drei Varianten in Betracht gezogen:



Durchführung Marmorlöseversuch

Entsäuerung des aufbereiteten Wassers aus dem Wasserwerk Uetersen durch ein physikalisches Entsäuerungsverfahren.

Entsäuerung des aufbereiteten Wassers aus dem Wasserwerk Uetersen durch Dosierung von Natronlauge.

Entsäuerung des Mischwassers Uetersen / Haseldorfer Marsch durch Dosierung von Natronlauge.

Aufgrund der hohen Kosten für den Bedarf an Natronlauge, der Gefahr beim Umgang mit Natronlauge und des erhöhten Wartungsaufwandes wurde der Einsatz einer Natronlagedosieranlage abgelehnt.

Als Lösung wurde der Einbau einer physikalischen Flachbettentsäuerungsanlage zur Entsäuerung des Trinkwassers aus der Eigenförderung Uetersen ($50 \text{ m}^3/\text{h}$) und die nachfolgende Mischung mit dem Fremdwasserbezug vorgeschlagen. Bei der Anwendung dieses Verfahrens lassen sich hohe Wirkungsgrade bei vergleichsweise niedrigem Energieaufwand erreichen.



2

Erstellung eines Leitfadens zum Bau einer Biogasanlage**Dipl.-Ing. (FH) Elmar Brüggling M.Sc.**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	28. Mai 2003
Masterstudiengang:	Technisches Management
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Vor dem Hintergrund der EU-Osterweiterung wird sich das Aufgabengebiet des Landwirts in Mitteleuropa und insbesondere in Deutschland verändern. Wir müssen heute die Weichen für eine zukunftsfähige und nachhaltige Landwirtschaft stellen. Seit dem Weltklimagipfel in Rio de Janeiro wissen wir, dass wir global denken und lokal handeln müssen. Die Umsetzung des Agenda 21 Prozesses muss also dezentral erfolgen.

Der vorliegende Leitfaden richtet sich daher an Landwirte, die auf ihrem Hof oder gemeinsam mit Anderen eine Biogasanlage errichten möchten. Es handelt sich um ein Arbeitsbuch, das interessierte Landwirte dabei unterstützen soll, ihre Idee einer eigenen Biogasanlage zu realisieren. Die dazu erforderliche Potentialerhebung beginnt mit einer Erfassung und Dokumentation der verwertbaren Stoffe. Dazu gehören zum einen die Wirtschaftsdünger, also z.B. Gülle, Mist und Trockenkot, als auch die Co-Fermente (auch Kofermente oder Co-Substrate) wie z.B. Silomais, Corn-Cob-Mix, Futterrüben etc., die auch auf Stillungsflächen angebaut werden dürfen, wenn Sie nicht als Futtermittel verwendet werden können (z.B. durch vergällen).

Aus den Inputströmen lässt sich nun das Biogaspotential ermitteln, so dass als nächster Schritt die Grobkonzeption für Planung und Bau einer Biogasanlage erfolgen kann.

Da das Ziel die Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse ist, sind zunächst die Investitionskosten zu ermitteln. Dabei hilft eine Tabelle (s. Tabelle 1-1) in der beispielhaft die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Biogasanlage dargestellt ist. Die Berechnungen werden vereinfacht, wenn man die der Arbeit beiliegende Exceltabelle zur Berechnung verwendet. Beim Durcharbeiten der einzelnen Zeilen kann man entweder die hinterlegten Formeln und Werte benutzen oder, wenn man konkrete Daten für den eigenen Betrieb hat, die hinterlegten Formeln und Werte anpassen.

Aus der Tabelle ergeben sich dann die Bruttoenergieerzeugung, die verwendbare elektrische Energie, die ins Netz eingespeist werden kann und die entsprechende Vergütung sowie die thermische Energie, für die ein Wärmenutzungskonzept erstellt werden muss. Dies wird ebenfalls erläutert.

Weiterhin wird die Gesamtinvestition und daraus die Summe der Jahreskosten ermittelt und, in Abhängigkeit der Fermenterkosten, der zu erwartende unternehmerische Gewinn. Wenn dieser Betrag deutlich positiv ist, sollte das Projekt weiter konkretisiert werden.

Dabei hilft zunächst eine Übersicht über die Finanzierungsmöglichkeiten. Als nächstes steht die Standortsuche an, die für Gemeinschaftsanlagen u.U. das größte Problem darstellt. Die Arbeit gibt dazu Hilfen und nennt Beispiele. Es wurde versucht die gesetzlichen Grundlagen zum Bau einer Biogasanlage leicht verständlich und transparent darzustellen, hierbei spielen u.a. das Baurecht, das Immissionsschutzrecht, die Düngeverordnung, das Düngemittelrecht sowie die Bioabfallverordnung eine Rolle.

Abschließend werden die für die Planung erforderlichen Kenntnisse dargestellt, erläutert und bewertet.



Geschätzter Energieertrag						Gasertrag		
Gaserzeugung aus								
Wirtschaftsdünger	Rindergülle	0	GV	1,11	m³/GV*d	0,00	[m³/a]	
	Schweinegülle	200	GV	0,88	m³/GV*d	64.240,00	[m³/a]	
	Geflügelkot	0	GV	3,75	m³/GV*d	0,00	[m³/a]	
Co-Fermentation	Silomais	1.500	t/a	210	m³/t	315.000,00	[m³/a]	
	Corn-Cob-Mix	0	t/a	500	m³/t	0,00	[m³/a]	
	Futterreste	0	t/a	180	m³/t	0,00	[m³/a]	
	Grassilage	0	t/a	90	m³/t	0,00	[m³/a]	
						Summe Gasertrag	379.240,00	[m³/a]
Bruttoenergieerzeugung:	keine Gasverwertung oder -produktion an:	30	[d/a]					
	Verfügbarkeit	91,78%	[%]					
	Energiegehalt Substrat	6,00	[kWh/m³]					
	Wirkungsgrad _{el}	35,00%	[%]					
	Motorlaufzeit	8.040	[h/a]					
	notw. BHKW-Leistung + 20% Zuschlag	104	[kW]			2.088.417,53	[kWh/a]	
Bruttoenergieerzeugung: Substrat						2.088.417,53	[kWh/a]	
gewonnene thermische Energie:		50,00%	[%]			1.044.208,77	[kWh/a]	
	abzügl. therm. Prozessenergie	350	[kWh/m³ Fermenter*a]			164.850,00	[kWh/a]	
Verwendbare thermische Energie						879.358,77	[kWh/a]	
gewonnene elektrische Energie						730.946,14	[kWh/a]	
Verwendbare elektrische Energie						730.946,14	[kWh/a]	
Einnahmen aus Stromverkauf nach EEG	Vergütung für 2002	0,101	[€/kWh]			73.825,56	[€/a]	
Summe Erträge						73.825,56	[€/a]	
Investitionsbedarf						Fermenterkosten [€/m³]		
Bau und Technik	Fermentervolumen	471	[m³]			150,00	200,00	250,00
	mittlere Verweilzeit	35	[d]				[€]	
	Investitionssumme					70.650,00	94.200,00	117.750,00
Erfahrungswert der Landwirte aus Recke	Motor/Generator (nur Aggregate)	550,00	[€/kW]			57.200,00	57.200,00	57.200,00
Gesamtinvestition						127.850,00	151.400,00	174.950,00
Kapitalaufwand	Zuschuß	0,00%	[%]			127.850,00	151.400,00	174.950,00
Geschätzte Jahreskosten						[€/a]		
Abschreibung	Bau	60,00%	[%]	20	[Jahre]	2.119,50	2.826,00	3.532,50
	Technik	40,00%	[%]	6	[Jahre]	4.710,00	6.280,00	7.850,00
	Motor/Generator			10	[Jahre]	5.720,00	5.720,00	5.720,00
mittleren Zins		3,50%	[%]			4.474,75	5.299,00	6.123,25
Versicherung		0,50%	[%]			639,25	757,00	874,75
Reparaturen/Wartung	Bau	1,00%	[%]			423,90	565,20	706,50
	Technik	3,00%	[%]			847,80	1.130,40	1.413,00
	Motor/Generator	20,00%	[%]			11.440,00	11.440,00	11.440,00
	Lohnansatz	350,00	[h/a]	20	[[€/h]	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Rohstoffkosten für die Co-Fermentation	Silomais	18	[[€/t]	1500	[t/a]	27.000,00	27.000,00	27.000,00
	Corn-Cob-Mix	0	[[€/t]	0	[t/a]	0,00	0,00	0,00
	Futterreste	0	[[€/t]	0	[t/a]	0,00	0,00	0,00
	Einstreu	0	[[€/t]	0	[t/a]	0,00	0,00	0,00
Notw. Elektrische Prozessenergie	Zukaufspreis	0,101	[€/kWh]	25	[kWh/m³]	1.189,28	1.189,28	1.189,28
Gesamtsumme der Jahreskosten						65.564,48	69.206,88	72.849,28
Unternehmerischer Gewinn [€/a]						8.261,08	4.618,68	976,28



3

Technische Entwicklungen zur dezentralen Aufbereitung von Wasser in ariden Gebieten

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Bäcker M.Sc.

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	01. Juli 2003
Masterstudiengang:	Technisches Management
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Diese Arbeit wurde im Rahmen des mehrjährigen, internationalen Forschungsvorhabens „Anwendung der solaren Wasserdestillation als integrierte Technik bei der Trinkwassergewinnung in ariden Gebieten“ angefertigt. Ziel des Forschungsvorhabens war es, eine modular aufgebaute Anlage zur dezentralen Aufbereitung von salzhaltigem Grund-, Oberflächen- und Meerwasser mittels solarer Destillation zu entwickeln. Die notwendige Voraufbereitung der Rohwässer sollte durch angepasste Filtrationsverfahren (Schnellfilter und Bodenfilter) erfolgen. Die Anlage sollte ausschließlich durch Sonnenenergie, entweder thermisch oder photovoltaisch, betrieben und für den Einsatz in ariden Schwellen- und Entwicklungsländern konzipiert werden.

Die entwickelte Wasseraufbereitungsanlage besteht aus den drei Projektmodulen:

- Flachkollektor mit Destillationseinheit
- Schnellfilter mit Schwerkraftspülung
- Horizontalbodenfilter

Bei anorganischen Trübstoffen werden für die Vorreinigung des Wasser angepasste Schnellfilter mit einer neu entwickelten Schwerkraftspülung eingesetzt. Liegen organische Belastungen vor, kommen Horizontalbodenfilter zum Einsatz. Der neu entwickelte Flachkollektor dient zur Erhitzung des Wassers. Hierbei handelt es sich um einen direktdurchflossenen Kunststoffkollektor mit innenliegendem Absorbermaterial. Das Destillat wird anschließend in der Kondensationskammer der Destillationseinheit gewonnen. Durch die Wärmerückgewinnung in der Destillationseinheit wird das Rohwasser vorgewärmt.

Die drei Module der Aufbereitungseinheit sind je nach Rohwasserqualität individuell kombinierbar. Durch den modularen Aufbau der Anlage ergeben sich folgende Einsatzmöglichkeiten zur Trinkwasseraufbereitung:

salzhaltiges, trübstofffreies Wasser aus Brunnen (z.B. am Strand)
 salzhaltiges Wasser mit Trübstoffen
 Wasser mit organischer Belastung
 trübstoffhaltiges Süßwasser



Die Arbeit befasst sich mit der Optimierung und Weiterentwicklung der in dem Forschungsvorhaben entwickelten Aufbereitungseinheit. Aufgabe war es, in den verschiedenen Teilbereichen des Gesamtprojektes Optimierungsprozesse durchzuführen. Bei der Anlage zur solaren Destillation wurde durch konstruktive Änderungen am Flachkollektor und an der Destillations-einheit ein Effizienzsteigerung erzielt. Es wurden Versuche mit unterschiedlichen Verhältnissen von Kühleroberfläche zur gesamten Fluidoberfläche in der Destillationskammer und zur Grundfläche des Destillators durchgeführt. Weiterhin wurde die Bauform der Destillationswannen optimiert. Gleichzeitig wurden Vergleiche zwischen einem herkömmlichem Kollektor zur Brauch- und Heizwassererzeugung und den neu entwickelten Kunststoffkollektoren gezogen.

Ziel der am Schnellfilter mit Schwerkraftspülung durchgeführten Versuche sollte sein, durch Reduzierung des Gesamtdruckverlustes den Spülwasser-verbrauch zu senken und somit Wasser beim Rückspülen des Filters einzusparen. Es zeigte sich, dass vor allem im Bereich der Spülwasserführung im Polsterraum erhebliches Optimierungspotential vorhanden war und noch ist.

Da Horizontalbodenfilter an die örtlichen Verhältnisse angepasst werden müssen, wurde für dieses Forschungsvorhaben keine gesonderte Versuchsanlage erstellt. Stattdessen wurde auf Erkenntnisse zurückgegriffen, die im Rahmen eines anderen Projektes bei der Kreislaufwasseraufbereitung mit einem Horizontalbodenfilter gewonnen worden sind. Hieran lässt sich erkennen, dass die Abbauleistung von Horizontalbodenfiltern für den geplanten Einsatzzweck ausreichend ist. Die hohe Verdunstungsleistung von Horizontalbodenfiltern beim Einsatz in ariden Regionen ist jedoch ein Nachteil dieses Systems.

Gleichzeitig wurde eine vertiefende, zusammenfassende Auswertung des Gesamtprojektes durchgeführt. Dafür wurden alle an den Versuchsanlagen erfassten Messwerte herangezogen. Weitere für das Vorhaben benötigte Parameter, Daten und Erkenntnisse wurden ebenfalls berücksichtigt. Im Rahmen dieser Gesamtauswertung wurde auch ein kurzer Überblick über andere Entwicklungen im Bereich der Meerwasserentsalzung und der solaren Wasseraufbereitung gegeben.

Es konnte die Funktionsfähigkeit der Anlagenkomponenten nachgewiesen werden. Die Aufbereitungseinheit kann in ihrer Effizienz mit anderen auf dem Markt befindlichen Anlagen konkurrieren. Dies spricht für eine erfolgreiche Zukunft des im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Anlagenkonzeptes. Die Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass in allen Bereichen der Aufbereitungsanlage noch Optimierungspotential besteht. Aus diesem Grund erscheint eine Fortsetzung des Forschungsvorhabens mehr als sinnvoll.

4

Geräuschminderung an einem Durchflussbegrenzer unter Berücksichtigung von Kavitation

Dipl.-Ing. (FH) Jens Dertenkötter

Prüfer
Beisitzer

Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Dr. Datong Wu

Datum des Kolloquiums

14. Juli 2003

Studienrichtung

Technische Gebäudeausrüstung

Laborbereich

4.7 - Computergestütztes Planen

In Kooperation mit:

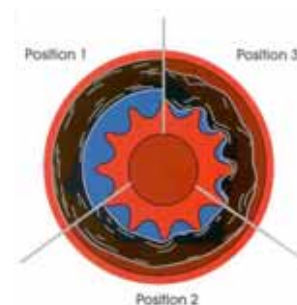
Bosch Thermotechnik (Junkers)



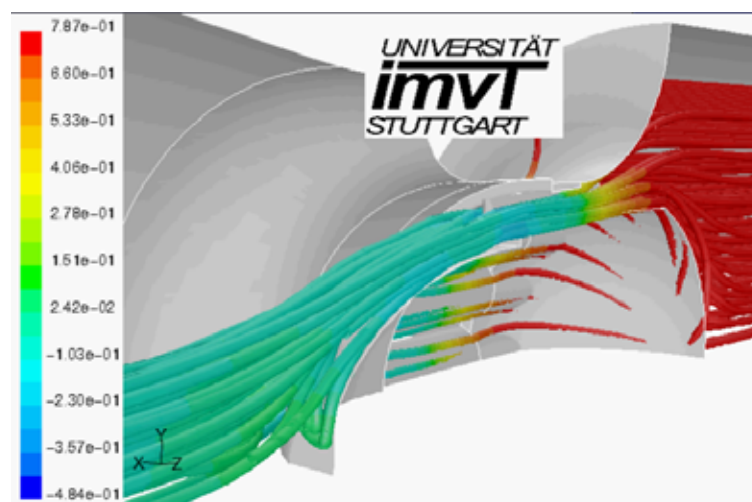
In der Arbeit wird das Strömungsgeräusch in Regelventilen, insbesondere das Kavitationsgeräusch, sowie Dämpfungsmaßnahmen bei Erhaltung der Regelfunktion untersucht und analysiert. Vorgestellt wird ein Schalldämpfungsverfahren, das auf Grund seiner effektiven Schalldämpfung, Kompaktheit und niedrigen Kosten praxistauglich ist.

Der in der Arbeit vorgestellte O-Ringregler (Fa. Neoperl) erfüllt die Anforderung an Kosten, Kompaktheit und Regelverhalten in modernen Gas-Heizthermen.

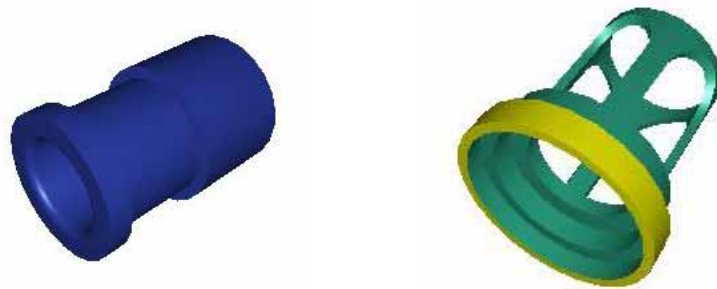
Die Regelfunktion des O-Ringreglers kommt bei hohen Druckdifferenzen dadurch zustande, dass die Schallgeschwindigkeit der Strömung hinter dem Regler wegen der Kavitation stark herabgesetzt ist. Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit an der Drosselstelle geht die Strömung in den kritischen Strömungsbereich über und die Durchflussmenge ist nicht mehr vom Differenzdruck abhängig.



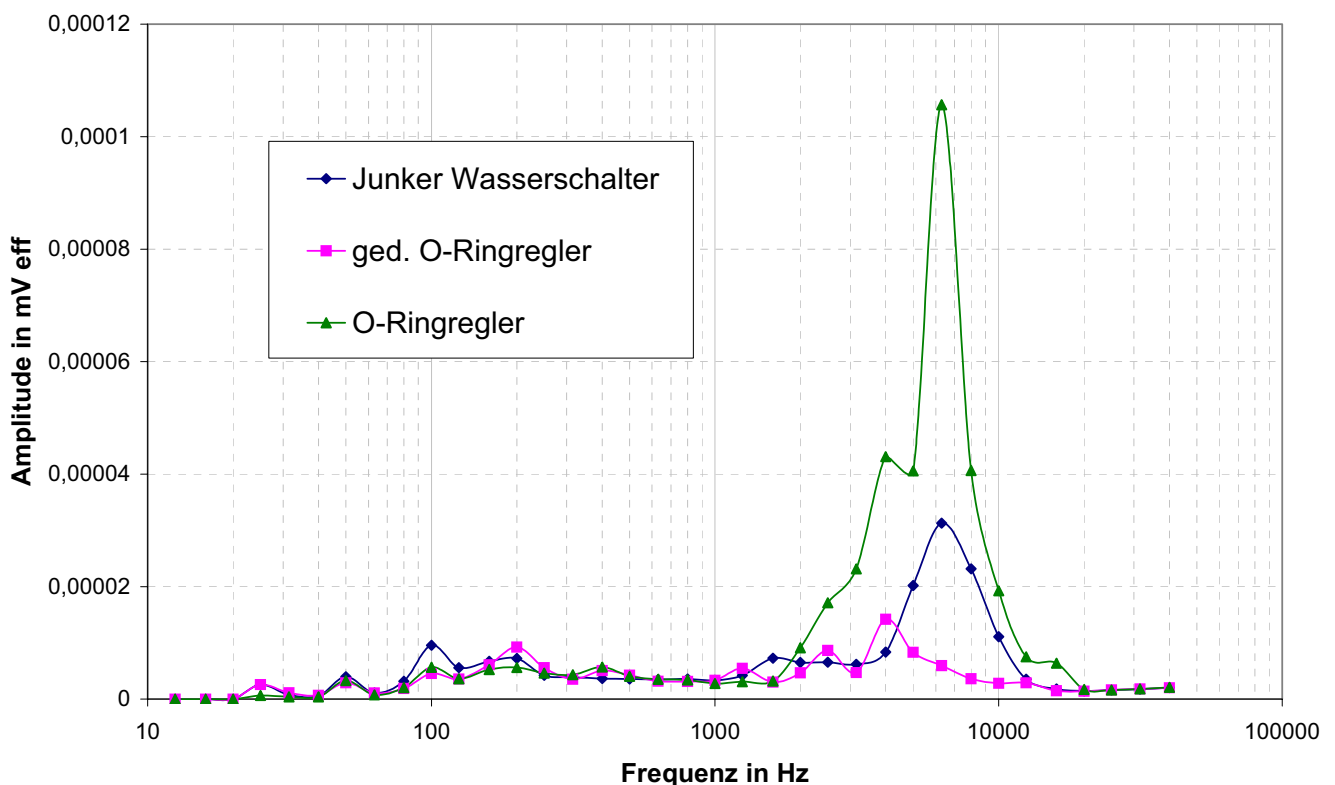
Der durch die Kavitation verursachte Körperschall sowie der daraus resultierende Luftschall werden in Abhängigkeit vom Differenzdruck und dem Volumenstrom analysiert, wobei das Hauptanliegen darin besteht, den Schallübertragungsweg nach außen zu unterbrechen.



Es ist gelungen den Geräuschpegel des O-Ringreglers mit dem Schalldämpfer in einem Messingeinbau auf ein akzeptables Niveau zu senken.



Die von den implodierenden Gasblasen ausgehenden Druckschwingungen pflanzen sich im Wasser fort und treffen auf die Rohrwandung. Diese wird zum Schwingen angeregt und überträgt diese Schwingung in bestimmter Weise auf die Luft. Dieser Luftschall ist dann hörbar.



Das Diagramm zeigt die Luftschallmessung der verschiedenen Regler bei 9 bar Vordruck und freiem Auslauf. Die Durchflussmenge beträgt 9 l/min. Die schallabsorbierende Oberfläche der inneren Rohrwandung wirkt wie eine Flüssigkeit mit scheinbar größerer Kompressibilität und vermindert so die Phasengeschwindigkeit der auftreffenden Schallwellen. Zusätzlich ist der Regler schwingungsweich gelagert, sodass auch dort keine Übertragung der Schallenergie auf die Rohrwandung stattfindet. Weitere Verbesserungen wären wahrscheinlich mit einer Art Sandwichmaterial zu erreichen. Das Elastomer müsste innen eine härtere aber dennoch schallweiche Oberfläche haben und nach außen weicher werden, um Schwingungen nicht zu übertragen sondern zu schlucken. Die verschiedenen Vorteile der Materialien könnte man so kombinieren und ausnutzen.



5

Modifikation der Wärmeversorgung der Speicherstadt Nord, Münster durch eine BHKW-Anlage - technische und wirtschaftliche Beurteilung

Dipl.-Ing. (FH) Nadine Kiewert
Dipl.-Ing. (FH) Michael Beckmann

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 18. Juli 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: 4.7 - Energietechnik



Die Westfälisch - Lippische - Vermögensverwaltungsgesellschaft (WLV) ist Eigentümerin der ehemaligen Winterbourne-Kaserne in Münster Coerde. Das zuvor militärisch genutzte Gelände verfügt über eine zentrale Heizungsanlage und ein Nahwärmenetz zur Heizwärmeversorgung der Gebäude. Die Heizungsanlage besteht aus zwei Kesseln mit einer Leistung von je 2,3 MW. Durch die Sanierung der Außenfassaden sowie die heutige Nutzung der Gebäude als Büro, Archiv oder Lager hat sich der Heizwärmebedarf geändert. Aus diesem Grund wurde rechnerisch überprüft in wie fern die installierte thermische Leistung für die gesamte Liegenschaft erforderlich ist.



Silo- und Bodenspeichergebäude vor und nach der Sanierung

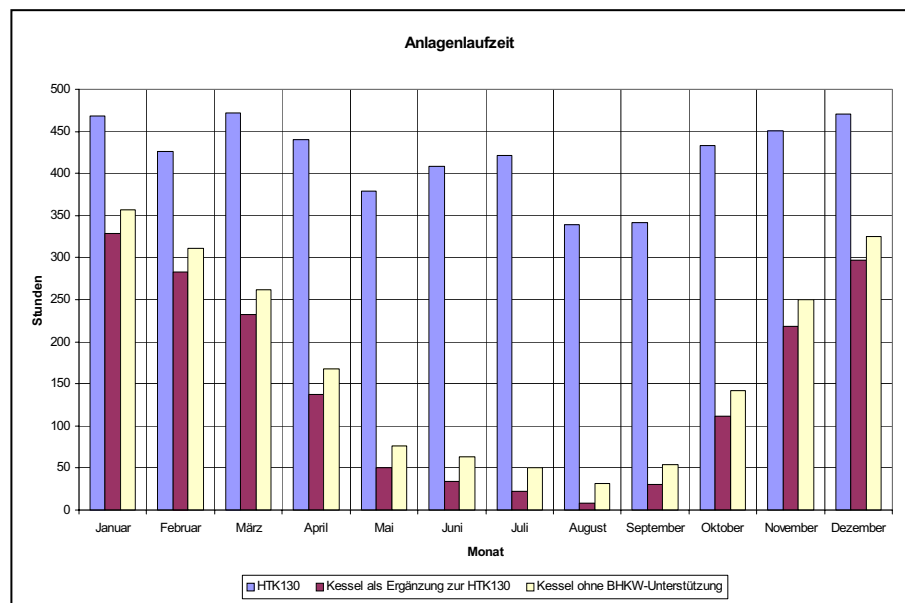
Im Rahmen dieser Überprüfung sollte ein modifiziertes Energieversorgungskonzept unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten untersucht werden. Die betrachtete Alternative zu der bestehenden Wärmeversorgung ist der Zubau eines Blockheizkraftwerkes bei gleichzeitiger Demontage eines Kessels.

Die Wärmebedarfsberechnung der 13 Gebäude der Liegenschaft ergab einen Gesamtwärmebedarf von 2,9 MW. Ein Anlagenbetrieb bei Vollausslastung aller Gebäude wurde im Anschluss mit der Software COPRA, Valentin

Energiesoftware simuliert. Grundlagen hierfür waren neben den Ergebnissen der Wärmebedarfsberechnungen auch verschiedene Lastprofile für Heizenergieverbrauch, Trinkwassererwärmung und Prozesswärme. Die Trinkwassererwärmung findet im Gebäude 10 statt. Hier werden zwei Großküchen mit einer Tagesproduktion von ca. 750 Essen betrieben. Für die humidistatische Heizung (Sommerbeheizung zur Feuchteregulierung) der Archengebäude wurde ein Profil für Prozesswärme hinterlegt.

Ergebnis der Simulation ist eine Jahresdauerlinie. Aus dem gemessenen Heizölverbrauch der Liegenschaft eines Jahres wurde ebenfalls eine Jahresdauerlinie erstellt. Diese gemessene Jahresdauerlinie deckt sich nahezu mit der simulierten Jahresdauerlinie. Die so verifizierten Ergebnisse dienen als Grundlage zur Laufzeitberechnung verschiedener BHKWs. Vier verschiedene Anlagengrößen wurden mit unterschiedlichen Modellen zur Stromverwendung simuliert. Die Betriebsweisen beschränkten sich immer auf einen wärmegeführten Betrieb.

Die errechneten Zahlenwerte für Stromproduktion, Wärmeproduktion, Stromeinspeisung und Heizölverbrauch wurden in einer statischen Gewinnvergleichsrechnung in MS Excel ausgewertet. Die beiden hieraus als beste Stromnutzungsmodelle hervorgehenden Varianten wurden in weiterreichenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen genauer betrachtet. Neben einer Annuitäten- und Kapitalwertberechnung wurde auch eine passive Finanzplanung als Investitionsrechnung durchgeführt.



Einfluss eines BHKW auf die Kessellaufzeit

Die Berechnungen ergaben, dass die Demontage eines Kessels und die Montage eines zusätzlichen BHKW mit einer elektrischen Leistung von etwa 130 kW in Kombination mit einem Pufferspeicher sowohl technisch als auch wirtschaftlich vorteilhaft sind.

Sollte es möglich werden mehr elektrische Arbeit zu verkaufen, oder weitere Stromkunden innerhalb der Liegenschaft zu gewinnen, so wird der Einbau eines größeren BHKW sinnvoll sein.



6

**Planung einer KWK- Anlage in einem mittelständischen Lackierbetrieb
- ökonomische und ökologische Bilanzierung****Dipl.-Ing. (FH) Martin Tiemann**

Prüfer:	Professor Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Peter Genau
Datum des Kolloquiums:	25. Juli 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



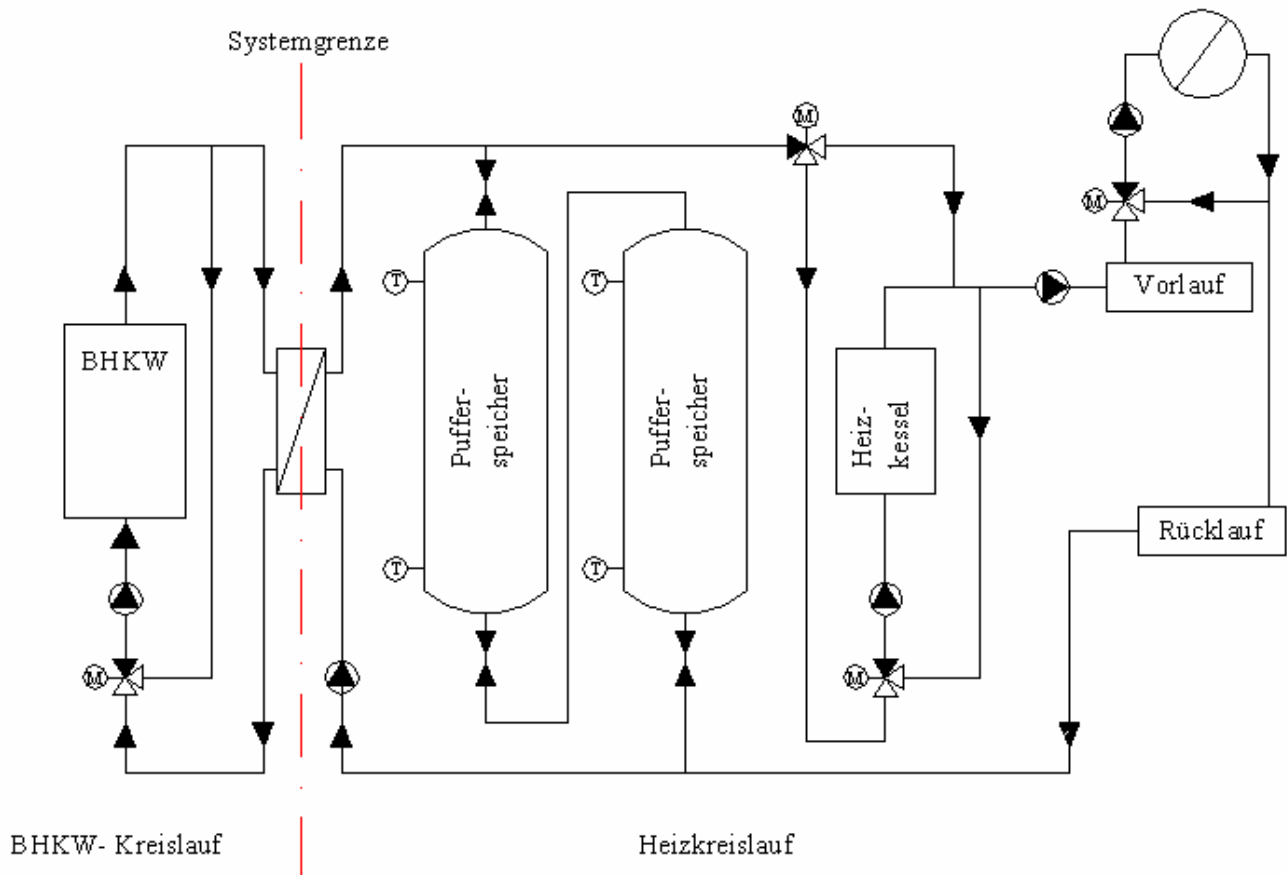
Die Aufgabe bestand darin, für den Lackierbetrieb die alternative Energieversorgung, mittels einer MHKW- Anlage, unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zu betrachten.

Als planungstechnische Grundlagen waren gegeben:
Bereitstellung der gesamten elektrischen Arbeit (Σ 621.725 kWh) zu jedem Zeitpunkt des Jahres.
Abdeckung der elektr. Leistungsspitzen (bis 340 kW).
Verwendung der anfallenden Wärme im Produktionsprozess.
Sicherstellung der Energieversorgung bei BHKW- Ausfall durch die konventionelle Versorgung.

Zunächst war es erforderlich Lastprofile auf der Strom- und Wärmeseite während der produzierenden Zeit sowie in der produktionsfreien Zeit zu erstellen. Mit diesen Messergebnissen und den Strom- bzw. Gasrechnungen des letzten Jahres wurde nun ein Konzept für den Betrieb einer MHKW- Anlage erstellt. Nachdem auch die notwendige Leistungsgröße der Anlage festgelegt worden ist, erfolgte die Anfrage bei Herstellern nach technischen Daten und Preisen für die ökonomische und ökologische Bilanzierung.

Für die Brennstoffversorgung stand Heizöl wie auch Erdgas zur Verfügung. Dies ermöglichte es die drei möglichen Antriebsvarianten (Gas- Otto- Motor- BHKW, Gas- Diesel- Motor- BHKW und Heizöl- Diesel- Motor- BHKW) einsetzen zu können.

Schwierigkeiten bei der Planung der wärmetechnischen Anlage stellte die kurzzeitige hohe Anforderung an Wärme dar, die bei dem sogenannten „Einbrennvorgang“, nach dem Auftragen der letzten Lackschicht, erforderlich ist. Hierbei wird die Lufttemperatur in der Lackierkabine für etwa 30 min. auf ca. 80°C angehoben. Da das BHKW nicht in der Lage ist in einen kurzen Zeitraum diese Wärmemenge bereitzustellen, muss ein zusätzlicher Pufferspeicher eingesetzt werden. Die Größenberechnung des Pufferspeichers erfolgte mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor 1, da es vorkommt, dass in allen sechs Lackierkabinen zur gleichen Zeit der Einbrennvorgang erfolgt. Für den Fall der nicht ausreichenden Wärmeversorgung stehen aber nach wie vor die vorhandenen direktbefeuerten Lüftungsgeräte als Spitzenlastwärmeerzeuger zur Verfügung.



Bei der ökonomischen Bilanzierung hat der Gas- Diesel- Motor sehr große Vorteile, da er sowohl mit ca. 80% Erdgas und ca. 20% Heizöl, als auch mit 100% Heizöl betrieben werden kann. Das Gasversorgungsunternehmen kann im Winter bei Versorgungsspitzen die Gasversorgung für das BHKW unterbrechen (abschaltbarer unterbrechbarer Gasliefervertrag). Dies hat für den Betreiber den Vorteil, dass der Leistungspreis für die Gaslieferung sehr

stark gesenkt wird und er das Gas außerhalb der kalten Wintertage sehr günstig beziehen kann.

In der ökologischen Betrachtung wurde die konventionelle Energieversorgung (Kraftwerk und Heizkessel) der alternativen Energieversorgung gegenübergestellt. Das Ergebnis dieser Betrachtung ergab, dass die Umwelt der eigentliche Gewinner ist, denn es sind Einsparungen bei der Primärenergie von bis zu 43% möglich. Bei den Schadstoffemissionen (CO_2 , CO , NO_x) ist eine Reduzierung von 35- 86% zu erreichen.

Fazit dieser Diplomarbeit ist, das die Gas- Diesel- Motor- Anlage unter Berücksichtigung aller Gesichtspunkte die am Besten geeignete alternative Energieversorgung darstellt.



7

Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Wärme- und Kälteerzeugung am Flughafen Münster / Osnabrück

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Glanerschulte
Dipl.-Ing. (FH) Silvio Lindner

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Friederich Reinmuth
 Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 07. August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumluftechnik
 In Kooperation mit: Flughafen Münster / Osnabrück FMO



Durch den Neubau des Terminal 2 ist der Wärme-, Strom- und Kältebedarf des Flughafens Münster / Osnabrück angestiegen. Um diesen Bedarf zu decken, wurden zu den bereits vorhandenen Heizwärme- und Kälteerzeugern im Terminal 1 und im Bauteil West zusätzliche technische Anlagen installiert. Des Weiteren wurde bei der Auswahl dieser Anlagen bereits eingeplant, dass das Terminal 2 in absehbarer Zeit erweitert wird. Zum augenblicklichen Zeitpunkt sind die Anlagen jedoch überdimensioniert. Es ist aus wirtschaftlicher Sicht trotzdem nötig, die Anlagen optimal zu betreiben.

In der Diplomarbeit wurde untersucht, wie die Wärme- und Kälteerzeuger am Besten eingesetzt werden und Energie und Kosten eingespart werden. Verglichen wurden bei der Wärmeerzeugung die Heizkessel in Terminal 1 mit den Blockheizkraftwerken in Terminal 2, bei der Kälteerzeugung die Kompressionskältemaschinen im Terminal 1 mit den Absorptionskältemaschinen in Terminal 2.



Um die Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung zu ermitteln, ist es nötig, den Primärenergiebedarf (Erdgas), die Primärenergiekosten, die Betriebskosten, Steuern, steuerliche Vergünstigungen, den Wirkungsgrad und die Einsatzweise der einzelnen Wärmeerzeuger sowie Energiegewinne und Kosteneinsparungen (BHKW) durch Aufnahme von Messwerten, Kostenauswertungen, Untersuchungen und Berechnungen zu erhalten. Zum idealen Vergleich der bisherigen und eventuellen zukünftigen Betriebsweisen der Anlagen wurde ein Simulationsberechnungsprogramm mit Microsoft Excel erstellt, bei dem alle zuvor genannten Punkte berücksichtigt worden sind.

Zum Zeitpunkt der Diplomarbeit war der Betrieb mit Heizkesseln gegenüber dem Betrieb der BHKW kostengünstiger und wirtschaftlicher. Durch geringe Umbaumaßnahmen, die sich schnell amortisieren würden, wäre auf Dauer gesehen der Einsatz der BHKW vorzuziehen und zu empfehlen, da hier ein gutes Einsparpotential an Kosten und Energie vorherrscht. Vorschläge dazu wurden erarbeitet und aufgezeigt. Zu nennen sind dabei ein modulierter Betrieb der BHKW und die Änderung der Bestandsanbindung von Terminal 1 und 2.

Der wirtschaftliche Betrieb der Kältemaschinen wurde über die Ermittlung der Kosten für die Erzeugung einer kWh Kälte untersucht. Berücksichtigung fanden dabei alle zum Betrieb notwendigen Anlagenelemente wie z.B. Pumpen, Kühltürme oder Rückkühlwerke. Während bei den Kompressionskältemaschinen lediglich Stromkosten entstehen, sind beim Einsatz von Absorptionskältemaschinen die Strom-, Heizwärme- sowie Frisch- und Abwasserkosten und Ausgaben für Korrosionsschutzmittel und Biozid zu berücksichtigen.

Im Ergebnis der Untersuchung ist der Betrieb der Kompressionskältemaschinen bei geringen Kälteanforderungen vorzuziehen, die Absorptionskältemaschinen sollten erst bei einem größeren Bedarf an Kälteenergie zugeschaltet werden bzw. die Kälteerzeugung allein übernehmen.



Als Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung der Wärme- und Kälteerzeugung am Flughafen Münster/Osnabrück ist festzustellen, dass bei der Bereitstellung von Wärmeenergie Einsparmöglichkeiten bestehen, die Kälteerzeugung jedoch sinnvoll betrieben wird.

Durch einen Mehreinsatz der BHKW sind Einsparungen gegenüber dem Betrieb der Heizkessel möglich. Eventuelle Investitionen in eine modulierte Betriebsweise der BHKW und die Änderungen der Bestandsanbindung zwischen Terminal 1 und 2 werden sich in kurzer Zeit amortisieren.

Durch das Berechnungsprogramm kann man zukünftige Preissteigerungen der Primärenergien, von Wartungs- und Betriebskosten sowie gesetzliche Änderungen von Steuern und Erstattungen berücksichtigen. Damit lässt sich auch zu einem künftigen Zeitpunkt die Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung überprüfen.

Der für die Zukunft geplante weitere Ausbau des Flughafens bringt eine weitere Steigerung des Wärme- und Kältebedarfs mit sich. Die bisher installierten Anlagen in den Terminals sowie dem BT West dürften diese Anforderungen aber abdecken, so dass es mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht nötig ist, weitere Erzeuger zu installieren. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass dieser Ausbau innerhalb der nächsten Jahre kommt. Die Restlebensdauer der Wärmeanlagen beträgt nach heutiger Erwartung noch ca. 12-15 Jahre, danach wird eine Investition in neue Anlagen nötig, die dann ohnehin passend für den gesamten Flughafen ausgelegt werden sollten.

In der Kälteerzeugung ist davon auszugehen, dass die bisherige Betriebsweise optimal ist. Die Kosten der Kompressionskältemaschinen fallen geringer aus als die der Absorptionskältemaschinen. Das Verhältnis dürfte sich nur ändern, wenn die Strompreise in näherer Zukunft stark ansteigen und die Gaskosten stagnieren oder sinken. Des Weiteren dürfen die Kosten für Frisch- und Abwasser nicht weiter steigen.

Deshalb sollte auch in Zukunft der jetzige Betrieb beibehalten werden.



8 Prüfung einer Entrauchungsleitung nach DIN V 18232 Teil 6 und prEN 366 Teil 8 im Brandversuch

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Gebbeken

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Friederich Reinmuth
 Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 07. August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumluftechnik



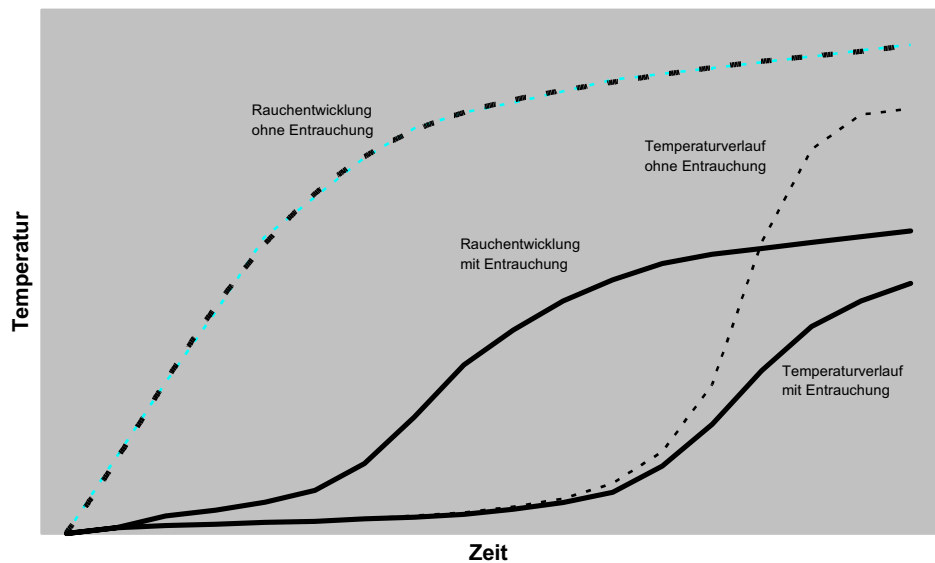
Die Diplomarbeit dient dem Nachweis der Funktionserhaltung einer Entrauchungsleitung aus verzinktem Stahlblech bei einer Temperaturbeanspruchung von 600°C während einer Zeitdauer von mindestens 120 Minuten.

Aktuell sterben in Deutschland jährlich rund 600 Menschen bei Bränden. Darüber hinaus werden etwa 6.000 Personen bei Bränden schwer und circa 60.000 leicht verletzt. In Erinnerung bleiben die großen Katastrophen auf dem Flughafen in Düsseldorf (17 Tote und 88 Verletzte) im April 1996 oder die zahllosen so genannten Diskobrände.

Es verletzen sich mehr als 72 Prozent der Brandopfer infolge innerer Vergiftungen, die durch das Einatmen von giftigen Rauchgasen entstehen, Nur knapp 5 Prozent aller Verletzungen werden durch Verbrennungen verursacht, die übrigen 23 Prozent verletzen sich durch herunterfallende Trümmerteile oder sonstigen Ursachen.

Das Hauptproblem bei Bränden ist der Rauch. Es ist nicht das Feuer, das die Menschen tötet!

Rauchentwicklung mit Entrauchung



Des Weiteren ist die Entrauchung im Brandfall nach dem Schutz für Mensch und Tier auch wichtig für den Schutz von Sachwerten und Existenzen. Um die Schäden im Brandfall so gering wie möglich zu halten, sind Brandschutzmaßnahmen zu ergreifen. Eine dieser Maßnahmen ist der Einbau einer Entrauchungsanlage zur Zwangslüftung.

Ein Bestandteil dieser Entrauchungsanlage ist der Entrauchungskanal, der den Rauch und die Wärme vom Gefahrenherd nach außen ins Freie leitet. Er ist also enormen Temperaturen ausgesetzt und muss seine Funktion über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten. Dieses wird im Brandversuch überprüft.

Die Rauchentwicklung und der Temperaturanstieg im betroffenen Bereich werden mittels der Entrauchung deutlich gesenkt.



Beim Brandversuch wird eine Kanalstrecke aufgebaut, die aus einem speziellen Brandofen den heißen Rauch absaugt und durch den Kanal nach außen leitet. Der Brandofen wird mit 4 Brennern sehr schnell auf 600°C aufgeheizt. Durch genau festgeschriebene Öffnungen im Kanal im Brandraum wird die Luft abgesaugt. Mit Hilfe einer Sauerstoffmessung wird die Leckage der Leitung außerhalb des Brandofens ermittelt. Auch werden der Druck in der Leitung und die Verformung des Kanals bei der Prüfung gemessen. Um die Längenausdehnung der Stahlblechleitung aufzunehmen wird ein Kompensator in die Kanalleitung eingebaut. Das nachfolgende Bild zeigt den Versuchsaufbau der Anlage während der Messung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Prüfung der Entrauchungskanäle positiv verlaufen ist. Alle geforderten Prüfkriterien wurden erfüllt.



9 Überprüfung der Auslegung einer Klimaanlage auf Kreuzfahrtschiffen anhand der Daten des Tropentests von 0656 Brilliance of the Seas und deren energiewirtschaftliche Betrachtung hinsichtlich Einsparpotentiale.

Dipl.-Ing. (FH) Markus Wellmann

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Friederich Reinmuth
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Franz Robert Stupperich

Datum des Kolloquiums: 07. August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Raumluftechnik

Die Brilliance of the Seas ist das größte zu dem Zeitpunkt je in Deutschland gebaute Passagierschiff. Dieses Kreuzfahrtschiff der Papenburg Meyer Werft hat 90.090 BRZ und wurde an die Reederei Royal Caribbean International (RCI) abgeliefert.

Neben einem sehr schlanken, yachtähnlichen Schiffsdesign mit vielen gläsernen Fassaden bietet dieser Luxusliner dem Passagier eine Vielzahl von Besonderheiten und Komfort im Innenbereich.

Dieses Kreuzfahrtschiff hat eine Länge von 293 m und eine Breite von 32m. Es besteht aus 15 Decks und hat einen Tiefgang von 8,2m. Die gesamte Maschinenleistung beträgt 78.600 PS, wovon 54.400 PS für den Antrieb genutzt werden, die eine Geschwindigkeit von 24kn erzeugen. Insgesamt können 2100 Passagiere auf dem Schiff ihren Urlaub verbringen, die von einer 858-köpfigen Besatzung betreut werden. Das Schiff verfügt über 1050 Passagierkabinen (813 Außenkabinen und 237 Innenkabinen), einem Theater, 8 Restaurants und 6 Pools.

Um die Dimensionen eines solchen Schiffes nur annähernd zu erläutern, kann zum Vergleich gesagt werden, dass 220 t Farbe benötigt wurden, 1900 km Kabel und 150 km Rohrleitungen verlegt wurden. Die Gesamtfläche von verarbeitetem Glas beträgt außen 7000 m².

Die Klimaanlage:

Die Aufgabe einer Klimaanlage ist die Herstellung eines gewünschten Raumklimas. Maßgeblich sind Temperatur, Luftfeuchte und Luftbewegung, sowie die Belastung durch Gerüche und luftfremde Stoffe. Diese Anforderungen werden durch raumluftechnische Maßnahmen realisiert, indem gekühlt, geheizt, befeuchtet, entfeuchtet und gefiltert wird.

Jede Klimaanlage auf dem Schiff wird in erster Linie so konzipiert, dass man von einem „worst-case-Fall“ ausgeht, also der schlechteste Auslegungsfall. Aus diesem Grund wird die Leistung, z.B. des Kühlers, so berechnet, dass man von einer maximal möglichen Belegung ausgeht. Auch der Zeitpunkt für die Auslegung wird so gewählt, dass Außentemperatur und Sonneneinstrahlung Maximalwerte erreichen. Aber nur sehr schlecht kann voraus gesagt werden, ob diese Maximalwerte auch gleichzeitig eintreten. Dies ist abhängig vom Verhalten der Passagiere.

Anhand einer Messdatenberechnung wurde festgestellt, in welcher Höhe und zu welchem Zeitpunkt ein Raum seine maximale Kühllast hatte. Mit dem Ergebnis könnte man entscheiden, ob es sinnvoll ist einen Kühler kleiner auszulegen, um somit eine Kostenreduzierung der Kältemaschinen und der einzelnen Kühler für ein nächstes Schwesterschiff zu erzielen. In der Zeit vom 02.12.2002 bis zum 12.12.2002 wurde auf dem Kreuzfahrtschiff Brilliance of the Seas ein Tropentest durchgeführt. Es wurden Messdaten von verschiedenen Räumen an unterschiedlichen Tagen über 24 Stunden aufgenommen.

Anhand eines ausgewählten Raumes wurde ein Berechnungsweg dargestellt, um die Kühlerleistung zu bestimmen. Anschließend wurde das Ergebnis der einzelnen Räume näher erläutert.





10

Lüftungskonzept eines Bürogebäudes am Beispiel des Hochhausensembles München

Dipl.-Ing. (FH) Markus Grütering

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers
Beisitzer: Benhard Bösing, enco gmbH

Datum des Kolloquiums: 08. August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Mess- und Regelungstechnik

In Kooperation mit: Enco Energie Consulting GmbH



Schwerpunkt der Diplomarbeit:

- Kühllastermittlung des Hochhausensembles München; Berechnung der Kühllast von zwei Bürogebäuden mit jeweils 32 Vollgeschossen sowie 2 Nebengebäuden mit 6 Vollgeschossen
- Einteilung und Berechnung der Kühllasten von diversen Büroanordnungen
- Planung der Fassaden und des Sonnenschutzes nach energetischen Gesichtspunkten
- Detaillösungen zur Ausarbeitung der Raumluft- und Klimatechnikkomponenten
- Planung von Unterflurkonvektoren mit diversen Luftströmungsnachweisen



Ansicht des Hochhausensembles München

Fernüberwachung von Heizungsanlagen - Möglichkeiten der Umsetzung

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Anders

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Reinhard Leugers
Datum des Kolloquiums:	12. August 2003
Studienrichtung: Laborbereich:	Technische Gebäudeausrüstung Mess- und Regelungstechnik
In Kooperation mit:	Firma Kieback & Peter Firma Edmund Anders SHK



Um die Betriebssicherheit einer Heizungsanlage zu verbessern bzw. sicherzustellen gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Doch nur eine sinnvolle Kombination aus mehreren Möglichkeiten ergibt ein Optimum für den Betreiber.

Moderne Heizungsanlagen haben die Möglichkeit einen Heizkessel zu überwachen. Es ist möglich und sinnvoll auch die gesamte Peripherie mit einzubeziehen.

Nun man kann täglich mehrmals in den Heizraum gehen, um festzustellen ob die Anlage fehlerfrei läuft.

Hier möchte ich die Technik der Fernüberwachung einbringen, die mit Hilfe eines Modems, selbstständig ihre Betriebsmeldungen/Fehlermeldungen abschickt.

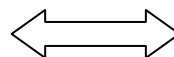
Das Abschicken der Meldungen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Üblicherweise wird eine SMS-Nachricht auf ein Handy versandt. Dies ist eine Textmeldung, die mit jedem Handy empfangen werden kann. Vorteil ist hierbei, sollte das Handy einmal ausgeschaltet sein, wird die Nachricht beim Netzbetreiber zwischengespeichert. Bei einem Neu einschalten wird sie dann versandt. Auch ist eine Meldung auf ein Faxgerät oder einer Sprachmitteilung problemlos zu realisieren.

Um nun einen Kunden davon zu überzeugen, dass es sinnvoll ist, eine Regelung einzubauen, die über ein Modem bedient wird, ist die Aufklärung über die zusätzlichen Investitionskosten, laufende Kosten, Vor- und Nachteile unbedingt erforderlich.

Mit dieser Ausarbeitung will ich eine Zusammenstellung der technischen Möglichkeiten einer Fernüberwachung / Fernwartung geben.

Um nicht nur die Technik zu erklären, wie sie in vielen Produkt-Unterlagen schon erklärt wird, ist eine wirtschaftliche Betrachtung der vielen Möglichkeiten bedeutsam.

Zum Schluss sehe ich es als sinnvoll an, einige Beispiele für Musterwartungsverträge anzubieten, die dann den speziellen Bedürfnissen angepasst werden können.



Schema Fernüberwachung



12

Entwicklung einer Datenbank für das Benchmarking von Abwasserableitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen**Dipl.-Ing. (FH) Andreas Rak**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Jörg Gisselmann
Datum des Kolloquiums:	13. August 2003
Diplomstudiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



1998 sind durch die 6. Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen worden, um eine Übernahme der Abwasserentsorgung durch Private zu ermöglichen. Die Ergänzung in Absatz 2a des § 18 WHG erlaubt es den Bundesländern, in den jeweiligen Landeswassergesetzen (LWG) die Übertragung der Abwasserbeseitigung auf private Dritte zuzulassen. Public-Privat-Partnership, eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Kommunen bzw. kommunalen Einrichtungen und privaten Dienstleistern, bietet nunmehr die Möglichkeit, angesichts leerer öffentlicher Kassen, Kommunen und Bürger finanziell zu entlasten und Organisation sowie Struktur der Abwasserentsorgung beispielsweise durch ein Benchmarking zu optimieren.

Die Diplomarbeit dokumentiert die Entwicklung einer Datenbank für das Benchmarking von Abwasserableitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen. In der Einleitung wird die derzeitige Ausgangssituation bei der GELSENWASSER AG geschildert und die Notwendigkeit der Erstellung der Datenbank erläutert.

Die GELSENWASSER AG ist Deutschlands größter privater Wasserversorger und als internationales Dienstleistungsunternehmen in der Wasser- und Energiewirtschaft mit einer Vielzahl von Niederlassungen und Beteiligungen in weiten Teilen Deutschlands und umliegenden Nachbarländern präsent.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die Entwicklung eines, an die aktuellen Anforderungen angepassten, Kennzahlensystems beschrieben, ein Überblick zum derzeitigen Kenntnisstand des Benchmarking gegeben und die Vorgehensweise in einem Benchmarking Projekt erläutert. Die historische Betrachtung der Datenbankentwicklung steht dem abschließenden Teil dieses Kapitels voran, in dem die Datenintegrität als obligatorische Voraussetzung für aussagekräftige Ergebnisse dargelegt wird.

Der Hauptteil der Arbeit wird bestimmt durch die Entwicklung der Datenbank. Ein vollständiger konzeptioneller Entwurf ist Grundvoraussetzung für das sichere Anlegen einer Datenbank. Hier werden, nachdem die allgemeinen Grundlagen einer Datenbankentwicklung aufgezeigt wurden, die notwendigen Leistungsmerkmale definiert und das aufgestellte Kennzahlensystem detailliert vorgestellt.

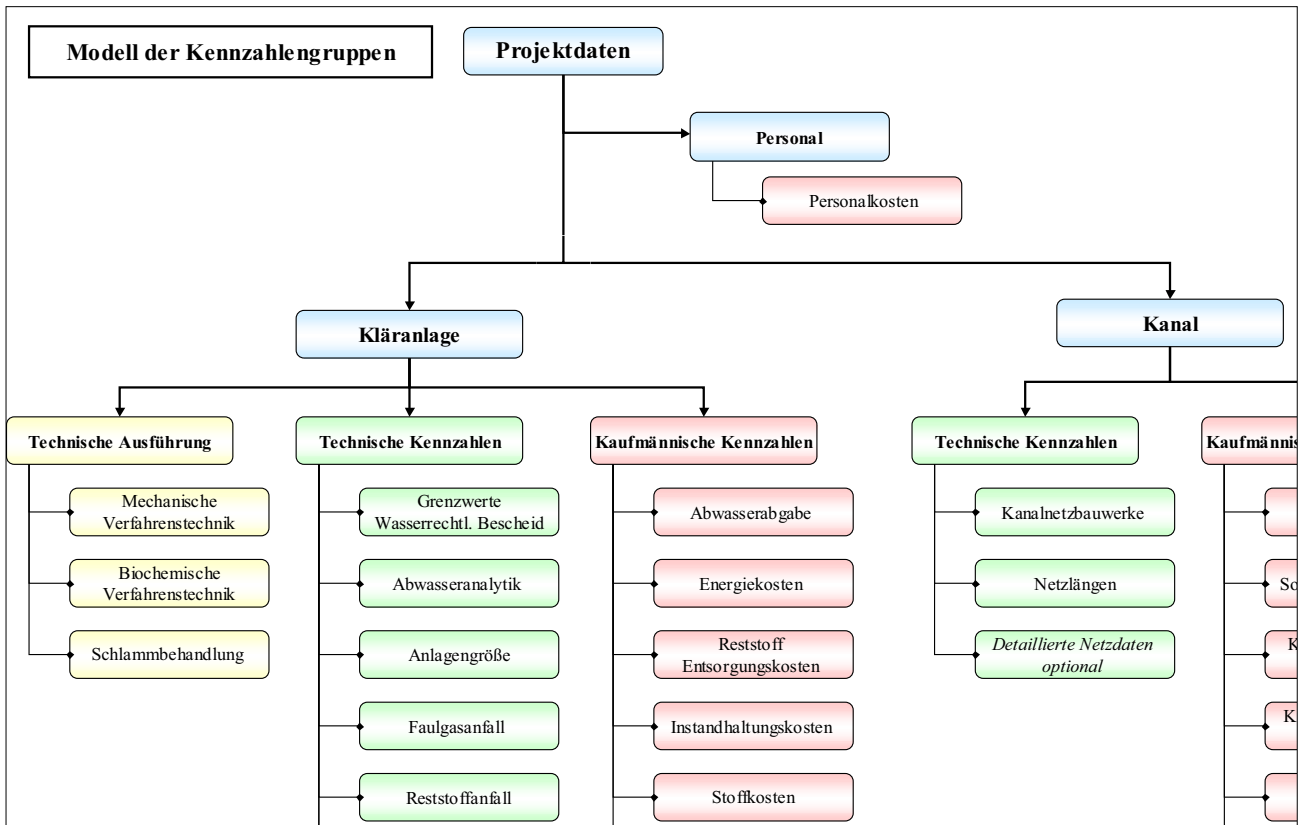
Es ist ein System von Kennzahlengruppen entstanden, das inhaltlich den Bereich der Betriebskosten einer Kläranlage und eines Kanalnetzes abdeckt (siehe Abb.1). Um die einwandfreie Funktion des Systems innerhalb der Datenbank zu gewährleisten, wurde ein Modell der Verknüpfungen zwischen den Kennzahlengruppen aufgebaut und in der Implementationsphase umgesetzt.

Im vierten Teil werden das Anlegen der Tabellen, Erstellen der Abfragen und der Aufbau der Formulare dokumentiert. Hinzu kommt eine Darstellung der Berichtsausführungen und die Erläuterung der Exportfunktion. Die Datenbankelemente werden in Eigenschaft, Funktion und Verwendungszweck reflektiert. Als einen der wichtigsten Punkte behandelt dieses Kapitel die Plausibilitätsprüfung der Datenbankinhalte.

Für den Test der Funktionalität der Datenbank wurden exemplarisch einige Angebotskalkulationen als Datenquellen genutzt. Ergänzend startete die Datenerhebung in den bestehenden Projekten. Die gemachten Erfahrungen im Umgang mit der Datenbank sowie die positiven wie negativen Aspekte im Prozess der Datenerhebung werden in den Teilen fünf und sechs dieser Arbeit kritisch betrachtet und diskutiert. Für den Einsatz der Datenbank, insbesondere die Grenzen der Anwendung, in der Praxis wurden Hinweise gegeben.

Ausblick und Zusammenfassung schließen die Arbeit ab. Im Anhang sind detaillierte Einzelheiten der Datenbank angefügt, die für das Verständnis ergänzend hilfreich sind.

Abb. 1: Ausschnitt des Modells der Kennzahlengruppen





13

Energieoptimierung im Marienhospital Herne unter Zuhilfenahme der Gebäudeleittechnik

Dipl.-Ing. (FH) Christian Blum
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Seeger

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Weidner
Datum des Kolloquiums:	14. August 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Mess- und Regelungstechnik
In Kooperation mit:	ABB Gebäudetechnik AG, Marienhospital Herne



Am 14. April 2003 begannen wir mit unserer Diplomarbeit in Herne. Die ABB Gebäudetechnik AG gab uns die Möglichkeit, das Marienhospital energetisch zu optimieren, wobei Einsparpotentiale schwerpunktmäßig im Bereich der elektrischen und heizungstechnischen Energieversorgung untersucht wurden.

Das Marienhospital ist ein modernes Schwerpunktkrankenhaus, bestehend aus insgesamt 5 verschiedenen Häusern. Es beinhaltet über 650 Betten und ist in die Versorgungsstufe III (Maximalversorgung) eingestuft.

Wir begannen die Arbeit, indem wir den thermischen und den elektrischen Energiebedarf des Krankenhauses ermittelten.

Mit Hilfe dieser Messergebnisse waren wir in der Lage die Gesamtenergiesituation des Krankenhauses darzustellen.

Im Folgenden nutzten wir diese Informationen wirtschaftliche Verbesserungen im Bereich der Heiz- und Warmwasserversorgung zu berechnen. Zusätzlich ermittelten wir Einsparpotentiale beim Bewegungsbecken und ganz besonders bei der Beleuchtung im Krankenhaus.



Nachdem der erste Teil unserer Diplomarbeit fertig gestellt war, konnten wir zum Teil beachtliche Energieeinsparungen präsentieren, die mit verhältnismäßig geringem Aufwand realisiert werden konnten.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeit bestand in der Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsberechnung eines MHKW, welches zusätzlich die Notstromversorgung übernehmen sollte.

Der Vergleich diverser Modelle verschiedener Hersteller führte letztendlich zu einem positiven Ergebnis, welches von der Technikabteilung weiter zur Verwaltung geleitet wurde, um es eventuell in die Praxis umzusetzen.

Während der gesamten Diplomarbeit genossen wir eine hervorragende Zusammenarbeit mit der Technikabteilung des Marienhospitals Herne und der Fachhochschule Münster Abt. Steinfurt.

14

**Entwicklung von Algorithmen zur Berechnung
von Zirkulationssystemen mit Inlinern in den TWW-Steigleitungen****Dipl.-Ing. (FH) Jakob Wiebe**
Dipl.-Ing. (FH) Dorian Meißner

Prüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt
Datum des Kolloquiums:	19. August 2003
Studienrichtung: Laborbereich:	Technische Gebäudeausrüstung 4.7 - Computergestütztes Planen
In Kooperation mit:	Viega, Attendorn Gebrüder Kemper, Olpe



Energieeinsparung ist das umweltpolitische Ziel auf dem Wege zur CO₂-Minderung und Ressourcenschonung. Vor diesem Hintergrund sind die Anforderungen an den Wärmeschutz und die Effizienz von heizungs- und sanitärtechnischen Anlagen in den letzten Jahren kontinuierlich verschärft worden; nicht zuletzt durch die im Jahre 2002 in Kraft getretene Energieeinsparverordnung EnEV. Die Energieeinsparverordnung formuliert als Zielvorgabe eine Energieeinsparung über die Begrenzung des Primärenergieeinsatzes.

In den 80er Jahren entstanden in der ehemaligen DDR erste Überlegungen zu Zirkulationssystemen, bei denen die Zirkulationsleitungen mittels eines Glasrohres innerhalb der Warmwasserleitung geführt werden sollten. Mit unserer Diplomarbeit wurden diese Überlegungen weitergeführt, in dem die Einflüsse auf die Funktion der Inliner-Zirkulation auch experimentell und messtechnisch hinterfragt wurden. Zielsetzung der Diplomarbeit war die „Entwicklung von Algorithmen zur Berechnung von Zirkulationssystemen mit Inlinern in den TWW-Steigleitungen“.



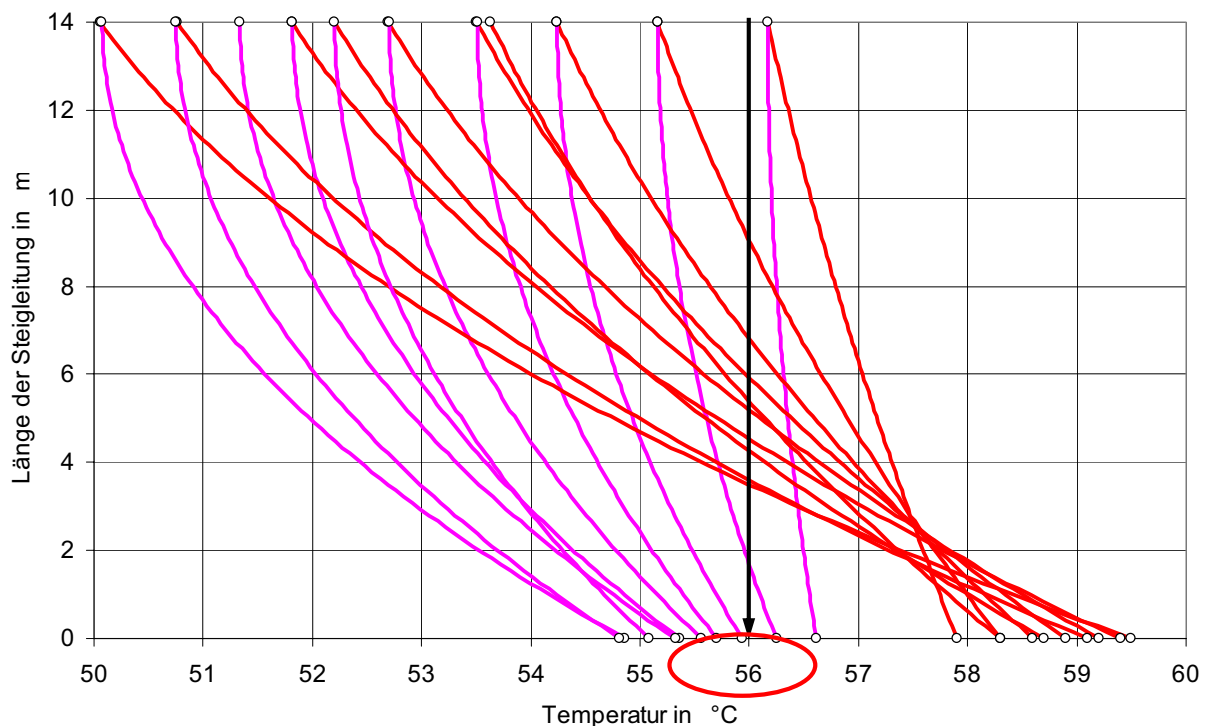
Die konventionellen Zirkulationssysteme werden nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 553 ausgelegt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Temperatur im Zirkulationskreis in Fließrichtung kontinuierlich abfällt und sich die niedrigste Temperatur am Wiedereintritt des Zirkulationssystems in den Speicher einstellt.

Anders verhält es sich bei Zirkulationssystemen mit Inlinern in den Steigleitungen. Hier fällt die Temperatur nicht mehr kontinuierlich ab. Die niedrigste Temperatur stellt sich hier vielmehr im Bereich der Umlenkung vom Ringspalt in den Zirkulations-Inliner ein. Dieser Temperaturverlauf wird dadurch verursacht, dass die Strömung im Ringspalt sowohl die Wärme über die Oberfläche der gedämmten Rohrleitung an die Umgebungsluft im Schacht verliert, als auch im Gegenstromprinzip an den Zirkulationsvolumenstrom im Inliner.

In einem Berechnungsverfahren für Inliner-Zirkulationen genügt es damit nicht mehr nur die Aussage über die Ein- und Austrittstemperatur des Steigleitungssystems zu treffen, sondern es ist erforderlich, den gesamten Temperaturverlauf in der Steigleitung rechnerisch zu kontrollieren.



Das von uns weiterentwickelte Berechnungsverfahren bestimmt den Temperaturverlauf in der Steigleitung und ist somit für die Planung von Trinkwasserinstallationen, die diese Technik anwenden, geeignet.



Unsere Diplomarbeit hat gezeigt, dass es mit Hilfe eines Berechnungsverfahrens auf iterativer Basis möglich ist, Inliner-Zirkulationen im Einklang mit dem Arbeitsblatt W 553 zu bemessen.

Es konnte gezeigt werden, dass bei vollständiger Innenverlegung der Zirkulationsleitungen die Bereitschaftsverluste von Zirkulationssystemen bis zu 50 %, oder bei Verlegung nur in den Steigsträngen bis zu 30 % reduziert werden können.

Im zweiten Teil unserer Diplomarbeit wurden Dauerversuche mit Zirkulations-Regulierventilen im Stockwerk gefahren. Aufgrund erhöhter hygienischer Anforderungen an das Trinkwasser besteht die Notwendigkeit, direkt nach dem Öffnen der Armatur, heißes Wasser entnehmen zu können. Für den hydraulischen Abgleich in der Stockwerkebene wurden durch die Firma Kemper neuartige Zirkulations-Regulierventile entwickelt. Das Stockwerks-Regulierventil soll die zur Temperaturhaltung im Stockwerksbereich erforderlichen Kleinstvolumenströme einregulieren können.

Die Dauerversuche über drei Monate haben gezeigt, dass mit den neuen Ventilkonstruktionen ein störungsfreier Betrieb selbst bei kleinsten k_V -Werten möglich ist. Die Ventile hielten verschiedenen Anforderungen im Laufe des Dauerversuches stand. In der nahen Zukunft sollten diese Stockwerksventile eine große Rolle in der Stockwerkebene bezüglich der immer größer werdenden hygienischen Ansprüche spielen.

Unsere Diplomarbeit hat aber auch gezeigt, dass noch nicht alle Potentiale zur Energieeinsparung und zur Verbesserung der Trinkwasserhygiene ausgeschöpft sind.

15

Erstellung einer modular erweiterbaren Energiedatenbank, basierend auf Lotus Approach, am Beispiel der Medienversorgung Acetylen mit vorausgehender Bestandsaufnahme einer Acetylenversorgungsanlage**Dipl.-Ing. (FH) Ralph Biermann**
Dipl.-Ing. (FH) Ansgar Wilken

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: 4.7 - Sanitärtechnik



Zu Beginn der benannten Diplomarbeit wurde durch uns in einem Werk eines bedeutenden Herstellers der Heiztechnikbranche eine Bestandsaufnahme des gesamten Acetylenleitungsnetzes durchgeführt. Die auf diese Weise erlangten Bestände wurden digitalisiert, das heißt, es wurde ein Gesamtplan und mehrere Schemata des Netzes und seiner Bestandteile mit Unterstützung durch AutoCAD erstellt.

Diese Bestandsaufnahme kann als eine Voraussetzung zur Erstellung einer Energiedatenbank angesehen werden, denn die Ergebnisse und Daten fließen in die Datenbank ein.

Um überhaupt zu verstehen, was Acetylen ist und wie es unter bestimmten Bedingungen reagiert, wird im Anschluss an die Bestandsaufnahme auf den Stoff Acetylen näher eingegangen. Es werden die chemischen Eigenschaften, die Herstellung und die Verwendung erklärt sowie die anzuwendenden Vorschriften dargestellt und erläutert.

Nachfolgend wird auf das Oberthema „Energiemanagement“ eingegangen. Die Aufgaben, der Aufbau und die Funktionen eines Energiemanagements mit einer Energiedatenbank als Grundlage werden dem Leser vermittelt. Auch wird auf die nötige Motivation der Mitarbeiter eines solchen Werkes eingegangen und die Probleme in der Zusammenarbeit mit ihnen beschrieben.

In der Diplomarbeit werden auch zwei verschiedene Methoden erklärt, wie man möglichst einfach und ohne großen finanziellen und zeitlichen Aufwand eventuelle Leckagengrößen ermittelt.

Die eine Methode ist eine rein theoretische. Mit ihrer Hilfe lassen sich Verluste grob abschätzen.

Die andere Methode beinhaltet eine Druckverlustmessung mit deren Hilfe man unter Hinzunahme anderer Parameter eine relativ genaue Angabe über die Verlustmenge machen kann.



Die eigentliche Erstellung der Energiedatenbank erfolgt zum Schluss, weil dafür verschiedenste Befragungen und Datenermittlungen durchgeführt werden mussten. So wird zum Beispiel auch eine Befragung der einzelnen Abteilungen unter Zuhilfenahme eines Fragebogens in der Diplomarbeit dargestellt.

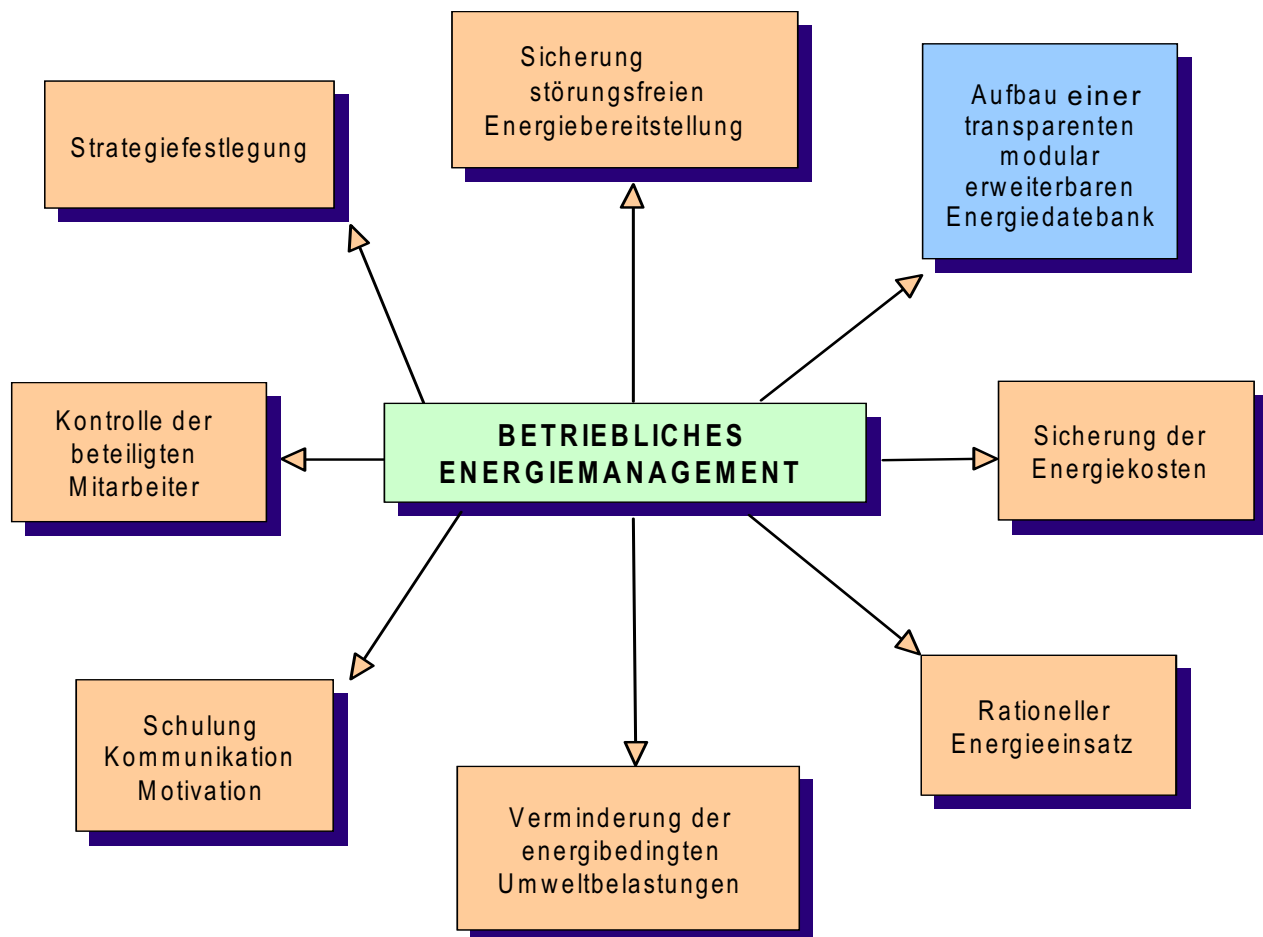


Anschließend wird zuerst der allgemeine Aufbau relationaler Datenbanken erklärt und im folgenden auf die Besonderheiten von Lotus Approach, des verwendeten Datenbanksystems, eingegangen.

Mehrere Screenshots veranschaulichen die Beziehungen und Verbindungen der einzelnen Datenbanken untereinander. Es ist nämlich erforderlich eine Datenbank aus mehreren Datenbanken zusammenzusetzen.

Das Ergebnis, die *Energiedatenbank*, wird natürlich ausführlich mit zahlreichen Screenshots dargestellt und ihre Funktionen veranschaulicht.

In der obligatorischen Zusammenfassung werden Probleme, ihre Lösungen und Verbesserungsvorschläge aufgezeigt sowie ein Fazit der gesamten Diplomarbeit gezogen.



16 Wohngebäudeautomation von der Feldebene bis zur Fernüberwachung mit LonWorks®-Komponenten**Dipl.-Ing. (FH) Jochen Schmidt**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Norbert Heger, HGI
Datum des Kolloquiums:	20. August 2003
Studienrichtung: Laborbereich:	Technische Gebäudeausrüstung Mess- und Regelungstechnik
In Kooperation mit:	Heger Gebäudeautomation Hörstel



Aufgrund eines Besuches im Dezember 2002 des Unternehmen HGI in Hörstel entstand der Kontakt zu Herrn Heger, der damals auf der Suche nach einem Diplomanden war. Das Unternehmen HGI ist ein Systemintegrator von LonWorks®-Komponenten im industriellen, öffentlichen wie auch privaten Bereich mit Sitz in Hörstel.

Ein Bananenkarton

Herr Heger gab mir einen Karton in der Größe einer Bananenkiste, welche gefüllt war mit verschiedenen Schalt- und Regelgeräten der Firma spega (spelsberg gebäudeautomation). Diese Geräte sind für die Elektroinstallation geeignet, um einerseits im privaten Wohnbereich, aber auch andererseits im Zweckbau sämtliche komplexe Funktionen einer Elektroinstallation zu realisieren. Wollte man mit einer konventionellen Elektroinstallation versuchen, all diese Funktionen zu realisieren, wäre der Verdrahtungsaufwand und Einsatz von verschiedensten Elektrogeräten immens.

Der große Vorteil bei diesen Geräten liegt darin, dass man mit einer geringen, aber überschaubaren Anzahl an Produkten und einer einfach zu bedienenden Inbetriebnahmesoftware sämtliche Funktionen von der einfachen Lichtschaltung bis zur Fernmeldung von Alarmen über ein Handy ausführen kann

Weitere Vorteile liegen darin, dass sämtliche Geräte mit einer 4-adrigen Busleitung (z.B.:J-Y(St)Y) verbunden werden, in welcher einerseits die Betriebsspannung anliegt, aber andererseits auch die Informationen zwischen den Geräten ausgetauscht werden sollen.

Diese Geräte werden entweder in einem Verteilungskasten, oder aber in den Schalterdosen untergebracht, um somit die Intelligenz der Steuerung und Regelung zu dezentralisieren.

Ein großer Vorteil dieser Geräte liegt darin, dass herkömmliche Schalterprogramme eingesetzt werden können, spätere Änderungen problemlos möglich sind. Das bedeutet, dass der Kunde nicht auf wenige Schalterprogramme beschränkt ist, wie man es von den Buskoppler beim EIB kennt (EIB: auch ein Bussystemen, welches in Fachkreisen bestens bekannt ist.



Welche Funktionen gibt es?

Im Folgenden möchte ich kurz einige Anwendungsmöglichkeiten dieser Produkte auflisten:

Einzelraumregelung mit gleichzeitiger Ansteuerung von Jalousien zur Kühl- bzw. Heizunterstützung

Abschaltung der Heizkörper bei Fensteröffnung

Einfache Lichtschaltung bis zur Zentralschaltung möglich

Treppenhausschaltung, Tasterschaltung, Licht dimmen, Anwesenheitssimulation (Rollläden und Leuchten werden bei Abwesenheit von Personen angesteuert, um eine Anwesenheit zu simulieren)

Netzfreeschaltung (Stromkreise können spannungsfrei geschaltet werden, damit empfindliche Menschen einen ruhigen Schlaf finden (Elektrosmog))

Jalusiesteuerung, ob als Einzelbedienung, Gruppen- oder als Zentralbedienung ist möglich

Automatischer Sonnen- und Wetterschutz, aber auch Dämmerungs- und Sonnenaufgangsautomatik ist vorhanden.

Alarmer werden per SMS auf ein Handy weitergeleitet.

Aktionen können aber auch vom Handy aus eingeleitet werden, z. B. Licht schalten oder Jalousien fahren lassen.

All diese Funktionen können zusätzlich von einem zentralen Bediengerät aus gesteuert werden, in welchem aber auch sämtliche Zustände, wie geöffnete Fenster, oder eingeschaltete Leuchten angezeigt werden.

Die Aufgabe

Meine Aufgabe bestand nun darin, auf einer Demonstrationswand möglichst viele automatische und manuelle Funktionen dieser Geräte darzustellen. Mittels AutoCad entwarf ich einen 1:1 Ausführungsplan, trug sämtliche Funktionen in den Plan ein, und begann am Schreibtisch, verschiedene Geräte per Software in Betrieb zu nehmen.

Nachdem sich zeigte, dass dies alles kein Problem darstellte, konnte ich die zwei Montageplatten (siehe Bilder) bestellen, um die Geräte dementsprechend zu montieren.

Weiterhin war das Ziel dieser Diplomarbeit, eine Methode zu entwickeln, um möglichst schnell einem Kunden die Kosten darzulegen. Hierfür entwickelte ich ein recht komplexes Excel-Programm, um damit die Kosten für eine Installation in einem Wohnhaus zu ermitteln.

Mit dieser Demonstrationswand, welche problemlos transportabel ist, können auf Messen und Ausstellungen dem Kunden die Produkte mit den Funktionen auf einfache Art und Weise vorgestellt werden.

(laut Herrn Heger soll diese Wand auf der „light & building“ im Mai 2004 auf dem LNO-Stand stehen)

Resümee

Zum Abschluss kann ich sagen, dass ich mit dem Thema dieser Diplomarbeit einen guten Grundstock für meine berufliche Zukunft gelegt habe, da ich heutzutage in einem Unternehmen beschäftigt, welches im Bereich Lon-Works® tätig ist, und ich mich tagtäglich mit dieser Technologie beschäftige. Spaß hat es zudem gemacht, da ich ein eigenes Büro hatte, die Werkstatt nutzen konnte, und ich freie Hand bei der Wahl der Komponenten und Geräte hatte.

17

Entwicklung eines neuartigen Entwässerungskonzepts für das Hallendach des Dortmunder Westfalenstadions**Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schramm**
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Simon

Prüfer: Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 28. August 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: 4.7 – Computergestützte Planung
In Kooperation mit: Hochtief Construction AG



Thema dieser Diplomarbeit ist die Entwicklung eines neuartigen Entwässerungskonzepts für das Hallendach des Dortmunder Westfalenstadions.

Durch den Ausbau des Stadions zur größten Fußballarena Deutschlands und der daraus resultierenden Schließung der Ecken durch Tribünenelemente wurde ein Umdenken bezüglich der Dachentwässerung notwendig. Die Falleitungsführung ist aus Gründen der Sichteinschränkung nicht mehr innerhalb des Stadions möglich. Gelöst wird die Frage mit Hilfe des Saughebeeffects. Durch ein Pumpsystem wird Wasser angesaugt, dachaufwärts gepumpt und durch Rohrleitungen über den hinteren Teil der Tribüne abgeführt. Bei Erreichen eines bestimmten Volumenstroms und einem daraus resultierenden Unterdruck in der Falleitung wird ein parallel geführter Bypass geöffnet und die Pumpe ausgestellt. Durch den entstehenden Saughebeeffect wird das anfallende Regenwasser ohne Fremdenergie abgeführt.

In Zusammenarbeit mit der HOCHTIEF CONSTRUCTION AG, die als Generalunternehmer im Dortmunder Westfalenstadion auftritt, wurden zunächst durch die Errichtung eines Versuchsstandes auf dem Gelände der Fachhochschule Münster in Steinfurt die für die Berechnung des Entwässerungskonzeptes notwendigen messtechnischen Grundlagen ermittelt. Die darauf folgende Berechnung des Druckrohrleitungswässerungssystems dient als Ausführungsgrundlage der gesamten Hallendachentwässerung. Die spezielle Aufgabe vor Ort war zum einen die beratende Tätigkeit gegenüber dem Generalunternehmer, Fachplaner sowie dem Nachunternehmer und zum anderen die messtechnische Bestätigung der theoretischen Betrachtung am real ausgeführten System.



Der Stadionausbau befand sich zur Zeit der Diplomarbeit in Ausbaustufe 3, die Fertigstellung der Tribürendächer ist inzwischen erfolgt. Die Funktionsfähigkeit der Anlage konnte bisher nur bestätigt werden, es wurde während des Betriebes keine Beeinträchtigung festgestellt.

Abschließend kann man sagen, dass das Entwässerungskonzept für das Westfalenstadion als sehr geeignet eingestuft werden kann. Dies wurde auch von Seiten des Betreibers Borussia Dortmund bei einer entsprechenden Stellungnahme bestätigt und in diversen Printmedien- und Fernsehbeiträgen publik gemacht, des weiteren erhielt die FH Münster für diese Arbeit eine größere Spende, die dem Fachbereich zugute kommt.



18 **Raumkühlung mittels PCM im energetischen Vergleich zu konventionellen Verfahren**

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Schwarz

Prüfer Beisitzer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums	11. September 2003
Studienrichtung: Laborbereich:	Technische Gebäudeausrüstung 4.7 - Energietechnik



In den letzten drei Jahrzehnten hat die Frage nach den Energiekosten immer mehr an Bedeutung gewonnen und so wird auch die Forschung und Entwicklung in der Klimatechnik von der Suche nach energiesparenden Verfahren geprägt.

Eine interessante Variante der Raumkühlung stellt das so genannte PCM (Phase-Change-Material) dar.

PCM funktionieren nach dem Prinzip der Latentwärmespeicherung. Es wird dabei die physikalische Eigenschaft genutzt, dass ein Material bei einem Phasenübergang trotz weiterer Energiezufuhr eine konstante Temperatur behält, bis der Phasenübergang vollständig vollzogen wurde. Es gibt mehrere Möglichkeiten, das PCM im Raum zu installieren. So kann man es z.B. in Alutaschen verpacken, diese werden zu Modulen an einem Rahmen befestigt und anschließend wird das Modul im Raum installiert.

Die Diplomarbeit soll die energetischen Vorteile von PCM gegenüber konventionellen Klimaanlage aufzeigen.

Der Vergleich erfolgt schwerpunktmäßig mit einem selbst erstellten Computerprogramm in Visual Basic for Applications, das zunächst die dynamische Kühllast berechnet und anschließend den Energieaufwand von drei verschiedenen Anlagen zur Raumkühlung, u.a. mit Hilfe von PCM, ermittelt.

Schließlich geht es um die Frage, ob sich das neu entwickelte Verfahren, mit PCM zu kühlen, in der Zukunft gegenüber den herkömmlichen Kühlverfahren, die mittels Kältemaschinen eine behagliche Raumtemperatur erzeugen, aufgrund eindeutiger energetischer Vorteile behaupten kann oder nicht.

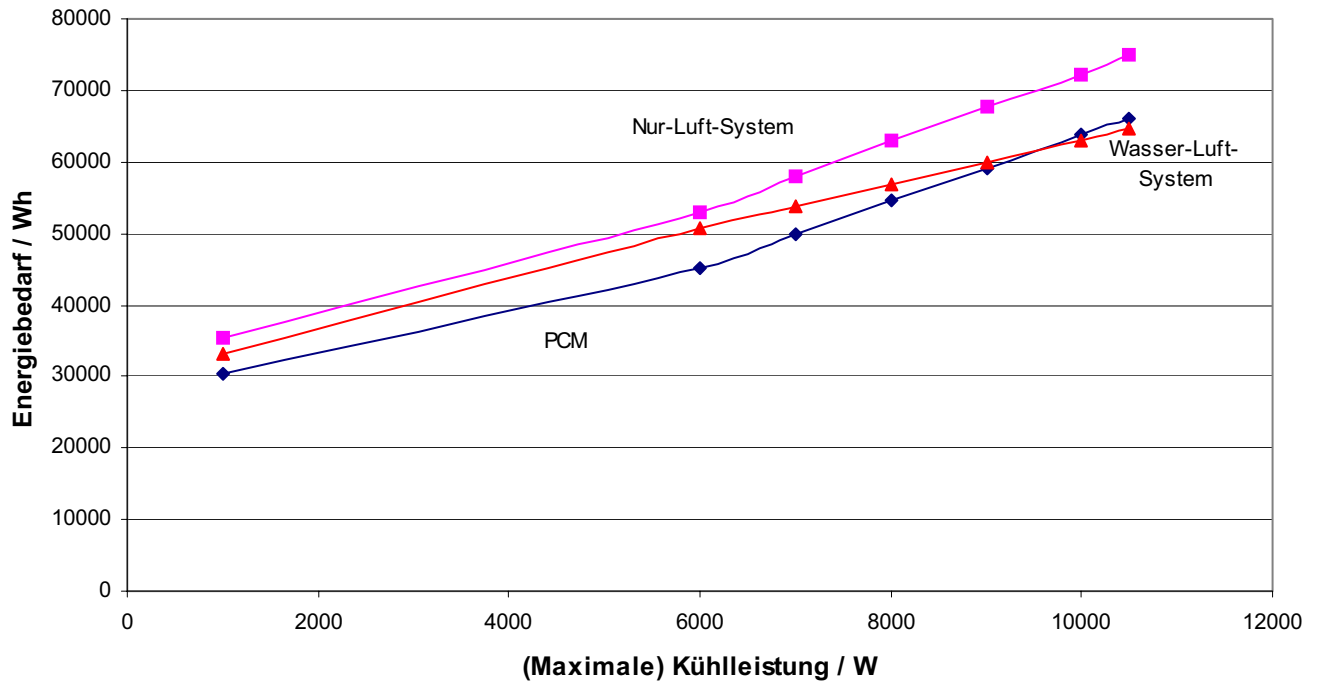
Aus den Ergebnissen, die mit dem Programm erzielt worden sind, kann man feststellen, dass das neue Verfahren zur Raumkühlung eine innovative und zukunftsfähige Alternative zu den herkömmlichen Klimaanlage ist.

Energetisch betrachtet kann das PCM bis zu einer gewissen Kühllast durchaus mit den herkömmlichen Verfahren zur Raumkühlung mithalten. Erst bei größeren Räumen, bzw. größeren Kühllasten ist eine Einschränkung der Nutzung zur Raumkühlung fest zu stellen (s. Diagramm weiter unten).



Insbesondere bei schon bestehenden Gebäuden, die nachträglich eine Raumkühlung bekommen sollen, ist die Installation der PCM vorteilhaft, da sie direkt im Raum angebracht werden und keinen zusätzlichen Platzbedarf für eine Kältemaschine benötigen.

Anlagengrößen und deren Energiebedarf



Die Problematik liegt noch im Bereich der inneren Wärmeübertragungsvorgänge der Alutaschen sowie deren Rückkühlung. Die Wärmeleitung im PCM von außen nach innen muss stark verbessert werden, ansonsten schmilzt nur die obere Schicht des verwendeten Materials, das Innere bleibt jedoch fest. Eine Homogenisierung des PCM würde eine enorme Leistungsverbesserung bedeuten. Zudem wäre eine Verbesserung der Wärmeabfuhr wichtig, da eine sehr geringe Temperaturdifferenz am Rückkühlwerk für Probleme sorgt.

Planerische und messtechnische Untersuchungen an einem Pilotprojekt zur Inliner-Zirkulation**Dipl.-Ing. (FH) Nina Vanessa Stücker**
Dipl.-Ing. (FH) André VahlenkampPrüfer: Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 12. September 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: 4.7 – Computergestützte Planung

In Kooperation mit: Viega, Attendorf



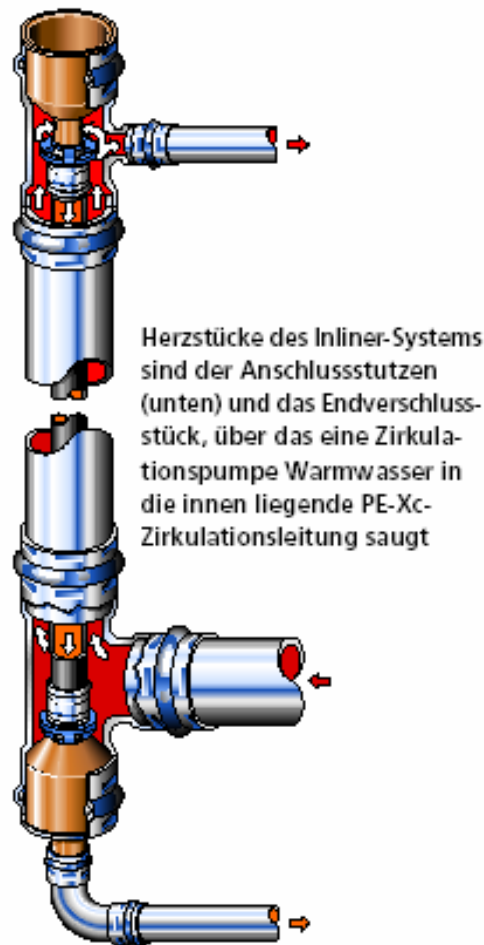
Um an der Entnahmearmatur relativ schnell erwärmtes Trinkwasser mit der gewünschten Temperatur und hygienisch einwandfrei – also ohne nachweisbare Kontamination mit Legionellen – entnehmen zu können, muss in Anlagen mit zentraler Trinkwassererwärmung die Temperatur auf einem gewünschten Niveau gehalten werden. Eine Möglichkeit ist die ständige Zirkulation des erwärmten Trinkwassers, wobei zentral im Warmwasserspeicher nachgeheizt wird, um die Wärmeverluste der Umlaufleitungen zu decken. Bei der Systemauslegung von Zirkulationsanlagen sind hygienische, wirtschaftliche und betriebstechnische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Die innenliegenden Zirkulationsleitungen als neu aufgegriffene Technologie der Firma Viega etablieren sich nun immer mehr im Markt.

Neu aufgegriffen, da Mitte der 80er Jahre in den neuen Bundesländern bereits ein solches System angewendet wurde, bei dem die normalerweise parallel zur Warmwasserleitung verlaufende Zirkulationsleitung innerhalb der Warmwasserleitung verläuft.



Das Inliner-System verspricht eine Menge von Vorteilen:

- 20-30% geringere Wärmeverluste durch Verringerung der Rohroberfläche
- kleinere Zirkulationsleitungen und –pumpen
- geringerer Befestigungsaufwand und Platzbedarf
- geringerer Zeitaufwand bei der Installation und Dämmung der Rohrleitungen
- weniger Dämmung
- entfallende Schall- und Brandschutzmaßnahmen für die Zirkulationsleitungen im Deckenbereich.



Bei dem Pilotprojekt, in dem das Viega Inliner-System installiert wurde, handelt es sich um einen Plattenbau in Potsdam mit 50 Wohneinheiten. Im Verlauf dieser Diplomarbeit wurde u.a. ein Kostenvergleich zwischen dem neuen Inliner-System und dem herkömmlichen Zirkulationssystem aufgeführt. Bei dieser Berechnung wurde festgestellt, dass das Inliner-System sowohl in den Anschaffungskosten (Material und Installation) als auch im Betrieb (Fernwärme) um einiges günstiger ist als das herkömmliche System. Somit lässt sich bei einem Gebäude, wie dem bearbeiteten, in 15 Jahren ein Betrag von 7700 € einsparen.

Die Inliner-Variante ist somit eine kostengünstige Alternative zum herkömmlichen System. Falls man mit einer Erweiterung der Produktpalette rechnen kann, so dass auch eine Montage des Inliner-Systems in den Kellerverteilungsleitungen möglich ist, können die Bereitschaftsverluste und Kosten weiter reduziert werden.

Alles in allem kamen wir zu dem Ergebnis, dass die Wiedereinführung des Rohr-in-Rohrsystems in dieser Form ein Schritt in die richtige Richtung ist, es sicherlich einen neuen Stellenwert in der Installationstechnik einnehmen wird und sich in Zukunft weiter durchsetzt.

**Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems
auf Basis der DIN EN ISO/IEC 17025 für ein DVGW zertifiziertes Labor****Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Dieckmann
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Fels**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 15. September 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: 4.7 - Sanitärtechnik
In Kooperation mit:



Seit einigen Jahren hält eine neue Generation von Kalkschutzgeräten Einzug in den Markt der Sanitärtechnik. Diese zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie nicht wie bisher üblich durch spezielle Zusätze bzw. durch die Verringerung von Härtebildnern im Wasser arbeiten, sondern durch die Bildung von Kristallkeimen des Calciumcarbonats dem Verkalken und der Steinbildung in Wasserleitungen, Wassererwärmern, Armaturen etc. vorbeugen.

Aufgrund dieser Wirkungsweise ist auch der Hauptvorteil dieser Geräte zu erkennen: Sie wirken ohne das Wasser merklich zu verändern. Das heißt also ohne dessen Geschmack, Farbe oder auch Inhaltsstoffe zu beeinflussen. Doch gerade wegen dieser auf den ersten Blick außerordentlich positiven Eigenschaften gerieten diese Geräte zu Anfang in Verruf. Viele Fachleute wollten die neue Funktionsweise dieser Geräte nicht so recht glauben, zweifelten sie an und taten sie mitunter auch als Scharlatanerie ab.



Ein Verfahren zur Beurteilung der Wirksamkeit musste also eingeführt werden. Wie häufig nahm sich der DVGW dieser Aufgabe an und veröffentlichte im September 1996 das Arbeitsblatt W 512 „Verfahren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Wasserbehandlungsanlagen zur Verminderung von Steinbildung“. Dieses Verfahren war einzig und allein darauf ausgelegt, die Wirksamkeit dieser Geräte zu prüfen. Es gab keine weiteren Auflagen und Vorschriften (neben den bereits allgemein üblichen), die die Geräte zu erfüllen hatten.

Sie bestanden die Prüfung wenn ihr sog. Wirksamkeitsfaktor $\geq 0,8$ war, also wenn die Steinbildung um mehr als 80% gegenüber einem Versuch ohne Kalkwandler vermindert wurde. Daraufhin erhielt der Hersteller das begehrte DVGW Prüfsiegel.

Da mittlerweile immer mehr Hersteller mit Geräten dieser Art auf den Markt drängen, ist es für den DVGW nicht möglich, alle Prüfungen alleine durchzuführen. Deshalb müssen externe Labore akkreditiert und so „prüffähig“ gemacht werden. Vorgabe des DVGW ist dabei zuallererst natürlich, dass das Prüfverfahren vom jeweiligen Labor einwandfrei beherrscht wird. Weiterhin wird ein Qualitätsmanagement auf Basis der DIN EN ISO 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ gefordert, dessen Umsetzung die Aufgabe dieser Diplomarbeit sein sollte.



Einzigste Vorgabe war es, ein Qualitätsmanagementsystem für das neu einzurichtende Labor für technische Wasseranalytik zu entwickeln. Basis sollte laut DVGW, dem späteren unabhängigen Akkreditierer, die DIN EN 17025, sein.

Zu Beginn der Diplomarbeit war angedacht, dass sich eine weitere Diplomarbeit parallel zu dieser mit der Installation und dem Einmessen der Versuchsstände beschäftigt.

Leider war trotz Bemühens von allen Seiten niemand zu finden, der diese Aufgabe übernehmen wollte. Die Konsequenz, die sich daraus ergab war, dass der eigentlich sehr praxisnah angelegte Teil der Umsetzung und Einführung des Qualitätsmanagementsystems sich nur theoretisch beschreiben ließ.

Einen großen Teil der Arbeit machte dabei die Erstellung eines Qualitätsmanagementhandbuches aus, welches im Anhang der Diplomarbeit zu finden ist.

Die in Kapitel 3 genannten Arbeitsanweisungen konnten, wenn überhaupt, nur teilweise umgesetzt werden und müssen nach dem Aufbau der Versuchsstände über- bzw. ausgearbeitet werden.

Leider kam im Laufe der Diplomarbeit noch die unter Kapitel 4 angeführte Erweiterung der Prüfverfahren durch das Arbeitsblatt W 510 hinzu. Die jetzt vorgeschriebenen Prüfverfahren erschweren die Prüfung und erweitern ihren Umfang enorm.

War die Prüfung nach W 512 noch an einem einzigen Versuchsstand durchzuführen, so sind nun mindestens sechs Versuchsstände zu errichten, einzumessen und zu betreiben. Von dem erweiterten Raum- und Platzbedarf einmal abgesehen.

Die Diplomarbeit ist infolgedessen weniger eine Beschreibung des eigentlichen Aufbaus eines Qualitätsmanagementsystems, als vielmehr ein Leitfaden für eben diesen. Anhand der vorliegenden Arbeit sollte es problemlos möglich sein, ein QMS auf Basis der DIN EN ISO 17025 einzuführen und zu betreiben.

Alle notwendigen Vorarbeiten sind erledigt, die Vorgaben der Norm sind, so weit möglich, umgesetzt, so dass als nächstes mit dem Aufbau der Prüfstände begonnen werden kann. Der weitere Ablauf ist unter Kapitel 3.6 Schritt für Schritt beschrieben.

Es ist allerdings grundsätzlich zu überlegen, ob mit dieser neuen Ausgangssituation noch eine Umsetzung sinnvoll erscheint. Arbeits- und Kostenaufwand stehen in einem wesentlich schlechteren Verhältnis als noch zu Beginn der Diplomarbeit.

Es ist außerdem fraglich, in wieweit die Hersteller solcher Geräte bereit sind, eine derart aufwendige und kostenintensive Prüfung über sich ergehen zu lassen.

Eventuell ist eine vorherige wirtschaftliche Betrachtung des Projektes sinnvoll, in der ein Überblick über potentielle Kunden, die Einrichtung sowie die laufenden Kosten des Labors, als auch die zu erwartenden Einnahmen erstellt wird. Auch über die Auslagerung einiger Prüfverfahren, also die Vergabe von Prüfungen im Unterauftrag, sollte nachgedacht werden.

21

Wirtschaftlicher, technischer und raumbehaglicher Vergleich von drei Kühlsystemen anhand eines dreigeschossigen Bürogebäudes**Dipl.-Ing. (FH) Christian Schäfer**Prüfer
BeisitzerProf. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto

Datum des Kolloquiums

16. September 03

Studienrichtung:
Laborbereich
In Kooperation mit:Technische Gebäudeausrüstung
Kältetechnik
Goldbeckbau GmbH, Bielefeld

Im Laufe meines Praxissemesters bei der Fa. Goldbeckbau GmbH in Bielefeld entstand das Interesse, die dort eingesetzten Kühlsysteme (Kühlkassettengeräte, Kühldecken und Kühlkonvektoren) im Zuge einer Diplomarbeit miteinander zu vergleichen.

Der Fa. Goldbeckbau GmbH ist eine kundengerechte, wirtschaftliche und praktikable Planung wichtig. Meine Aufgabe war es, mich intensiv mit jedem System zu beschäftigen, sie in ein dreigeschossiges Bürogebäude einzuplanen und sie nach technischen, wirtschaftlichen und raumbehaglichen Aspekten zu vergleichen.

Bei der Planung eines Kühlsystems ist es erforderlich, bei geringen Investitionskosten und Betriebskosten ein behagliches Raumklima sicherzustellen. Ich habe mir für alle drei Systeme Angebote von verschiedenen Herstellern geben lassen und mich jeweils für die günstigste und effektivste Lösung entschieden. Hinzu habe ich die Wartungs- und Stromkosten der drei Systeme gegenübergestellt.

Als Ergebnis habe ich eine Matrix erstellt, in der ich die drei Kühlsysteme nach Wirtschaftlichkeit, Flexibilität, Raumbehaglichkeit und Hygiene unterteilt aufgelistet und bewertet habe.

Auffällig war, dass die Kühldecke im Vergleich zu den anderen Kühlsystemen relativ hohe Investitionskosten verursacht und somit am wenigsten wirtschaftlich ist.

Die Kühlkassette stellte sich mit den geringsten Investitionskosten als wirtschaftlichste Lösung dar. Ebenfalls ist dieses Kühlsystem am flexibelsten einsetzbar, da diese Geräte bei Umstrukturierung der gekühlten Räume oft nicht versetzt werden müssen. Auch der Kühlkonvektor ist durch seinen geringen Platzbedarf vergleichbar flexibel.

In der Kategorie Raumbehaglichkeit erreicht die Kühldecke jedoch die höchsten Werte: keine Zugerscheinung, eine angenehme gefühlte Temperatur und eine gleichmäßige Raumtemperaturverteilung. Der Kühlkonvektor bietet ebenfalls ein gutes Maß an Raumbehaglichkeit. Beide Systeme sind nämlich sog. „Stille Kühler“, ohne erzwungene Konvektion, wie bei der Kühlkassette, die bei voller Leistung oft Zugerscheinungen auslöst.

Unter dem betrachteten Aspekt der Hygiene sind Kühldecke und Kühlkonvektor im Vergleich zu der Kühlkassette ebenfalls wirkungsvollere Systeme, da weniger Luft und damit Staubpartikel, Bakterien,... umgewälzt werden.



In der erstellten Matrix werden nun die Vor- und Nachteile der Kühlsysteme ersichtlich. Bei der Planung muss der Kunde unter den erwähnten Kategorien Prioritäten setzen, nach denen er das entsprechende Kühlsystem auswählt.

Persönlich habe ich nach dieser intensiven Beschäftigung mit den drei Kühlsystemen erfahren, dass jedes Kühlsystem in sich gesehen sehr komplex ist und systemspezifische Eigenschaften hat, die eine losgelöste Entscheidung zugunsten eines Systems erschweren.

	Kühlkassette	Kühldecke	Kühlkonvektor
Wirtschaftlichkeit	++	-	0
Investitionskosten	++	--	-
Wartungskosten	+	+	+
Stromkosten	0	0	0
Flexibilität	++	-	+
Platzbedarf in der Zwischendecke	+	++	+
Benötigte Deckenfläche	++	-	+
Architektonisch gebunden	+	-	+
Aufwand der Deckenkonstruktion	++	--	++
Aufwand Umbau	++	--	+
Lüftung / Abführung feuchter Lasten	+	-	-
Technikzentrale nötig	0	-	-
Raumbehaglichkeit	0	++	+
Zugerscheinungen/Luftgeschwindigkeit	--	++	+
Vertikale Temperaturverteilung	-	++	+
Schallemissionen	0	+	+
Raumtemperaturregelung	+	0	+
Schnelle Luftentfeuchtung	++	++ mit Lüftung	++ mit Lüftung
Gefühlte Temperatur	0	++	+
Hygiene	-	+	+
Erkältungsgefahr	-	0	0
Staubaufwirbelung	-	+	+
Luftbehandlung	-	+	+

Grundsatzuntersuchung zur Einsetzbarkeit von PCM-Verbundmaterialien in raumluftechnischen Anlagen**Dipl.-Ing. (FH) Gianluca Di Lieto**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Detzer (FH Giessen / Imtech)
Datum des Kolloquiums:	24. September 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Kältetechnik
In Kooperation mit:	Imtech Deutschland GmbH & Co.KG, Zentrale Ingenieurtechnik

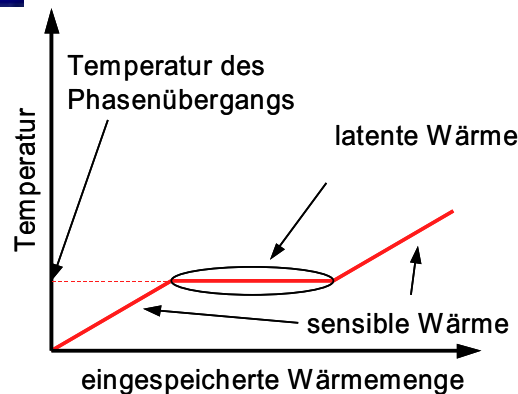


In der Diplomarbeit sollte die Einsetzbarkeit von plattenförmigen PCM-Verbundmaterialien in raumluftechnischen Anlagen geklärt werden.

PCMs (Phase Change Material) haben die Eigenschaft bei einer bestimmten Temperatur Wärme aufzunehmen, ohne die eigene Temperatur zu verändern. Die Aufnahme der Wärme ändert den Aggregatzustand des Materials von fest nach flüssig.

Als PCM-Verbundmaterial diente eine in Paraffin getränkte Graphitmatrix und ein Schaumstoff, in dem ein Salzhydrat-Paraffin-Gemisch eingebunden war. Beide Prüflinge wurden in Plattenform untersucht.

In einer ersten experimentellen Untersuchung wurde die Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit reinen Paraffins durch den Einsatz von Graphit als Verbundmaterial überprüft. Hierzu wurde der Prüfling einem definierten Wärmestrom ausgesetzt und der über die Platte abfallende Temperaturgradient bestimmt.



Die messtechnisch ermittelte Wärmeleitfähigkeit des untersuchten Prüflings zeigte, dass durch den Einsatz einer Graphitmatrix als Verbundmaterial mit Paraffin eine Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit erzielt werden kann.

In der zweiten experimentellen Untersuchung wurde die Wärmespeicherkapazität – mit besonderem Augenmerk auf die latente Speicherung – der beiden Verbundmaterialien untersucht. Die Prüflinge wurden in einem Kanal unterschiedlich temperierten Luftströmen ausgesetzt und die Wärmespeicherkapazitäten bestimmt.

In den Untersuchungen zur Wärmespeicherkapazität der Graphitplatten konnten die theoretisch berechneten Werte bestätigt werden. Dies war bei den Schaumstoffplatten nicht der Fall, was auf die niedrigere Wärmeleitfähigkeit zurückzuführen ist.

Als Ergebnis der Untersuchungen kann der Schluss gezogen werden, dass der Einsatz einer Graphitmatrix dem eines Schaumstoffes vorzuziehen ist.

**Dipl.-Ing. (FH) Nils Meirose**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Ulrich Ahlke
Datum des Kolloquiums:	26. September 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	4.7 - Energietechnik



Kohlendioxid ist ein Gas, das einen starken Anteil am Treibhauseffekt hat. Auf der UN Konferenz für Umwelt und Entwicklung wurde 1992 zum ersten Mal offiziell dokumentiert, dass zum größten Teil die Industriestaaten für den Anstieg der Kohlendioxid (CO₂) Konzentration in der Atmosphäre verantwortlich sind. Da es sich um ein globales Problem handelt, haben sich unter dem Mantel der UN viele Staaten verpflichtet ihren CO₂ –Ausstoß zu reduzieren.

Auch die Bundesrepublik Deutschland hat sich zur Emissionssenkung verpflichtet und will ihr CO₂ –Aufkommen bis zum Jahr 2005 um 25% gegenüber 1990 verringern.

Da politische Prozesse international wie national viel Zeit in Anspruch nehmen, wird den zielführenden Maßnahmen auf kommunaler Ebene eine große Bedeutung beigemessen.

Der Kreis Steinfurt hat sich im Zuge der lokalen Agenda 21 zum Ziel gesetzt das kreisweite CO₂ –Aufkommen zu reduzieren. Um die Maßnahmen zur Reduzierung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewerten zu können und das mögliche Absenkungspotential messen zu können, sollen die im Kreis Steinfurt emittierten CO₂ Emissionen im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit, aufgrund theoretischer Annahmen, erfasst werden.

Die Diplomarbeit soll Grundlage für weitere Maßnahmen im Landkreis Steinfurt zur Reduzierung des CO₂ –Aufkommens sein. Dazu werden der Ist-Stand des Treibhausgases ermittelt sowie Potentiale zur Reduzierung aufgezeigt. Problembereiche werden aufgedeckt und technische wie organisatorische Möglichkeiten zur Erreichung des Zieles dargelegt.

Die Arbeit enthält weiterhin eine Einführung zum Treibhausgas CO₂ und gibt Aufschluss über spezielle Eigenschaften und Charakteristika des Landkreises.

Schwerpunkt der Arbeit ist die Ermittlung und Bilanzierung des im Kreis Steinfurt erzeugten CO₂. Im Zentrum der Betrachtung stehen die privaten Haushalte und der Verkehr. Abschließend werden mögliche Instrumente zur Minderung des Treibhausgases aufgezeigt und in einem Fazit dokumentiert

Die unten stehenden Tabellen zeigen die Gesamtproduktion von CO₂ im Kreis Steinfurt. Insgesamt wurden 3.391.160 Tonnen des Gases im Jahr 2002 in die Atmosphäre abgegeben. Erfasst sind die privaten Haushalte, Kleingewerbe sowie der Verkehr. Emissionen der Industrie wurden sowohl bei Strom wie auch bei den Heizsystemen nicht berücksichtigt.



CO₂ Produktion im Kreis Steinfurt	
Verursacher	Menge an CO₂ in Tonnen
Öl-Heizanlagen	725.638
Gas-Heizanlagen	782.777
Kohle-Heizanlagen	7.112
Strom (ohne Industrie)	1.001.045
Verkehr	874.588
Gesamt	3.391.160

Gesamt CO₂- Produktion im Landkreis Steinfurt (2002)

CO₂ Produktion pro Kopf und Jahr	
Verursacher	Menge an CO₂ in Tonnen/a
Durchschnittliche Erzeugung Kreis Steinfurt	7,7
Durchschnittliche Erzeugung BRD	11

Gesamt CO₂- Produktion Pro Kopf und Jahr (2002)

**Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hütte**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	29. September 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH Hauptniederlassung Berlin



Die ersten Anwendungen und Laborversuche mit Kühldecken reichen bis ins Jahr 1938 zurück. In England wurden bereits zu diesem Zeitpunkt Kühldecken eingebaut und patentiert. In den 60er und 70er Jahren wurden in den USA Hunderttausende m² Kühldecken installiert, jedoch hatte eine mangelhafte Feuchterege lung im Raum diese Technologie zwischenzeitlich in Ver ruf gebracht. Die Kühldeckensysteme wurden zugunsten der Nur – Luft – Systeme vom Markt verdrängt.

Ende der 80er Jahre wurden Untersuchungsergebnisse in Deutschland ver öffentlicht, die die Vorteile der Kühldeckensysteme gegenüber den Nur – Luft – Systemen verdeutlichten.

Da sich im Laufe der Jahre das thermische Umfeld für das Heizen und Küh len komplett verändert hatte (z.B. durch größere Gerätedichten mit Büro kommunikationsmitteln (steigende innere Kühllasten) oder die Tendenz zur Glasarchitektur), wurden die Planer dazu gedrängt, neue Klimasysteme zur Einhaltung der thermischen Behaglichkeit einzusetzen.

Kühldecken in Verbindung mit einer Quelllüftung bieten hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit sehr gute Voraussetzungen. Aber auch zahlrei che andere Vorteile (z.B. geringerer Energieverbrauch, weniger Platzbedarf in der Technikzentrale, Möglichkeit der freien Kühlung, geringere Wartungs- und Instandhaltungskosten) im Vergleich zu den Nur – Luft – Systemen, verhalfen der Kühldecke Anfang der 90er Jahre zum Durchbruch.

1993 erschien der Gründruck der DIN 4715. Mithilfe dieser Norm wurde ein einheitliches Verfahren zur Kühlleistungsbestimmung geschaffen. Im Rah men der Diplomarbeit werden die zahlreichen Faktoren (z.B. konvektiver Wärmeübergang, Deckenbelegung, Raumhöhe, Strahlungseinfluss etc.), die die Kühlleistung einer Kühldecke beeinflussen untersucht.

In den letzten Jahren erfolgten zahlreiche Entwicklungen und Optimierungen der Kühldeckensysteme. Um einen Überblick der Systeme zu erhalten, wer den diese vorgestellt und miteinander verglichen. Es werden jedoch nur die aktiven, individuell regelbaren Kühldeckensysteme betrachtet.

Damit der Bezug zur Praxis gewährleistet wird, erfolgt die Beschreibung der Systeme anhand von Herstellerkatalogen. Auslegungsbeispiele veranschauli chen die Planung einer Kühldecke.



Grundsätzlich wird zwischen Strahlungskühldecken (geschlossene Bauart) und Konvektionskühldecken (offene Bauart) unterschieden. Die Kühlelemente werden entweder in Kupfer oder PP-Kunststoff gefertigt. Im Verlauf der Diplomarbeit werden die Kühlsysteme hinsichtlich der erreichbaren Kühlleistungen, den Material- und Verarbeitungseigenschaften und den Brandschutzeigenschaften untersucht.

Die verschiedenen Deckentypen:

- Putzdecke
- Metalldecke
- Gipskartondecke

werden analysiert und die jeweiligen Eigenschaften ausgearbeitet. Die hydraulische Anbindung, Taupunktüberwachung, Regelungsart und die Ausführung der Regelarmaturen einer Kühldecke können unterschiedlich erfolgen. Die Möglichkeiten werden in der Arbeit aufgezeigt und kritisch betrachtet.

Im Anhang befindet sich die Marktübersicht der aktuellen Kühldeckenhersteller und –Anbieter, sowie der Kühlkonvektoren. Vorteile, aber auch Nachteile werden aufgezeigt, denn es gibt auch bei der Auswahl und Planung von Kühldecken keine „Allround-Lösung“. Anforderungen und Wünsche des Bauherrn und die jeweiligen Einbausituationen vor Ort grenzen die Wahl der Kühldeckensysteme bereits im Vorfeld der Planungen ein.

Die Grundlage der Planung bildet das Ergebnis der Heiz- und Kühllastberechnung. Danach werden die zu installierenden Klimasysteme ausgewählt. Die mit Kühldecken abführbaren Kühllasten spielen hierfür eine wichtige Rolle und werden im Verlauf der Arbeit genau analysiert.

Anhand eines konkreten Bauvorhabens werden verschiedene Kühldeckensysteme (Putzdecke, Metalldecke) eingesetzt. Nicht nur die jeweiligen Kühldeckensysteme werden analysiert, sondern auch einzelne Parameter verändert (z.B. Temperaturspreizung zwischen Kaltwasservorlauf und -rücklauf, hydraulische Anbindung der Kühldeckenelemente).

Es wird eine sogenannte Sensibilitätsanalyse erstellt. Dabei wird geprüft, wie sensibel eine Kühldecke auf bestimmte Parameterveränderungen reagiert. Die anfallenden Investitionskosten und Jahresenergiekosten werden ermittelt und die Möglichkeiten zur Energiekostenreduzierung aufgezeigt.

Die Ergebnisse der Projektanalyse sind allgemeingültig ausgearbeitet und beziehen sich nicht nur auf das untersuchte Bauvorhaben.

Die zukünftige Entwicklung der Raumklimatisierung wird in der Verwendung nur eines Systems zur Raumheizung und –kühlung gesehen. Die großen in die Raumumfassungen integrierten Wärmeübertragungsflächen bieten hierfür optimale Ansätze.

Die Kombination aus temperierten Decken, Fußböden und Brüstungsflächen bringt wärmephysiologische Vorteile. Insbesondere die Verwendung des sehr flexiblen Kapillarrohrsystems wird hier als sehr zukunftsreichlich angesehen.

Das größere Entwicklungspotential bietet die Kunststoff – Kapillarrohrmatte. Die thermodynamischen, hydraulischen und wirtschaftlichen Vorteile der Kunststoffrohrmatten sind bei der Planung und Auslegung einer Kühldecke unbedingt zu beachten.



25

Homogene Durchströmung flächendurchströmter Absorber für thermische Sonnenkollektoren

Dipl.-Ing. (FH) Christof Weber

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Datum des Kolloquiums:	29. September 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	4.7 - Sanitärtechnik
In Kooperation mit:	Solar Diamant, Wettringen



Ein Absorber in einem thermischen Sonnenkollektor wandelt die von der Sonne abgegebene direkte und diffuse Strahlung in Wärme um, und gibt sie an ein Wärmeträgermedium ab. Durch einen Kreislauf gelangt diese Wärme über Wärmetauscher in den Warmwasserspeicher und steht nun als nutzbares Warmwasser zur Verfügung. Fehlende Wärme liefert wie bisher ein Heizkessel.

Ziel der Arbeit ist, ein Berechnungsverfahren zu entwickeln, mit dem man Massenströme homogen (gleichmäßig) auf viele parallel geschaltete Kanäle verteilen kann. Zur Visualisierung der Ergebnisse wird ein transparenter Prototyp gebaut.

Damit diese Verteilung funktioniert muß der Druckverlust eines jeden Fließweges gleich groß sein. Er hängt von der Temperatur, den Stoffdaten Dichte und Viskosität des strömenden Mediums, dessen Volumenstrom, und den Abmessungen der Kanäle wie Länge, Breite und Höhe ab.

Legt man die Temperaturen des Mediums fest – und damit auch die Stoffdaten –, bestimmt die Volumenströme, definiert Kanallängen und Kanalhöhen, kann der Druckverlust allein durch Dimensionierung der Kanalbreiten berechnet werden. Daher bieten sich rechteckige Kanäle an, bei denen die Breiten beliebig variiert werden können.

Eine homogene Verteilung des Massenstroms kann durch einen großen Verteilerkanal mit kleinem Druckverlust und vielen Kanälen mit sehr hohem Druckverlust realisiert werden. Dazu kann man mit Blenden oder Düsen arbeiten, die jedem Kanal einen hohen Druckverlust aufprägen. Dadurch werden Fehler bei der Dimensionierung von Verteiler- und Sammlerkanal ausgeglichen bzw. minimiert. Auf dieses einfache Verfahren wird allerdings verzichtet, um zum einen den Gesamtdruckverlust gering zu halten, und zu anderen um „Verstopfungen“ durch Partikel oder Luftblasen an den Düsen zu vermeiden. Die Herstellung eines Prototypen mit Düsen ist zudem auch aufwendiger.

Eine weitere Möglichkeit der Realisierung einer homogenen Flächendurchströmung ist die Erhöhung des Volumenstroms. Mit zunehmendem Volumenstrom erhöhen sich auch die Druckverluste und gleichen sich dadurch untereinander an. Größer dimensionierte Rohrleitungen zum Kollektorfeld, größere Rohrdämmung und ein größeres Volumen an Wärmeträgermedium wären hier nur einige negative Folgen.



Daher ist eine iterative Berechnung notwendig, da sich die Formel nicht nach der Kanalbreite umstellen läßt. Hierbei muß berücksichtigt werden, ob die berechneten Kanalbreiten herstellbar sind und Sinn machen. Auch ein Blick auf die dadurch entstehenden Fließgeschwindigkeiten ist notwendig.

Anhand der Berechnungsergebnisse wird ein transparenter Absorber-Prototyp gebaut. Ein Durchströmen des Absorbers mit Wasser und plötzlicher Tintenzugabe zeigt eine fast vollflächige und annähernd homogene Durchströmung. Problemlos funktioniert das vollständige Entleeren des Absorbers.

Dennoch zeigen sich auch Probleme:

Das Entweichen von Luft aus dem zu befüllenden Absorber ergibt in engen Kanalbereichen Probleme. Hier setzen sich Luftblasen ab, die die Durchströmung verhindern. Erst eine vollständige Entlüftung gewährleistet eine sichere homogene Durchströmung nach kurzer Betriebszeit.

In breiten Kanalbereichen hingegen treten Probleme mit Strudelbildung auf. Turbulenzen und Totzonen zeigen sich in scharfkantigen „Kurven“.

Da das Wärmeträgermedium in einem Absorber die Aufgabe hat, die Wärme abzuführen, wird es in nichtdurchströmten Bereichen zu heiß und verdampft. Die Folge ist eine Druckerhöhung, die zur Zerstörung des Absorbers führt. Zusätzlich kann auch das Wärmeträgermedium Schaden durch wiederkehrende Verdampfung nehmen.

Durch die Abhängigkeit der einzelnen Fließwege untereinander gerät das ganze System bei Störungen der Durchströmung schnell durcheinander. Folglich werden einige Kanalbereiche zu stark, andere zu schwach durchströmt.

Aufgrund der Flächendurchströmung ist das im Absorber enthaltene Volumen an Wärmeträgermedium relativ hoch, was zu einer Kostenerhöhung führt. Zusätzlich erhöht sich auch die Trägheit des Kollektors.

Ein Vorteil eines flächendurchströmten Absorbers ist der höhere Absorberwirkungsgradfaktor. Das bedeutet, daß die Wärme des Absorbers besser auf das Wärmeträgermedium abgegeben werden kann. Der Weg des Wärmestroms ist hier direkter als bei herkömmlichen Rohrregister-Absorbern (Harfen- und Meanderabsorber): Die Strahlung trifft auf die Beschichtung, wird dadurch in Wärme umgewandelt, die über das Absorberblech, das nun gleichzeitig den wärmeträgerführenden Kanal darstellt, direkt in das Wärmeträgermedium abgegeben wird.

Zusätzlicher Vorteil wird der durch Parallelschaltung von Kanälen geringere Gesamtdruckverlust des Absorbers sein, der sich auch durch Messungen bestätigte. Dadurch benötigt man weniger Fremdenergie (Strom für Pumpen).

Trotz einiger Vereinfachungen bei den Berechnungen und trotz Fertigungstoleranzen ist das Strömungsbild des berechneten und gebauten homogen flächendurchströmten Absorber-Prototyps überraschend positiv ausgefallen, was sich nach der Analyse von Video-Zeitrafferaufnahmen herausstellte.

Allerdings ist die Betriebssicherheit (noch) nicht gewährleistet.

Eine vereinfachte Kanalanordnung mit weniger, aber dafür breiteren Kanälen könnte hier Abhilfe schaffen.



26

Web-basierende Raumautomation mit LonWorks® und TAC Xenta® 511 als Web-Server

Dipl.-Ing. (FH) Christian Hielscher

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers

Datum des Kolloquiums: 02. Oktober 2003

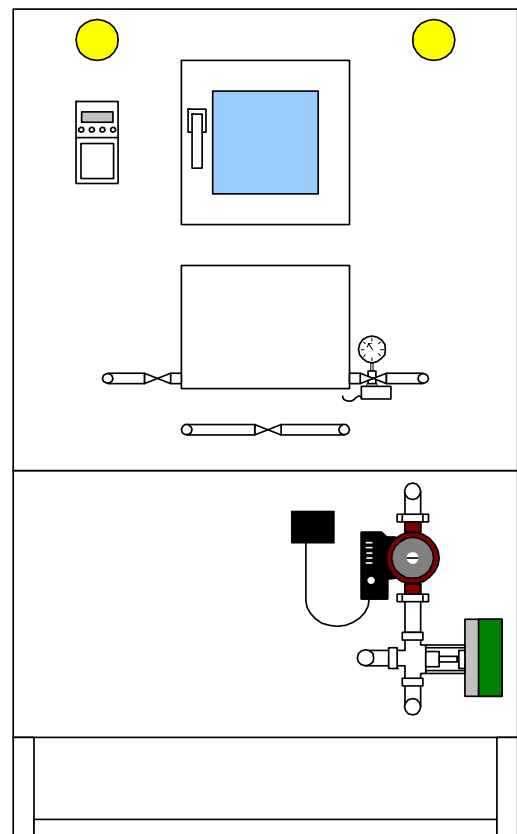
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Mess- und Regelungstechnik



1. Die LonWorks®-Multivendorwand

Ziel dieser Diplomarbeit war es, eine im Labor für Mess- und Regelungstechnik vorhandene Multivendor-Wand für LonWorks®-Technologie über einen kleinen Web-Server der Firma TAC® in das Internet einzubinden und deren Funktionen zu visualisieren. Zusätzlich sollte noch ein kurzer Vergleich mit einem Web-Server der Firma Echelon® gezogen werden. Die Multivendor-Demowand wurde im Rahmen einer vorangegangenen Diplomarbeit als Anschauungsobjekt für die Gewerke- und Firmenübergreifende interoperabilität der LonWorks®-Technologie erstellt.

Der obere Bereich stellt einen „Bürraum“ dar. In diesem Raum befinden sich ein Raumbediengerät, zwei dimmbare Leuchten, ein Fenster mit Fensterkontakt sowie ein Heizkörper mit LonWorks®-fähigem Stellventil. Der Heizkörper ist nach dem Einrohrprinzip angeschlossen. Mit dem Raumbediengerät kann man dem Heizkörper-Stellventil eine Sollwerttemperatur vorgeben. Zusätzlich können die beiden Leuchten über einen Taster unterhalb des Raumbediengerätes Ein- und Ausgeschaltet sowie gedimmt werden. Dabei wird sowohl der Schalt- als auch der Dimmbefehl über das Raumbediengerät geleitet. Der Fensterkontakt sorgt bei Öffnung des Fensters dafür, dass der Stellantrieb zu fährt, um eine unnötige Energieabgabe zu vermeiden.



Der untere Bereich zeigt einen Ausschnitt einer „Heizzentrale“. Die Heizkreispumpe mit LonWorks®-Kommunikationsmodul und der LonWorks®-fähige Dreiwege-Stellantrieb stellen den Heizkreis „Büro“ dar.

Der „Heizkessel“ wird durch eine elektrische Heizpatrone, die sich im hinteren Bereich der Demowand befindet, simuliert. Hier befinden sich noch weitere, für die Steuerung der Anlage, notwendige Komponenten.

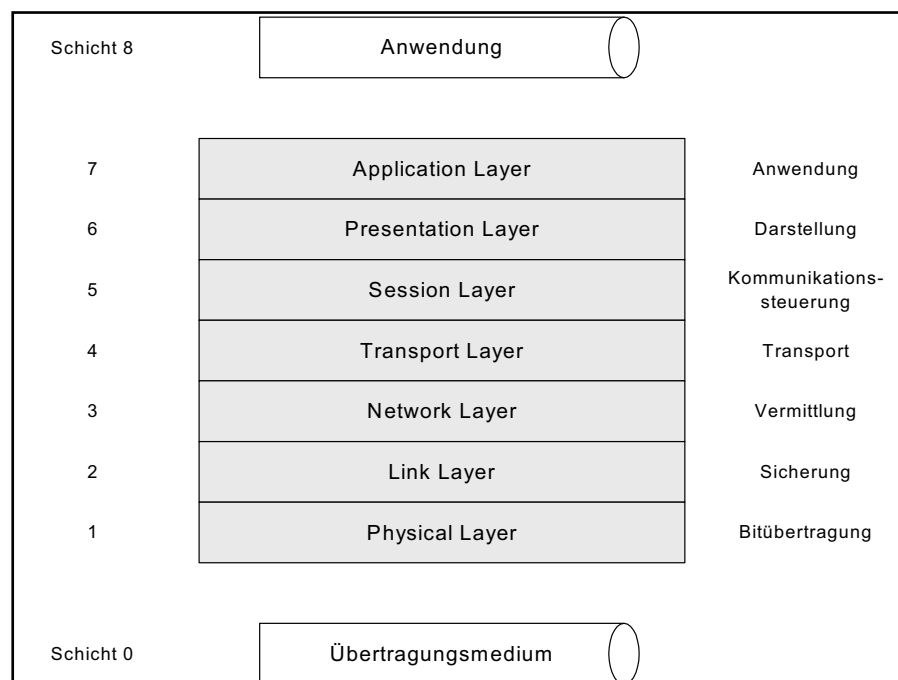
2. Die LonWorks®-Technologie

Damit in Gebäuden nicht mehr alle Gewerke getrennt werden müssen, wurde die LonWorks®-Technologie entwickelt. Sie ermöglicht es, alle Gewerke über einen Bus zu betreiben und die Systeme untereinander kompatibel zu machen. So kann z. B. über einen Präsenzmelder die Raumsollwerttemperatur vorgegeben oder die Beleuchtungsstärke über Anwesenheitskontrolle und Außenlichtverhältnisse geregelt werden.

LonWorks® ist ein offenes, herstellerunabhängiges und genormtes System. Grundgedanke ist hierbei, jedem Sensor und Aktor eine eigene dezentrale Intelligenz zu verschaffen. Hierzu werden von Motorola und Toshiba produzierte Chips, die so genannten Neurons, direkt in die zu steuernden Sensoren und Aktoren eingesetzt. Jeder Sensor und Aktor wird so mit eigener Intelligenz versehen und kann direkt mit seinem „Kollegen“, den Nodes, im LonWorks®-Netz kommunizieren.

Hierbei können alle im Gebäude üblicherweise vorkommenden Übertragungssysteme – wie verdrehte Zweidrahtleitung, Richtfunk, Infrarot, Lichtwellenleiter, COAX-Kabel oder das 230V~ Stromnetz – genutzt werden. Die LonWorks®-Technologie ist zukunftssicher, da das System herstellerübergreifend ist und somit beim Ausbau vorhandener Anlagen oder dem Austausch defekter Geräte nicht zwangsläufig Produkte ein und desselben Herstellers eingesetzt werden müssen.

Die beschriebene Demowand und deren Funktionen werden mit diesem Bus-System betrieben. Die Verbindung oder Programmierung der Aktoren und Sensoren wurde mit einem grafischen Programmier-Tool, dem LonMaker®, realisiert. Hier werden die einzelnen Komponenten einfach mit einer Linie verbunden, das so genannte „Binding“. Durch dieses „binden“ können Sensor und Aktor miteinander kommunizieren.





Die Kommunikation zwischen den Nodes läuft über das LonTalk[®]-Protokoll. Diesem Protokoll liegt das OSI-Referenzmodell (ISO 7498) zugrunde, das von der ISO (International Standardisation Organisation) für den Entwurf offener Kommunikationsprotokolle bereits Anfang der 80er Jahre entwickelt wurde (OSI = Open Systems Interconnection).

Die für den Datenaustausch zwischen 2 Netzwerkteilnehmern notwendigen Aufgaben sind in 7 Schichten aufgeteilt. Das physische Übertragungsmedium und die Anwendung selbst sind in diesem Modell nicht berücksichtigt. Man fügt sie gern als Schichten 0 und 8 hinzu.

3. Internet und Automation

Das Internet ist kurz gesagt das größte Computernetz der Welt. Es besteht aus einer Vielzahl von kleinen Netzen, die weltweit miteinander verbunden sind. Das Internet unterliegt permanenten Veränderungen und wächst jeden Tag ein Stück mehr. Das „Netz der Netze“ enthält das größte Informationsangebot des Planeten. Nirgendwo auf der Welt ist ein derartig vielfältiges und riesiges Angebot an Informationen vorzufinden. Warum also nicht dieses allgegenwärtige Medium für Bedien- und Beobachtungsfunktion von Gebäudeautomationsanlagen nutzen?

Die etablierten Internettechnologien verfügen gegenüber Automatisierungssystemen über eine Reihe von Vorteilen, die sich aus der weltweiten Verbreitung, den universellen Schnittstellen zu Telekommunikationsdiensten, der offenen Schnittstellen zu Standard-Softwaresystemen wie Microsoft-Office Produkten, der industriellen Massenfertigung sowie der Vertrautheit der Anwender mit Produkten und Oberflächen ergeben.

Einer der wesentlichen Punkte hierbei ist der mögliche dezentrale, räumlich verteilte, oder sogar weltweite Zugriff auf Automatisierungsdaten.

Ein weiterer Punkt ist die Herstellerunabhängigkeit, was die Bedienung und Beobachtung betrifft. Dieser Wunsch nach Herstellerunabhängigkeit veranlasst die Anwender, den Web-Dienst bzw. den Web-Browser zur Bedienung und Beobachtung heranzuziehen. Hierbei gibt es derzeit vier verschiedene Varianten.



Variante 1, die rein webbasierte Lösung:

Variante 2, etablierte Visualisierungssysteme mit Web-Schnittstellen:

Variante 3, Bereitstellung der Echtzeitdaten im Web:

Variante 4, Bereitstellung der Oberflächen des Visualisierungssystems im Web:

Der in dieser Diplomarbeit betrachtete Web-Server TAC[®] Xenta[®] 511 ist eher ein Vertreter der Variante 1. Er wird „prozessnah“, das heißt in kleine bis mittlere LonWorks[®]-Netzwerke eingesetzt und man muss anwendungsspezifische Seiten für die Darstellung relevanter Daten entwickeln. Zudem bietet er neben dieser Funktion auch noch die Möglichkeit, Trendlog-Seiten, Grafiksichten und Alarm-Seiten anzuzeigen und darüber hinaus können zugriffsberechtigte Personen Daten wie z. B. Sollwerte verändern oder bestimmte Funktionen steuern und bedienen. Die Funktionalität, die dieser Web-Server bietet, geht also über das reine Bedienen und Beobachten hinaus.

Wer mehr über dieses Thema wissen möchte schaut mal im Labor für Mess- und Regelungstechnik vorbei und sieht sich die Wand einmal an, lässt sich die erstellten Web-Seiten anzeigen oder schmökert einfach in der Diplomarbeit.

Wassermanagement am Verwaltungsgebäude der Landesversicherungsanstalt (LVA) Westfalen in Münster**Dipl.-Ing. (FH) Helmut Brinkmann**
Dipl.-Ing. (FH) Matthias KrollpfeiferPrüfer:
Beisitzer:Prof. Dr.- Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Bauassessor B. Pieper

Datum des Kolloquiums:

21. Oktober 2003

Studienrichtung:
Laborbereich:Technische Gebäudeausrüstung
4.7 - Sanitärtechnik

In Kooperation mit:

Landesversicherungsanstalt (LVA) Westfalen in Münster



Die LVA Westfalen ist der Träger der gesetzlichen Rentenversicherung für die gewerblichen Arbeitnehmer. Sie betreut zurzeit ca. 5 Mio. im Zuständigkeitsbereich Westfalen. Es handelt sich hierbei um ein kostenneutrales Unternehmen. So liegen die Ein- und Ausnahmen für den Haushalt 2003 bei ca. 9,97 Mrd. Euro.

Die LVA Westfalen in Münster besteht aus zwei großen Verwaltungsbäudeteilen – dem Kerngebäude mit einer Bruttofläche von 45.471,88 m² und dem Erweiterungsgebäude mit einer Bruttofläche von 30.156,22 m². Das Kerngebäude wurde Anfang der Siebziger fertig gestellt. Die Erweiterung fand im Jahre 1998 statt. In diesem Gebäudeteil befindet sich die Küche mit dem sog. Bereich Casino/Cafeteria für die Mitarbeiter. Zudem gehört zum Gebäude eine Kindertagesstätte mit 50 Plätzen, sowie 7 Nebenwohnungen. Derzeit arbeiten bei der LVA Westfalen in Münster ca. 1950 Personen.



Die Diplomarbeit bewegte sich auf dem Gebiet des Facility Management und wie der Titel bereits wiedergibt, mit dem Schwerpunkt Wassermanagement. Das Ziel hierbei ist es, mit Wassersparmaßnahmen ein effektives Mittel zur Betriebskostensenkung zu schaffen. Dies gilt im besonderen Maße für öffentliche Gebäude, so wie es die LVA Westfalen in Münster ist.

Um diese Maßnahmen umsetzen zu können muss man schrittweise vorgehen. So sind als erstes die Möglichkeiten zur Wassereinsparung, wie zum Beispiel der Einsatz von Wasserlosen Urinalen, für den Gebäudetyp zu erarbeiten. Parallel dazu gehört für die entsprechenden Gebäudekomponenten die Aufnahme des Ist-Zustandes.

Darauf hin folgten die Erfassung der Wasserverbräuche und die Bilanzierung von Ihnen. Dies musste für jede einzelne Gebäudekomponente erfolgen, damit die ermittelten Daten brauchbar sind. Anhand dieser gewonnenen Daten konnte dann das Gebäude, beispielsweise in Bezug auf die Bruttogrundfläche, mit anderen Objekten verglichen werden. Des Weiteren konnten die Möglichkeiten der Wassereinsparung nun auf Erfolg oder Misserfolg vor geprüft werden. Mit diesem Kapitel ist der Bereich des Benchmarking erreicht - hier ist es somit ein ständiger Prozess der Selbstverbesserung der im Bereich des Wassermanagements zum Tragen kommt -.



Zudem konnten im Bereich der Niederschlags- und Schmutzwassergebühren neue Erkenntnisse gewonnen werden. Diese werden der LVA vor allem im Bereich der Schmutzwassergebühren ein enormes Einsparpotential erzeugen.

So haben die Ergebnisse dieser Diplomarbeit im globalen Zusammenhang mit dem Facility Management und dem grundlagenschaffenden Benchmarking, effiziente und relevante Ansatzmöglichkeiten zu einer Bilanzverbesserung in Bezug auf Wasserverbräuche und der Schmutz- und Niederschlagswassergebühr ergeben. Im Hinblick auf die Ressource Wasser, deren natürliche Vorräte begrenzt sind, ist die Umsetzung von Wassersparmaßnahmen von immer größer werdender Bedeutung. Aus diesem Grund sollten alle realisierbaren und wirtschaftlich in Betracht kommenden Möglichkeiten durchgeführt werden, um umweltpolitisch eine Vorbildfunktion einnehmen zu können. Aber auch eine Weiterführung des Benchmarking ist hierbei von großer Bedeutung, um zukünftig auch weiterhin bei der LVA Westfalen ein gutes Ergebnis, hinsichtlich der Wasserverbräuche, erzielen zu können.

Durch die eingehenden Untersuchungen dieser Diplomarbeit wurde für die Hauptverwaltung der LVA Westfalen in Münster, der derzeitige Stand der Technik des Gebäudes im Bezug auf Wassermanagement dargestellt. Das Gebäude erfüllt im Hinblick auf die wassertechnische Betrachtung den Stand der Technik. Es sind aber trotzdem weitere Verbesserungen sinnvoll.

Hier bietet die Diplomarbeit ein Fundament, um für die Zukunft weitere Säulen zur Selbstverbesserung des Wassermanagements im Gebäude der LVA Westfalen zu erstellen. Dazu wurden die Möglichkeiten der Wassereinsparung, wie sie für ein solches Verwaltungsgebäude angewendet werden können, vorgestellt. Die Aufnahme des derzeitigen Zustandes im Bereich der Wassertechnik im Gebäude wies Mängel und Ansatzpunkte für eine Verbesserung auf, die in einem Maßnahmenkatalog aufgelistet sind.

Ebenfalls soll seitens LVA Westfalen, anhand dieser Diplomarbeit ein Ergebnis bei der Schmutzwasser- und Niederschlagswassergebühr erzielt werden, um auch diese kostenintensiven Faktoren zu optimieren. Hierzu muss mit den zuständigen Behörden der Stadt Münster die Frage über den Starkverschmutzerzuschlag und den angerechneten versiegelten Flächen geklärt werden.

Sehr empfehlenswert ist die Anwendung bzw. Umsetzung dieser Diplomarbeit auf alle weiteren Liegenschaften (Kliniken) der LVA Westfalen, um auch in der Gesamtheit ein optimales Ergebnis im Rahmen des Facility Managements (besonders des Wassermanagements) zu erzielen.

Das Konzept des Facility Managements bietet somit eine viel versprechende Chance, um den Anforderungen einer immer dynamischen und komplexer werdenden Unternehmensumwelt gerecht zu werden. Dabei sollte jedoch stets berücksichtigt werden, dass diese Organisationsform nicht als ein "Allheilmittel" angesehen werden kann, welche in jedem Fall zum Erfolg führt.

28

Optimierung und Bilanzierung einer Altpapiersortieranlage der Firma Rethmann in Münster**Dipl.-Ing. (FH) Frank Althaus**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Stephan Schirz
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Martin Zwill
Datum des Kolloquiums:	23. Oktober 2003
Studienrichtung: Laborbereich:	Kommunal- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Rethmann Entsorgungswirtschaft, Lünen



In der Diplomarbeit wird zunächst ein allgemeiner Überblick der Recyclingmöglichkeiten von Altpapier gegeben. Nach der Beschreibung der verschiedenen Altpapiersorten wird auf die rechtlichen Grundlagen der Abfallwirtschaft und die für das Papierrecycling wichtigen gesetzlichen Regelungen eingegangen. Altpapier ist im Laufe der Zeit ein wichtiger Rohstoff geworden und seine Aufbereitung nimmt ständig an Bedeutung zu.

Im Anschluss daran werden die wichtigsten „Verfahren“ der Stoffstromtrennung, die in der Altpapiersortierung ihre Anwendung finden, erläutert.

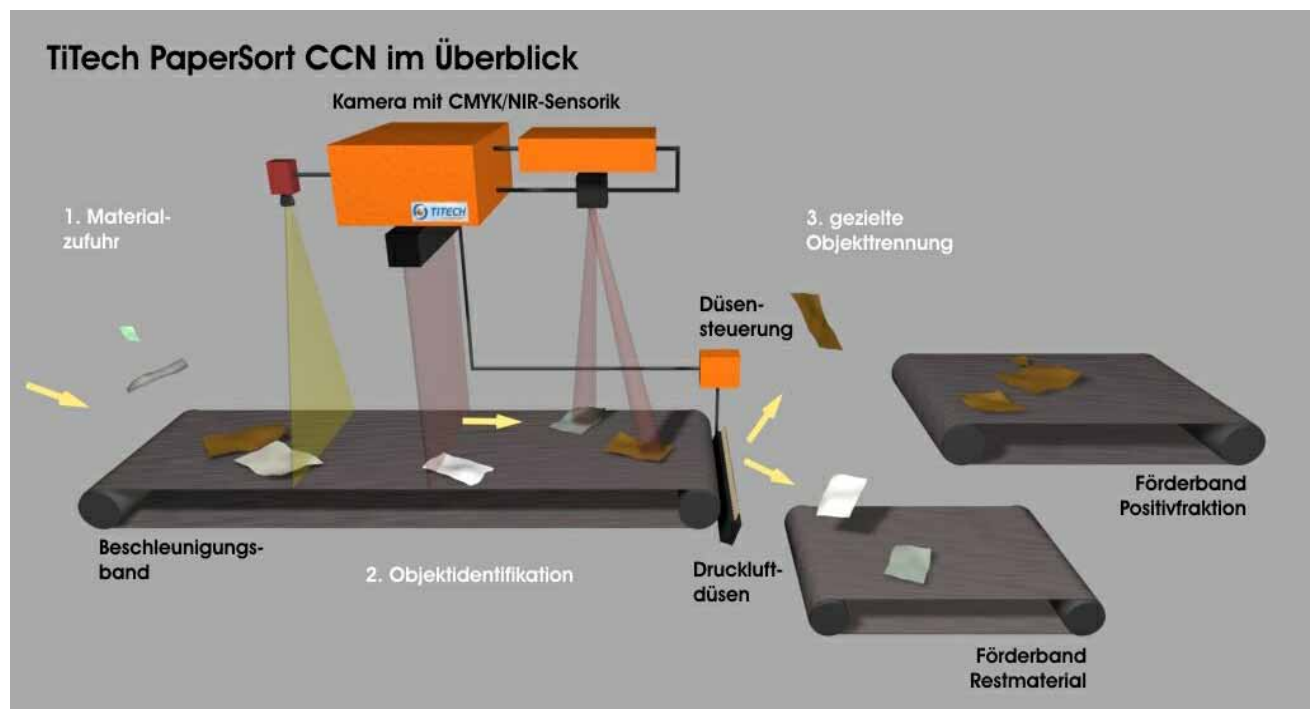
Das Hauptziel der Arbeit lag in der Bilanzierung und der daraus resultierenden Optimierung der Altpapiersortieranlage. Der gesamte Altpapierstrom wird meistens in drei Fraktionen aufsortiert. Zuerst wird der Kartontageanteil mit Hilfe eines Ballistikseparators abgetrennt. Die zweite große Fraktion stellt das Mischpapier dar. Sie wird durch Feinsiebe und optische Sortiereinheiten separiert. Die wichtigste Fraktion stellt das so genannte „Deinking“ (Endprodukt) dar. Diese Deinkingware wird für die Produktion von hochwertigem weißem Papier wieder eingesetzt. Die Deinkingware muss daher die hohen Qualitätsansprüche der Papierindustrie erfüllen. Für die papiersortierende Industrie heißt das, den größtmöglichen Anteil an Deinkingware mit dem kostengünstigsten Aufwand, aus dem Altpapier zu separieren.

Im Hauptteil dieser Arbeit wurde zuerst eine Massenbilanz erstellt. Dafür wurden die Outputmengen der einzelnen Sortieraggregate bestimmt und anschließend analysiert. Mit diesen Werten wurde ermittelt, wie effektiv die einzelnen Sortieraggregate den Stoffstrom trennen. Das Hauptziel bestand darin, die Schwachpunkte der Anlage zu ermitteln, also der Fragestellung nachzugehen: Wo wird welcher Anteil an wertvoller Deinkingware falsch separiert? Hierfür wurde ein Versuch an den drei mechanischen Sortieraggregaten, in diesem Fall dem Ballistikseparator, den Feinsieben und den optischen Einheiten durchgeführt. Anhand dieser Massenbilanz wurden Schwachpunkte der Anlage analysiert und Optimierungsvorschläge ausgearbeitet.

Als ein Beispiel der Optimierungsvorschläge wird hier der nachträgliche Einbau einer zweiten optischen Einheit nach der ersten (d.h. zwei hintereinander), kurz erläutert.

Die optische Sortiereinheit ist in der Lage, Papiere die ungeeignet für die Wiederverwertung sind zu erkennen und auszusortieren. Nach der optischen Erkennung wird das auszusortierende Papier über Druckluftdüsen herausgeschossen.

Die optische Sortiereinheit besteht aus drei Sensoren. Eine hoch auflösende 3-CCD Zeilenkamera, einen CMYK Sensor der in der Lage ist Farben zu erkennen und gleichzeitig festzustellen, ob die erkannte Farbe im so genannten Vierfarbdruck (CMYK) gedruckt wurde, und einem Nahinfrarot (NIR) Sensor für die PE-Restmüllerkennung.

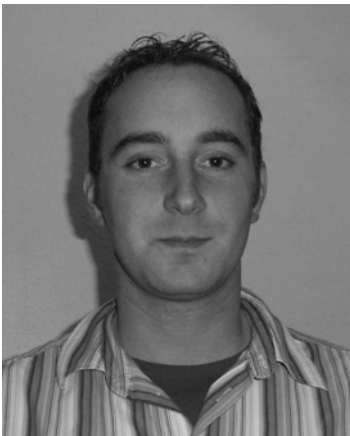


Optische Sortiereinheit der Fa. TiTech Model „PaperSort CCN“

Durch den Einbau der zweiten optischen Einheit wurde die Qualität der mechanisch produzierten Deinkingware wesentlich verbessert. Betrachtet man aber die Anschaffungskosten bzw. die Umbaumaßnahmen die nötig sind, ist der Kostenaufwand für eine Altanlage zu hoch. Für die Planung einer Neuanlage stellt sie aber eine wirtschaftlich nicht uninteressante Lösung dar.

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Blomberg**Dipl.-Ing. (FH) Dirk Sicking**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums:	27. Oktober 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	4.7 - Energietechnik



Anstoß zu dieser Diplomarbeit war die Idee die Mietnebenkosten für die Mietwohnungen eines Investors zu senken um diese auch in Zukunft für potenzielle Mieter finanziell attraktiv zu gestalten. Durch eine verbrauchsgebundenen Abrechnung bei den Wasser- und Abwasserkosten, Stromkosten und Heizkosten lassen sich durch sparsamen Umgang bei allen genannten Kostenträgern die Kosten reduzieren. Durch hohe Komfortansprüche sind diesen Sparmaßnahmen aber Grenzen gesetzt. In der Heizungstechnik lassen sich die Kosten hauptsächlich durch Maßnahmen, die zu einem verbesserten Wärmeschutz führen, und durch eine verbesserte Anlagentechnik reduzieren. Der verbesserte Wärmeschutz kam hier aufgrund der bestehenden Gebäudestruktur nicht in Frage, also blieb die Anlagentechnik. So stellte sich die Frage, ob eine verbesserte Anlagentechnik in jedem einzelnen Haus die Kosten für den Besitzer bzw. den Mieter auch tatsächlich in einer Größenordnung reduzieren kann, die eine spürbare Entlastung erreicht, oder ob die Beheizung von einer zentralen Stelle mittels Nahwärmenetz nicht insgesamt kostengünstiger ist. Die Versorgung durch ein Nahwärmenetz bietet sich hier an, da sich die Gebäude in einem engen räumlichen Verbund zueinander befinden.



In dieser Arbeit wird zunächst ein aktueller Überblick über den wirtschaftlichen und technischen Stand der Energieerzeugung, der Verlegetechnik und der Hausstationen vermittelt. Später werden verschiedene Varianten für die zentrale Beheizung der in diesem Projekt betrachteten elf Gebäude unter praxisnahen und finanziellen Gesichtspunkten erarbeitet. Diese Varianten werden dann einer ausführlichen, wirtschaftlichen Betrachtung unterzogen.

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse ist besonders die hier verwendete Nutzwertanalyse und die Kosten-Wirksamkeits-Analyse zu nennen. Hierbei wird versucht eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen, bei der keine in Frage kommende Variante durch Vorurteile oder persönliche Erfahrungen ausgeschlossen wird. So werden im Vorfeld der Projektentwicklung Ziele formuliert und diese dann durch eine Präferenzmatrix hinsichtlich ihrer Wichtigkeit untersucht. Durch eine Punktevergabe wird in weiteren Schritten der so genannte Zielerreichungsgrad der unterschiedlichen Varianten und der finanzielle Aufwand für ein Qualitätspunkt ermittelt.

Neben der Wirtschaftlichkeitsanalyse wird eine ökologische Betrachtung für verschiedene Variante herangezogen um die Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Abschließend wird eine Empfehlung gegeben, die eine optimale Lösung zu der Problemstellung darbietet.



Aufbau eines Versuchsstandes für Langzeituntersuchungen von Niedertemperaturkesseln, mit unterschiedlichen Heizölqualitäten

Dipl.-Ing. (FH) Jens Drüner

Prüfer:	Prof. Dr. Ing. Barbara Kaimann
Beisitzer:	Prof. Dr. Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	29. Oktober 2003
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Heizungstechnik
In Kooperation mit:	IWO- Institut für Wirtschaftliche Ölföuerung



Im Rahmen des Forschungsprojektes „Langzeituntersuchungen verschiedener Heizölqualitäten an baugleichen Niedertemperaturkesseln“ soll das Langzeitverhalten von zwei baugleichen Niedertemperaturkesseln kleiner Nennleistung in Abhängigkeit der Heizölqualität untersucht werden. Die eingesetzten Heizölqualitäten sind Heizöl EL gemäß DIN 51 603 mit einem Schwefelgehalt von 1600 ppm und die neue Heizölqualität mit einem reduzierten Schwefelgehalt von 50 ppm, das nach den Anforderungen der DIN 51 603-1 als schwefelarmes Heizöl bezeichnet werden kann. Die Gründe für die Einführung der neuen Heizölqualität sind die Verringerung der SO₂-Emissionen und die Einführung der Ölbrennwerttechnik. Schon heute werden Öl-Brennwertkessel angeboten, die speziell für dieses Produkt entwickelt wurden und laut Herstellerangaben ausschließlich mit schwefelarmen Heizöl betrieben werden sollen.

Neben der SO₂-Minderung wird durch die Verringerung des Schwefelanteils im Heizöl eine Reduzierung der Korrosionsneigung und somit eine verminderte Ablagebildung auch beim Einsatz in Niedertemperaturkesseln erwartet.

Im Rahmen des Projektes werden Langzeitversuche an zwei baugleichen Niedertemperaturkesseln der Fa. Electro-Oil jeweils eine schwefelarme und eine normalschwefelige Heizölqualität für eine Heizperiode mit mindestens 1800 Vollbenutzungsstunden untersucht. Die Langzeitversuche sollen Aufschluss über das Brennverhalten und die Neigung zu Ablagerungen in Abhängigkeit der Heizölqualität geben. Es gilt den Einfluss der verminderten Korrosionsneigung auf den Normnutzungsgrad der Kessel zu untersuchen. Das Versuchsprogramm umfasst die Simulation einer Heizperiode zur Beheizung eines Einfamilienhauses mit einer Heizkreisauslegung von 55/45°C inklusive Trinkwassererwärmung. Die Zyklen der Zeitschaltungen für jeweils einen Tag des Winterprogramms und des Sommerprogramms wurden vom Auftraggeber vorgegeben.

Alle 300 Vollbenutzungsstunden sind der Brennerdurchsatz, die Abgas- und Verbrennungslufttemperatur, der Abgasverlust, die Russzahl und die Betriebsemissionen durch eine Abgasanalyse für CO, CO₂, NO_x, SO₂, O₂ und ΣC_xH_y aufzuzeichnen bzw. zu analysieren.

Nach 300 Vollbenutzungsstunden wurden Leistungsprüfungen an den Kesseln vorgenommen, indem in Abhängigkeit der relativen Kesselleistung Wirkungsgradmessungen gemäß DIN 4702 durchgeführt wurden.

Die Ergebnisse der Leistungsprüfungen nach 300 Vollbenutzungsstunden zeigen, dass eine Korrelation zwischen dem Verschmutzungsgrad der

Kessel und den Teillastwirkungsgraden in Abhängigkeit der relativen Kesselleistung besteht. Mit zunehmender Verschmutzung des Brennraums und der Heizzüge verschlechtert sich der Wärmetransport der Heizgase an das Heizwasser und die Wirkungsgrade in Abhängigkeit der relativen Kesselleistung.

Beim Vergleich mit Heizöl EL und der neuen Heizölqualität unterscheiden sich die Teillastwirkungsgrade. So liegt der Teillastwirkungsgrad beim Heizöl EL höher als beim Heizöl EL schwefelarm. Ebenso ist die Verschmutzung des Brennraums und der Heizzüge wesentlich höher als beim Betrieb mit Heizöl EL schwefelarm.

Bereits beim vorläufigen Stand der Untersuchungen wird der Vorteil der neuen Heizölqualität mit dem niedrigen Schwefelgehalt von 50 ppm gegenüber dem Heizöl EL beim Einsatz in einem Niedertemperaturkessel deutlich. Die neue Heizölqualität ist ein Beitrag zur Verbesserung der Energieausnutzung des Brennstoffs und somit zur CO₂-Minderung.

Das Heizen mit der neuen Heizöl Qualität belastet die Umwelt geringer als das herkömmliche Heizöl EL. Somit spricht vieles für das Heizen mit diesem Heizöl.



Prüfstand mit zwei baugleichen Niedertemperaturkesseln der Fa. Electro Oil

**31 Praktischer Einsatz des SBR-Verfahrens zur Behandlung von Schweinegülle****Dipl.-Ing. (FH) Oliver Ebert**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	29. Oktober 2003
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Die hochbelasteten organischen Abwässer aus der intensiven Tierhaltung (insbesondere Gülle) sind zu einem Problemstoff für Gewässerschutz, Grundwasserschutz und Wassergewinnung geworden. Vor allem die Einhaltung der geforderten Nitratwerte im Trinkwasser wird zunehmend problematischer. Durch die Vergrößerung der Viehbestände und Spezialisierung auf nur noch bestimmte landwirtschaftliche Produkte kommt es häufig zu einem Missverhältnis zwischen anfallender Gülle und den für die Aufnahme zur Verfügung stehenden Flächen. Daher fällt Gülle, die früher als wertvoller Dünger genutzt wurde, heute häufig als Abfallstoff an. Es wurden bisher viele Versuche unternommen um eine geeignete Lösung zur Güllebehandlung zu entwickeln, jedoch konnte sich noch keines dieser Verfahren in der Praxis bewähren. Im Rahmen dieser Diplomarbeit, die Teil eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ist, sollte ein wirtschaftliches und dezentral einsetzbares Verfahren zur Güllebehandlung entwickelt, und somit ein Beitrag zum Gewässerschutz geleistet werden. Durch Vorversuche zeigte sich, dass das seit einigen Jahren im Kommunal- und Industrieabwasserbereich mit Erfolg eingesetzte Verfahren des Sequencing Batch Reaktors dafür besonders geeignet ist.

Daher wurde auf dem Hof Streyll in Dülmen-Rorup eine halbtechnische Versuchsanlage nach dem SBR-Verfahren aufgebaut. Auf diesem Hof wird Schweinemast betrieben, wodurch eine Versorgung mit Substrat jederzeit gewährleistet war.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, ob eine Reinigung von Schweinegülle nach dem SBR-Verfahren möglich ist. Dabei sollten die problematischen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor so weit eliminiert werden, dass eine Vorfluterqualität erreicht wird. Außerdem wurden Versuche zur gezielten biologischen Phosphor-Elimination durchgeführt.

Bei dem SBR-Verfahren handelt es sich um eine spezielle Variante des herkömmlichen Belebungsverfahrens, mit der Besonderheit, dass die einzelnen Prozessphasen zeitlich aufeinander folgend im gleichen Becken stattfinden. Dadurch können über geeignete Reaktionsbedingungen die Eigenschaften des Belebtschlammes und die Zusammensetzung der angesiedelten Mikroorganismen gesteuert werden. Ein SBR-Zyklus besteht aus verschiedenen Phasen und beginnt mit der Füllphase. Nach oder während dieser, folgt die Mischphase, in der der Reaktorinhalt durch einen Rührer durchmischt wird. Die nachfolgende Belüftungsphase dient zur Oxidation der Kohlenstoffverbindungen und zur Nitrifikation. In einer weiteren Rührphase ohne Belüftung wird Nitrat denitrifiziert und damit zu elementarem Stickstoff reduziert. Eine anschließende Wartephase dient zur Trennung des Schlamm - Wasser - Gemisches. Davon wird das gereinigte Abwasser abgezogen und gegebenenfalls auch ein Teil des sich anreichernden Überschussschlammes. Der Reaktor steht jetzt wieder für eine Neubefüllung zur Verfügung.

Foto der halbtechnischen Versuchsanlage



Die zu behandelnde Schweinegülle lässt sich als ein extrem hoch belastetes häusliches Abwasser charakterisieren. Durch die Versuche und Recherche in der Literatur hat sich gezeigt, dass sie starken Schwankungen in ihrer Zusammensetzung unterliegt. Die wichtigsten abwassertechnisch relevanten Parameter sind dabei der CSB, Stickstoff und Phosphor. Der Abbau dieser Stoffe wurde durch vor Ort Analysen kontrolliert. In Vorversuchen zeigte sich das ein Teil des Phosphors bereits vor der Behandlung durch Feststoffseparation aus der Gülle entfernt werden kann.

In den Versuchen zur Vollreinigung der Gülle konnte ein Abbau des CSB von bis zu 77 % pro Versuchstag erreicht werden. Allerdings konnte immer nur ein Teil des durch die Gülle zugegebenen CSB abgebaut werden, der schwer abbaubare oder inerte Rest reicherte sich über die Versuchszeit im Reaktor an. Daher konnte das Ziel einer Reinigung auf Vorfluterqualität nur zu Beginn der Versuche erreicht werden. Ammonium, welches den allergrößten Teil am Gesamt-Stickstoff ausmachte, konnte vollständig abgebaut werden. Dieses gelang allerdings nur bei einem Austauschverhältnis von bis zu 5 %. Außerdem kam es zu einer starken Anreicherung von Nitrat und Nitrit in den Reaktoren.

Bei der biologischen Phosphat-Elimination sollte überprüft werden wie viel Phosphat über das SBR-Verfahren aus der Gülle abgetrennt werden kann. Der von uns erreichte Wert von 82 % zeigt, dass es möglich ist, auf biologischem Wege den Großteil des Phosphates zu eliminieren.

Eine Reinigung von Schweinegülle nach dem SBR-Verfahren war also möglich. Allerdings nur bei geringen Austauschverhältnissen oder langen Versuchszeiträumen.

Dies hätte zur Folge, dass eine entsprechende Anlage vergleichsweise groß würde. Der Bau und Betrieb einer solchen Anlage ist beim gegenwärtigen Kenntnisstand daher kaum wirtschaftlich darstellbar

Da sich an der landwirtschaftlichen Situation in den nächsten Jahren kaum etwas ändern wird und der Gülleanfall aus den zu Anfang genannten Gründen eher steigen wird, bleibt die Gülle als Problemstoff erhalten. Es muss daher weiter auf diesem Gebiet nach möglichen Lösungen geforscht werden.



32

Darstellung des Energieeinsparpotenzials beim Kinderheim der Jugendhilfe Raestrup e.V.

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Mödden
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Sander

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 30. Oktober 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: 4.7 – Energietechnik



Der Klimaschutz gehört nach wie vor zu den besonders dringlichen Aufgaben im Umweltbereich. Rund 75 % der Heizenergie im Wohnungsbereich werden in Gebäuden verbraucht, die vor Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung 1978 errichtet worden sind, d.h. zu einer Zeit, als noch keine Anforderungen an den Wärmeschutz galten. Dementsprechend groß ist das Einsparpotenzial im Altbaubereich einzuschätzen.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist die Darstellung der Möglichkeiten zur Reduzierung des Heizölverbrauchs und somit die Verringerung der Energiekosten bei einem solchen Gebäude. Dabei handelt es sich um das Kinderheim der Jugendhilfe Raestrup e.V. Es sollten sowohl die Verbesserung der Gebäudehülle als auch eine Optimierung der Heizungsanlage untersucht werden.

Zunächst war es erforderlich, auf der Grundlage vorhandener handgezeichneter Pläne CAD-Zeichnungen des Gebäudes anzufertigen. Dazu mussten die Abmessungen und der Aufbau der Gebäudehülle vor Ort überprüft bzw. festgestellt werden.

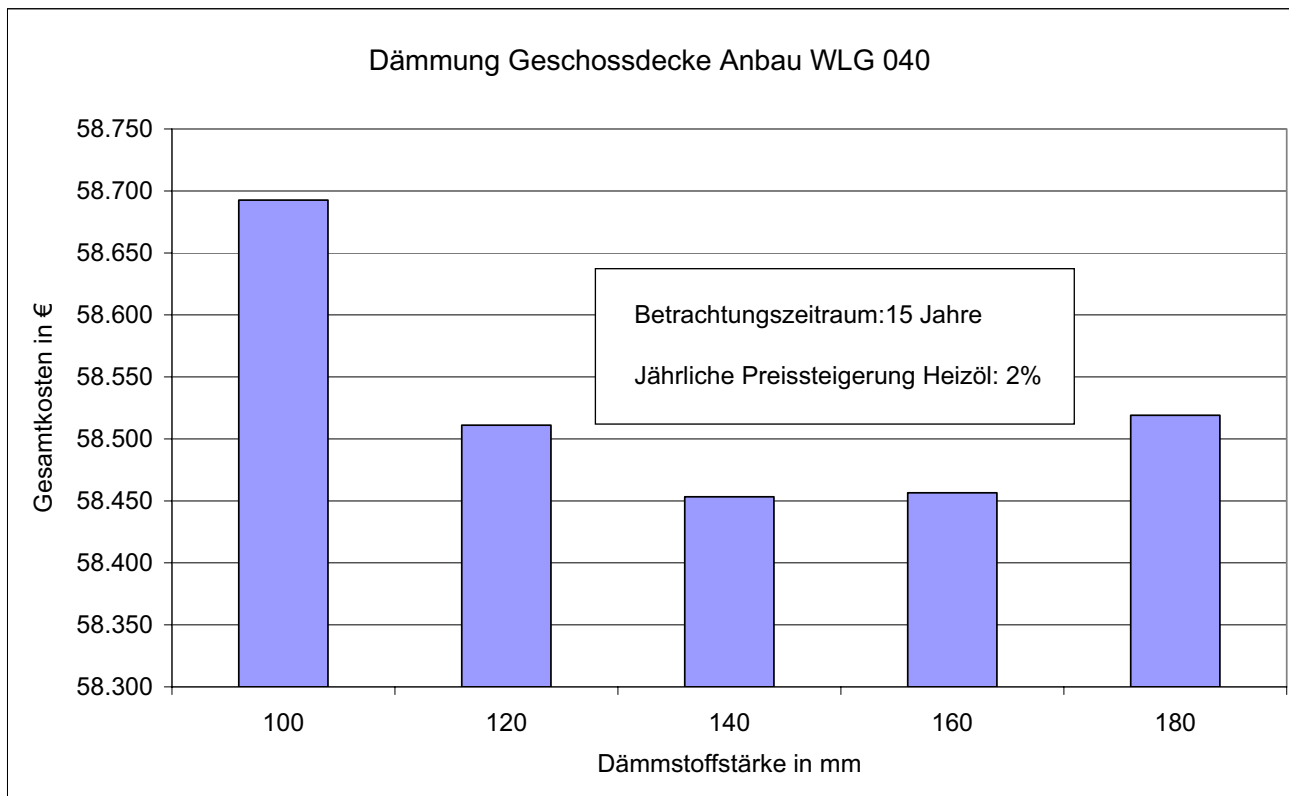


Mit den so ermittelten Gebäudedaten war es dann möglich, eine Wärmebedarfsberechnung für den Ist-Zustand durchzuführen.

Als weitere Größen wurden die Daten der Heizungsanlage aufgenommen, der Warmwasserverbrauch gemessen und der Heizölverbrauch der letzten 10 Jahre ausgewertet.

Zur Verringerung des Energieverbrauches wurden unterschiedliche Dämmmaßnahmen untersucht, z.B. die Dämmung der ungedämmten Geschossdecke oder des Fußbodens. Bei jeder Maßnahme wurde der theoretische Heizölverbrauch für unterschiedliche Dämmstärken berechnet und anhand des tatsächlichen Verbrauches die zukünftige Einsparung bestimmt. So konnte mit den ermittelten Kosten die wirtschaftlich optimale Dämmstärke ermittelt werden.

Aufgrund der schlechten U-Werte des Ist-Zustandes können durch einfache Dämmmaßnahmen des Fußbodens und der Decke beim Kinderheim Einsparungen von etwa 40% erzielt werden.



Neben den Maßnahmen zur Verringerung der Transmissionswärmeverluste wurden auch Verbesserungen der Anlagentechnik untersucht. In diesem Bereich sind jedoch keine so großen Einsparungen möglich. Empfohlen wird hier lediglich die Funktion der Heizkesselregelung zu überprüfen und eine kleine Änderung an der Verteilung vorzunehmen.

Bei einer notwendigen Sanierung der Heizungsanlage können dann die in dieser Diplomarbeit entsprechend dimensionierten Komponenten verwendet werden.

Untersucht wurde auch, welche Einsparungen zukünftig durch die bereits realisierte Solaranlage zu erwarten sind.

Ein interessantes Ergebnis dieser Diplomarbeit ist die Tatsache, dass durch die Durchführung der versäumten Dämmmaßnahmen wesentlich mehr Energie eingespart werden kann als durch eine moderne Anlagentechnik. So werden durch die Solaranlage zukünftig etwa 670 Liter Heizöl jährlich eingespart. Durch die beschriebenen Dämmmaßnahmen werden dagegen vielfach höhere Einsparungen erreicht bei vergleichsweise geringen Kosten.



Untersuchungen zum Filtrations- und Rückspülverhalten eines Anthrazit-Einschichtfilters

Dipl.-Ing. (FH) Judith Roosmann
Dipl.-Ing. (FH) Raphael Bartsch

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
 Beisitzer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums: 2. Dezember 2003

Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
 In Kooperation mit: EVERS Wassertechnik und Anthrazitveredelung, Hopsten

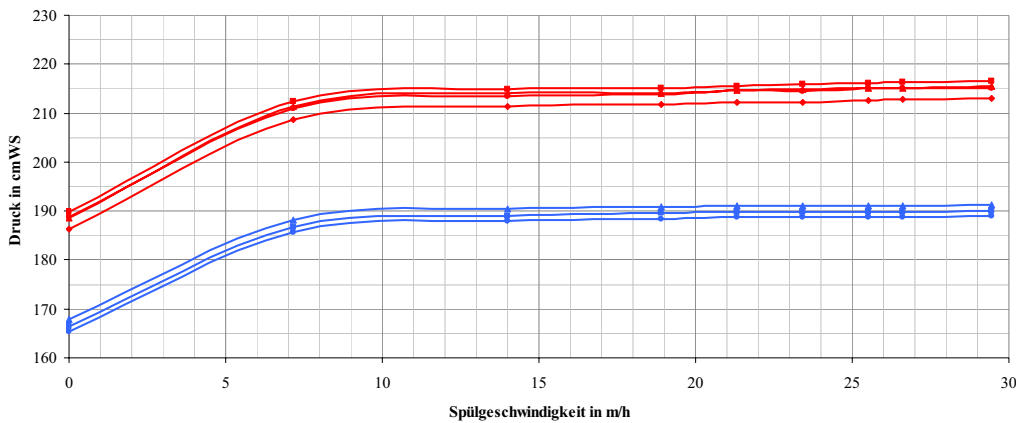


Das Verfahren der Filtration als technische Maßnahme zur Wasserreinigung gehört zu den ältesten seit Beginn zielgerichteter Wasserwirtschaft. Durch die Filtration soll das Wasser von Partikeln befreit werden. Die Partikelentfernung wird nicht nur aus ästhetischen Gründen vorgenommen, sondern ist vor allem aus hygienischen Gründen notwendig. An oder in den Partikeln können Krankheitserreger wie z. B. Viren angelagert oder eingelagert sein, die bei einer anschließenden Desinfektion mit UV-Licht oder chemischen Oxidationsmitteln nicht unschädlich gemacht werden könnten.

In der Trink- und Industrierwasseraufbereitung sowie der weitergehenden Abwasserreinigung wird heute überwiegend die Schnellfiltration eingesetzt. Bei der Schnellfiltration werden hohe Filtergeschwindigkeiten von 3 bis 50 m/h verwendet. Vorteilhaft ist, dass die relativ einfache Bau- und Betriebsweise sehr wenig Platz benötigt. Ebenso kann das Filtermedium einfach innerhalb des Filterbehälters gereinigt werden (Filterrückspülung).

In der Wasseraufbereitung werden sowohl Einschicht- als auch Zweischichtfilter verwendet. Die Aufgabe der Diplomarbeit war die Untersuchung des Filtrations- und Rückspülverhaltens eines Anthrazit-Einschichtfilters. Für die Filtration und Rückspülung stand eine entsprechende Versuchsanlage zur Verfügung. Neben den Untersuchungen waren auch die Planung und Durchführung der erforderlichen Umbau- bzw. Erweiterungsmaßnahmen in Anlehnung an das DVGW Arbeitsblatt W 211 vorzunehmen. Das in dieser Arbeit verwendete Filtermedium ist eine Anthrazit-Kohle aus Ibbenbüren, die aus 1.500 m Tiefe gefördert wird. Anthrazit nimmt in der Reihe der Umwandlungsprodukte aus pflanzlicher Substanz beginnend mit Holz, über Torf, Braunkohle und Steinkohle, den Platz der weitestgehenden und endgültigen Umwandlung ein. Das Anthrazitkorn ist ein schwarz gefärbtes, glänzendes Material mit einer amorphen Struktur und glatter Oberfläche. Die Kornform ist als kugelig-eckig zu bezeichnen. Um es zur Aufbereitung von Trinkwasser nutzen zu können, muss es generell homogen und frei von sichtbaren Verunreinigungen sein. Die Filterrückspülung erfolgt bei der Versuchsanlage mittels Schwerkraftspülung. Der erforderliche Wasserdruck wird dabei über den Höhenunterschied zwischen Spülwasserbehälter und Filter hergestellt. In der Praxis wird eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Spülwassers im Filter angestrebt, um das gesamte Filterbett ausreichend zu reinigen. In der Versuchsanlage wird ein Schlitzboden als Filterboden eingesetzt, der dem Spülwasser nur einen geringen Widerstand entgegengesetzt. Die Betrachtung der horizontalen Druckverhältnisse unterhalb und oberhalb des Filterbodens lässt Rückschlüsse über das Strömungsverhalten des Spülwassers zu. Eine ausreichend gleichmäßige Verteilung des Spülwassers wurde nachgewiesen, wie das folgende Diagramm zeigt.

In Bild 1 ist in rot der Druck an vier Stellen unterhalb des Filterbodens dargestellt und in blau der Druck an drei Stellen oberhalb des Filterbodens.



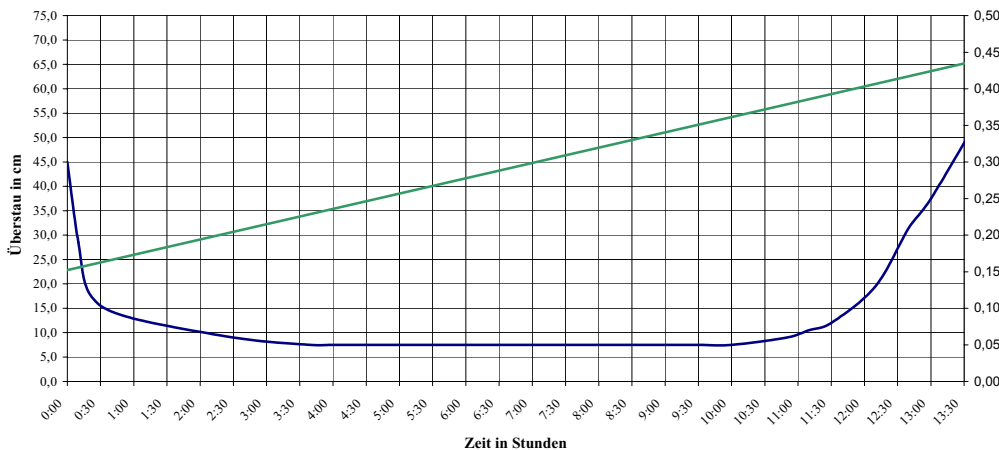
Die Druckmessstellen sind jeweils auf gleicher Höhe angeordnet. Da die Druckkurven nahezu übereinander liegen, kann man von einer homogenen horizontalen Druckverteilung sprechen. Zusätzlich wurde während dieser Versuche auch die hinreichende Spülg-

geschwindigkeit für die Versuchsanlage ermittelt.



Die Filtrationsversuche sollten so nahe wie möglich an die Praxis angelehnt sein. Ein Rohwasser aus einer Quelle, Oberflächenwasser oder Grundwasser stand für die Filtrationsversuche allerdings nicht zur Verfügung. Als Rohwasserersatz wurde – nach ausführlichen Vorversuchen mit verschiedenen Ersatzstoffen – Eisen-III-Chlorid in Trinkwasser dosiert. Dieses Eisensalz wird in der Trinkwasseraufbereitung häufig als Flockungsmittel bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser eingesetzt. Da Eisen auch oftmals im Grundwasser vorhanden ist, waren die Filtrationsversuche daher mit der Praxis der Trinkwasseraufbereitung vergleichbar. Während der Versuche wurden die Eisenkonzentrationen im Rohwasser und die Filtergeschwindigkeiten variiert. Aus den aufgenommenen Messwerten wie Filterlaufzeit, Druckverlust und der Trübung über der Schichttiefe konnten Erkenntnisse erworben werden, die eine Beschreibung des Filtrationsverhaltens der Versuchsanlage ermöglichen und die Grundlage für weitere Optimierungen bilden.

Die Filtrationsversuche sollten so nahe wie möglich an die Praxis angelehnt sein. Ein Rohwasser aus einer Quelle, Oberflächenwasser oder Grundwasser stand für die Filtrationsversuche allerdings nicht zur Verfügung. Als Rohwasserersatz wurde – nach ausführlichen Vorversuchen mit verschiedenen Ersatzstoffen – Eisen-III-Chlorid in Trinkwasser dosiert. Dieses Eisensalz wird in der Trinkwasseraufbereitung häufig als Flockungsmittel bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser eingesetzt. Da Eisen auch oftmals im Grundwasser vorhanden ist, waren die Filtrationsversuche daher mit der Praxis der Trinkwasseraufbereitung vergleichbar. Während der Versuche wurden die Eisenkonzentrationen im Rohwasser und die Filtergeschwindigkeiten variiert. Aus den aufgenommenen Messwerten wie Filterlaufzeit, Druckverlust und der Trübung über der Schichttiefe konnten Erkenntnisse erworben werden, die eine Beschreibung des Filtrationsverhaltens der Versuchsanlage ermöglichen und die Grundlage für weitere Optimierungen bilden.



Trübungsabnahme. Dies wird als Einarbeitungsphase bzw. auch als Anfiltration bezeichnet. Während dieser Phase entspricht die Filtratqualität häufig noch nicht den gewünschten Anforderungen. Erst am Ende dieser Phase, hier nach einigen Minuten, beginnt die mehrstündige Filtrationsphase und die Filtratqualität ist annähernd konstant. Nach 13 Stunden und 15 Minuten bricht der Filter durch, das heißt, die maximal zulässige Trübungs-konzentration im Ablauf ist erreicht und der Filter muss gespült werden. Der ebenfalls dargestellte Überstau hat am Ende der Filterlaufzeit sein Maximum erreicht. An diesem Punkt ist die hydraulische Kapazität des Filters erschöpft. Die Messergebnisse zeigen, dass die Versuchsanlage geeignet ist, um ein Trinkwasser herzustellen, das den technischen und gesetzlichen Anforderungen entspricht.

Bild 2 zeigt die Trübung des Reinwassers und den Überstau über die Filterlaufzeit. Daran sind die drei Phasen einer Filtration festzumachen. Zu Beginn der Filtration ist erkennbar, dass der



34

Sanierungsvorschläge zur Energieeinsparung an der Nikomedesschule unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit

Dipl.-Ing. (FH) Nikolaus Klingeberg
Dipl.-Ing. (FH) Harald Keller

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Beisitzer: Dipl.-Ing. Detlef Bogs

Datum des Kolloquiums: 03. Dezember 2003

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung

In Kooperation mit: Hochbauamt der Stadt Steinfurt



Die von uns bearbeitete Diplomarbeit befasst sich mit dem Thema der Energieoptimierung und der Energieeinsparung eines seit ca. 25 Jahren bestehende Schulgebäudes in Steinfurt/Borghorst. Aufgrund der technischen Weiterentwicklung seit dem Bau des Gebäudes, stellte sich die Frage, in wie fern es zur Zeit möglich ist, die Energieverluste durch die Energienutzung bzw. den Energieverbrauch in den Gebäuden zu reduzieren und welche Optimierungsmöglichkeiten angewendet werden können, um damit Energiekosten zu senken.

Das Hauptziel der Untersuchung bestand in der Energiekostensenkung, bei einem optimalen wirtschaftlichen Verhältnis zwischen Investition und Nutzen.

Wir zogen mehrere Optimierungsmöglichkeiten in Betrachtung. Der Schwerpunkt lag auf dem Austausch der vorhandenen Kesselanlage, die aus zwei 510 KW Kesseln besteht. Hierbei wendeten wir zwei Möglichkeiten an. Die erste Variante besteht aus einer Einkesselbrennwertanlage mit einer Nennwärmeleistung von 510 KW. Da bei öffentlichen Gebäuden eine Versorgungssicherheit gewährleistet sein muss, wird dazu noch ein Fernwirkmodem eingesetzt, welches zur Fernüberwachung und somit zur automatischen Fehlermeldung an bestimmte Anrufziele dient.



Die zweite Variante besteht aus dem Einsatz eines Brennwertgerätes mit 310 KW und einem Niedertemperaturkessel mit 230 KW, wobei das Brennwertgerät als Führungskessel ausgelegt wird und der Niedertemperaturkessel nur bei erhöhtem Wärmebedarf zum Einsatz kommt.

Ein weiterer Optimierungspunkt ist der Austausch der Pumpen, durch neue Hocheffizienzpumpen, bei denen bis zu 80 % an Energie eingespart werden kann. Ebenso liegt ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung in der vorhandenen Beleuchtung. Hierbei stehen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl, u.a. der Einbau von Leuchtstoffröhren mit Reflektor, Energiesparlampen sowie einer Regelung inklusive Präsenzmelder für den Turnhallenbereich.

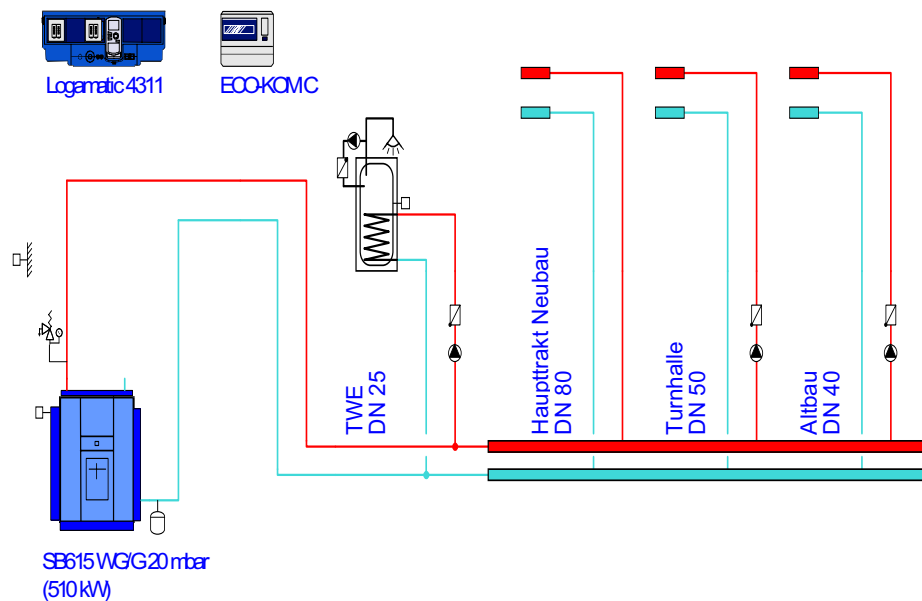
Als weitere Optimierungspunkte wurden die Fenster, die Dämmung und der Einsatz einer Solaranlage betrachtet, welche sich aber im Nachhinein nicht als rentabel herausstellten, da die Investitionskosten eine zu lange Amortisationszeit zur Folge hatten.

Einen Gesamtüberblick erhält man aus der folgenden Tabelle:

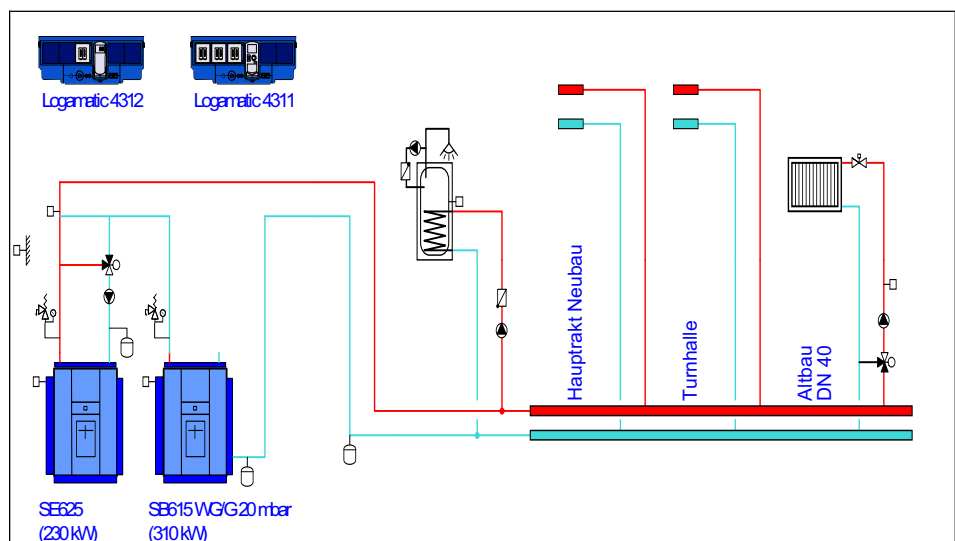
Gesamteinsparung der verschiedenen Optimierungsmöglichkeiten		
	Einsparungen in €/a	Amortisationszeit in Jahren
Heizungsanlage	8192	7
Beleuchtung	8120	min. 1- max. 6
Pumpen	ca.2500	7
Dämmung	nicht relevant	nicht relevant
Fenster	3377	156
Solaranlage	103	44

Das Ergebnis dieser Diplomarbeit ist, dass beim untersuchten Schulgebäude auf jeden Fall Energieeinsparmöglichkeiten vorhanden sind. Diese unterteilen sich in wirtschaftlich lohnenswerte Maßnahmen und eher unrentable Maßnahmen, wobei der ökologische Effekt natürlich immer positiv ausfällt.

Schema der Kesselzentrale mit Verbraucher (Variante1)



Schema der Kesselzentrale mit Verbraucher (Variante2)





Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Flüthmann

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Beisitzer:	Prof. Dr. rer.nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	09. Dezember 2003
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Evers-Engineering, Tecklenburg



Mehrschichtfilter bestehen im Gegensatz zu Einschichtfiltern nicht nur aus einem Filtermaterial, sondern aus mehreren Schichten verschiedener Materialien. Der Vorteil der Mehrschichtfilter ist, dass sich im Vergleich zu Einschichtfiltern bei gleichem Aufwand längere Standzeiten, höhere Filtergeschwindigkeiten und eine bessere Filtratqualität verwirklichen lassen. Dies wird durch den Aufbau des Filters erreicht. Während bei Einschichtfiltern durch die Rückspülung das Material so klassiert wird, dass sich oben die feineren Kornanteile und unten die gröberen befinden, werden bei einem Mehrschichtfilter die einzelnen Materialien so angeordnet, dass die Körnungen von oben nach unten immer feiner werden. Dadurch bleibt gewährleistet, dass sich die Schmutzstoffe über die gesamte Filterschichthöhe ab-scheiden können.

Daraus lässt sich erkennen, dass es von enormer Wichtigkeit ist, den Filteraufbau zu erhalten; auch nach der Filterspülung muss die ursprüngliche Schichtung wieder vorliegen. Die Trennung wird erreicht, indem die einzelnen Schichten bei steigender Spülgeschwindigkeit nacheinander von oben nach unten zu fluidisieren beginnen. Dafür ist es vorteilhaft, wenn die Dichte der einzelnen Materialien von oben nach unten zunimmt. Neben der Korngröße ist die Dichte nämlich der zweite wesentliche Parameter, der die hinreichende Spülgeschwindigkeit bestimmt.

Ziel dieser Arbeit war es, einen Dreischichtfilter aufzubauen, der aus Granatsand als unterer Schicht, Quarzsand als mittlerer und Anthrazit als oberer Schicht bestehen sollte. Als Stüttschicht sollte calcinierte Tonerde verwendet werden. Die geeigneten Korngrößen der einzelnen Materialien waren zu ermitteln.

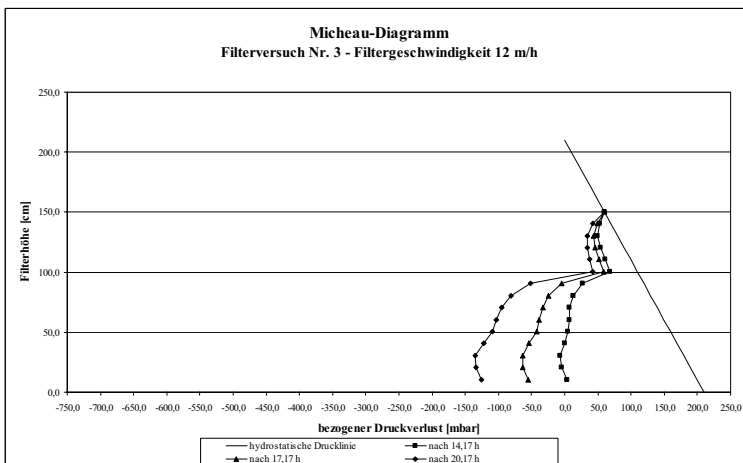
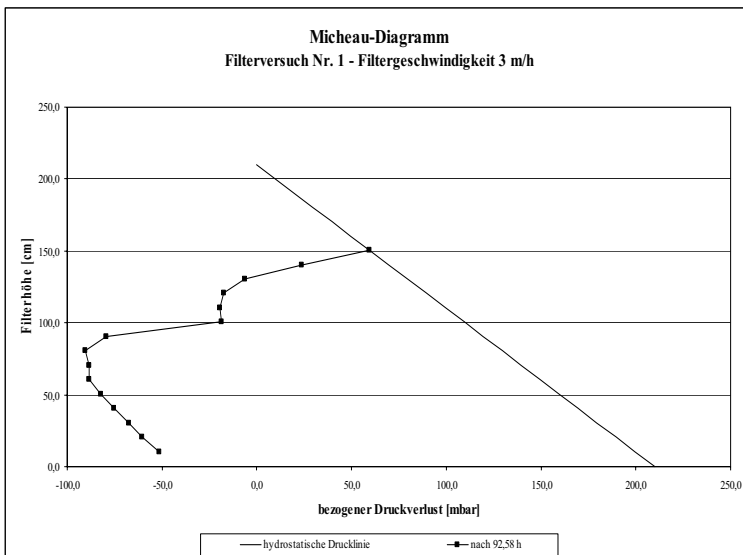
Dazu wurden zunächst Siebanalysen von dem zur Verfügung stehenden Körnungen durchgeführt, um den wirksamen Korndurchmesser zu ermitteln. Damit konnte die jeweilige hinreichende Spülgeschwindigkeit errechnet werden und mit diesen Werten eine Vorauswahl getroffen werden. Anschließend wurden diese Ergebnisse durch Rückspülversuche überprüft. Dazu wurden

zunächst nur die Körnungen für die unterste Schicht, die Granatsandschicht, eingebracht und gespült. Danach wurde zusätzlich die Quarzsandschicht



eingefüllt und schließlich auch die Anthrazitschicht. Als beste Kombination erwies sich Granatsand mit der Körnung 0,4 – 0,8 mm, Quarzsand mit der Körnung 0,4 – 0,8 mm und Anthrazit der Körnung 0,8 -1,6 mm.

Außerdem stellte sich heraus, dass die calcinierte Tonerde als Stützschrift nicht geeignet war. Bei der Filterspülung wurden die Körner der Stützschrift durch eingesickerte Granatsandkörner mit nach oben gerissen, und die Stützschrift dadurch nach und nach zerstört. Als Ersatz wurde schließlich Granatsand der Körnung 1,4 – 2,36 mm verwendet, der dann auch keine Auffälligkeiten zeigte.



Der zweite Teil der Arbeit sah die Erprobung des Dreischichtfilters im Filterbetrieb vor. Dazu wurde der Filter auf einer Anlage zur Deponiesickerwasserreinigung aufgestellt. Die Filterstufe dieser Anlage war einer Aktivkohle-adsorberstufe vorgeschaltet und sollte möglichst weitgehend die abfiltrierbaren Stoffe zurückhalten, um die Standzeiten der Aktivkohle zu verlängern. Dies wurde jedoch nicht zufrieden stellend erreicht. Da in den vorhandenen Filtern schon Quarzsand der Körnung 0,4 - 0,8 mm eingesetzt wurde, ist der Dreischichtfilter mit Granatsand der Körnung 0,3-0,6 mm als unterste Schicht befüllt worden, um noch kleinere Partikel abfiltrieren zu können.

Die Versuche wurden mit drei verschiedenen Filtergeschwindigkeiten gefahren. Wie die Micheau-Diagramme zeigen, veränderte sich das Filtrationsverhalten des Dreischichtfilters mit zunehmender Filtergeschwindigkeit. Bei der kleineren Geschwindigkeit wurden die Stoffe hauptsächlich in der Anthrazitschicht und im oberen Bereich der Quarzsandschicht zurückgehalten und in der Granatsandschicht fast gar nicht. Bei der größeren Geschwindigkeit verlagerte sich das nach unten: Die Anthrazitschicht filtrierte schlechter, dafür wurde die Quarzsandschicht komplett genutzt und auch die Granatsandschicht hielt Stoffe zurück.

Im Endergebnis musste allerdings festgestellt werden, dass die Reinigungsleistung im Vergleich zur bestehenden Anlage nicht verbessert werden konnte, sondern nur gleich blieb.

Aus diesem Grund sollte dann getestet werden, ob das Filtrationsergebnis durch eine Flockung verbessert werden kann. Allerdings waren sowohl die zur Verfügung stehenden Dosiervorrichtungen als auch, aufgrund des pH-Wertes von 7,5 bis 7,8, das bereitgestellte Flockungsmittel $AlCl_3$ nicht optimal. Als Konsequenz daraus funktionierte die Flockung nicht richtig, und der Filter setzte sich innerhalb einer bis zwei Stunden zu. Deswegen kann man aus diesen Flockungsversuchen zumindest erkennen, dass die Filtration als Trennstufe für diesen Fall nicht sinnvoll ist.



36

Projektierung und Ausführung der MSR- Technik und Anlagensvisualisierung für eine Klimaanlage mit Wärmerückgewinnung

Dipl.-Ing. (FH) Hassan Belhouari
Dipl.-Ing. (FH) Tran Huy Nguyen

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
 Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers

Datum des Kolloquiums: 20. Februar 2004

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Mess- und Regelungstechnik
 In Kooperation mit: Priva Building Intelligence



Die im Labor für MSR- Technik vorhandene RLT- Anlage durch eine moderne Compri HX 8E der Firma Priva Building Intelligence zu ersetzen und in Betrieb zu nehmen.

Ein großer teil unserer Arbeit war es die Datenpunkte fest zulegen. Dies war die Voraussetzung für die Bestellung des neuen DDC Systems. Die vorhandenen Komponenten wie Temperaturregeber, Stellantriebe und Schaltaugänge wurden unter dem Betriebssystem WIN XP und der Software von Priva dem neuen System angepasst.

Mit der TC Select Software von Priva wurde die Programmierung, Konfigurationen, Kopplungen und Simulation zur Inbetriebnahme durchgeführt. Die Einzelparameter wie Sollwerte, Begrenzungen und Schaltzeiten über Displays leicht eingegeben, verändert und optimiert werden können, sich also die Bedienerfreundlichkeit deutlich verbessert.



Dabei nutzt die Software Ethernet und darauf aufsetzende TCP/IP zur Kommunikation.

Die grafische Bediensoftware mit zahlreichen Grafiken, Tabellen und Meldungsübersichten unterstützt die Inbetriebnahme und kann dank ihrer Leistungsfähigkeit auch zum vollwertigen Bedienen und Beobachten genutzt wird, damit ist die Visualisierung hervorragend dargestellt.

An diese Stelle möchten wir uns bei der Firma Priva Building Intelligence für die Schenkung und Lieferung des DDC- Systems, bedanken.



37

Planung und Projektierung einer Photovoltaikanlage auf einem Kirchendach im Bistum Essen**Dipl.-Ing. (FH) Andreas Beermann**
Dipl.-Ing. (FH) Stefan HartzPrüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer: Dipl.-Ing. Peter Genau

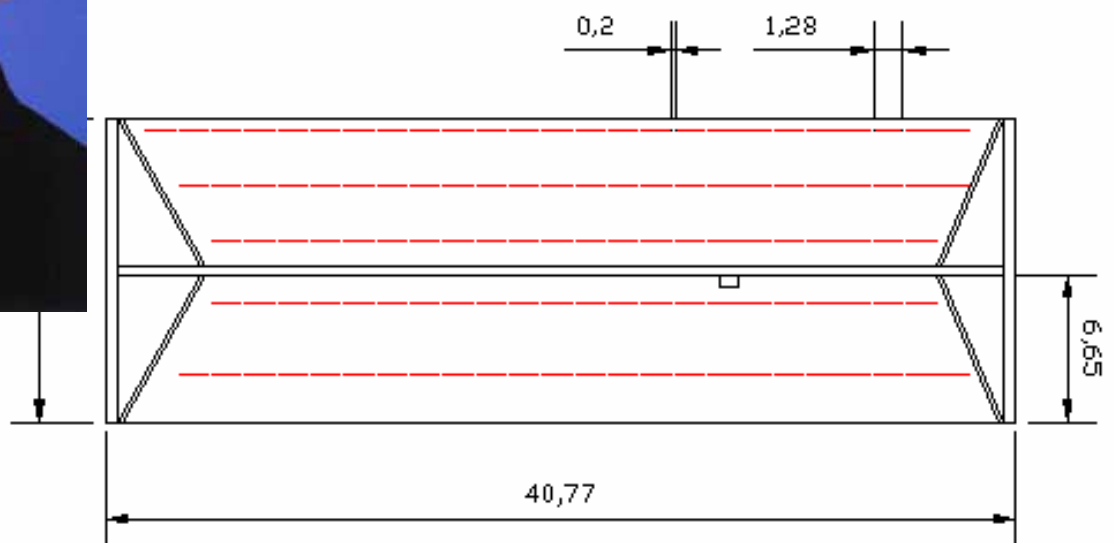
Datum des Kolloquiums: 13. August 2003

Studienrichtung: Kommunal und Umwelttechnik / Energieversorgung
Laborbereich: Labor für Energieversorgung und Energiewirtschaft

Die Diplomarbeit hatte die Planung und Projektierung einer Photovoltaikanlage auf einem Kirchendach im Bistum Essen zum Thema. Sie umfasste jedoch ebenso eine umfangreiche Darstellung zum aktuellen Stand der Technik in der Photovoltaik, sowie Ausblicke in die mögliche Zukunft der Solarzellentechnologie, allgemeine Betrachtungen zur Sonneneinstrahlung, zum Lichtspektrum und den verschiedenen Einflüssen auf diese. Hinzu kam eine Überprüfung der Anlagenwirtschaftlichkeit auf Basis von Anlagenkosten und der Ertragsprognose. Des Weiteren wurden selbstverständlich alle zur Finanzierung möglichen Fördermaßnahmen von Bund, Ländern und Kommunen betrachtet und in die Kostenplanung mit einbezogen. Das Kirchendach, auf dem die Anlage installiert werden sollte, bot mit seiner nutzbaren Gesamtfläche von etwa 240 m² viele Möglichkeiten der Anlagenvariation.



Näher betrachtet wurden dann 5 Varianten mit jeweils unterschiedlichen Leistungen (2,1; 5,25; 10,5; 20,5 kW). Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wurde die Varianten 3 (5,25 kW_p) oder Variante 2 (10,5 kW_p) empfohlen. Aus Gründen des Umweltschutzes und einer nachhaltigen Energieversorgung, wäre jedoch eine Realisierung der Anlagenvariante 1 mit 20,5 kW ideal.



Skizze des Kirchendaches mit der maximalen Anzahl an PV-Modulen

**38 Analyse und Optimierung einer solaren Brauchwasseranlage für ein Studentenwohnheim****Dipl.-Ing. (FH) André Andrasch**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Beisitzer:	Dr.-Ing. Jochen Dahm
Datum des Kolloquiums:	12. Februar 2004
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Heizungstechnik
In Kooperation mit:	Fa. Imtech

Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Imtech und dem Labor für Heizungstechnik erstellt. Im Zuge der Erneuerung der Heizungsanlage des Studentenwohnheims Steinfurt in der Stegerwaldstr. 27 wurden Brennwertkessel und eine Solaranlage zur Brauchwassererwärmung von der Firma Imtech installiert.

Das Studentenwohnheim hat mit seinen 214 Apartments einen Wärmeverbrauch von 200 MWh/a zur Warmwassererzeugung und einen jährlichen Heizwärmebedarf von 1000 MWh/a. Die Fa. Imtech erstellte eine planungsbegleitende Simulation der Anlage mit dem Programm TRNSYS auf der Grundlage eines angenommenen Zapfprofils und eines erwarteten Warmwasserverbrauchs zur Prognose des Ertrags der Solaranlage. Der erwartete, spezifische Jahresertrag der Solaranlage mit 50 und 62 MWh/a deckt ein Viertel des gesamten Wärmebedarfs zur Brauchwassererwärmung ab. Die unterschiedliche Belegungsrate des Studentenwohnheims und das Nutzerverhalten konnten bei der Planung nur abgeschätzt werden. Die Apartments sind zwar weitgehend ganzjährig vermietet, jedoch ist in den Monaten mit der meisten Sonnenstrahlung Juli, August und September eine Vielzahl der Studenten nicht anwesend.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde das Betriebsverhalten der Solaranlage und das Zapfverhalten der Bewohner messtechnisch erfasst. Die Messungen umfassten die Aufnahme der solaren Einstrahlung über den gesamten Messzeitraum, die Erfassung der Temperaturen und Volumenströme im Solar- und Verbraucherkreis sowie an den Wärmetauschern der Kreise. Die gemessenen Daten wurden den Daten und Ergebnissen der Simulation, die auf der Basis der Planungsgrundlagen beruhte gegenübergestellt. So konnte mit Hilfe der Messdaten das Simulationsmodell verifiziert und ein kalibriertes Simulationsmodell erstellt werden.

Die Auswertung der Messreihen bestätigten die angenommenen Leistungsdaten der Sonnenkollektoren mit geringfügigen Abstrichen und die Leistungsdaten der Wärmetauscher entsprechend der Spezifikationen der Hersteller.

39

Optimierung des Konzeptes einer mehrstufigen Kühlwasseranlage mit integrierter Erdreichsenke hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Produktionssicherheit**Dipl.-Ing. (FH) Christian Frye**
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Zander

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer: Dr.-Ing. Thorsten Späth

Datum des Kolloquiums: 16. Februar 2004

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Mess- und Regelungstechnik
In Kooperation mit: egeplast
Werner Strumann GmbH & Co. KG, Greven



Die Firma egeplast betreibt in Greven seit 2001 ein Kunststoffrohrwerk zur Produktion von Rohren aus Polyethylen. Seitdem die Kunststoffrohrproduktion an den neuen Standort verlegt wurde, musste das Unternehmen höhere Herstellungskosten feststellen. Die Gründe hierfür sollten durch mehrere Diplomarbeiten untersucht werden, um praktikable Konzepte zur Kostenminimierung zu finden. Untersucht wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit die mehrstufige Kühlwasseranlage. Das Ziel bestand in der Optimierung der Steuerung der verschiedenen Kühlkreisläufe, sowohl im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit als auch auf die Produktionssicherheit. Die Untersuchung der Systeme musste aus Gründen der Produktionssicherheit ohne Eingriff in die Hydraulik oder der Elektronik erfolgen. Das vorhandene Kühlkonzept basiert auf Umweltenergie und kombiniert verschiedene Kühlprinzipien die abhängig von den äußeren Bedingungen unterschiedlich effektiv und wirtschaftlich arbeiten.

Fußbodenheizung

Die Fußbodenheizung nutzt Prozesswärme zum Beheizen der Produktionshalle mit einer beheizten Fläche von ca. 17.000 m².

**Grundstückskühlkreis**

Der Grundstückskühlkreis besteht aus 25.000 m PE-HD-Rohr, welches die Prozesswärme auf einer Fläche von 26.000 m² an das Erdreich abgibt. Im Untersuchungszeitraum konnte eine Spitzenkühlleistung von bis zu 850 kW ermittelt werden.

Freiluftkühler 1 - 3

Die drei Freiluftkühler (Trockenkühltürme) verfügen über je 12 Ventilatoren und geben die Prozesswärme an die Außenluft ab.

Brunnenkühlkreis egeplast

Der Brunnenkühlkreis nutzt Grundwasser zur Abführung der Prozesswärme. Dieses wird aus einer Tiefe von 26 m drei Entnahmefrühen entnommen, über einen Wärmetauscher geleitet und mittels fünf Schluckbrunnen wieder dem Grundwasserträger zugeführt.

Durch die einzelnen Optimierungsmaßnahmen können die Kosten für die Kälteerzeugung von rund 54.000 € auf 23.000 € gesenkt werden. Zudem wird nun nach der Optimierung das Potential der Kühlsysteme vollständig genutzt. Die Fa. egeplast hat bereits Ende 2003 damit begonnen, einen Grossteil der Optimierungsmaßnahmen umzusetzen. In die Optimierungs- und Modernisierungsmaßnahmen investiert die Fa. egeplast rund 80.000 €.



40

Varianten zur Senkung der Energiekosten des Hotels Senger in Bramsche - Pente**Dipl.-Ing. (FH) Alexander Mertens**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers

Datum des Kolloquiums: 25. März 2004

Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Mess- und Regelungstechnik



Das Thema dieser Diplomarbeit war die Kostenoptimierung eines Hotels im Raum Osnabrück. Aufgrund der relativ hohen Energiekosten dieses Gebäudes sollte eine Analyse des Verbrauches und der dazugehörigen Kosten angefertigt werden. Da die Hotelbranche energetisch sehr unterschiedlich aufgeteilt ist, war ein Vergleich mit anderen Hotelgebäuden fast unmöglich. Die Branche erstreckt sich über Landgasthöfe, Pensionen, Frühstückshotels, Hotels mit reichhaltigem Gourmetbereich bis hin zum Luxushotel. Dies führte dazu, dass das Hotel Senger wirtschaftlich und energetisch genau betrachtet werden musste.

Ziel war es hierbei, dass dem Kunde eine Analyse des Energieverbrauches angefertigt wurde und dieser vier Optimierungsvarianten mit der jeweiligen Auswertung erhielt:

- Installation eines BHKW
- Integration einer Photovoltaikanlage
- Einbau eines Maximumwächters
- Verwendung einer Maximumampel

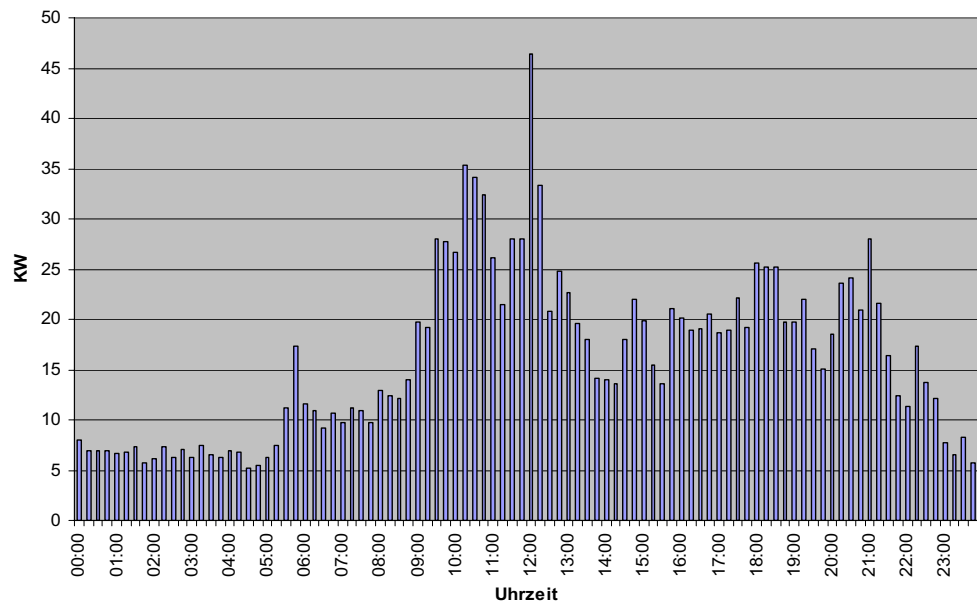
Ein zusätzlicher Bestandteil der Diplomarbeit war die messtechnische Aufnahme einer bereits vorhandenen Wärmerückgewinnung. Durch die entstehende Wärme der Kältemaschinen wurde über einen Wärmetauscher das im Hotel benötigte Warmwasser vorgewärmt. Der Eigentümer des Gebäudes erhielt durch die Berechnungen einen Überblick dieser Energienutzung und der daraus eingesparten Kosten.

Bei der energetischen Gesamtbetrachtung des Objektes stellte sich heraus, dass der größte Kostenfaktor im Strombereich lag. Als besonders Effektiv erwies sich daher der Maximumwächter, welcher dem Hotel eine kontinuierliche Überwachung und Regulierung des Strombedarfs bieten würde. Da der Energieverbrauch im Strombereich des Hotels nicht konstant war, wurde die elektrische Energie zwangsläufig starker Schwankungen unterworfen. Um den Anteil des Spitzenbedarfs zu erfassen, musste der Energieverbrauch vom Versorgungsunternehmer gewöhnlich in 15 Minutentakten gemessen werden. Hierbei wurden die höchsten Daten des Jahres in die Stromkostenrechnung mit einbezogen.

Daher wurde ein Konzept entworfen, wann und wo elektrische Geräte des Hotels bei hohem Energiebedarf weggeschaltet werden können. Somit bestand die Möglichkeit, den Anteil des Leistungspreises in der Stromrechnung zu senken.

Für mich war diese Diplomarbeit sehr interessant, da die einzelnen Varianten zur Optimierung auch in der Praxis von wichtiger Bedeutung sind. Besonders im elektrotechnischen Bereich konnte ich hinsichtlich der Energie-reduktion und Tarifpolitik an Fachwissen dazulernen.

Lastenprofil Senger, 14.11.02



Hotel Senger
Möglichkeiten zur Abschaltung von Geräten zur Senkung der Leistung
Vorraussetzung: Relais mit 5. Ausgängen
1. 5xWaschmaschinen werden bei einer Ausschaltzeit von ca. 7min gebündelt
2. Drei Kühlgeräte, Trockner und Warmhalteschrank werden zu einem Ausgang verbunden - Ausschaltzeit beträgt ebenfalls etwa 7 min
3. Friteuse und Grillplatte werden bei einer Ausschaltzeit von ca. 3,5min bebündelt
4. Kochkessel, Ausschaltzeit nach Absprache
5. 2x Backofen, Ausschaltzeit nach Absprache

Möglichkeiten zur Abschaltung von Geräten zur Senkung des Leistungspreises



41

Untersuchungen zur biologischen Sanierbarkeit eines kontaminierten Bodens

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Brun

Prüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Joachim Ronneburger
Datum des Kolloquiums:	05. September 2003
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Mikrobiologisches Labor
In Kooperation mit:	Industrie



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die Möglichkeiten zum Einsatz biologischer Sanierungsmethoden bei einem mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) verunreinigtem Boden untersucht.

Auf dem Gelände eines Industriebetriebes im Raum Hannover wurde eine Verschmutzung des Untergrundes bei Reparaturarbeiten an einer Rohrleitung festgestellt. Der Eigentümer des Grundstückes plant eine schonende Sanierung mit biologischen Methoden. Das Ergebnis der Arbeit sollte zeigen, ob die Sanierung des Schadens mit biologischen Methoden grundsätzlich möglich ist oder ob derartige Verfahrensweisen verworfen werden müssen. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Arbeit sollten die weiteren Schritte der Sanierung des Schadens geplant werden.

Die durchgeführten Laborversuche basierten auf Methodenempfehlungen der Organisation DECHEMA, welche in einem Programm zur Untersuchung der mikrobiologischen Sanierbarkeit zusammengefasst hat. Für die Bewertung gibt die DECHEMA drei Kriterien an, die der Boden erfüllen muss: Ausreichende Zellzahlen im Boden, eine genügende Stoffwechselaktivität der Organismen und deren Fähigkeit, die Kontamination abzubauen.

Während der Untersuchungen ergaben sich bei dem Versuch zur Bestimmung der Zellzahl im Boden bei den autochthonen Organismen ausreichend hohe Werte. Dadurch konnte eine hemmende Wirkung des Bodens ausgeschlossen werden. Schadstoffabbauende Bakterien wurden im Zuge dieser Analysen nur in geringer Anzahl und inaktivem Zustand nachgewiesen.

Anhand zweier unabhängiger Untersuchungen zur Atmungsaktivität konnte die ausreichende Stoffwechselaktivität der vorhandenen Mikroorganismen bestimmt werden. Die Versuche orientierten sich dabei zum einen an dem O_2 -Verbrauch und zum anderen an der CO_2 -Produktion.

Der Abbau der Schadstoffe wurde anhand deren Konzentration in der Bodenprobe vor Beginn und nach Beendigung des Versuches bestimmt. Dabei zeigte sich, dass die Organismen die Schadstoffe nur unter Zugabe von Nährstoffen abbauten, jedoch nicht in ausreichendem Maße. In einem parallel dazu durchgeführten Versuch zur Zellzahlbestimmung in den Bodenproben konnten zudem aktive Schadstoffabbauer festgestellt werden.

Mittels einer Siebung und Aufschlammung des Bodens wurde dessen Durchlässigkeit in bezug auf Luft und Wasser geprüft. Der aus der Siebkurve errechnete k_f -Wert lag unterhalb der für eine In-situ-Sanierung notwendigen Durchlässigkeit.

Bei der durchgeführten Analyse der Nährstoffe im Boden wurde Nitrat nur in geringen Mengen festgestellt. Phosphat konnte nicht nachgewiesen werden. Im Rahmen von zwei Untersuchungen zum toxischen Potential des Bodens wurde weder eine hemmende Wirkung gegenüber allochthonen Mikroorganismen nachgewiesen, noch konnte eine Toxizität gegen Pflanzen ermittelt werden.

Als Ergebnis dieser Arbeit konnte die mögliche Anwendung biologischer Sanierungsmethoden nicht ohne Einschränkungen bestätigt werden. Die Schadstoffe im Boden sind wahrscheinlich durch die Mikroorganismen abbaubar, jedoch sollten dem Boden Nährstoffe besonders Phosphat zugefügt werden, um den Abbau zu beschleunigen.

Aufgrund des geringen k_f -Wertes und des nachgewiesenermaßen heterogenen Bodenaufbaus kommt die biologische In-situ-Sanierung nur eingeschränkt in Betracht. Angesichts der niedrigen gemessenen Schadstoffkonzentrationen im Boden und des fehlenden toxischen Potentials ist diese nicht zwingend notwendig. Maßnahmen zur Beweissicherung der Unbedenklichkeit der Kontamination und die einfache Unterstützung des natürlichen Abbaus sind als Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen ausreichend.





42

Analyse und Bewertung des Nutzungsgrades eines Wärmeversorgungsnetzes der Bundeswehr

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Ausländer M.Sc.

Prüfer Beisitzer	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquium	27. Februar 2004
Masterstudiengang Laborbereich	Technisches Management 4.07 - Energietechnik
In Kooperation mit:	Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW



Im Rahmen einer Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verteidigung das Nahwärmeversorgungsnetz einer Kaserne in Nordrheinwestfalen untersucht. Ziel der Untersuchungen war es, Aussagen über den Nutzungsgrad des Wärmeverteilnetzes zu erhalten.

Die Wirtschaftlichkeit einer Nahwärmeversorgung hängt vom Nutzungsgrad des Nahwärmenetzes ab. Dieser Nutzungsgrad beschreibt für einen Betrachtungszeitraum das Verhältnis der in die Gebäude eingespeisten Wärme zur Wärme, die am Heizwerk ins Nahwärmenetz eingebracht wird. Sinnvoll ist die Festlegung eines Betrachtungszeitraumes von einem Jahr. Hieraus ergibt sich der Jahresnutzungsgrad.

Um den Jahresnutzungsgrad des Nahwärmenetzes der Kaserne zu ermitteln und Aussagen über den Nutzungsgrad bei unterschiedlichen Witterungsperioden und Jahreszeiten machen zu können, ist die kontinuierliche Erfassung der Wärmemengen, die aus dem Heizwerk ins Netz und vom Netz in die Gebäude eingespeist werden, für die Zeitspanne von einem Jahr sinnvoll. Zu diesem Zweck wurden über einen Zeitraum von fast drei Jahren die Einspeisung und Abnahmen protokolliert.

Aufgrund divergierender Werte musste zur Bestimmung der Wirkungsgrade sowohl eine Fehleranalyse und -bewertung der Datensätze, als auch eine umfangreiche Filterung der Messwerte erfolgen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse ließen es nicht direkt zu, den Jahresnutzungsgrad zu bestimmen.

Deshalb wurden durch Korrelation der Messwerte mit Daten aus vorhergehenden Messkampagnen die Heizwärmeabnahmen der einzelnen Gebäude ermittelt und mittels einer Tendenzfunktion die vereinfachenden Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung des Netzwirkungsgrades in Bezug zur Außentemperatur.

Dabei wurde ersichtlich, dass die beiden Netzstränge aufgrund der zu geringen Anschlussdichten weit von einem optimalen Betrieb entfernt sind. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse können jetzt bei zukünftigen Umbaumaßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung eingesetzt werden.

43

Energieoptimierung durch Überdruckklimatisierung in einem Wartebereich des Terminal 1 am Flughafen München**Dipl.-Ing. (FH) Holger Säuberlich**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth
Beisitzer:	Dipl.-Ing.(FH) Peter Färber
Datum des Kolloquiums:	09. März 2004
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Flughafen München GmbH



Es ist immer wieder interessant zu sehen, welche Energieeinsparungen umzusetzen sind. Dabei ist doch anzunehmen, dass Gebäude, die noch nicht so alt sind, auf einem gehobenen Niveau der Energieeinsparungen liegen sollten.

Dem Flughafen München wurde ein komplettes System zur Energie- und somit Kosteneinsparung einer Fremdfirma vorgestellt. Nun stellte sich die Frage, ob dieses die Versprechungen erfüllt und eine Investition sinnvoll ist. Aufgrund zeitlicher Beschränkungen wurde ein Paralleltest mit dem installierten System und dem neuen System durchgeführt. Äußerliche Einflussgrößen wie Personenzahlen, Sonneneinstrahlung, Raumbeschaffenheit etc. waren in beiden Fällen gleich, so dass ein Vergleich ohne weiteres möglich war. Das neue System besteht aus zwei Schwerpunkten:

Mit einem definierten und geregelten Überdruck im Raum soll eine ungerichtete Strömung erzielt werden, mit der eine bessere Durchmischung der Raumluft mit der Zuluft erreicht werden soll (Stichworte Temperatur- und Schadstoffinseln, Fallkälte, Kurzschlüsse etc.).

Mit einer optimierten Regelungsstrategie sollen Fehlschaltungen vermieden bzw. sinnvolles Regeln in Bezug auf die Gegebenheiten Innen/Außen geschaffen werden.

Die Tabelle auf der folgenden Seite stellt die ermittelten Einsparungen des neuen Systems gegenüber dem alten dar. Außer den Energiemengen wurden auch Messungen zur Behaglichkeit in den Räumen durchgeführt, da diese weiterhin gewährleistet werden soll. Die Arbeit zeigt ausführlich eine fast identische Behaglichkeit in beiden Fällen. Die Einsparungen wurden erzielt durch die Kombination beider oben erwähnter Punkte. Eine Ermittlung, welches Einsparpotential die einzelnen Punkte für sich allein ergeben, wurde nicht durchgeführt.

Festgestellt wurde außerdem ein schon im alten System eingestellter, allerdings unregelter, Überdruck im gesamten Gebäude. Dieser hat die etwaigen Einsparpotentiale des Punktes 1 beeinflusst.

Schwerpunkt der Einsparungen ist eine dauerhaft zu hoch eingestellte Zuluftmenge im alten System, welche auch zusätzliche Heiz- und Kühlkosten nach sich zieht.



Einzeleinsparungen C zu D

Datum	Heizung	Kälte	Zuluft	Abluft	Gesamt in Euro
	in kWh in Euro in %	in kWh in Euro in %	in kWh in Euro in %	in kWh in Euro in %	
22.9.-5.10.	8646	2704	903	4044	16297
	329	162	72	324	887
	95	21	9	65	
6.10.-19.10.	1802	-4162	1075	3000	1715
	68	-250	86	240	144
	23	-191	16	79	
20.10.-2.11.	9515	-593	1826	5012	15760
	362	-36	146	401	873
	91	-44	12	76	
3.11.-16.11	8030	-227	6839	7164	21806
	305	-14	547	573	1412
	96	-23	35	82	
17.11.-30.11.	13167	245	6839	7164	27415
	500	15	547	573	1635
	82	15 keine Daten vorhanden			
1.12.-14.12.	19066	1023	21693	15930	57712
	725	61	1676	1207	3669
	91	89	69	82	
15.12.-28.12.	24695	603	19320	13864	58482
	938	36	1579	1109	3663
	84	49	67	78	
29.12.-11.1.	21350	102	18737	13739	53928
	811	6	1499	1099	3415
	84	7	67	81	
12.1.-25.1.	16435	-7	12138	8070	36636
	625	0	971	646	2241
	76	-1	59	57	
Gesamt:	122706	-312	88467	73943	284804
	4663	-19	7123	6171	17939
Gesamt: ab 3.11.03	102743	1739	85566	65931	255979
	3904	104	6819	5207	16035

44

Sanierung des Zirkulationssystems im St. Johannes-Hospital in Neheim**Dipl.-Ing. (FH) Raimund Peters**
Dipl.-Ing. (FH) Rainer Pennekamp

Prüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums	30. April 2004
Studienrichtung Laborbereich	Technische Gebäudeausrüstung 4.07 – Computergestützte Planung
In Kooperation mit:	Ingenieur GmbH Schmidt & Willmes, Arnsberg St. Johannes-Hospital, Neheim



Die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit war die Sanierung eines mit Legionellen verkeimten Warmwasserversorgungssystems im St. Johannes-Hospital in Neheim. Durch eine Ermittlung des Istzustandes, der Erarbeitung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen und einer anschließenden Erfolgskontrolle konnte aufgezeigt werden, dass die Sanierung eines Zirkulationssystems auch in einem Altbau problemlos möglich ist.

Grundlage der durchgeführten Sanierung waren die Methoden der DVGW-Arbeitsblätter W 551 – W 553 zur Verminderung des Legionellenwachstums in Trinkwasserinstallationen, die im vorliegenden Fall als „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ angesehen werden müssen.

Die DVGW-Arbeitsblätter unterscheiden nach betriebs-, bau- und verfahrenstechnischen Maßnahmen. Grundlage für alle durchzuführenden Maßnahmen ist zunächst eine detaillierte Bestandsaufnahme des gesamten Warmwasserversorgungsnetzes. Dazu gehört neben der Messung von Temperaturen und Zirkulationsvolumenströmen an exponierten Stellen eine erste Bewertung der im System wirkenden Zirkulationspumpen.



Mit den ersten messtechnischen Untersuchungen zeigte sich schnell, dass zwar eine Vielzahl von Pumpen eingebaut wurden, die aber völlig unzureichend für das System arbeiteten.

Allein der Ausbau aller Pumpen aus dem Netz und der Einsatz einer zuvor ermittelten Pumpe vom Typ WILO Z 50 als zentrale Zirkulationspumpe am Wärmetauscher, führte zu einer deutlichen Verbesserung der Gesamtsituation. Der Ausbau überflüssiger Pumpen und die Positionierung einer zentralen Pumpe als bautechnische Maßnahme waren Grundlage für die erfolgreiche Sanierung, denn im Endeffekt bestimmt die Pumpe den zur Verfügung stehenden Volumenstrom und die dadurch zu erwartenden Temperaturen im Netz.

Um möglichst viel wirksame Pumpendruckdifferenz für die Überwindung von Strömungsverlusten im Rohrleitungssystem zur Verfügung zu stellen, war es weiterhin notwendig, Einbauten mit großem Druckverlust, wie Rückflussverhinderer, KVR-Ventile, Tacco-Setter u. ä. konsequent aus dem Kreislaufsystem zu entfernen. Nach Möglichkeit sollten auch die Durchmesser in den Teilstrecken geändert werden, die eindeutig zu klein für das Rohrleitungssystem ausgelegt worden waren, um die Druckverluste hier so gering wie möglich zu halten.

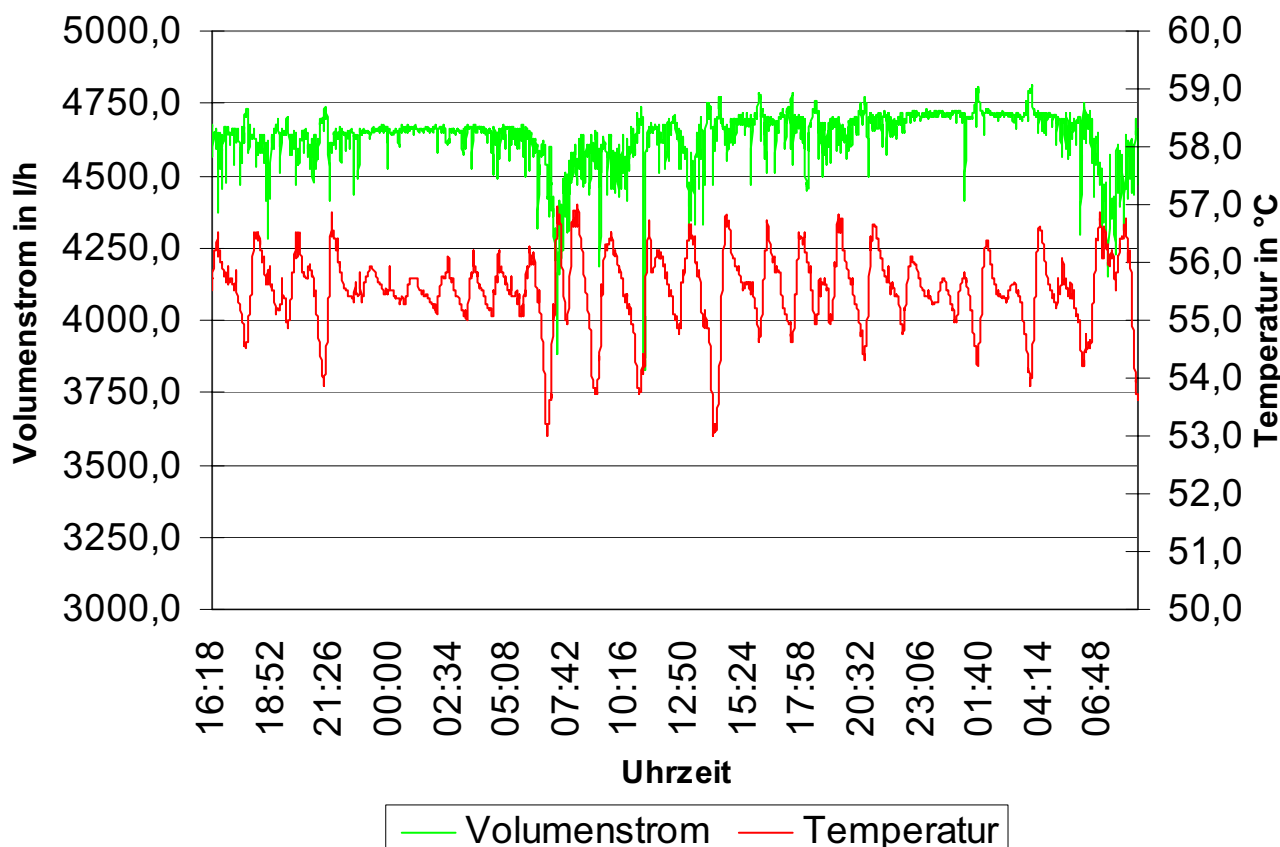


Unerlässlich war auch die Einregulierung des Zirkulationssystems mittels Reguliertechnik, denn nur so konnten überall die Volumenströme sichergestellt werden, die zur Temperaturhaltung in den vorgegebenen Grenzen der DVGW-Arbeitsblätter notwendig sind. Fraglich ist aber weiterhin, ob statische Regulierventile dauerhaft für dieses System geeignet sind, denn durch Änderungen in der Hydraulik können Volumenströme und dadurch die Temperaturen nicht abgefangen werden. In solchen Fällen bieten sich thermostatische Regulierventile an, die sich veränderten Gegebenheiten im Betrieb besser anpassen können und die jeweiligen Zirkulationsvolumenströme auf das Minimum begrenzen, das zur Temperaturhaltung gerade noch notwendig ist.

Die Abschlussmessungen haben gezeigt, dass aus einem Trinkwasserversorgungssystem, das nicht im Rahmen der „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ betrieben werden konnte, durch systemtechnisches Handeln wieder ein funktionierendes System geworden ist. Außer am Sammler „Alte Zentrale“ an dem zusätzlich noch der Sammler „Westflügel“ aufgeschaltet ist, konnten überall wieder Systemtemperaturen von über 55 °C dauerhaft hergestellt werden.

Das untere Bild zeigt die Messergebnisse für den Hauptverteiler „Zentrale Neu“ zum Wärmetauscher mit einem gesamten Volumenstrom von ca. 4600 l/h und einer mittleren Temperatur von etwa 55,5 °C.

Messung Hauptverteiler Zum Wärmetauscher, 24.-26.03.2004



Ökologische und ökonomische Betrachtung der energetischen Verwertung von Stroh und Getreide**Dipl.-Ing. (FH) Christian Muhmann M.Sc.**

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Beisitzer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums:	23. April 2004
Masterstudiengang:	Technisches Management
Laborbereich:	Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Die Masterarbeit soll einen Einblick in die Möglichkeiten von nachwachsenden Rohstoffen im Bereich der Energieerzeugung mit Biomasse als Regelbrennstoff geben. Als Brennstoffe wurden das Getreidestroh und -korn sowie strohähnliches Halmgut als Getreideganzpflanze betrachtet.

Der Aufbau der Masterarbeit beginnt mit der Argumentation auf Grundlage von ethischen, ökologischen und ökonomischen sowie sozial-politischen Gesichtspunkten. Weiterhin sind Vorteile und Nachteile der verschiedenen Brennstoffarten aus Stroh und Getreide wie z.B. die Halmgutverdichtung zu Strohbricketts oder -pellets untersucht worden. Es wurden Energiebilanzen zwischen fossilen und nachwachsenden Brennstoffen auf Grundlage von Preisvergleichen bei den einzelnen Brennstoffarten sowie verschiedene Kostenvergleiche unterschiedlicher Heizwerke erstellt. Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden außerdem rechtsverbindliche Vertragsvordrucke für Brennstofflieferung und Projektförderung mit dazugehöriger Herstellererklärung entwickelt. Ein weiteres wichtiges Kapitel ist die Anlagentechnik zur Biomassenutzung von Halmgut als Regelbrennstoff. Es wurde auf die einzelnen Anlagenbereiche wie Brennstofflagerung, Beschickung, Heizkessel und Regelungstechnik detailliert eingegangen. Ein wichtiger Bereich in diesem Kapitel nimmt die Ascheaustragung bzw. -zusammensetzung und die Abgasanlage mit Rauchgasfilterung ein. Bei der Rauchgasfilterung wurde auf die beiden bekanntesten Verfahren mit Metall- und Elektrofilter eingegangen. Die Masterarbeit beschreibt den geschlossenen Kohlenstoffkreislauf und geht zudem auf die Definitionen der Emissionsgrenzwerte nach der Bundesimmissionsschutzverordnung und der darauf aufbauenden technischen Anleitung für Luft ein. In diesem Zusammenhang wurden Grafiken für die umweltbelastenden Inhaltsstoffe wie z.B. Ascheanfall, Staubgehalt und Geruch erstellt. Außerdem zeigt diese Arbeit Lösungsansätze zur Behandlung der problematischen Inhaltsstoffe auf. Wichtig ist auch das Genehmigungsverfahren zum Aufbau und Betrieb solcher Heizwerke, da sie in Deutschland eine absolute Ausnahme bilden.

Diese Arbeit zeigt die Möglichkeiten bzw. Perspektiven solcher Anlagen in den nächsten Jahren in Deutschland auf. Das Vorbild für eine Wärmeerzeugung mit Halmgut zum Brennstoffeinsatz kommt aus Dänemark, hier gibt es Strohheizungsanlagen bereits seit 30 Jahren.

Das Planungsbeispiel in dieser Masterarbeit befasst sich mit einer Heizkesselanlage die von einer dänischen Herstellerfirma entwickelt wurde. Auch fotografisches Material ist Bestandteil dieser Arbeit um ein Vorstellungsvermögen für diese Anlagentechnik mit den einzelnen Komponenten zu bekommen. Ein Stichwortverzeichnis zur Erklärung der wichtigsten Begriffe rundet diese Arbeit ab.



Strohballentransport und Strohballenauflöser



Strohkessel

