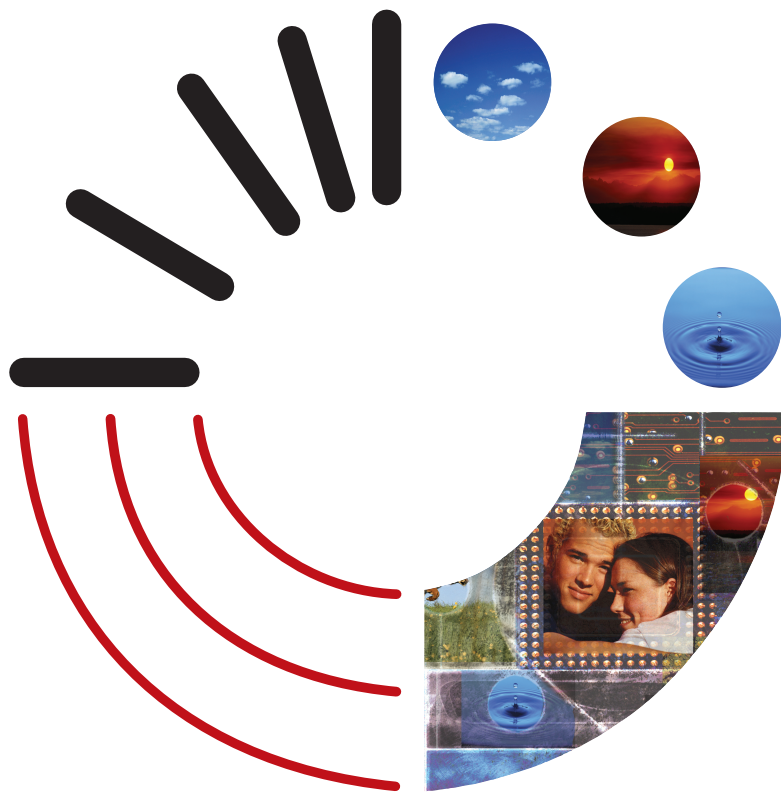


Akademisches Jahrbuch 2009 / 2010



Fachbereich
Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences



Vorwort



Die Tätigkeit als Ingenieurin oder Ingenieur gehört nach wie vor zu den angesehensten Berufsbildern in unserer Gesellschaft.

Am Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt der Fachhochschule Münster werden Ingenieurinnen und Ingenieure für den hohen Anspruch an ihre berufliche Tätigkeit umfassend und qualitativ hochwertig ausgebildet.

Die nachfolgenden Kurzfassungen der Abschlussarbeiten belegen auf eindrucksvolle Weise, wie breit das Arbeitsgebiet in den Bereichen der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik am Fachbereich angelegt ist. Die hohe Qualität der Arbeiten wird durch die besondere fachliche Tiefe und die Affinität zu Forschungs- und Entwicklungsprojekten in vielen Bereichen deutlich. Gerade in den dargestellten Bereichen haben sich in den letzten Jahren die Anforderungen deutlich erhöht. Spätestens nach den letzten Berichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist deutlich geworden, dass neben der zunehmenden Verknappung fossiler Energieträger auch die Änderung des Klimas eine bedeutende Rolle für technologische Neuerungen spielt, die inzwischen in den praktischen Alltag unserer Ingenieurinnen und Ingenieure Einzug gehalten haben. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund gibt es eine neue Motivation für viele Abiturientinnen und Abiturienten sich der Herausforderung eines zukunftsorientierten Studienganges zu stellen und mit dem Abschluss des Studiums die Grundlage für einen erfolgreichen Berufs- und Lebensweg zu legen. Kaum ein anderer Beruf bietet eine derartige Vielfalt an Berufsperspektiven und Entwicklungsmöglichkeiten und so können die Absolventinnen und Absolventen des Fachbereichs in einem hochinteressanten Umfeld agieren.

In diesem Sinne wünsche ich allen, die heute ihr Abschlusszeugnis als Ingenieurin oder Ingenieur in den Händen halten, dass Sie positiv in die Zukunft blicken, aber auch gerne an die Zeit an diesem Fachbereich zurückdenken und dass Sie es auch nicht versäumen von Zeit zu Zeit bei den Absolvententreffen von ihrem beruflichen Werdegang berichten. Als Dekan des Fachbereiches ist es für mich ein besonderes Erlebnis – wenn auch nach Jahren oder sogar Jahrzehnten – gewachsene Freundschaften und vielfältig erwiesene Partnerschaften auf der Grundlage eines gemeinsamen Studiums in Steinfurt zustande gekommen sind und sich in Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder täglicher beruflicher Arbeit beweisen.

In vielen dieser Projekte und Arbeiten geht es darum, einen Beitrag zu leisten um die fossilen Energieträger zu schützen, die Effizienzen im Bereich der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik zu erhöhen und die Regenerative Energieerzeugung zu stärken.

Ich wünsche Ihnen viel Freude und Erfolg bei der Ausübung Ihres anspruchsvollen, aber auch erfüllenden Berufes als Ingenieurin oder Ingenieur.

Steinfurt im Mai 2010

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'C. Wetter'.

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter, Dekan

© 2010 Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Lektorat und Satz: Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Verzeichnis der Abschlussarbeiten

1	Entwicklung eines Leitfadens zur energetischen Sanierung von Schulen Dipl.-Ing. Nicole Aben M.Eng.	13
2	Inbetriebnahme einer Wärmepumpe und eines Pelletkessels an einem Laborprüfstand Dipl.-Ing. Mustafa Atalay	15
3	Optimierung einer Pulverkohledosierung zur Entfernung von organischen Spurenstoffen bei der Trinkwasseraufbereitung Kerstin Baade B.Eng.	16
4	CO ₂ -neutrale Dampferzeugung mithilfe eines mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerkes für die dezentrale Bioethanolproduktion Daniel Baumkötter B.Eng.	18
5	Energieeffizienz für das Industriekraftwerk der Erdöl-Raffinerie Emsland Dipl.-Ing. Benedikt Beckmann M. Eng.	20
6	Erstellen einer technischen und wirtschaftlichen Bewertung von verfügbaren Absorberbeschichtungen für solarthermische Kollektoren Alexander Beer B.Eng.	22
7	Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Klein-BHKW in der technischen Gebäudeausrüstung Henning Benkhoff B.Eng.	24
8	Energetische Optimierung der Schwimmhalle Wettringen Dipl.-Ing. Sonja Benneker	26
9	Laboruntersuchung von Raumabsorbern Thomas Bischof B.Eng.	27
10	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von verschiedenen Anlagenkonfigurationen bei Kaskadenschaltung von Wärmepumpe und Brennwertkessel Sebastian Bogatzki B.Eng.	28
11	Entwicklung eines Sanierungskonzeptes für das Warmwasser- Zirkulationssystem in einem Krankenhaus Dipl.-Ing. Claus Böse Dipl.-Ing. Boris Sarkoski	29
12	Auslegungskriterien für Türluftschleier Dipl.-Ing. Vitalij Brill M.Eng.	31
13	Potenzialstudie zur energetischen Optimierung der Ludgerus- und Albert- Schweitzer Sporthalle in Wettringen durch Simulationsrechnungen Dietmar Bröker M.A. M.Eng.	32
14	Wärmerückgewinnung an einer Mitteldestillatentschwefelung Dipl.-Ing. Alexander Bruns M. Eng.	34
15	Basis-Kalkulation eines Wärme-Contractingvertrages für eine KWK-Anlage Michael Buller B.Eng.	35
16	Wirtschaftlichkeitsberechnung und Energieeffizienzbetrachtung einer KWK- Anlage in einem Schulzentrum Detlev Büschen B.Eng.	37
17	Auslegung einer Anlage zur Enthärtung eines Quellwassers mittels Nanofiltration Dipl.-Ing. Andreas Buslowski	38
18	Überprüfung und Optimierung eines zentralen Odoriersystems Christian Effing B.Eng.	39

19	Optimierung der Energieerzeugungsanlage eines Schulgebäudes Dipl.-Ing. Benjamin Ehmann	41
20	Wirtschaftliche Optimierung von Laufwasserkraftanlagen durch Netzdienstleistungen und Fahrplanmanagement Kevin Erdelkamp B.Eng.	43
21	Energieeffizienter, rationeller Energieeinsatz in einem Industrieunternehmen Alexander Fast B.Eng.	45
22	Energieautarkität eines Einfamilienhauses Dipl.-Ing. Eugen Ferber	47
23	Entwicklung eines Versorgungskonzeptes für einen Wohnkomplex mehrerer Wohngebäude Dipl.-Ing. Hendrik Focke M.Eng.	48
24	Konzepterstellung zur Fertigungsendprüfung einer Mikro-KWK-Anlage Dipl.-Ing. Mathias Förster	50
25	Vergleichende Untersuchung zur Ermittlung von Spüldaten mit unterschiedlichen Filterdurchmessern Dipl.-Ing. Sven Gabbert Dipl.-Ing. Dirk Jürgens	52
26	Energieversorgung der Hertener Wohnsiedlung „sonne+“ unter Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung Anatolij Genz B.Eng.	54
27	Experimentelle Untersuchung eines Latentwärmespeichers zur Steigerung der Energieeffizienz von dezentralen Klimaanlage Dipl.-Ing. Jochen Glaab	56
28	Untersuchung schalltechnischer Eigenschaften von Luftdurchlässen im Hinblick auf die Bestimmung der Schalleistung nach DIN EN ISO 5135 und des Durchgangsdämpfungsmaßes nach DIN EN ISO 7235 Dipl.-Ing. Karsten Glüpker	58
29	Energierückgewinnung mittels einer Entspannungsmaschine im Kraftwerk Emsland (KEM) der RWE Power AG Dipl.-Ing. Hendrik Greskamp	60
30	Anlagensimulation mittels EnergyPlus am Beispiel eines Kühldeckensystems Dipl.-Ing. Norman Gretzke	62
31	Erstellung eines Gebäudeenergiekonzeptes für das Dienstgebäude BLB NRW Münster Dipl.-Ing. Stefan Große-Festert	63
32	Steigerung der Energieeffizienz einer Sole/Wasser-Wärmepumpe durch die Kopplung mit einer solarthermischen Anlage zur Regenerierung der Wärmequelle Dipl.-Ing. Björn Güldenarm	64
33	Optimierungsmöglichkeiten bei der Abbildung eines Gebäudes in der thermischen Gebäudesimulation Dipl.-Ing. Arch. Merle Günedler M.Eng.	66
34	Machbarkeitsstudie eines Hybrid-Heizgerätes bestehend aus einem bodenstehenden Heizkessel und einer Luft/Wasser-Wärmepumpe Dominik Hainke B.Eng.	68
35	Planung und Erneuerung einer Trinkwasserleitung für die Wasserversorgung Beckum GmbH Dipl.-Ing. Philipp Hansen	69
36	Experimentelle Untersuchungen interner Wärmeübertrager im Wärmespeicher	

	Dipl.-Ing. Marco Hartinger	71
37	Energetische, ökologische und energiewirtschaftliche Optimierung eines Autohofes durch Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpentechnologie Dipl.-Ing. Christoph Hartmann M.Eng.	72
38	Energieeffizienz von Warmluftzeugern/Heizsystemen der Firma nordluft unter Einbeziehung der Energieeinsparverordnung - EnEV 2009 und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG Dipl.-Ing. Olaf Havermann	74
39	Planung einer Klimaanlage Roman Helmel B.Eng.	76
40	Energetische Optimierung des Kreiskirchenamtes Steinfurt Dipl.-Ing. Axel Helmig	77
41	Wirtschaftliche Energieeinsparpotenziale in bestehenden Fertigungshallenstrukturen Dipl.-Ing. Andreas Henkel	78
42	Energetische Optimierung eines Verlagshauses mit Druckerei und Verwaltung Dipl.-Ing. Arnd Henkelmann M.Sc.	80
43	Energetische Optimierung raumlufttechnischer Anlagen von Bürogebäuden Sebastian Hiepler B.Eng.	82
44	Experimentelle Untersuchung zum Luftauswahlverfahren eines Lüftungsgerätes zur energetischen Optimierung der indirekten Verdunstungskühlung Dipl.-Ing. Daniel Hocke	84
45	Geräuschreduktion bei Ventilatoren durch den Einsatz von Active Noise Control (ANC) Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck	86
46	Energetische und wirtschaftliche Betrachtung einer vierzügigen Grundschule – Variantenvergleich zwischen EnEV-Standard und Passivbauweise Daniel Hollmer B.Eng.	87
47	Einsatz der UV-Oxidation zur Aufbereitung stark komplexhaltiger galvanischer Abwässer Dipl.-Ing. Alexander Hülsken	88
48	Wirtschaftlichkeitsvergleich eines Mini-BHKW mit einem Brennwertgerät mit Solaranlage und einer Wärmepumpe Christoph Jungk B.Eng.	90
49	Messtechnische Untersuchung einer Klimawand Dipl.-Ing. Jan Henrik Kaltenbach	92
50	Erstellung eines energieeffizienten heizungstechnischen Konzepts für das Marienhospital Arnsberg Dipl.-Ing. Roger Kampmann	94
51	Energieeinsparpotenzial durch hydraulischen Abgleich der Lufterhitzer in den Werkhallen der Firma Rheinzink GmbH & Co. KG Dipl.-Ing. Gregor Kania M.Eng.	96
52	Energieeffizienz von Abwasserreinigungsanlagen Hannes Keck B.Eng.	98
53	Stromgestehungskostenvergleich Onshore und Offshore Windkraftanlagen Dipl.-Ing. Magdalena Kellers M.Eng.	100
54	Entwicklung eines Berechnungsprogramms zur Auslegung von Kühldeckensystemen	

	Timo Kirchhoff B.Eng.	101
55	Darstellung und Simulation eines Gas- und Dampfkraftwerks und eines Kohlekraftwerks in vier Schaltungsvarianten Daniel Hambrock B.Eng. Sergej Klassen B.Eng.	102
56	Auslegung einer Geothermieanlage zur Klimatisierung eines Wohngebäudes Eva Kleemann B.Eng.	104
57	Entwicklung von Lüftungs- und Heizungskonzepten für einen Turnhallenneubau Eugen Klein B.Eng.	106
58	Entwicklung einer Vorgehensweise für die Planung von Vakuumbandtrocknern unter besonderer Berücksichtigung des Primärenergieeinsatzes Dipl.-Ing. Franz Knemeyer	108
59	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Wärmeversorgung der Kurkliniken im erweiterten Kurgebiet von Bad Oeynhausen unter Berücksichtigung von verschiedenen Versorgungsvarianten Dipl.-Ing. Christoph Kohlhas	110
60	Sicherung der Raumluftqualität in Klassenräumen durch kontrolliertes Lüften Dipl.-Ing. Mario Korbicki	112
61	Entwicklung eines Ablaufplanes für einen Gasqualitätswechsel von L-Erdgas auf H-Erdgas in Gasversorgungsnetzen Dipl.-Ing. Christoph Kuhlemann	114
62	Energetische Optimierung eines Industrieunternehmens: Einsatz einer Blockheizkraftwerksanlage im effizienten KWK-Betrieb sowie die energetische Bewertung der vorhandenen Anlage Dipl.-Ing. Ralf Landwehr	115
63	Erstellung eines Projektierungstools für Decken- und Wandflächentemperierungssysteme Dipl.-WirtschaftsIng. Martin Lange M.Eng.	116
64	Messtechnische Untersuchung eines Bodenkonvektorsystems Dipl.-Ing. Rebekka Leisner	117
65	Technisches Management von der Verfahrensauslegung bis zur Inbetriebnahme eines Wärmeübertragers Dipl.-Ing. Michael Lesker M.Eng.	118
66	Einsatz von kostengünstigen Aktivkohlen zur weitergehenden Reinigung von industriellem Abwasser Dipl.-Ing. Astrid Linnenlücke	119
67	Erarbeitung von Vorschlägen zur Optimierung der Heizwärmeversorgung eines Wohn- und Geschäftshauses Dipl.-Ing. Christian Munk	121
68	Der Einfluss der Bauschutzzusammensetzung auf die elektrische Leitfähigkeit. Dipl.-Ing. Maxim Nejaskin	123
69	Optimierung des Kältesystems im Druckhaus der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung in Essen Dipl.-Ing. Volker Niehues	124
70	Simulation des Energiebedarfs eines Einfamilienhauses mit dem Ziel der Effizienzsteigerung Daniel Olling B.Eng.	126
71	Renewables Obligation Certificates in der Energiewirtschaft Dennis Overdick B.Eng.	128

72	Konzeption und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer BHKW-Anlage zur Nutzung von Grubengas Veit Pelkmann B.Eng.	130
73	Konzeptstudie zur Errichtung von Kleinbiogasanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben Dipl.-Ing. Dominik Pietroschek	132
74	Untersuchung und Optimierung der wärme- und kältetechnischen Anlage der Firma Hoberg & Driesch in Düsseldorf Dipl.-Ing. Daniel Plath	134
75	Konzepterstellung einer thermisch aktiven Wand mit Lüftungsfunktion Dipl.-Ing. Matthias Plugge	136
76	Optimierung der Regelungstechnik zur Klimatisierung des „ZentrumZukunft“ Patrick Pohl B.Eng.	137
77	Planung zur Erneuerung der Niederspannungshauptverteilung der Clemenshospital GmbH in Münster im laufenden Betrieb in den Leistungsphasen 1 bis 6 Dipl.-Ing. Stefan Probst	139
78	Optimieren der Dampfnetzwärmedämmung im Chemiepark Marl Mathias Punsmann M.Eng.	140
79	Development of a tailor made Computer Program to carry out Stress Calculations based on ASME RTP-1-2007 Dipl.-Ing. Philipp Raichle	142
80	Messtechnische Untersuchung an einem Latentspeichersystem Dipl.-Ing. Jens Risse	144
81	Thermodynamische Simulation eines Steinkohlekraftwerks mit Dampfturbine im Kondensationsbetrieb Dipl.-Ing. Daniel Rose	146
82	Wärmepumpen mit kombinierten Wärmeabsorberelementen - Grundlagenermittlung und Potenzialabschätzung Dipl.-Ing. Sven Rose M.Eng.	147
83	Betrachtung zur Umweltverträglichkeit von Schaummitteln im Übungs- und Einsatzdienst der Feuerwehr Münster Dipl.-Ing. Tobias Rotert	149
84	Möglichkeiten zur verfahrenstechnischen Optimierung der Kläranlage Belm Mathias Rottmann B.Eng.	151
85	Integration eines ORC-Abwärmekraftwerkes in eine Erdgasverdichterstation Dipl.-Ing. Fabian Ruppert M.Eng.	153
86	Gärpotenzialbestimmungen zur Optimierung von Biogasanlagen Dipl.-Ing. Timo Sandmann	155
87	Theoretischer und praktischer Beweis zur energetischen Funktionsweise einer trivalenten HAST-AKKU® Legioex Anlage Dipl.-Ing. Dirk Seeger M.Sc.	157
88	Untersuchungen zur Keimabtötung im Brauchwasser eines Unternehmens der Papierindustrie Dipl.-Ing. Jonas Schinke	159
89	Hydrodynamische und hydroakustische Grundlagen von Akustikfiltern in Sanitärarmaturen Dipl.-Ing. Thomas Schmidtke	161
90	Optimierung einer Abwasserreinigungsanlage mit Hilfe von Fuzzylogik	

	Dipl.-Ing. Jens Schoppe	163
91	Kriterien für die zustandsorientierte Instandhaltung von Gas-Transportleitungen in Anlehnung an die Technische Regel DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 Dipl.-Ing. Benedikt Schürmann	165
92	Neuentwicklung, Versuchsaufbau und Vorbereitung der Markteinführung eines wärmegeprägten und temperaturbeständigen Solaranlagen-Anschlussrohres zum Transport von Wasser oder Wasser-Glykol Gemischen zwischen Solarkollektor und Wärmespeicher. Dipl.-Ing. Thomas Schütte M.Eng.	167
93	Untersuchung der Möglichkeit zur Biogaserzeugung durch Verwertung von Reststoffen aus der Textilindustrie Dipl.-Ing. Janina Sarah Senner M.Eng.	169
94	Vergleich zwischen mono- und bivalenter Energieversorgung anhand der ehemaligen Bonifatiuskirche Münster Dipl.-Ing. Mirko Starke	171
95	Akustische Untersuchungen an raumluftechnischen Komponenten Dipl.-Ing. Jörg Stegemann	172
96	Nutzung von Reststoffen aus der Textilveredelung zur Biogasnutzung Lars Stockmann B.Eng.	174
97	Untersuchung der kälte- und klimatechnischen Anlage der Grafenberger Höfe Janosch Stücker B.Eng.	176
98	Wirtschaftlichkeit von Wärmerückgewinnung in zentralen Lüftungsgeräten für Verbrauchermärkte Dipl.-Ing. Sandra Terbrack M.Eng.	178
99	Die Prallkraft als neuer Parameter zur Beurteilung von Unterputzspülkästen; Untersuchungen zum Ausspülverhalten von Problematischen WC-Keramiken in Abhängigkeit von Unterputzspülkästen mit unterschiedlichen Prallkräften Andreas Tippel B.Eng.	180
100	Auswirkungen dezentraler PV-Anlagen auf ein Niederspannungsnetz Entwicklung eines Beurteilungsverfahrens zur diskriminierungsfreien Bewertung über den Anschluss an das örtliche NS-Netz unter besonderer Berücksichtigung der Netzstruktur der Stadtwerke Münster Thomas Überall B.Eng.	182
101	Theoretische Betrachtung zum R22 Ausstieg am konkreten Beispiel Dipl.-Ing Jens Urbanek	184
102	Aufdeckung von Einsparpotenzialen und Optimierungsansätze in der Emslandbrütereie Dohren Dipl.-Ing. Maik Vodde	185
103	Numerische Strömungssimulation zur Unterstützung von Messkampagnen mittels Kreuzkorrelation unter besonderer Berücksichtigung des Sensornahbereiches Dipl.-Verw.-Wirtin Dipl.-Ing. Nina Voßwinkel M.Eng.	187
104	Energieoptimierte Fahrweise von Gaskavernen Norman Wander B.Eng.	189
105	Analyse des KKS-Ausbaus im Niederdruckgasnetz der Stadtwerke Münster Marco Wedekind B.Eng.	191
106	Entwicklung und Aufbau eines Versuchstandes zur Untersuchung von instationären Raumlufströmungen Daniel Wehmeier B.Eng.	193

107	Thermografieeinsatz im Energiemanagement Energieeffizienzsteigerung durch Infrarot-Analyse Dipl.-Ing. Frank Weiland M.Eng.	195
108	Untersuchung der quantitativen und qualitativen Leistungsfähigkeit dezentraler Niederschlagswasser-Behandlungsanlagen - Entwicklung und Planung einer Prüfanlage Dipl.-Ing. Stefan Wollmerstädt	197
109	Thermodynamische Simulation eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerks im Kondensationsbetrieb Dipl.-Ing. Martin Wortel	199
110	Auswahl der Wärmeversorgungsanlage der Gelsenwasser AG, Betriebsstelle Issum, auf Basis von Simulationsrechnungen Dipl.-Ing. Necdet Yücel	200
111	Energetische Untersuchung eines Nichtwohngebäudes Dipl.-Ing. Fangqing Zhou M.Eng.	201

Namensverzeichnis

A	
Aben, Nicole	13
Atalay, Mustafa	15

B	
Baade, Kerstin	16
Baumkötter, Daniel	18
Beckmann, Benedikt	20
Beer, Alexander	22
Benkhoff, Henning	24
Benneker, Sonja	26
Bischof, Thomas	27
Bogatzki, Sebastian	28
Böse, Klaus	29
Brill, Vitalij	31
Bröker, Dietmar	32
Bruns, Alexander	34
Buller, Michael	35
Büschen, Detlev	37
Buslowski, Andreas	38

E	
Effing, Christian	39
Ehmann, Benjamin	41
Erdelkamp, Kevin	43

F	
Ferber, Eugen	47
Focke, Hendrik	48
Förster, Mathias	50

G	
Gabbert, Sven	52
Genz, Anatolij	54
Glaab, Jochen	56
Glüpker, Karsten	58
Greskamp, Hendrik	60
Gretzke, Norman	62
Große-Festert, Stefan	63
Güldenarm, Björn	64
Günedler, Merle	66

H	
Hainke, Dominik	68
Hambrock, Daniel	102
Hansen, Philipp	69
Hartinger, Marco	71
Hartmann, Christoph	72
Havermann, Olaf	74
Hemel, Roman	76

Helmig, Axel	77
Henkel, Andreas	78
Henkelmann, Arndt	80
Hiepler, Sebastian	82
Hocke, Daniel	84
Hollenbeck, Peter	86
Hollmer, Daniel	87
Hülsken, Alexander	88

J	
Jungk, Christoph	90
Jürgens, Dirk	52

K	
Kaltenbach, Jan Henrik	92
Kampmann, Roger	94
Kania, Gregor	96
Keck, Hannes	98
Kellers, Magdalena	100
Kirchhoff, Timo	101
Klassen, Sergej	102
Kleemann, Eva	104
Klein, Eugen	106
Knemeyer, Franz	108
Kohlhas, Christoph	110
Korbicki, Mario	112
Kuhlemann, Christoph	114

L	
Landwehr, Ralf	115
Lange, Martin	116
Leisner, Rebekka	117
Lesker, Michael	118
Linnenlücke, Astrid	119

M	
Munk, Christian	121

N	
Nejaskin, Maxim	123
Niehues, Volker	124

O	
Olling, Daniel	126
Overdick, Dennis	128

P	
Pelkmann, Veit	130
Pietroschek, Dominik	132
Plath, Daniel	134

Plugge, Matthias	136
Pohl, Patrick	137
Probst, Stefan	139
Punsmann, Mathias	140

R

Raichle, Philipp	142
Risse, Jens	144
Rose, Daniel	146
Rose, Sven	147
Rotert, Tobias	149
Rottmann, Mathias	151
Ruppert, Fabian	153

S

Sandmann, Timo	155
Sarkoski, Boris	29
Schinke, Jonas	159
Schmidtke, Thomas	161
Schoppe, Jens	163
Schürmann, Benedikt	165
Schütte, Thomas	167
Seeger, Dirk	157
Senner, Janina Sarah	169
Starke, Mirko	171
Stegemann, Jörg	172
Stockmann, Lars	174
Stücker, Janosch	176

T

Terbrack, Sandra	178
Tippel, Andreas	180

U

Überall, Thomas	182
Urbanek, Jens	184

V

Vodde, Maik	185
Voßwinkel, Nina	187

W

Wander, Norman	189
Wedekind, Marco	191
Wehmeier, Daniel	193
Weiland, Frank	195
Wollmerstädt, Stefan	197
Wortel, Martin	199

Y

Yücel, Necdet	200
---------------------	-----

Z

Zhou, Fangqing	201
----------------------	-----

Dipl.-Ing. Nicole Aben M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums: 26. Mai 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Ziel der Masterarbeit war die Erarbeitung einer Hilfestellung für die Erstellung eines Leitfadens zur integralen Sanierung von Schulen. Der Leitfaden ist das Resultat des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes „*Erarbeitung eines Leitfadens zur integralen Sanierung von Schulen auf Basis der Sanierung der Technischen Schulen und der Wirtschaftsschulen des Kreises Steinfurt*“. Projektteilnehmer waren der Kreis Steinfurt und der Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt der Fachhochschule Münster, Abteilung Steinfurt. Der Leitfaden gibt Schulträgern wie Landkreise und Kommunen und allen an einer Schulsanierung Beteiligten eine Hilfe, um Schulgebäude zukunftssicher für die nächsten Jahrzehnte zu machen.

Innerhalb des Projektes wurden verschiedene Ansätze und Methoden entwickelt, untersucht (nach Möglichkeit praktisch) und bewertet. Den Mittelpunkt bildete die integrale Sanierung mit dem Aspekt der Komfortsteigerung für die Nutzer des Gebäudes. Auf Grundlage der daraus resultierenden Ergebnisse ergaben sich die Inhalte des Leitfadens. Doch gab es darüber hinaus noch weitere Aspekte, die bei der Erstellung eines Leitfadens zu beachten waren.

Da es sich bei dem Leitfaden um ein Dokument handelt, verläuft die Kommunikation einseitig. Ein Austausch in Form eines Wechselspiels von Fragen und Antworten ist nicht möglich. Um den Leser dennoch zu erreichen, ist es wichtig, einen Leitfaden für *ihn* zu verfassen. Dazu ist es Aufgabe des Verfassers einen verständlichen und gefälligen Text zu erstellen, um den Leser für sich und die Sache zu gewinnen.

Bei den Recherchen zu dieser Masterarbeit stellte sich schnell heraus, dass Schreiben eine Herausforderung ist. Obwohl jeder Schreiben gelernt hat, heißt das nicht, dass man direkt loslegen und einen Leitfaden mit technischem Inhalt verfassen kann. Was ist alles bei der Erstellung eines Leitfadens zu beachten? Zunächst stellte sich die Frage, was der Leser von einem Leitfaden erwartet. Er erwartet Hilfe und möchte mit seinem Anliegen ernst genommen werden.

Wie man für den Leser schreibt, war eines der Themen dieser Arbeit. Ein Text muss verständlich sein. Doch was macht einen Text verständlich? Psychologen erforschten, dass es vier Merkmale der Verständlichkeit gibt:

Einfachheit: Sachverhalte werden beschreiben mit einfachen, kurzen Sätzen aus vertrauten, anschaulichen Wörtern.

Gliederung/Ordnung: Eine klare Gliederung gibt den Aufbau wieder und die Gedanken folgen einem roten Faden.

Kürze/Prägnanz: Textlänge und Informationsziel stehen in einem angemessenen Verhältnis.

Anregende Zusätze: Das ist die „Würze“ eines Textes um Lust am Lesen und Interesse zu wecken.

Für jedes dieser Merkmale werden in der Masterarbeit Ausführungen vorgeschlagen.

Auch Gestaltung und grafische Elemente nehmen Einfluss auf das Verständnis des Leitfadens. Häufig erleichtern schon einige Kniffe Lesbarkeit und damit die Auffassung der Inhalte.

Zudem behandelte die Masterarbeit den Aspekt, welche Fragen vor der Erstellung des Leitfadens zu beantworten sind. Hierzu gehören:

Was soll erreicht werden?

So lassen sich Prioritäten setzen, indem Ziele formuliert und Inhalte festgelegt werden.

Wer soll erreicht werden?

Aufgrund der Eingrenzung und Analyse der Zielgruppen kann festgelegt werden, ob informiert oder motiviert werden muss und welche Auswirkungen dies auf den Leitfaden hat.

Wie soll das erreicht werden?

Diese Frage soll auf die verschiedenen Varianten des Leitfadens aufmerksam machen.

Die Antworten lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Der Leitfaden richtet sich an alle Beteiligten einer Schulsanierung, dazu gehören politische und pädagogische Entscheidungsträger, Architekten und Fachplaner. Während die Entscheidungsträger zu motivieren sind, sind die Architekten und Fachplaner zu informieren. In diesen Zielgruppen befinden sich Nicht-Techniker und Techniker. Die Inhalte des Leitfadens müssen für jeden verständlich sein, denn nur, wer versteht, worum es geht, kann richtige Entscheidungen treffen. Durch eine Kombination von populärwissenschaftlichem und technisch aufbereitetem Inhalt werden alle Leser durch einen einzigen Leitfaden erreicht.

Abschließend enthält die Arbeit Anregungen zu verschiedenen Themen, die bei der Erstellung und Veröffentlichung des Leitfadens zu beachten sind. So ist zum Beispiel auf die Einhaltung des „Gesetzes über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte“ (kurz UrhG) zu achten. Außerdem ist zu klären, ob neben dem Leitfaden weitere Informationen angeboten werden sollen, wie zum Beispiel Flyer oder eine Website. Während der Erstellung des Leitfadens sollte auch an die wichtigsten Personen gedacht und diese mit einbezogen werden, die Hauptnutzer: Schüler und Lehrer.

Inbetriebnahme einer Wärmepumpe und eines Pelletkessels an einem Laborprüfstand

Dipl.-Ing. Mustafa Atalay

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums: 16. September 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Mir wurde die Aufgabe erteilt die Wärmepumpe und Pelletkessel zu untersuchen und in Betrieb zu nehmen. Die Anlagen befinden sich in der Fachhochschule Steinfurt im Energietechniklabor.

Das Heizen unserer Häuser ist aufwendig und noch wenig effizient. In Deutschland werden ca. 58 % der Endenergie für die Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme sowie Warmwasser verwendet, im Bereich der Haushalte ist dieser Anteil sogar ca. 87 %.

Deshalb ist es wichtig, sich einmal Gedanken zu machen, wie die Wärme bereitgestellt wird.

Wärmepumpe:

Der Einsatz von Wärmepumpen nimmt zu, weil sie einfach zu installieren und betreiben sind. Die Technik ist ausgereift. Für Hausbesitzer haben häufig niedrige Investitionskosten für das Heizsystem Vorrang vor niedrigen Betriebskosten, sodass auch die Hersteller starken Preisdruck erfahren und für markante Weiterentwicklungen selten viel übrig bleibt. Die Folge ist eine schlechte Nutzung der eingesetzten Endenergie.

Die Wärmepumpe ist ein energiesparendes und umweltschonendes Heizsystem, das Umweltwärme nutzt. Geringer Energieverbrauch, niedrige Umweltbelastung und geringe Betriebskosten sind die Vorteile dieser Heiztechnik.

Idealerweise wird die Wärmepumpe in Verbindung mit einer guten Wärmedämmung und einer Niedertemperaturheizung eingesetzt. Die Wärmepumpe kann sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch im Vergleich zu fossil befeuerten Heizanlagen gut bestehen.

Pelletkessel:

Holz als nachwachsender Brennstoff wird immer attraktiver da die Preise der fossilen Brennstoffe immer mehr ansteigen. Deutschland ist zu 1/3 seiner Fläche bewaldet. Aber es wird nur 2/3 des Zuwachses geerntet.

Holz ist ein CO₂-neutraler Brennstoff. Das heißt nicht, dass bei der Verbrennung kein CO₂ entsteht. Es entsteht so viel CO₂ wie während des Wachstums aufgenommen wurde. Aus Sägespänen, Sägemehl, Holzresten, die während der Holzverarbeitung anfallen, werden Pellets hergestellt. Sie sind unter hohem Druck ohne Zusatz jeglicher Stoffe in Zylinderform zusammengespreßt.

Optimierung einer Pulverkohledosierung zur Entfernung von organischen Spurenstoffen bei der Trinkwasseraufbereitung

Kerstin Baade B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
 Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Datum des Kolloquiums: 31. März 2010
 Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit mit einem Wasserversorgungsunternehmen erstellt. Nachdem dort die Pulverkohledosierung in einer von mehreren Aktivkohleanlagen von mengenproportionaler Dosierung auf variable einmalige Dosierung (VarPAC) umgestellt wurde, sollte durch diese Arbeit die Dosiermenge für die neue Fahrweise optimiert werden. Aufbereitungsziel war dabei die Entfernung eines Spurenstoffes, in diesem Fall Carbamazepin, der ebenfalls in dieser Arbeit ausgewählt wurde. Mindestaufbereitungsziel war das Erreichen der Bestimmungsgrenze von 10 ng/L, alle Ergebnisse darüber wurden als Durchbruch gewertet.

Um die Pulveraktivkohledosierung zu optimieren, wurden zunächst zwei Versuche mit unterschiedlichen Kohlemengen durchgeführt. Die Mengen dafür wurden anhand von früheren Versuchen mit dem VarPAC Verfahren an anderen Aktivkohleanlagen dieses Wasserversorgungsunternehmens gewählt. Dabei wurde zunächst eine Dosierung von 30 kg und danach eine Dosierung von 60 kg getestet. Analysiert wurden Carbamazepin und Diclofenac sowie 14 weitere Arzneimittel, die aufgrund des Analyseverfahrens HPLC-MS-MS mit erfasst wurden.

Für Carbamazepin wurde zunächst ein spezifischer Durchsatz von 100-150 m³/kg angenommen und für Diclofenac etwa 50 m³/kg. Dies entsprach allerdings nicht den Ergebnissen der Analysen. Durch die ersten zwei Versuche konnte festgestellt werden, dass der spezifische Durchsatz bis zum Durchbruch von Carbamazepin deutlich geringer ist. Konkret liegt dieser nur bei etwa 35 m³/kg für Carbamazepin, für Diclofenac waren die Ergebnisse noch geringer.

Um die Ursache dafür zu finden, wurde beim 3. Versuch zusätzlich zu den Arzneimitteln auch der DOC analysiert. Die dabei gewählte Kohlemenge von 120 kg reichte, um Carbamazepin annähernd für 3 Tage unter bzw. bei der Bestimmungsgrenze zu halten.

Die Ergebnisse der DOC-Analysen zeigten, dass der DOC mit 9,5 bis 8,4 mg/L im Filterzulauf recht hoch war. Er wurde zu Beginn der Filterlaufzeit bei Versuch 3 recht gut adsorbiert. Im Verlauf des Versuchs nahm die adsorbierte Menge allerdings ab. Aufgrund der hohen DOC-Werte wurde auf konkurrierende Adsorption als eine Ursache für die schlechte Adsorption des Carbamazepins geschlossen.

Da auch als Ursache eine zu geringe Kontaktzeit vermutet wurde, wurden zwei Filterproben gestochen, anhand derer abgeklärt werden sollte, wie sich die Pulveraktivkohle im Filter verteilt. Auf diese Weise konnte festgestellt werden, dass ein Großteil der Pulverkohle in den oberen 10 -15 cm verbleibt. Entsprechend wäre die Kontaktzeit bezogen auf einen mittleren Volumenstrom von 55 m³/h theoretisch bei 45-69 Sekunden. Dies ist sehr gering.

Bei den Probenahmen der gestochenen Filterproben konnte eine weitere mögliche Ursache für die relativ schlechte Adsorption beobachtet werden. Zur Probenahme der Filterproben wurde das Wasser aus dem Versuchsfilter abgelassen, dabei konnte bei der ersten Probenahme (1 Woche Laufzeit) beobachtet werden, dass sich auf dem Filter ein Filterkuchen gebildet hatte und das Wasser beim Leeren des Filters vermehrt an den Wänden des Filters abließ. Anhand dieser Beobachtungen liegt es nahe, dass die Durchströmung des Filters auch unter normalen Betriebsbedingungen in gewissem Maße gestört ist. Wenn man davon ausgeht, dass der Großteil der Pulverkohle in den oberen 10-15 cm vorliegt und das Wasser im oberen Bereich an den Seiten vorbeiströmt, liefert dies eine weitere Erklärung für die schlechte Adsorption zum Ende einer Filterlaufzeit.

Insgesamt ist die Pulverkohledosierung von 120 kg pro Filter für 3 Tage ausreichend, um Carbamazepin zufriedenstellend zu verringern. Allerdings ist diese Dosierung höher als erwartet.

Eine Optimierungsmöglichkeit liegt noch in der Variation der Pulverkohleart. Alternativ wäre die Verringerung des DOC und der Trübstoffe, die den Filterkuchen verursachen, möglich. Dies wäre über eine weitere Aufbereitungsstufe (Flockung) machbar. Unter Umständen würde auch eine Verlängerung der Kontaktzeit helfen.

Aufwendig, aber innovativ, wäre noch ein ganz anderes Verfahren einzusetzen, so z. B. Kornaktivkohle in Kombination mit einer Trübstoffentfernung oder ein Einlagerungsverfahren von Pulveraktivkohle mit PSK.

CO₂-neutrale Dampferzeugung mithilfe eines mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerkes für die dezentrale Bioethanolproduktion

Daniel Baumkötter B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums:

16. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Konventionelle Anlagen verwenden für die Produktion von Bioethanol fossile Energieträger wie Heizöl oder Kohle. Die in dieser Arbeit untersuchte Anlage auf dem landwirtschaftlichen Betrieb Glitz-Ehringhausen dagegen erzeugt den für die Bioethanolproduktion benötigten Dampf mithilfe eines mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerkes.

Der Betrieb Glitz-Ehringhausen betreibt neben der Landwirtschaft eine Brennerei und eine Biogasanlage. In der Biogasanlage werden die landwirtschaftlichen Wertstoffe Silomais und Gülle zusammen mit einem Teil der Schlempe aus der Brennerei und verschiedenen Co-Fermenten zu Biogas vergoren. Das entstandene Biogas wird dann in Blockheizkraftwerken zu elektrischer und thermischer Energie veredelt. Bisher blieb die thermische Energie des Abgaswärmestroms ungenutzt. Durch den Einsatz des Abhitze-dampferzeugers wird dieses Energiepotenzial gehoben und der Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage erhöht. Der produzierte Wasserdampf wird in den Destillationskolonnen der Brennerei zur Produktion von Bioethanol eingesetzt. Die anfallende Schlempe wird als Futtermittel in der Landwirtschaft und als Co-Substrat in der Biogasanlage verwendet.



Abb. 1: Dampferzeuger

Der neue Dampferzeuger deckt derzeit noch nicht den Dampfbedarf der Brennerei. Daher schaltet sich der alte, mit Heizöl befeuerte, Dampferzeuger immer wieder zu. Um zukünftig kein Heizöl mehr zu benötigen, wurde die Anlage hinsichtlich ihrer Optimierungspotenziale untersucht.

Dabei wurde festgestellt, dass aufgrund des hohen Salzgehaltes im Speisewasser ca. 40 % der Dampfleistung über die Abwärmung verloren gehen. Durch die Optimierung der Wasseraufbereitung mit einer Umkehrosmoseeinheit können diese Verluste auf ca. 1 % der Dampfleistung verringert werden. Dadurch steht dann fast die gesamte Leistung des Dampferzeugers dem Brennereiprozess zur Verfügung. In einem weiteren Schritt wurden die Brennerei und der Dampferzeuger mithilfe einer Wärmebildkamera hinsichtlich der Abstrahlungsverluste untersucht. Viele Leitungen und Armaturen haben Außentemperaturen von über 100 C. Insbesondere die Armaturen an den Dampfleitungen weisen Temperaturen von bis zu 130 C auf. Hier sollte eine Isolierung vorgesehen werden, um Energieverluste über die Abstrahlung zu minimieren.



Abb. 2: Aufnahme der Speisewasserpumpen mit einer Wärmebildkamera

Durch den Einsatz des Abhitzedampferzeugers wird eine nachhaltige Produktion von Bioethanol gewährleistet. Das auf Grundlage der EU-Richtlinie 2009/28/EG berechnete Treibhausgasverminderungspotenzial beträgt für dieses Konzept 76,5 % gegenüber dem Referenzwert auf Mineralölbasis. Damit liegt das Verminderungspotenzial unter den geforderten Mindestwerten und auch unterhalb der Default-Werte für die konventionellen Produktionsverfahren. Dadurch stellt sich dieses Konzept als besonders zukunftsfähig dar.

Der Einbau einer Umkehrosmoseeinheit verbessert neben der Speisewasserqualität auch die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage. Die Amortisationszeit für den Dampferzeuger verringert sich dadurch von 6,5 auf 4,5 Jahre. Die Berücksichtigung des KWK-Bonus nach dem Erneuerbare Energien Gesetz verkürzt diese sogar auf etwas mehr als drei Jahre.

Durch den Einbau des Dampferzeugers wurden die Energie- und Stoffkreisläufe in dem Betrieb weiter geschlossen und Bioethanol kann im Hinblick auf die Vermeidung klimaschädlicher Emissionen nachhaltig produziert werden.

Dipl.-Ing. Benedikt Beckmann M. Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dr.-Ing. Christian Thiel

Datum des Kolloquiums:

21. Januar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

Die Deutsche BP AG, Erdöl-Raffinerie Emsland betreibt seit der Inbetriebnahme in den 50'er Jahren ein Kraftwerk für die Versorgung der Prozessanlagen mit thermischer und elektrischer Energie. Das aktuelle Kraftwerk-konzept resultiert aus einer Umstrukturierung des Dampfkraftwerkes zu einem erdgasbefeuerten Gas- und Dampfkraftwerk in den 90'er Jahren. Aufgrund der, gerade in der letzten Dekade, stark gestiegenen Brennstoffpreise und den zusätzlichen Anforderungen aus dem Emissionshandel, forciert die Erdöl-Raffinerie Emsland den Betrieb des Kraftwerkprozesses mit hohem Wirkungsgrad und geringen CO₂-Emissionen.

Ziel der Arbeit war die Ermittlung eines optimalen Kraftwerk-konzeptes unter Beachtung der unterschiedlichen Kraftwerk-technologien, Brennstoffeigenschaften und den betrieblichen sowie standortabhängigen Gegebenheiten.

Für die Erzeugung von elektrischer Energie eignen sich grundsätzlich Gasturbinen-, Dampf- und Kombikraftwerke und für die Erzeugung von thermischer Energie eignen sich Dampf- bzw. Heizwerke. Für die gleichzeitige Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie lassen sich grundsätzlich alle Kraftwerke, die für die Erzeugung von elektrischer Energie geeignet sind, einsetzen. Ein Vergleich über den Kopplungswirkungsgrad der Kraftwerke im KWK-Betrieb ist sehr schwierig, da dieser stark von den Gegebenheiten des Standortes abhängt.

Die Brennstoffauswahl ist ebenfalls ein entscheidender Faktor für das optimale Kraftwerk-konzept. In der Arbeit werden die Verfügbarkeit, die Heizwerte, die Brennstoffkosten, der Flächenbedarf für die Lagerung, die CO₂-Emissionsfaktoren und der maximal erreichbare brennstoffbezogene elektrische Wirkungsgrad für Heizöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Ersatzbrennstoffe, Biomasse und Petrolkoks miteinander verglichen. Der optimale Brennstoff für den Einsatz in dem Industriekraftwerk der Erdöl-Raffinerie Emsland ist demnach Erdgas. Da in den Prozessanlagen Petrolkoks anfällt, wurden bei der Ermittlung des optimalen Kraftwerk-konzeptes ebenfalls Kraftwerkarten für den Einsatz von festen Brennstoffen betrachtet.

Für die Deckung des zukünftigen Energiebedarfs der Prozessanlagen ergibt sich, dass unabhängig von der Kraftwerk-art bei allen Kraftwerk-konzepten der Einsatz einer Entnahmekondensationsdampfturbine optimal ist. Der geringste Primärenergieeinsatz wird bei einem GuD-Kraftwerk mit Erdgasfeuerung erreicht. Schematisch ist dieses Kraftwerk-konzept in Abbildung 1 dargestellt.

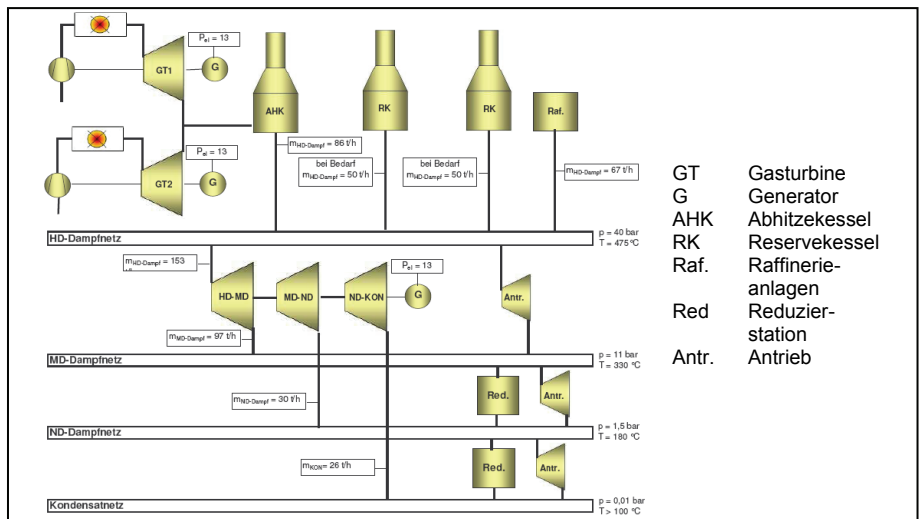


Abbildung 1: Anlagenschema des GuD-Kraftwerkes mit Erdgasfeuerung und ENT-KON-DT

Der Vergleich des optimalen Kraftwerkkonzeptes mit dem aktuellen Kraftwerkkonzept zeigte, dass durch die Erweiterung des aktuellen Kraftwerkkonzeptes mit einer Entnahmekondensationsdampfturbine eine Annäherung des aktuellen Kraftwerkes an die Energieeffizienz des optimalen Kraftwerkkonzeptes erreicht werden kann. (siehe Abbildung 2)

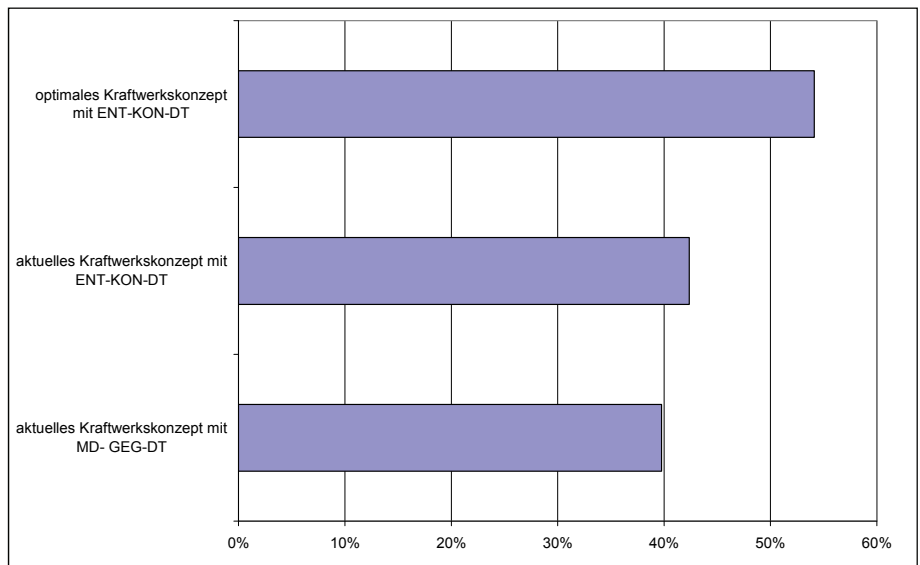


Abbildung 2: Elektrischer Wirkungsgrad der unterschiedlichen Kraftwerkkonzepte

Für die Entscheidung bei einem kompletten Neubau des Kraftwerkes sind neben der höchsten Energieeffizienz ebenfalls energiewirtschaftliche Faktoren entscheidend. Hierbei ist der Vergleich zwischen dem Kraftwerkkonzept mit integrierter Petrolkoksvergasung und Erdgasfeuerung besonders interessant, da der benötigte Primärenergieeinsatz vergleichbar ist. Des Weiteren sollte bei der Auslegung eines neuen Kraftwerkes ebenfalls die Einspeisung von elektrischer Energie in das öffentliche Versorgungsnetz betrachtet werden, da dies durch eine optimale Auslegung und optimierte Fahrweise des Kraftwerkes eine wirtschaftlich interessante Möglichkeit sein kann.

Erstellen einer technischen und wirtschaftlichen Bewertung von verfügbaren Absorberbeschichtungen für solarthermische Kollektoren

Alexander Beer B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Maik Saphörster
 Datum des Kolloquiums: 21. April 2009
 Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Die im Rahmen der Entwicklung einer neuen Kollektorgeneration aus-
 geschriebene Arbeit hatte das Ziel, eine technische und wirtschaftliche Be-
 wertung von verfügbaren Absorberbeschichtungen für solarthermische
 Kollektoren zu erstellen. Die Arbeit wurde bei der Bosch Solarthermie GmbH
 in Wettringen innerhalb der Entwicklungsabteilung durchgeführt.

Für die Serienproduktion sind innerhalb des Entwicklungsprojektes zwei
 differenzierte Kollektormodelle vorgesehen. Aufgabe ist es, die vorhandenen
 Kollektoren der Segmente „Top“ und „Comfort“ abzulösen.

Das jeweilige Segment soll dabei einen sowohl wirtschaftlich, als auch
 technisch angemessenen Kollektor erhalten. Das bedeutet, dass die Kollektoren
 im Top-Segment den leistungsfähigsten, aber unter Umständen auch den
 kostenintensivsten Kollektoren entsprechen.

Inhalt dieser Arbeit war die technische und wirtschaftliche Bewertung von ver-
 fügbaren solarthermischen Absorberbeschichtungen. Primärziel war das Aus-
 sprechen einer Empfehlung für das „Top-Segment“ mittels Bewertung von be-
 stimmten Kriterien. Das Sekundärziel stellte die Erarbeitung der Bewertungs-
 kriterien für Beschichtungen solarthermischer Absorber dar. Die Kriterien
 orientieren sich an Normen, Qualitätsstandards und Erfahrungen der Bosch
 Solarthermie GmbH.

Die Beschichtungen wurden nach einem Punktebewertungsverfahren und
 mithilfe eines für diesen Zweck entwickelten Excel-Tools bewertet. Die Be-
 wertung in dieser Arbeit konzentrierte sich auf das Top-Segment.

Zur technischen und wirtschaftlichen Bewertung solarthermischer Absorber-
 beschichtungen waren Kriterien notwendig, die eine Aussage über die Eigen-
 schaften der Beschichtungen zulassen. Es wurden zunächst Kriterien auf
 Basis von Normen und Standards der Bosch Solarthermie GmbH definiert.

Des Weiteren wurden Wertigkeiten festgelegt, die Aussagen über die Qualität
 einer Beschichtung in Bezug auf das jeweilige Kriterium ermöglichen. Dazu
 wurden quantifizierbare Kriterien mit Hilfe von Punkteverteilungsgraden einer
 Wertung unterzogen (vgl. Abbildung 1).

Zur Entscheidungsfindung wurde ein Punktevergabemodell eingeführt, welches eine Objektivierung der Auswahl einer solarthermischen Absorberbeschichtung ermöglicht. Die Vorgehensweise war wie folgt:

Gewichtung der ermittelten Bewertungskriterien

Punktevergabe

Multiplikation von Gewichtung und Punkten

Ermittlung der Punkttotale

Der erste Schritt sah die Gewichtung der Kriterien mithilfe der in Abbildung 2 dargestellten Matrix vor. Die Matrix ermöglicht alle zuvor ermittelten, relevanten Kriterien miteinander zu vergleichen und jeweils Prioritäten zuzuordnen.

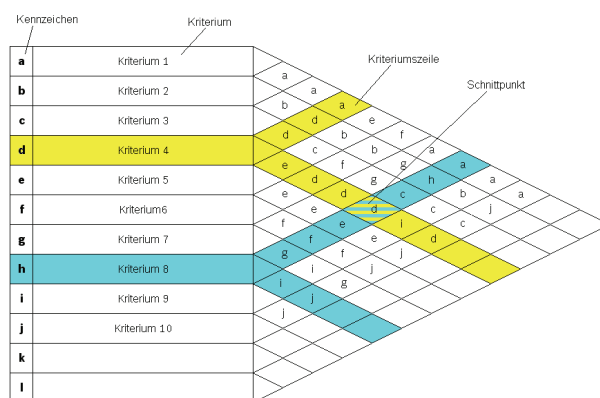


Abbildung 1: Funktionsweise der Gewichtungsmatrix am Beispiel

Im zweiten Schritt der Entscheidungsfindung wurden für jede zu beurteilende Beschichtung Punkte in Bezug auf das jeweilige Kriterium verteilt. Dies geschah auf Basis von Herstellerdaten und Erfahrungswerte der Bosch Solarthermie GmbH. Durch Multiplizieren der verteilten Punkte mit der jeweiligen Gewichtung ließen sich Punktwerte ermitteln, durch die eine Bewertung der verschiedenen Beschichtungen möglich wurde.

Mit Hilfe dieser Methodik war es möglich, eine Empfehlung zur Verwendung einer Beschichtung auszusprechen. Es wurden Unterschiede und Gemeinsamkeiten der bewerteten Beschichtungen ausgearbeitet. Die in dieser Arbeit ausgesprochene Empfehlung wird bei der endgültigen Auswahl der Beschichtung für das Top-Segment der neuen Kollektorgeneration berücksichtigt.

Des Weiteren wurde der Bosch Solarthermie GmbH durch diese Arbeit ein Entscheidungstool zur Verfügung gestellt. Es wird auch bei zukünftigen Entscheidungsfindungen dieser Art behilflich sein.

Ebenso wurden einheitliche Bewertungskriterien für solarthermische Absorberbeschichtungen ermittelt, die der Entwicklungsabteilung auch zukünftig von Nutzen sein werden.

Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Klein-BHKW in der technischen Gebäudeausrüstung

Henning Benkhoff B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Marco Cornelißen
Datum des Kolloquiums:	27. Januar 2010
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	2G Energietechnik GmbH, Heek



In dieser Bachelorarbeit wurde die Wirtschaftlichkeit eines Klein-BHKW in der technischen Gebäudeausrüstung berechnet. Durch die freundliche Unterstützung der Nordhorner Versorgungsbetriebe GmbH konnte die Berechnung an einem real existierenden Gebäude durchgeführt werden.

Das zum Einsatz kommende BHKW (G-Box 50) wird von der Firma 2G Energietechnik GmbH hergestellt und vertrieben. Durch die elektrische Leistung von $49,5\text{kW}_{\text{el}}$ liegt sie im Bereich der Klein-BHKWs und ist somit für die Vergütungen nach dem KWK-Gesetz geeignet.

Da die G-Box wärmegeführt betrieben werden soll, wurden zur Ermittlung der Laufzeiten die jeweiligen Monatsgasbezüge in thermisch erzeugte Nutzenergie umgerechnet. Bei 7500 Vbh produziert das BHKW $750.000\text{ kWh}_{\text{th}}$ und $371.250\text{ kWh}_{\text{el}}$.

Durch den Einsatz dieses BHKW können Energiekosten von 94.562€ / Jahr eingespart werden. Bei Investitionskosten von 87.081€ und jährlichen Einsparungen von 94.562€ , amortisiert sich das BHKW innerhalb von 1,06 Betriebsjahren.

Wird bei der Amortisation der Kapitaldienst bzw. die Vollkostenrechnung incl. der AfA berücksichtigt, so amortisiert sich das BHKW nach 1,22 Betriebsjahren. Nach 10 Betriebsjahren ist nach der kumulierten Gewinn und Verlustrechnung mit einer Einsparung von 645.292€ zu rechnen.

Bei der dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auf die Annuitätsmethode zurückgegriffen. Nach der Annuitätsmethode ist mit einer Annuität der Jahresgesamtzahlung von 38.462€ zu rechnen.

Da dieses Ergebnis positiv ist, bedeutet es, dass das BHKW wirtschaftlich betrieben werden kann. Die beim Betrieb des BHKW anfallende Wärme, bzw. der anfallende Strom kann mit folgenden Kosten produziert werden.

Die Stromgestehungskosten belaufen sich beim BHKW Betrieb auf: $2,25\text{Cent}/\text{kWh}_{\text{el}}$. Dies sind $19,37\text{Cent}/\text{kWh}_{\text{el}}$ weniger als beim Bezug über den Energielieferanten! Bei der Erzeugung von thermischer Nutzenergie ist mit spezifischen Wärmegestehungskosten von $-5,4\text{Cent}/\text{kWh}_{\text{th}}$ zu rechnen.

Gegenüber der Erzeugung im Heizkessel lassen sich so $12,6\text{Cent}/\text{kWh}_{\text{th}}$ einsparen!

Durch den Einsatz des BHKW lassen sich Emission einsparen, da bei dieser Energieversorgungstechnik nicht nur elektrische oder thermische Energie erzeugt wird, sondern beides auf einmal (sog. Kraft- Wärme- Kopplung).

Dadurch lassen sich die CO₂- Emissionen um 47,9 % verringern. Bei einer Laufleistung von 7500 Vbh pro Jahr lassen sich so 24,22 Tonnen CO₂ vermeiden. Beim CO lassen sich sogar 72,2 % bzw. 360,78 kg pro Jahr einsparen. Beim NO_x sind es 33,4 % oder 51,8 kg pro Jahr.

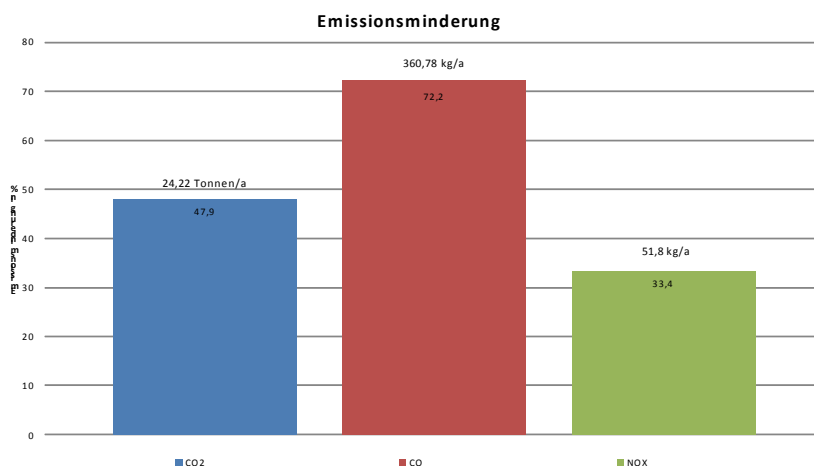


Diagramm 9.1 zeigt die Emissionsminderung in %

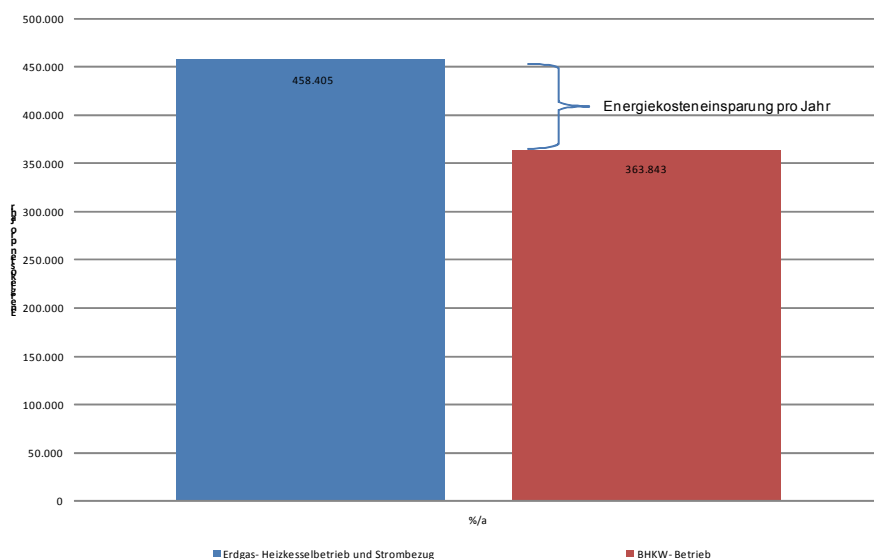


Diagramm 9.2 zeigt die Energiekosteneinsparung pro Jahr

Dipl.-Ing. Sonja Benneker

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums: 09. Oktober 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Das Schwimmbad der Gemeinde Wettringen hat trotz zahlreicher Sanierungsmaßnahmen der letzten Jahre immer noch einen hohen Energieverbrauch. Demzufolge ist die Gemeinde an die Fachhochschule Münster herangetreten, auf Grund der derzeitigen und zukünftigen Energiepreisentwicklung und nicht zuletzt auch unter Umweltschutzaspekten ein energetisches Sanierungskonzept für das Schul- und Sportzentrum ausarbeiten zu lassen. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde speziell das Optimierungspotenzial der Schwimmhalle ausgewertet. Nach ausführlicher Analyse des Gebäudes und der Anlagentechnik wurde festgestellt, dass im Rahmen der Gebäudehülle durch Sanierungen der letzten Jahre die Potenziale hinreichend ausgeschöpft wurden.

Im Zuge der Messungen wurden der Stromverbrauch der Lüftungsanlage und Beckenwasserumwälzpumpen sowie der Energieverbrauch zur Trinkwassererwärmung ermittelt. Bei der Untersuchung der Trinkwassersituation wurde zusätzlich festgestellt, dass die Warmwasserversorgung nicht gemäß der DVGW Richtlinien betrieben wird.

Als wirtschaftlich rentable Sanierungsmöglichkeiten empfohlen wurden folgende Maßnahmen:

- Austausch des Trinkwasserspeichers und neue hydraulische Anbindung des Wärmetauschers
- Dämmung der sich im Technikkeller befindlichen Lüftungskanäle
- Austausch der Beckenwasserumwälzpumpen durch Pumpen mit hocheffizienten Motoren der Effizienzklasse 1

Von folgenden untersuchten Maßnahmen wurde abgeraten:

- Dämmung der Beckenwände, der Kellerdecke
- Wärmerückgewinnungsanlage aus dem Schwimmbeckenabwasser
- Beckenwasserrecyclinganlage

Weitere Energieeinsparpotenziale sind durch den Verzicht des Warmbade-tages und im Rahmen der Regulierung der Raumluftfeuchte- und -temperatur möglich. Die Erhöhung der Raumlufttemperatur vermindert die Verdunstung des Beckenwassers und die Erhöhung der Feuchte senkt den Energieaufwand der Lüftungsanlage für die Entfeuchtung. Da diese betriebstechnischen Änderungen die Komfortbedingungen beeinflussen, liegt diese Entscheidung im Ermessen der Gemeinde.

Thomas Bischof B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Frank Bolkenius
Datum des Kolloquiums:	23. November 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Akustik



Im Rahmen dieser Arbeit wurden Raumabsorber entwickelt, bzw. untersucht, durch die eine nachträgliche Verbesserung der Raumakustik zu erreichen ist.

Nachdem z. B. Klassenzimmer, Konferenzräume oder Sitzungssäle bezugsfertig sind und erste Besprechungen in diesen Räumen stattfinden, bemerkt man häufig, wie schlecht die Akustik in ihnen ist. Eine schlechte Akustik bedeutet in diesen Fällen eine zu lange Nachhallzeit und damit verbunden eine schlechte Sprachverständlichkeit, der eigentlich in solchen Räumen die größte Bedeutung zukommen sollte.

Ein hoher Grundpegel und der damit einhergehende Lärm haben einen besonders negativen Einfluss auf das geistige Arbeiten. Nachdenken und erhöhte Konzentration fällt unter diesen Umständen sehr schwer. Lärm kann darüber hinaus auch reizend und irritierend wirken, ja sogar zu andauernden Kopfschmerzen führen. Einerseits lassen sich Fremdgeräusche die von außen in Räume eindringen vermeiden, durch z. B. besonders gut schalldämmende Fenster und Türen, andererseits ist es auch wichtig den im Raum entstehenden Schall zu mindern. Hier sollte im Vorfeld darüber nachgedacht werden, welche Bedeutung dem Raum zukommt, also ob der Raum als Musikzimmer genutzt werden soll, oder eher für Konferenzen in denen guter Sprachverständlichkeit der Vorzug gegeben wird.

Neben der erforderlichen Fläche an Absorbermaterial spielt auch deren Positionierung eine wichtige Rolle. Eine fehlende Akustikdecke ist einer der häufigsten Gründe für schlechte Raumakustik. Gründe für das Fehlen einer akustisch wirksamen Decke können Planungsfehler oder auch die Nutzung der Decke als Kühl- und oder als Heizfläche sein. Ist z. B. eine Betonkernaktivierung ausgeführt worden, macht es keinen Sinn noch eine weitere Akustikdecke unterzuhängen, da dadurch die Funktion der Betonkernaktivierung als Kühlfläche verhindert wird. Der Bauherr muss sich in diesem Fall für eine Variante entscheiden, die Kühldecke und akustische Funktion kombiniert, oder zusätzliche Absorptionselemente, wie sie in dieser Arbeit untersucht wurden, vorsieht.

Im Rahmen der Bachelorarbeit sind unterschiedliche Prüfaufbauten untersucht worden, um den für die Praxis bestmöglichen Kompromiss aus Aufbauhöhe und wirksamer Reduzierung der Nachhallzeiten zu finden. Der in der DIN EN ISO 354 beschriebene Berechnungsweg für den Schallabsorptionsgrad α_S ergab für die untersuchten Raumabsorber einen Wert von 0,6 bis 0,7 im Frequenzbereich der menschlichen Sprache, also in dem Bereich, in dem dieser Schallabsorber wirken soll.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von verschiedenen Anlagenkonfigurationen bei Kaskadenschaltung von Wärmepumpe und Brennwertkessel

Sebastian Bogatzki B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Stephan Willers

Datum des Kolloquiums: 25. November 2009

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Die Entscheidung für oder gegen die Neuinvestition einer gebäude-technischen Anlage ist abhängig von dem daraus resultierenden Nutzen. In der Bachelorarbeit wurde ein neu errichtetes Gebäude betrachtet, dessen Nutzer zugleich der Investor ist. Hieraus folgte die Intention, sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten zu optimieren. Hinsichtlich der Investition wird den konventionellen Wärmeerzeugern mit fossilen Brennstoffen oftmals der Vortritt gewährt. Bezogen auf die Einsparung von Betriebskosten sollte untersucht werden, ob nachhaltige Wärmeerzeuger, wie die Sole-/Wasser-Wärmepumpe, wirtschaftliche Vorteile bringen.

Durch die energieoptimierte Bauweise des betrachteten Gebäudes ist die Heizlast auf ein Minimum reduziert, jedoch müssen hierdurch die im Sommer anfallenden inneren Lasten durch eine Kühlung des Gebäudes abgeführt werden. Die Kombination einer Sole-/Wasser-Wärmepumpe mit einem Gas-Brennwertkessel erschien als sinnvolle Konstellation, um die erwähnten Investitions- und Betriebskosten in ein optimales Verhältnis zu bringen. Der doppelte Nutzen der Wärmepumpe, die Heiz- und Kühlfunktion, hat einen berechenbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Kaskade.

Es wurde untersucht, unter der Verwendung bekannter Berechnungsweisen, die Kombination eines Gas-Brennwertkessels mit einer Sole-/Wasser-Wärmepumpe gegenüber einer weiteren Variation dieser Kaskade. Des Weiteren wurden diese beiden Kaskaden den monovalenten Alternativen gegenübergestellt. Letztere bestehen zum einen aus einer Wärmepumpe und zum anderen aus einem Brennwertkessel in Kombination mit einer Kältemaschine zur Abdeckung der Kühllast. Schließlich wurde geprüft, welche endgültige Entscheidung für die Varianten gerechtfertigt ist.

Durch die gezielte Auswahl der Komponenten und die vergleichbare Berechnungsweise wurde die vertretbare Entscheidung für eine Variante getroffen. Diese verbindet eine nachhaltige Anlagentechnik mit erschwinglichen Investitionskosten und überzeugt durch vergleichbar geringe Betriebskosten gegenüber konventionellen Anlagen. Nicht allein der Vergleich von Investitionskosten und Betriebskosten sollte zu einer Entscheidung führen. Den Berechnungen der Abschlussarbeit zufolge ist es unabdingbar, eine dynamische Betrachtung unter der Berücksichtigung von Preiserhöhungen und Ersatzbeschaffungen durchzuführen. Durch die Annuisierung der anfallenden Auszahlungen können verschiedene Varianten miteinander verglichen werden.

Entwicklung eines Sanierungskonzeptes für das Warmwasser-Zirkulationssystem in einem Krankenhaus

Dipl.-Ing. Claus Böse
Dipl.-Ing. Boris Sarkoski

Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
 Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums:

12. Oktober 2009

Studiengang:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Technische Gebäudeausrüstung
 Haus- und Energietechnik



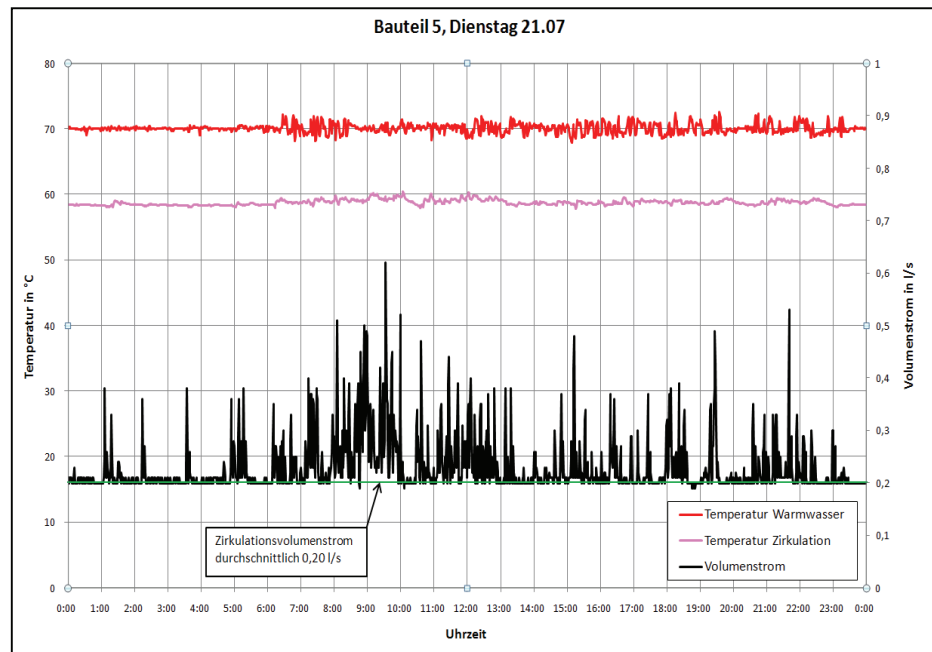
Die Trinkwasserhygiene gewinnt seit einigen Jahren immer mehr an Bedeutung. Diese Entwicklung steht im Zusammenhang mit dem vermehrten Nachweis von Krankheitserregern in Trinkwasserinstallationen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Legionellen und die Pseudomonaden gerichtet, da diese Erreger für ältere und immunschwache Personen lebensbedrohend sein können. Die Auswirkungen zeigen sich anhand von Todesfällen, die durch kontaminiertes Trinkwasser weltweit hervorgerufen werden.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein bestehendes Warmwasser-Zirkulationsnetz eines großen Krankenhauses in den Niederlanden untersucht. Ziel der Arbeit war es, ein Sanierungskonzept zu erstellen, das das Warmwasser-Zirkulationsnetz hygienisch und technisch auf den neuesten Stand der Technik bringen soll. Die dazu notwendigen hydraulischen Berechnungen wurden unter Verwendung der Dendrit Software durchgeführt. Als Basis für die Berechnungen musste ein Strangschema unter Auto-CAD erstellt werden.



Grundlagen für die Eingabe aller Daten waren Revisions- und Schachtzeichnungen, die vom Betreiber zur Verfügung gestellt wurden. Als besondere Schwierigkeit erwies sich, dass in mehreren Bauteilen Umbaumaßnahmen durchgeführt wurden, die aufwendig in das Strangschema eingepflegt werden mussten. Zusätzlich war es erforderlich, mehrere Objektbegehungen in dem Krankenhaus durchzuführen, um das komplexe Warmwasser- und Zirkulationsnetz erfassen und die vorhandenen Pläne überprüfen zu können.

In Verbindung mit den Begehungen im Objekt wurden Messungen (Volumenströme, Temperaturen und Anlagendruckverhältnisse) in ausgewählten Bereichen des Objektes vorgenommen, um die vorherrschenden Anlagenzustände genau analysieren zu können. Auf Grundlage der ausgewerteten Messergebnisse konnten anschließend die Schwachstellen des Netzes auffindig gemacht und die Auslegung der im Krankenhaus bestehenden zentralen Trinkwarmwasserbereitung überprüft und neu dimensioniert werden.



Volumenströme und Temperaturen in der Warmwasserleitung für den Gebäudeteil 5

Mit den Erkenntnissen aus den Messungen wurden die Berechnungen des Warmwasser-Zirkulationsleitungsnetzes abgeglichen und durch Veränderung der Berechnungsparameter an den Istzustand herangeführt. Zusätzlich musste die Leitungsführung in vielen Bereichen des Gebäudes im Schema verändert werden, um einen hydraulischen Abgleich der Zirkulation zu ermöglichen. Für die Auslegung war es erforderlich, dass die in den Niederlanden vorgeschriebene Temperatur von 60 °C im gesamten Zirkulationsnetz nicht unterschritten wird. Die Warmwassertemperatur am Warmwasserspeicherausstritt in diesem Krankenhaus beträgt 70 °C.

Die durchgeführten Berechnungen ergaben, dass die vorhandenen Zirkulationspumpen überdimensioniert sind und dass ein hydraulischer Abgleich des Leitungsnetzes mit geringen Änderungen möglich ist. Diese Änderungen umfasst die Leitungsführung im Warmwasser- und Zirkulationsnetz sowie die Position von Absperr- und Regulierventilen.

Nach Abschluss der Berechnungen wurde das Zirkulationsnetz mit der Software simuliert. Die für das Leitungsnetz erforderliche Absperr- und Regulier-technik wurden anhand der Simulationsgrundlagen der Produkte der Firma Kemper ausgewählt, um ein optimales Zusammenspiel mit der im Bestand eingebauten Anlagentechnik gewährleisten zu können.

Im Anschluss an die Berechnungen und Simulationen wurde ein detailliertes Sanierungskonzept ausgearbeitet. Darin festgehalten sind alle durchzuführenden Leitungsänderungen sowie die Einbaupositionen der einzusetzenden Absperr- und Regulierventile und deren Einstellungen. Dieser Katalog ist im Anschluss dem Krankenhaus vorgestellt und in schriftlicher Form übergeben worden.

Dipl.-Ing. Vitalij Brill M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Thorsten Niehoff M.Sc.

Datum des Kolloquiums: 16. September 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: Kampmann, Lingen



Für Tür- und Torluftschleier gibt es keine normierten Auslegungsrichtlinien. Jeder Hersteller hat seine eigenen Auslegungskriterien.

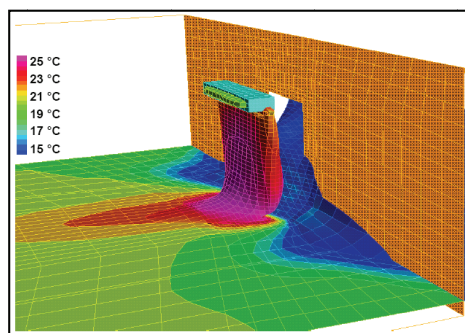
Die Aufgabe dieser Master - Abschlussarbeit ist es, die Auslegungskriterien der verschiedenen Hersteller zu analysieren, zu bewerten, die verfügbare Literatur bzgl. der Türluftschleieranlagen zu sichten, mit dem Ziel daraus eine neue Auslegungsrichtlinien zu entwickeln.

Der Luftstrom durch die Türöffnung wird durch drei Faktoren verursacht:

- vom Temperaturunterschied zwischen außen und innen
- vom Druckunterschied zwischen außen und innen
- von einem möglicherweise vorhandenen Winddruck auf die Türzone

Türluftschleier bilden eine lufttechnische Barriere zwischen einer inneren und äußeren Lufttemperaturzone. Es wird eine „unsichtbare Sperre“ errichtet, die verhindert, dass Innenluft nach außen und Außenluft in den Raum strömt.

Die notwendige Abschirmung ist abhängig von meteorologischen und gebäudespezifischen Faktoren. Das sind z. B. direkte und starke Windbelastungen, ein durch Straßenzüge abgeschirmter oder quer zur allgemeinen Windrichtung liegender Durchgang.



Falsch montierter Türluftschleier (Quelle: TTL GmbH)

Potenzialstudie zur energetischen Optimierung der Ludgerus- und Albert-Schweitzer Sporthalle in Wettringen durch Simulationsrechnungen

Dietmar Bröker M.A. M.Eng.

Prüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

11. Dezember 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie, Gebäude, Umwelt
Haus- und Energietechnik



Im Rahmen dieser Masterarbeit ist eine Potenzialstudie zur energetischen Optimierung der Ludgerus- und Albert-Schweitzer Sporthalle in Wettringen durchgeführt worden.



Foto: Ludgerus-Sporthalle



Simulationsmodell

Praktisch durchgeführt worden ist diese mit Hilfe der Simulationssoftware Designbuilder. Im Zuge dessen sind auf Grundlage von Bauplänen und örtlichen Aufmaßen digitale Gebäudemodelle von beiden Sporthallen erstellt worden. Diese Modelle sind nach ihren realen Vorbildern bauphysikalisch und anlagentechnisch so parametrisiert worden, dass im Anschluss an die Simulationen über ein Testreferenzjahr jeweils ein energetischer „Istzustand“ für die Gebäude abgebildet werden konnte. Danach sind die Ergebnisse der Istzustandssimulationen mit den zuvor an den Objekten durchgeführten Verbrauchsmessungen abgeglichen und verifiziert worden.

Nach intensiven Analysen der Simulationen der Gebäudeistzustände konnten erste energetische Sanierungsmaßnahmen an den Modellen simuliert werden. Hieraus ergaben sich je nach Maßnahme unterschiedlich hohe Energie-, CO₂ und auch Kosteneinsparungen. Die resultierenden Ergebnisse sind dann in einem letzten Schritt auf ihre Wirtschaftlichkeit hin geprüft worden.

Die Ergebnisse dieser Potenzialstudie zur energetischen Optimierung der Sporthallen des Wettringer Schulzentrums zeigen, dass mit Hilfe von komplexen Simulationsrechnungen verschiedenste Sanierungsmaßnahmen auf ihre Effektivität und ihren Nutzen hin qualifiziert überprüft werden können. Diese Berechnungen werden mit Hilfe von moderner Simulationssoftware durchgeführt, die es dem Anwender ermöglichen, ein Gebäude inklusive seiner Anlagentechnik über vorgegebene Zeiträume einem dynamischen Be-

rechnungsverfahren zu unterziehen. Das heißt, es werden verschiedenste Wechselwirkungen des Gebäudes mit seiner Umwelt berücksichtigt. Eine besondere Stärke dieser Programme liegt in der analytischen Fähigkeit Schwachstellen am Gebäude (System) aufzudecken.

Das Resultat sind Berechnungsergebnisse, die ein höheres Maß an Genauigkeit bieten, als es von statischen Berechnungsprogrammen zu erwarten wäre. Dem Entscheidungsbefugten können somit realitätsnahe Berechnungsergebnisse an die Hand gegeben werden, um sich guten Gewissens für oder gegen eine Sanierungsmaßnahme zu entscheiden.



Foto: Albert-Schweitzer-Sporthalle

Simulationsmodell

Als nachteilig von Programmen wie Designbuilder kann der hohe Zeitbedarf angesehen werden, der aufgewendet werden muss, um ein aussagekräftiges Gebäudemodell zu erstellen und dann im Anschluss durch Simulationen realitätsnahe Ergebnisse zu erhalten. Darüber hinaus erfordert die Bedienung des Programms eine längere Einarbeitungsphase, die ebenfalls Zeit kostet. Diese Tatsachen wirken sich auf den Einsatz solcher Programme in der Praxis aus, da dieser Zeitaufwand letztendlich auch bezahlt werden muss. Aus Kostensicht ist der Einsatz von Simulationssoftware also nur bei größeren Projekten sinnvoll anzusehen. Insgesamt gesehen, wird sich jedoch der Einsatz von Simulationssoftware jedoch im Laufe der nächsten Jahre verstärkt etablieren.

Abschließend kann festgehalten werden, dass der Gemeinde Wettringen durch den Einsatz von Designbuilder in der Potenzialstudie, wichtige Erkenntnisse über den energetischen Zustand ihrer Gebäude weitergegeben werden konnten. Detailliert dargestellte Sanierungsmaßnahmen können für die Zukunft sachdienliche Hinweise für energetische Sanierungen liefern.

Schlussendlich wurden alle in dieser Ausarbeitung dargestellten Sanierungsmaßnahmen einer ökologischen und gleichzeitig ökonomischen Bewertung unterzogen, die als Entscheidungshilfe dienen kann.

Dipl.-Ing. Alexander Bruns M. Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dr. Dirk Schneider

Datum des Kolloquiums:

05. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie
Energieversorgung und Energiewirtschaft

Im Zuge steigender Energiekosten ist es in jedem Unternehmen unabdingbar ein zukunftsfähiges Energiekonzept umzusetzen, um die laufenden Betriebskosten zu reduzieren und so am Markt bestehen zu können. Die Masterarbeit beschäftigt sich mit dieser Thematik und bewertet Lösungsansätze zur Wärmerückgewinnung an einer Raffinerieanlage zur Entschwefelung von Mitteldestillat. Die Wärmerückgewinnung ist hinsichtlich einer geplanten Durchsatzsteigerung von 7% gefordert. Der dynamische Energieeinsatz über eine Anlagenlaufzeit von zweieinhalb Jahren soll dabei nicht erhöht werden. In Folge dessen sinkt der spezifische Energieeintrag.

In der Ausarbeitung ist der Ist-Stand der betrachteten Anlage dargestellt. Es werden der Anlagenaufbau, die Mechanismen in der Reaktorsection und die Integration der Anlage in das Raffinerienetzwerk erläutert. Auf Basis dieser Kenntnisse wird die Performance der Vorwärmung in einer Pinch-Analyse untersucht sowie Lösungsoptionen abgeleitet.

Es konnten drei Lösungsmöglichkeiten zur Durchsatzsteigerung bei Reduzierung der spezifischen Energiekosten identifiziert werden:

- Übernahme von heißem Einsatz

- Installation eines Luftvorwärmers

- Einbau neuer Rohrbündel

Dabei ist zunächst eine technische Untersuchung jeder einzelnen Option vorgenommen worden. Dies wurde mit einer in der Raffinerietechnik gängigen Simulationssoftware durchgeführt. Dabei war insbesondere die Dynamik im Energieverbrauch über die Anlagenlaufzeit zu berücksichtigen. In drei festgelegten Szenarien sind die Randbedingungen definiert worden.

Auf diese Betrachtung aufbauend sind die technischen Aspekte in eine Wirtschaftlichkeitsberechnung geflossen. Anhand von Energiepreisen und CO₂ Gutschriften wurden Einsparungen errechnet. Mit diesen Einsparungen und den generierten Margen, resultierend aus der Durchsatzsteigerung, konnte mit Hilfe der zu tätigen Investitionen ein statisches Layout berechnet werden. Abschließend wurden die Ergebnisse aus der technischen und wirtschaftlichen Betrachtung diskutiert.

Michael Buller B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Detlef Großjohann

Datum des Kolloquiums:

21. Oktober 2009

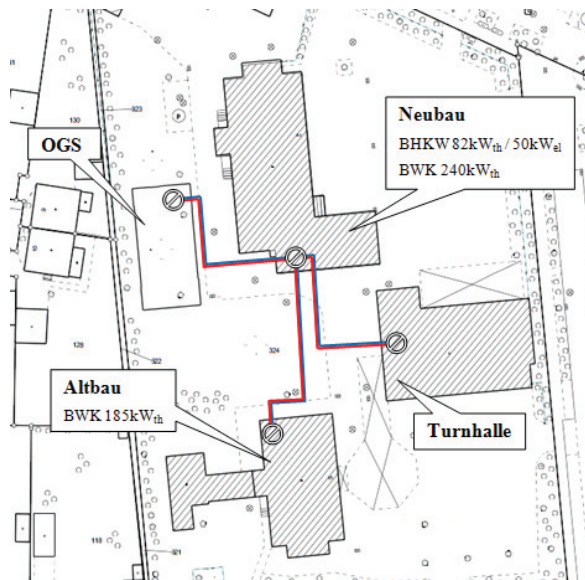
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

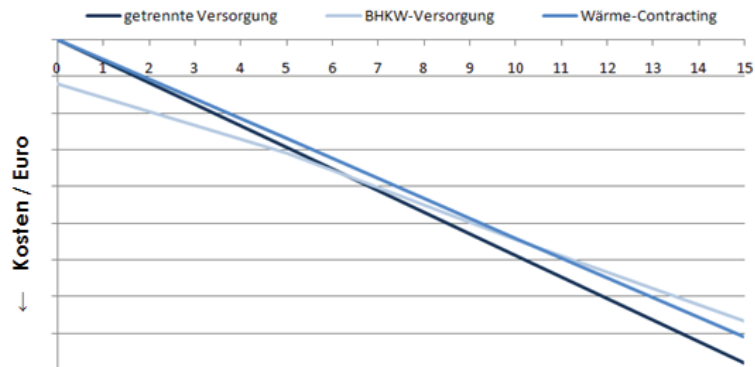


Um künftigen Generationen eine lebenswerte Grundlage zu bieten, sind Fragen der Versorgungssicherheit von Rohstoffen neu zu beantworten. Ein Lösungsansatz beschreibt, neben der verstärkten Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und erneuerbaren Energien, die Kraft-Wärme Kopplung. Antrieb dieser Arbeit ist das Hertener Klimakonzept 2020, dass auf der energiepolitischen Ebene die Schadstoffemissionen im Ballungsraum Herten reduzieren will. Die Ausarbeitung versucht, die wirtschaftlichen mit den ökologischen Interessen zu verbinden und ist ein Beispielprojekt, um weitere energietechnisch optimierte Anlagen zu installieren.

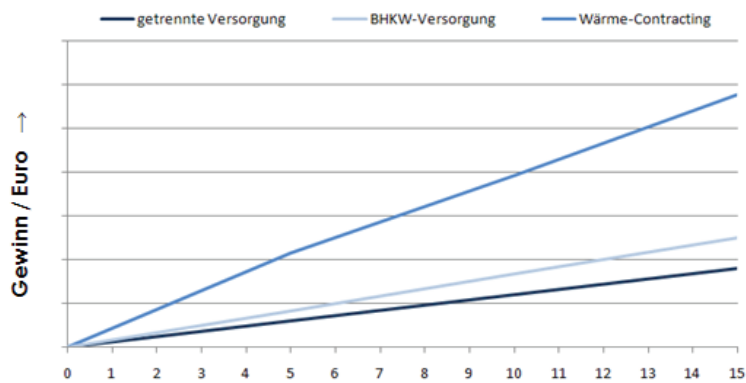
Das energietechnisch zu optimierende Objekt ist ein Hertener Schulkomplex, bestehend aus der Comenius Grundschule, aus Alt- und Neubau sowie einer offenen Ganztagschule und einer Turnhalle. Die Zielsetzung ist die wärmetechnische Versorgung aller Gebäude durch eine Heizzentrale im Neubau unter Implementierung einer Kraft-Wärme Kopplungsanlage (BHKW). Um die Wärme verteilen zu können, wird das bereits vorhandene Nahwärmesystem erweitert. Die folgende Abbildung gibt eine Empfehlung für die Installation der energietechnischen Anlagen und deren Einbindung in ein Nahwärmesystem.



Es werden verschiedene Versorgungsvarianten für den Kunden miteinander verglichen. Durch gemittelte Jahresverbräuche wird eine Wirtschaftlichkeitsrechnung angefertigt. Diese Grundannahme der getrennten Versorgung wird mit der BHKW-Versorgung verglichen, wo alle Aspekte von Planung, über die Finanzierung, bis hin zum Betrieb durch den Kunden getragen werden. Als weitere Alternative steht das Wärme-Contracting, wo alle Leistungen von Planung, bis zum Betrieb der energietechnischen Anlagen, durch einen Dienstleister abgedeckt werden. Die folgende Abbildung zeigt die Kosten des Kunden in Abhängigkeit der Versorgungsvariante.



Des Weiteren werden die drei Varianten aus Sicht der Hertener Stadtwerke GmbH gesehen und die Gewinne durch die verschiedenen Versorgungsarten miteinander verglichen.



Das Wärme-Contracting hat sowohl für den Kunden, als auch für die Hertener Stadtwerke GmbH enorme wirtschaftliche Vorteile. Auch wenn die Energiekosteneinsparung beim Kunden geringer als bei der BHKW-Versorgung ausfällt, bleibt der enorme Vorteil des Auslagerns der gesamten Energiebereitstellung. Für die Hertener Stadtwerke GmbH ist beim Wärme-Contracting der wirtschaftliche Vorteil am größten.

Der Vorteil für die Umwelt steht, aufgrund des Hertener Klimakonzeptes 2020, im Vordergrund. Durch Implementierung der ausgelegten Kraft-Wärme Kopplungsanlage wird eine relative CO₂-Einsparung von 56 % erreicht. Dieses entspricht einer absoluten Emissionsminderung, gegenüber der konventionellen Versorgung, von 195 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Detlev Büschen B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums:	27. November 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



Aus einer Anfrage an die Fachhochschule-Münster ergab sich die Aufgabe für diese Bachelorarbeit: Die „Wirtschaftlichkeitsberechnung und Energieeffizienzbetrachtung einer KWK-Anlage in einem Schulzentrum“.

In der Bachelorarbeit wurde der mögliche Einsatz von verschiedenen BHKW-Anlagen in einem Schulzentrum betrachtet. Neben der Wirtschaftlichkeit wurden zusätzlich die Energieeffizienz und der CO₂-Ausstoß der verschiedenen Varianten als auch der momentanen Energieversorgung betrachtet.

Die Wirtschaftlichkeit der BHKW-Anlage war in der Betrachtung das entscheidende Kriterium ob eine BHKW-Anlage installiert werden sollte oder nicht. Grundlage der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist der Vergleich von der derzeitigen Situation der Energieversorgung mit der Installation verschiedener BHKW-Anlagen.

Dazu wurden die Verbrauchsdaten des Schulzentrums der letzten Jahre analysiert und die dazugehörige Verbrauchskostenentwicklung für die nächsten Jahre abgeschätzt. Sowohl die Leistungsdaten der installierten Heizungsanlage als auch Leistungsdaten von verschiedenen BHKW-Anlagen von verschiedenen Herstellern wurden beschafft. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde eine Investitionssumme der BHKW-Anlage mit allen für die Installation nötigen Baumaßnahmen erstellt.

Auf den genannten Grundlagen wurde dann die Wirtschaftlichkeit einerseits als Amortisationsrechnung und andererseits als eine kumulierte Gewinn- und Verlustrechnung durchgeführt. Danach wurde die Energieeffizienz der jeweiligen Lösung betrachtet. Im Anschluss daran wurden die jeweiligen CO₂-Emissionen berechnet. Auch die die Steigerung der Energieeffizienz und die Minderung der CO₂-Emissionen wurden berechnet, die durch die Installation der jeweiligen BHKW-Anlage erreicht werden können.

Am Ende der Bachelorarbeit wurde eine Handlungsempfehlung für den Schulträger ausgestellt. Aufgrund dieser Empfehlung kann abgesehen werden was für wirtschaftliche Konsequenzen und Folgen hinsichtlich der Energieeinsparung und CO₂-Emissionsminderung durch den Einsatz einer BHKW-Anlage in dem Schulzentrum zu erwarten sind. Im Fall der Installation der BHKW-Anlage mit der größten Wirtschaftlichkeit ist eine Energiekosteneinsparung von 17 % zu erwarten. Die Energieeffizienz wird um 30% verbessert und die CO₂-Emissionen gehen um 43% zurück.

Auslegung einer Anlage zur Enthärtung eines Quellwassers mittels Nanofiltration

Dipl.-Ing. Andreas Buslowski

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	15. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Wasserverband Weddel-Lehre (WWL)



In dieser Diplomarbeit wurde eine Anlagenauslegung für eine Trinkwasser-aufbereitungsanlage mittels einer Nanofiltration erstellt. Des Weiteren sollten Angebote eingeholt und verglichen werden, um eine Kostenaufstellung für eine Eigenförderung zu erstellen. Es sollen 800.000 m³/a Quellwasser aus zwei Quellen aufbereitet werden. Es wurden Daten einer in 2005 gemachten Pilotierung einer Nanofiltration zugrunde gelegt.

Für eine gesicherte Rohwasserentnahme wurden zwei Pumpen mit je 140 m³/h eingesetzt, die in einen 50 m³ fassenden Rohwasserbehälter fördern. Anschließend wird das Rohwasser über zwei parallel geschaltete 5 µm Kerzenfilter der Nanofiltration zu geführt. Vor der Nanofiltration wird ein Teil des Rohwassers abgezweigt und später wieder mit dem Permeat verschnitten. Um ein Ausfällen (Scaling) der Wasserinhaltsstoffe auf der Membran zu verhindern, wird der pH-Wert durch Zugabe von CO₂ gesenkt. Dieses CO₂ ist das einzige Antiscalant, welches der Wasserverband später über das Konzentrat in den Vorfluter einleiten darf.

Die Nanofiltration ist zweistraßig aufgebaut und wird nach eigener Auslegung mit 108 Membranen bestückt. Der Anlagenaufbau ist zweistufig und in der ersten Stufe sind 6, in der zweiten Stufe 3 Membranrohre parallel geschaltet. Hinter der Nanofiltration wird das Permeat mit dem Rohwasser verschnitten und auf den gewünschten Härtegrad eingestellt. Das Mischwasser muss über einen Riesler ins Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht gebracht werden. Die Auslegung des Rieslers ergab eine Gesamthöhe von 4,7 m und einen Durchmesser von 1,4 m. Im Anschluss wird das Trinkwasser über eine Desinfektionsanlage mittels UV-Strahlen in einen 50 m³ fassenden Behälter gepumpt. Über eine Druckerhöhungsstation wird das Trinkwasser aus dem Behälter zum Hochbehälter Elmwarte gefördert.

Die angeforderten Angebote wurden auf Angebotsumfang, Preis und eingesetzte Chemikalien überprüft. Die Kosten des Angebots eines Anbieters wurden zur späteren Kostenaufstellung als Grundlage angenommen, um bei der Kostenschätzung eine Bezugsgröße zu erhalten. In die Kostenaufstellung wurden Abschreibenzeiten laut AfA-Liste, jährlicher Verbrauch an Chemikalien und der Personalaufwand mit einkalkuliert. Basierend auf den festgelegten Daten ergab sich ein Trinkwasserpreis von 0,56 €/m³. Der geforderte Preis seitens des WWL von 0,455 €/m³ konnte somit nicht eingehalten werden. In Zukunft wird eine Senkung des Preises von 0,56 €/m³ durch bessere Energiebedingungen und längere Abschreibenzeiten möglich sein.

Christian Effing B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Dr. rer. nat. Frank Heimlich

Datum des Kolloquiums:

10. November 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Gasversorgungswirtschaft

In Kooperation mit:

RWE Rheinland Westfalen Netz AG, Thyssengas GmbH



Das in der Gasversorgung eingesetzte natürliche Erdgas besitzt, wenn es aus der Förderstätte kommt, wenig oder gar keinen Geruch. Auch wenn zum Teil Schwefelverbindungen im Erdgas enthalten sind, verliert es nach der Aufbereitung seinen natürlichen Eigengeruch und muss aus Sicherheitsgründen wieder „riechbar“ gemacht werden. Dieser Vorgang wird als Odorierung bezeichnet und beschreibt somit das technische Einbringen eines Geruchstoffs in das natürliche Erdgas.

In dieser Arbeit wurde das Odoriersystem des Transportnetzes Mitte (auch als Hochdruckring bezeichnet) der Thyssengas GmbH untersucht. Das Netz Mitte versorgt weite Teile des Münsterlandes, des Ruhrgebietes und das nördliche Sauerland auf der Transportebene mit Nordsee H-Erdgas. Des Weiteren bezieht als größter Abnehmer das Kraftwerk Gersteinwerk in Werne der RWE Power einen Teil seines Bedarfs aus dem Netz-Mitte. Die Besonderheit an diesem Netz ist, dass es zentral an den Einspeisestellen mit Tetrahydrothiophen (THT) odoriert wird. Somit ist eine Odorierung in den nachgeschalteten Verteilnetzen nicht mehr erforderlich.

Da durch die immer mehr an Bedeutung gewinnende Nachfrage von Erdgas zu motorischen Verbrennung die Anforderungen an den Mindestschwefelgehalt steigen, ist eine Änderung des bestehenden Odoriersystems in Zukunft zu erwarten. Dies gilt besonders im Bezug auf einen denkbaren Einsatz eines schwefelfreien oder schwefelreduzierten Odoriermittels, als auch im Bezug auf die Überarbeitung der DVGW Richtlinie „Gasodorierung“ wo eine Herabsetzung der geforderten Mindest-Odoriermittel-Konzentration denkbar ist.

Zurzeit wird die Odoriermittel-Konzentration durch neun fest installierte Gaschromatografen überwacht. Die Untersuchung wurde in Hinblick auf die richtige Wahl der Aufstellorte der Messgeräte, sowie der Genauigkeit der ermittelten Messwerte durchgeführt.

Um eine Aussage über die Genauigkeit der gemessenen Konzentrationen treffen zu können, wurden Vergleichsmessungen durchgeführt.

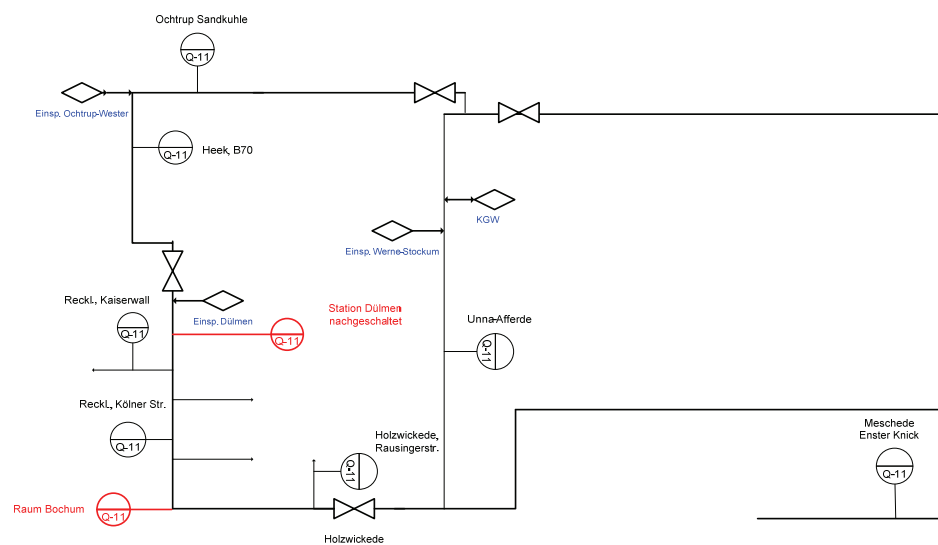
Diese ergaben, dass die Messunsicherheit der verwendeten Messgeräte bei ca. $\pm 0,7 \text{ mg/m}_n^3$ liegen und somit eine hohe Genauigkeit aufweisen. Die Abbildung zeigt den Aufbau einer durchgeführten Vergleichsmessung.



Aufbau einer durchgeführten Vergleichsmessung

Um die Wahl der Aufstellorte zu überprüfen, wurde mit Hilfe eines Rekonstruktionssystems eine strömungstechnische Simulation der Gasflüsse im Netz durchgeführt. Dabei wurden besonders repräsentative Monate simuliert und Anhand der gewonnenen Kenntnisse Rückschlüsse auf die Wahl der Aufstellorte gezogen.

In der Abbildung (unten) ist die im Rahmen dieser Arbeit ermittelte verbesserte Anordnung der vorhandenen Messtechnik dargestellt.



Schematische Darstellung des optimierten Messkonzeptes

Die Vergleichsmessungen haben gezeigt, dass die Genauigkeit der installierten Messgeräte eine hohe Qualität aufweist. Der Einsatz von schwefelfreien oder schwefelreduzierten Odoriermittel ist nur durch Anschaffung neuer angepasster Messtechnik möglich.

Dipl.-Ing. Benjamin Ehmann

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Detlef Großjohann
Datum des Kolloquiums:	16. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



Die zunehmenden CO₂-Emissionen, welche durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas verursacht werden, tragen die Hauptschuld an der Ursache des Klimawandels. Die steigenden Brennstoffpreise belasten den wirtschaftlichen Betrieb von Energieerzeugungsanlagen. Daher muss der Einsatz dieser Energieträger so energieeffizient wie möglich erfolgen. Gute Möglichkeiten bietet hierbei der Einsatz von BHKW-Anlagen, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten und eine gleichzeitige Erzeugung von Wärme und elektrischen Strom gewährleisten. Die Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes, welche zum 01.01.2009 in Kraft getreten ist, verbessert die Situationen für den Einbau einer solchen Anlage. Ziel der Bundesregierung ist es, 2020 einen Anteil von 25% in KWK-Anlagen erzeugtem Strom an der Gesamtproduktion zu erreichen.

Trotzdem ist der Einbau einer BHKW-Anlage mit erheblichen Kosten verbunden und muss zuvor auf Wirtschaftlichkeit überprüft werden. Dieses soll im Rahmen eines Klimakonzeptes des Auftrag gebenden Unternehmens „Hertener Stadtwerke“ für ein Grundschulgebäude durchgeführt werden. Das BHKW wurde einem Erdgas-Brennwertkessel und einem Holzpelletkessel gegenübergestellt und diese Varianten mit dem Altzustand der Anlage verglichen. Zusätzlich sollen zwei Heizzentralen per Fernwärmeleitung verbunden werden.

Zu den Aufgaben der Diplomarbeit gehörten unter anderem die Aufnahme der Energieverbrauchsdaten des Schulgebäudes, Anfertigen einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831, Dimensionierung der KWK-Anlage, das Erstellen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung und schließlich einer Emissionsbilanz. Zur Festigung der Ergebnisse und weiteren Risikoeinschätzung wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der die wichtigsten Eingangsparameter wie Erdgas-Bezugspreis und Jahres-Vollastbetriebsstundenzahl um +/- 10 % variiert wurden. Zusätzlich wurden weitere Vorschläge zur Verbesserung der Anlagentechnik und der Gebäudehülle gemacht.

Das Ergebnis der Berechnung zeigte, dass sich der Einsatz eines BHKW im Vergleich zum Erdgas-Brennwertkessel und vor allem zum Holzpelletkessel rechnet und eine Amortisation in knapp 3,5 Jahren zu erreichen ist. Bei der Gegenüberstellung der Jahres-Energiekosten und der Wärmegestehungskosten ergibt sich ebenfalls das BHKW als günstigste Variante.

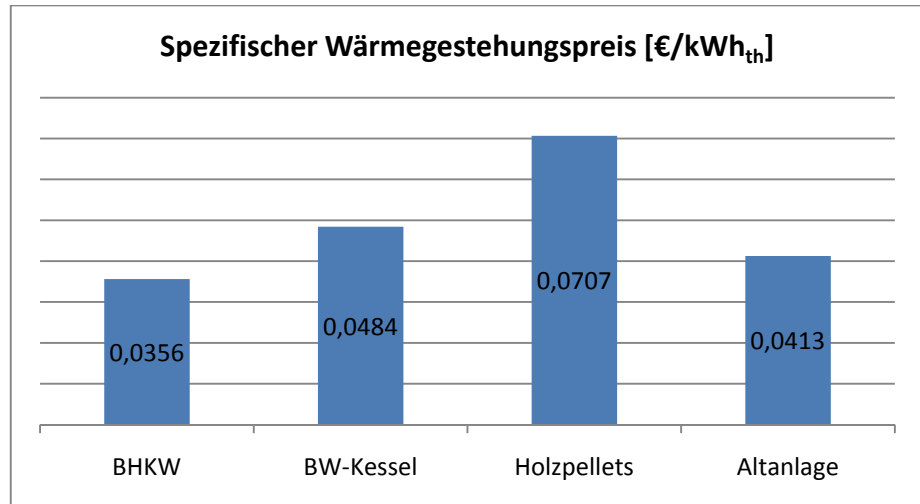


Diagramm 1: Spezifischer Wärmegestehungspreis

Der Brennstoffverbrauch gegenüber einem konventionellen Heizkessel ist um 30% angestiegen, dieses ist aber auf die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und elektrischem Strom zurückzuführen. Insgesamt ist eine Primärenergie-Einsparung von 36% gegenüber der getrennten Erzeugung von Wärme und Strom erreichbar. Bei der Bilanzierung der CO₂-Emissionen für getrennte und gekoppelte Energieerzeugung ist eine CO₂-Einsparung von 52,7 % gegenüber der getrennten Erzeugung errechnet worden. Dieses ist der vorrangige Aspekt bei der ökologischen Betrachtung von KWK-Anlagen und passt damit hervorragend in das „Hertener Klimakonzept 2020“, welches sich CO₂-Einsparung und Energieeffizienz als primäre Ziele gesetzt hat.

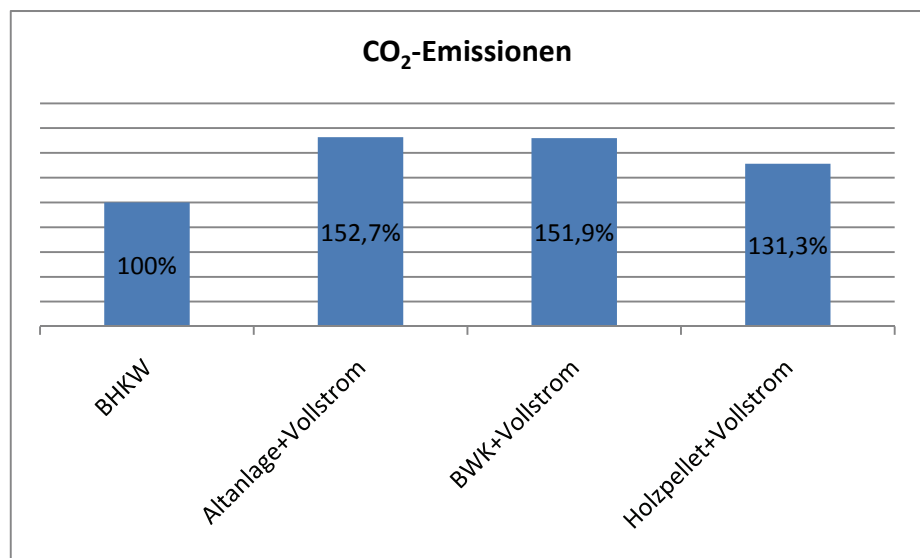


Diagramm 2: CO₂-Emissionen

Kevin Erdelkamp B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Michael Detering
Datum des Kolloquiums:	01. November 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Innogy GmbH



Die Funktionstüchtigkeit eines Netzes zur Übertragung elektrischer Energie ist von größter Bedeutung. Die heutigen hoch entwickelten Industrienationen sind stark von der Versorgungszuverlässigkeit, der Spannungsqualität und der Frequenzstabilität der Netze abhängig. Elektrische Geräte und Maschinen sowie Steuerungen und Computer, die an elektrische Netze angeschlossen sind, reagieren sehr empfindlich auf Netzschwankungen.

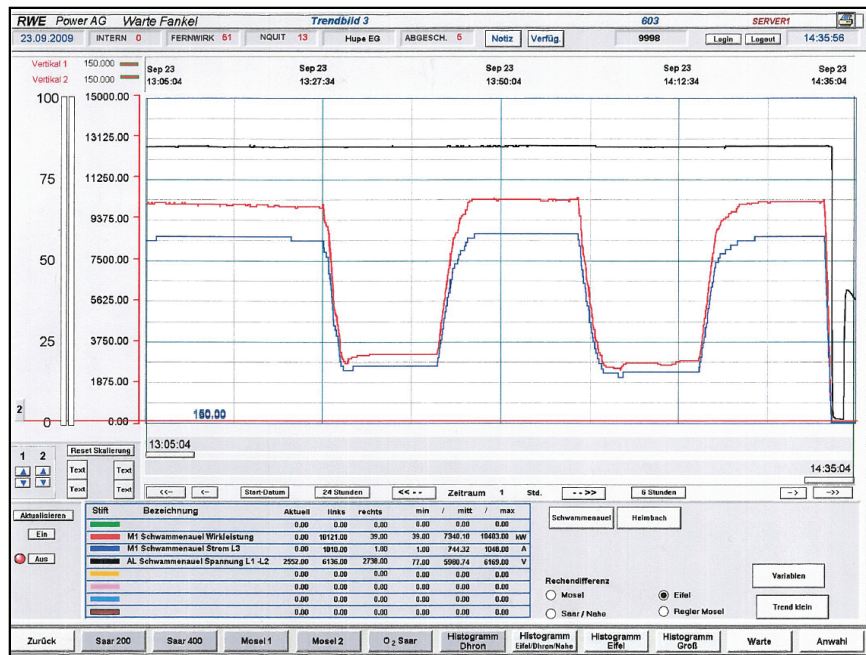
Die Verantwortung für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Verbundnetze liegt bei den Übertragungsnetzbetreibern. Diese werden durch die Erbringung der sogenannten Netz- bzw. Systemdienstleistungen in ihrer jeweiligen Regelzone der Aufgabe gerecht. Die wichtigsten Systemdienstleistungen, durch welche die Qualität der Stromversorgung maßgeblich bestimmt wird, sind Frequenzhaltung, Betriebsführung, Spannungshaltung und Versorgungswiederaufbau.

Das „Instrument“ zur Erfüllung der Frequenzhaltung ist der Einsatz von Regelleistung in Form von Primär-, Sekundär- und Minutenreserveleistung. Durch deren Einsatz wird das Leistungsgleichgewicht zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch gewährleistet.

Im deutschen liberalisierten Strommarkt schreiben die Übertragungsnetzbetreiber diese Regelenenergie nach gemeinsamen Grundsätzen zu Wettbewerbskonditionen aus. Betreiber von Erzeugungsanlagen müssen ein Präqualifikationsverfahren durchlaufen und können nach erfolgreichem Abschluss dieser Verfahren dann Angebote abgeben. Nach Zuschlagserteilung erfolgt die Vorhalte- bzw. Erbringungspflicht der Regelenenergie. Das Präqualifikationsverfahren stellt im Vorfeld sicher, dass der Anbieter technisch und organisatorisch auch dazu in der Lage ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, ob die Laufwasserkraftwerke der RWE Innogy GmbH grundsätzlich zur Regelenenergieerzeugung geeignet sind. Die Anforderungen der Präqualifikationsverfahren werden direkt auf den Laufwasser-Kraftwerkspool der RWE Innogy bezogen. Es wird festgestellt welche Form von Regelenenergie am besten von den Anlagen bereitgestellt werden kann und eventuell nötige Änderungsmaßnahmen technischer und organisatorischer Art werden aufgezeigt.

Im Vorfeld eines Präqualifikationsverfahrens muss sichergestellt werden, dass die Regelungs- und Anlagentechnik der Kraftwerke die gewünschten Anforderungen erfüllen kann. Dazu wurde im Rahmen dieser Arbeit im September 2009 ein Probelauf mit dem Kraftwerk Schwammenauel durchgeführt. Das nachfolgende Betriebsprotokoll zeigt das Ergebnis dieses Probe- laufs. Die im Präqualifikationsverfahren gewünschte Doppelsenke des Leistungsverlaufs (rote Linie) konnte erfolgreich mit der Anlage gefahren werden.



Es ist ebenfalls Ziel der Arbeit eine Abschätzung zum möglichen Erlöspotenzial aus der Vermarktung von Regelernergie abzugeben. Dazu wird der Kapazitätsmarkt für die Regelernergieart „negative Minutenreserve“ aufgezeigt und analysiert.

Bezogen auf den Laufwasserkraftwerks-Pool der RWE Innogy GmbH wird ein erhebliches Zusatz-Erlöspotenzial durch die Vorhaltung und Erbringung der negativen Minutenreserveleistung festgestellt.

Alexander Fast B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums:

15. April 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Durch die immer weiter zunehmende Energiepreiserhöhung sind insbesondere Industrieunternehmen mit energieintensiven Arbeitsverfahren, gefordert die für die Produktion notwendige Energie rationell und effizient zu nutzen. Die Aufgabenstellung der Abschlussarbeit bestand in der Untersuchung und Beurteilung der Energie und CO₂-Einsparmöglichkeiten eines Industrieunternehmens. Bei der Untersuchung wurden die ökonomischen und die ökologischen Aspekte der verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen beurteilt. Die untersuchten Investitionsmaßnahmen sollen dazu beitragen die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens gegenüber Mitbewerbern zu erhöhen. Bei der Bewertung des Energieeinsparpotenzials des Unternehmens wurden die folgenden Investitionsmaßnahmen mit Hilfe der dynamischen und statischen Kostenrechnungsmethode untersucht:

- Einsatz der Abgaswärmerückgewinnung für die in den Abgasen des Einbrennofens einer Pulverbeschichtungsanlage sensibel enthaltenen Abgaswärme.

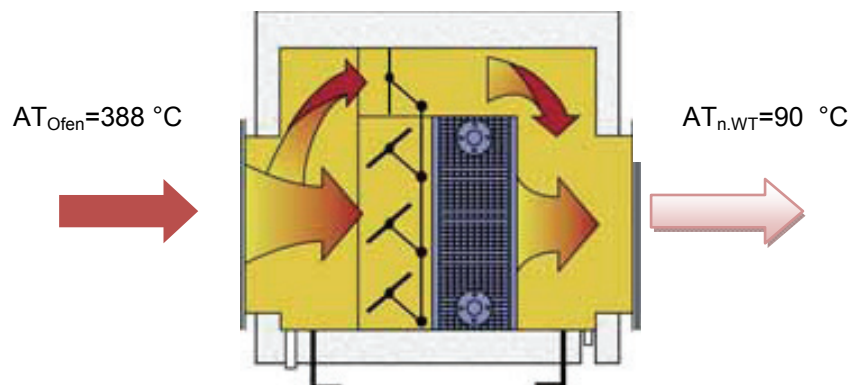


Abbildung 2: Querschnitt durch eine Abgaswärmerückgewinnungsanlage

- Nutzung der Kraftwärmekopplung (KWK) mit Hilfe eines BHKW im Zusammenhang mit der Wärmebereitstellung für die Vorbehandlungsbecken einer Verzinkungsanlage.
- Technische Effizienzoptimierung der Beleuchtung in den Produktionshallen.

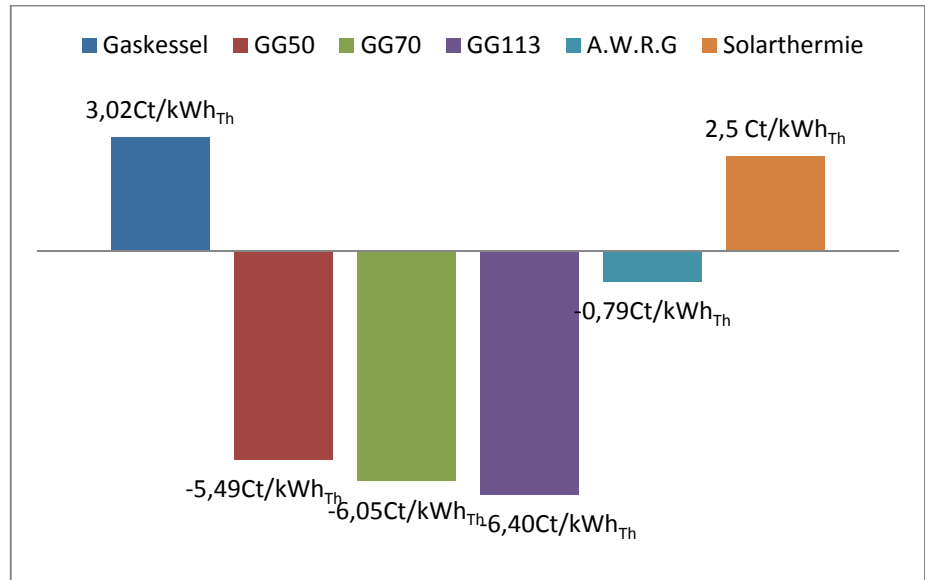


Abbildung 3: Vergleich der Wärmegestehungskosten

Die Ergebnisse der Untersuchung und Beurteilung der einzelnen Investitionsmaßnahmen bieten dem Unternehmen anhand der Ergebnisse der Amortisationsrechnung, Wärmegestehungskosten, Annuität den Stromgestehungskosten und der CO₂-Bilanz eine optimale Grundlage für die Entscheidungsfindung der wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaftesten Investitionsmaßnahme.

Dipl.-Ing. Eugen Ferber

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 05. Oktober 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik



Mit der Entwicklung des aus unserem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenkenden Wohlstands wächst stetig auch der Energiebedarf.

Die Statistiken verdeutlichen, dass etwa 1/3 des gesamten Energiebedarfs in Deutschland in Wohngebäuden anfällt, wobei davon etwa 70% die Heizwärme ausmacht. Aus diesem Grunde ist eine technische und wirtschaftliche Analyse des heutigen und zukünftigen Einsatzes der regenerativen Energien im Verbrauchssektor „Haushalte“ überaus interessant und stellt somit die Hauptaufgabenstellung meiner Diplomarbeit dar.

Die Diplomarbeit konzentriert sich auf die Beantwortung der Fragestellung, inwieweit die heutigen Einsatzmöglichkeiten von regenerativen Energien eine Energieautarkität von Wohnhäusern bieten können. Das besondere Augenmerk liegt hierbei auf dem Heizwärmebedarf eines Einfamilienhauses. Zur dessen Deckung werden Systemkombinationen aus einer solarthermischen und einer photovoltaischen Anlage, einer Wärmepumpe und einem Saisonwärmespeicher ausgearbeitet und analysiert. Die Wasser- und Elektrizitätsversorgung für den alltäglichen Gebrauch sollen mittels kommunaler Netze sichergestellt werden.

Für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs eines Einfamilienhauses und des solaren Wärmeangebots wurde ein theoretisches Versuchsmodell unter Berücksichtigung der EnEV-2009 und des Standes der Technik entworfen. Hierfür kamen die Simulationsoberfläche „DesignBuilder“ und die Energiesoftwares von Valentin, T-SOL und PV-SOL zur Anwendung. Die Resultate der Ermittlungen belegen eine theoretische Kongruenz des Heizwärmebedarfs und des solaren Wärmeertrags. Jedoch haben die Wärmemengen zu unterschiedlichen Jahreszeiten ihre Peaks. Somit bestand die Herausforderung der Arbeit in der Erarbeitung einer optimalen technischen Kombination zur thermischen Nutzung regenerativer Energien und einer möglichen Akkumulation dieser Energie.

Die Quintessenz der Diplomarbeit sieht folgendermaßen aus. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit zur Deckung des Heizwärmebedarfs eines Einfamilienhauses ausschließlich mit regenerativen Energien, vorausgesetzt der Heizwärmebedarf wird deutlich reduziert. Auch wenn das Projekt aufgrund der hohen Investitionskosten heutzutage noch als unwirtschaftlich erscheint, stehen dem eine CO₂-freie und eine energiepreissteigerungsunabhängige Heizwärmebedarfsdeckung gegenüber.

Entwicklung eines Versorgungskonzeptes für einen Wohnkomplex mehrerer Wohngebäude

Dipl.-Ing. Hendrik Focke M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

18. Januar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik



Die Masterarbeit beschreibt die Entwicklung eines Versorgungskonzeptes für eine Studentenwohnanlage, bestehend aus sieben Gebäuden. Es sollen 286 Wohnungen aufgeteilt auf 84 Zweipersonenapartments und 202 Einzelapartments mit insgesamt 12.650 m² Gebäudefläche errichtet werden.

Ein wirtschaftliches und umweltschonendes System wird als Ziel des Konzeptes festgelegt. Dabei wird insbesondere die Versorgung mit Wärmeenergie, Trinkwasser und Frischluft betrachtet.

Um das Versorgungskonzept zu erstellen, wurden die Rahmenbedingungen für die Wärmeversorgung, die Sicherstellung der Luftversorgung, die Abschätzung des Wärmeenergiebedarfs und die Möglichkeiten zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs ermittelt.

Die Erstellung des Lüftungskonzeptes nach DIN 1946-6 ergab, dass die Wohnungen eine Lüftungsanlage erhalten müssen. Der notwendige Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz der Wohnungen überschreitet den Infiltrationsluftvolumenstrom. Die Wohnungen erhalten daher eine kontrollierte Wohnraumlüftung. Die Zu- und Abluftvolumenströme werden von einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in jedem Gebäude bereitgestellt.

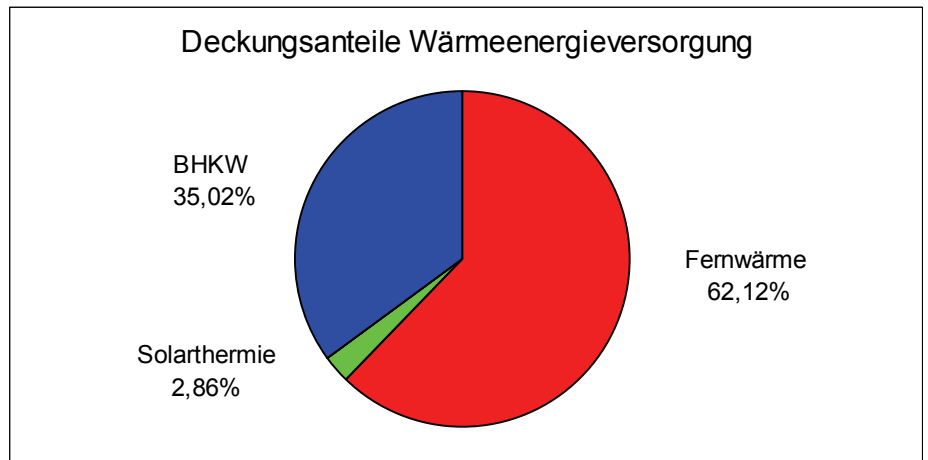
In den Vergleich der Möglichkeiten zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs fließen die folgenden Anlagen ein:

- Fernwärme (89,9 % KWK)
- Gas-Brennwertkessel
- Solarthermie
- Holzpelletkessel
- Geothermiewärmepumpe
- Gas-Blockheizkraftwerk

Es wurden die Investitions- und Betriebskosten über 15 Jahre für 18 Anlagen und Kombinationen miteinander verglichen. Alle Anlagen erfüllen dabei das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG).

Bei dem Vergleich stellte sich heraus, dass die Anlagen, bei denen der Wärmeenergiebedarf mittels Fernwärme und BHKW gedeckt wird, die wirtschaftlichsten Ergebnisse erzielen. Eine Deckung der Anforderungen des EEWärmeG ergibt sich bei der alleinigen Nutzung von Fernwärmeenergie aus dem Universitätsnetz. Diese wird von einem Blockheizkraftwerk (BHKW), ausgelegt auf die anteilige Deckung des Warmwasserbedarfs, sowie einer

thermischen Solaranlage, ergänzt.



Lastspitzen durch die Trinkwassererwärmung werden durch den Einsatz von Pufferspeichern auf der Heizungsseite gemildert. Somit müssen die Wärmeenergieerzeuger für die Trinkwasserbereitung nicht überdimensioniert werden.

Die Warmwasserbereitung erfolgt nach dem Durchflussprinzip in einem Speicherladesystem. Die Warmwasserspeicher können verhältnismäßig klein ausgelegt werden. Dies ist die Voraussetzung für ein schlankes - hygienisch einwandfreies - Trinkwassernetz.

Das Konzept bildet eine Grundlage für die Planung, welche während der Planungsphase regelmäßig geprüft und aktualisiert werden muss.

Dipl.-Ing. Mathias Förster

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Ingo Seliger
Datum des Kolloquiums:	11. November 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



Steigende Energiepreise, ein stetiger Rückgang der fossilen Energieträger und ein wachsendes Umweltbewusstsein, zwingen die Menschheit derzeit zum Umdenken. Kohlenstoffdioxideinsparungen sind vermehrt Diskussionsgegenstand. Das allgemeine Umweltbewusstsein wird dadurch gestärkt. Noch vor einigen Jahren war Energiesparen relativ unbekannt und nur wenige haben sich mit dem Thema auseinandergesetzt. Die Energieumwandlungsverluste sollen auf ein Minimum reduziert werden. Der Ruf nach Alternativen zu herkömmlicher Erzeugung wird immer lauter und der Markt muss reagieren. Einige namenhafte Unternehmen haben sich diesem Problem gestellt und arbeiten an deren Umsetzung.

Eine zukunftsweisende Alternative zur herkömmlichen Energieversorgung bietet die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Hierbei wird die überschüssige Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, genutzt. Bei der herkömmlichen Stromerzeugung z. B. in Kondensationskraftwerken geht ein Großteil der eingesetzten Energie in Form von Wärme verloren. Mit der Kraft-Wärme-Kopplung kann effizient Wärme und Strom dezentral erzeugt und Vorort genutzt werden. Mit der Einführung des KWK-Gesetzes haben sich sogenannte Mini-KWK-Anlagen oder auch Mikro-KWK-Anlagen durchgesetzt, die speziell in Ein- und Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden.

Entwickelt wurden Prototypen eines Mikro-KWK-Heizgerätes, die einer Fertigungsendprüfung unterzogen werden sollen. Das heißt, eine komplette Funktionsprüfung, die nach einem bestimmten Schema abläuft. Die Fertigungsendprüfung unterteilt sich in verschiedene Prüfbereiche, die Sichtprüfung, die elektrische Sicherheitsprüfung, die Dichtheitsprüfung und die Funktionsprüfung. Das Mikro-KWK-Heizgerät entspricht einem Gasbrennwertgerät mit einem vorgeschalteten Stirlingmotor. Der Stirlingmotor hat eine Leistung von $1\text{kW}_{\text{elektr.}}$ und $6\text{kW}_{\text{therm.}}$. Um auch größere Wärmelasten abdecken zu können, verfügt das Mikro-KWK-Heizgerät über einen Zusatzbrenner mit 18kW thermischer Leistung. Da in dem Mikro-KWK-Heizgerät zwei Brenner verbaut sind aber nur ein Gebläse, erfolgt die Luftzufuhr über das Spool-Valve (Luftumlenkventil). Hierbei wird das Gasluftgemisch, an den jeweiligen Brenner oder an beide Brenner geleitet. Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung des Spool-Valve.

Die Fertigungsendprüfung eines Mikro-KWK-Heizgerätes unterscheidet sich von einem herkömmlichen Gaswandgerät, da nicht nur thermische sondern auch elektrische Energie erzeugt wird. Beim Mikro-KWK-Heizgerät sind zusätzliche Komponenten eingebaut (z. B. Stirlingmotor, Luftumlenkventil), die einer besonderen Überprüfung bedürfen. Ziel dieser Diplomarbeit war die Erfassung des Prüfumfanges des Mikro-KWK-Heizgerätes und die Möglichkeiten die Funktionen zu überprüfen.

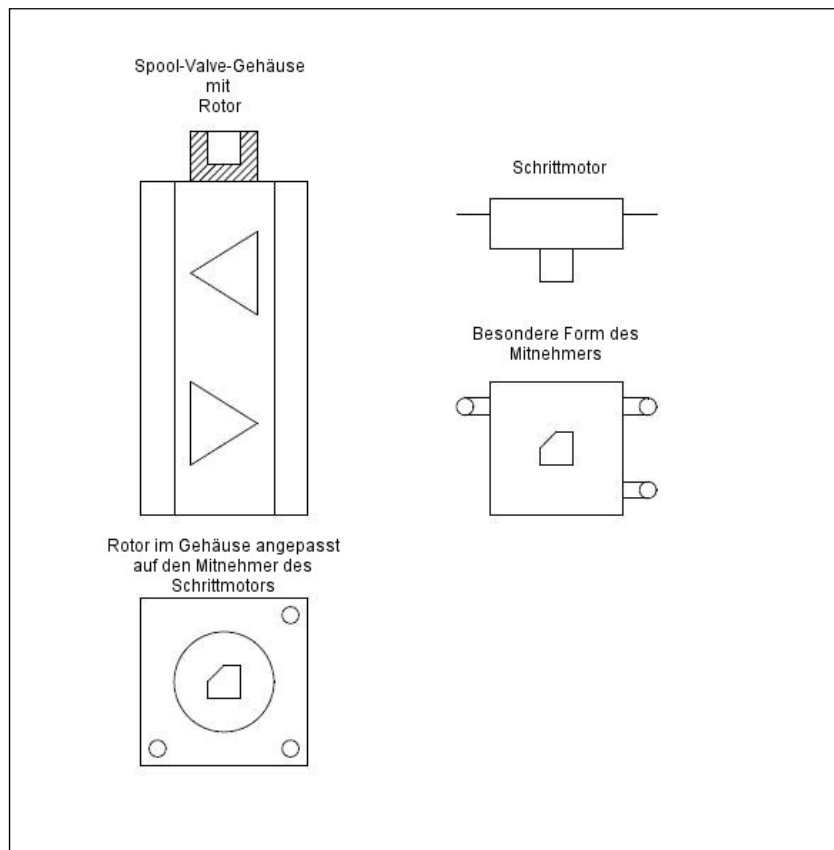


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Spool-Valve (Luftumlenkventil)

Vergleichende Untersuchung zur Ermittlung von Spüldaten mit unterschiedlichen Filterdurchmessern

Dipl.-Ing. Sven Gabbert
Dipl.-Ing. Dirk Jürgens

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

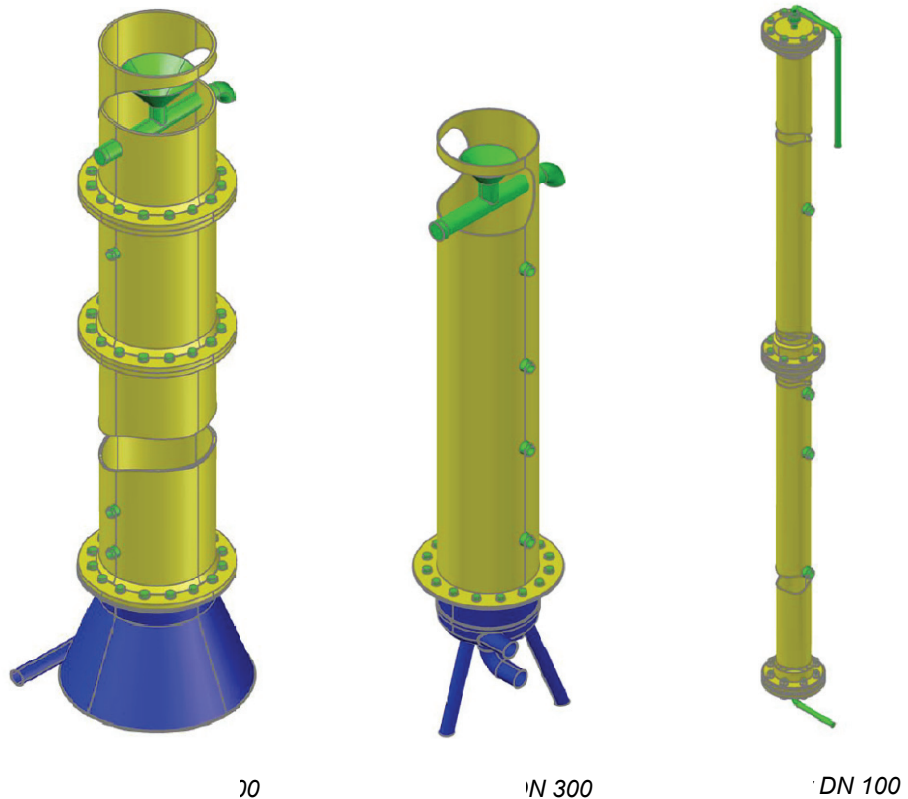
15. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Heutzutage zählt die Schnellfiltration zu einer weit verbreiteten Technik der Trübstoffabscheidung. Gründe für deren Einsatz sind neben dem hohen Wirkungsgrad der geringe Platzbedarf der Filtertechnik sowie die relativ einfache Bau- und Betriebsweise. Bedingt durch den hohen Wirkungsgrad und eine relativ kleine Filterfläche ist eine Regenerierung des Filtermaterials notwendig. Das Filtermedium, welches meist aus körnigem Material wie z. B. Quarzsand oder Anthrazit besteht, wird durch einen Spülvorgang regeneriert. Für diesen Prozessschritt ist der Schnellfilter mit einer fest installierten Spülvorrichtung versehen. Als Spülmedium dient ein Teil des Filtrats dieser Filterstufe. Das hierbei entstehende Schlammwasser wird abgeleitet und teilweise verworfen.



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden Spülzeiten für Anthrazit-Einschichtfilter mit unterschiedlichen Durchmessern ermittelt. Die Ergebnisse der VersuchsfILTER wurden auf Vergleichbarkeit überprüft und beschränkten sich hierbei auf die Parameter Druckverlust, Bettporosität, Lockerungsgeschwindigkeit und notwendige Spülgeschwindigkeit.

Die in der Praxis hingegen verwendete Bettausdehnung stellt sich nach J. Kaulitzky (1994) als unpassender Parameter dar. Die Bettausdehnung bezieht sich auf die Ausgangshöhe des Filterbetts, wobei sich bei gleicher Bettexpansion aber unterschiedlicher anfänglicher Lagerungsdichte des Filterbetts deutliche Unterschiede zur Bettausdehnung ergeben. Infolgedessen ist der Vergleich unter den VersuchsfILTERn nicht über die Bettausdehnung sondern über die Bettporosität erfolgt.

Hierbei wurden die Spülzeiten des VersuchsfILTERs DN 400 als Referenzdaten erfasst. Das Filterbett wurde dabei bis zu einer 25%-igen Filterbettausdehnung gespült. Eine 25%-ige Filterbettausdehnung wird bei Anthrazit-EinschichtfILTERn als Reinigungsoptimum angesehen. Ausgehend von den Spülzeiten des ReferenzfILTERs wurden die ermittelten Spülparameter, insbesondere die Bettporosität, den VersuchsfILTERn DN 300 und DN 100 gegenübergestellt und bewertet.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass unter der vorgegebenen Bettporosität des ReferenzfILTERs, eine größere notwendige Spülgeschwindigkeit der gegenübergestellten FILERkombinationen erforderlich war. Der VersuchsfILTER DN 100 musste dafür eine ca. 13 – 14%ige höhere Spülgeschwindigkeit aufwenden. Unter Berücksichtigung der Anströmkombination benötigte der VersuchsfILTER DN 300 im Schnitt ca. 14 – 15%.

Anatolij Genz B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Ludger Triffterer
Datum des Kolloquiums:	19. Februar 2010
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



Als Leitprojekt des Hertener Klimakonzepts 2020, mit dem Ziel der Ressourcenschonung und der Einsparung der CO₂-Emissionen, entsteht in der Stadt Herten im Frühjahr 2010 die Wohnsiedlung „sonne+“.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit ist der mögliche Einsatz eines bioerdgasbetriebenen Blockheizkraftwerkes (BHKW) für die Energieversorgung der geplanten Wohnsiedlung „sonne+“ ausgearbeitet und auf dessen Wirtschaftlichkeit untersucht worden.

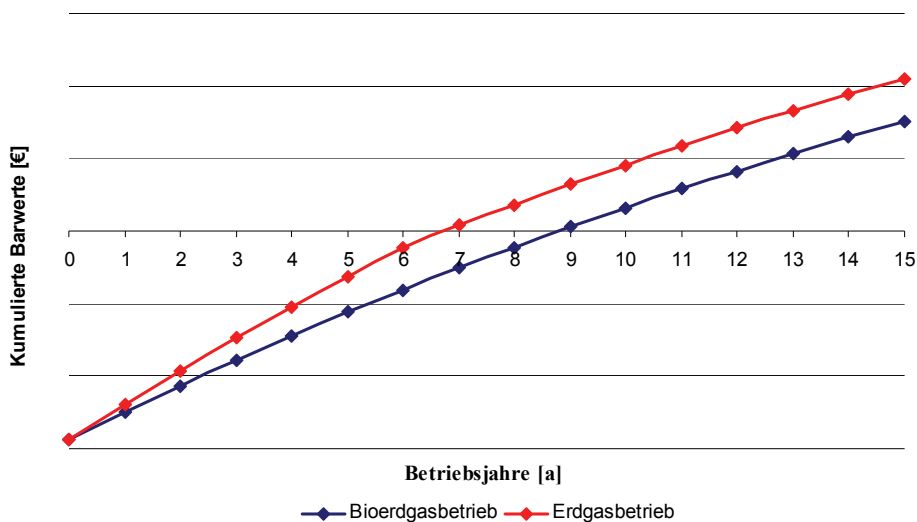
Als Berechnungsgrundlage für den BHKW-Einsatz diente die Wärmebedarfsermittlung der geplanten Wohnsiedlung. Anhand des vorläufigen Bebauungsplans und daraus ermittelten Energiebezugsfläche wurde ein jährlicher Nutzwärmebedarf berechnet.

Die Dimensionierung der BHKW-Anlage erfolgte anhand der, mit Hilfe des ermittelten Jahresnutzwärmebedarfs und der Gradtagszahlen (GTZ) für die Stadt Herten, rekonstruierten, geordneten Jahresdauerlinie. Dabei wurde ein BHKW des Typs GG 140 ausgewählt. Nach der Simulation des Betriebes über das Jahr erweist sich die BHKW-Anlage als eine effektive, technische Lösung. Auf Basis der Simulationsrechnung erzielt das BHKW eine jährliche Laufzeit von 5.710 Vollbenutzungsstunden und ist in der Lage den Jahreswärmebedarf der Wohnsiedlung zu ca. 95% abzudecken, das auf eine gute Auslastung schließen lässt.

Als weitere Aufgabe der Untersuchung galt den Betrieb der BHKW-Anlage mit Bioerdgas und Erdgas zu vergleichen. Es sollte dabei analysiert und aufgezeigt werden, welche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des BHKW-Betriebes der Brennstoffpreis und die Einspeisevergütung nach dem KWK-Gesetz bzw. nach dem EE-Gesetz, unter den gleichen Rahmenbedingungen, haben.

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingung des Versorgungsobjektes, kann die geplante BHKW-Anlage äußerst wirtschaftlich und effektiv betrieben werden, so dass für die Hertener Stadtwerke GmbH die getätigte Investition bereits nach wenigen Jahren über die Anlage zurück gezahlt und ein Gewinn über die Gesamtlaufzeit erwirtschaftet wird.

Die folgende Abbildung zeigt die dynamische Amortisationszeit der beiden Betriebsvarianten.



Im Vergleich zu der getrennten Energieerzeugung hat das BHKW neben den ökonomischen auch klare ökologische Vorteile. Die ökologische Bilanzierung mit Erdgas zeigt, dass durch den KWK-Betrieb eine CO₂-Einsparung von 88 % bzw. rund 258 t/a und ca. 23 % an dem Brennstoff gegenüber getrennter Erzeugung erzielt werden kann.

Bioenergieträger wie Bioerdgas, besitzen die gleichen chemisch-physikalischen Eigenschaften wie Erdgas und setzen hingegen bei ihrer Nutzung nur so viel CO₂ frei, wie während des Wachstums der Pflanzen aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Es kann somit den fossilen Erdgas ersetzen und einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige und umweltfreundliche Energiewirtschaft leisten.

In Hinsicht auf die umweltpolitischen Ziele der Bundesregierung und speziell auf das Hertener Klimakonzept 2020, kann durch den Einsatz der KWK-Anlage, die Reduktion der CO₂-Emissionen relativ schnell und ohne großen Aufwand erreicht werden. Somit stellt das effizient arbeitende BHKW in Kombination mit erneuerbaren Energien für die Zukunft eine ideale Lösung dar, um die ökologische Anforderung von heute und morgen effizient und nachhaltig zu erfüllen.

Experimentelle Untersuchung eines Latentwärmespeichers zur Steigerung der Energieeffizienz von dezentralen Klimaanlage

Dipl.-Ing. Jochen Glaab

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Christian Fieberg
Datum des Kolloquiums:	06. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	GEA Air Treatment Services GmbH, Herne



Konventionelle Kälteanlagen arbeiten für gewöhnlich zu Zeiten mit hohen Außenlufttemperaturen. Dadurch bedingt kommt es zu einer großen Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur. Der Verdichter muss daher eine große Druckdifferenz aufbauen, was zu einem hohen Bedarf an elektrischer Energie und damit zu einer Minimierung der Leistungszahl der Kälteanlagen führt.

Effizienter ist die Kälteerzeugung in der Nacht, da hier die Differenz zwischen Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur klein ist. Dies bedeutet, dass durch die Kälteerzeugung in der Nacht die Leistungszahl gesteigert, und damit der Bedarf an elektrischer Energie in einer Kälteanlage reduziert werden kann.

Die in der Nacht erzeugte Kälte muss gespeichert werden, damit sie am Tag bei Bedarf genutzt werden kann. Aufgrund der geringen Temperaturdifferenzen, die zwischen Speicher und Umgebung herrschen, bietet sich hierfür der Einsatz eines Latentwärmespeichers an. Dieser nimmt tagsüber Wärmelasten über die Raumluft auf und sorgt somit für behagliche Temperaturen in Gebäuden.

Als Speichermedium werden sogenannte Phasenwechselmaterialien (engl. Phase-Change-Materials, kurz PCM) eingesetzt. PCM sind Stoffe bei denen der Phasenübergang, vorwiegend zwischen fest und flüssig, im für den Anwendungsfall nutzbaren Temperaturbereich liegt. Bedingt durch die hohe Schmelzenthalpie beim Phasenübergang sind Speicher mit großen Speicherdichten bei kleinen Temperaturdifferenzen realisierbar.

Das Ziel meiner Diplomarbeit war die Untersuchung eines für dieses System geeigneten Latentwärmespeichers. Dieser soll in ein dezentrales Klimagerät integriert werden. Der Latentwärmespeicher soll aufgrund des inneren Aufbaus einen guten Wärmetransport bei gleichzeitig kompakter Bauweise aufweisen. Dadurch soll eine hohe Speicherleistung und ein schnelles Be- und Entladen gewährleistet werden.

Um den Latentwärmespeicher auslegen zu können wurden in einem ersten Schritt einzelne Speicherrohre mit verschiedenen Rippengeometrien auf der Außenseite untersucht. Anschließend wurde ein Prototyp des Latentwärmespeichers konstruiert und in einem eigens dafür konzipierten Versuchstand getestet.

Die Messungen haben gezeigt, dass die erforderlichen Leistungsdaten mit diesem System realisierbar sind.

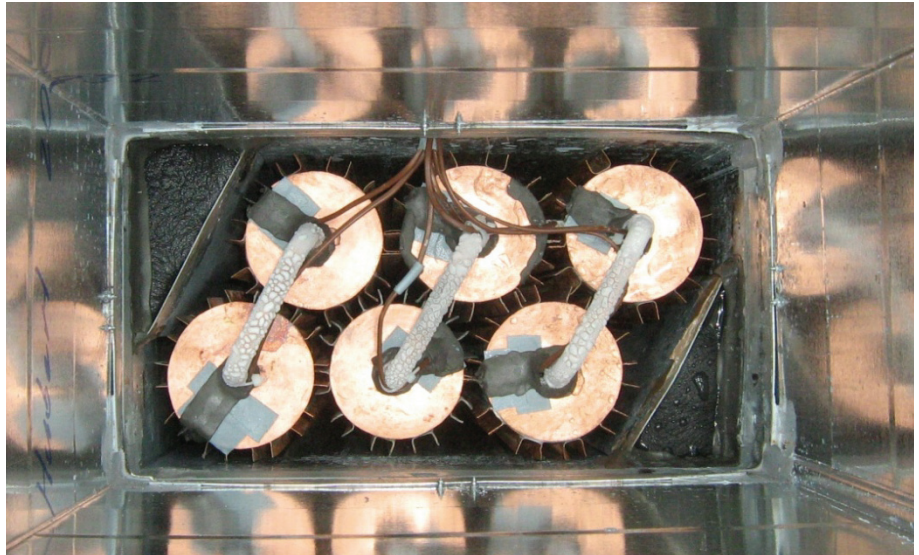


Abb. 1: Prototyp des Latentwärmespeichers für das dezentrale Klimagerät

Die Kälteanlage diente der Entladung des Latentwärmespeichers. Dabei sollte die Leistungszahl bei verschiedenen Außenlufttemperaturen untersucht werden, um daraus letztendlich Aussagen über die Effizienzsteigerung der Kälteanlage beim Betrieb in der Nacht zu treffen. Betrachtet man die konventionelle Kälteerzeugung am Tag bei 32 °C mit einer Leistungszahl von 2,1 gegenüber der Leistungszahl von 2,9 bei der Kälteerzeugung in der Nacht bei 15 °C, so beträgt die Steigerung der Leistungszahl 38%. Wird dies auf den Verbrauch an elektrischer Energie bezogen, liegt die Energieeinsparung in diesem Fall bei 28 %.

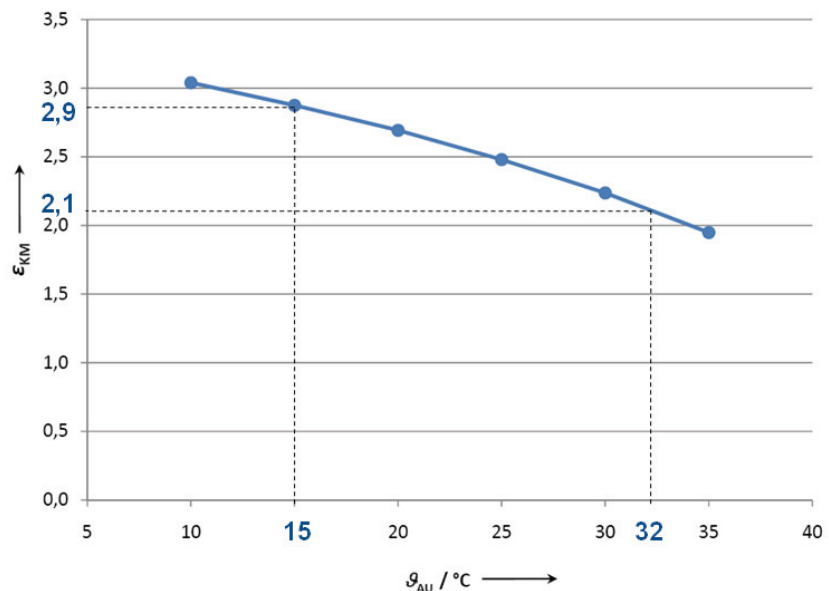


Abb. 2: Leistungszahl ϵ_{KM} in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur

Untersuchung schalltechnischer Eigenschaften von Luftdurchlässen im Hinblick auf die Bestimmung der Schalleistung nach DIN EN ISO 5135 und des Durchgangsdämpfungsmaßes nach DIN EN ISO 7235

Dipl.-Ing. Karsten Glüpker

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 06. Juli 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Akustik

In Kooperation mit: Imtech Deutschland GmbH & Co. KG



Beim Einsatz von Luftdurchlässen ist stets der Aspekt der Behaglichkeit zu fokussieren. Dabei ist die Optimierung der akustischen Eigenschaften, wie die der Durchgangsdämpfung und der auslasserzeugten Schalleistung, ein wichtiger Faktor bei der Erreichung dieses Ziels.

Die auslasserzeugte Schalleistung von Luftdurchlässen, kann nicht von nachgeschalteten Schalldämpfern beeinflusst oder gemindert werden, da Luftdurchlässe die letzten Komponenten in Lüftungsanlagen darstellen. Auf der anderen Seite hat jeder Luftdurchlass eine für ihn spezifische, vom Hersteller angegebene, Eigendämpfung, durch die Geräusche der vorgeschalteten Anlage gemindert werden.

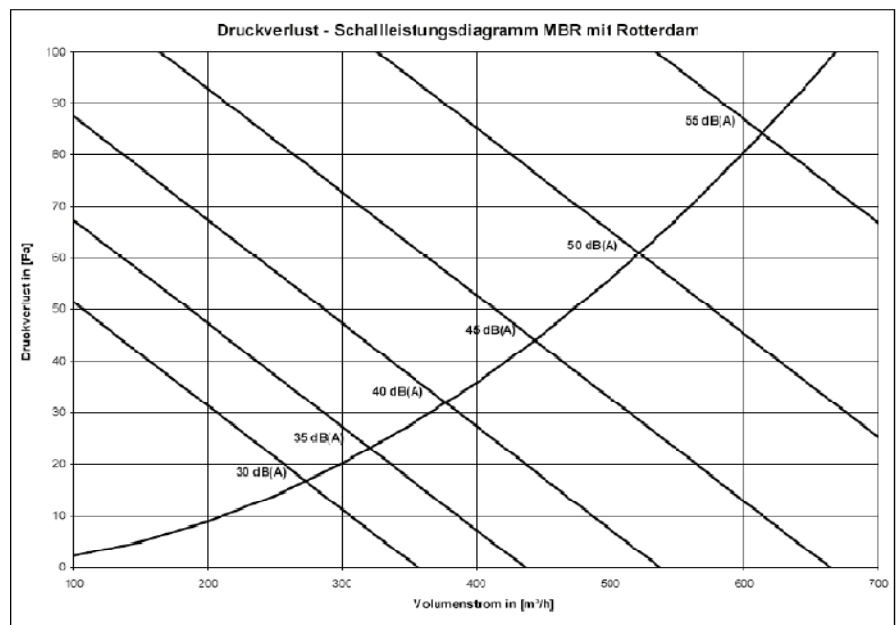
Es erfolgten messtechnische Untersuchungen an 18 Luftdurchlässen, sämtliche Messungen wurden im Hallraum des Akustiklabors durchgeführt. Die Untersuchungen umfassten das Messen der Nachhallzeiten, der Schalldruckpegel im Hallraum sowie verschiedene Druckmessungen am Versuchsaufbau. Die Messungen an den Luftdurchlässen dienten der Bestimmung der Durchgangsdämpfungsmaße, der Schalleistung im von Luft durchströmten Zustand, wie auch des Druckverlustes über die Durchlässe. Um eine Vergleichbarkeit mit anderen, im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht untersuchter, Luftdurchlässe zu gewährleisten, wurde normgerecht gemessen. Sämtliche Schalleistungen, auch die zur Gewinnung der Durchgangsdämpfungsmaße, sind in Bezug auf das in der DIN EN ISO 3741 beschriebene Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 bestimmt worden.

Vereinfachend gesagt, ist die Durchgangsdämpfung die Differenz zwischen der eingespeisten Schalleistung und der vom Luftdurchlass hindurch gelassenen Schalleistung. Für die normgerechte Bestimmung eines Durchgangsdämpfungsmaßes galt es, die von der DIN EN ISO 7235 gestellten Anforderungen umzusetzen.



Am Anfang stand die Erstellung eines funktionierenden Messaufbaus, wobei die Vermeidung von Nebenwegsübertragungen, am Messobjekt vorbei, das Hauptkriterium darstellte. Nicht sichtbar, befindet sich in der Wand ein selbstgebauter Modenfilter. Bei der Auswertung der Messergebnisse waren verschiedene Einflüsse, wie z. B. die Mündungsreflexionsdämpfung am offenen Rohrende oder die Absorptionseigenschaften des Hallraumes, zu berücksichtigen. Die Qualität des Messaufbaus wurde durch die Ermittlung der Grenzdämpfungsmaße überprüft.

Die Bestimmung der Schalleistung bei durchströmtem Luftdurchlass erfolgte nach DIN EN ISO 5135. Es wurde jeweils bei vier verschiedenen Volumeneinstellungen Schalldruckpegelmessungen vorgenommen, gleichzeitig wurde der Druckverlust über den Luftdurchlass gemessen. Das Ziel war die Gewinnung von Messdaten für die Erstellung von Diagrammen in Herstellerunterlagen.



Mit Hilfe der erstellten Diagramme kann für jeden Volumenstrom, die A – bewertete Schalleistung und der dazugehörige Druckverlust herausgelesen werden. Das Arbeiten mit den Diagrammen bedeutet somit eine große Vereinfachung bei der Auslegung der untersuchten Luftdurchlässe.

Dipl.-Ing. Hendrik Greskamp

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Lars Michalski
Datum des Kolloquiums:	23. März 2010
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Power AG Kraftwerk Emsland



„Der weltweite Konsum an Energie steigt in der heutigen Zeit kontinuierlich an. Der Strombedarf der EU wird nach Expertenschätzung von heute rund 3.300 TWh jährlich bis 2030 auf rund 4.300 TWh ansteigen. Bis 2020 wird es einen Ersatzbedarf von ca. 300.000 MW aufgrund des in Deutschland beschlossenen Kernenergieausstieges, der Altersstruktur des europäischen Kraftwerksparks und des Anstiegs des Strombedarfs geben.“

Diese Energielücke soll mittels moderner Kraftwerkstechnik, innovativer Energietechnologien und einer Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien geschlossen werden. Insbesondere die Stromerzeugung aus Windenergie, Biomasse und Erdgas kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Es sollte jede Möglichkeit elektrische Energie zu erzeugen genutzt werden.

Damit Erdgas beim Verbraucher zum Einsatz kommen kann, muss es einige tausend Kilometer durch Pipelines zurücklegen. Um es wirtschaftlich transportieren zu können, ist ein hoher Druck in den Leitungen erforderlich.

In Deutschland wird das Erdgas durch Transportverdichter bedarfsgerecht aufrecht gehalten und gesteuert. Drücke bis zu 80 bar werden erreicht. Angekommen bei dem Abnehmer wird der Druck soweit reduziert, dass er den technischen Anforderungen der an der Gasleitung angeschlossenen Anlage entspricht. Durch die Verdichtung wird dem Erdgas Arbeit zugeführt, welches durch die anschließend notwendige Drosselung in Wärme umgewandelt wird. Damit bleibt das Energiepotenzial in der Regel ungenutzt. Um dieses zu nutzen, können z. B. Entspannungsturbinen eingesetzt werden.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Energierückgewinnung mittels einer Erdgasentspannungsturbine und untersucht eine konkrete Nutzungsmöglichkeit am Kraftwerk Emsland in Lingen (Ems). Zu diesem Thema gibt es noch wenig Fachliteratur.

Die Frage: „Wo kann ich eine Entspannungsturbine einbauen?“, bzw. „Welches Leistungspotenzial kann abgerufen werden?“, wird anhand von Berechnungen beantwortet.

Ausgangspunkt dieser Arbeit war zu prüfen, in wie weit eine Entspannungsanlage zur Nutzung des Druckgefälles innerhalb des KEM eingesetzt werden kann. In den Verdichtern wird dem Erdgas durch das Komprimieren Energie zugeführt. Diese Energie wird bislang beim Drosseln auf den für die Endverbraucher notwendigen Druck in nicht nutzbare Energie umgewandelt.

Würde eine Erdgasentspannungsturbine anstatt eines Regelventils eingesetzt, kann diese Energie über einen Generator in elektrischen Strom umgewandelt werden und dadurch als nutzbare Energie zurückgewonnen werden.

Der wirtschaftliche Vorteil besteht aus den Erlösen für den verkauften Strom, der mit steigendem Gasvolumen und ausreichender Auslastung im Jahr zunimmt.

In den Berechnungen wurde aufgezeigt, dass es zwei verschiedene Einsatzmöglichkeiten innerhalb des KEMs gibt:

Zum einen lässt sich eine solche Turbine zwischen der OL und dem Verbraucher GuD (Varianten 1a und 1b) und zum anderen zwischen den Versorgungsleitungen und den Kesseln der Blöcke B und C (Variante 2a und 2b) einsetzen. Bei der ersten Einsatzmöglichkeit wurden zwei Varianten beispielhaft angenommen, die sich nur durch den Volumenstrom unterscheiden. In beiden Varianten wird eine Generatorleistung im unteren bis mittleren kW Bereich erzielt. In der wirtschaftlichen Betrachtung wurde aufgezeigt, dass nur bei einem hohen Volumenstrom genügend elektrische Leistung produziert wird, um eine Entspannungsturbine annähernd wirtschaftlich zu betreiben. Da die GuD-Anlage nur im Spitzen- bis Mittellastbereich eingesetzt wird, werden die Einsatzzeiten mit den hohen Volumenströmen eher gering sein. Sind die Volumenströme gering, sinkt automatisch die mechanische Leistung an der Welle der Turbine und damit auch die Generatorleistung. Es zeigte sich, dass bei geringem Volumenstrom (Variante 1b) nicht genügend Strom produziert wird, um eine Entspannungsturbine wirtschaftlich betreiben zu können.

Die zweite Einsatzmöglichkeit (Variante 2a und 2b) hingegen zeichnet sich zunächst positiv durch die deutlich höhere Generatorleistung von der ersten Einsatzmöglichkeit ab. Allerdings können die beiden ersten Varianten (1a und 1b) in der technischen Realisation ohne eine weitere Wärmequelle auskommen, da hier die Verdichterabwärme für die notwendige Vorwärmung ausreicht. Bei der zweiten Variante (2a und 2b) besteht hingegen die Notwendigkeit eine zusätzliche Wärmequelle einzusetzen um die nötigen Vorwärmtemperaturen zu erreichen. Die Bereitstellung der Wärmeenergie ist allerdings mit weiteren Kosten verbunden. Dazu müsste eine gesonderte Untersuchung erfolgen. Dennoch ist anzunehmen, dass die entstehenden Kosten durch den Stromerlös schnell kompensiert werden könnten.

Dipl.-Ing. Norman Gretzke

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 03. Februar 2010

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik



In der heutigen Zeit ist es wichtig effizient zu bauen, um Energie einzusparen. Die Auswahl der richtigen Anlagenteile zur Kälte- und Wärmeversorgung sind in diesem Bereich von besonderer Bedeutung. Die verschiedenen Komponenten müssen gut zusammenspielen, um möglichst effizient und kostengünstig zu arbeiten, aber dennoch dem hohen Komfortanspruch der Benutzer gerecht zu werden. Um diese Ansprüche zu erfüllen, werden immer häufiger Simulationsprogramme eingesetzt.

In dieser Arbeit wurde eine Anlagensimulation am Beispiel eines Kühldecken-systems erstellt.

Die Kühldecke wurde direkt an einen Kühlturm angeschlossen. Durch die Nutzung der „freien Kühlung“, ist der Einsatz von Primärenergie im Vergleich zu einer Kältemaschine deutlich geringer. Hierbei konnte untersucht werden ob dieses Verfahren, insbesondere bei hohen Taupunkttemperaturen im Sommer, den erforderlichen Kältebedarf für den Referenzraum liefern kann. Als Simulationsprogramm wurde EnergyPlus eingesetzt.

EnergyPlus ist ein in den USA entwickeltes Simulationsprogramm bzw. stellt dieses Programm einen Rechenkern zur Verfügung, dessen Ein- und Ausgabeparameter einfache ASCII-Texte sind. Eine grafische Benutzeroberfläche ist nicht vorhanden.

EnergyPlus ist frei verfügbar und kann von der Homepage kostenlos heruntergeladen werden.

Ziel dieser Arbeit war es, anderen Benutzern eine Hilfestellung zu geben, um die Grundstrukturen von EnergyPlus bei der Erstellung einer Anlagensimulation zu verstehen und dadurch weiterführende Systeme aufbauen zu können. Die Arbeit ist nicht ins Detail auf die optimale Regelung der Kühldecke eingegangen. Die erzielten Werte waren für das Kühlsystem dennoch durchaus realistisch und akzeptabel.

Trotz einiger im Verlauf der Arbeit erkennbaren Schwächen von EnergyPlus ist es ein mit Abstrichen vollwertiges Simulationsprogramm und stellt, gerade in der Hinsicht auf die Kosten, eine gute Alternative zu anderen Simulationsprogrammen dar.

Dipl.-Ing. Stefan Große-FestertErstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dr.-Ing. Stefan Holeck

Datum des Kolloquiums:

01. Februar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrichtung
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, Niederlassung Münster



Die Diplomarbeit befasst sich mit der Erstellung eines Gebäudeenergiekonzeptes für das Landesbehördenhaus in Münster.

Das Landesbehördenhaus ist ein denkmalgeschütztes, 1912-1914 errichtetes Verwaltungsgebäude. Es verfügt über vier Geschosse über einem hohen Sockelgeschoss und wird von einem mächtigen Walmdach beherrscht. Der Mittelbau ist durch ein giebelgekröntes Risalit und einen Dachreiter hervorgehoben. Der Hauptbaukörper erhielt 1936 einen südlichen Seitenflügel in stilistischer Angleichung. An den Nordflügel wurde im Jahre 1953 mittels eines Torbogens ein Gebäudeteil angebaut, das heutige Finanzgericht. Durch den Torbogen sind der Innenhof des Verwaltungsgebäudes sowie die St. Mauritz Schule zu erreichen.

Auf der Grundlage der Erfassung des Istzustandes werden eine energetische Analyse und Bewertung vorgenommen, Vorschläge zur energetischen Optimierung unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kriterien entwickelt und konkrete Maßnahmen zu deren Umsetzung erarbeitet. Ziel ist es, die Effizienz der Energienutzung im untersuchten Gebäudekomplex zu verbessern und Maßnahmen zur Gewährleistung der energetischen Versorgungssicherheit zu entwickeln.



Steigerung der Energieeffizienz einer Sole/Wasser-Wärmepumpe durch die Kopplung mit einer solarthermischen Anlage zur Regenerierung der Wärmequelle

Dipl.-Ing. Björn Güldenarm

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Thorsten Burnecke

Datum des Kolloquiums:

31. August 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

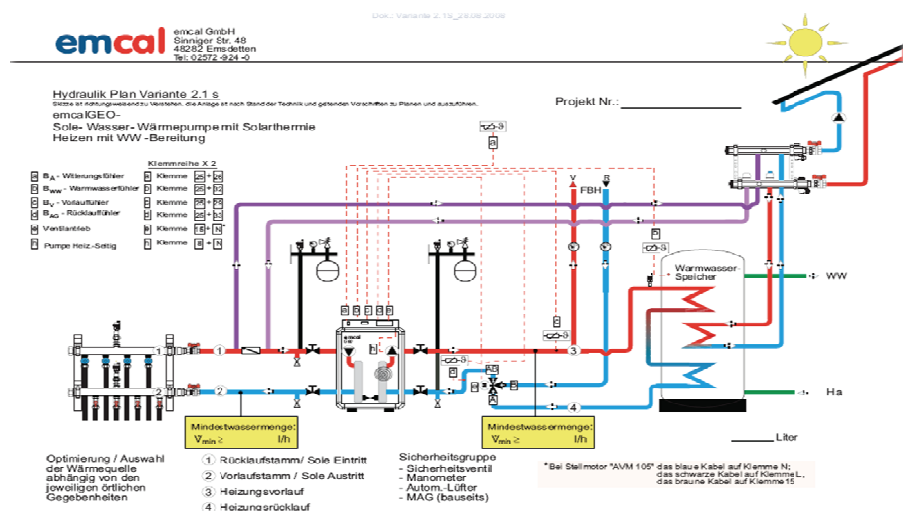
emcal Wärmesysteme GmbH, Emsdetten



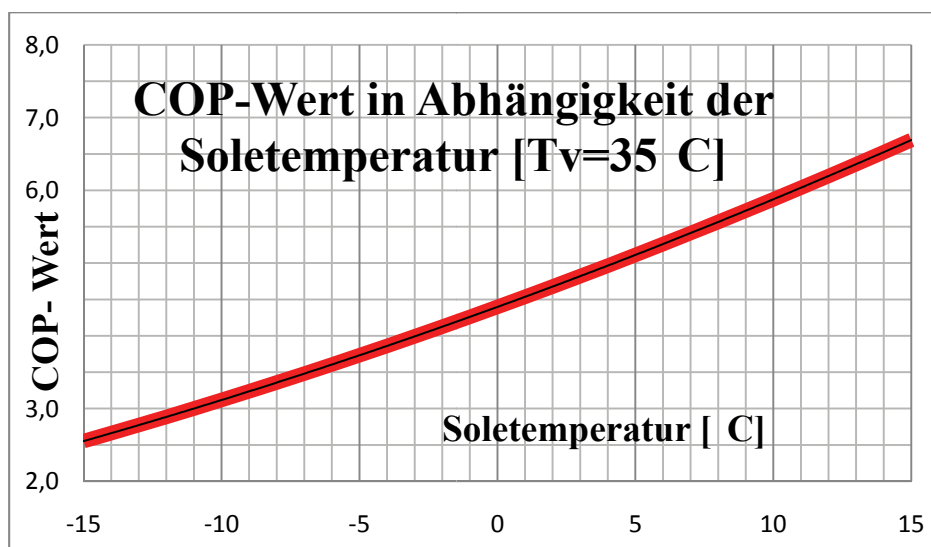
Durch den unaufhörlich steigenden Energieverbrauch und die damit verbundenen steigenden Energiekosten gibt es immer mehr Anlass dazu, die Energie zweckmäßig zu nutzen und einzusparen. Dementsprechend gibt es den Anreiz, sich nach unkonventionellen Alternativen umzusehen. Der Einsatz von regenerativen Energien wird somit immer mehr fokussiert. In dieser Diplomarbeit wurde überprüft, ob es ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist, eine Erdwärmepumpe mit einer solarthermischen Anlage zu kombinieren, um das Erdreich zu regenerieren.

Infolge der Kopplung dieser Systeme lässt sich der Anteil an erneuerbaren Energien erhöhen, die Anlageneffizienz steigern und die Umweltbelastungen deutlich reduzieren. Es stellte sich die Frage, ob sich durch den permanenten Energieentzug aus dem Erdreich die Wärmequelle langsam auskühlt und sich somit negativ auf den Speicherzustand des Erdreichs auswirkt.

Wird der Solekreislauf mit dem Solarkreislauf gekoppelt, lassen sich die Systeme mit Hilfe eines Verteilers oder eines Dreiwege-Umschaltventils mit geringem Aufwand steuern. Durch die Zusammenführung dienen der Erdwärmetauscher und der Solarkollektor als Wärmequelle.



Die Leistungszahlen für den realen Wärmepumpenprozess werden hauptsächlich durch die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und Wärmesenke beeinflusst. Je kleiner diese Differenz ist, desto besser bzw. größer wird der COP-Wert.



Die im Rahmen der Diplomarbeit mit dem von Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Glück 2008 bearbeiteten Simulationsprogramm „Erdwärmesonden“ ermittelten Ergebnisse ergeben, dass sich durch die direkte Einspeisung der Sonnenenergie das Erdreich regeneriert. Das Temperaturniveau des Erdreichs um die Erdsonde war mit solarer Regeneration höher als eine vergleichbare Anlage ohne solare Regeneration. Es konnte bestätigt werden, dass sich der Speicherzustand des Energiegehaltes des Erdreichs ohne solare Regeneration verringert. Es konnte außerdem eine messtechnische Regeneration durch solare Einspeisung des Erdreichs aufgrund der Simulation bestätigt werden. Durch die Regeneration des Erdreichs kann infolge der Testergebnisse davon ausgegangen werden, dass die Effizienz einer Wärmepumpenanlage auch dauerhaft sichergestellt wird.

Dipl.-Ing. Arch. Merle Günedler M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

12. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

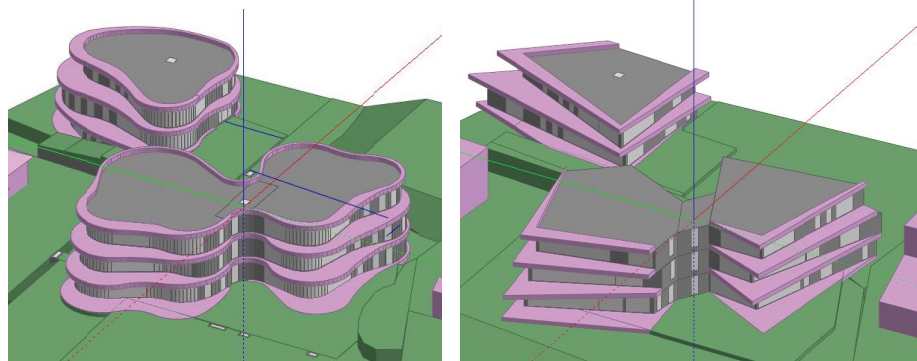
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluft- und Kältetechnik



Das Ziel dieser Masterarbeit war die Untersuchung von Optimierungsmaßnahmen bei der Erfassung komplizierter Gebäudegeometrien.

Die thermisch-energetische Gebäudesimulation ist ein wichtiges Instrument zum Verwirklichen einer energiesparenden und energieeffizienten Bauweise bei gleichzeitigem Erfüllen der gestiegenen Komfortansprüche. Eine dynamische, stundengenaue Simulation ermöglicht sowohl die exakte Lastermittlung als auch eine genaue Auswertung von Wärmebilanzen zur Gebäudeoptimierung. Je frühzeitiger eine solche Simulation in den Planungsprozess mit einbezogen wird, desto größer sind die energetischen Einsparpotenziale.

Jedoch wirken der hohe Zeitaufwand für die geometrische und numerische Modellerstellung und die lange Simulationsdauer hemmend auf einen verbreiteten Einsatz der thermischen Simulation bei der Gebäudeplanung. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt daher auf der geometrischen Abstraktion eines Gebäudemodells zur Optimierung der Geschwindigkeit. Hierfür wurde das Simulationsprogramm DesignBuilder mit seiner grafischen Benutzeroberfläche und dem integrierten Rechenkern EnergyPlus verwendet.



Komplexes Modell (Original)

Abstraktes Modell

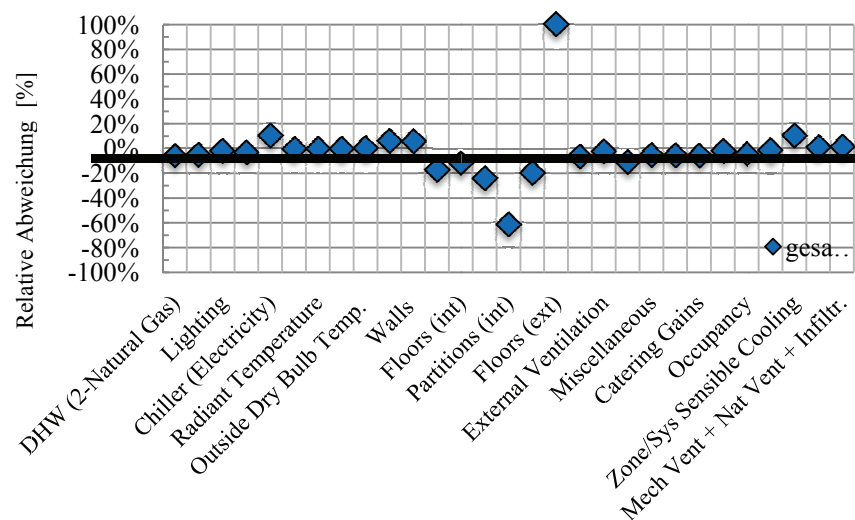
Als Untersuchungsobjekt fungierte ein aktuelles Bauvorhaben in Stuttgart von Fink + Jocher Architekten BDA, bei welchem die Errichtung von zehn sehr hochwertigen Wohnungen mit jeweils 250 bis 350m² Wohnfläche samt Tiefgarage geplant ist. Die Besonderheit des architektonischen Entwurfes äußert sich in der ausgefallenen Gebäudeform: Die Außenwände der einzelnen Geschosse besitzen jeweils eine frei geschwungene Kontur. Dieser folgen ebenfalls die weit auskragenden Balkone, welche hierdurch die großflächig

verglasten Wohnzimmer beschatten. Die möglichst exakte Nachahmung des amorphen Gebäudes durch eine Vielzahl von Wandsegmenten im Simulationsmodell beansprucht jedoch einen erheblichen Zeitaufwand für die geometrische Konstruktion. Zudem verursacht die Komplexität einen sehr großen Berechnungsaufwand, welcher die Speicherkapazitäten von Personal Computern überschreitet. Die Optimierung der äußeren Form des Gebäude-modells bietet daher ein hohes Einsparungspotenzial.

Für diese Untersuchung wurde an der Gebäudehülle eine gravierende Vereinfachung durch eine Begradigung sämtlicher geschwungenen Außenwände vorgenommen. Anstelle der amorphen Grundfläche erhalten alle Wohnungen nun eine vier- bzw. fünfeckige Form. Für die Vergleichssimulationen des komplexen Referenzmodells mit der abstrakten Variante beschränkt sich der Simulationszeitraum auf die Sommer- und Wintermonate. Dabei konnte nicht nur bei der geometrischen Konstruktion des abstrakten Gebäudemodells eine große Arbeitersparnis erzielt werden, sondern auch die Berechnungsprozesse erfuhren eine hohe Beschleunigung. Eine Simulation über drei Monate veranschlagt in der komplexen Abbildung eine Zeitspanne von ca. 9 Stunden. Mittels der Gebäudeflächenvereinfachung reduziert sich die Simulationsdauer auf ca. 15 Minuten. Allein über eine konsequente Reduzierung der Modell-Außenflächen kann so bis zu 97 % der Berechnungsdauer eingespart werden.

Dieses ausgezeichnete Zeitergebnis bedarf jedoch auch noch einer entsprechenden Verifikation im Simulationsergebnis. Sowohl die Heiz- und Kühllastberechnungen als auch die Wärmebilanzen im Sommer und im Winter weisen für das abstrakte Gebäudemodell durchschnittlich eine maximale relative Abweichung von 10 % des Originalwertes auf. Trotz des bedeutenden Unterschiedes im optischen Erscheinungsbild der beiden Gebäudemodelle liegen ihre Simulationsergebnisse somit sehr nah beieinander, sodass auch die abstrakte Abbildung als praxistauglich angesehen werden kann.

Insgesamt zeigt sich mit dieser Untersuchung, dass eine geometrische Optimierung der Gebäudeabbildung bei gleichzeitig korrekten Simulationsergebnissen zu einer großen Einfachheit der Gebäudedigitalisierung und zu einer hohen Simulationsgeschwindigkeit führen kann.



Relative Abweichung der Simulationskomponenten im Sommer

Machbarkeitsstudie eines Hybrid-Heizgerätes bestehend aus einem bodenstehenden Heizkessel und einer Luft/Wasser-Wärmepumpe

Dominik Hainke B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums:	30. März 2010
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	Bosch Thermotechnik GmbH



Die immer effektivere Nutzung von Wärmequellen ist schon seit vielen Jahren ein Ziel in der Heizungstechnik. Seit einiger Zeit ist dabei die Nutzung regenerativer Energien in den Vordergrund gerückt und wird zunehmend verfolgt, was auch durch die gesetzlichen Vorgaben wie das EEWärmeG begründet wird. Neben der Solartechnik und der Nutzung von regenerativen Brennstoffen wie Holz, werden heute auch verstärkt Wärmepumpen zum Erreichen dieses Zieles eingesetzt. Jede dieser Wärmequellen hat gewisse Vor- und Nachteile. Die Nachteile bestehen besonders bei der Solar- und Wärmepumpentechnik in der Abhängigkeit von Umweltbedingungen wie der Außentemperatur bzw. der Sonneneinstrahlung. Unter bestimmten Bedingungen führt diese Abhängigkeit dazu, dass der geforderte Wärmebedarf eines Gebäudes oder einer Anlage nicht mehr ausreichend abgedeckt werden kann.

Heutige Heizsysteme sehen für diese Problematik die Einbindung eines Pufferspeichers zur Überbrückung dieser Phasen vor, der Pufferspeicher kann dabei meistens über zusätzliche Energieerzeuger wie Heizkessel mit fossilen Brennstoffen oder Elektroheizpatronen beladen werden. Der relativ große Platzbedarf eines Pufferspeichers muss dabei schon während der Planung eines Gebäudes berücksichtigt oder bei der Erneuerung eines Heizsystems im Gebäudebestand beachtet werden.

Ziel der Bachelorarbeit war die Entwicklung eines Hybridsystem, welches eine Wärmepumpe und einen bodenstehenden Heizkessel ohne Pufferspeicher so verbindet, dass ein möglichst effektiver bivalenter sowie getrennter Betrieb der Wärmequellen möglich ist. Neben dem reinen Heizbetrieb sollte im System auch die Trinkwarmwassererwärmung durch die Wärmepumpe umgesetzt werden. Für diese Zwecke wurden die hydraulischen Besonderheiten bodenstehender Heizkessel bzw. von Luft/Wasser-Wärmepumpen betrachtet und geeignete Hydraulikvarianten entwickelt. Im Anschluss an die theoretischen Betrachtungen, Auslegungen und die Entwicklung eines geeignet erscheinenden Systems folgten ein Hardwareaufbau und Messreihen im Labor.

Die Hybridsystemtechnik wurde von dem geplanten EuP-Label beeinflusst, welches die Energieeffizienz von Heizsystemen bewertet und in Zukunft für jedes Heizgerät vergeben wird. Die Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass ein Hybridsystem mit den zuvor genannten Randbedingungen technisch und energieeffizient möglich ist und auf den Ergebnissen dieser Bachelorarbeit weiter aufgebaut werden kann.

Dipl.-Ing. Philipp Hansen

Erstprüfer
Zweitprüfer

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums

19. August 2009

Studiengang
Studienrichtung
Laborbereich

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

In Kooperation mit

Wasserversorgung Beckum GmbH



Die Wasserversorgung Beckum GmbH beabsichtigt eine etwa 1.500 m lange Trinkwasserleitung aus den 60er Jahren zu erneuern. Über diese Leitung wird Sankt Vit, ein Ortsteil von Rheda-Wiedenbrück im Kreis Gütersloh, mit Trinkwasser versorgt. Grund für die Auswechslung ist das Leitungsalter und dadurch häufig auftretende Rohrbrüche, die eine konstant gute Wasserversorgung verhindern. Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll die Planung der o.g. Versorgungsleitung unter besonderer Berücksichtigung der Versorgungssicherheit und des Feuerschutzes durchgeführt werden. Grundlage für die Planung von Trinkwasserleitungen ist das DVGW – Regelwerk.

Im ersten Schritt muss eine geeignete Trasse gefunden werden, in der die Rohrleitung technisch und wirtschaftlich günstig in das Gelände eingeordnet werden kann. Dabei muss die Lage der bestehenden Trinkwasserleitung sowie die Lage der Leitungen anderer Ver- und Entsorger (Strom, Telekom, Abwasser) beachtet werden. Vor Ort festgestellte Hindernisse und die Trassenlängen, die mit ausschlaggebend für die Höhe der Baukosten sind, spielen bei der Wahl der Trasse ebenfalls eine wichtige Rolle.

Wenn die Entscheidung für eine Trasse gefallen ist, ist abzuwägen, mit welchen Bauverfahren sich die Leitungsverlegung realisieren lässt. Bei dieser Baumaßnahme kommen bei den gegebenen Verhältnissen u.a. folgende Bauverfahren in Frage:

- offener Rohrgraben
- steuerbares Horizontalspülbohrverfahren
- Fräsverfahren

Beim Verfahren „offener Rohrgraben“ wird ein Graben mit Maschinen- und Handschachtung hergestellt. Die Leitung wird im Rohgraben verlegt und durch eine Sandumhüllung geschützt. Danach wird der Graben mit verdichtungsfähigem Material wiederverfüllt, der eingebaute Boden verdichtet und die Oberfläche wie vorgefunden wiederhergestellt.

Das steuerbare „Horizontal-Spülbohrverfahren“ zeichnet sich dadurch aus, dass mit einer so genannten Pilotbohrung ein Bohrloch zwischen zwei Arbeitsgruben hergestellt wird. Mit der steuerbaren Bohrung können Hindernisse wie Gewässer unterquert werden. Es ist aber auch möglich, ein horizontales Bohrloch parallel zur Geländeoberfläche herzustellen. Durch eine oder mehrere Aufweitbohrung(en) kann das Bohrloch so weit vergrößert

werden, bis der gewünschte Durchmesser erreicht ist und die Leitung im nächsten Schritt eingezogen werden kann.

Bei dem „Fräsverfahren“ wird in einem Schritt ein schmaler Leitungsgraben in den Boden gefräst, die Leitung auf der Grabensohle abgelegt und der vorgefundene Boden wieder eingebaut und verdichtet. Dieses Verfahren eignet sich besonders bei Verlegung der Leitung in freien Flächen mit wenig Versorgungs- und Entsorgungsleitungen.

Danach ist der Werkstoff für die Rohrleitung festzulegen. Hier gibt es eine Vielzahl von Materialien, die für die Herstellung von Rohrleitungen in Frage kommen. Neben Werkstoffen aus Metall wie Stahl oder duktilem Gusseisen (GGG) kommen auch Kunststoffe wie z. B. Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyethylen hoher Dichte (HDPE) beim Bau von Trinkwasserleitungen zum Einsatz.

In vorliegendem Fall fiel für die Erneuerung der Trinkwasserleitung die Wahl auf HDPE-Rohre. HDPE zeichnet sich vor allem durch das relativ geringe Gewicht, eine hohe Biegsamkeit und Zugfestigkeit aus. Daraus resultiert eine einfache Verlegung. Die einzelnen Rohrstücke können zugfest zu Rohrsträngen verschweißt werden. Bei den Bauverfahren, wo die Leitung nicht durch eine Sandumhüllung geschützt ist, empfiehlt sich eine HDPE-Leitung mit zusätzlichem Schutzmantel, der das Kernrohr vor unzulässigen Riefen, Kerben oder gar Rissen schützt.

Der erforderliche Durchmesser der Trinkwasserleitung wird mit Hilfe einer hydraulischen Berechnung auf Basis der örtlichen Versorgungssituation ermittelt. Dabei muss die neue Leitung für den normalen Wasserverbrauch von Sankt Vit und einem Löschwasserbedarf für den Brandfall gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 405 „Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung“ ausgelegt werden.

Parallel dazu wurde im Rahmen der Diplomarbeit auch überprüft, ob das bestehende Ortsnetz auch für den Feuerlöschfall noch ausreichend dimensioniert ist. Der Nachweis über die Leistungsfähigkeit des Ortsnetzes konnte mit dem Berechnungsverfahren nach Hardy-Cross erfolgreich erbracht werden. Die Entscheidung, welches Bauverfahren im vorliegenden Fall aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am sinnvollsten, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Aus diesem Grund wurden die zu erwartenden Bauleistungen der einzelnen Verfahren ermittelt. Hierzu zählen u.a. das Herstellen der Rohrgräben und Baugruben, die Leitungsverlegung und das Wiederherstellen der Oberflächen. Den einzelnen Bauleistungen werden in einem Leistungsverzeichnis bestimmten Positionen zugeordnet und entsprechende Einheitspreise ermittelt. So lassen sich die Tiefbaukosten für die Bauverfahren relativ genau abschätzen und gegenüberstellen.

Nach Abschluss aller Planungsschritte und Abwägung der unterschiedlichen Bauverfahren wird der Wasserversorgung Beckum empfohlen die Erneuerung der Trinkwasserleitung mit dem steuerbaren Horizontal-Spülbohrverfahren durchzuführen und die Leitung in HDPE mit Schutzmantel mit einem Nenn-durchmesser von 200 mm zu verlegen. Zur weiteren Steigerung der Versorgungssicherheit von Sankt Vit wird empfohlen, zusätzlich zur o.g. erneuerten Versorgungsleitung eine weitere Verbindungsleitung zum Ort Rheda-Wiedenbrück zu verlegen.

Dipl.-Ing. Marco Hartinger

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dr. Jörn Scheuren

Datum des Kolloquiums: 09. Juli 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal (ISFH)



Im Rahmen eines Projekts soll am Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal ein Konzept zur Entwicklung eines kosteneffizienten erdvergrabenen Warmwasserspeichers erarbeitet werden. Aus diesem Grund wird ein erdvergrabener Betonwarmwasserspeicher untersucht, der Wärme über einen langen Zeitraum speichern und zur Verfügung stellen kann. Im Zuge dieses Projekts soll u.a. ein Wärmeübertrager konstruiert werden, der die Wärme effizient an ein Speichermedium überträgt.

Hauptteil dieser Diplomarbeit war es, einen Edelstahlwellrohrwärmeübertrager zu untersuchen und festzustellen ob durch eine Änderung des Rohrwendeldurchmessers eine Veränderung der Wärmeübertragung zwischen Wärmekreis und Speichermedium auftritt.

Um diese Untersuchungen durchführen zu können wurde ein Versuchstand entwickelt, aufgebaut und in Betrieb genommen. Neben der Planung eines Warmwasserspeichers und eines verstellbaren Wärmeübertragers, mussten zudem geeignete Komponenten sowie die Messtechnik ausgewählt werden die für die Versuchsdurchführung erforderlich waren.

In den Untersuchungen wurde ein Wärmeübertrager aus Edelstahlwellrohr in Form einer Rohrwendel eingesetzt und bei drei unterschiedlichen Rohrwendeldurchmessern vermessen. Die Messungen wurden bei einem Temperaturbereich von 30 °C bis 70 °C und einem Massenstrom von 100 kg/h und 300 kg/h durchgeführt

Des Weiteren wurden die Temperaturschichten im Warmwasserspeicher untersucht. Durch Temperaturmesslanzen konnte man den Temperaturverlauf im Speicher sowie die Konvektionsströmung im Warmwasserspeicher betrachten.

Bei den Versuchen wurde herausgefunden, dass eine Änderung des Rohrwendeldurchmessers keinen messbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang bei Wellrohren hat. Bei gleichbleibender Oberfläche des Wellrohres veränderte sich der Wärmedurchgang nur durch die Variation des Massenstroms, der Temperatur und der zugeführten Wärmeleistung. Aus diesem Grund ist für die Konstruktion eines Wärmeübertragers der Rohrwendeldurchmesser nicht entscheidend.

Energetische, ökologische und energiewirtschaftliche Optimierung eines Autohofes durch Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpentechnologie

Dipl.-Ing. Christoph Hartmann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Daniel Schüring

Datum des Kolloquiums:

10. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



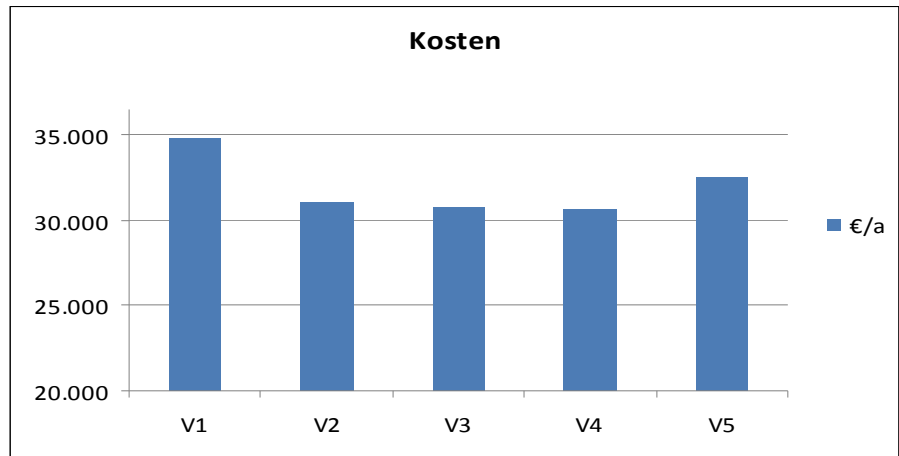
Die Aufgabe der Masterarbeit war der energetische, ökologische und energiewirtschaftliche Vergleich zwischen konventioneller Energieversorgung und der Kombination von Kraft – Wärme – Kopplungs- und Wärmepumpentechnologie im Zuge des Neubaus eines Autohofes in Gießen-Lützellinden.

Schon in der frühen Planungsphase entschied sich der Bauherr für eine völlig neue Konzeption der Wärme- und Kälteversorgung des Autohofes, da bei den schon bestehenden Autohöfen die Energiekosten einen nicht unerheblichen Kostenfaktor darstellten. Diese Konzeption galt es im Rahmen der Masterarbeit durch die wichtigsten technischen Abhängigkeiten anhand der spezifischen Energieumwandlungsprozesse in Nutzenergie, sowie der wirtschaftlichen Randbedingungen der Anlagentechnik zu untersuchen.

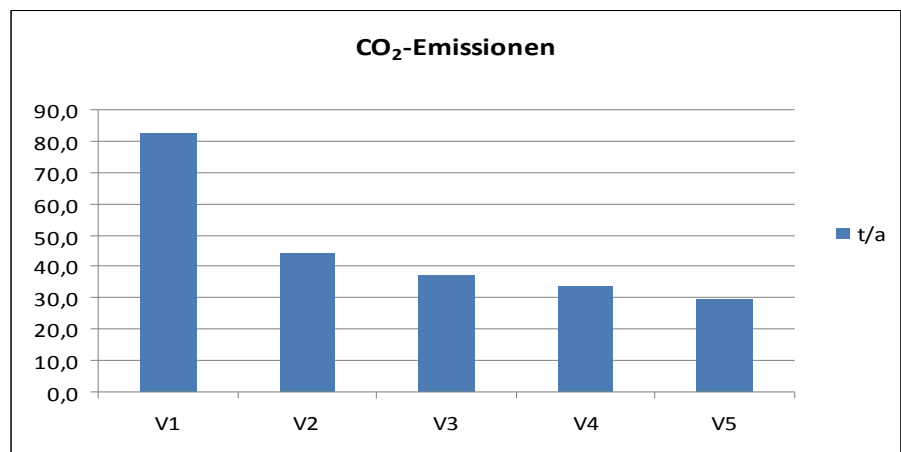
Es wurden verschiedene Varianten der Energieversorgung nach der Vollkostenrechnung sowie Szenarien der Energiepreisentwicklung betrachtet. Anhand dieser Ergebnisse konnten die Energiekosten der einzelnen Varianten, differenziert nach Strom-, Wärme- und Kälteversorgung, verglichen werden. Die Varianten unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Anzahl der BHKW – Module und verschiedener Wärmepumpen.

Im Betrieb weist der Autohof nach DIN 18599 einen Wärmebedarf von 357.994 kWh/a und einen Kühlbedarf von 67.409 kWh/a auf. Somit ergibt sich ein Gesamtprimärenergiebedarf bei konventioneller Versorgung von 439.505 kWh/a.

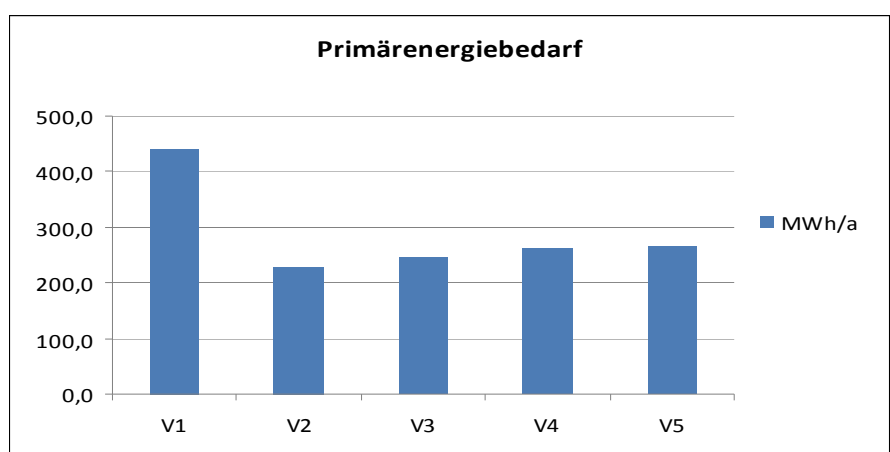
Das Ergebnis der Masterarbeit ist, dass sich die Variante 3 mit jeweils zwei Blockheizkraftwerken im wärmegeführten Betrieb und einer Wärmepumpe als die Wirtschaftlichste herausgestellt hat. So werden bei einer Amortisationszeit von 7,4 Jahren 11,7 %/a an Kosten gegenüber der konventionellen Variante eingespart.



Aus ökologischer Sicht ist anzumerken, dass bei dieser Variante zudem 55 % oder 45 t/a weniger CO₂- Emissionen freigesetzt werden.



Zudem wird beim Einsatz der KWK – in Verbindung mit der Wärmepumpentechnologie der Primärenergiebedarf erheblich, nämlich um 44 % auf 247.105 kWh/a, gesenkt.



Energieeffizienz von Warmluftzeugern/Heizsystemen der Firma nordluft unter Einbeziehung der Energieeinsparverordnung - EnEV 2009 und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG

Dipl.-Ing. Olaf Havermann

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Walter Kampers

Datum des Kolloquiums:

26. Januar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

nordluft Wärme- und Lüftungstechnik GmbH und Co. KG



In dieser Diplomarbeit wird die Energieeffizienz von Warmluftzeugern der Firma nordluft anhand eines Referenzgebäudes ermittelt. Dafür wird ein Referenzgebäude bestimmt. Das Referenzgebäude wird wie folgt festgelegt:

Das Gebäude ist 50m lang, 25m breit und hat eine Traufenhöhe von 6,5m bei 2° Dachneigung. Die U-Werte von Außenwand, Dach Fenster, Toren und Türen und Bodenplatte wurden nach der EnEV2009 bestimmt. Das Gebäude hat eine Heizlast von 100 kW, um einen einfacheren und genaueren Vergleich der einzelnen Heizsysteme aufstellen zu können.

Was wird verglichen? Die EEWärmeG 2009 schreibt vor, dass beim Neubau von Hallen 15 % des Jahresenergiebedarfs durch solare Strahlungsenergie, 50% durch Umweltwärme oder 50% durch feste Biomasse erzeugt wird. Um das EEWärmeG 2009 einhalten zu können, gibt es auch die Möglichkeit durch Ersatzmaßnahmen. Diese Ersatzmaßnahmen schreiben vor, dass der Jahresenergiebedarf nach der EnEV 2009 um mindestens 15% unterschritten werden muss.

Es wird ein Standardwarmluftzeuger der Firma nordluft, ein Warmluftzeuger mit Wärmepumpe, ein Warmluftzeuger mit Solar und ein Biomassewarmluftzeuger miteinander verglichen. Zusätzlich noch ein Standardwarmluftzeuger mit 85 kW plus zusätzlicher Dämmung in dem Vergleich mit einbezogen, der die Bedingungen zur Erfüllung der Ersatzmaßnahmen nach EEWärmeG.

Die Warmluftzeuger/Heizsysteme bzw. die Ersatzmaßnahmen sollen verglichen werden anhand der:

- Investitionskosten
- Energiekosten
- Fördermittel
- Amortisationszeit
- CO₂-Ausstoß

Nach der Berechnung des Jahreswärmebedarfs mit dem figawa-Berechnungsmodul für Hallen wird der Anteil Erneuerbarer Energien für die unterschiedlichen Heizsysteme bestimmt.

Nachdem die Heizsysteme nach dem EEWärmeG und der EnEV 2009 beurteilt sind kommt man zu folgenden Ergebnissen.

Die Amortisationszeit der Heizsysteme ist von einigen Aspekten wie die Förderung und dem Energiepreis abhängig.

Fördermittel erhält man für die Wärmepumpen, Solaranlagen und Biomasseverbrennungsanlagen beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Die Förderung für Biomasseverbrennungsanlagen ist mit 750 € sehr gering. Für die Warmluft-erzeuger mit Wärmepumpe erhält für das Referenzgebäude eine Förderung in Höhe von 4687,50 €. Die Solaranlage für das Referenzgebäude wird mit 4200 € gefördert.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau - KfW-Bank unterstützt Anlagen mit Erneuerbaren Energien durch zinsgünstige Kredite.

Der Energiepreis hat einen großen Einfluss auf die Amortisationszeit der einzelnen Heizsysteme. Im Moment ist der Energiepreis aufgrund der Wirtschaftskrise so niedrig wie im Jahre 2006. Sollte der Energiepreis wieder auf das Niveau von 2008 und darüber hinaus ansteigen, so verkürzt sich die Amortisationszeit der Heizsysteme mit Erneuerbaren Energien noch mal.

Ein weiterer Grund für den Einsatz Erneuerbarer Energien ist die Umwelt. Der CO₂-Ausstoß eines Warmluft-erzeugers mit Wärmepumpe ist im Vergleich zum herkömmlichen Warmluft-erzeuger 9,5 % geringer. Mit einem Warmluft-erzeuger mit Solaranlage spart man 15 % CO₂-Ausstoß ein und der Biomassewarmluft-erzeuger spart 100 % CO₂-Ausstoß ein.

Roman Helmelt B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Matthias Harland

Datum des Kolloquiums: 02. Dezember 2009

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit: ELPLAN Ingenieurgesellschaft mbH



Diese Bachelor Abschlussarbeit befasst sich mit der Planung einer Klimaanlage für einen Produktionsbereich des Neubaus einer Produktionsstätte in Aichstetten für die „Knauer Holding GmbH & Co. KG“.

Dem Bauherrn wurden vier Varianten zur Kälteerzeugung für die Produktionshallenklimatisierung sowie Kühlung der Produktionsmaschinen (Tiefziehen, Spritzguss, Extruder) vorgestellt. Nach einer Kostenschätzung hat man sich für eine Maschinenkühlung mittels Kompressionskälte und Hallenkühlung mittels DEC – Klimaanlage (Desiccant and Evaporating Cooling), entschieden.

DEC – Klimaanlage sind sogenannte „sorptionsgestützte Klimaanlage mit adiabater Luftbefeuchtung (Bild 1). Diese benötigen zur Luftkühlung keine Kompressionskälte. Die Kälte wird durch Wärme (Regenerationswärme), die in diesem Fall aus der Wärmerückgewinnung aus den Produktionsprozessen mit 50 / 40 °C genügend zur Verfügung steht, erzeugt.

Für die überschlägige Berechnung der Jahreskälteleistung der DEC - Klimaanlage wurden fünf Betriebspunkte definiert. Die dazugehörigen Betriebszeiten wurden mit Hilfe eines geordneten Jahresliniendiagramms der Temperatur bzw. Enthalpie ermittelt. Über die Berechnung der Luftzustandsänderung in der DEC – Klimaanlage konnte die Kälteleistung für die fünf Betriebspunkte und anschließend die gesamte Jahreskälteleistung ermittelt werden.

Im zweiten Schritt wurde die DEC – Klimaanlage mit einer konventionellen Klimaanlage bezüglich Investitions- und Betriebskosten verglichen

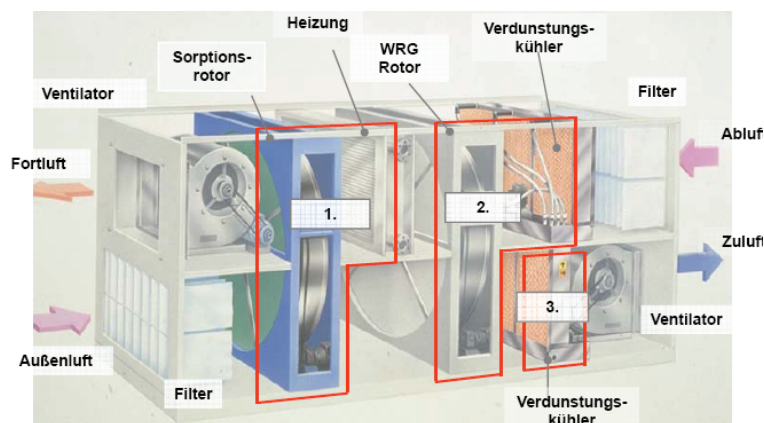


Bild 1 DEC – Klimaanlage (Fa. Munters)

Dipl.-Ing. Axel Helmig

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dipl.-Ing. Hans-Hermann Boiting

Datum des Kolloquiums: 26. Mai 2009

Studiengang: Ver- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik



In der Diplomarbeit wurde das Kreiskirchenamt Steinfurt hinsichtlich der energetischen Optimierung untersucht.



Durch die Ermittlung des Wärmebedarfs und deren Simulation aufgrund der möglichen technischen und baulichen Änderungen des Kreiskirchenamtes, wie z. B. die Erneuerung der Fenster, Dämmung des Dachstuhls, Dämmung der Außenhaut, Änderung/Erneuerung der regelungstechnischen Einrichtung, wurde eine Vergleichsmöglichkeit der einzelnen Maßnahmen hinsichtlich des Energiebedarfs des Kreiskirchenamtes geschaffen.

Um eine Betrachtung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchzuführen ist in der Diplomarbeit für jede Renovierungsmaßnahme die Amortisations-, Annuitäten- und Kapitalwertmethode angewendet worden. Die Besonderheit hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsberechnung liegt in der wahrscheinlich begrenzten Nutzungsdauer des Gebäudes von ca. 10 Jahren, und der damit verbundenen sehr kurzen Amortisationszeit für Energieeinsparmaßnahmen.

Die Maßnahme, die alle gegebenen Kriterien einer Wirtschaftlichkeit erfüllt hat, ist die Renovierung/Erneuerung der regelungstechnischen Einrichtungen.

Wirtschaftliche Energieeinsparpotenziale in bestehenden Fertigungshallenstrukturen

Dipl.-Ing. Andreas Henkel

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Johannes Weg

Datum des Kolloquiums:

17. Juli 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Roth Werke GmbH, Dautphetal - Buchenau



Die Roth Werke sind eine privat geführte, mittelständische Unternehmensgruppe im Raum Marburg in Mittelhessen. Roth erwirtschaftet seinen Umsatz zum größten Teil mit der Entwicklung, Fertigung und dem Vertrieb von regenerativen Energieerzeugungssystemen, sowie Systemen zur Energiespeicherung und -verteilung.

Die Produktionshallen sind zum Teil älter als 35 Jahre und nur teilweise saniert, bzw. energetisch optimal gestaltet. Besonders die Halle, in der die Blasanlagenfertigung angesiedelt ist, steht im Fokus der Optimierungsbemühungen.

Ziel dieser Arbeit war es, die genannte Halle zu untersuchen und konkrete Optimierungsvorschläge sowohl energieträger-, als auch energieverteilerseitig auszuarbeiten, welche anschließend in einem sinnvollen Stufenplan abgearbeitet werden können.

Dieser Stufenplan orientiert sich zum einen an der Gewährleistung eines reibungslosen Produktionsablaufes, als auch an sinnvollen Teilschritten, deren Priorität an den bestmöglichen wirtschaftlichen Bedingungen festzumachen war.

Dazu war es zunächst erforderlich sämtliche relevanten gebäude- und anlagenspezifischen Daten im Istzustand aufzunehmen und zu analysieren.

Darüber hinaus wurden die Verbrauchsdaten (Brennstoff-, Strom- und Materialverbrauch), sowie die Maschinenlaufzeiten analysiert und ausgewertet.

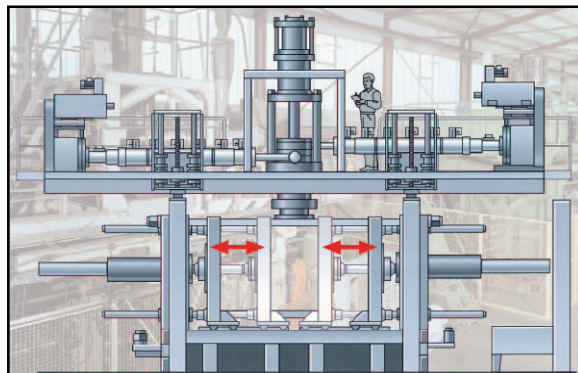


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Blasanlage

Bei den Maschinen im Produktionsbereich dieser Halle handelt es sich um Großblasanlagen mit denen Behälter von 400 – 2200 Litern Inhalt hergestellt werden können. Diese Behälter dienen in der Praxis zur Flüssigkeitslagerung (z. B. Heizöl, Regenwasser).

Während des Betriebs dieser Blasanlagen wird das Kunststoffgranulat (HD-PE) innerhalb der Extruder thermisch aufbereitet. Bei diesem Vorgang entsteht ein großer Teil an Abwärme, der bei der energetischen Beurteilung des Gebäudes berücksichtigt und berechnet werden musste.

Die thermografische Aufnahme zeigt die Temperaturdifferenzen einer Blasanlage während des Produktionsbetriebes (Extruder = hellgelber Bereich).

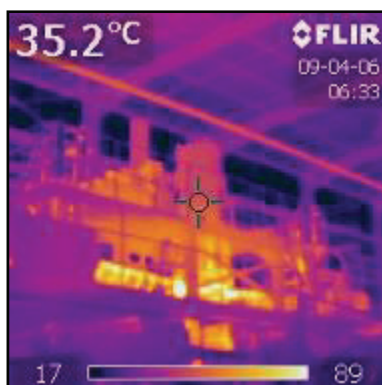


Abb. 2: Thermografie der Blasanlage

Mit Hilfe der Software "Hottgenroth – Energieberater Plus" wurde eine energetische Simulation des Nicht-Wohngebäudes nach DIN V 18599 durchgeführt. Anschließend wurde das Einsparpotenzial des simulierten Gebäudes am Beispiel einer Aufdachdämmung deutlich gemacht.

Die weiteren Optimierungspotenziale wurden in den folgenden Kategorien unterteilt und ausgearbeitet:

- Bedarfsminimierung
(z. B. durch: Absenkung der Hallentemperatur)
- Energieeffizienz (Effizienzsteigerung)
(z. B. durch: Pumpenharmonisierung)
- Substitution der Energieträger
(z. B. durch: Dunkelstrahler, KWK, Biomasse)

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit, die solare Brauchwasserbereitung, wurde aufgrund der Analyse bereits parallel zu dieser Diplomarbeit umgesetzt.

Die energetische Betrachtung des Objektes hat gezeigt, dass gerade auch im industriellen Gebäudebestand erhebliches Einspar- und Optimierungspotenzial besteht.

Dabei ist davon auszugehen, dass innerhalb dieses Bereichs gerade auch die in den Produktionsstätten eingesetzten Maschinen ein erhebliches Einsparpotenzial bieten.

Energetische Optimierung eines Verlagshauses mit Druckerei und Verwaltung

Dipl.-Ing. Arnd Henkelmann M.Sc.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Andreas Winkels M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

24. Juli 2009

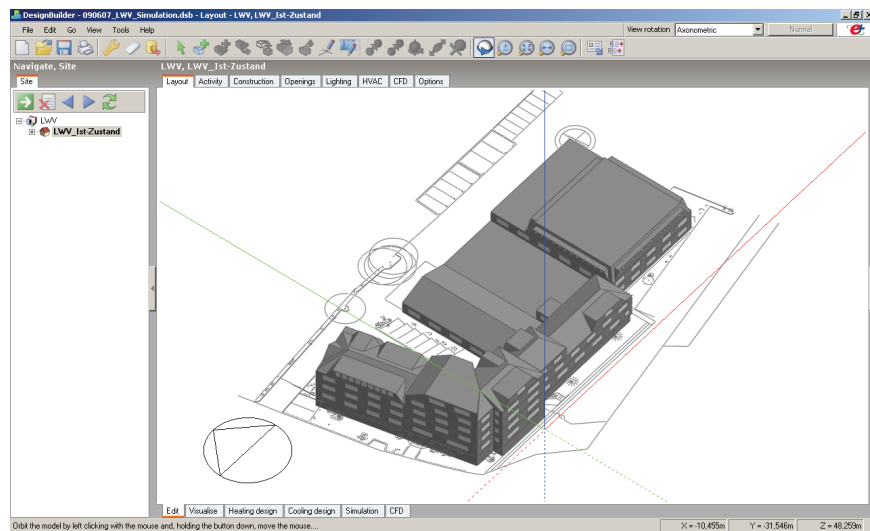
Studiengang:
Vertiefungsrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik



Ziel der Masterarbeit war die Untersuchung energetischer Optimierungsmöglichkeiten des technisch in die Jahre gekommenen Altbaus des Landwirtschaftsverlags in Münster-Hiltrup. Kern des Gebäudekomplexes ist die Druckerei mit Räumen für den Versand, die bereits Anfang der 60er-Jahre bestand. Sie wurde seit 1981 um zwei mehrgeschossige Bürotrakte ergänzt, die im Laufe der Zeit immer wieder umgebaut und erweitert wurden bis im Jahr 2008 dann ein neues Bürogebäude in Betrieb genommen wurde.

Die Analyse der vorhandenen Gebäudesubstanz sowie der technischen Gebäudeausrüstung erfolgte mit Hilfe des Simulationsprogramms „DesignBuilder“, das anhand eines dreidimensionalen Modells des zu untersuchenden Gebäudes eine detaillierte Bestandsaufnahme ermöglicht. Anschließend konnten durch den Austausch einzelner Komponenten energetische Optimierungspotenziale erkannt und bewertet sowie Entscheidungshilfen für die Durchführung einzelner Maßnahmen gefunden werden.



Die vorhandene Gebäudesubstanz wurde anhand der Schichtaufbauten der einzelnen Außenbauteile über eine grafische Oberfläche in das Simulationsprogramm eingegeben, das daraus die zugehörigen U-Werte errechnete. Der allgemeine Zustand der bestehenden technischen Gebäudeausrüstung wurde detailliert aufgenommen und beschrieben. Für die Heizungsanlage musste der angenommene Wirkungsgrad, im Bereich der Elektrotechnik die spezifische Leistung der einzelnen Stromverbraucher in den „DesignBuilder“ eingegeben werden.

Optimierungspotenziale durch bauliche Maßnahmen an der vorhandenen Gebäudesubstanz ließen sich nun durch eine Gegenüberstellung der bekannten mit erzielbaren U-Werten ermitteln. Lediglich im Bereich der Fenster stehen hier Kosten und Nutzen zweier Umbauvarianten in einem vertretbaren Verhältnis. Die baulich weniger aufwendige Möglichkeit ist ein Ersatz ausschließlich der vorhandenen Zweifachverglasung bei einem Verbleib der sich in einem guten Zustand befindlichen Vollholzfensterahmen. Wesentlich nachhaltiger ist jedoch der Austausch der kompletten Fenster durch neue Kunststoffrahmen mit Dreifach-Isolierverglasung.

Die Simulation mit dem „DesignBuilder“ ergibt trotz der fast dreimal so hohen Investitionskosten des Komplettaustauschs in beiden Fällen eine Amortisationszeit von etwa 15 Jahren durch einen verringerten Gasverbrauch. Die Wahl der Umbauvariante hängt somit entscheidend von der Höhe der zur Verfügung stehenden Investitionssumme ab.

Weitaus größere Potenziale zur energetischen Optimierung ergaben sich im Folgenden aus dem virtuellen Austausch einzelner Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung. Obwohl der Einsatz erneuerbarer Energien bevorzugt worden wäre, stellte sich jedoch bei näherer Betrachtung heraus, dass weder eine Wärmepumpe, noch ein Blockheizkraftwerk beim Altbau des Landwirtschaftsverlages effizient betrieben werden könnten.

Nur ein Austausch der maroden, zwingend zu ersetzenden bestehenden Gasheizungsanlage durch eine konventionelle Anlage mit Brennwertgeräten und entsprechender Regelung sowie einem deutlich verbesserten Wirkungsgrad stellte sich trotz einer Amortisationszeit von über 30 Jahren als einzig sinnvolle Alternative dar. Gleichzeitig sollten die vorhandenen Umwälzpumpen durch dem aktuellen Stand der Technik entsprechende, hocheffiziente Pumpen mit einer bedarfsabhängigen Steuerung der Drehzahl ersetzt werden. Durch die zu erwartende Reduzierung des Stromverbrauchs würde sich diese Investition innerhalb kürzester Zeit rentieren. Zudem könnte eine Koppelung der zu erneuernden Heizungsanlage im Altbau an die Wärmepumpe im Neubau zu weiteren gegenseitigen Ausnutzungen vorhandener Kapazitäten führen.

Neben der vorhandenen Gebäudesubstanz und der technischen Gebäudeausrüstung bieten auch benutzerspezifische Angewohnheiten und die Organisation von Arbeitsabläufen Potenziale zur Energieeinsparung, ohne dass zuvor kostenintensive Investitionen getätigt und Wirtschaftlichkeitsberechnungen angestellt werden müssen.

Zur Reduzierung der Stromkosten seien hier beispielhaft der Betrieb energieeffizienter Bürogeräte, die Vermeidung von Leerlaufverlusten durch sogenannten Stand-by-Betrieb, der Verzicht auf grafisch aufwendige Bildschirmschoner, das Ausschalten des Monitors und der Beleuchtung schon bei kurzer Abwesenheit vom Arbeitsplatz und der Einsatz von Bewegungsmeldern zur Beleuchtungssteuerung in selten und nur kurzzeitig frequentierten Räumen genannt. Ein sparsamer Umgang mit Heizenergie lässt sich durch eine bewusste Einstellung der Thermostatventile, freistehende Heizkörper und kurze Stoßlüftungszeiten umsetzen.

Sebastian Hiepler B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Dirk Niemeier
Datum des Kolloquiums:	20. November 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Imtech Deutschland GmbH & Co. KG



Heutzutage ist das Raumklima in Bürogebäuden ein sehr wichtiger Faktor für das Wohlbefinden der Mitarbeiter und damit auch für Ihre Leistungsfähigkeit. Um das ganze Jahr über ein angenehmes Raumklima zu schaffen, werden raumluftechnische Anlagen eingesetzt. Die Anforderungen an diese sind sehr unterschiedlich und werden deswegen speziell den Bedürfnissen der Nutzer angepasst.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, ein energetisches Optimierungspotenzial an den vorhandenen RLT-Anlagen zu analysieren.

Die in dieser Bachelorarbeit untersuchten Teilklimaanlagen wurden Anfang 2008 in Betrieb genommen und waren somit auf technisch neuem Stand. Diese Teilklimaanlagen dienen der unterstützenden Be- und Entlüftung aller Büro- und Besprechungsräume, sowie der Nebenräume und den WC-Bereichen.

Die RLT-Anlagen enthalten die thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen Heizen und Kühlen (Direktverdampfer), ebenfalls ist ein Wärmérückgewinnungssystem in Form von einem Kreislaufverbundsystem integriert.

Die Heiz- und Kühllasten der Bürogebäude werden anhand der installierten statischen Heizkörper und der Betonkernaktivierung (BKA) abgeführt. Bei Räumen mit erhöhten Kühllasten sind zusätzlich Kühldecken installiert.

Von der Firma HSC stammt die verwendete Regelung, welche das Netzwerkprotokoll BACnet (Building Automation and Control Networks) nutzt. Zur Überwachung und Regelung kam die GLT (Cosmo Web) der Firma Plüth zum Einsatz, wobei „Cosmo Web“ der Name des Visualisierungsprogrammes ist.

Da es sich um neu errichtete und moderne Bürogebäude handelte, wurde der Schwerpunkt der Optimierung auf die tatsächlich benötigten Leistungen und auf die Regelungstechnik gelegt.

Bei RLT-Anlagen ist der Energieverbrauch des Ventilators sehr hoch. Die aufgenommene elektrische Leistung und der Volumenstrom stehen in der 3. Potenz im Zusammenhang.

Deswegen wurde eine Bedarfsvolumenstromberechnung durchgeführt und diese mit den Messergebnissen verglichen, wodurch eine mögliche Reduzierung des Volumenstroms festgestellt wurde.

Des Weiteren ergab die Untersuchung der Regelungstechnik Probleme bei der Zulufttemperaturregelung der Anlagen, welche Zulufttemperaturschwankungen im Bereich von $\Delta t = 8 \text{ K}$ aufwiesen. Die Hauptgründe hierfür sind die überdimensionierten Direktverdampfer und eine schlechte Regelbarkeit dieser.

Bei einer genaueren Betrachtung der internen Regelung der Direktverdampfer stellte sich heraus, dass in der Stufenansteuerung über die Magnetventile Verdrahtungsfehler vorlagen.

Die Temperaturschwankungen wurden durch die Umverdrahtung der Magnetventile und einer verbesserten Regelsequenz stark reduziert.

Die in dieser Bachelorarbeit aufgeführten energetischen Optimierungsvorschläge zeigen, dass eine Nachbetrachtung und Analyse des tatsächlichen Nutzungsverhaltens selbst bei neu installierten Anlagen sinnvoll ist.

Solch eine Nachbetrachtung kann einschließlich kleiner Veränderungen schon einen beträchtlichen Teil der laufenden Betriebskosten einsparen, das Raumklima verbessern und einen ökologischeren Umgang mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen gewährleisten.

Experimentelle Untersuchung zum Luftauswahlverfahren eines Lüftungsgerätes zur energetischen Optimierung der indirekten Verdunstungskühlung

Dipl.-Ing. Daniel Hocke

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
 Zweitprüfer: Dr. Thorsten Wolterink

Datum des Kolloquiums: 04. September 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: Kampmann GmbH



Einen Großteil des Lebens befinden sich Menschen in unserer klimatischen Umgebung in Gebäuden. Die Qualität dieser Orte ist deshalb für die Gesundheit und das Wohlbefinden von entscheidender Bedeutung.

Studien ergaben, dass 70 Prozent der Menschen in nicht klimatisierten Räumen unzufrieden sind. Durch die unterschiedlichen Sinneswahrnehmungen der Menschen, ist es für den Ingenieur sehr schwer ein „optimales“ Klima zu schaffen, denn jeder Raumzustand wird unterschiedlich empfunden.

Dies sind Gründe dafür, warum man in der heutigen Zeit nicht mehr auf die Klimatisierung verzichten kann. Die Gebäude werden nach immer höheren Standards gedämmt, so dass die Kühllast weiter steigt.

So wie es schon fast selbstverständlich ist in klimatisierten Pkws zu fahren, wird dieser Anspruch zunehmend auch auf Gebäude übertragen und vermehrt umgesetzt. Im Gegenzug ist allerdings mit ständig steigendem Energiebedarf zu rechnen um den Klimabedürfnissen gerecht zu werden.

Insbesondere vor dem Hintergrund der ständig steigenden Energiepreise, ist daher die Auswahl eines wirtschaftlichen Klimatisierungs-Konzepts enorm wichtig. Als eine gute Alternative zu den gängigen Kompressionskälteanlagen hat sich in den letzten Jahren die Verdunstungskühlung in RLT-Anlagen etabliert.

In Abbildung 1 ist eine Lamelle eines solchen Verdunstungskühlers dargestellt. Neben den erforderlichen hohen elektrischen Anschlussleistungen für Kompressionskälteanlagen, sind insbesondere die Umwelt belastenden Kältemittel und der schlechte Primärenergieausnutzungsgrad dieser Maschinen nachteilig.

Zudem steigt gleichzeitig das Interesse zur Kostenreduzierung durch neue Randbedingungen, wie steigende Energiepreise und Primärenergieverbrauchsgrenzwerte des Gesetzgebers.

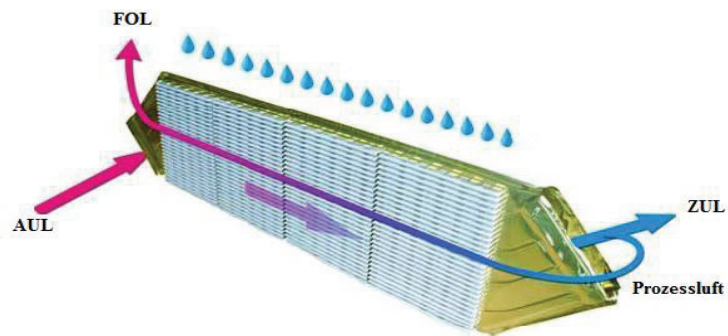


Abbildung 5: Wärmetauscherlamelle Verdunstungskühler

Ziel dieser Diplomarbeit war es, experimentell zu ermitteln, in wie weit eine energetische Optimierung bei einer bestehenden Produktreihe der Verdunstungskühlung erzielt werden kann. Es wurde auf das Luftauswahlverfahren geschaut, genauer auf die mögliche Zulufttemperatursenkung, indem die eigentlich ungenutzte Abluft zur Befeuchtung verwendet wird. Der Versuchsaufbau im Labor ist in Abbildung 2 dargestellt.

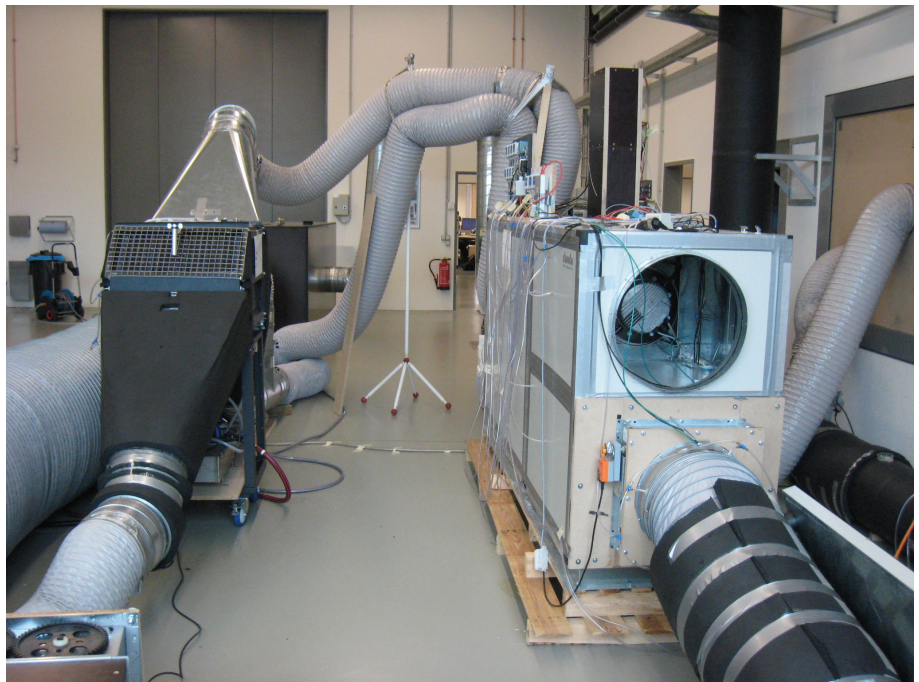


Abbildung 6: Versuchsaufbau im Labor

Bei der energetischen Betrachtung der Luftauswahlverfahren wurde außerdem auf den Primärenergieeinsatz geachtet. Durch die Wahl des richtigen Verfahrens, könnte diese Produktreihe einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung, CO₂-Reduktion, Ressourcenschonung und zum Klimaschutz leisten.

Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dr.-Ing. Marc Schneider

Datum des Kolloquiums:

06. November 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluft- und Kältetechnik

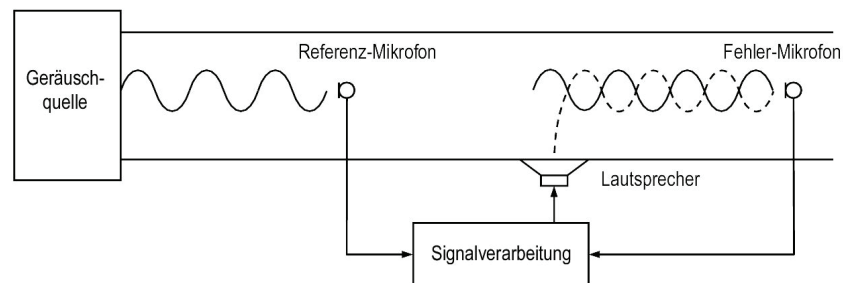
In Kooperation mit:

ebm-papst GmbH & Co. KG



Ventilatoren finden in vielen unterschiedlichen Produkten und Einsatzgebieten Anwendung. Neben dem geförderten Volumenstrom und der Aufnahmeleistung ist die Schallemission des Ventilators ein wichtiges Kriterium bei dessen Auslegung. In vielen Anwendungen ist es erforderlich, einen möglichst leisen Ventilator einzusetzen, damit die Umgebung nicht zu stark von dem Lärm des Ventilators gestört wird.

Mit ANC können die Schallemissionen eines Ventilators reduziert werden. Das ANC-System überlagert die Schallwellen der Geräuschquelle mit einer um 180° phasenverschobenen Schallwelle, mit dem Ziel den Schall zu reduzieren oder ganz auszulöschen. Dabei nimmt ein Mikrofon den Schall auf und eine Signalverarbeitung (digitaler Signalprozessor) berechnet aus dem Signal den „Gegenschall“, der über einen Lautsprecher abgegeben wird.



Im Rahmen der Diplomarbeit wird ein am Markt erhältliches ANC-System in vier verschiedene Ventilatoranwendungen eingebaut. Dabei wird untersucht, welche Schallreduktionen mit dem System erreicht werden können und für welche Anwendungen ANC geeignet ist.

Für die Anwendungen werden unterschiedliche Konzepte von ANC-Prototypen aufgebaut und getestet. Es sind Versuche durchgeführt worden, bei denen die ANC-Systeme in die bestehenden Gehäuse der Anwendungen integriert sind. Andere Konzepte bauen die ANC-Systeme in einen separaten Schalldämpfer ein und bei einigen Prototypen werden mehrere ANC-Systeme gleichzeitig betrieben.

Mit den ANC-Systemen werden Schallreduktionen in den Frequenzen von 100 Hz bis 1,5 kHz erreicht. Dabei reduziert sich die Schalleistung der Prototypen bis zu 8,2 dB(A). Bei einzelnen dominanten Terzbändern werden die Pegel mit ANC bis zu 10 dB gesenkt.

Energetische und wirtschaftliche Betrachtung einer vierzügigen Grundschule – Variantenvergleich zwischen EnEV-Standard und Passivbauweise

Daniel Hollmer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Hendrik Kaczorek

Datum des Kolloquiums:

24. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Ziel und Zweck der Ausarbeitung ist es, einen Vergleich zwischen Gebäuden gleicher Geometrie, Nutzung, jedoch unterschiedlicher Anlagentechnik und Dämmstandards durchzuführen und diese zu bewerten. Die Berechnung erfolgt nach der Vornormreihe DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“, welche zum Bewerten der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erstellt wurde.

Im Fokus der vorliegenden Arbeit steht dabei eine vierzügige Grundschule, die nach dem Passivhauskonzept errichtet wurde. Insgesamt werden fünf Varianten miteinander verglichen.

Variante:	I	II	III	IV	V
Dämmung nach:	Passivhaus-Konzept	EnEV 2009	EnEV 2007	EnEV2009	EnEV 2007
Anlagentechnik:	zentrale statische Heizung	zentrale statische Heizung	zentrale statische Heizung	zentrale statische Heizung	zentrale statische Heizung
	dezentrale Trinkwassererwärmung	dezentrale Trinkwassererwärmung	dezentrale Trinkwassererwärmung	dezentrale Trinkwassererwärmung	dezentrale Trinkwassererwärmung
	Lüftungsanlage	Lüftungsanlage	Lüftungsanlage	-	-

Die Ergebnisse der Berechnung nach DIN V 18599 zeigen, dass der Nutz- und Primärenergiebedarf des Beispielobjektes in der Passivbauweise am geringsten ist. Der Nachteil daran ist, dass eine mechanische Lüftungsanlage zwingend notwendig wird, da sonst die Frischluftversorgung nicht gewährleistet ist. Die Lüftungsanlage schlägt sich im Wirtschaftlichkeitsvergleich nieder. Selbst bei einem langen Betrachtungszeitraum werden die höheren Investitionskosten durch die Betriebskosteneinsparungen nicht amortisiert.

Letztendlich bleibt die Erkenntnis, dass sich mit dem Passivhaus-Konzept die CO₂-Emissionen verringern lassen. Durch den Wirtschaftlichkeitsvergleich wurde festgestellt, dass sich (in dem konkreten Beispiel) keine Kosten einsparen lassen. Besonders die kontrollierte Gebäudebelüftung verursacht hohe Investitionskosten. Durch die Anlage gewinnt das Gebäude jedoch an Komfort, welcher mit Geld nicht aufzuwiegen ist.

Einsatz der UV-Oxidation zur Aufbereitung stark komplexhaltiger galvanischer Abwässer

Dipl.-Ing. Alexander Hülsken

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

14. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

In Kooperation mit:

Firma Schott Electronic Packaging GmbH



Bei der Firma Schott Electronic Packaging GmbH in Landshut fallen im Bereich der Oberflächentechnik (Galvanik) in geringen, aber nicht unwesentlichen Mengen stark komplexhaltige Abwässer an. Diese enthalten neben einer hohen Konzentration an Nickel und Kupfer auch die Komplexbildner EDTA und Cyanid. Da diese Abwässer nicht mittels Verfahren gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik behandelt werden können, wurden sie bisher über externe Firmen entsorgt und verursachten damit, gemessen an den sonstigen Abwässern, sehr hohe Entsorgungskosten.

Um diese Kosten zu senken, wurde nach einem Verfahren gesucht, mit dem diese Abwässer betriebsintern behandelt werden können. Nach vorherigem Ausschluss eines Elektrolyseverfahrens wurde in dieser Arbeit die Möglichkeit einer Behandlung mittels eines UV-Oxidationsverfahrens analysiert. Dieses sollte als Vorbehandlung zur bereits bestehenden, im SBR-Verfahren arbeitenden, chemischen Abwasserreinigungsanlage eingesetzt werden.

UV-Behandlungsanlagen wurden in der Vergangenheit in erster Linie als Desinfektionsanlagen eingesetzt. Hierbei werden Bakterien, Viren und Pilze unmittelbar durch UV-Bestrahlung zerstört. Bei dem hier untersuchten Verfahren handelt es sich jedoch um ein Oxidationsverfahren. Dieses ist nötig, um die im Abwasser vorliegenden Komplexe zerstören zu können. Da diese Komplexe nicht unmittelbar durch Bestrahlung aufgebrochen werden können, wird bei diesem Verfahren Wasserstoffperoxid (H_2O_2) als Oxidationsmittel eingesetzt. Das H_2O_2 wird durch die UV-Strahlen aktiviert und so zu OH-Radikalen aufgespalten. Diese Radikale oxidieren nun die vorliegenden organischen Verbindungen - zu denen auch die Komplexbildner gehören - und deren Abbauprodukte auf. Anschließend können die im Abwasser verbliebenen Metalle durch Anhebung des pH-Wertes ausgefällt werden.

Bei der technischen Umsetzung einer UV-Oxidationsanlage kommt es vor allem darauf an, dass der Reaktor und die anderen Bauteile durch hoch korrosive Abwässer nicht angegriffen werden. Außerdem muss durch strömungstechnische Maßnahmen sichergestellt werden, dass es innerhalb des Reaktors nicht zur Blutbildung kommen kann. Eine regelmäßige Reinigung der Anlage würde die Behandlungskosten immens in die Höhe treiben. Zusätzlich muss ein leichter Zugang zum Strahlermodul sichergestellt werden, da dieses aufgrund von Verschleiß in regelmäßigen Abständen gewechselt werden muss.

Aufbauend auf die Daten vorheriger Analysen wurden während dieser Arbeit zwei Untersuchungen im Labormaßstab und zwei Probeläufe im Pilotmaßstab mit dem oben genannten Abwasser durchgeführt. Die Elimination der Komplexbildner verlief in drei von vier Versuchen zufriedenstellend. Das fertig behandelte Abwasser des ersten Pilotversuchs wurde anschließend mit herkömmlichem Abwasser aus dem Hauptabwasserstrom gemischt und konventionell behandelt. Auch hier ergaben sich keinerlei Probleme. Die geforderten Grenzwerte für die Einleitung in die öffentliche Kanalisation wurden ohne Mehraufwand erreicht.

Durch die abschließenden Analysen eines chemischen Instituts ließ sich die Vermutung belegen, dass keine Komplexbildner in relevanten Mengen mehr vorlagen.



Bild 1: UV-Oxidationsanlage

Im Anschluss wurden bei der Firma Schott bereits erste Planungen bezüglich der Anlagenintegration umgesetzt. So wurde bereits eine Sammelleitung zu einem stillgelegten Schlamm-sammelbehälter gelegt, der in Zukunft als Speicherbehälter für die betroffenen Abwässer dienen soll. In der Produktion wurden die entsprechenden Kupferelektrolytbäder und deren Spülbecken an die Sammelleitung angeschlossen. Die Oxidationsanlage wird voraussichtlich als vormontierte Kompaktanlage inklusive Reaktionsbehälter bestellt und geliefert.

Die Wirtschaftlichkeit ist laut Kapitalwertmethode bei einem Betrachtungszeitraum von mindestens vier bis sechs Jahren gegeben. Dies entspricht den Anforderungen der Firma Schott Electronic Packaging GmbH.

Christoph Jungk B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Lars Richter

Datum des Kolloquiums:

09. November 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Meine Bachelorarbeit habe ich bei den Stadtwerken Münster in der Abteilung Gas Wasser Fernwärme absolviert.

Das Ziel der Bachelorarbeit bestand darin eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des WhisperGen anzufertigen und die Ergebnisse dieser Berechnung mit einem Brennwertgerät der Firma Buderus, das durch Solaranlage unterstützt wird und einer Wärmepumpe der Firma Waterkotte zu vergleichen.

Der WhisperGen der Firma AEM verfügt über einen Stirlingmotor mit einer thermischen Leistung von 7 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 1 kW_{el} . Zusätzlich verfügt das BHKW über einen Hilfsbrenner, dieser kommt zum Einsatz wenn der Stirlingmotor die benötigte Wärme nicht zur Verfügung stellen kann. Der WhisperGen hat einen elektrischen Wirkungsgrad von 7,2% und einen thermischen Wirkungsgrad von 84,9%. Diese Wirkungsgrade beziehen sich auf den alleinigen Betrieb des Stirlingmotors.

Für den Fall, dass der Hilfsbrenner mit zum Einsatz kommt beträgt der elektrische Wirkungsgrad 4,2%, der thermische Wirkungsgrad beträgt in diesem Fall 89,9%.

Zunächst wurde in meiner Bachelorarbeit die allgemeine Funktionsweise eines Stirlingmotors erläutert. Hierbei wurden die verschiedenen Bauformen von Stirlingmotoren erklärt und die möglichen Arbeitsgase betrachtet.

Als Grundlage meiner Berechnung wurde ein Beispielhaushalt in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Münster festgelegt.

Dieser Haushalt verfügt über eine Fläche von 120 m^2 und einem Wärmebedarf von 100 W/m^2 .

So wurde ein Wärmebedarf von $14.222,25 \text{ kW}_{\text{th}}$ pro Jahr berechnet. Zusätzlich weißt der Haushalt einen Strombedarf von $3.500 \text{ kW}_{\text{el}}$ pro Jahr auf. Weitere benötigte Berechnungsgrundlagen wie zum Beispiel die Gradtagszahlen wurden von den Stadtwerken Münster zur Verfügung gestellt. Sie stammen aus dem Jahr 2008. Das BHKW wurde mit einem Brennwertgerät und einer Wärmepumpe verglichen. Das Brennwertgerät, Logamax plus der Firma Buderus, verfügt über eine thermische Leistung von $15,2 \text{ kW}_{\text{th}}$ und einen thermischen Wirkungsgrad von 108,5%. Der Logamax wird durch eine Solaranlage zur Brauchwassererwärmung unterstützt. Die Solaranlage besteht aus 2 Solarpanels mit einer Gesamtfläche von $4,2 \text{ m}^2$.

So wurde zur Berechnung eine Wärmebereitstellung der Solaranlage von $2.100 \text{ kW}_{\text{th}}$ angesetzt.

Des Weiteren wurde eine Wärmepumpe der Firma Waterkotte betrachtet.

Diese Wärmepumpe bezieht die Wärme über zwei Erdsonden aus dem Erdreich. Als Wärmeträgermedium dient ein Solegemisch.

Die Bohrungen reichen jeweils 90 Meter tief in das Erdreich.

Die Wärmepumpe hat eine thermische Leistung von $10,5 \text{ kW}_{\text{th}}$ bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von $2,3 \text{ kW}_{\text{el}}$. Zur Berechnung des Strombezugs wurde eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 zu Grunde gelegt.

Da sich die drei Anlagen bei den vorgegebenen Bedingungen selbst nach einer Betrachtungsdauer von 20 Jahren nicht amortisiert haben, wurde eine zweite Berechnung vorgenommen bei der der Bezug erhöht wurde.

Der thermische Wärmebedarf des Haushaltes betrug in dieser Berechnung $28.444,5 \text{ kW}_{\text{th}}$ pro Jahr. Der Strombezug wurde auf $4.250 \text{ kW}_{\text{el}}$ pro Jahr erhöht.

Bei dieser Berechnung amortisiert sich der WhisperGen nach einer Laufzeit von 10 Jahren. Die spezifischen Wärmebezugskosten betragen beim WhisperGen $13,34 \text{ Cent/kWh}_{\text{Nutzw.}}$.

Das Brennwertgerät mit Solaranlage amortisiert sich nach einer Laufzeit von 15 Jahren.

Die spezifischen Wärmebezugskosten betragen $12,24 \text{ Cent/kWh}_{\text{Nutzw.}}$.
Die Wärmepumpe amortisiert sich nach einer Laufzeit von 11 Jahren.
Die spezifischen Wärmebezugskosten betragen $14,79 \text{ Cent/kWh}_{\text{Nutzw.}}$.

Als Fazit meiner Bachelorarbeit kann gesagt werden, dass sich der WhisperGen bei geringem Wärmebedarf nicht rechnet. Dies liegt zum einen an den hohen Investitionskosten. Die Firma AEM hat sich zum Ziel gesetzt diese Investitionskosten durch eine Massenproduktion zu verringern.

Ein weiterer Grund, dass sich die Anlage nicht amortisiert, ist die geringe elektrische Leistung die der WhisperGen vorweist.

So kann der WhisperGen lediglich sinnvoll eingesetzt werden, wenn der Wärmebedarf des zu versorgenden Objektes hoch genug ist.

Dipl.-Ing. Jan Henrik Kaltenbach

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Christof Hewing

Datum des Kolloquiums: 16. April 2010

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik



Der Kreis Steinfurt beabsichtigt, die Sanierung seiner Technischen Schulen in der Stadt Steinfurt durchzuführen. Mit der Generalplanung dieser Maßnahme ist die Firma agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, beauftragt.

Im Zuge des Teilbereichs „Energetische Sanierung“ hat der Planer in einzelnen Räumen den Einsatz einer sog. Klimawand vorgesehen. Dazu sollen schachtförmige Wandelemente, durch die sich ein Rohrleitungssystem zieht, vor der Wand des vorhandenen Baukörpers angebracht werden. Das Rohrleitungssystem wird an einen Heiz - bzw. Kühlkreislauf angeschlossen.

Für die Auslegung dieser Anlagen sind die erforderlichen Heiz - und Kühlleistungen zu bestimmen und die Frage zu beantworten, welchen Einfluss die Anbringung von Wärmeleitlamellen an den Rohrleitungen auf die Heiz – bzw. Kühlleistungen bewirkt.

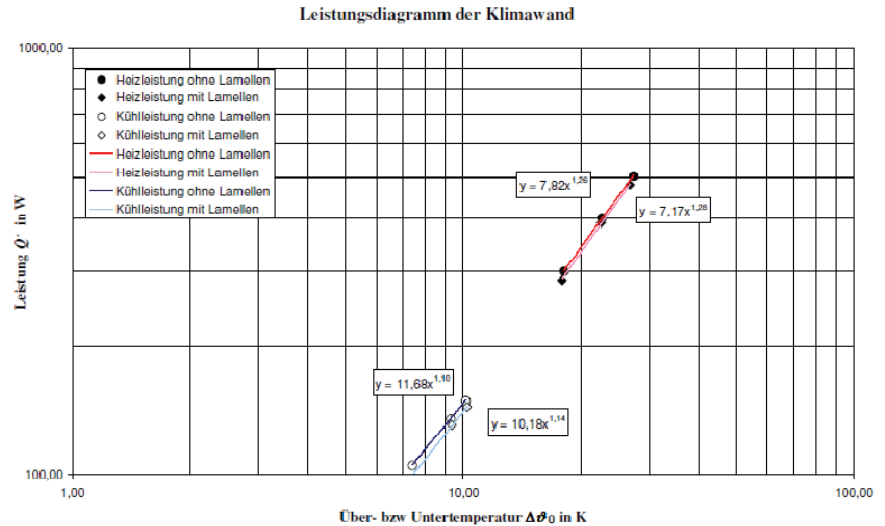
Aufgabe dieser Diplomarbeit war es, ein Modell der geplanten Klimawand im Labor aufzubauen, die erforderlichen messtechnischen Untersuchungen verschiedener Betriebszustände der Klimawand durchzuführen, diese auszuwerten und für die Beurteilung ihrer Realisierbarkeit in der Praxis aufzubereiten.

Die Klimawand wurde im Testraum des Raumluf-technischen Labors der Fachhochschule aufgestellt. Dieser Testraum ist mit der Raumluf-technischen Anlage der Fachhochschule lufttechnisch verbunden.

Für die Untersuchung einer Klimawand existiert keine konkrete DIN-Norm. Die DIN EN 442-2 legt zur Leistungsmessung von Radiatoren und Konvektoren genaue Prüf- und Messverfahren fest. Die in dieser Arbeit durchgeführten Messungen wurden zum Teil in Anlehnung an diese DIN-Norm vorgenommen.



Die Darstellung der Messergebnisse erfolgte in einem in der Fachliteratur üblichen Leistungsdiagramm mit doppellogarithmischem Maßstab. Darin sind die Mittelwerte der Heiz- bzw. Kühlleistungen über den zugehörigen Mittelwerten der Über- bzw. Untertemperaturen als Messpunkte dargestellt.



Die Heizleistungskurven lieferten dem planenden Ingenieurbüro die Grundlage für die Entscheidung, ob in der Praxis der Wärmebedarf eines bestimmten Raumes mit einer gewissen Anzahl von Elementen der hier untersuchten Klimawand gedeckt werden kann. Im Zuge der Diskussion der Ergebnisse mit dem zuständigen Mitarbeiter des Planungsbüros bestätigte sich, dass der Einsatz einer Klimawand im konkreten Anwendungsfall erfolgen soll.

Mit der betrachteten Klimawand können nicht nur die im konkreten Anwendungsfall erforderlichen Heizleistungen erbracht werden, sondern auch ein Teil der Kühlleistungen.

Die mit dem Einsatz von Wärmeleitlamellen verbundene Erwartung, dass sich dadurch die abgegebenen Heiz- bzw. Kühlleistungen der Klimawand verbessern würden, wird durch die Messergebnisse nicht bestätigt. Die Wärmeleitlamellen führen sowohl im Heiz- als auch im Kühlfall zu einer Leistungsminderung.

Im Zuge einer weiteren Messreihe, bei der ein Zuluftvolumenstrom über die Klimawand eingebracht wurde, zeigte sich eine deutliche Leistungssteigerung gegenüber der vergleichbaren Leistungsmessung ohne Zuluft.

Erstellung eines energieeffizienten heizungstechnischen Konzepts für das Marienhospital Arnsberg

Dipl.-Ing. Roger Kampmann

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Wirt.-Ing. Michael Löseke

Datum des Kolloquiums:

31. August 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Weltweit betrug im Jahr 2006 der Verbrauch an Primärenergie ca. 20 Milliarden Tonnen Steinkohleeinheiten was einem Pro-Kopf-Verbrauch von ca. 3,25 t SKE entspricht. Angesichts des Anstieges der Weltbevölkerung und des zunehmenden Verbrauches der Entwicklungsländer nimmt der Energiebedarf ständig zu.

Ein Weg, die begrenzten Reserven an Primärenergieträgern zu schonen, ist die Ausnutzung der Kraft-Wärme-Kopplung. Hierbei werden wesentlich höhere Nutzungsgrade als in einer getrennten Erzeugung von Wärme und Strom erreicht. Synergieeffekt dieser Brennstoff- und damit Kosteneinsparung ist die geringe Belastung der Umwelt durch Schadstoffemissionen.

Ein hervorragendes Einsatzpotenzial für die Kraft-Wärme-Kopplung in Form eines Blockheizkraftwerkes bieten Krankenhäuser. Aufgrund von energieintensiven Einrichtungen wie Küche, Sterilisation, Wäscherei, Operationssälen, Intensivstation, klimatisierten Krankenzimmern und Bettendesinfektion haben Krankenhäuser einen hohen Bedarf an thermischer und elektrischer Energie.

Im Marienhospital Arnsberg wurde bei der durchgeführten Bestandsaufnahme festgestellt, dass die alte Heizzentrale im Schwesternwohnheim für die Wärmeversorgung des Krankenhauses nicht erforderlich ist. Die beiden Kessel in der Hauptzentrale sind in der Lage, das gesamte Areal zu ver-



Areal um 1970

sorgen.

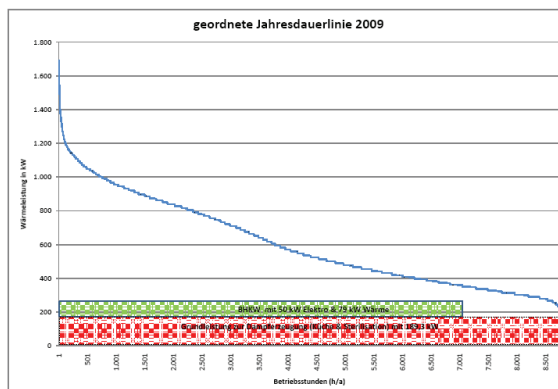
In dieser Arbeit wird somit die Möglichkeit untersucht, ein Energieversorgungskonzept unter Einbeziehung eines Blockheizkraftwerkes zu erstellen.

Dazu ist es erforderlich, den thermischen und elektrischen Energiebedarf des Krankenhauses zu ermitteln. Mit Hilfe von Messungen, Vergleichszahlen sowie Strom und Gasrechnungen wurde eine Bestandsanalyse des Krankenhauses aufgestellt.

Die dabei ermittelten Ergebnisse wurden dazu verwendet, eine Aggregategröße sowie eine mögliche Einbindung in den Bestand festzulegen.

Für das Marienhospital empfiehlt sich aufgrund der hohen Förderungen ein Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von $50 \text{ kW}_{\text{el}}$ bzw. $79 \text{ kW}_{\text{th}}$. Aufgrund der bestehenden Brennstoffversorgung wurde ein erdgasbetriebener Gas-Ottomotor ausgewählt.

Die Investitionskosten hierfür betragen eine überschaubare Summe.



Die hausspezifischen Wärme- und Strombedarfsverläufe ermöglichen dem BHKW eine Jahreslaufzeit von > 7.000 Betriebsstunden. Hierbei werden ca. 350.000 kWh/a Strom und ca. 553.000 kWh nutzbare Wärme erzeugt.

Aus der Summe der jährlichen Erlöse für das Blockheizkraftwerk und der anfallenden Kosten errechnet sich eine Amortisationsdauer im Kapitel 8 von $6,04$ Jahren, die die erwartete Nutzungsdauer eines Blockheizkraftwerkes dieser Größe und dieser Betriebsstundenzahl um viele Jahre unterschreitet. Durch die errechnete Annuität im Kapitel 7.2.3 ergibt sich sogar eine Rendite von $5,1 \%$ bei eingesetztem fremdfinanzierten Kapital.

Als ein Hemmnis bei der Errichtung eines Blockheizkraftwerkes erweist sich in manchen Fällen jedoch die Finanzierung. Eine mögliche Behebung der Finanzierungsprobleme sind die beschriebenen Formen zur Drittfinanzierung eines Blockheizkraftwerkes im Krankenhaus. Dabei ist seitens des Krankenhausträgers darauf zu achten, dass das angebotene Modell neben einer sonst häufig nicht möglichen Finanzierung auch ein umfassendes Angebot an technischem und wirtschaftlichem Know-how bietet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Einsatz eines $50 \text{ kW}_{\text{el}}$ BHKW im Marienhospital Arnsberg einen Beitrag zur rationellen Energieanwendung darstellt.

Energieeinsparpotenzial durch hydraulischen Abgleich der Luffterhitzer in den Werkhallen der Firma Rheinzink GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. Gregor Kania M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert

Datum des Kolloquiums:

13. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Heizungstechnik



Um im Wettbewerb bestehen zu können, ist es für Unternehmen wichtig, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten alle sich bietenden Einsparpotenziale auszunutzen. Die Energiekosten sind inzwischen, nicht nur durch die letzten Energiepreissteigerungen, zu einem erheblichen Faktor in der Kostenrechnung geworden.

Im produzierenden Industriegewerbe, wie der Rheinzink GmbH & Co. KG, wurde in der Vergangenheit das Gros der Investitionen zur Optimierung der Produktion genutzt. Investitionen in die Haustechnik, wie z. B. die Beheizung der Gebäude, wurden hinten angestellt. Dies liegt zu einem wesentlichen Teil daran, dass das Einsparpotenzial dieser Investitionen nicht abgeschätzt werden konnte.

Ziel dieser Masterarbeit ist es daher, einen Sanierungsvorschlag für das Heizungssystem der Rheinzink zu erarbeiten, der eine ähnliche Refinanzierung aufweist, wie sie vom Unternehmen für Investitionen in die Produktion gefordert wird. Dies bedeutet, die Refinanzierung sollte im Bereich von zwei bis drei Jahren liegen.

Hierzu wurde ein, aus hydraulischer Sicht, in sich geschlossenes System untersucht und so aufgearbeitet, dass es auch auf andere Bereiche des Unternehmens übertragbar ist. Durch diese Art der Teilbetrachtung ist eine abschnittsweise Sanierung möglich, so dass die notwendigen Investitionen auf mehrere Jahre verteilt werden können.

Es wurde festgestellt, dass, in Unkenntnis der hydraulischen Auswirkungen, die Förderhöhe der Heizkreispumpen und die Vorlauftemperaturen angehoben worden sind, um eine ausreichende Beheizung zu erreichen. Ebenso waren keine Nutzungszeiten in der Heizkreisregelung hinterlegt.

Des Weiteren wurde eine Totalabschaltung aller Heizkreise bei Überschreitung einer Grenztemperatur vorgefunden, um eine Überheizung der Produktions- und Lagerhallen zu vermeiden. Durch das gleichzeitige Wiedereinschalten aller Heizkreispumpen ergibt sich eine Erhöhung des Abrechnungsvolumenstroms bei der E.ON.

Im Anschluss an die Aufnahme des Systems wurden für drei unterschiedliche Lösungsansätze die Einsparpotenziale quantifiziert und die notwendigen Investitionssummen ermittelt, so dass eine belastbare Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden konnte. Anschließend erfolgte eine Berechnung der CO₂-Einsparungen, um die Maßnahmen auch aus ökologischer Sicht bewerten zu können.

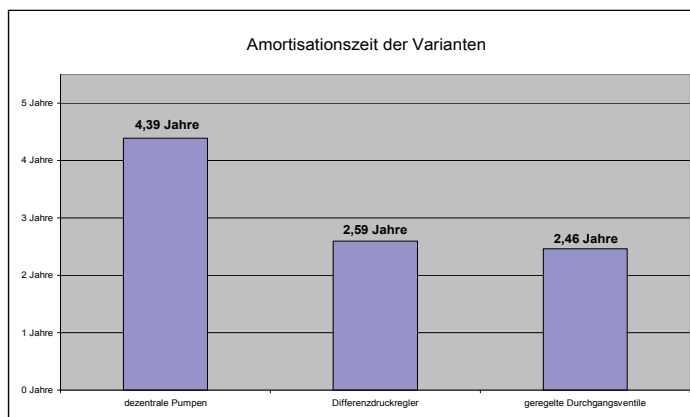
Untersucht wurden die Sanierung mittels

- dezentraler Pumpentechnik
- Differenzdruckreglern
- Dynamisch geregelten Durchgangsventilen

Im Zuge dieser Masterarbeit konnte nachgewiesen werden, dass sich durch eine Optimierung des Heizungssystems mittels eines hydraulischen Abgleichs erhebliche Energieeinsparungen realisieren lassen, welche sogar eine Größenordnung haben, dass Amortisationszeiten unter drei Jahren zu realisieren sind.

Es hat sich gezeigt, dass sich das System der dynamisch geregelten Durchgangsventile für die Lufterhitzer als wirtschaftlichste Alternative zur Erneuerung der vorhandenen Anlagentechnik darstellt.

Die größte CO₂-Einsparung lässt sich ebenfalls mit diesem System erzielen. Durch die Optimierung und den hydraulischen Abgleich mit dem System der geregelten Durchgangsventile können die Heizkosten um rd. 22% reduziert werden.



Hannes Keck B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Andreas Hofmann

Datum des Kolloquiums:

14. September 2009

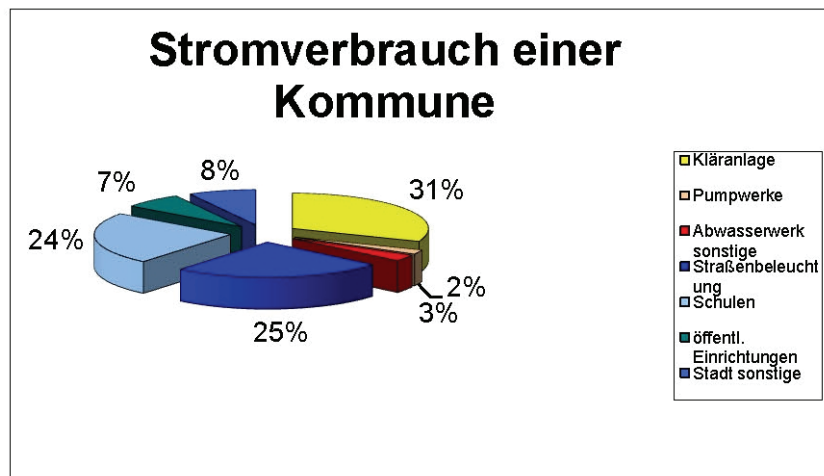
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Gebäude und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:



EWE WASSER GmbH, Cuxhaven
Der Stellenwert der energetischen Optimierung von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) wird in Fachkreisen der Abwasserwirtschaft durchaus unterschiedlich bewertet. Mit dem Hinweis, dass die Reinigung des Abwassers die vorrangige Aufgabe der Abwasserreinigungsanlage ist, blieb der Energieverbrauch bisher stets nachrangig. Aus dem Blickwinkel der (steigenden) Energiekosten oder der Gesamtemission erscheint diese Betrachtung allerdings zunehmend einseitig. Wie die Abbildung zeigt, sind Abwasserreinigungsanlagen häufig der größte Einzelverbraucher einer Kommune.

Mit dem Instrumentarium der Energieanalyse lässt sich die energetische Situation auf den Abwasserreinigungsanlagen wirksam beurteilen und technisch-wirtschaftlich optimieren.



In dieser Bachelorarbeit sollten anhand eines EDV- Programms, aus dem Handbuch „Energie in Kläranlagen“, Energieanalysen von 3 Abwasserreinigungsanlagen, unterschiedlicher Größenklassen, erstellt werden.

Nach dem Handbuch gliedert sich die Vorgehensweise bei der Energieanalyse einer Kläranlage in 4 Schritte:

Mit der Grobanalyse wird die Kläranlage zunächst anhand weniger und einfacher zu ermittelnder Betriebswerte energetisch eingeordnet.

Bei der Feinanalyse werden die Verbrauchswerte nach Teilanlagen differenziert und mit theoretischen Werten gemäß dem Handbuch verglichen. Sollten sich dabei Abweichungen nach oben ergeben, muss untersucht werden, mit welchen technischen oder organisatorischen Maßnahmen eine

Verbrauchssenkung möglich ist. Die dafür erforderlichen Aufwendungen werden dem resultierenden Nutzen gegenübergestellt, damit die Wirtschaftlichkeit bewertet werden kann.

Die Umsetzung erfolgt, wenn die einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmenpakete wirtschaftlich sind und sich für den Betreiber rechnen.

Mit der Erfolgskontrolle wird die Einsparung nachgewiesen; ggf. werden korrigierende Maßnahmen veranlasst, um ein optimales Ergebnis zu erhalten

Aus dem Betriebsführungsprogramm Power Generation Information Manager (PGIM) welches die EWE WASSER besitzt, sollten die Daten für die Energieanalyse gezogen werden. Das Betriebsführungsprogramm ist mit Excel kompatibel. Dort werden die Signale aus dem PGIM in Jahreswerte umgerechnet. Die so gewonnenen Daten wurden in das EDV- Programm eingegeben, damit so die Grobanalyse und die Feinanalyse erstellt werden konnte.

Es sind noch nicht alle Anlagendaten im Betriebsführungsprogramm der EWE WASSER enthalten. Daher mussten für die fehlenden Werte, Zahlen aus der Erfahrung der Kläranlagenbetreiber genommen werden. Es wurden noch Vorschläge erarbeitet, wie in Zukunft die fehlenden Werte gewonnen werden können. Deshalb wurde eine Liste mit den noch fehlenden Zählerwerten erarbeitet. Anhand dieser Liste können die einzelnen Anlagenteile mit Messgeräten bestückt werden, damit zukünftig die genauen Anlagendaten zur Verfügung stehen. Mit diesen Daten können die Analysen fortgeführt werden. Sind diese Daten vollständig, ist anhand der Diagramme im EDV- Programm zu erkennen, welche Anlagenteile wie viel Energie verbrauchen. Durch diese Darstellung können Maßnahmen erarbeitet werden, die dann zur Energieeinsparung beitragen. In der Arbeit wurden einige Maßnahmen angesprochen, die umgesetzt werden können und so zur Energieeinsparung einen Teil beitragen.

Bei der Belebungsanlage, die der größte Stromverbraucher einer ARA ist, kann in Form von Optimierungsmaßnahmen der Energieverbrauch erheblich gesenkt werden. Bei der ARA Cuxhaven liegt das Optimierungspotenzial eindeutig bei den Mammutrotoren, da sie noch immer ohne Frequenzumformer (FU) betrieben werden. In der ARA Edeweicht wurden schon neue Turboverdichter installiert. Durch die Optimierung der Belüftungszeiten könnte weiter Energie eingespart werden. Die Belebungsanlage der ARA Apen verbraucht im Durchschnitt sehr viel Energie, hier liegt das höchste Einsparpotenzial.

Um eine Energieanalyse erarbeiten zu können, ist es wichtig, dass viele vollständige Anlagendaten zur Verfügung stehen. Dies sollte ein wichtiger Punkt sein, auf den die Anlagenbetreiber achten sollten.

Da zu erwarten ist, dass die Strompreise weiter steigen werden, gewinnt die Energieeffizienz - gerade beim Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen – eine steigende Bedeutung. Auch im Hinblick auf die erneuerbaren Energien sollten Kläranlagenbetreiber versuchen, ihr meist veraltetes Energiekonzept zu überarbeiten. Ist dies der Fall, wird ein großer Teil der CO₂-Emission vermieden werden können.

Stromgestehungskostenvergleich Onshore und Offshore Windkraftanlagen

Dipl.-Ing. Magdalena Kellers M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums: 29. September 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft



Bei den in dieser Arbeit betrachteten Kosten und Gewinnen handelt es sich um Onshore und Offshore Windenergieanlagen. In dem vorliegende Arbeit zur Stromerzeugung aus Wind im Sinne des §10 EEG wird die Situation der Windenergienutzung der letzten Jahre dargestellt. Basierend auf einer Marktanalyse wird die Situation der Windenergienutzung in Deutschland und auf dem Weltmarkt beschrieben. Prognosen über den Ausbau der Windenergienutzung zeichnen die Entwicklung in Deutschland bis 2020 und weltweit bis 2010 auf. Über eine Darstellung der unterschiedlichen Vergütungssysteme wird die Entwicklung der Vergütung für Strom aus Windenergie in Deutschland seit Einführung des Stromeinspeisungsgesetzes am 01.10.1991 verdeutlicht.

Weitergehend betrachtet diese Arbeit die Wirtschaftlichkeit einer Windenergieanlage. Die Kosten und Einnahmen einer Windenergieanlage in ihrer planmäßigen Nutzungsdauer sowie in der möglichen Restnutzungsdauer werden erläutert. Besonders eingegangen wird hierbei auf die gesetzlich geregelte Vergütung für Strom aus Windenergie. Die zuvor aufgezeigten Alternativen werden anhand von Beispielanlagen miteinander verglichen und mögliche Kostenverläufe erläutert.

Die Ergebnisse der genannten Themenbereiche werden zusammenfassend dargestellt und teilweise ergänzt.

Die planmäßige Nutzungsdauer einer Windenergieanlage wird mit 20 Jahren bemessen. Insbesondere werden über eine inflationsbereinigte Analyse der Vergütungen bereits realisierte Kostensenkungen dargestellt. Im Rahmen der Kostenanalyse wurden umfangreiche Umfragen bei Herstellern, Betreibern und Sachverständigen von Windenergieanlagen, auf deren Basis die Berechnungen der Stromgestehungskosten durchgeführt wurden. Die Kostenstruktur der Offshore Windenergie weist einige Unterschiede zur Onshore Windenergienutzung auf, diese sollen hier erläutert werden. Die Erhebung der Daten im Bereich der Offshore-Windenergienutzung erfolgt durch eine Analyse spezifischer, geplanter Projekte in Deutschland.

Timo Kirchhoff B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums:

14. Dezember 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluft- und Kältetechnik

Die EDV- Technik an Arbeitsplätzen ist heutzutage nicht mehr weg zu denken. Arbeitsgänge werden durch Computer, Kopierer, Drucker und Faxgeräte beschleunigt und automatisiert, was zu einer enormen Arbeitserleichterung führt. Doch der vermehrte Einsatz von EDV- Geräten hat auch seine Schattenseiten. Die elektrische Energie dieser Geräte wandelt sich nahezu vollständig in Wärme um und führt so zu einem erheblichen Anstieg der inneren Wärmelasten. Doch die EDV- Technik stellt nicht die einzige Veränderung dar. Ein weiterer Grund, der zu hohen Wärmelasten führt, ist die Verglasung ganzer Hausfassaden. In heißen Sommermonaten dringt so die Sonne ungehindert in die Büroräume ein und heizt die Materialien des Raumes auf. Da die Leistungsfähigkeit des Menschen schon bei 26 °C auf fast 80% sinkt, ist eine Kühlung der Räume zwingend notwendig. Die Abfuhr der Wärme eines Raumes erfolgte lange Zeit nur durch das Einbringen gekühlter Luft. Ein Anstieg der inneren Wärmelasten, bedeutet aber in diesem Fall auch einen Anstieg der einzubringenden Luftmenge. Nach bekannt werden des Sick Building Syndroms, welches u.a. durch verschmutzte Lüftungsanlagen verursacht wird, stellten Kühldeckensysteme eine ideale Lösung zur Kühlung dar. Kühldecken führen einen hohen Anteil der erzeugten Wärme, völlig zugfrei über Strahlung ab. Infolge dessen verringert sich der Luftaustausch und die Lüftungsanlage dient mehr der Zufuhr von Frischluft, als dem Abkühlen der Luft.

Um die Funktion einer Kühldecke im Betrieb zu gewährleisten, muss das Rohrnetz des Systems hydraulisch berechnet werden. Da aber die Ausführungen der einzelnen Kühldecken von Hersteller zu Hersteller sehr stark variieren, lässt sich eine softwarebasierte, hydraulische Berechnung der Kühldeckensysteme schwer gestalten. Es gibt keine Software, die eine solche Berechnung anbietet. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag in der Entwicklung eines Programms auf der Basis von VBA, welches Kühldeckenmäander hydraulisch berechnen lässt. Die Anwendung dieses Programms, in Verbindung mit der Berechnungssoftware Dendrit, ermöglicht die Rohrnetz-berechnung eines Kühldeckensystems. Dendrit ist eine Software aus dem Bereich der Gebäudetechnik. Neben der Planung von Trinkwasserinstallationen können auch die unterschiedlichsten Konstruktionsprinzipien für Heizungsanlagen hydraulisch bearbeitet werden. Durch den Einsatz dieser beiden Programme, kann sowohl eine Arbeits- als auch eine Zeitersparnis erzielt werden, die zu einer wirtschaftlichen Planung von Kühldeckensystemen beitragen.

Darstellung und Simulation eines Gas- und Dampfkraftwerks und eines Kohlekraftwerks in vier Schaltungsvarianten

Daniel Hambrock B.Eng.
Sergej Klassen B.Eng.

Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing Theodor Belting
 Dipl.-Ing Thomas Borgmann, RWE

Datum des Kolloquiums:

11. September 2009

Studiengang:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Energietechnik
 Energieversorgung und Energiewirtschaft



Diese Bachelorarbeit beinhaltet die Erstellung eines rechnergestützten Programms zur Darstellung und Simulation moderner Kraftwerkskreisprozesse, basierend auf der Programmiersprache VBA. Themenstellung war zum Einen eine gut überschaubare Darstellung zu entwerfen, um dem Anwender die grundlegenden Kreisprozesse eines modernen Kraftwerks aufzuzeigen. Zum Anderen soll ein reales Kraftwerk mit seinen Hauptkomponenten thermisch simuliert werden können. Zudem ist es möglich dieses Programm auf bestehende Kraftwerke anzuwenden. Schwerpunkt wird ein Vergleich der Kraftwerke sein. Dazu wurden die fünf Schaltungsvarianten:

- Einfaches Kohlekraftwerk,
- Kohlekraftwerk mit Zwischenüberhitzung,
- Kohlekraftwerk mit regenerativer Speisewasservorwärmung,
- Kohlekraftwerk mit Zwischenüberhitzung und regenerativer Speisewasservorwärmung und
- Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk



in die Programmoberfläche eingebunden. Sie werden anfangs getrennt voneinander thermisch in ihren Wasser- Dampfkreisläufen betrachtet. Anschließend wird ein Vergleich hinsichtlich wichtiger Prozessparameter wie z. B. Wirkungsgrad, Brennstoffmassenstrom und Nennleistung aufgestellt.

Aufbauend darauf soll diese Ausarbeitung dazu dienen, Personen, die sich mit Kraftwerkstechnik befassen, eine Hilfestellung zu geben, um darin ablaufende Vorgänge zu verstehen. Diese Hilfestellung soll im Wesentlichen folgenden Hintergrund haben:

- Eine Einstiegshilfe für kraftwerkstechnische Kreisprozesse zu bieten.
- Wirkungsgrad verbessernde Maßnahmen darstellen.
- Das Verständnis zu erlangen Kreisprozesse zu bewerten und Unterschiede zu erkennen.

Ziel ist es, diesen Personen zur Theorie ein Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, um kurzfristig Prozessänderungen optisch darzustellen. Dieses soll schon zu Beginn der Auseinandersetzung mit dem Thema möglich sein, um möglichst früh visuelle Brücken zwischen Theorie und Praxis schlagen zu können und somit den Lernerfolg zu verbessern.

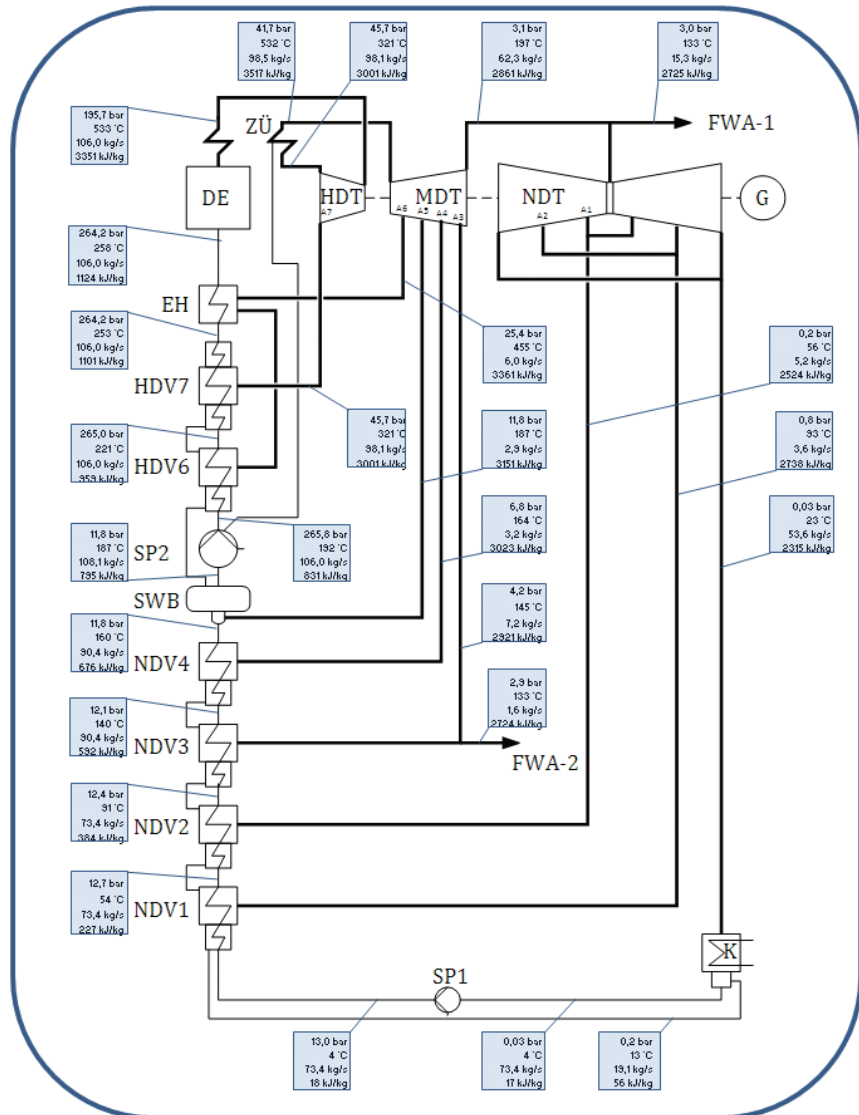


Abbildung 7: Schaltschema des voll ausgestatteten Kohlekraftwerks

Mit diesem Simulationswerkzeug ist es möglich, jedes Kraftwerk thermisch zu simulieren. Dazu werden spezifische Prozessdaten benötigt, die bei unterschiedlichen Lastfällen im Kraftwerk aufgenommen werden müssen. Ist dies geschehen, ist das Simulationswerkzeug individuell auf das jeweilige Kraftwerk eingestellt. Danach kann dieses Werkzeug dazu genutzt werden, den Prozess in seinem thermischen Wasser- Dampfkreislauf zu optimieren. Man erhält die Möglichkeit das jeweilige Kraftwerk virtuell zu betreiben und kann z. B. Datenkurven aufnehmen um Minimum und Maximum eines bestimmten Prozessparameters festzustellen.

Mit Hilfe dieses Programmes lässt sich schnell und günstig jedes Kraftwerksbauteil zur optimalen Arbeitsweise simulieren. Dabei sei jedoch bedacht, dass hier nur eine Richtung vorgegeben werden kann, an welcher man prozesstechnisch günstigere Fahrweisen erkennt.

Dieses Programm bleibt ein Simulationswerkzeug, jedoch mit den notwendigen Hilfsdaten ist es ein stets erweiterbarer Grundstock zur Berechnung moderner Kraftwerks-Kreisprozesse.

Eva Kleemann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing Martin Glane

Datum des Kolloquiums:

01. November 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

Planungsbüro Rohling AG, Architekten und Ingenieure



In Bürogebäuden wird die Heizlast durch innere Lasten wie Computer, Drucker, Kopierer und Beleuchtung immer kleiner. Die Kühllast, die zusätzlich noch durch große Glasfassaden verstärkt wird, nimmt hingegen zu. An dieser Stelle kann die Doppelnutzung (Heizen und Kühlen) der Erdwärmesonden eine wirtschaftliche Lösung darstellen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit lag die Hauptaufgabe bei der Auslegung von Erdwärmesondenanlagen.

Es fand ein Vergleich von 2 Simulations- bzw. Auslegungsprogrammen für Erdwärmesonden statt. Die Programme Earth Energy Designer und das Simulationsmodell Erdwärmesonden von Herrn Glück wurden an ihrem Programmaufbau, Programmablauf, Eingabedaten und Ergebnissen miteinander verglichen.

Bei dem Vergleich der minimalen und maximalen mittleren Fluidtemperaturen der Erdsondenanlage, nach einem Betriebszeitraum von 20 Jahren, ergaben sich die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse.

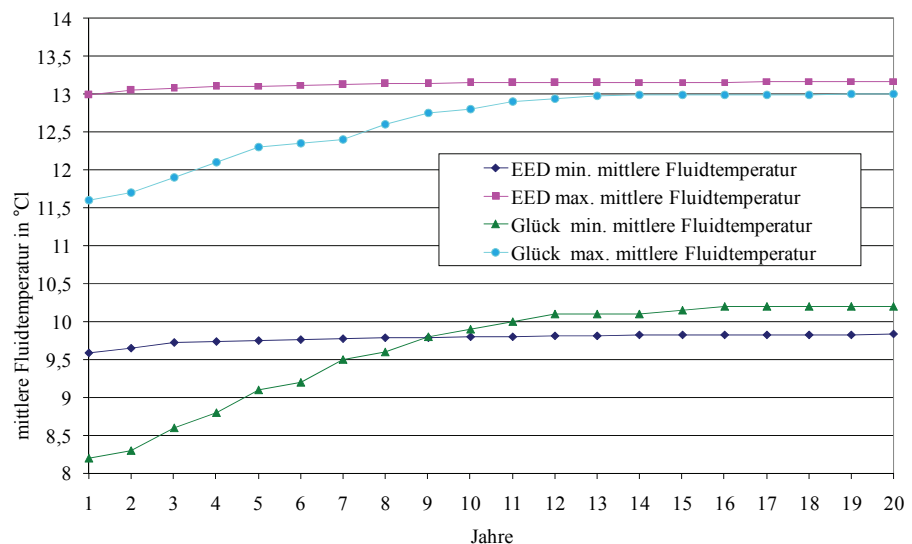


Abbildung 1: Vergleich der mittleren Fluidtemperatur über 20 Jahre

EED arbeitet empirisch, das Simulationsmodell hingegen erstellt einen dynamischen Verlauf über die Betriebsjahre der Sondenanlage.

Nachdem beide Programme einen stationären Verlauf aufweisen, liegt nur noch eine Temperaturdifferenz im 1/10 Bereich vor. Das bedeutet, dass ab dem Moment des stationären Verlaufs die beiden Programme für die mittlere Fluidtemperatur, die gleichen Ergebnisse liefern.

Der Hauptbestandteil der Arbeit beruhte aber auf der Auslegung einer Erdwärmesondenanlage eines realen Bestandsgebäudes. Von diesem Gebäude wurden mittels Heizlast- und Kühllastberechnung sowie einer anschließenden Gebäudesimulation die benötigten Energiemengen für das Heizen und Kühlen und deren zeitlichen Lastprofile ermittelt. Das Bestandsgebäude hat eine mehr als 3-mal so große Kühl- wie Heizlast. Mit diesen Ergebnissen sowie einem Bohrprofil vom Standort und einigen planerischen Annahmen wurde dann eine Auslegung durchgeführt.

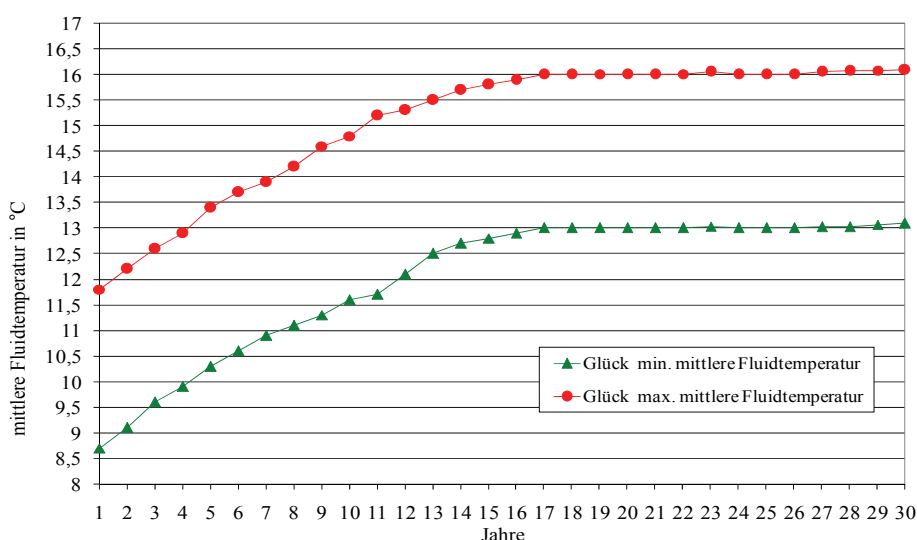


Abbildung 2: Verlauf der mittleren Fluidtemperatur über 30 Betriebsjahre

Die Auslegung wurde mit Hilfe des Simulationsmodells Erdwärmesonden durchgeführt. Das Ziel der Auslegung bestand darin, eine möglichst große Kühllast des Bestandsgebäudes über die Geothermieanlage abzuführen, ohne die Temperaturgrenzen der VDI 4640 zu überschreiten. Zudem durfte die Systemtemperatur einer Kühldecke nicht überschritten werden, damit das passive Kühlen zum Einsatz kommen kann. Passives Kühlen bedeutet, dass bis auf Regelung und Umwälzpumpe die Wärmepumpe ausgeschaltet ist. Die Fluidtemperaturen werden dann direkt zur Kühlung eingesetzt.

Nach Einhaltung aller Auslegungskriterien konnte erzielt werden, dass mehr als 38% der gesamten Kühllast des Bestandsgebäudes durch die Geothermieanlage, über passives Kühlen, abgedeckt werden kann. Das passive Kühlen stellt eine energiesparende und kostengünstige Methode dar. So kann eine bessere Wirtschaftlichkeit der gesamte Geothermieanlage erreicht und eine große Einsparung von CO₂-Gas verwirklicht werden.

Eugen Klein B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Lars Eversmann
Datum des Kolloquiums:	24. Juli 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik



Die heutzutage angestrebte Niedrigenergiebauweise, die das Ziel verfolgt den Heizenergieverbrauch von Gebäuden weiter als bisher zu reduzieren, zwingt alle Beteiligten wie Bauherr, Architekt und Anlagenplaner zum Einsatz einer effizienten Technik, die es ermöglicht diesen Energiestandard zu erreichen.

Bei der Vielzahl am Markt vorhandener technischer Lösungen ist es leider nicht einfach eine Entscheidung für die eine oder die andere technische Anlage zu treffen. Die verschiedenen Anlagentechniken werden meistens auf Basis der erforderlichen Energiemenge, die die Technik braucht um den Heizungs- und Lüftungswärmebedarf zu decken, miteinander verglichen. Die Investitionskosten spielen dabei auch eine sehr wichtige Rolle.

Im Rahmen der vorgelegten Bachelorarbeit wurden auf der Grundlage aktueller Gesetze, Normen und dem aktuellen Stand der Technik, verschiedenen Anlagenkonzepte zur Beheizung und Belüftung eines Turnhallenneubaus zusammengestellt und auf ihre energetische Effizienz und ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft, mit dem Ziel ein technisch akzeptables und wirtschaftlich vertretbares Anlagenkonzept auszuwählen.

Es wurden Anlagenvarianten mit konventionellen Techniken sowie in Kombination mit regenerativen Energietechniken, wie z. B. thermische Solaranlage, Solar-Luftkollektoranlage oder Luft-Erdwärmetauscher, zusammengestellt. Der Einsatz einer Holzpellet-Kesselanlage sowie einer Luft-Wasser Wärmepumpe wurden ebenso untersucht. Die energetische Bewertung der einzelnen Anlagenkonzepte wurde mit dem Programm EVEBI 6.25 durchgeführt. Das Programm erlaubt die Bearbeitung von Projekten vom einfachen Verbrauchsausweis für Wohngebäude bis zu hochkomplexen Bedarfsberechnungen von Nichtwohngebäuden gemäß DIN V 18599.

Die Wirtschaftlichkeit jeder Variante wurde mit Hilfe einer Vollkostenberechnung nach VDI 2067 untersucht. Die Investitionskosten wurden aus Angeboten von Anlagenhersteller und von Musteranlagen abgeleitet. Für alle Varianten wurden somit die relevanten Kapitalkosten sowie Verbrauchskosten pro Jahr ermittelt und nach VDI 2067 bewertet. Die Untersuchung der Varianten hat gezeigt, dass die Beheizung über einen Gas-Brennwertkessel ohne solare Unterstützung die wirtschaftlichste Anlagenvariante bei Betrachtung der Vollkosten über 15 Jahre darstellt, auch wenn diese Variante im Vergleich der jährlichen Energiekosten schlecht abgeschnitten hat. Ihre bessere Wirtschaftlichkeit gegenüber anderen Varianten verdankt sie den niedrigsten Investitionskosten.

Bei der Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte empfiehlt sich die Variante "Gas-Brennwertkessel mit solarer Unterstützung" oder auch Variante "Holzpellet-Kesselanlage mit solarer Unterstützung", da sich diese Varianten sowohl im Vollkostenvergleich gut präsentierten sowie im Vergleich der CO₂-Emissionen niedrige Werte ausgewiesen haben.

Vielversprechend zeigte sich auch die Variante "Luft-Wasser Wärmepumpe im bivalenten Betrieb mit Gas-Brennwerttherme". Diese Variante lag in Bezug auf die jährlichen Energiekosten sowie im Bezug auf die jährlichen Vollkosten auf den vorderen Plätzen der Bewertung. Aufgrund des höheren elektrischen Energieeinsatzes, der beim CO₂ Ausstoß pro kWh um ca. den Faktor drei höher liegt als bei Gas, fällt die CO₂ Emission leider höher aus als bei anderen Varianten mit darin enthaltenen regenerativen Anteilen.

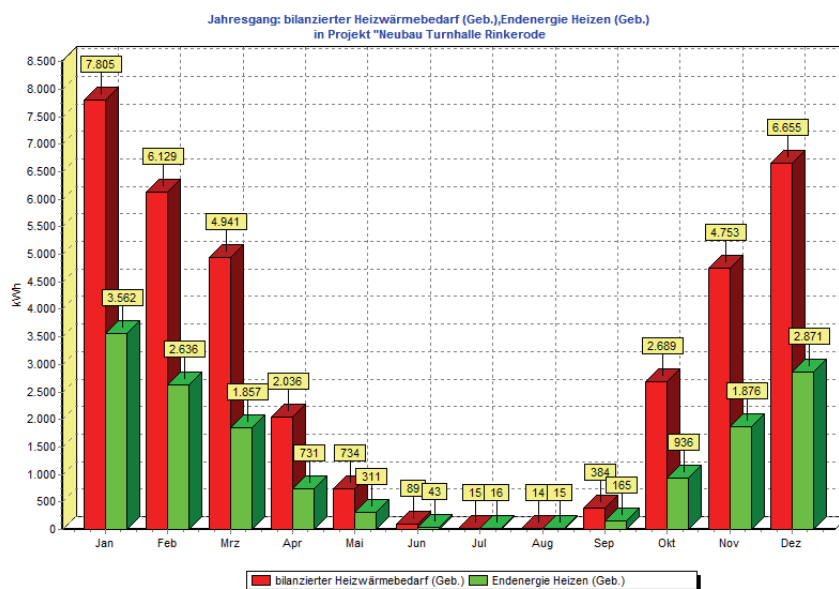


Diagramm: Jahres - Nutz- und Endenergiebedarf (WP bivalent)

Im Diagramm ist deutlich zu erkennen, dass beim Einsatz einer Wärmepumpe der Endenergiebedarf sinkt. Dieses ist dadurch zu erklären, dass beim Einsatz einer WP Umweltenergie nutzbar gemacht wird und einen Teil der notwendigen Endenergie ersetzt.

Durch die Untersuchung der Anlagenvarianten lässt sich leider feststellen, dass der Einsatz der regenerativen Energietechniken zwar Einsparung an jährlichen Energiekosten und Reduzierung von CO₂ Emissionen bringt, aber kaum wirtschaftliche Vorteile. Hierfür fallen leider immer noch höhere Investitionskosten an, die die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme verschlechtern. Bei einigen Anlagen liegen Amortisationszeiten weit über der Lebensdauer dieser Systeme. Bei solaren Systemen, wie der thermischen Solaranlage und Solar-Luftkollektoren, muss man auch beachten, dass das Solarangebot nicht immer mit der Nachfrage übereinstimmt, denn vor allem in den Wintermonaten, wenn der Heizwärmebedarf ansteigt, sinkt die solare Einstrahlung und somit auch der Ertrag. Die Wärmeerzeuger wie die Luft-Wasser Wärmepumpe oder der Holzpellet-Kessel zeigten sich dagegen als interessante Alternativen oder als Ergänzung (bivalenter Betrieb) zu konventioneller Technik.

Entwicklung einer Vorgehensweise für die Planung von Vakuumbandtrocknern unter besonderer Berücksichtigung des Primärenergieeinsatzes

Dipl.-Ing. Franz Knemeyer

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dr.-Ing. Andreas Wäsche

Datum des Kolloquiums:

21. Dezember 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

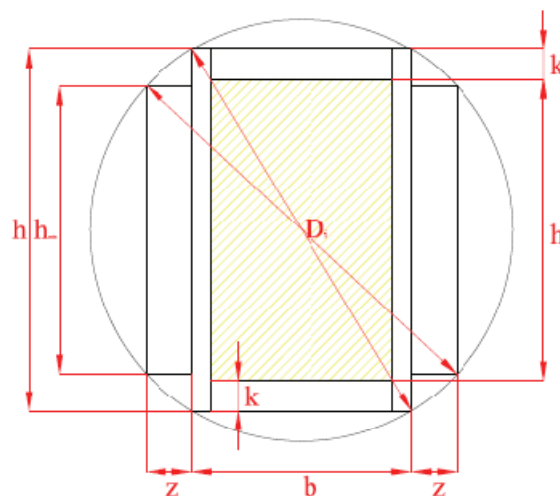
e&e Verfahrenstechnik GmbH, Warendorf



Die Aufgabe der Diplomarbeit war es, eine Vorgehensweise für die Planung von Vakuumbandtrocknern unter besonderer Berücksichtigung des Primärenergieeinsatzes zu entwickeln. Das Ziel bestand darin, die Auslegung der Trocknungsanlagen zu erleichtern und die Anwendung alternativer Techniken für den Brüdenabzug und deren Energieverbrauch abzuschätzen.

Vorbereitend für die vorliegende Arbeit wurde der Stand des Wissens und der Technik recherchiert. Es hat sich gezeigt, dass weltweit drei Firmen Vakuumbandtrockner für die industrielle Nutzung planen und herstellen.

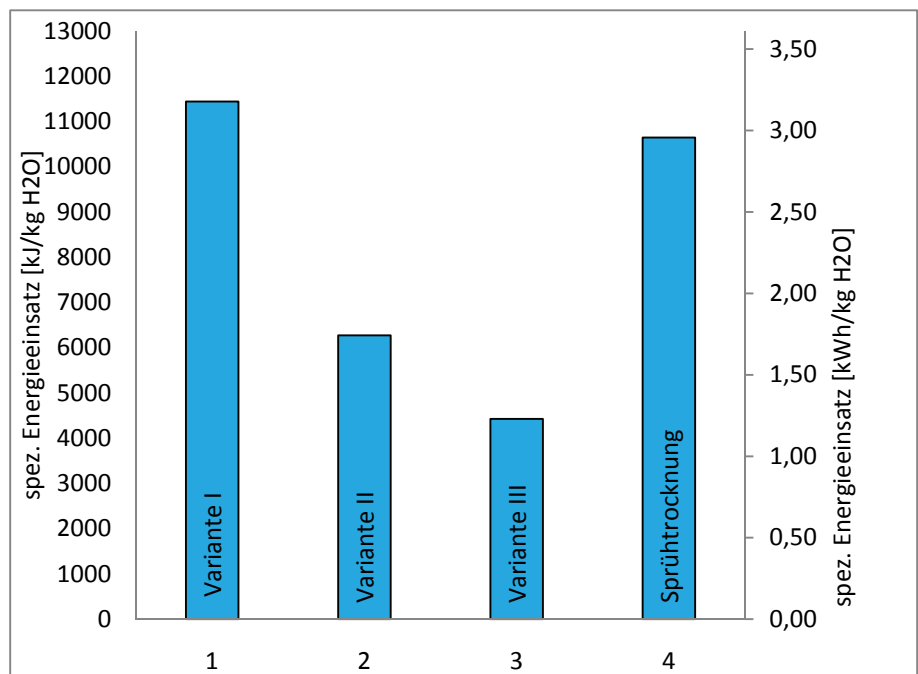
Der auf der Geometrie basierende Planungsleitfaden wurde durch das Vergleichen von bestehenden Anlagen, zur Erkennung der Einflussgrößen, entwickelt. Zum weiteren Vorgehen wurden zwei Rechenmodelle für die Trocknung bei 10 mbar formuliert. Zum einen für kleine Anlagen mit einem Brüdenstrom bis zu 150 kg/h und zum anderen für große Anlagen mit bis zu 800 kg/h. Das erste Modell beschreibt einen Trocknertunnel mit einem einfachen Montagerahmen für die ausziehbaren Trocknungsbänder. Das zweite Modell berücksichtigt den zusätzlichen Platzbedarf für eine Wartung im Tunnel bei großen Trocknern.



Die Abbildung zeigt den inneren Aufbau des zweiten Modells.

Der Hauptenergieverbrauch resultiert aus der Verdampfung von Wasser im Vakuumbandtrockner, wobei durch die Prozessbedingungen 2485 kJ je kg Wasserdampf benötigt werden. Zur Berechnung des, bei der Trocknung entstehenden, Brüdenstroms wurden zwei vereinfachte Gleichungen entwickelt und über diese der Dampfmassenstrom ermittelt. Zur Validierung der Trocknerauslegung wurden die Daten einer bestehenden Trocknungsanlage der e&e Verfahrenstechnik GmbH verwendet. Durch das Übernehmen der geometrischen Einflussgrößen konnte eine Abweichung von 1% unterschritten werden.

Der Leistungsbedarf für die benötigte Dampfmenge wurde berechnet und die Leistungsaufnahme der elektrischen Komponenten für Vakuumband-trocknungsanlagen abgeschätzt. Somit konnten Rückschlüsse auf den Primärenergieeinsatz und den daraus resultierenden Energiekosten gezogen werden. Des Weiteren wurden drei verschiedene Varianten des Brüden-abzuges betrachtet und mit der Sprühtrocknung verglichen.



Das Diagramm zeigt den spezifischen Energieverbrauch der Varianten I, II und III im Vergleich zur Sprühtrocknung.

Variante I und die Sprühtrocknung stellen den heutigen Stand des Wissens dar. Der Vergleich mit den Varianten II und III zeigt, dass mit aus anderen Verfahren bekannten Techniken, welche bis dato noch nicht in Vakuumband-trocknungsanlagen zum Einsatz kommen, eine Energieeinsparung von mehr als 50% je kg Wasserverdampfung möglich ist. Bezogen auf schweres Heizöl als Energieträger ist eine Reduktion der CO₂- Emission von bis zu 2.400 Tonnen pro Jahr zu erzielen. Die Ergebnisse der Berechnungen wurden diskutiert, auf ihre Wirtschaftlichkeit hin energetisch und preislich miteinander verglichen und ergeben im günstigsten Fall eine Amortisationszeit von weniger als 0,5 Jahren.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Wärmeversorgung der Kurkliniken im erweiterten Kurgebiet von Bad Oeynhausen unter Berücksichtigung von verschiedenen Versorgungsvarianten

Dipl.-Ing. Christoph Kohlhas

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Jochen Hagemeier

Datum des Kolloquiums:

24. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH (EES), Kirchlengern
Nahwärme Bad Oeynhausen-Löhne GmbH (NWOL), Bad Oeynhausen



Die NWOL (Nahwärme Bad Oeynhausen-Löhne GmbH) betreibt neben anderen Fernwärmenetzen in Bad Oeynhausen und Löhne das Fernwärmenetz und das Heiz-Kraftwerk im Kurpark von Bad Oeynhausen, wodurch die dort ansässigen Kliniken, Badehäuser, Kulturhäuser und eine Therme mit Nutzwärme versorgt werden. Die NWOL setzt sich aus folgenden Teilhabern zusammen, E.ON Westfalen Weser AG (EWA) 65,4%, Gasversorgung Westfalica GmbH 26% und die Stadt Löhne mit 8,6%.



Ein Teil der Diplomarbeit bestand in der Aufnahme des bestehenden Fernwärmenetzes, eine ovale Ringleitung mit rund 2130 m Umfang. Die Hauptversorgungseinrichtung, das Heiz-Kraftwerk am Südenende des Kurparks verfügt über eine thermische Leistung von 16,68 MW und über eine elektrische Leistung von 1,06 MW. Mit der Berechnung der Anschlussleistungen der einzelnen Fernwärmekunden wurde festgestellt, dass lediglich 6,92 MW benötigt werden um eine Wärmeversorgung im Spitzenlastfall zu gewährleisten.

Im Südwesten des Kurparks befinden sich fünf Rehabilitationskliniken, welche bisher über eine eigene Wärmeversorgung verfügen, jedoch in naher Zukunft an das bestehende Fernwärmenetz angebunden werden sollen oder aber über ein eigenes Fernwärmenetz versorgt werden sollen.

In der Ausarbeitung wurde aus vier technisch unterschiedlichen Varianten der Wärmeversorgung eine aufgezeigt, welche den anerkannten Regeln der Technik entspricht und ökologisch sowie ökonomisch sinnvoll ist.

„Die Bundesregierung hat mit den Beschlüssen von Meseberg 2007 ihr Ziel bekräftigt, den Primärenergieverbrauch und die CO₂-Emission drastisch zu reduzieren. Eine wichtige Maßnahme auf dem Weg zu diesem Ziel soll der forcierte Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sein.“

Der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung durch Blockheizkraftwerke (BHKW) steht in der Ausarbeitung im Vordergrund.

Die vier zu vergleichenden Varianten unterscheiden sich erstens durch den Installationsort der BHKWs (dezentral oder zentral in den Kliniken) und zweitens durch den Ort der Wärmeerzeugung (im bestehenden Heizkraftwerk mit langer Verbindungsleitung oder in einem neu zu errichtenden Heizkraftwerk).

Alle vier Varianten wurden auf technische Machbarkeit, auf ökologische Auswirkungen und auf Wirtschaftlichkeit überprüft um so eine Entscheidung zu treffen, welche den Vorgaben des E.ON Konzerns genügt.

Hierfür war es nötig den Kontakt mit den einzelnen Klinikbetreibern zu suchen um von ihnen Informationen über die Gebäudekomplexe und deren bisherigen Gasverbrauch zu erhalten. So konnten Anschlusswerte der einzelnen Kliniken ermittelt und ein Fernwärmenetz geplant und berechnet werden.

Benötigte Bauteile und Komponenten wurden dimensioniert und ausgewählt.

Es wurden erzeugte Wärme- und Strommengen der Blockheizkraftwerke bestimmt, um die jeweiligen Vergütungen gemäß den gesetzlichen Vorgaben zu errechnen.

Mithilfe von Richtpreisangaben der Hersteller und Erfahrungswerten der E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH wurden die jeweiligen Investitionskosten ermittelt.

Gesamterlöse sowie Kosten für den Betrieb der jeweiligen Blockheizkraftwerke und Heizkessel wurden ermittelt und in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach Vorgaben des E.ON Konzerns dargestellt.

Es stellte sich heraus, dass alle vier Varianten ökonomisch und ökologisch sinnvoll sind.

Die CO₂-Emissionsminderung der bevorzugten Variante würde durch die Erzeugung von Strom und Wärme direkt beim Verbraucher nachhaltig zum Umweltschutz beitragen. Die CO₂-Emissionsminderung entspricht dem Äquivalent von 1.688 PKW (hier im Beispiel VW Golf, 15.000 km/a) die nicht am Straßenverkehr teilnehmen.

Besondere Bedeutung werden die erreichbaren CO₂-Emissionsminderungen ab 2013 erhalten, da spätestens dann der CO₂-Emissionshandel an der Leipziger EEX Börse einsetzt. Je nach sich einstellender CO₂ Zertifikatspreis-Entwicklung lassen sich damit Minderungen der Zusatzkosten im E.ON-Konzern erzielen.

Die Wirtschaftlichkeit einer KWK-Anlage hängt im Wesentlichen von der Differenz zwischen dem Stromerlös und dem Gaspreis ab. Sollte diese Differenz in den nächsten Jahren konstant bleiben, so ist das Projekt wirtschaftlich zu verwirklichen.

Steigen die Strompreise stärker als die Gaspreise, so wird der wirtschaftliche Betrieb der BHKW-Anlagen noch besser.

Dipl.-Ing. Mario Korbicki

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Wirt.-Ing. Dipl.-Ing. Frank Heidrich

Datum des Kolloquiums:

16. September 2009

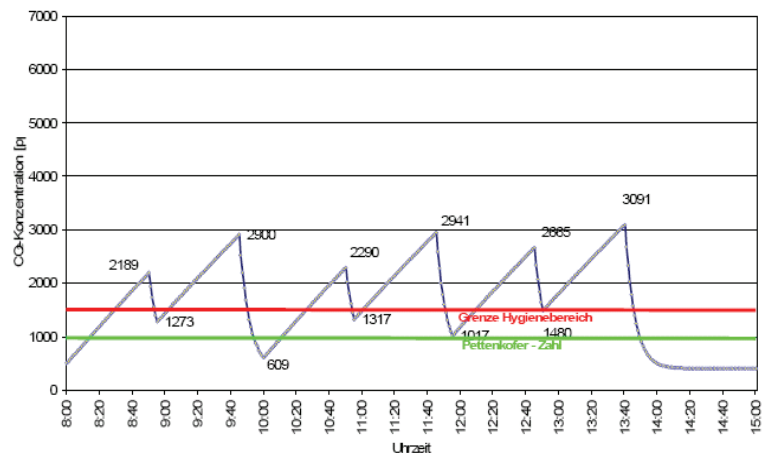
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik



Ziel dieser Diplomarbeit war es, zu überprüfen, ob eine nachhaltige Verbesserung der Raumluftqualität mit dem Einsatz des INDOOR 400 WRG in Schulen sichergestellt werden kann. Dieses Gerät stammt aus der Produktpalette der Frischluftklimasysteme der Kampmann GmbH. Es wurde der Fragestellung nachgegangen, inwieweit das Gerät den Anforderungen eines zu belüftenden Klassenraumes erfüllt oder ob Modifikationen nötig sind. Hierzu wurden zunächst die Ist – und Soll – Zustände der Klassenräume ermittelt, um eine solide Grundlage für diese Arbeit zu schaffen. Dabei wurde vor allem die Luftqualität mit dem Indikator der CO₂ – Konzentrationen in den Klassenräumen genauer betrachtet. Hieran sollte dann überprüft werden, ob eine Lüftungsanlage in Klassenräumen die Raumluftqualität nachhaltig verbessern kann.

Verlauf der CO₂-Konzentration



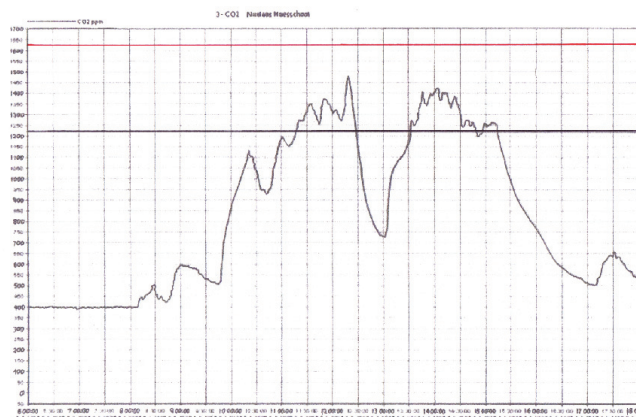
Diese Grafik zeigt, dass jegliche Form der Fensterlüftung (gekippte Fenster, Querlüftung, Stoßlüftung) selbst bei äußerst konsequenter Umsetzung die CO₂ – Konzentration im Klassenraum weder langfristig noch effektiv mindern kann. Langfristig bedeutet hierbei: den ganzen Schultag. Effektiv bedeutet: innerhalb der gegebenen Grenzwerte. Diese liegen zwischen 1000 ppm (Pettenkofer-Zahl) und 1500 ppm (Hygienebereich der DIN EN 13779). Beide Anforderungen werden von der Fensterlüftung nicht erfüllt. Zudem hat sich herausgestellt, dass die bedenklich erhöhte Feinstaubkonzentration im Klassenraum ebenfalls über die Außenluft gesenkt werden kann. Noch wirksamer als die freie Lüftung ist auch hier die maschinelle Lüftung. Die Zuluft wird gefiltert in den Raum eingeblasen und kann somit den Wirkungsgrad der

Staubminderung noch weiter steigern. Zudem könnte, bei maschineller Lüftung, der im Raum aufgewirbelte Staub „abgesaugt“ werden.

Folgende Abbildung zeigt die Einbausituation des INDOOR 400 WRG in einem Pilotprojekt in der Nicolaas Maesschool, einer Grundschule in Amsterdam.



Mit dieser Variante hat sich folgende CO₂-Konzentration im Klassenraum messen lassen. Unter Berücksichtigung der leicht erhöhten CO₂-Außenluftkonzentration ergeben sich andere Grenzwerte. Die schwarze Linie zeigt den IDA 3-Wert (1220 ppm) und die Rote den IDA 4-Wert (1620 ppm) der DIN EN 13779. Insgesamt hat sich eine Verbesserung zur Ausgangssituation von 61,2 % in diesem Klassenraum ergeben.



Insgesamt kommen von den Lehrern und Schülern durchweg positive Reaktionen über die verbesserte Raumluftqualität, obwohl diese, vor allem für die Lehrer, eine große Umstellung mit sich brachte. Es fällt ihnen schwer, die alte Gewohnheit: „Fenster auf zum Lüften!“, abzulegen.

Außerdem ist aufgefallen, dass die Lehrer häufig einen direkten Eingriff in die Anlage wünschen und nur selten auf den Automatikbetrieb vertrauen. Dies mag wahrscheinlich mit dem subjektiven Empfinden, etwas regeln zu wollen, bzw. „es selbst in die Hand zu nehmen“, zusammenhängen.

Die positive Resonanz aus diesem Pilotprojekt hat zu einer weiteren Nachrüstung von 15 Geräten in dieser Schule geführt.

61 Entwicklung eines Ablaufplanes für einen Gasqualitätswechsel von L-Erdgas auf H-Erdgas in Gasversorgungsnetzen

Dipl.-Ing. Christoph Kuhlemann

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Behrend

Datum des Kolloquiums: 05. Januar 2010

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

Ziel dieser Diplomarbeit war es, einen Ablaufplan zu entwickeln, um einen Gasqualitätswechsel von L-Erdgas auf H-Erdgas in einem Gasversorgungsnetz vorzunehmen.

Hierbei ist das Hauptmotiv der Stadtwerke, Kosten einzusparen und Gewinne zu erhöhen. Die RWE Westfalen-Weser-Ems Verteilnetz GmbH hat zum Ziel, ihre vorhandenen Assets weiterhin zu nutzen.

Für die Versorgung des Netzes mit H-Erdgasqualität muss die Einspeisesituation verändert bzw. neu aufgebaut werden. Infolge dessen wurde die Istnetzsituation beschrieben. Die Einspeisesituation mit den jetzigen Einspeisepunkten wurde erklärt. Hinsichtlich der zukünftigen Einspeisesituation wurde das Zielnetz beschrieben. Um einen Ablaufplan anzufertigen, wurde die Netzplantechnik verwendet. Diese wurde grundlegend erklärt. Unter anderem wurde auf die verschiedenen Darstellungsarten eingegangen. Anhand eines Beispiels wurde die Netzplantechnik weiter verdeutlicht.

Das Wesentliche der Arbeit war es, alle Maßnahmen zu ermitteln. Begonnen wird mit der Planungsphase, die sich vor allem durch Planung des Zielnetzes sowie der Kostenermittlung der einzelnen Umbauarbeiten auszeichnet. Durch den so entstandenen ersten Überblick kann am Ende der Phase eine Unternehmensentscheidung getroffen werden. In der besonders kritischen Abstimmungsphase wird in Gesprächen mit den einzelnen Verhandlungspartnern das Projekt erörtert. Besondere Bedeutung hat hierbei die Verhandlung mit den vorgelagerten Netzbetreibern sowie mit den Lieferanten als auch mit den an das RWE Verteilnetz angeschlossenen Stadtwerken. Sollten die Verhandlungen zu keinen vertretbaren Kompromissen führen, kann das gesamte Projekt nur zeitverzögert durchgeführt werden oder es muss im ungünstigsten Fall eingestellt werden.

Die letzte Phase ist die Durchführungsphase. Prinzipiell sind alle Entscheidungen getroffen. Nur Details müssen geklärt werden. In dieser Phase werden die Entscheidungen technisch umgesetzt. Die zu erkennenden kritischen Faktoren sind vor allem die Genehmigungsverfahren. Diese können z. B. eine Neuplanung der Leitungsführung nach sich ziehen, welches zu Zeitverzögerungen führt.

Energetische Optimierung eines Industrieunternehmens: Einsatz einer Blockheizkraftwerksanlage im effizienten KWK-Betrieb sowie die energetische Bewertung der vorhandenen Anlage

Dipl.-Ing. Ralf Landwehr

Erstprüfer:	Herr Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Herr Dipl.-Ing. Ralf Hesping
Datum des Kolloquiums:	26. August 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft



Effizienter und wirtschaftlicher Technikeinsatz werden bei der heutigen Lage des Energiesektors immer wichtiger. Zu den stark diskutierten umwelt-technischen Aspekten, die in keiner Weise nebensächliche Diskussion um die CO₂-Emissionsminderung, stehen die drastisch steigenden Energiepreise für Öl, Gas und elektrischen Strom.

Gerade diese schnellen immer stärker in die Höhe und belasten den Verbraucher, aber auch die energieintensive Industrie in sehr hohem Maße.

Gegenstand dieser Diplomarbeit war die energetische Untersuchung eines Industrieunternehmens im Münsterland. Das innovative Industrieunternehmen zeichnet sich durch die Produktion hochwertiger Systemkomponenten bis hin zu Herstellung und Montage kompletter Maschinen und individueller Anlagen, inklusive elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Elemente aus. Die energetische Untersuchung des Unternehmens ergab dass der Einsatz einer Blockheizkraftanlage (BHKW) aus ökologischer und ökonomischer Sichtweise die optimale Lösung zur Energieeffizienzsteigerung war. Der umweltfreundliche Kraft/Wärme-Kopplungs-Betrieb ermöglichte hier eine Brennstoffeinsparung von 38%. Die Stromgestehungskosten konnten so um 50 % gesenkt werden. Die Kosten für die Nutzwärmebereitstellung sogar um 94 %. Die Emissionswerte des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ konnten um 55% gesenkt werden. Die Amortisationszeit der neuen BHKW-Anlage liegt unter 2 Jahren.

Der zweite Teil der Arbeit befasste sich mit der energetischen und energie-wirtschaftlichen Untersuchung der vorhandenen Wärmepumpenanlage. Es stellte sich heraus dass die vorhandene Anlage als Heizsystem aus wirtschaftlicher Sicht nicht weiter betrieben werden sollte. Dennoch wurde die Kühlfunktion der Wärmepumpenanlage im energiewirtschaftlichen Konzept mit integriert, so dass ein wirtschaftliches Kühlen des Gebäudes möglich ist. In den Sommermonaten besteht die Möglichkeit des „natural cooling“, d. h. es wird keine bzw. kaum Verdichterleistung benötigt, da die Temperaturdifferenz in diesen Monaten zwischen Gebäudeinnerem und dem Erdreich einer großen Spreizung unterliegen.

Die Kombination aus Nutzwärmebereitstellung und Stromerzeugung durch den umweltfreundlichen Kraft/Wärme-Kopplungs-Betrieb und Kühlung des Gebäudes durch die vorhandene Wärmepumpenanlage bietet die bestmögliche Energieeffizienz für dieses Unternehmen.

Erstellung eines Projektierungstools für Decken- und Wandflächentemperierungssysteme

Dipl.-Wirtschaftsing. Martin Lange M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 08. Januar 2010

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik



Ziel dieser Arbeit war es eine Software zu entwickeln, die dem planenden Ingenieur und kaufmännischem Innendienst die Planung und Angebotserstellung eines Flächenkühl-, bzw. Heizsystems vereinfacht und verkürzt.

Nachdem der aktuelle Stand der Technik geklärt, die Wirtschaftlichkeit von Flächentemperierungssystemen dargestellt und die Problematik bei der Auslegung eines Flächenklimasystems erläutert wurde, ergab sich, dass durch die Software folgende Projektierungsschritte zusammengefasst werden können:

- Eingabe der Raumdaten und Paneldimensionen für jedes System
- Berechnung der Heiz-/Kühlleistung der Heiz-, bzw. Kühlmodule
- Berechnung des Druckverlustes
- Aufbereitung der technischen Daten (Druckverlust, Leistung) zur Übergabe an den Planern
- Erstellung eines Angebots
- Erstellung einer Artikelliste für die Produktion per Hand

Die daraus entstandene Software ist ein nicht-grafisches Excel-Tool, welches die technisch notwendigen Berechnungen (Leistung, Volumenstrom, Druckverlust) durchführt und die Möglichkeit bietet sofort ein kaufmännisches Angebot in landesspezifischer Sprache zu erstellen. Diese Software heißt ProjectCalc CHC und die Funktionsweise wurde anhand der einzelnen Excelblätter beschrieben.

Mit dieser Software ist es möglich den Planungsprozess um ca. 20 -25% zu verkürzen. Das wirkt sich natürlich auf die Kosten einer Projektierung positiv aus, da ein Projektierer nun mehrere Projekte in derselben Zeit ausarbeiten kann. Es muss weniger Personal für die Projektierung zur Verfügung gestellt werden.

Somit ist die Einführung und Verwendung dieser Software eine sinnvolle Lösung, um die Projektierungskosten und auch die Fehlerquote durch automatisierte Berechnungen zu senken.

Ein weiterer Schritt wird sein, die Übergabe der Raum- und Paneeldaten aus der CAD-Darstellung in die Berechnungssoftware zu automatisieren und damit die Projektierung noch effizienter zu gestalten. Aus diesem Grund wurde zusätzlich das Design-Handbook erstellt, damit dritte Personen wissen wo sie auf welche Daten in der Software zugreifen können.

Dipl.-Ing. Rebekka Leisner

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Frank Bolkenius

Datum des Kolloquiums: 21. Dezember 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Wärmetechnik



Heizen mit Konvektoren – diese Möglichkeit besteht seit langem.

Als sehr komfortables Heizungssystem bietet es viele gestalterische Freiheiten in der Innenarchitektur. Inzwischen besteht die Möglichkeit mit Konvektoren nicht nur zu heizen, sondern auch zu kühlen. Zurzeit bieten viele Hersteller auch Unterflurkonvektoren an, mit denen geheizt und gekühlt werden kann.

Ein solcher Konvektor mit Zwangskonvektion der Firma Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG wurde in dieser Arbeit messtechnisch untersucht. Ziel war es, die maximal mögliche Kühlleistung zu ermitteln. Sämtliche Messungen wurden im adiabaten Prüfraum am Wärmetechniklabor durchgeführt. Im Rahmen dieser Arbeit wurden diverse Versuchsaufbauten gemessen. Zum Einen konnte die Ansaughöhe der Primärluft variiert werden, zum Anderen standen Luftverteilleche mit unterschiedlichen Lochdurchmessern zur Verfügung.

Im Laufe der Messreihen konnten einige Abhängigkeiten aufgezeigt und definiert werden, wie z. B. die Abhängigkeit der Leistung vom Nennmassenstrom des Wassers. Es wurde festgestellt, dass sich die Idee, die Primärluft aufgrund der höheren Temperatur aus Deckennähe anzusaugen, als vorteilhaft erweist. Trotzdem wurde die gewünschte Leistung nicht erreicht. Dies kann unter anderem darin begründet werden, dass die Temperatur der Luft direkt vor dem Wärmetauscher durch die Beimischung der kühlen induzierten Raumluft verhältnismäßig gering war. Um die Leistungssteigerung durch die hoch temperierte Primärluft voll zu nutzen, sollte ein neuer Entwurf des Konvektors ohne Sekundärluftöffnung konstruiert werden.

Nach Durchführung und Auswertung der Messungen wurde ein Programm geschrieben, mit dessen Hilfe verschiedene Szenarien simuliert werden können. Eine der aufgenommenen Norm-Kennlinien wird ausgewählt und Vorgaben zum Temperatur-Niveau, zum Wasserdurchfluss und zu der Leistung getroffen. Alle dann noch fehlenden Werte werden dann automatisch berechnet. So können diverse Einbausituationen theoretisch berechnet werden. Es ist zu beachten, dass dieses Programm nur für diesen Prüfling in den vorliegenden Aufbauten gültig ist.

Dipl.-Ing. Michael Lesker M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Ralph Hausmann MBA

Datum des Kolloquiums:

17. August 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Die Planung einer verfahrenstechnischen Anlage ist durch eine hohe Komplexität gekennzeichnet. Für das Planen, Entwickeln und Realisieren solcher komplexen technischen Systeme wird eine Planungsmethodik benötigt, um z. B. Ingenieurleistungen, Kommunikation und Planungsabläufe in einem Projekt optimal zu gestalten und zu koordinieren.

Im ersten Teil der Arbeit werden die Planungsmethodik des Systems Engineerings und einige Aspekte des Projektmanagements dargestellt. Die iterative Systematik des Systems Engineerings zur innovativen Lösung von Planungsaufgaben von hoher Komplexität wird durch das Projektmanagement zur Ausführung bereits standardisierter Aktivitäten und deren Umsetzung in Projekten ergänzt.

Im zweiten Teil der Arbeit sind ausgewählte Planungsabläufe und Ingenieurdienstleistungen dargestellt, die die theoretischen Betrachtungen am Beispiel Planung im Allgemeinen und im Beispielunternehmen Gesellschaft für Industrieanlagen-Planung mbH & Co. KG in der Anwendung zeigen.

Abschließend wird im dritten Teil am Beispiel eines Wärmeübertragers die Anwendung theoretischer Vorgehensweisen wie Systems Engineering und die planerische Praxis von Projektmanagement und Qualitätssicherung am konkreten Beispiel aufgezeigt.

Die Herausforderung dieser Arbeit lag in der konvergierenden Heraus-trennung und Darstellung eines Projektes von der Anfrage des Kunden über die Gesamtanlage bis zur Fertigung eines Anlagenteils Wärmeübertrager.

Als Konvergenzpfad wurde die mechanische Verfahrenstechnik gewählt. Für dieses Gewerk wurde die Einbettung eines Wärmeübertragers in die Entstehung (Kalkulation, Terminplanung und Qualität) und Abwicklung (Planungsaktivitäten und Dokumente) eines Projekts gezeigt.

Entlang der Konvergenz wurden immer wieder Schnittstellen aufgezeigt, deren Management nicht minder wichtig für die Abwicklung eines Wärmeübertragers im Gesamtprojekt ist.

Dipl.-Ing. Astrid Linnenlücke

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums: 04. September 2009

Studiengang: Ver- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit: Bayer Schering Pharma AG, Bergkamen



Die Bayer Schering Pharma AG in Bergkamen produziert in ihren Betrieben Hormone, Steroide und Röntgenkontrastmittel. Das anfallende Betriebsabwasser aus der Röntgenkontrastmittelproduktion enthält organische Jodverbindungen.

Da Jod als adsorbierbares organisches Jod (AOJ) auch in der Abwasserabgabe berücksichtigt werden muss, wird versucht, die Einleitung von jodorganischen Verbindungen in den Vorfluter möglichst gering zu halten. Aufgabe der Diplomarbeit war es, in Labor- und Technikumsversuchen unterschiedliche Aktivkohlen auf ihre Wirksamkeit zur Entfernung organischer Substanz und jodhaltiger Verbindungen zu untersuchen.

Die Adsorptionsmittel unterschieden sich in spezifischer Oberfläche, Jodzahl und der Rohstoffbasis.

In den Laborversuchen wurden verschiedene Mengen der pulverisierten Aktivkohlen zu dem biologisch gereinigten Abwasser gegeben und die Minderung an organischer Substanz mithilfe des Parameters total organic carbon (TOC) gemessen.

Danach wurden auf Grund der ermittelten Ergebnisse Isothermen erstellt und die Aktivkohlen untereinander auf ihre Wirksamkeit verglichen.

Die Aktivkohlen mit der besten Reinigungsleistung des Abwassers wurden für die Adsorberversuche als granulierten Aktivkohlen verwendet.

In den folgenden Technikumsversuchen wurden die granulierten Aktivkohlen in Säulen gefüllt, mit Wasser durchströmt und eine Filterdurchbruchskurve erstellt. Grundlage der Durchbruchskurven waren die TOC Werte im Zu- und Ablauf der Adsorber.

In der Abbildung ist die Reinigung des Abwassers durch Adsorption der organischen Substanzen an der Aktivkohle zu erkennen.



Weiter wurde das AOJ analytisch bestimmt, um die Adsorption von organischen Jodverbindungen auf den Aktivkohlen vergleichen zu können.

Nachdem eine Durchbruchkonzentration von über 0,9 erreicht wurde, wurden die Adsorber geleert und die beladene Aktivkohle auf ihren Jodgehalt bestimmt.

Bei der Bayer Schering Pharma AG in Bergkamen besteht die Möglichkeit die Aktivkohle auf der werkseigenen Anlage zu verbrennen.

Dies spart die Transportkosten und das auf der Aktivkohle adsorbierte Jod kann zurückgewonnen werden.

Zuletzt wurden die getesteten Aktivkohlen untereinander verglichen. Hierzu werden Preise der Aktivkohlen, Transportkosten, Filterlaufzeit und Abwasserabgabe gegenüber gestellt und die anfallenden Kosten betrachtet.

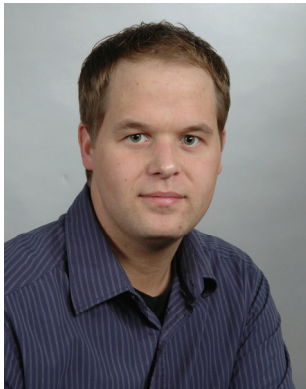
Mit Hilfe von Aktivkohle kann die Einleitung jodorganischer Verbindungen in den Vorfluter verringert werden und es ist möglich das adsorbierte Jod durch Verbrennung zu recyceln.

Dipl.-Ing. Christian Munk

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums: 18. Januar 2010

Studiengang: Ver- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Im Zuge der Diplomarbeit wurde ein dreidimensionales Modell auf Plattform der Simulationssoftware „DesignBuilder“ erstellt. In kleinen Schritten erfolgte eine Annäherung des Modells an den Istzustand. Nachdem dieser erreicht war, konnten verschiedene Optimierungsmaßnahmen an dem Modell getestet werden.

Bei dem Modell handelt es sich um ein Wohn- und Geschäftshaus in Münster (NRW). Dieses verfügt über eine elektrische Nachtspeicherfußbodenheizung. Maßnahmen zur Optimierung oder Alternativen zu dieser Anlage wurden auf energetische, ökologische und ökonomische Auswirkungen geprüft.



Abbildung 1: Modell des Projektgebäudes

Optimierungsmaßnahmen:

Zunächst wurde untersucht, wie sich verschiedene regenerative Energieerzeugungssysteme mit dem vorhandenen Heizungssystem kombinieren lassen. Die Untersuchung umfasste folgende Maßnahmen:

- Photovoltaikanlage
- Blockheizkraftwerk (BHKW); Brennstoffzellen-Heizgerät (BZH)
- Umstellung auf Ökostrom

Im zweiten Schritt wurden Maßnahmen zur Energieeinsparung durch Erneuerung der Gebäudehülle untersucht. Folgende Maßnahmen sind mit DesignBuilder simuliert worden:

- Austausch der Fenster
- Kerndämmung der Außenwände
- Dämmen der Decke im Erdgeschoss

Als Drittes wurden die teilweise Stilllegung der bestehenden Anlage und das Ersetzen dieser durch ein dezentrales Gasheizungssystem anhand einer einzelnen Wohnung untersucht.

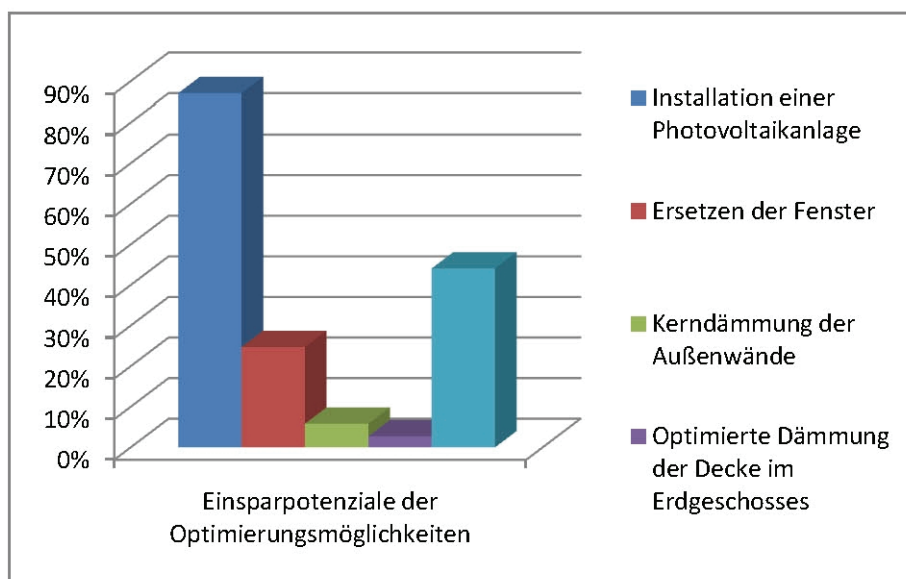


Abbildung 2: Prozentuale Kosteneinsparung

Als Verbrauchswert für die Warmwasserversorgung und Heizungsanlage wurde in DesignBuilder ein jährlicher Verbrauch von 103774 kWh ermittelt. Dieser stimmt mit einer Abweichung von 1% dem realen Wert überein.

Die Installation einer Photovoltaikanlage hat sich als wirkungsvollste ökonomische Maßnahme herausgestellt. Nach ihrer Amortisation erzeugt die Anlage eine relative Ersparnis von 84% der jährlichen Kosten. Als zweite effektive Möglichkeit stellte sich das Aufstellen von dezentralen Kombigeräten heraus. Dies ergibt eine relative Ersparnis von 44%, ersetzt die klimaschädliche Nachtspeicherheizung und spart so 1/3 der CO₂-Emissionen.

Als effektivste Maßnahme zur Optimierung der Gebäudehülle hat sich die Erneuerung der Fenster und Dichtflächen herausgestellt. Diese mindert die hohe Infiltration der Gebäudehülle, erzeugt eine relative Ersparnis von 25% der jährlichen Kosten und spart 1,8 t der jährlichen CO₂-Emissionen ein.

Dipl.-Ing. Maxim Nejaskin

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Datum des Kolloquiums:	15. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Wessling GmbH & Co. KG



Im Rahmen der Diplomarbeit sollte Einfluss der Bauschuttzusammensetzung auf die elektrische Leitfähigkeit untersucht werden. Mit den Experimenten sollte herausgefunden werden, wie sich die Ionenkonzentration verändert.

Beim Abriss von Gebäuden und anderen Bauten entsteht eine große Menge an Rohstoffmaterial, das man weiter verwerten kann. Vor der Weiterverwertung wird der Bauschutt nach LAGA eingeordnet. Bei der Einstufung spielt die elektrische Leitfähigkeit eine große Rolle, da meistens vorgegebene Grenzwerte überschritten werden. Dann muss der Rohstoff eventuell auf einer Deponie abgelagert werden. Eine Umweltbelastung, Rohstoffentzug aus dem Kreislauf und höhere Abrisskosten wären die Folge.

Um die Entwicklung zu verfolgen, wurden für drei häufig beim Abriss vorkommende Bauschuttarten untersucht. Es wurden roter Ziegel, Beton und Kalksandstein ausgewählt. Alle drei wurden getrennt gebrochen und jeweils in drei Korngruppen aufgeteilt (0/2; 2/8; 8/16). Somit wurden drei Chargen mit drei Partikelgrößen erhalten. Diese wurden im Labor mit dem genormten Schüttelversuch nach DIN 38 414 – S4 eluiert. Im Eluat wurden Ausgangswerte von pH-Wert und der elektrischen Leitfähigkeit gemessen.

Die gebrochenen Proben wurden wegen „stabiler“ Bedingungen im Keller gelagert und jeden Monat analysiert. Aus den ersten Ergebnissen und der Zusammensetzung ergab sich eindeutig, dass Beton die höchsten Werte aufweist. Anhand der Untersuchungen wurde erkannt, dass je kleiner die Korngröße ist, desto höher sind die Leitfähigkeit und der pH-Wert innerhalb eines Materials.

Parallel zu den Experimenten im Keller wurden einige Betonproben im Freiland und in der Box untersucht, in der der Kohlendioxid Anteil künstlich erhöht wurde. Es wurden folgende wichtige Ergebnisse erzielt, die künftig zu einer erhöhten Wiederverwendungsquote führen können:

Durch den Einfluss von CO₂ auf Bauschutt werden Karbonate gebildet, wodurch die Leitfähigkeit und die pH-Werte abgesenkt werden. Besonders schnell sinken diese bei Beton.

Durch Lagerung im Freien kann die elektrische Leitfähigkeit abgesenkt werden.

Optimierung des Kältesystems im Druckhaus der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung in Essen

Dipl.-Ing. Volker Niehues

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Dirk Niemeier
Datum des Kolloquiums:	12. November 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	Imtech Deutschland GmbH und Co. KG



Ziel dieser Diplomarbeit war es, das Kältesystem im Druckhaus der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung in Essen genauestens zu untersuchen, Optimierungsmöglichkeiten aufzudecken und diese auf ihre Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

Ein systematischer Ansatz zur Erfassung und Optimierung der Gesamtkosten ist die Lebenszykluskostenanalyse. In der Lebenszykluskostenanalyse werden die totalen Kosten des Systems während seiner gesamten Lebensdauer einschließlich der dadurch ausgelösten Kosten in anderen Unternehmensbereichen aufgeführt, um eine adäquate Beurteilung der Attraktivität eines Projektes zu erhalten.

Da es sich in dem untersuchten Fall um ein bestehendes Anlagensystem handelte, war stets zu prüfen, ob größere Ersatzinvestitionen rentabel sind oder lediglich der Betrieb zu optimieren ist.

Die in der Lebenszykluskostenanalyse berücksichtigten Folgekosten sollten eine große Beachtung geschenkt werden, da diese bis zu 80% der Lebenszykluskosten eines Kältesystems darstellen können.

Zur Optimierung eines Kältesystems gibt es viele Ansatzmöglichkeiten, eine systematische Vorgehensweise ist daher empfehlenswert.

In einem ersten Schritt wurde der tatsächliche Kältebedarf erfasst und mit den Auslegungsdaten verglichen.

Zu beachten war, dass jede Einsparmaßnahme zu keinem Zeitpunkt die Produktion gefährden durfte, da diese höchste Priorität besaß. Auch alle zur Optimierung notwendigen Umbaumaßnahmen waren so zu planen, dass es nicht zu Produktionseinschränkungen kommen konnte.

Zu Produktionsstörungen hätte es bei zu hohen Kaltwasser Vorlauf-temperaturen der Druckmaschinen kommen können. Die direkt gekühlten Druckmaschinen benötigen Vorlauf-temperaturen von + 24 °C.

Bei dieser direkten Kühlung ergab sich eine Optimierungsmöglichkeit, die grundsätzliche Entscheidung der Prozessgestaltung.

Für Kaltwassertemperaturen in diesem Temperaturbereich bietet sich eine Umgehung der Kältemaschinen an. Untersucht wurden für die vorhandenen Betriebsbedingungen verschiedene Rückkühlsysteme auf dessen Wirtschaftlichkeit.

Aus der abschließenden Energiekostenberechnung resultierte eine Amortisationszeit, eines neuen Trockenrückkühlers, von sechs Jahren.

Die Neuinstallation eines Trockenrückkühlers ermöglicht eine nahezu ganzjährige Umgehung der Kältemaschine, wodurch sich die Energiekosten zur Deckung des gesamten Kältebedarfs halbieren würden.

Neben kleineren Optimierungsmöglichkeiten im Betrieb der RLT-Anlagen bestand dringender Handlungsbedarf bei dem Betrieb von zwei Kältemaschinen, welche mit dem ozonschichtabbauendem HFCKW-haltigen Kältemittel R22 betrieben werden.

Da die Verwendung von HFCKW-haltigen Kältemitteln als Neuware laut EG-Verordnung Nr. 2037/2000 ab dem 01.01.2010 untersagt ist und Anlagen nur noch mit aufbereiteten HFCKWs nachgefüllt werden dürfen, ist in Kürze von Lieferengpässen und einem starken Preisanstieg auszugehen.

Ein striktes Betriebsverbot ab dem 01.01.2015 für Anlagen, die mit HFCKWs betrieben werden, unterstützt die Entscheidung frühzeitig zu handeln.

Zur Problemlösung wurden vier mögliche Optionen vorgestellt:

- Weiterbetrieb ohne Eingriff
- Umrüstung auf ein anderes Kältemittel
- Installation neuer Kältemaschinen
- Außerbetriebnahme ohne Ersatzmaßnahme

Im weiteren Verlauf wurde auf Vor- und Nachteile sowie auf Risiken der vier Optionen hingewiesen, um den verantwortlichen Personen der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung die schnelle Entscheidungsfindung zu erleichtern.

Daniel Olling B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

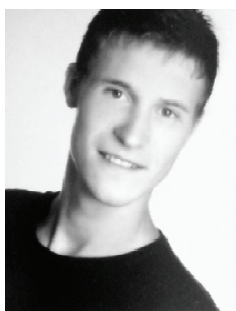
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

30. April 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

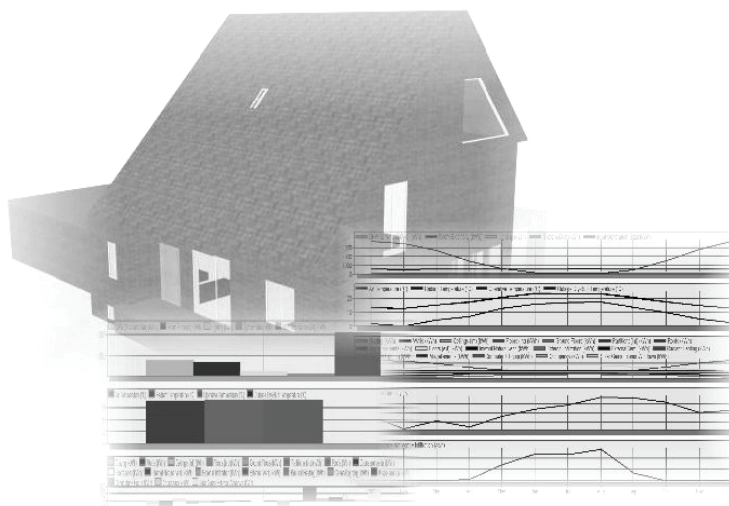
Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik



Konventionelle Rohstoffe, wie Erdöl oder Kohle sind erschöpflich. Wann sie zur Neige gehen kann nur geschätzt werden, doch auch schon die Knappheit von Energie stellt uns vor eine große Herausforderung, der wir uns in der Zukunft stellen müssen.

Das Ziel aller Menschen muss die größtmögliche Gewinnung von Energie durch regenerative Techniken und der möglichst schonende und sparsame Umgang mit erschöpflichen Energieträgern sein.

Private Haushalte machen etwa ein Drittel des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland aus und bergen riesige Energiesparpotenziale. Allein 30 % aller in deutschen Haushalten eingesetzten Heizkessel sind älter als 20 Jahre und somit sanierungsbedürftig.



Mit Hilfe des Programms DesignBuilder können dynamische Simulationen durchgeführt werden, durch die der energetische Zustand von Gebäuden in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt wird.

Dadurch ergibt sich der vorhandene „Istzustand“ des Gebäudes.

Als erstes wurde ein dreidimensionales Abbild eines Einfamilienhauses erstellt und somit die Grundrisse digitalisiert. Im nächsten Schritt konnten die bauphysikalischen Teile konstruiert und anschließend über viele Parameter ein umfangreiches Nutzerverhalten einschließlich Beleuchtungscharakteristik

und die technischen Geräte, wie die Heizung erstellt werden. Nachdem ein realitätsnahes Modell geschaffen war, simulierte DesignBuilder die Energieverbräuche für ein Testreferenzjahr.

Im Gegensatz zu statischen Berechnungen, in denen energetische Schwachstellen nur erahnt werden können, deckt diese dynamische Simulation an dem untersuchten Haus solche gezielt auf. So war es anschließend möglich, Einspar- und Modernisierungsvorschläge durch detailliertes Wissen zu verfassen. Dies ergab den großen Vorteil, dass das untersuchte Objekt in seiner individuellen Gestalt energetisch bewertet wurde, um mögliche Sanierungen optimal umzusetzen. Diese Einspar- und Modernisierungsvorschläge wurden im letzten Schritt mit Hilfe von Cashflow-Rechnungen nach der Kapitalzinsfußmethode auf Ihre Amortisation untersucht.

Dies brachte u. a. folgende Ergebnisse. Mit einer Investition in neue Fenster (Dreifachverglasung) und der nachträglichen Dämmung der Hohlwand der Außenwände, sowie dem gleichzeitigen Einbau einer Solaranlage kann der gesamte Energiebedarf des Hauses um 48% gesenkt werden und der CO₂-Ausstoß würde um $2,88 \frac{\text{t}}{\text{a}}$ gemindert. Die Gesamtkosten dieser Maßnahmen in Höhe von ca. 40.000 EUR sind nach 20 Jahren wieder eingespart, das Komfortplus tritt sofort in Kraft.

Dennis Overdick B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr. Dipl.-Ing Theodor Belting
Prof. Dr. Dipl.-Ing Andreas Böker

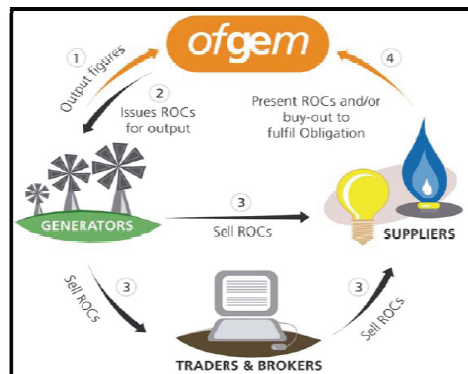
Datum des Kolloquiums:

15. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Energie-, Gebäude-, Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

Die Intention dieser Bachelorarbeit bestand darin, geplante Müllheizkraftwerke in England auf „Good Quality Combined Heat and Power“ (kurz Good Quality CHP) und „Renewables Obligation Certificates-Ausschüttung“ hin zu untersuchen. Die „Renewables Obligation Certificates“ (kurz ROCs) sind neben ein paar anderen Zertifikaten das englische Gegenstück zum deutschen EEG und somit ein Förderungssystem für erneuerbare Energiequellen. „Good Quality CHP“ ist die Bezeichnung für energieeffiziente KWK-Anlagen.

Das „ROCs-System“ wurde, aufgrund der Vorlagen der europäischen Union in England etabliert. In diesen Vorlagen wurde die Nutzungsgradsteigerung von erneuerbaren Energien beschlossen. Das „ROCs-System“ bietet Anreiz die erneuerbaren Energien auszubauen, hier zu zählt auch die Kraft-Wärme Kopplung.



Die grobe Funktionsweise des „ROCs-Systems“ zeigt die hier rechts zu sehende Abbildung und lässt sich in folgender Weise beschreiben.

Die Stromerzeuger bekommen für einen bestimmten Strom-Output, der bei der Ofgem (Regulierungsbehörde) vorgelegt werden muss, „ROCs“ und können diese dann an Händler oder Versorger weiter verkaufen. Die Versorger müssen einen bestimmten Prozentsatz an erneuerbaren Energien in ihrem gelieferten Strom nachweisen.

Dieses können sie nur durch den Erwerb von „ROCs“ tun. Dabei muss pro nachzuweisenden MWh_{el} ein „ROC“ bei der Ofgem vorgelegt werden. Können oder wollen die Versorger nicht genügend „ROCs“ vorlegen, so müssen sie pro nicht vorgelegten „ROC“ eine Strafzahlung tätigen.

Diese Strafzahlung wird in einem Straf-Fond gesammelt und nach „Pro rata temporis“ an die Versorger zurück gezahlt, abzüglich der Verwaltungskosten der Ofgem.

Die Verwaltung der „ROCs“ obliegt der Ofgem (Regulierungsbehörde). Sie ist auch für die Akkreditierung von KWK-Anlagen zuständig, die die Förderung von „ROCs“ beantragen möchten. Diese Akkreditierung erfolgt unter den Bedingungen des „CHPQA-Programms“ (Quality Assurance for Combined Heat and Power = Qualitätssicherung von Kraft-Wärme-Kopplung).

Damit ein Müllheizkraftwerk sich für die Ausschüttung von ROCs eignet, muss es sich erst für „Good Quality CHP“ qualifizieren. Die „Good Quality CHP-Qualifizierung“ und die anschließende Berechnung der Anzahl von ROCs, wurden in dieser Bachelorarbeit für geplante Müllheizkraftwerke in zwei Programmen umgesetzt.

Damit ein Müllheizkraftwerk sich für „Good Quality CHP“ qualifizieren kann, müssen verschiedene Kriterien bestanden werden. Falls das betrachtete Müllheizkraftwerk diese nicht komplett erfüllt, gibt es die Möglichkeit sich anteilmäßig zu qualifizieren. Diese Teilqualifizierung reicht auch aus, um „ROCs“ zu beantragen. Bei der Berechnung der „ROCs-Anzahl“ muss das Müllheizkraftwerk, ebenso wie bei „Good Quality CHP“, Kriterien bestehen. Bei Nicht-Bestehen mancher dieser Kriterien, kann die Anzahl der ausgeschütteten „Renewables Obligation Certificates“ verringert werden.

Die folgenden Bilder zeigen die Ergebnisdarstellungen der beiden Programme. Links die des „Good Quality CHP-Berechnungsprogramms“ und rechts des „ROCs-Berechnungsprogramms“.

Result Printout (Good Quality CHP)		
Long Term Annual Operation		
Fuel Type:	Biomass or Solid Waste	
Size of Scheme:	>25MW _e	
Quality Index:	60,60	
Efficiencies:	Power Efficiency (η_{power}):	21,49 %
	Heat Efficiency (η_{heat}):	17,76 %
Inputs:	Fuel Input (MW _{fp}):	126,10 MW _e
	CHP Total Fuel Input (CHP _{fm}):	693550,00 MW _h
	CHP Qualifying Fuel Input (CHP _{qm}):	693550,00 MW _h
Outputs:	Power Outputs (MW _{op}):	27,10 MW _e
	Heat Outputs (MW _{oh}):	22,40 MW _h
	CHP Total Power Output (CHP _{tpo}):	149050,00 MW _h
	CHP Qualifying Power Output (CHP _{qpo}):	22676,42 MW _h
	CHP Qualifying Heat Output (CHP _{qho}):	123200,00 MW _h
Capacities:	CI IP Total Power Capacity (CI IP _{tpc}):	35,00 MW _e
	CI IP Qualifying Power Capacity (CI IP _{qpc}):	7,50 MW _e

Result Printout (ROCs)		
Long Term Annual Operation		
ROCs:	73810	
Fuel Type:	Biomass or Solid Waste	
Size of Scheme:	>25MW _e	
Quality Index:	103,10	
Efficiencies:	Power Efficiency (η_{power}):	21,49 %
	Heat Efficiency (η_{heat}):	17,76 %
Inputs:	Fuel Input (MW _{fp}):	126,10 MW _e
	CI IP Total Fuel Input (CI IP _{fm}):	693550,00 MW _h
Outputs:	Power Outputs (MW _{op}):	27,10 MW _e
	Heat Outputs (MW _{oh}):	22,40 MW _h
	CHP Total Power Output (CHP _{tpo}) [Net]:	149050,00 MW _h
	CHP Total Power Output (CHP _{tpo}):	149050,00 MW _h
	CHP Qualifying Power Output (CHP _{qpo}):	149050,00 MW _h
	CHP Qualifying Heat Output (CHP _{qho}):	123200,00 MW _h
Capacities:	CHP Total Power Capacity (CHP _{tpc}):	35,00 MW _e
	CHP Qualifying Power Capacity (CHP _{qpc}):	35,00 MW _e

Veit Pelkmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. Theodor Belting
Dr. Thomas Wehlage

Datum des Kolloquiums:

06. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



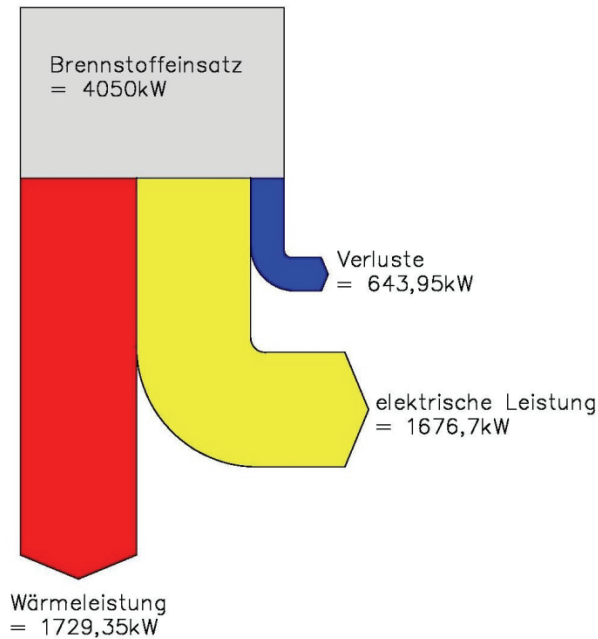
Im Zuge dieser Bachelorarbeit wird die wirtschaftliche Verwertung des vorhandenen Grubengases in der Schaumburger Mulde betrachtet. Dabei handelt es sich um den Schacht des ehemaligen Kohlebergwerks Lüdersfeld nordöstlich von Stadthagen. Die Grubengasförderung wurde im Jahre 1950 durchgeführt aber bereits 1961 mit Ende des Bergwerksbetriebs wieder eingestellt. Der Schacht wurde mit dichtem Tonmaterial verschlossen. Auf Grund der örtlichen Lage des Schachtes stellt die Nutzung der Wärme ein erhebliches Problem dar. Daher sollte das Grubengas direkt vor Ort verstromt werden und die Wärme an Verbraucher abgegeben werden.

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung das Grubengas wirtschaftlich zu nutzen und somit eine CO₂-Einsparung zu erreichen. Eine Anlage zur Grubengasnutzung kann nur wirtschaftlich betrieben werden, wenn der erzeugte Strom durch die Stromversorger vergütet wird, was durch das Erneuerbare Energien Gesetz geregelt wird. Die CO₂-Einsparung wird erreicht, da es bei Nichtverbrennen des Grubengases zu Methanausgasungen am Rande der Schaumburger Mulde kommt.

Die ersten Arbeiten zu diesem Thema wurden von Herrn Dr. Krassmann durchgeführt. Diese beziehen sich auf eine historische Recherche von 2006, eine geologische Erkundung und eine Wirtschaftlichkeitsanalyse der Wiederschließung des Gasfeldes Lüdersfeld von 2007.

Für die Planung des BHKW-Moduls wurde die Richtlinie VDI 3985 zu Grunde gelegt. Bezug nehmend auf die Vorarbeiten von Herrn Dr. Krassmann ergaben sich ein Volumenstrom von 900 m³/h und ein Heizwert von 4,5 kWh/m³. Anzumerken ist, dass es sich bei diesen Ergebnissen nur um Anhaltswerte handelte und dass bei Neuaufschluss des Schachtes Lüdersfeld eine genaue Bestimmung der Variablen vorgenommen werden muss.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde ein BHKW-Modul von der Firma GE Energy Jenbacher ausgewählt. Dabei handelt es sich um einen 12-Zylinder Motor der eine Primärleistung von 4000 kW aufweist. Es ergab sich aus einem elektrischen Wirkungsgrad von 41,4 % eine elektrische Leistung von 1676,7 kW_{el}.



Nach der Auslegung des BHKW-Moduls wurde eine ausführliche Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Hilfe der VDI 2067 durchgeführt. Es wurden die Investitionskosten für die verschiedenen Anlagenteile sowie die Kosten für die Instandsetzung, Wartung und Versicherung usw. aufgelistet. Danach erfolgte ein Vergleich der Anlagen der Firma GE Energy und der Firma ETW Energietechnik. Die Investitionskosten belaufen sich auf insgesamt 1,1 Mio. Euro und wurden mit dem Annuitätenverfahren zu jährliche Kapitalkosten umgerechnet. Die regelmäßigen Aufwendungen für Investitionen, Wartungen und Instandsetzungen ergaben jährliche Kosten von bis zu 300.000 €. Bei einem Jahresüberschuss von mehr als 800.000 €/a kann von einer Amortisationszeit von 1 Jahr und 9 Monaten ausgegangen werden.

Durch ein Vergleichen vom Ausgasen zum normalen Betrieb der BHKW-Anlage konnte zusätzlich eine CO₂-Einsparung bei Betriebsstunden von 8.000 h/a von bis zu 44.000 t CO₂/a ermittelt werden.

Obwohl es sich bei einem Neuaufschluss um ein beträchtliches Risiko handelt, kann eine Nutzung des Grubengases aus dem Schacht Lüdersfeld als wirtschaftlich interessant angesehen werden. Das größte Risiko besteht darin, dass nicht genau vorhersehbar ist, in welchen Mengen und welcher Zusammensetzung das Grubengas anzutreffen ist. Falls das Grubengas ausreichend zur Verfügung steht, ist zu erwarten, dass sich die BHKW-Anlage in kürzester Zeit amortisiert.

Konzeptstudie zur Errichtung von Kleinbiogasanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben

Dipl.-Ing. Dominik Pietroschek

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Jörg Meyer zu Strohe

Datum des Kolloquiums:

29. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

PlanET Biogastechnik GmbH



Das Ziel dieser Diplomarbeit bestand darin, für die PlanET Biogastechnik GmbH eine Kleinbiogasanlage zu konzeptionieren, die auf verschiedene landwirtschaftliche Betriebsformen abgestimmt wird.

Hierbei sollte für drei typische Betriebsformen auf Basis des anfallenden Wirtschaftsdüngers und einer geringen Menge an nachwachsenden Rohstoffen, eine für alle Betriebsformen kompatible Anlage entwickelt werden.

Bei den betrachteten Betriebsformen handelte es sich um den:

- Milchviehbetrieb
- Schweinemastbetrieb
- Schweine- und Rindermastbetrieb

Für die weitere Vorgehensweise wurden die biologischen Parameter sowie verfahrenstechnische Eigenschaften festgelegt.

Es wurde der mögliche Betrieb der Kleinbiogasanlage in Kombination mit dem Einsatz verschiedener Blockheizkraftwerke untersucht. Hierbei kamen folgende Blockheizkraftwerke zur Disposition:

- 30 kW Mikrogasturbine
- 30 kW Gas-Otto-Motor
- 40 kW Zündstrahlmotor
- 40 kW Gas-Otto-Motor

Durch eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit konnte ermittelt werden, mit welchem Aggregat die Anlage rentabel zu betreiben ist. Zudem konnte so die maximale Investitionssumme auf 340.000 € begrenzt werden.

Im weiteren Verlauf wurde auf die möglichen Komponenten der Anlage eingegangen. Mittels einer morphologischen Betrachtung über Target Costing konnten die Anlagenkomponenten ausgewählt werden. Ein wesentliches Ziel, das während der gesamten Arbeit verfolgt wurde, war eine Anlage zu entwickeln, die dem Stand der Technik entspricht, aber auch kostengünstig angeboten werden kann.

Anschließend erfolgte die Dimensionierung der Anlage, wobei im Vordergrund die Anforderung bestand den betriebseigenen Wirtschaftsdüngeranfall als Grundsubstrat zu verwerten. Zur Ermittlung der Menge des Co-Substrats, das neben dem Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage zur Produktion der benötigten Menge an Biogas erforderlich ist, wurden entsprechende Berechnungen durchgeführt.

Abschließend wurden innerhalb einer detaillierten wirtschaftlichen Berechnung die Kosten für den Betrieb der Anlage ermittelt, um einen Überblick über den zu erwartenden Gewinn pro Jahr zu erhalten. Mittels der Kapitalwertmethode konnte ebenfalls der Barwert der Anlage nach Ablauf der garantierten Vergütung ermittelt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Betrieb einer landwirtschaftlichen Kleinbiogasanlage mit einem Wirtschaftsdüngereinsatz von über 90 % technisch möglich ist und auch rentabel betrieben werden kann. Jedoch muss die Nutzung der verfügbaren Wärmeenergie zukünftig weiter vorangetrieben werden, um diese Energieressource besser auszunutzen. Die Möglichkeit zur Verwertung der Überschusswärme, insbesondere bei der Betriebsform Milchviehbetrieb, ist noch nicht hinreichend ausgeschöpft.

Dipl.-Ing. Daniel Plath

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Dirk Niemeier

Datum des Kolloquiums:

23. März 2010

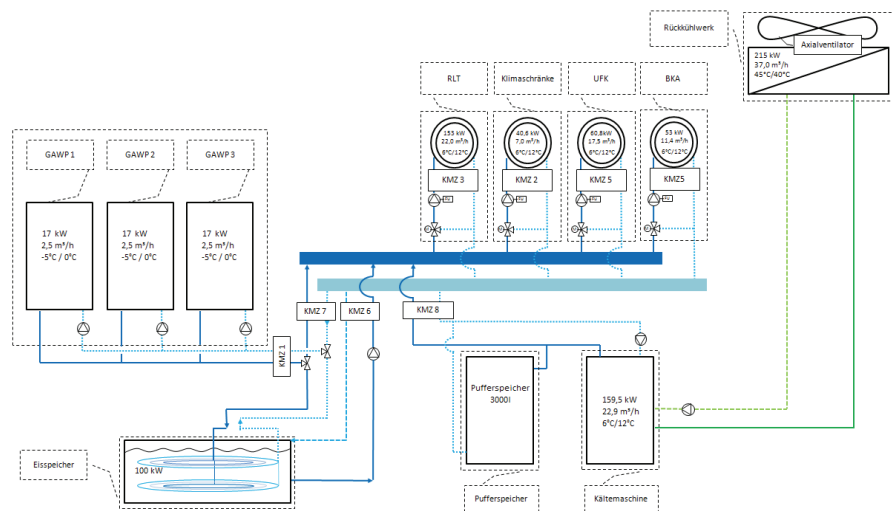
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluft- und Kältetechnik



In der Diplomarbeit ist die wärme- und kältetechnische Anlage der Firma Hoberg & Driesch in Düsseldorf untersucht worden. Der Gebäudekomplex der Firma Hoberg & Driesch setzt sich aus einer Lagerhalle für Rohre und einem Bürokomplex zusammen.

Da in der Lagerhalle keine besondere thermodynamische Behandlung der Luft stattfindet, beschränkte sich der Umfang der Arbeit auf den Bürokomplex. Die Zielsetzung der Diplomarbeit war es, durch die Untersuchung einer bestehenden Anlage, mögliche Energieeinsparpotenziale aufzudecken. Eine Besonderheit der untersuchten Anlage besteht in der Kombination eines in das Erdreich eingelassenen Eisspeichers und drei Wasser/Ammoniak Gasabsorptionswärmepumpen.



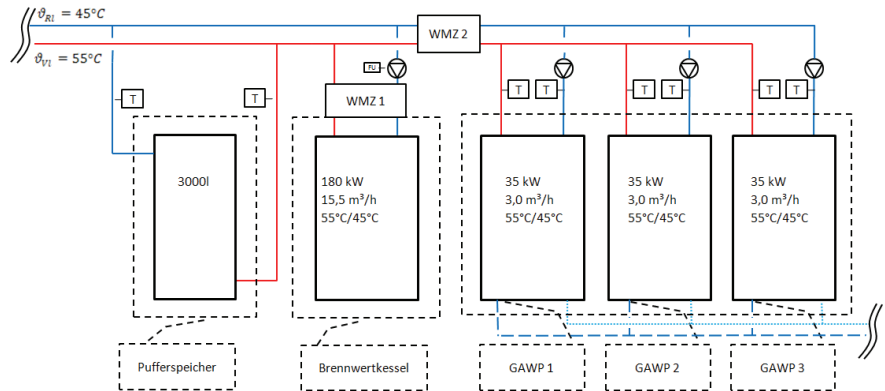
Die Gasabsorptionswärmepumpen entziehen dem Eisspeicher im Heizbetrieb Wärme, die dieser dem Bürogebäude im Sommerbetrieb zur Kühlung entzogen hat.

Da der Wirkungsgrad der Gasabsorptionswärmepumpen sehr sensibel auf Veränderung der Rücklaufemperaturen reagiert, war es sinnvoll, diese Temperaturen im Heizkreis größtmöglich zu senken.

Ermittelt wurden hierzu die minimal benötigten Vorlauftemperaturen des Heizsystems bei der entsprechenden Außentemperatur. Dabei gilt, je geringer die an den Gasabsorptionswärmepumpen anstehenden Rücklaufemperaturen, desto höher der Wirkungsgrad der Gasabsorptionswärmepumpen.

Zur Optimierung der Regelung des Heizerzeugerkreises wurden die Hysteresen und die Vorlauftemperatur der Gasabsorptionswärmepumpen und die Regelung des Brennwertkessels optimiert.

Der Brennwertkessel wurde vor der Optimierung bedarfsgerecht über installierte Wärmemengenzähler hinzu geschaltet. Nach der Optimierung wird der Brennwertkessel außenlufttemperatur- und vorlauftemperaturabhängig hinzu geschaltet.



Durch das Optimieren der Hysteresen und das Absenken der Vorlauf-temperatur des Heizsystems von 55 °C auf 50 °C war es möglich, den Jahresnutzungsgrad der Gasabsorptionswärmepumpen zu erhöhen. Ausschlaggebend ist hier der höhere Wirkungsgrad der Gasabsorptions-wärmepumpen durch das herabsenken der Vorlauftemperaturen und hinzu-kommend die Verlängerung der Laufzeiten durch die Erweiterung der Hysteresen.

Durch das neu erarbeitete Regelkonzept für den Brennwertkessel wird dieser nur bei Bedarf und vorlauftemperaturgeregelt hinzu geschaltet. Die optimierte Regelung wirkt sich positiv auf den Nutzungsgrad der heiz- und kälte-technischen Anlage aus, da sich die Laufzeiten der Gasabsorptionswärme-pumpen verlängern und die des Brennwertkessels verkürzen.

Es ist sinnvoll die Betriebszeiten des Brennwertkessels kleinstmöglich zu halten, da der Wirkungsgrad des Brennwertkessels deutlich geringer ist als der der Gasabsorptionswärmepumpen.

Durch die Diplomarbeit konnten Grundkenntnisse in den Bereichen Raumluft-technik, Kältetechnik, Heizungstechnik und Mess- Steuer- Regeltechnik ver-tieft und erweitert werden.

Dipl.-Ing. Matthias Plugge

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Dirk Scherder
Datum des Kolloquiums:	13. August 2009
Studiengang:	Ver- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	TROX GmbH



Immer häufiger werden einzelne Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung in die Fassade integriert. Das Heizen, Kühlen, Lüften usw. über die Fassade ermöglicht eine flexible Raumnutzung und erleichtert die Nutzungsänderung.

Aus technischer Sicht müssen für eine multifunktionale energieeffiziente Fassade viele Aspekte beachtet werden. Aus diesem Grund kooperieren die Unternehmen Schüco International KG und TROX GmbH bei der Entwicklung der 2°-Fassade und bringen jeweils ihre Kompetenzen ein. Dabei tritt Schüco als Systemhaus und TROX als Komponenten- und Systemhersteller im Bereich der Klima- und Lüftungstechnik auf.

Im Rahmen der Kooperation soll TROX vier verschiedene opake Wandpaneele entwickeln, die sich in ihrer Funktion unterscheiden. Diese Diplomarbeit begleitet die Konzepterstellung im Hause TROX. Durch die Integration bereits erprobter Techniken und innovativer Latentwärmespeicher soll ein erfolgreiches Produkt entstehen. Dazu werden die Latentwärmespeicher mit PCM ausgestattet und nutzen den Phasenwechsel, um mit der in der Umgebung gespeicherten Energie den Raum zu kühlen. Die Be- und Entlüftung der Gebäude bzw. Räume erfolgt durch ein dezentrales Zu- und Abluftgerät, das neu entwickelt wird, damit es im opaken Wandpaneel befestigt werden kann. Als besondere Herausforderung erweisen sich die geringe Bautiefe und die hohen technischen Anforderungen. Das Gerät soll unter anderem so leise sein, dass einem Einsatz im Schlafzimmer nichts entgegensteht. Gleichzeitig sollen im Verhältnis zu den Geräteabmessungen relativ große Volumenströme gefördert werden, um eine ausreichende Frischluft zu gewährleisten.

Abschließend werden die verschiedenen Konzepte unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten miteinander verglichen und entsprechend bewertet. Sie bilden die Basis für die weitere Entwicklung und dienen als Grundlage für die Fertigung erster Funktionsmuster.

Am Ende der Kooperation soll ein Fassadensystem in den Markt eingeführt werden, das vorrangig den Einsatz von Primärenergie auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig ein komfortables und behagliches Raumklima im gehobenen Wohnungsbau oder in modernen Bürogebäuden schafft.

Patrick Pohl B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Hans-Gerd Funke
Datum des Kolloquiums:	21. Oktober 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	EWE AG



Wie werden wir Menschen in Zukunft leben und wie können wir mit innovativen Energien das Klima schützen? Wie sieht der technische Komfort der Zukunft aus und wie lässt er sich für uns alle verwirklichen?

Diese und andere Fragen versucht das ZentrumZukunft im Emsteker Ecopark in Cloppenburg zu beantworten. Hier erforscht die EWE AG innovative Ansätze, die effiziente Energieversorgung mit modernster Informationstechnologie verbinden. Die Zukunft lässt sich im „ZentrumZukunft“ schon heute erleben. In Ausstellungen zu Heiz- und Klimatechnik, zur Stromerzeugung, zur Solarenergie und zum Wohnen mit komfortablen Kommunikationstechnologien kann man einen Blick in die Welt von Morgen werfen.

Zukunftsweisend ist auch die Klimatisierung des Gebäudes. Hierzu werden nicht nur zwei Voll- und zwei Teilklimaanlagen herangezogen, sondern auch eine Betonkernaktivierung, Bodenkonvektoren und Kühldecken. Aufgabe der Arbeit war es, neben der Effizienzsteigerung der einzelnen Anlagen, das Zusammenspiel zwischen den Klimageräten zu optimieren.

Eine der beiden Vollklimaanlagen stammt von der Firma Menerga. Diese entfeuchtet die Außenluft mit Hilfe eines Sorptionsmittels. Bei der sorptionsgestützten Klimatisierung mit wässriger Salzlösung entzieht eben jene der Außenluft Feuchtigkeit.

Das Menerga-Klimagerät verwendet als Sorptionsmittel Lithiumchlorid. LiCl besitzt eine stark-hygroscopische Wirkung und wird daher als Trocknungsmittel bezeichnet. Es nimmt die in der Luft befindliche Feuchtigkeit auf und geht mit ihr in Lösung. Ist die Lösung gesättigt, d. h. das LiCl kann kein Wasser mehr aufnehmen, muss eine Regeneration erfolgen. In der Regenerationsphase wird das Wasser unter Wärmezufuhr aus der Lithiumchloridwasserlösung desorbiert. Die Wärme wird über eine solarthermische Anlage mit Vakuum Röhrenkollektoren eingefangen.

Ein weiteres Highlight neben der Sorption ist die adiabate Verdunstungskühlung. Die Verdunstungskühlung ist ein indirektes Verfahren, bei dem ein anderer als der zu kühlende Luftstrom befeuchtet wird.

Das Kühlpotenzial wird erzeugt, indem die verlassende Raumluft großflächig mit Wasser in Verbindung gebracht wird. In der rekuperativen Wärmerückgewinnung werden dann der Zu- und der Abluftstrom aneinander vorbeigeführt und die Zuluft dementsprechend gekühlt.

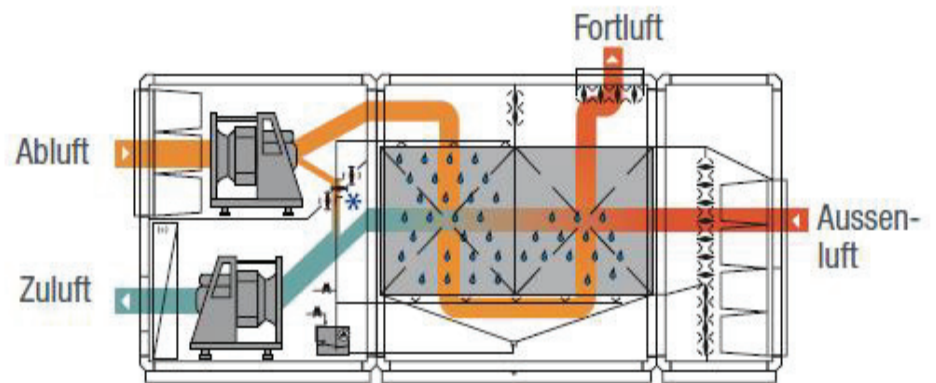


Abbildung 9: Funktionsschema adiabate Kühlung (Quelle: Menerga)

Durch die ermittelten Ergebnisse und die daraus resultierenden Optimierungen, konnte die Behaglichkeit in den Räumen und die Effizienz der Klimageräte des „ZentrumZukunft“ gesteigert werden.

Planung zur Erneuerung der Niederspannungshauptverteilung der Clemenshospital GmbH in Münster im laufenden Betrieb in den Leistungsphasen 1 bis 6

Dipl.-Ing. Stefan Probst

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Datum des Kolloquiums:	01. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	Ingenieurteam Butzek GmbH, Münster



Die Versorgung mit elektrischer Energie ist in einem Krankenhaus heutzutage nicht mehr wegzudenken. Immer mehr Geräte, die für die Patienten notwendig sind, werden elektrisch betrieben. Daher haben sich die Vorschriften für elektrische Anlagen in medizinisch genutzten Bereichen in den letzten Jahren grundlegend geändert, um die Sicherheit zu erhöhen.

Im Rahmen von Umbauarbeiten und Modernisierungsmaßnahmen wurde festgestellt, dass die vorhandene Niederspannungshauptverteilung der Clemenshospital GmbH in Münster ihre maximale Kapazität erreicht hat.

Da sich seit der Errichtung der Anlage die Vorschriften geändert haben, kann diese nicht an ihrem aktuellen Standort erweitert werden. Sie muss in zwei separaten Räumen neu errichtet werden. Zurzeit befinden sich sowohl die Verteilung für die Allgemeinversorgung, als auch die Verteilung für die Sicherheitsversorgung in einem Raum. Dieses ist nach den aktuellen gesetzlichen und normativen Vorschriften jedoch nicht mehr zulässig. Vorgesehen ist, dass beide Anlagen getrennt voneinander aufgestellt werden müssen, um beim Auftreten eines Fehlers bei einer der beiden Verteilungen, die Funktion der anderen zu gewährleisten.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die planerischen Aufgaben zum Neubau der Niederspannungshauptverteilungen für die Allgemein- und Sicherheitsversorgung, in den Leistungsphasen 1 bis 6 durchgeführt. Neben den gültigen Vorschriften mussten auch Anforderungen des Bauherrn, wie eine messtechnische Erfassung der Verbrauchswerte und Weiterleitung an die Gebäudeleittechnik aller Abgangsleitungen, berücksichtigt werden. Ebenfalls forderte die Clemenshospital GmbH, dass bei der neu zu errichtenden Niederspannungshauptverteilung eine Noteinspeisung für ein mobiles Notstromaggregat mit einer elektrischen Leistung von 630 kVA, geschaffen werden soll.

Nach der Durchführung der nötigen Planungsschritte und Erstellung der benötigten Zeichnungen wurde abschließend ein Leistungsverzeichnis erstellt. In diesem wurden neben den benötigten Materialien auch alle Materialien, als Eventualposition aufgeführt, welche man eventuell während der Baumaßnahme benötigen könnte. Dieses soll einer Explosion der Kosten bei unvorhergesehenen Ereignissen entgegenwirken.

Mathias Punsmann M.Eng.

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Rudolf Stanka, Infracor GmbH

Datum des Kolloquiums: 12. April 2010

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Vertiefungsrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: Infracor GmbH, Marl



Die Infracor GmbH ist als industrielles Ver- und Entsorgungsunternehmen im Chemiepark in Marl tätig. Unter anderem wird hier auch ein Leitungsnetz zur Versorgung der Kunden mit Wasserdampf in verschiedenen Druckstufen betrieben. Die dezentral eingespeisten sowie die entnommenen Mengen werden dabei im Viertelstundenraster sowie im Minutenraster erfasst. In den letzten Jahren wurden höhere Differenzen zwischen den ein- und ausgespeisten Mengen festgestellt, welche verschiedene Ursachen haben können. Die Arbeit beschäftigt sich dabei ausschließlich mit den Wärmeverlusten, wobei das Ziel darin bestand, Teilstücke des ca. 30 km langen 20-bar-Netzes zu identifizieren, und hierfür wirtschaftliche Maßnahmen zur Minderung der Wärmeverluste festzulegen.

Ausgehend von der einschlägigen Literatur entnehmbaren Möglichkeiten zur Bestimmung der Eigenschaften von Rohrdämmungen wurden insbesondere die Berechnungsverfahren der VDI 2055 verwendet, um ein vereinfachtes mathematisches Modell zur Bestimmung der Wärmeverluste insbesondere auch von Rohrleitungshalterungen zu entwickeln. Weiterhin konnte das im Weiteren verwendete Simulationsprogramm mit Hilfe dieser Berechnungsverfahren überprüft und weiterentwickelt werden. Als Hilfsmittel für die rechnerische Ermittlung der Wärmeverluste wurde ein bestehendes Dampfnetzsimulationsprogramm (STANET[®] vom Ingenieurbüro Fischer-Uhrig) verwendet. Hierin sind alle Leitungen mit Längen und Durchmessern sowie die Einspeisewerke und Abnehmer hinterlegt. Die minutlich erfassten, und mit Druck- und Temperatur korrigierten Durchflüsse, aber auch die Druck- und Temperaturmessungen selbst wurden in das Simulationsprogramm übergeben, so dass die nötigen Simulationen durchgeführt werden konnten.

Die grundlegende Idee bestand darin, die im Programm hinterlegbaren Wärmedurchgangszahlen so anzupassen, dass die an den Abnahmestellen berechneten Temperaturen mit den örtlich gemessenen Temperaturen übereinstimmen. Da nur bei überhitztem Wasserdampf auf Grund der Wärmeverluste ein Temperaturgefälle entsteht, war diese Art der Durchführung für Leitungen, welche unter Sattedampfniveau betrieben werden, nicht möglich, diese wurden daher auch nicht weiter betrachtet. Im Laufe der ersten manuellen Anpassungen wurde Fehler innerhalb des Simulationsprogramms, bei der Messwerterfassung und -verarbeitung sowie bei der Übergabe der Werte an das Simulationsprogramm festgestellt, welche größtenteils behoben werden konnten. Dennoch war die kontinuierliche manuelle Anpassung der Wärmedurchgangszahlen für die vorliegende Leitungslänge mit der starken

Vermaschung nicht durchführbar. Somit wurde ein zusätzliches Tool in Access und Excel erstellt, welches einen betrachteten Netzzustand mit allen Leitungen und allen Wegen des Dampfes nachbildet. Mit Hilfe der der VDI 2055 entnommenen Berechnungsmöglichkeiten in Kombination mit dem frei erhältlichen Tool X-Steam, welches im Excel Funktionen zur Bestimmung der Eigenschaften von Wasserdampf nach dem IAPWS IF97 Standard bietet, sowie selber programmierten Prozeduren in VBA konnten automatisiert die Wärmedurchgangszahlen iterativ angepasst, und somit die Wärmeverluste für einen Netzzustand rechnerisch bestimmt werden.

Durch die Anwendung auf verschiedene Netzzustände und anschließender Mittelung der berechneten Wärmeverluste wurden aus den Leitungstücken mit den höchsten Wärmeverlusten einige vor Ort mit einer Wärmebildkamera betrachtet. Die örtlichen Betrachtungen bestätigten die theoretisch gewonnenen Ergebnisse. So wurde insbesondere eine neu gedämmte Leitung rechnerisch als Leitung mit hohen Wärmeverlusten ermittelt. Hier zeigte die Besichtigung der Leitung, dass auf Grund von Arbeiten in der Rohrbrücke die Dämmung über einige Meter komplett entfernt worden war, was auch die hohen Wärmeverluste erklärte. Auch bei anderen Leitungen konnten bereits rein visuell oft Mängel am Blechmantel oder sogar teilweise fehlende Dämmung festgestellt werden.

Für alle Leitungen wurden nach den Vorgaben des Evonik-Konzerns, zu dem die Infracor GmbH gehört, mit Hilfe der berechneten Wärmeverluste Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für potenziell durchführbare Maßnahmen zur Minderung der Wärmeverluste durchgeführt. Die Kosten wurden auf Basis der Erfahrungen des Rohrnetzbetriebes der Infracor ermittelt, die einsparbaren Wärmeverluste wurden mit den Erzeugungskosten einer Gasturbine bewertet. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurden dabei primär unter dem Gesichtspunkt durchgeführt, dass die Maßnahme als reine Optimierung durchgeführt wird, und um verschiedene Varianten ergänzt.

Als Ergebnis ergab sich unter dem Gesichtspunkt der reinen Optimierung nur ein kleiner Anteil an Leitungen, bei denen eine wirtschaftlich sinnvolle Maßnahme durchführbar wäre, bei denen sich aber die Wärmeverluste und somit auch freigesetztes CO₂ rechnerisch um zwei Drittel reduzieren ließe. Neben der wirtschaftlichen Ermittlung von Maßnahmen konnten bei den Berechnungen der Netzzustände verschieden weitere Erkenntnisse über den Zustand des Dampfnetzes gewonnen werden. So scheinen z. B. insbesondere Leitungen mit großen Querschnitten und verhältnismäßig hohen Temperaturen vergleichsweise schlechter gedämmt zu sein.

Weiterhin ist das Leitungsnetz historisch bedingt zu wirtschaftlich guten Zeiten immer weiter ausgebaut worden, durch Prozessumstellungen bei den Kunden oder Rückbau der chemischen Anlagen scheint das Netz aktuell jedoch überdimensioniert zu sein, so dass sich auch hier Einsparpotenziale erkennen lassen. Insbesondere die theoretische Berechnung der Wärmeverluste über Rohrhalterungen zeigt ebenfalls Potenzial für Einsparungen bei der Verwendung eines anderen Materials auf. Da die Berechnung ausschließlich in den Wintermonaten durchgeführt werden konnten, sich die Netzzustände aber auch abhängig von den Außentemperaturen ändern, müssten die entwickelten Berechnungen jedoch weitergeführt werden, da nur auf lange Sicht eine exakte Aussage über die Wärmeverluste getroffen werden kann.

Development of a tailor made Computer Program to carry out Stress Calculations based on ASME RTP-1-2007

Dipl.-Ing. Philipp Raichle

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums:

23. März 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Ver- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Die Diplomarbeit, mit dem oben genannten Thema, beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Berechnungsprogramms für glasfaserverstärkte Kunststoff (GFK) - Behälter nach der amerikanischen Standard Reinforcement Thermoset Plastics (RTP) -1-2007. Herausgeber dieses Standards ist die American Society of Mechanical Engineers (ASME) und wird von vielen global agierenden Firmen als Berechnungsstandard vorausgesetzt.

GFK - Behälter werden für verschiedenste Anwendungen wie z. B. als Druckbehälter, Wäscher oder Reaktoren genutzt. Um sicher zu stellen, dass die Behälter den Arbeitsbedingungen stand halten, ist eine Vielzahl von Berechnungen nötig. Ein großer Teil der Diplomarbeit beschreibt die Berechnung von GFK - Behältern nach dem ASME Standard RTP-1-2007.

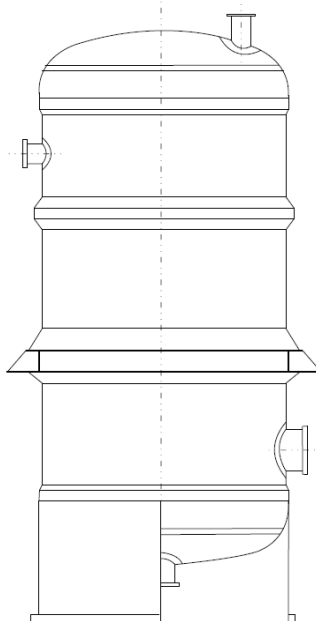


Abbildung 10: GFK Behälter, Korbbogenboden-Kopf, Korbbogenboden

In der Regel bestehen GFK Behälter aus einem Kopf, einem zylindrischen Teil und einem Boden. Die Form der Köpfe und Böden kann dabei stark variieren und muss für jede Anforderung ausgewählt werden. In der Praxis

sind oft verwendete Typen von Köpfen/Böden, der Korbbogenboden, der Klöpperboden, der flache Boden und der konische Kopf. Für jeden dieser Typen von Kopf/Boden und für den zylindrischen Teil wird die Berechnung und Überprüfung der Mindestwanddicken anhand eines Beispiels in der Diplomarbeit beschreiben.

Die Hauptteile werden in getrennten Arbeitsschritten gefertigt und im Anschluss miteinander verbunden. Diese Verbindungen werden mit Überlaminaten hergestellt, welche nach RTP-1-2007 berechnet werden müssen, um eine sichere Verbindung zu gewährleisten. Die Berechnung der Dimensionen der Überlamine ist für jeden Typ von Kopf/Boden verschieden und wird für jeden Typ einzeln beschrieben.

Um einen Behälter in einen Prozess einbinden zu können, müssen Anschlussstutzen am Behälter vorhanden sein. Die Anschlussstutzen werden nach der Verbindung der drei Hauptteile angebracht und erfordern einen Ausschnitt in der Behälterwand. Dieser Ausschnitt verursacht eine Abnahme der Festigkeit der Behälterwand in dem Bereich um den Ausschnitt herum. Um zu gewährleisten, dass der Behälter weiterhin den Beanspruchungen stand hält, muss dieser Bereich durch ein Überlaminat verstärkt werden. Auch für diese Überlamine schreiben die RTP-1-2007 Standards eine Berechnung vor, welche im Anschluss an die Berechnung der Hauptbehälterteile beschrieben wird.

In Fällen, dass Anschlüsse unterhalb des Behälters erreicht werden müssen oder es dem Behälter nicht möglich ist, selbstständig zu stehen, muss eine Standzarge oder ein Supportring den GFK - Behälter in Position halten. Die RTP-1-2007 Standards schreiben in diesen Fällen eine Berechnung der Belastbarkeit der Standzarge oder des Supportrings vor, welche in der Diplomarbeit anhand von Beispielen beschrieben wird.

Neben der Ausarbeitung der Berechnung von GFK - Behältern nach RTP-1-2007, sollte die Berechnung durch die Entwicklung eines Computerprogrammes zu großen Teilen automatisiert werden. Die Anforderung an das Computerprogramm war, dass es auch für jemanden, der nicht mir der Berechnung von GFK-Behältern vertraut ist, eine übersichtliche Berechnung aller oben genannten Behälterteile durchführen kann. Das Berechnungsprogramm wurde Mittels Visual Basic Application (VBA), was in Excel integriert ist, geschrieben. Um es zu gewährleisten, dass es jedem möglich ist, das Programm zu bedienen, wurde eine ausführliche Bedienungsanleitung geschrieben und dem theoretischen Teil der Diplomarbeit angefügt.

Das Programm wird bei einer Herstellerfirma in Malaysia eingesetzt.

Dipl.-Ing. Jens Risse

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.

Datum des Kolloquiums: 12. Oktober 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik



Eine der drängenden Fragen dieses Jahrhunderts ist die Einsparung von Energie – im Hinblick auf die Schonung unserer Ressourcen, den Schutz des Klimas und nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen, die jeden Einzelnen von uns betreffen.

In der Europäischen Union entfallen etwa 40% des Energieverbrauchs (Heizöl, Erdgas und Strom) auf die Beheizung, Warmwasserbereitung und elektrische Versorgung von Gebäuden.

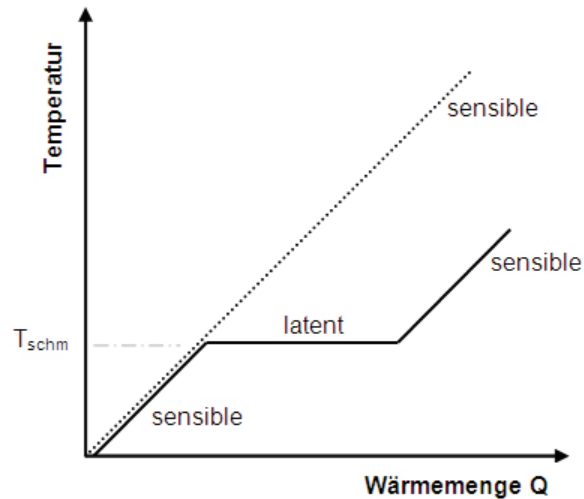
Um die eingesetzte Energie zu senken ist die Gebäudetechnik in den letzten Jahren darum bemüht, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Techniken zur Energieeinsparung zu verwenden und zu entwickeln.

Die verwendeten Techniken sind beispielsweise die Errichtung von Solar- und Photovoltaiksystemen, um die natürlichen Ressourcen, die uns jeden Tag zur Verfügung stehen, zu nutzen. Mit diesen Systemen werden Warmwasser und Strom erzeugt.

Ein weiterer Teil dieser Gebäudetechnik ist die Klimatechnik. In diesem Bereich wurden in den letzten Jahren viele Verbesserungen erzielt. Durch den Einsatz von Kälte- und Wärmerückgewinnungssystemen, aber auch durch die Verbesserung des Wärmeschutzes in Gebäuden werden beachtliche Einsparungen erreicht. Um die natürlichen Energiequellen nutzen zu können, ist es wichtig, die vorhandene Energie speichern zu können.

Hierzu werden Latentspeichersysteme mit Hilfe von „Phase Change Material“ (PCM) verwendet. Mit diesem PCM ist es möglich die „latente“ Wärme (verborgene Wärme) zu nutzen. Sie bezeichnet die Schmelz- oder Kristallisationswärme eines Stoffes im Phasenwechsel von z. B. fest nach flüssig oder flüssig nach fest.

Die „latente“ Wärme erfährt aber nicht wie die „sensible“ (fühlbare Wärme) eine Temperaturänderung bei Zuführung von Energie (in Form von Wärme), sondern hält die Temperatur während des Phasenwechsels auf einem Temperaturniveau und nutzt die zur Verfügung stehende Energie für den Phasenwechsel.



Ziel der Diplomarbeit war, ein Latentspeichersystem für eine zentrale Klimaanlage im Neubau des Land- und Amtsgerichts Düsseldorf, im Hinblick auf die konstruktive Ausführung des PCM, zu entwickeln. Hierzu sind zwei Plattentypen von unterschiedlichen Herstellern untersucht und in der Klimaversuchsstrecke der Fachhochschule Münster auf ihre Einsetzbarkeit geprüft worden. Die Ergebnisse sollten Aufschluss über die eingespeicherte Wärmemenge, aber auch über die benötigte Zeit zum Beladen (schmelzen) und Entladen (gefrieren) der PCM-Platten geben.



In der Abbildung ist eine Reihe mit 96 PCM-Platten zu sehen. Das Schmelzverhalten wird an Hand der Temperaturwerte, die von den Temperatursensoren gemessen werden, aufgezeigt. Die Ergebnisse ermöglichen die Berechnung der Gesamtwärmemenge des Latentspeichers.

Thermodynamische Simulation eines Steinkohlekraftwerks mit Dampfturbine im Kondensationsbetrieb

Dipl.-Ing. Daniel Rose

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Heiner Gnodtke

Datum des Kolloquiums:

04. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Das Ziel der Diplomarbeit war die Simulation eines typischen Steinkohlekraftwerks mit Dampfturbine im Kondensationsbetrieb. Die Simulation beinhaltet alle wesentlichen Elemente, die notwendig sind um einen Dampfturbinen-Kreisprozess im Kondensationsbetrieb zu realisieren.

Dazu gehören folgende Komponenten: Kessel bzw. Brennstoffmenge, Dampfturbine, Generator, Anzapfungen für die Speisewasservorwärmung, Kondensator, Speisewasserpumpe und der elektrische Wirkungsgrad. Die Berechnung wurde vollständig in Excel durchgeführt.

Die Excel Berechnung enthält acht Tabellenblätter. Die ersten sieben Tabellenblätter beinhalten alle aufgeführten Komponenten. In dem letzten Tabellenblatt sind alle Prozessdaten aufgeführt, die für die Berechnung relevant sind. Es besteht eine Verknüpfung zwischen den Dampfparametern und der Berechnung. Um einen anderen Betriebszustand zu simulieren, müssen die Dampfparameter im Tabellenblatt „Prozessdatenblatt“ verändert werden. Dabei handelt es sich um Drücke und Temperaturen. Nach der Änderung der Betriebsdaten stellen sich auch in dem jeweiligen Berechnungsabschnitt neue Betriebszustände ein.

Dipl.-Ing. Sven Rose M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums: 15. Mai 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Wärmepumpen ermöglichen durch die Nutzung von Umweltwärme eine Senkung des fossilen Primärenergieverbrauchs und tragen somit zur Senkung der CO_2 -Emissionen bei. Der Auswahl der Wärmequelle kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. Das Verhältnis der zur Verfügung gestellten Heizwärmeleistung zur benötigten Antriebsenergie hängt entscheidend von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ab. Die Qualität der Wärmequelle bestimmt somit sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch das Maß der Umweltentlastung.

In diesem Zusammenhang ist die Verwendung von Wärmeabsorbern, z. B. in Form von Energiezäunen oder Energietürmen, die in Kombination mit dem Erdreich als Wärmequelle für Wärmepumpen dienen schon länger bekannt. Allerdings fehlt es an geeigneten Auslegungsverfahren derartig kombinierter Anlagen, wodurch bei Errichtung dieser Anlagen unnötig hohe Investitionen getätigt werden. Auch die VDI-Richtlinie 4640 (Thermische Nutzung des Untergrundes) beinhaltet hinsichtlich der Dimensionierung derartig kombinierter Wärmequellen keine Vorgaben. Die hohen Investitionen verhindern den Einsatz derartig kombinierter Wärmequellen aus ökonomischer Sicht.

Im Gegensatz dazu stehen die Vorteile derartig kombinierter Wärmequellen. Da mit Wärmeabsorbern höhere Temperaturen auf der Verdampferseite erzielt werden können als bei reinen Erdreichwärmetauschern, lässt sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage verbessern, welches wiederum zur Energie- und Kosteneinsparung beiträgt. Kleiner dimensionierte Erdreichwärmetauscher lassen sich bei gegebenen Örtlichkeiten besser realisieren, wenn die vorhandenen Bodenflächen nicht ausreichend sind oder Anlagen nachgerüstet werden sollen.

Zunächst werden in der vorliegenden Arbeit die möglichen Wärmequellen mit ihren Vor- und Nachteilen dargestellt. Im Laufe der Ausarbeitung zeigte sich, dass mit horizontalen Erdkollektoren, linienförmigen und zylindrischen Sonden prinzipiell drei Kombinationen möglich sind. Geprüft wird, ob eine Senkung der nötigen Investitionskosten erwartet werden kann. Für lineare Erdwärmesonden wird außerdem geprüft, ob mit einer Verbesserung der Jahresarbeitszahl zu rechnen ist. Anhand der Betrachtungen für die Standorte *Potsdam* und *Essen* wird die Abhängigkeit von geeigneten klimatischen Bedingungen deutlich. Mit Hilfe exemplarischer Berechnungen zeigt sich weiterhin, dass nur die Kombination mit horizontalen Erdkollektoren mit zwei über-

einander liegenden Rohrregistern die gewünschten Verbesserungen erwarten lässt, da hier der bauliche Aufwand nennenswert reduziert werden kann. Die für den Kollektor benötigte Fläche konnte im Beispiel um 35 % verkleinert werden. Hinsichtlich der Kosten für die Erstellung der Wärmequelle wurde für das Beispiel eine Reduktion von ca. 12 % ermittelt. Es wird aber davon ausgegangen, dass sich durch weitere Untersuchungen die Dimensionierung der Anlagenteile optimieren und somit die Prozentsätze weiter erhöhen lassen, da hier aufgrund der vereinfachten Betrachtungsweise Annahmen auf der „sicheren Seite“ getroffen wurden.

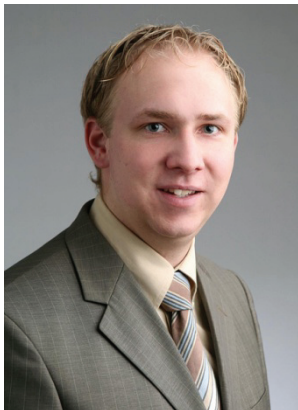


Zur weiteren Verbesserung der Dimensionierung wird vorgeschlagen zunächst an einem Projekt weitere, Erfahrungen zu sammeln und den in dieser Arbeit vorgeschlagenen Berechnungsmodus zu überprüfen.

Insgesamt wird in der hier vorgestellten Kombination die Möglichkeit gesehen, in Abhängigkeit von lokalen Gegebenheiten für den Einsatz einer Wärmepumpe eine Optimierung der Wärmequelle zu ermöglichen und Kostenvorteile zu schaffen.

Dipl.-Ing. Tobias Rotert

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	31. März 2010
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

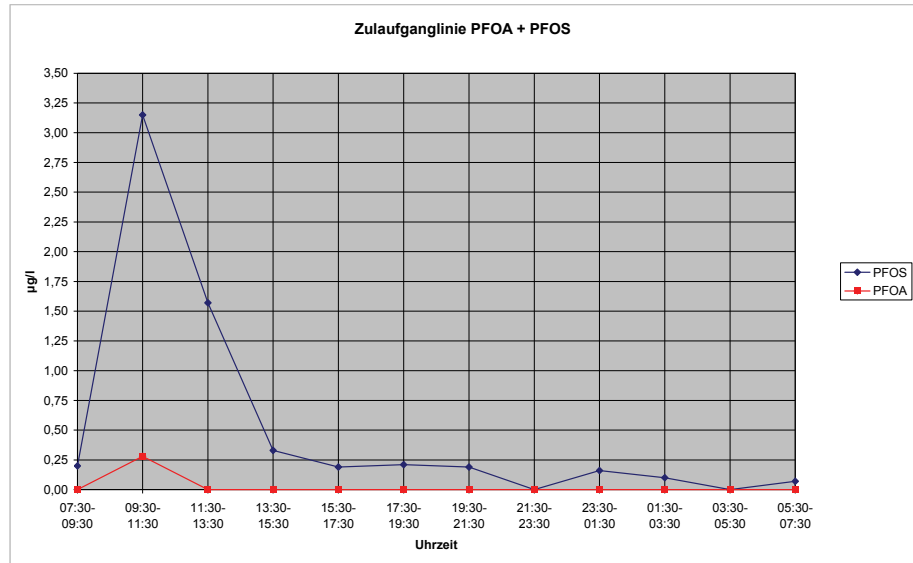


In dieser Arbeit ging es darum, die Umweltverträglichkeit der verschiedenen Schaummittel der Feuerwehr Münster zu überprüfen. Zusätzlich sollte untersucht werden, ob es Alternativprodukte zu den bisher verwendeten Produkten gibt. Die Schaummittel werden zum Erzeugen von Löschschaum benötigt, welcher immer mehr Anwendung beim Löschen von Bränden findet. Das Schaummittelkonzentrat wird im Einsatzfall durch Zugabe von Wasser und Luft verschäumt. Insgesamt verteilen sich rund 15m³ Schaummittel auf die verschiedenen Fahrzeuge und ein Reservelager der Feuerwehr Münster.

Dieses Thema entstand dadurch, dass eines der Schaummittel Substanzen enthält, welche persistent sind und ein hohes Bioakkumulationspotenzial aufweisen. Dies bedeutet, dass sie in der Umwelt nur schwer abbaubar sind (Aufenthaltszeit bis zu 2000 Jahre) und zu dem noch die Fähigkeit besitzen, sich im Organismus von Lebewesen anzureichern. Die genannten Substanzen sind poly- und perfluorierte Chemikalien (PFC). In den Schaummitteln handelt es sich dabei ausschließlich um fluorierte Tenside. Diese sind äußerst stabil, so dass sie auch hohen Temperaturen standhalten. „Fluoriert“ bedeutet, dass einige oder alle Wasserstoffatome der C-H-Bindungen durch Fluoratome ersetzt worden sind. Ein besonderes Gefährdungspotenzial stellt hierbei die Verbindung Perfluoroctansulfonsäure, kurz PFOS, dar. Diese Verbindung wirkt bei entsprechender Konzentration im Organismus krebs-erregend und fortpflanzungsgefährdend. Eine als weniger gefährlich eingestufte Verbindung ist die Perfluoroctansäure (PFOA), obwohl sie auch dauerhaft als „umweltschädlich“ gilt.

Daher galt es zunächst den Nachweis zu erbringen, dass es Verunreinigungen der Umwelt durch diese Schaummittel im Stadtgebiet Münster gegeben hatte. Dazu wurden alte Einsatzstellen ausgesucht, an denen Bodenproben genommen wurden. Diese wurden dann von einem externen Labor auf die entsprechenden Verbindungen hin untersucht. Obwohl es sich bei PFOS um eine eigentlich extrem wasserlösliche Verbindung handelt, die an so gut wie nichts haften bleibt, konnten in einigen Böden noch Rückstände nachgewiesen werden.

Neben den Bodenproben war es noch möglich, die Verbindung nach einem Großbrand im Zufluss der Kläranlage zu analysieren. Der Betriebsleiter der Kläranlage hatte am Tag des Brandes zwölf 2-Stunden-Mischproben aus dem Zulauf entnehmen lassen. Durch die Analyse der Proben konnte eine Zulaufganglinie erstellt werden, anhand der sich eindeutig eine Belastung durch das abfließende Löschwasser feststellen ließ.



Neben den eigenen Daten lieferte die Umweltbehörde Düsseldorf noch zusätzliche Ergebnisse, da die Behörde bereits umfangreichere Beprobungen in Düsseldorf sowohl von Böden als auch von Grundwassern durchgeführt hatte.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurde klar, dass nach Alternativen für dieses Schaummittel gesucht werden musste.

Durch die Bewertung und den Vergleich der verschiedenen Sicherheitsdatenblätter der Produkte war es möglich, eine Alternative zu finden. Maßgeblich für die Bewertung war die durch ein Labor geprüfte Toxizität des Schaummittels. Geprüft wurde dabei die Fisch-, Algen- und Daphnientoxizität.

Durch diese Arbeit war es der Feuerwehr Münster möglich ihr Schaummittelkonzept zu ändern. Dabei wurde die Zahl von drei Schaummitteln auf ein Einziges reduziert, was die Arbeit des Einsatzleiters erheblich erleichtert und eine nachträgliche Umweltverschmutzung durch den Einsatz des falschen Schaummittels verhindert. Zudem erfüllt dieses Schaummittel auch die Anforderungen des Umweltschutzes.



Bild: Brandbekämpfung mit Schaumrohr (rechts)

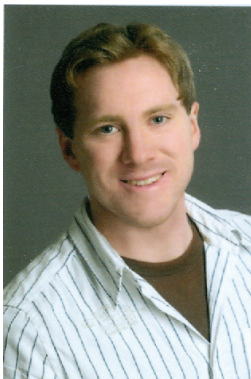
Mathias Rottmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Hans Tovar

Datum des Kolloquiums: 21. Januar 2010

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

In Kooperation mit: Stadtentwässerung Belm; Ingenieurbüro Hans Tovar & Partner



Die Gemeinde Belm betreibt eine Kläranlage zur Reinigung der im Gemeindegebiet anfallenden häuslichen und gewerblichen Abwässer. Diese wurde in den sechziger Jahren erstellt und wird mechanisch-biologisch betrieben. Die folgenden Bauwerke waren bei der Anfertigung der Bachelorarbeit vorhanden:

- Einlaufpumpwerk
- Rechen mit Rechengutpresse
- Rundsandfang mit Sandklassierer
- Schlammwässerungsanlage
- zwei Vorklärbecken
- zwei Essener Becken
- Belebungsbecken
- Zwischenpumpwerk
- Nachklärbecken
- Schlammeindicker
- Schlamm Speicher

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, auf Grund anstehender Erneuerungs- und Modernisierungsarbeiten dieser Kläranlage ein Konzept für eine verbesserte Betriebsweise der Anlage zu erstellen und Möglichkeiten zu verfahrenstechnischen Optimierungen aufzuzeigen. Dazu wurden die bestehenden Verhältnisse beschrieben, Berechnungen zur Auslegung, Planung und Überprüfung der Kläranlage bzw. der einzelnen Anlagenteile durchgeführt und im Anschluss Verfahrensalternativen beschrieben.

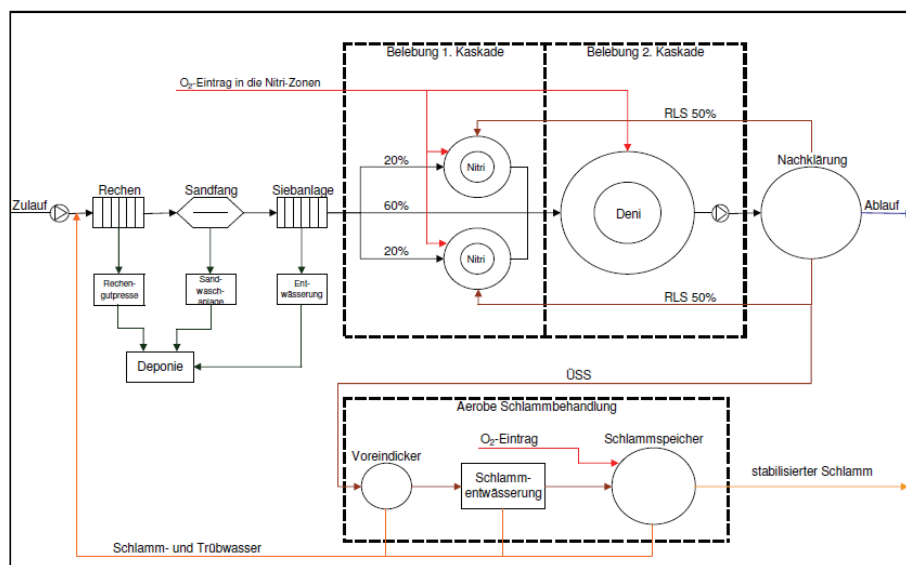
Anhand der Ablaufwerte war zu erkennen, dass das zurzeit betriebene Reinigungsverfahren für die Anforderungen an die Wasserqualität ausreichte. Jedoch zeigten die Berechnungen zur Planung und Auslegung der Kläranlage, dass sich bei einigen Anlagenteilen Sanierungsmaßnahmen bzw. verfahrenstechnische Veränderungen durchaus vorteilhaft auf den Betrieb der Kläranlage auswirken würden. So ergab sich z. B. ein zu geringes Volumen der Vorklärbecken, die außerdem auch Sicherheitsmängel aufweisen. Ein weiteres Problem war das betriebene Belebungsverfahren. Hier erfolgte eine vorgeschaltete Denitrifikation, jedoch ohne eine interne Rezirkulation. Dies hatte zur Folge, dass sich Blähschlamm im Nachklärbecken bildete. Dazu kam, dass nur eines von zwei Essener Becken in Betrieb war, so dass nicht alle verfügbaren Kapazitäten ausgenutzt wurden.

Ebenfalls wurden in dieser Arbeit Möglichkeiten einer internen Schlammbehandlung aufgezeigt, da der Schlamm auf der Kläranlage lediglich zwischengelagert wurde, um ihn schließlich zu einer benachbarten Kläranlage zur Faulung zu transportieren. Auf Grund des vorhandenen Schlammalters und des großen Belebungsvolumens, verbunden mit einem hohen Schlammalter, gab es durchaus Möglichkeiten für eine interne Schlammbehandlung. Man hat z. B. die Möglichkeit, den anfallenden Rohschlamm getrennt aerob im Schlammalterspeicher zu stabilisieren. Um beide Essener Becken sinnvoll zusammen mit dem dritten Belebungsbecken in das Belebungsverfahren zu integrieren, gab es mehrere Alternativen. Hier wären z. B. die intermittierende Denitrifikation oder auch die Kaskadendenitrifikation zu nennen. So galt es, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Alternativen aufzuzeigen, um diese dann im Anschluss miteinander zu vergleichen und die unterschiedlichen Verfahrensvarianten letztendlich zu bewerten.

Um das Problem des zu geringen Volumens der Vorklärung zu lösen gab es die Möglichkeit, die Vorklärbecken komplett außer Betrieb zu nehmen. Dabei war darauf zu achten, dass bei einer mechanischen Abwasserreinigung ohne Vorklärbecken die zu entfernenden Grobstoffe bereits in der Rechenanlage und im Sandfang vom Abwasser getrennt werden müssen. Die Installation einer zusätzlichen Siebanlage vor der Belebung würde hier eine effektivere Abscheideleistung erzielen, so dass auch ohne Vorklärung eine ausreichende mechanische Reinigung stattfinden kann.

Die hier aufgeführten Alternativen zu der ursprünglichen Abwasserreinigung sind jedoch nur eine kleine Auswahl aller Möglichkeiten für verfahrenstechnische Veränderungen. Des Weiteren lässt sich im Vorfeld nicht genau sagen, welches Reinigungsverfahren am effektivsten, bzw. welche Verfahrenskombination am sinnvollsten ist. Dies lässt sich lediglich auf Grund der anfallenden Menge, der Herkunft und der Zusammensetzung des Abwassers errahnen. Eine Patentlösung für das optimale Reinigungsverfahren gibt es demnach nicht.

In der folgenden Abbildung ist ein möglicher Verlauf einer vollständigen Abwasserreinigung auf der Kläranlage Belm dargestellt.



Dipl.-Ing. Fabian Ruppert M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums:

16. Dezember 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

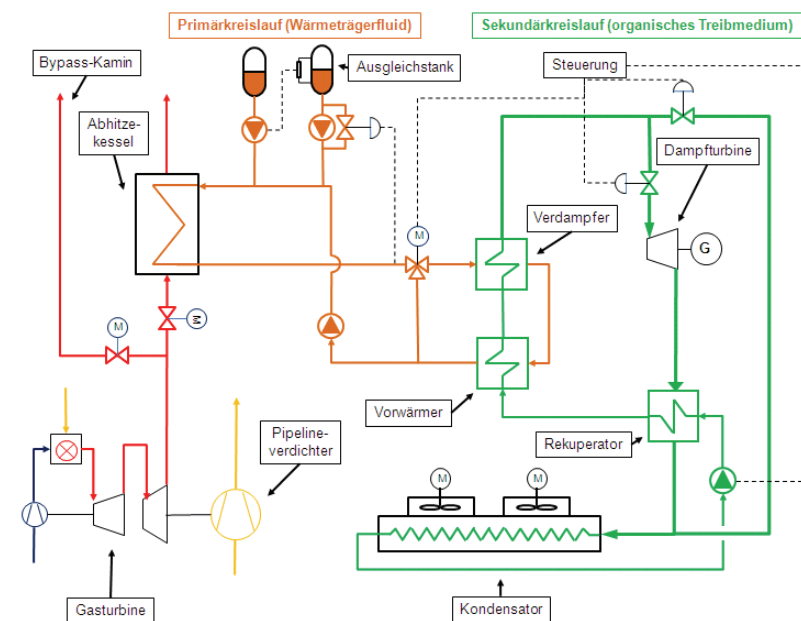
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Gasversorgungswirtschaft



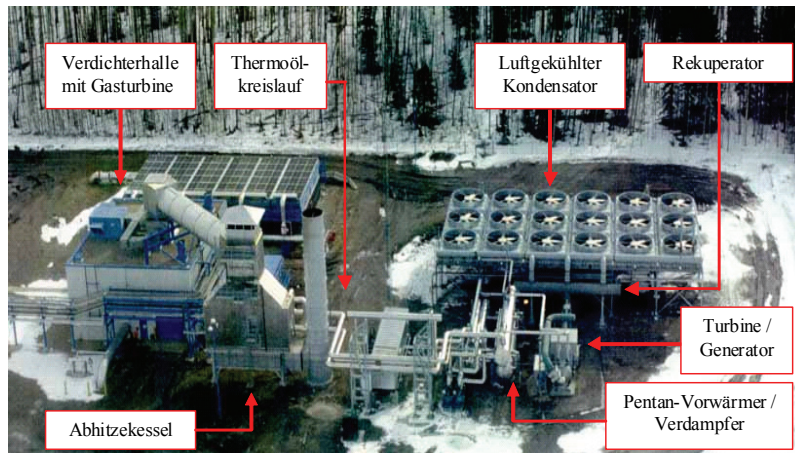
Im Ferngastransport werden in Abständen von ca. 100 km Verdichterstationen betrieben, um die Druckverluste während des Transportes auszugleichen. Als Antrieb der Verdichter werden dabei in den meisten Fällen Gasturbinen eingesetzt, die als einfacher Gasturbinenprozess ausgeführt sind.

Eine Nutzung der im Gasturbinenabgas enthaltenen Enthalpie findet nur an wenigen Stellen mit Dampfprozessen statt. Sowohl die meist abgeschiedene Lage der Verdichterstationen als auch der gastransportbedingt häufige Teillastbetrieb der Verdichter-Gasturbinen macht Wasserdampfprozesse technisch schwer realisierbar sowie deren Prozessführung schwierig und ein wirtschaftlicher Betrieb ist meist nicht möglich.

Eine Alternative bietet der in der Geothermie häufig angewandte Organic-Rankine-Cycle, ein mit organischen Treibmedien, wie z. B. Pentan, betriebenen Dampfkreislauf. Durch die eingesetzten Treibmedien findet der Dampfprozess bei niedrigeren Temperaturen und Drücken als bei Einsatz von Speisewasser statt. Weitere Charakteristika sind die guten Teillasteigenschaften, der einfache, kostengünstigere Aufbau der Kraftwerkskomponenten und die weitgehend mannlose Prozessführung. Der typische Aufbau eines ORC-Abwärmekraftwerkes für Verdichter-Gasturbinen kann der folgenden Abbildung entnommen werden.



In den letzten Jahren sind in Kanada und den USA ca. 25 dieser Abwärmekraftwerke auf Verdichterstationen errichtet worden. Diverse begleitende Untersuchungen haben ergeben, dass solche Anlagen wirtschaftlich zu betreiben sind, wenn die vorgeschaltete Verdichter-Gasturbine über eine ISO-Kupplungsleistung von mindestens 11,2 MW verfügt und mehr als 5.250 Stunden im Jahr betrieben wird. Die Mehrheit der in Betrieb befindlichen ORC-Abwärmekraftwerke dieser Art wandelt die Abwärme von Verdichter-Gasturbinen der 25 MW-Klasse der Hersteller Rolls-Royce (Coberra 6562) oder General Electric (PGT25) um.



ORC-Abwärmekraftwerk der Gold Creek Compressor Station, Kanada

Eine weitere, in Deutschland mehrfach eingesetzte Verdichter-Gasturbine dieser Leistungsklasse ist die FT8-55 von Pratt & Whitney / MAN Turbo. Anhand einer existierenden Beispielanlage wurde überprüft, ob auch dieser Gasturbinentyp für die nachträgliche Integration eines ORC-Abwärmekraftwerkes technisch und wirtschaftlich in Frage kommt. Unter Berücksichtigung der tatsächlich auftretenden Lastsituationen der Gasturbine, die bei ganzjährigem Betrieb häufig im Teillastbetrieb operiert, wurde ein nachgeschaltetes ORC-Kraftwerk simuliert und die mögliche jährliche Nettostromproduktion berechnet. Bei Nennlast der vorgeschalteten Gasturbine ergibt sich rechnerisch eine elektrische Bruttoleistung an den Generatorklemmen von 5,6 MW, im Teillastbetrieb deutlich weniger. Die erzeugte Jahresleistung läge bei ca. 27 GWh. Weiterhin wurde auf Basis der Simulationsergebnisse die Wirtschaftlichkeit in einer Barwertrechnung mit einem positiven Ergebnis überprüft.

Neben der reinen Wirtschaftlichkeit ist die Frage der technischen Durchführbarkeit einer nachträglichen Integration eines ORC-Abwärmekraftwerkes in die bestehende Infrastruktur einer Erdgasverdichterstation untersucht worden. Neben einem ausreichend großen Aufstellungsorte für die Kraftwerkstechnik muss auch die notwendige Anpassung und Führung des Abgasweges der Gasturbine berücksichtigt werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Abwärmenutzung von Verdichter-Gasturbinen der 25 MW-Klasse mittels ORC-Abwärmekraftwerken, unter Berücksichtigung der örtlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen des Ferngastransportes in Deutschland, eine technisch ausgereifte, konkurrenzfähige Möglichkeit der Effizienzsteigerung der Gasturbinenprozesse darstellt.

Dipl.-Ing. Timo Sandmann

Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

22. Januar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Diese Arbeit befasst sich mit der Planung, Bau und Betrieb einer Gärversuchsanlage im Labormaßstab, zur Bestimmung des Biogaspotenziales von Substraten, um durch Veränderungen der Substratzusammensetzung oder Veränderung von Verweilzeiten eine optimale Ausnutzung der eingesetzten Substrate, die für den Biogasprozess angebaut oder eingesetzt werden, zu erreichen. Eine Optimierung des Biogasprozesses ist immer wieder ein Ansatz der Biogasbetreiber, um die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen zu steigern. Ebenso könnte die Gärversuchsanlage eine Aussage zu einem Restgaspotenzial von Gärresten oder anderen Substraten, wie zum Beispiel Flotatfetten oder ähnlichen Reststoffen aus der Industrie und der kommunalen Entsorgung treffen. Als Grundlage zur Auslegung und Auswertung der Versuche wurde die VDI 4630 (Vergärung organischer Stoffe) gewählt. Die Versuchsanlage wurde als Batch-Versuchsanlage gebaut und betrieben. Die Anlage ist unterteilt in ein Metallbecken, in dem die Gäransätze in Laborflaschen durch ein Silikonöl, das als Wärmeträger dient, und ein Thermostat auf 40 °C erwärmt werden und ein zweites Metallbecken in dem Messzylinder in einer Sperrflüssigkeit stehen, mit denen die Gaserfassung realisiert wird. Die Gärversuchsflaschen wurden durch eine Schlauchleitung mit den Messzylindern verbunden. Es wurde hierbei darauf geachtet das die Länge der Schlauchleitungen so kurz wie möglich bemessen wurden.



Abbildung 11: Gesamtbild der Versuchsanlage

Durch eine veränderte Strömungsführung des erwärmten Silikonöls konnte eine Temperaturdifferenz in dem beheizten Becken von $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht werden. Somit liegt diese Differenz unter der Vorgabe der VDI 4630, welche eine maximale Temperaturdifferenz von $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ festlegt. Nach der DIN 38414-8 sollte eine Sperrflüssigkeit, durch die Zugabe von Säure, in einem sauren pH-Wert überführt werden. Dies ist sehr wichtig, da sich ansonsten das entstehende Kohlenstoffdioxid in der Flüssigkeit lösen würde, und so Messfehler entstehen würden. Es wird zu dem noch erwähnt das Methylorange, als Indikator, und Natriumsulfat-Decahydrat hinzugegeben werden muss, dies führt zu einer verbesserten Pufferkapazität der Sperrflüssigkeit. Da sich zeigte, dass sich das Methylorange im Laufe des Versuchszeitraumes stark verfärbte wurde hierauf verzichtet. Ebenfalls wurde auf die Zugabe von Natriumsulfat-Decahydrat verzichtet. Um eine pH-Wert-Änderung frühzeitig zu erkennen, wurde stattdessen wöchentlich mit einem pH-Messgerät der pH-Wert kontrolliert und gegebenenfalls etwas Säure nachdosiert, was allerdings bisher nicht nötig war. Bei den Einwaagen der jeweiligen Substrate zeigte sich, dass ein organischer Trockensubstanzgehalt von 5 g nicht überschritten werden sollte, da sich ansonsten im Extremfall, das entstehende Gas durch das vorhandene Volumen der Messzylinder nicht auffangen lässt und ein mehrmaliges abziehen des Gases am Tag nötig macht. Dieses ist gerade am Wochenende schwer zu realisieren.

Bei den Messzylinder waren von einem Glasbläser eine Glasolive zum Einbringen des Gases und ein Kegelhahn für die Gasentnahme angebracht worden. Diese Veränderungen sind in der Abbildung 12 zu sehen.



Abbildung 12: Detailansicht eines Messzylinders

Die Gasentnahme wurde mit einem Infrarotmessgerät der Firma Binder durchgeführt und im Versuchsverlauf einmal durch eine Kontrollmessung mit einem Gaschromatografen überprüft. Diese Kontrolle ergab für die Methankonzentration nur eine geringe Abweichung. Somit wurde das Infrarotmessgerät als geeignetes Messinstrument für die Gärversuche benutzt, da durch die Messung ebenfalls die Gassäule aus den Messzylindern gesaugt werden konnte und so ein Absaugen mit einer Vakuumpumpe überflüssig war. Somit konnte die tägliche Arbeit an den Gärversuchen minimiert werden

Dipl.-Ing. Dirk Seeger M.Sc.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

16. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Bosch Thermotechnik GmbH



Im Zuge des unbeeirrbar steigenden Wettbewerbsdrucks in der Heizungstechnik sind Unternehmen, die ihre Marktposition erhalten und weitere Anteile gewinnen möchten gezwungen, sich neuen Entwicklungen zu stellen und diese auch durch die Produktentwicklung umzusetzen.

Daher initiierte die Bosch Thermotechnik GmbH diese Masterarbeit, um die energetische Simulation einer Systemanlage, bestehend aus einem BHKW, einer Luft-Wasserwärmepumpe und einem Gasbrennwertkessel durchzuführen.



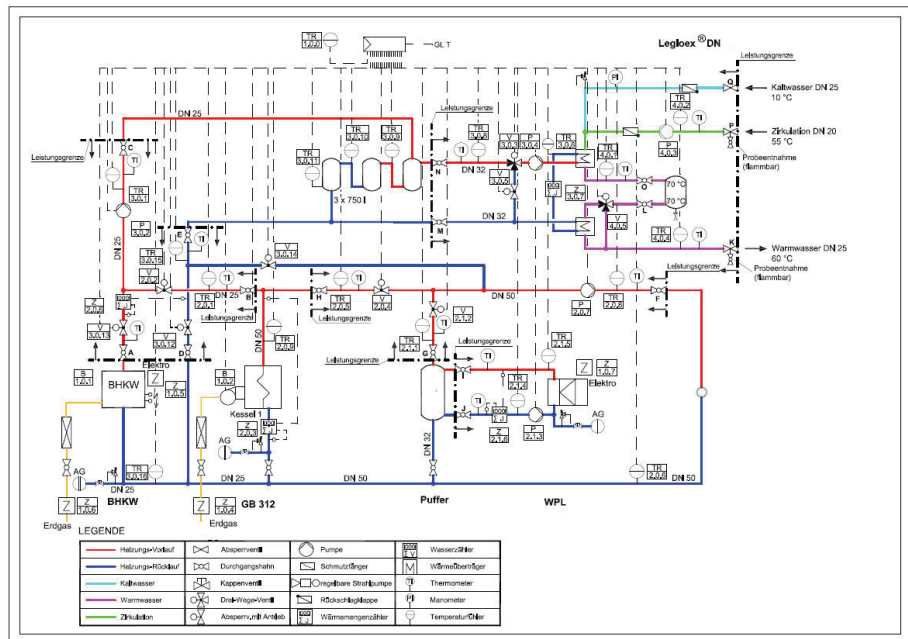
Ausstellung HAST-AKKU® Multivalent ISH 2009

Als Grundlage der Laboruntersuchung dient ein bereits im Feld befindliches hocheffizientes Regelungs- und Hydrauliksystem, der sogenannte HAST-AKKU® (Haus Anschluss Station – Akkumulator).

Dieses Konzept wird eingesetzt für die Wärmeversorgung von Objekten ab einer Leistung von ca. 200 kW. Die technische Planung des Gesamtsystems mit Unterstützung der Bosch Thermotechnik GmbH garantiert einen Gesamtanlagennutzungsgrad von min. 95%. Dieses hohe Niveau der effizienten Nutzung wird unter anderem erreicht durch die exakte Leistungsdimensionierung der Wärmeerzeuger und die Trennung der Bedarfsprofile für die Warmwasserbereitung und der Heizungsversorgung.

Aufgrund des steigenden Interesses von Investoren und Anlagenbetreiber Er-

neuerbare Energie einzusetzen, wurde zunächst die sinnvolle Implementierung eines Brennwertkessels, einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und einem Blockheizkraftwerkes im Rahmen des HAST-AKKU® Systems theoretisch überprüft.



Die gezeigte Hydraulik wurde im Rahmen dieser Arbeit entwickelt und durch Unterstützung der Entwicklungsabteilung realisiert. In einem Zeitrahmen von sechs Tagen wurden zuvor definierte Bedingungen angefahren, um das Verhalten des Gesamtsystems zu dokumentieren und die Betriebssicherheit für nachfolgende Anlagensysteme zu gewährleisten. Nach erfolgreicher Beendigung der Prüfstandsversuche wurde mit Hilfe der Messwerte eine Jahressimulation durchgeführt. Als Grundlage hierfür diente ein Mehrfamilienhaus in Erfurt mit 90 Wohneinheiten und einer Gesamtheizleistung von 252 kW.

Um das physikalische Verhalten des Gesamtsystems zu simulieren, wurden im Rahmen dieser Masterarbeit mehr als 1.095.000 Messwerte ermittelt, wodurch es möglich wurde, die energetische und wirtschaftliche Gesamtbilanz zu berechnen.

Der Aufwand zur Planung und Realisation dieser Anlage wird durchweg als positiv betrachtet, denn unter Berücksichtigung deutlich höherer Investitionskosten (+37%) zu einer konventionellen Brennwertanlage beträgt die Amortisation für das multivalente HAST-AKKU System bei 6,3 Jahre. Darüber hinaus wird der CO₂ Ausstoß für das oben genannte Gebäude um bis zu 67t pro Jahr reduziert.

Mit Hilfe dieser Masterarbeit wurde der sinnvolle Einsatz eines BHKW und einer Luft-Wasserwärmepumpe unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten bewiesen, was unter anderem dazu führte, dass bereits im Jahr 2009 vier dieser Anlagenkonzepte in Betrieb genommen wurden.

Dipl.-Ing. Jonas Schinke

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Datum des Kolloquiums:	17. Dezember 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	BUCKEYE Steinfurt GmbH



Die Firma BUCKEYE Steinfurt GmbH produziert hochwertige Vliesstoffe, die unter anderem zu Hygieneartikeln, Papierservietten und Papiertischtüchern verarbeitet werden. In der Produktion wird Brauchwasser zu Reinigungszwecken eingesetzt. Die Abwässer aus der Produktion werden in der betriebseigenen Wasseraufbereitung für eine erneute Verwendung in der Produktion aufbereitet. Das Brauchwasser befindet sich in einem geschlossenen Kreislauf.

Der Kern dieser Arbeit bestand darin Vorschläge zu entwickeln, wie die Situation in der Wasseraufbereitung der Firma BUCKEYE verbessert werden kann. Vor allem sollten Möglichkeiten gefunden werden die anhaltend hohen Koloniezahlen im Brauchwasser zu senken. Ein weiteres Problem bestand in der Bildung eines Belags auf allen wasserführenden Oberflächen.

Nach umfangreichen Recherchen wurde die Anwendbarkeit einer Reihe von Desinfektionsverfahren anhand dieses Falles diskutiert. Dabei erwiesen sich die Bestrahlung mit UV-Licht und die Dosierung von Wasserstoffperoxid als besonders aussichtsreich. In Versuchen wurde Brauchwasser mit UV-Licht bzw. Wasserstoffperoxid behandelt und anschließend die Wirkung durch Bestimmung der Koloniezahlen überprüft. Durch die Versuche konnte für das Wasserstoffperoxid eine wirksame Konzentration ermittelt und die Abbau-geschwindigkeit von Wasserstoffperoxid im Brauchwasser untersucht werden. Rostende Metallteile führten zu einem wesentlich schnelleren Abbau von Wasserstoffperoxid, geringe Mengen des Bindemittels hingegen zu einem etwas langsameren Abbau.

Für Versuche mit UV-Licht wurde in der Wasseraufbereitung eine Versuchsanlage eingerichtet. Durch die Versuche wurde eine wirksame UV-Dosis ermittelt. Bedingt durch Einflüsse aus der Produktion kam es im Brauchwasser zu starken Schwankungen der Transmission. Die häufigen Produktwechsel in der Fertigung führten zu starken Veränderungen in der Zusammensetzung des Brauchwassers. Ausschlaggebend waren dabei vor allem die Art und die Menge der eingeleiteten Bindemittel und Faserstoffe. Die Bindemittel stellten sich als Nährstoffquelle heraus. Zudem wurden im gereinigten Brauchwasser Trübstoffe gefunden, die sich durch eine verbesserte Filtration entfernen ließen. Weitere Untersuchungsergebnisse deuteten darauf hin, dass die Bildung von Belägen auf wasserführenden Oberflächen durch ein Zusammenwirken von Bindemittel, Flockungsmittel und Fällungsmittel hervorgerufen wird.

In den Versuchen haben sich beide Desinfektionsverfahren als wirksam herausgestellt. Ein sehr hoher Bedarf an Wasserstoffperoxid lässt eine Anwendung allerdings unwirtschaftlich erscheinen. Daher wurde die Einrichtung einer UV-Desinfektionsanlage empfohlen. Zusätzlich sollte die Partikelabtrennung durch eine Erweiterung der Filteranlage verbessert werden. Außerdem wurde ein Umbau der Reinwassertanks empfohlen, um eine bessere Durchmischung und weniger Ablagerungen in den Tanks zu erreichen. Ferner wurden eine Optimierung der Betriebsweise und regelmäßige Grundreinigungen und Inspektionen vorgeschlagen. Durch diese Maßnahmen sind eine verbesserte Brauchwasserqualität, weniger Ausfallszeiten und ein geringerer Verbrauch an Trinkwasser in der Wasseraufbereitung zu erreichen.

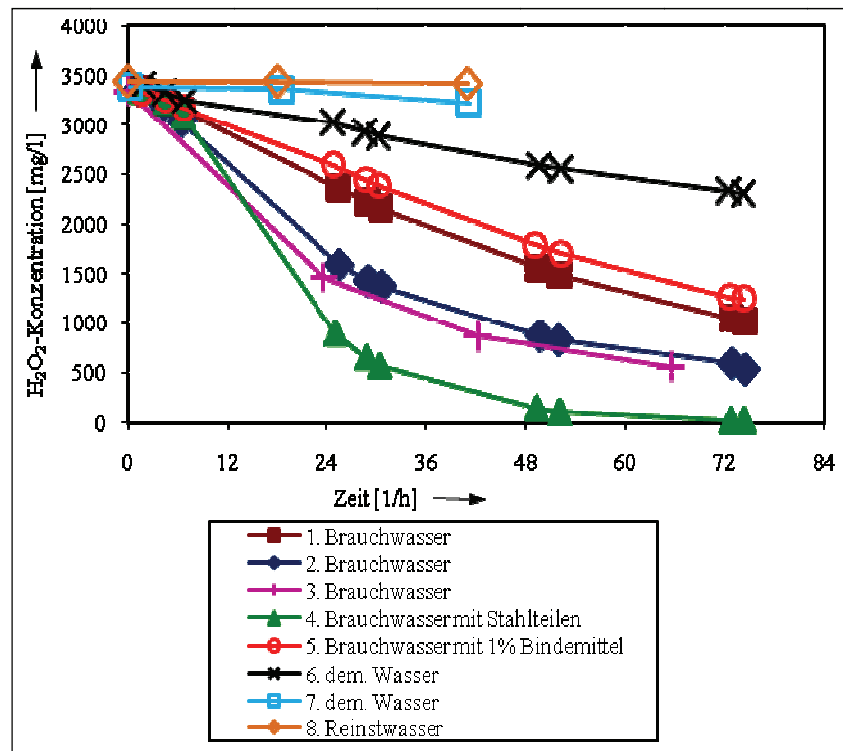


Abbildung 1: Abbaukurven des Wasserstoffperoxids



Abbildung 2: UV-Versuchsanlage

Dipl.-Ing. Thomas Schmitzke

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dr. Abdullah Öngören

Datum des Kolloquiums:

15. Oktober 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

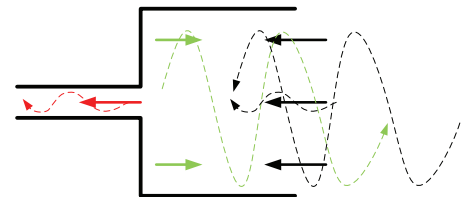
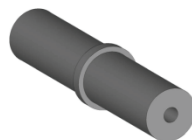
Geberit International AG, Rapperswil-Jona CH



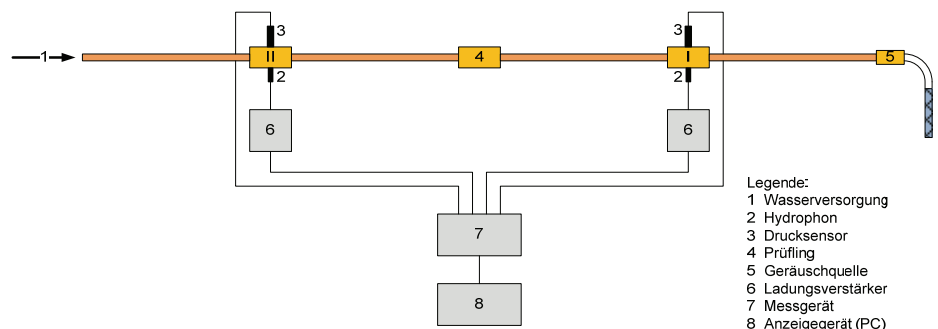
Sanitärarmaturen müssen die in der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ geforderten Geräuschpegel einhalten und werden dafür in einem Armaturenprüfstand nach DIN EN ISO 3822 geprüft. Die Einhaltung der Anforderung ist sehr wichtig, da zu hohe Geräuschpegel besonders nachts zu Belästigungen führen.

Zur Vermeidung zu hoher Geräuschpegel und zur Einhaltung der Normanforderung, gibt es die Möglichkeit Akustikfilter zwischen dem Rohrleitungssystem und der Sanitärarmatur zu montieren, die die Ausbreitung der Wasserschallwellen dämpfen.

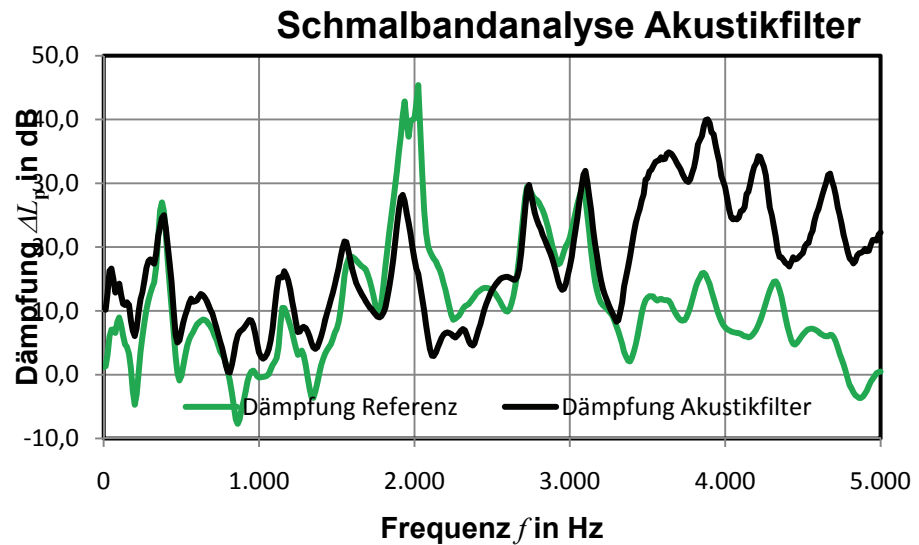
Für die Ermittlung der Grundlagen wurden verschiedene reaktive Akustikfilter nach praxisnahen Randparametern konstruiert und in einer Prüfstrecke getestet. Bei den reaktiven Akustikfiltern handelt es sich um Impedanzsprünge, die die Wasserschallwellen teilweise reflektieren und transmittieren. Die Auswahl für diese Art von Akustikfilter wurde unter anderem aufgrund der geringen Dimensionen von Sanitärarmaturen und den Produktionsmöglichkeiten getroffen.



Der verwendete Prüfstand wurde im Rahmen dieser Arbeit konstruiert und aufgebaut.



Damit ist es möglich, neben der Ermittlung des Volumenstroms und dem Druckverlust auch eine Schmalbandanalyse des Wasserschalls durchzuführen und somit die frequenzabhängige Dämpfung des Akustikfilters zu ermitteln.



Die hydrodynamischen und hydroakustischen Messergebnisse wurden zunächst erst separat analysiert und untereinander verglichen. Danach wurde eine Vergleichsanalyse durchgeführt um den Akustikfilter mit der besten Kombination aus den hydrodynamischen und hydroakustischen Eigenschaften zu ermitteln.

Aufgrund der vorangegangenen Analyse wurden einige Akustikfilter hydrodynamisch und hydroakustisch optimiert und erneut getestet. Die Ergebnisse der Messung gaben Aufschluss darüber, durch welche konstruktiven Maßnahmen die hydrodynamischen und hydroakustischen Eigenschaften wirkungsvoll verbessert werden können.

Damit in Zukunft eine gezieltere Auslegung der Akustikfilter möglich ist, wurden die Ergebnisse der praktischen Messungen mit hydrodynamischen und hydroakustischen Berechnungen und Simulationen verglichen. Eine genaue Auslegung von Akustikfiltern ist, wie die Ergebnisse zeigen, nun auch mittels Simulation möglich.

Optimierung einer Abwasserreinigungsanlage mit Hilfe von Fuzzylogik

Dipl.-Ing. Jens Schoppe

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

11. September 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Gesellschaft für Abwasserberatung, Nordhorn



Eine stabile Reinigungsleistung ist für eine Kläranlage ausschlaggebend, um die Einleite-Grenzwerte einzuhalten. Eine Stabilisierung sämtlicher Ablaufparameter auf niedrigem Niveau ohne Spitzenkonzentrationen ist anzustreben.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, den Betrieb und explizit die biologische Reinigungsstufe, ausgelegt als Kaskadendenitrifikation, mit Hilfe von Fuzzylogik-Steuerungen zu optimieren. Daher war ein geeignetes Regelungskonzept zu entwickeln, dieses Konzept in der Praxis umzusetzen und zu überprüfen.



Abbildung 1: Übersicht der Kaskadenbelebung

Da es auf der ARA Schüttorf durch den Zufluss von hoch belasteten Industrieabwässern und Trübwasserzugabe zu ungünstigen Betriebszuständen kommt, war es Ziel - gerade in Hinblick auf die Stickstoffparameter - die Stickstoffelimination für unterschiedliche und zum Teil ungünstige Belastungszustände zu verbessern.

Hierzu wurden die vorliegenden Randbedingungen der Anlage ermittelt und entsprechende Regelkonzepte für eine mögliche Optimierung erstellt. Die Konzepte wirken im Wesentlichen auf die Verfahrensweise der biologischen Stufe, die auf der ARA Schüttorf als Kaskadendenitrifikation ausgeführt ist.

Die vorher starr eingestellte Verteilung des Abwasserzulaufs auf die einzelnen Kaskadenstufen wurde derart automatisiert, dass je nach Belastungszustand eine automatische Anpassung der Zulaufströme zu den einzelnen Kaskadenstufen erfolgt, um einen möglichst hohen Denitrifikationsgrad in Abhängigkeit der Anlagenbelastung zu realisieren.

Dieses Ziel wurde auch durch die Entwicklung eines Regelkonzeptes für die Rücklaufschlamm- und Rezirkulationswassermenge verfolgt.

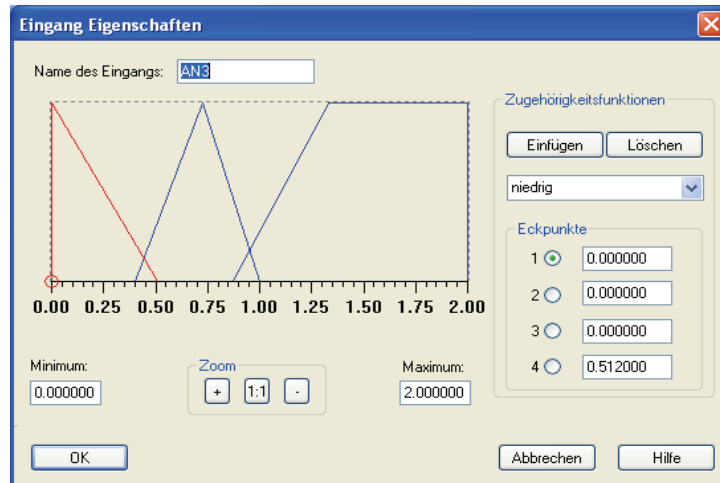


Abbildung 2: Beispiel einer Fuzzy-Eingangsgröße

Außerdem wurde eine Regelstrategie entwickelt, um die Sauerstoff-Eintragsmenge in die Nitrifikationsbecken in Abhängigkeit von der Ammoniumkonzentration in den Stufen anzupassen. Ziel war es, den O_2 -Eintrag in die Denizonen durch Sauerstoffverschleppung bei hohen Sauerstoffkonzentrationen in den Nitrifikationsstufen zu vermeiden und den Energieaufwand zu minimieren.

Die praktische Erprobung der Regelbausteine hat gezeigt, dass sich durch Einbringung der entsprechenden Konzepte ein gewünschtes Regelungsverhalten eingestellt hat.

Letztendlich konnte die Denitrifikationskapazität des Abwassers und die Leistungsfähigkeit der Kaskadenbelebungsanlage besser ausgenutzt werden.

Ebenfalls wurde durch die Anpassung des O_2 -Sollwertes die erforderliche Gebläseleistung herabgesetzt und Energiekosten eingespart, während die Nitrifikationsleistung nicht negativ beeinflusst wurde.

Kriterien für die zustandsorientierte Instandhaltung von Gas-Transportleitungen in Anlehnung an die Technische Regel DVGW-Arbeitsblatt G 466-1

Dipl.-Ing. Benedikt Schürmann

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Herbert Parma
Datum des Kolloquiums:	14. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Thyssengas GmbH



In der deutschen Gaswirtschaft haben sich in den letzten Jahren durch die Liberalisierung und Regulierung sowie dem neuen Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) grundlegende Änderungen ergeben. So wird nicht nur eine Transparenz der Netznutzungsentgelte, sondern auch eine Erschließung von Kosten-Einsparpotenzialen und Effizienzen im Netzbetrieb verlangt. Diese Forderung und die immer stärker werdende Konkurrenz durch Wettbewerber bewirken einen steigenden Kostendruck für Unternehmen der Gasversorgung.

Da Instandhaltungsmaßnahmen an Gas-Transportleitungen einen großen Anteil an den Gesamtbetriebskosten bei der Versorgung mit Erdgas ausmachen, liegt die Forderung nahe, eine Optimierung herbeizuführen und die Instandhaltungsstrategien den sich geänderten Rahmenbedingungen und dem technischen Fortschritt anzupassen.

Hierbei dürfen jedoch nicht nur die Kosten betrachtet, sondern gleichermaßen müssen auch die hohe Verfügbarkeit und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet werden. Das Ziel lässt sich daher wie folgt formulieren: Minimierung des Versagensrisikos von Gas-Transportleitungen bei gleichzeitiger Optimierung der Instandhaltungskosten, d. h. Durchführung der notwendigen Maßnahmen im erforderlichen Umfang zum richtigen Zeitpunkt.

Die Europäische Norm DIN EN 1594 gibt allgemeine Grundsätze für die Instandhaltung von Gas-Transportleitungen vor. Diese Mindestanforderungen sind vom DVGW u.a. durch das Arbeitsblatt G 466-1 konkretisiert und an die nationalen Anforderungen angepasst worden. Hieraus ergibt sich, dass die Instandhaltungsmaßnahmen bisher weitestgehend vorausbestimmt, vorbeugend oder ereignisorientiert durchgeführt worden sind. Im Bereich der Gasanlagen (DVGW-Arbeitsblatt G 495 „Gasanlagen-Instandhaltung“) haben sich in letzter Zeit Änderungen ergeben, so dass hier bereits eine zustandsorientierte Instandhaltung erfolgen kann.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde daher überprüft, ob sich auch bei der Rohrleitungsinstandhaltung zustandsorientierte Elemente mit einbeziehen bzw. sich die Überwachungszeiträume entsprechend der technischen Zustandsbewertung der jeweiligen Rohrleitung anpassen lassen.

Ab wann Überwachungszeiträume verlängert werden können oder verkürzt werden sollten und welche Kriterien dem zugrunde liegen, waren dabei die zu beantwortenden Kernfragen dieser Arbeit.

Bei den nicht nach Regelwerk zyklisch vorgegebenen Inspektionsmethoden sowie bei Instandsetzungsmaßnahmen ohne direkten Handlungsbedarf besteht bereits heute die Möglichkeit der zustandsorientierten Instandhaltung und somit auch der Anwendung von Instandhaltungsstrategien. Aus diesem Grund wurden zunächst die entsprechenden Inspektionsmethoden und Strategien betrachtet.

Da im Bezug auf die Ableitung zustandsorientierter Maßnahmen und der Bestimmung des verbleibenden Nutzungsvorrates einer Gas-Transportleitung die intelligente Molchung zurzeit das geeignetste Inspektions-Werkzeug (Stand der Technik) darstellt, wurde diese Inspektionsmethode besonders thematisiert und die Molchenauswertung ausführlich erläutert.

In Anlehnung an die vorgegebenen Überwachungszeiträume des DVGW-Arbeitsblatts G 466-1 ist die Verlängerung oder Verkürzung der Zeiträume entsprechend des Istzustandes einer Gas-Transportleitung untersucht worden. Zu diesem Zweck wurde (basierend auf den Grundlagen der technischen Zustandsbewertung) ein Bewertungssystem erstellt, mit dessen Hilfe anhand von Bewertungskriterien und unter der Berücksichtigung von Bewertungsalgorithmen eine profunde Zustandsermittlung und die Führung eines technischen Integritätsnachweises möglich ist. Dem Anwender können so anhand von Bewertungsfaktoren konkrete Handlungsempfehlungen, entsprechend des Zustandes einer Gas-Transportleitung, zur Verlängerung oder Verkürzung von Instandhaltungsintervallen gegeben werden.

Die im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführten Anwendungsbeispiele, bei dem Abschnitte von zwei verschiedenen Gas-Transportleitungen einer Bewertung unterzogen wurden, verdeutlichen dies praxisnah.

Werden Überwachungsmaßnahmen gemäß der so festgelegten Fristen zustandsorientiert durchgeführt, darf von einer dem Istzustand einer Gas-Transportleitung besser gerecht werdenden Instandhaltungsstrategie für das Gewerk der Überwachung ausgegangen werden als dies mit den zurzeit weitestgehend starren, zeitlich fest vorgegebenen Intervallen möglich ist. Neben einigen Einschränkungen, die vor der Implementierung eines solchen Systems noch weiterführend untersucht werden müssten, besteht zurzeit nach DVGW-Regelwerk keine rechtliche Grundlage zur Verlängerung der Mindestzeiträume. Eine Regelwerksanpassung dahin gehend wäre jedoch wünschenswert.

Neuentwicklung, Versuchsaufbau und Vorbereitung der Markteinführung eines wärmedämmten und temperaturbeständigen Solaranlagen-Anschlussrohres zum Transport von Wasser oder Wasser-Glykol Gemischen zwischen Solarkollektor und Wärmespeicher.

Dipl.-Ing. Thomas Schütte M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz- Peter Schmickler
Dr.-Ing. Burkhard Lehmann

Datum des Kolloquiums

14. August 2009

Studiengang:
Studienrichtung
Laborbereich

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

KME Germany AG & Co. KG



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

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es verschiedene Rohrmuster, zum Transport von Wasser-Glykolgemischen mit unterschiedlichen Wärmedämmungen zu entwerfen und auf Eignung in der Solarthermie zu testen. Dies soll über Temperatur und Drucktests geschehen. Auch die durch den Markt nachgefragten Eigenschaften sollen berücksichtigt werden. Dazu zählen in erster Linie die Flexibilität und der Preis. Jedoch müssen auch die für KME wichtigen Kriterien wie Produktionsmöglichkeiten und Investitionskosten ebenso beachtet werden. Es werden insgesamt sieben verschiedene Produktmuster entworfen, die aus verschiedenen Dämmmaterialien und zwei verschiedenen Rohrtypen bestehen. Bei den Rohrtypen handelt es sich zum einen um ein blankes Kupferrohr und zum anderen um ein mit Polyethylen ummanteltes sehr dünnes Kupferrohr. Diese werden mit folgenden Dämmungen, die nicht alle bei KME gefertigt werden können, versehen:

- Thermovlies (temperaturbeständiges Polyestervlies)
- EPDM – Schaum
- Polyurethan – Schaum
- Polyethylen – Schaum

Um die maximalen Temperaturverläufe einer Solaranlage simulieren zu können, wird ein Thermostat mit innen zirkulierendem Silikonöl verwendet. Dies ermöglicht Temperaturtest auch bei 175 °C. Insgesamt sollen 3 Temperaturstufen getestet werden: 120 °C, 150 °C und 170°. Ebenso werden verschiedene Druckstufen von 10 bar, 15 bar und 20 bar geprüft. Anhand des Verhaltens und der Ergebnisse können die Muster dann bewertet werden.

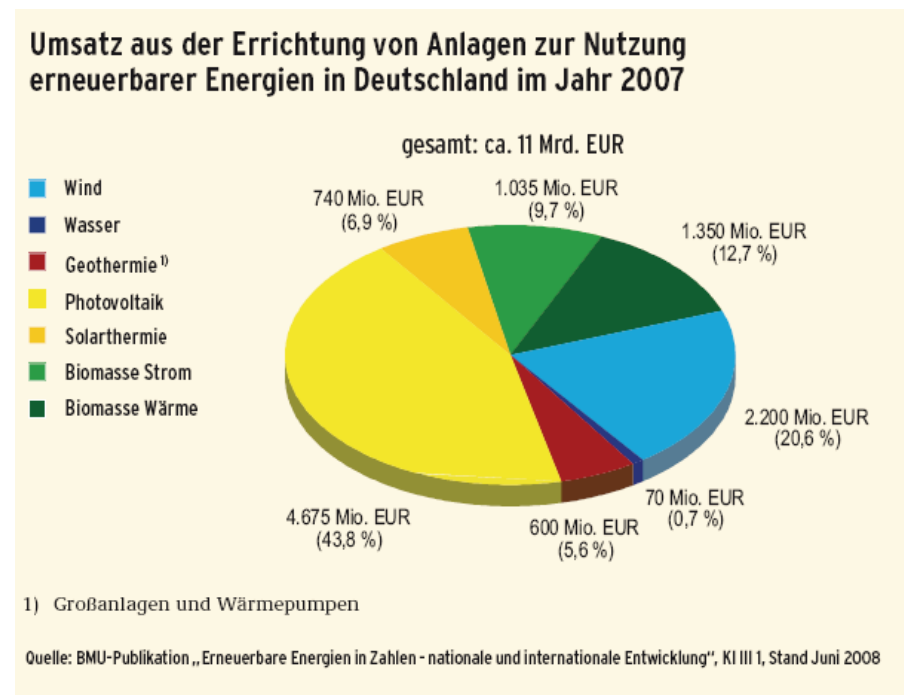
Diese Arbeit dient somit als Entscheidungshilfe und soll helfen, sich für eine Variante zu entscheiden. Die Ergebnisse helfen, weitere Versuche und Tests zu minimieren. Sollte eine Entscheidung zugunsten der empfohlenen Variante stattfinden, so fallen nur wenige weitere Entwicklungsschritte an. Dazu gehören z. B. Marketingarbeit und Absatz-Analysen, sowie ein Test unter realistischen Bedingungen als Dauertest.

Nach der Versuchsdurchführung und Auswertung wurde folgende Empfehlung gegeben:

- Das mit Polyethylen ummantelte sehr dünne Kupferrohr kann nicht verwendet werden.
- Das bereits bestehende Produkt WICU[®] Eco sollte (wenn weitere Temperaturtests positiv ausfallen) für die Solarinstallation zugelassen werden.

Nach erfolgreicher Markteinführung ist zu überlegen ob das Produkt dann auch als Duo Variante angeboten werden soll.

Da voraussichtlich, auch durch Gesetzesänderungen im EEWärmeG, in den nächsten Jahren ein stark wachsender Solarthermie-Markt zu erwarten ist, sollte die Entscheidung zur Produktion schnellstmöglich erfolgen. Je eher KME sich auf diesem hoch interessanten Markt etabliert, umso höher sind auch die Absatzchancen des neuen Produkts.



Dipl.-Ing. Janina Sarah Senner M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. nat. Joachim M. Marzinkowski

Datum des Kolloquiums:

24. August 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

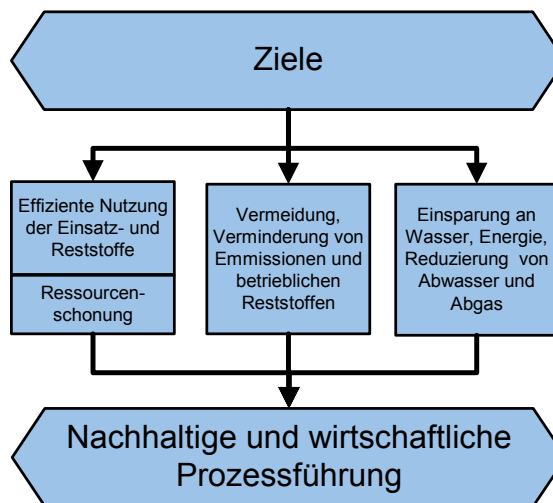
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Die Bemühungen um den Umweltschutz sind ein Merkmal der heutigen Zeit. Die Diskussionen über den notwendigen Klimaschutz und die Verknappung der fossilen Energieträger machen es notwendig, Alternativen zur Nutzung fossiler Rohstoffe zu entwickeln. Nicht nur der Umweltaspekt steht bei diesem Thema im Vordergrund, auch die Preisentwicklung von Öl, Kohle und Gas lassen die Suche nach effizienteren Energienutzungskonzepten zu einer wirtschaftlichen Überlebensstrategie werden.

Es liegt daher nahe, sich innerhalb der Unternehmen auf die Suche nach bisher ungenutzten Kohlenstoff-Ressourcen zu machen, die bisher als Abfälle über den Abwasser- oder Abfallpfad entsorgt werden und über deren Verwertung nachzudenken. Hierbei ist eine Voraussetzung, dass die innerbetrieblichen Massenströme spezifisch auch als Abwasser und als Abfall bzw. Reststoff erfasst und quantifiziert werden.

Diese Sichtweise einer Aufteilung und Behandlung von Teilströmen hat den Vorteil, dass Schadstoffbelastungen an der Quelle des Entstehens erkannt und gezielt vermindert oder sogar vermieden werden können. Die Einführung derartiger Maßnahmen zum produktionsintegrierten Umweltschutz in einem Unternehmen ist auch immer mit der Forderung verbunden, dass sich die vorgesehenen technischen Maßnahmen betriebswirtschaftlich rechtfertigen lassen.

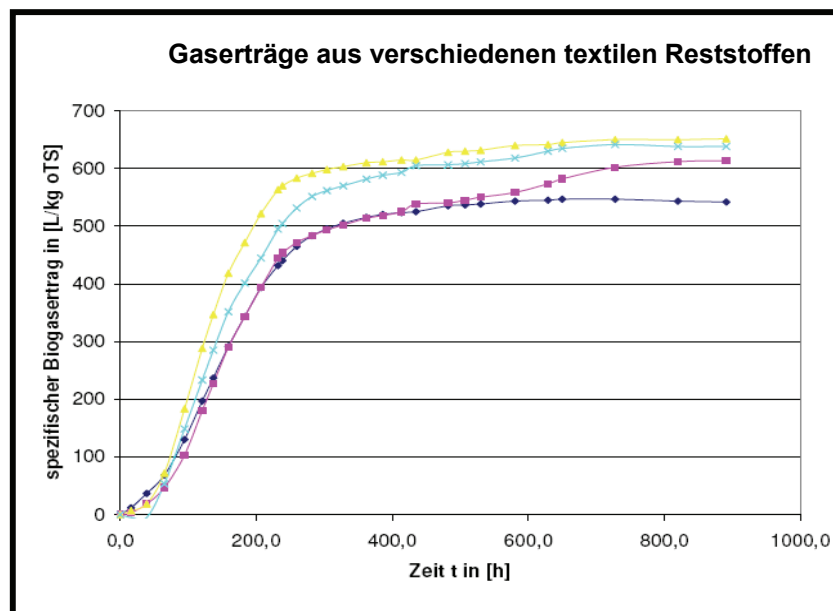


In Deutschland fallen jährlich mehrere Tonnen textiler Abfälle an, davon entfällt ein Teil auf Produktionsabfälle aus der Textil- und Bekleidungsindustrie.

Ein großer Teil dieser textilen Produktionsabfälle wird einer thermischen Behandlung zugeführt, nur wenige Prozent werden energetisch verwertet. Textilabfälle können aufgrund ihres vielfältigen Einsatz- und Herkunftsbereiches unterschiedlich stark mit Schadstoffen belastet sein. Textile Produktionsabfälle aus der Textil- und Bekleidungsindustrie sind in Abhängigkeit vom Entstehungsort in der Regel nur gering belastet, wie beispielsweise die Faser- und Staubabfälle aus einer mechanischen Behandlung von Geweben vor der Färbung. Eine bedeutende innerbetriebliche Kohlenstoffquelle liegt im Abwasser der Textilveredlungsindustrie vor. Ein mittelständischer Betrieb zur Textilveredlung hat etwa 100.000 m³ Abwasseraufkommen pro Jahr, dessen durchschnittliche Konzentration an organischen Kohlenstoffverbindungen bei 1 g/l liegt. Insbesondere die Abwasserteilströme der Entschlichtungswäsche liefern eine große Kohlenstofffracht und zumeist liegt die Konzentration an organischen Kohlenstoffverbindungen dort über 10 g/l, so dass eine Teilstrombehandlung lohnend erscheint.

Im Rahmen der Arbeit werden die Eignung von Abwässern aus der Vorbehandlung (Teilstrom der Entschlichtung und Bleiche) und textilen Stäuben als Substrate für eine Biogaserzeugung untersucht, sowie ein Konzept entwickelt, wie eine Biogasanlage in einem bestehenden Textilbetrieb integriert werden kann. Für eine abschließende Beurteilung wurden die betriebswirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen eines solchen Vorhabens untersucht.

Wie die Ergebnisse aus der Abbildung zeigen, besitzen die untersuchten Substratquellen ein vielversprechendes Biogaspotenzial und können so innerbetrieblich einen anteiligen Ersatz fossiler Energiequellen darstellen.



Die Untersuchung lässt erkennen, dass ein hohes Potenzial für die Biogaserzeugung durch die Verwertung produktionsinterner Reststoffe besteht. Für die praktische Umsetzung besteht offensichtlich der Bedarf an weiterer Forschung und Entwicklung. Durch Erfahrungen aus dem landwirtschaftlichen Bereich können jedoch vorhandenen Technologien ausgebaut bzw. angepasst werden, um so eine zukunftsnahe Lösung für Industriebetriebe zu realisieren.

Dipl.-Ing. Mirko Starke

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Andreas Winkels
Datum des Kolloquiums:	18. September 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Ingenieurbüro für Haustechnik Winkels Behrens Pospich

Die Umnutzung von Sakralbauten ist ein Thema was aktueller denn je ist. Aufgrund der stetig sinkenden Mitgliederzahlen innerhalb der Gemeinden, werden, konfessionsübergreifend, Gemeinden zusammengefasst. Diese verfügen in der Regel über eine gemeinsame Pfarreikirche und einige Filialkirchen. Allein im Münsterland wird die Zahl der diskussionswürdigen Kirchen mit etwa 100 beziffert.

Problematisch stellt sich hierbei die weitere Nutzung der Sakralbauten dar.

Die Bonifatiuskirche in Münster wurde nach Ihrer Entweihung zu einem Verlagsgebäude umgebaut und 2005 als solches in Betrieb genommen.

Ziel dieser Arbeit ist es einen wirtschaftlichen Vergleich zwischen einer Wärmepumpe in mono- und bivalenter Betriebsweise anzustellen.

Aufgrund der steigenden Energiepreise ist eine wirtschaftliche Betrachtung über den gesamten Nutzungszeitraum unumgänglich.

Zur Berechnung wurde die Annuitäten-Methode in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gewählt.

Hierdurch werden alle anfallenden Kosten und Gewinne der Anlage über den gesamten „Lebenszyklus“ berücksichtigt. Dies umfasst sowohl die kapitalgebundenen, als auch die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten.

Als Grundlage dienten vorhandene Verbrauchsdaten der installierten Ölkessel-Anlage und eine beim Umbau erstellte Heizlastberechnung. Aufgrund dieser Basis wurde alle relevanten Daten, ermittelt und berechnet.

Parallel dazu wurde das Gebäude mit der Planungssoftware Plancal Nova erstellt und eine ergänzende Kühllastberechnung im Jahresgang durchgeführt.

Als Ergebnis stellte sich heraus, dass trotz der wesentlich höheren Investitionskosten, aus wirtschaftlicher Sicht eine Wärmepumpe in mono-valenter Betriebsweise zu bevorzugen ist. Ergänzend hierzu sollte die Nutzung der Geothermie zur Gebäudekühlung in Betracht gezogen werden.

Dipl.-Ing. Jörg Stegemann

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Hans Hermann Boiting
Datum des Kolloquiums:	14. Oktober 2009
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik



Die Anforderungen an den Schallschutz in Innenräumen sind in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Im Alltag ist man fast ständig von Geräuschen umgeben dabei gilt es zwischen erwünschten Geräuschen und unerwünschten Geräuschen zu unterscheiden.

Leider ist die Balance zwischen den beiden Seiten zumeist auf der Seite der unerwünschten Geräusche, dem Lärm. Durch das stetig wachsende Verkehrsaufkommen ist man, vor allem in den Ballungsräumen, immer höherem Außenlärm ausgesetzt. Vermutlich führt das auch dazu, dass man sich innerhalb von Räumen bereits durch niedrigere Schallpegel belastigt fühlt. In einem der Behaglichkeit entsprechend konditionierten Raum, die geforderten Schallpegel einzuhalten, sollte also das Ziel des Planers sein. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, ist es erforderlich die akustischen Eigenschaften der Anlagenkomponenten von Lüftungs- und Klimaanlage zu bestimmen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sind drei unterschiedliche Arten von Anlagenkomponenten untersucht worden, es handelte sich um: Schalldämpfer, Kompakttheater mit elektrischem Nacherhitzer und Kombiventen (variable Volumenstromregler mit elektrischem Nacherhitzer). Bei den vier Schalldämpfern ist gemäß DIN EN ISO 7235 das Einfügungsdämpfungsmaß bestimmt worden. Die Kompakttheater und Kombiventen sind, gemäß DIN EN ISO 5135 auf das Strömungsgeräusch untersucht worden. In Anlehnung an die jeweilige Norm sind zwei Messstände errichtet worden.

Der Messstand für die Messung der Einfügungsdämpfung ist im Vorraum des Hallraumes untergebracht worden und durch eine wieder verschließbare Öffnung in der Tür mit dem Hallraum verbunden worden. Aufgrund der unterschiedlichen Abmessungen der Prüflinge sind mit Rollen versehene und in der Höhe verstellbare Tische angefertigt worden, auf welchen der Versuchsaufbau durchgeführt werden konnte. Weil durch die Position des Messstandes der Zugang zu den Mikrofonen nur nach der Demontage des Aufbaus möglich war, sind die vorher verwendeten stationären Mikrofone durch Mikrofone auf Drehgalgen ersetzt worden.

Für die neu angebrachten Mikrofone ist eine Steuerungsmöglichkeit aus dem Vorraum vom Hallraum realisiert worden, so dass ein Betreten des Raumes zur Veränderung der Mikrofonpositionen nicht mehr notwendig war und sich dadurch der zeitliche Messaufwand deutlich verringert hat.

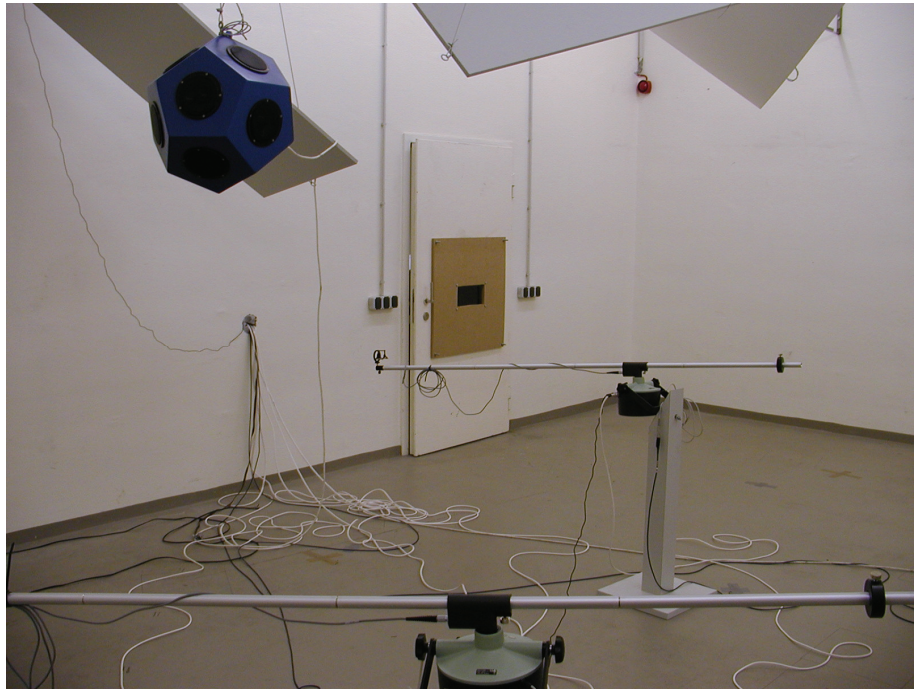


Abbildung: Aufbau der Drehgalgen im Hallraum

Die Messung der Einfügungsdämpfung ist zur Überprüfung von Katalogwerten durchgeführt worden. Dabei haben sich erhebliche Abweichungen, zwischen den gemessenen Werten und den Katalogwerten ergeben.

Das hatte zur Folge, dass weitere Messungen für den Ausschluss einer möglichen Fehlerquelle durchgeführt worden sind. Die Abweichungen zu den Katalogwerten waren auch bei den Auswertungen dieser Messungen in ähnlicher Weise vorhanden. Deshalb ist diese Fehlerquelle ausgeschlossen worden.

Der andere Messstand diente dazu das Strömungsgeräusch von fünf Kombiventen und sieben Elektroerhitzern zu bestimmen, welche von der Firma Imtech entworfen wurden. Die ermittelten Schalleistungspegel des Strömungsgeräusches der Kombiventen sind mit Werten von „herkömmlichen“ variablen Volumenstromreglern, unterschiedlicher Hersteller verglichen worden. Dieser Vergleich ist nur bedingt möglich gewesen, weil es sich um zwei unterschiedliche Komponenten handelte. Dabei haben sich, im Vergleich über die Oktavbandmittenfrequenzen hohe Abweichungen ergeben.

Der Vergleich über die Summen Schalleistungspegel zeigte nur geringe Unterschiede auf. Bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten hatte der Kombivent im Vergleich höhere Schalleistungspegel als die „herkömmlichen“ Volumenstromregler, bei den höheren Strömungsgeschwindigkeiten hat er teilweise sogar niedrigere Strömungsgeräusche emittiert.

Als Ursache ist ein Mitschwingen der Heizdrähte vom Nacherhitzer, in einem bestimmten Strömungsbereich, vermutet worden.

Lars Stockmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums: 26. März 2010

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



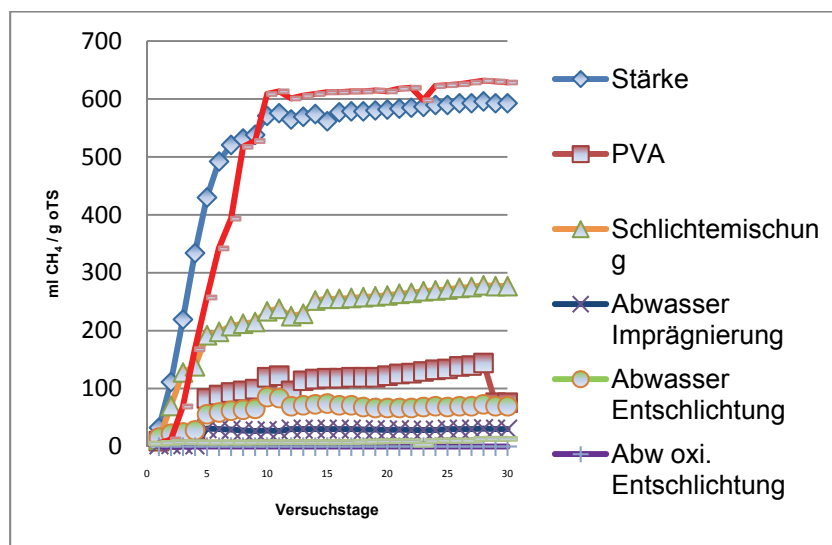
Die Textilveredelung erfordert traditionell einen hohen Energie- und Wasserverbrauch. Die Abwässer enthalten in der Regel eine hohe organische Kohlenstofffracht und werden üblicherweise über die kommunale Kläranlage gereinigt. Dies ist nicht nur eine Verschwendung von energiereichem Abwasser, sondern stellt für das Unternehmen auch eine finanzielle Belastung in Form von Abwassergebühren dar.

Aus diesen Gründen wurde das Verbundvorhaben "Nutzung des im Abwasser aus bestimmten Textilveredelungsprozessen enthaltenen Kohlenstoffs zur Biogasgewinnung" der Projektpartner Agrafarm Technologies AG, Anton Cramer GmbH & Co. KG, der Bergischen Universität Wuppertal und der FH Münster bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt eingereicht.

Diese Arbeit befasst sich mit dem ersten Teil "Untersuchung der Eignung des Abwassers aus bestimmten Teilströmen" des Vorhabens und soll eine grundsätzliche Realisierbarkeit der Biogasnutzung in der Textilveredelung darstellen und erste konkrete Messwerte zum erreichbaren Biogaspotenzial aufzeigen. Hierfür wurden Proben aus der laufenden Produktion in Batch-Versuchen vergoren und ausgewertet.

Neben den Grundprodukten der Schlichte, Stärke und Polyvinylalkohol (PVA), wurden drei Abwässer, Cellulose und der Impfschlamm auf das Methangaspotenzial untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass vor allem bei dem Grundprodukt "Stärke" und der Cellulose eine gute biologische Abbaubarkeit vorhanden und ein hoher Methangasertrag zu erwarten ist. Des Weiteren wurden durch die Versuche Hemmwirkungen bei den Proben "Imprägnierung" und "oxidative Entschlichtung" festgestellt.

Die Ergebnisse der Methangaserträge sind nachfolgend grafisch dargestellt.



Methangaserträge der Gärversuche

Neben den Gärversuchen befasst sich die Arbeit mit einer Berechnung der kinetischen Konstanten mit Hilfe einer umgeformten MONOD-Gleichung. Diese Konstanten sind wichtig für die Auslegung des geplanten anaeroben Biogas-Turmreaktors.

Durch eine theoretische Potenzialbetrachtung der Ausgangsstoffe konnte die zu erwartende Leistung des Biogas-Turmreaktors auf ca. 20 kW_{el.} berechnet werden. Die Anwendung der Versuchsergebnisse erbrachte ein errechnetes Potenzial von ca. 1 kW_{el.} und beliefen sich auf ca. 5 % der erwarteten Leistung. Dies lässt sich mit der Hemmung durch die Verwendung von Wasserstoffperoxid und der geringen CSB-Konzentration der Abwässer begründen.

Im Zuge des Verbundvorhabens wird zeitgleich die Produktionslinie der textilen Vorbehandlung umgebaut, um weitere Einsparungen im Bereich Wasser und Energie zu erreichen. Durch diese Optimierung ist eine höhere CSB-Konzentration zu erwarten, die sich positiv auf die Abbaubarkeit und den Gasertrag auswirkt. Durch eine Veränderung der Verfahrenstechnik sollte es möglich sein, die hemmende Wirkung des Wasserstoffperoxids zu mindern oder ganz zu senken, um den biologischen Abbau nicht zu stören.

Nach diesen Erkenntnissen sollte es der Firma Anton Cramer GmbH & Co. KG in den nächsten Jahren möglich sein, eine innovative Abwasserreinigungsanlage aufzubauen und die Ressource "Abwasser" energetisch nutzen zu können. Dadurch kommt es nicht nur zu einer Einsparung im Bereich der Abwassergebühren, sondern auch zu einer Senkung der Abhängigkeit von Rohstoffen und Energie.

Untersuchung der kälte- und climatechnischen Anlage der Grafenberger Höfe

Janosch Stücker B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Niemeier

Datum des Kolloquiums:

23. Dezember 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluft- und Kältetechnik



Nach der absolvierten Praxisphase bei der Firma Imtech GmbH & Co. KG in Düsseldorf wurde es mir ermöglicht, die Bachelorarbeit ebenfalls in diesem Unternehmen zu schreiben. Bereits in der Praxisphase wurde mit der Hauptniederlassungsleitung in Düsseldorf über mögliche Themen diskutiert.

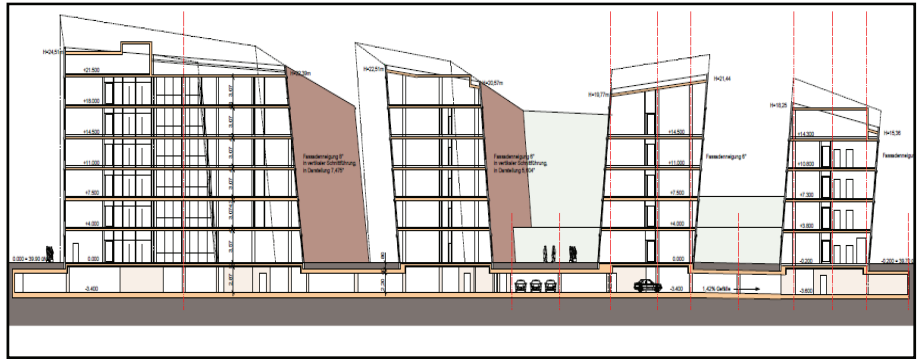
Ich entschied mich letztendlich für ein Thema, welches sich mit der kälte- und climatechnischen Anlage des Imtech-Bürogebäudes (Grafenberger Höfe) befasst.

Bei den Grafenberger Höfen handelt es sich um ein Gebäude, welches von der Fa. Imtech GmbH & Co. KG und der Metro AG als Bürogebäude angemietet ist. Dieses steht in Düsseldorf Flingern auf der Grafenberger

Allee 337. Es handelt sich um ein sechsgeschossiges Gebäude, welches in drei Höfe eingeteilt ist. Jeder Hof hat einen eigenen Eingang im Erdgeschoss, wobei Hof 2 und Hof 3 im Erdgeschoss und im ersten Obergeschoss durch eine Brückenkonstruktion verbunden sind. Die Grundfläche des Gebäudes beträgt ca. 3000 m² bei einer Gebäudehöhe von maximal 26 m. Auf dem Dach von jedem Hof befindet ein Zentrallüftungsgerät mit Direktverdampfer zur lufttechnischen Versorgung der Büroräume des entsprechenden Hofes.

Des Weiteren befindet sich auf jedem Dach des jeweiligen Hofes eine luftgekühlte Kompressionskältemaschine. Durch die Kältemaschinen werden Kühldecken sowie eine Betonkernaktivierung mit Kaltwasser versorgt.

Die Kälteleistung der Kompressionskältemaschine von Hof 3 beträgt 85,3 kW. Hof 1 und Hof 2 haben aufgrund der größeren Gebäude luftgekühlte Kältemaschinen mit einer Leistung von 198 kW. Jeder Hof besitzt in der obersten Etage jeweils eine eigene Kälteverteiltrentrale zur Versorgung der Kühldecken und der Betonkernaktivierung.



Vorderansicht der Grafenberger Höfe

In dieser Arbeit wurde die Art der Kälteerzeugung, der Kälteverteilung und auch die Art der Kälteübergabe erarbeitet und bewertet.

Es wurden die wichtigsten Komponenten der Kälteverteilung, sowie die Kältemaschinen an sich beschrieben. Außerdem wurde die Effizienz der Kältemaschine durch verschiedene Messungen ermittelt, wodurch sich die EER-Leistungszahl im Volllast- und Teillastbetrieb ermitteln ließ.

Ziel war es, nach der Untersuchung der Anlage, Aussagen treffen zu können, in welcher Art und Weise die Energiebereitstellung energetisch optimiert werden kann.

Im letzten Kapitel wurden beispielsweise Optimierungsvorschläge aufgezeigt, wie die bestehende Anlage regelungstechnisch noch verbessert werden kann, um eine Energieeinsparung zu erzielen.

Dipl.-Ing. Sandra Terbrack M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Prof. rer. nat. Lars Heinert

Datum des Kolloquiums:

29. Juni 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

Vor dem Hintergrund der Wettbewerbsfähigkeit gewinnt eine detaillierte Betrachtung des Energiebedarfs für die einzelnen Supermarktketten immer mehr an Bedeutung. Das Thema Energieeinsparen und die damit verbundenen Kosteneinsparungen stehen bei den großen Lebensmittelkonzernen an erster Stelle. Gerade weil die Unternehmen eine Vielzahl von baugleichen Märkten im Jahr errichten, lohnt es sich, ein einheitliches wirtschaftliches Konzept für alle Märkte zu entwickeln, welches immer wieder verwendet werden kann.

Nach der DIN EN 13779 sollte in jedem Zentralgerät eine Wärmerückgewinnung eingebaut werden. In dieser Arbeit wird die Wirtschaftlichkeit einer Wärmerückgewinnung anhand eines Beispielmarktes für das Unternehmen Edeka untersucht. Dieser Lebensmittelmarkt hat eine Verkaufsfläche von 1825 m² und soll eventuell mit einem Kreuzstromwärmetauscher ausgestattet werden. Handelsübliche Größen von Lebensmittelgeschäften, wie z. B. Aldi und Lidl liegen zwischen 800 und 1500 m².

In dem betrachteten Verbrauchermarkt wird ein zentrales Lüftungsgerät eingebaut. Es stehen aus dem Kühlverbund 120 kW für die Abwärmenutzung zur Verfügung. Diese Energie wird für die Erwärmung der Zuluft genutzt. Die Luftleistung wird nach der VDI 2082 bzw. der Arbeitsstättenrichtlinie ausgelegt.

Zusätzlich wird der Erfahrungswert mit einer dreifachen Luftumwälzung angesetzt. Bei einer Verkaufsfläche von 1825 m² und einer lichten Raumhöhe von 3,25 m ergibt sich bei einer dreifachen Luftumwälzung ein gesamter Volumenstrom von 17794 m³/h. Der Außenluftvolumenstrom beträgt bei 6 m³/(h m²) 10950 m³/h. Der Umluftanteil von 6844 m³/h ergibt sich aus der Differenz.

Die Heizlast nach DIN EN 12831 für den Verkaufsraum beträgt 54,3 kW. Zu ergänzen ist die Heizlast, die durch mechanische Lüftung entsteht. Bei einem Außenluftvolumenstrom von 5475 m³/h und einer Normaußentemperatur von – 10 °C beträgt diese 58,8 kW. Hierbei wird die Annahme getroffen, dass die Außenluftmenge auf 3 m³/(h m²) reduziert wird. Das ergibt eine gesamte Heizlast von 113,1 kW.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Annuitätenmethode gewählt, das nach VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ das übliche Verfahren zur Berechnung von Wärme bzw. Kältekosten. In der folgenden Tabelle ist die Wirtschaftlichkeitsrechnung dargestellt. Darin wird ein Zentralgerät mit Wärmerückgewinnung mit einem Zentralgerät ohne Wärmerückgewinnung verglichen.

	Einheit	Lüftungsgerät mit Abwärmenutzung aus der Kältemaschine und ohne Kreuzstromwärmetauscher	Lüftungsgerät mit Abwärmenutzung aus der Kältemaschine und mit Kreuzstromwärmetauscher
1. Kapitalgebundene Kosten			
Investitionskosten gesamt	[EUR]	121.907,95 €	130.643,95 €
Annuität d. Kapitalgebundenen Kosten $A_{N,K}$	[EUR/a]	12.734,98 €	13.794,99 €
2. Verbrauchsgebundene Kosten			
Stromkosten gesamt	[EUR/a]	6.455,22 €	10.534,69 €
Annuität der Stromkosten	[EUR/a]	8.195,16 €	13.374,22 €
Heizkosten gesamt	[EUR/a]	3.280,74 €	10,21 €
Annuität der Heizkosten	[EUR/a]	4.165,03 €	12,97 €
Annuität d. verbrauchsgebundenen Zahlungen $A_{N,V}$	[EUR/a]	13.151,13 €	13.387,18 €
3. Betriebsgebundene Zahlungen			
Wartungskosten	[EUR/a]	1.554,30 €	2.013,80 €
Annuität der Wartungskosten	[EUR/a]	1.973,25 €	2.556,61 €
Annuität d. betriebsgebundenen Zahlungen $A_{N,B}$	[EUR/a]	1.973,25 €	2.556,61 €
4. Sonstige Kosten			
Versicherungskosten	[EUR/a]	0,00 €	0,00 €
Annuität d. sonstigen Kosten $A_{N,S}$	[EUR/a]	0,00 €	0,00 €
Gesamtergebnis			
Gesamtannuität	[EUR/a]	-26.484,39 €	-29.738,78 €

Die vorliegende Untersuchung des Verbrauchermarktes ergibt aus der Berechnung für das Lüftungsgerät ohne Wärmerückgewinnung eine Gesamtannuität von **-26.484,39 € pro Jahr**. Für das Vergleichssystem mit Wärmerückgewinnung errechnet sich unter Berücksichtigung aller Kosten eine Gesamtannuität von **-29.738,78 € pro Jahr** für den Investor. Somit stellt sich bei der Betrachtung der Gesamtannuitäten das System ohne Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung aus der Kälteanlage für das Untersuchungsobjekt als die wirtschaftlichere Anlage heraus mit einem Kostenvorteil von **2.670,36 € pro Jahr**.

In diesem speziellen Beispiel wird in beiden Fällen die Abwärme aus der Kälteanlage genutzt. Das heißt, dass die Wärmerückgewinnung nicht voll ausgenutzt werden kann. In den meisten Fällen wird genügend Energie aus der Kältemaschine zur Verfügung gestellt. Die Vorgabe von Edeka ist die Abwärmenutzung aus der Gewerbekälte.

Der Vorteil bei der Abwärmenutzung der Gewerbekälte gegenüber dem Kreuzstromwärmetauscher ist, dass die zurück gewonnene Wärmeenergie sowohl für die Erhitzung der Außen- wie auch der Umluft genutzt werden kann. Insgesamt lässt sich feststellen, dass es sinnvoll war die Abwärmenutzung der Gewerbekälte als feste Wärmerückgewinnung mit einzuplanen.

Die Prallkraft als neuer Parameter zur Beurteilung von Unterputzspülkästen; Untersuchungen zum Ausspülverhalten von Problematischen WC-Keramiken in Abhängigkeit von Unterputzspülkästen mit unterschiedlichen Prallkräften

Andreas Tippel B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Martin Krabbe

Datum des Kolloquiums: 24. September 2009

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: TECE GmbH, Emsdetten



Auf die Thematik für die Arbeit wurde sich im Vorfeld mit der TECE GmbH geeinigt. Das Thema war für das Unternehmen von besonderem Interesse, da über die Einführung der Prallkraft als neuer Parameter zur Beurteilung von Unterputzspülkästen derzeit in der Europäischen Normung diskutiert wird und die TECE GmbH als Hersteller von Unterputzspülkästen direkt nach der Einführung der DIN EN 14055 davon betroffen sein wird.

Die Problematik, aus der das Thema hervorgeht, entstand mit der fortschreitenden Entwicklung von Unterputzspülkästen mit nur geringer Bauhöhe und durch einen Fehler in der europäischen Norm für WC-Keramiken. Hierdurch kam es zu Problemen beim Ausspülen von wandhängenden Klosettbecken in Verbindung mit niedrigen Unterputzspülkästen. Obwohl bei der Konstruktion dieser Spülkästen zwar auf den geforderten Spülstrom von mindestens 2,0 l/s geachtet wurde, war die Flächenbespülung der Keramik häufig jedoch nicht ausreichend. Als neuer Parameter soll daher ein Mindestwert für die Prallkraft eingeführt werden.

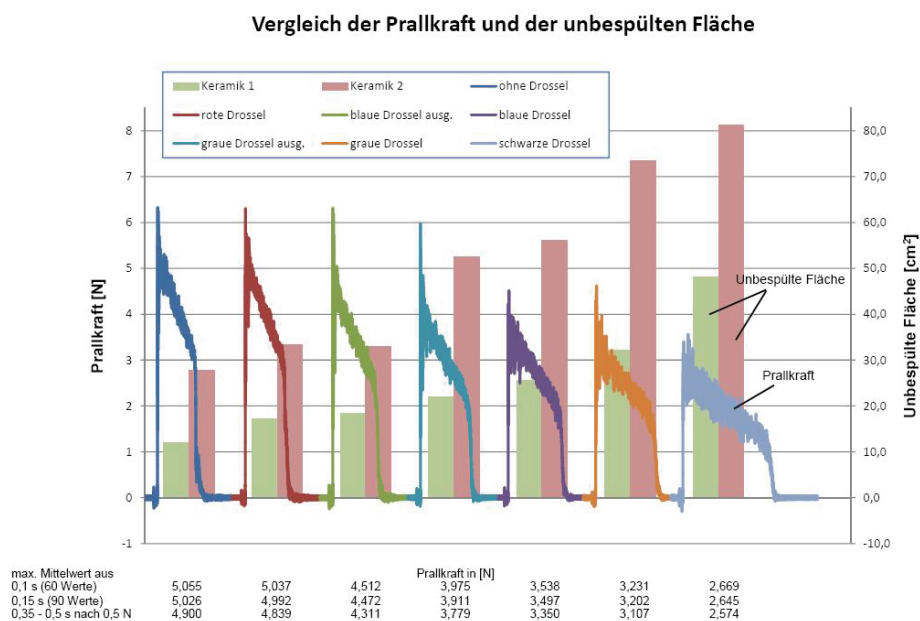
Das Ziel dieser Arbeit war es schließlich, nachweislich und versuchstechnisch festzuhalten, dass das Ausspülverhalten von WC-Keramiken mit der Prallkraft, die ein Spülkasten durch die Energiehöhe des Spülwassers erzielt, korreliert.

Um unterschiedliche Prallkräfte zu erzeugen, wurde ein Unterputzspülkasten geringer Bauhöhe der TECE GmbH mit sechs unterschiedlichen Spülstromdrosseln im Ventilsitz und ohne Drossel im Ventilsitz genutzt. Zu Beginn wurden die Prallkräfte messtechnisch auf einem bereits vorhandenen Prüfstand im Prüflabor der Qualitätssicherung aufgenommen. Für die Ermittlung der unterschiedlichen Kräfte wurden in jeder der sieben Einstellungen jeweils zehn aufeinander folgende Messungen durchgeführt und aus den Werten jeweils das arithmetische Mittel gebildet. Der Prüfstand war zuvor für die Messungen entsprechend einzurichten.

Nachdem die Prallkräfte für die einzelnen Einstellungen ermittelt waren, wurden Spülversuche an zwei wandhängenden Tiefspülklosetts durchgeführt. Da von beiden WC-Keramiken das schlechte Ausspülverhalten bereits dem jeweiligen Hersteller bekannt war, wurden diese für die Versuche verwendet. Der Prüfstand dafür wurde im Rahmen dieser Arbeit geplant und konstruiert.

Bei den Spülversuchen wurden immer exakt 20 g Holzsägemehl in die angefeuchtete WC-Keramik eingestreut und anschließend eine Vollspülung mit einer Spülmenge von sechs Litern ausgelöst. Mit jedem Klosettbecken und in jeder der sieben möglichen Einstellungen des Spülkastens wurden fünf aufeinander folgende Ausspülversuche durchgeführt. Nach jeder Spülung wurde mit einer Digitalkamera ein Foto der unbespülten Fläche erstellt. Alle 70 Bilder der Spülversuche wurden anschließend mit einem Programm auf einem PC ausgewertet und damit die unbespülte Fläche der WC-Keramik ermittelt. Die Messwerte der Flächen wurden in zwei Excel-Tabellen zusammengefasst und mit den Prallkräften verglichen.

Anhand dieser Messungen und den daraus folgenden Messergebnissen konnte anschließend eine eindeutige Korrelation zwischen der Prallkraft und der unbespülten Fläche nachgewiesen werden.



**Auswirkungen dezentraler PV-Anlagen auf ein Niederspannungsnetz
Entwicklung eines Beurteilungsverfahrens zur diskriminierungsfreien
Bewertung über den Anschluss an das örtliche NS-Netz unter be-
sonderer Berücksichtigung der Netzstruktur der Stadtwerke Münster**

Thomas Überall B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Professor Dr.-Ing. Andreas Böker
Professor Dr. rer. nat. Lars Heinert

Datum des Kolloquiums:

13. November 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Stadtwerke Münster GmbH



Die Bedeutung von elektrischer Energie und besonders ihre Erzeugung sind zurzeit ein aktuelles Thema in unserer Gesellschaft. Dabei stehen die fossilen und die regenerativen Energien im Fokus. Da die fossilen Energieträger nur endlich vorhanden sind, ist ein weiteres Umdenken in Richtung der regenerativen Energien, wie die Windenergie, die Energie aus Biomasse, die Geothermie, die Energie aus Wasserkraft oder die solare Strahlungsenergie erforderlich.

Durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) hat die Politik schon im Jahre 2000 einen Ansporn gegeben, auf die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu bauen. Im aktuellen EEG steht, dass im Jahre 2020 ein Anteil von 30 % der gesamten Stromerzeugung in Deutschland aus regenerativen Energien geschehen soll. Mit diesem Ziel, stieg die Anzahl der dezentralen Erzeugungsanlagen im Netz weiter konstant an. Grund dafür ist sicherlich, dass diese Stromerzeugung umweltfreundlich ist und die eingespeiste Energie vergütet wird.

Der steigende Anteil von Energien aus dezentralen regenerativen Erzeugungsanlagen, wie Photovoltaikanlagen, verursacht aber auch Probleme im elektrischen Versorgungssystem.

Sie verursachen Netzzrückwirkungen, die die Netzqualität gravierend vermindern können. Verursacher für diese Netzzrückwirkungen sind nichtlineare Verbraucher, Schaltvorgänge von elektrischen Maschinen oder Bauteile aus der Leistungselektronik. Bei PV-Anlagen sticht hier der Wechselrichter hervor, der für die Netzzrückwirkungen verantwortlich ist.

Für den Netzbetreiber sind diese Netzzrückwirkungen nicht wünschenswert, da sie die Allgemeinheit mit einer guten Netzqualität versorgen wollen und müssen. Deshalb ist eine vorherige Kontrolle des Netzanschlusses einer Erzeugungsanlage unerlässlich. Grundsätzlich ist zu sagen, dass der Anschluss von Erzeugungsanlagen an das Netz so erfolgen muss, dass negative Auswirkungen auf den Netzbetrieb und andere Betriebsmittel vermieden werden.

Die Entwicklung eines Beurteilungsverfahrens zur diskriminierungsfreien Bewertung über den Anschluss an das örtliche NS-Netz war der Kern der Bachelorarbeit. Dabei wurde explizit das Netz der Stadtwerke Münster GmbH berücksichtigt.

Für die Entwicklung eines solchen Verfahrens wurde eine PV-Anlage an

einem Verknüpfungspunkt betrachtet.

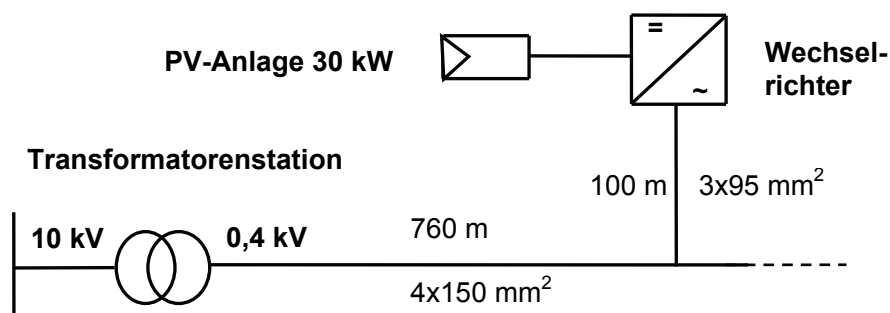


Abbildung 13 Schematischer Aufbau der Netzsituation

In verschiedenen Normen, Gesetzen und Richtlinien sind Vorgaben, Grenzwerte und Formeln für den Fall eines Netzanschlusses vorgegeben. Hier sind die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) und die BDEW-Richtlinien maßgebend.

Als erstes wurde der Netzanschluss auf eventuelle Netzurückwirkungen überprüft. Bei Berechnungen, die eine Kontrolle möglich machen, konnte man erkennen, dass eine Spannungsanhebung und eine schaltbedingte Spannungsänderung die Folgen eines Anschlusses wären. Die Spannungsanhebung könnte zu Überhitzungen von elektrischen Leitungen und Geräten führen. Die schaltbedingte Spannungsänderung könnte zu starken Spannungseinbrüchen führen, die elektrische Geräte negativ beeinflussen können. Die PV-Anlage dürfte demnach nicht an das Netz angeschlossen werden.

In diesem Fall wäre der Netzbetreiber laut EEG verpflichtet das Netz auszubauen und zu optimieren, damit die PV-Anlage angeschlossen werden kann. Dies gilt allerdings nur, wenn der Netzausbau wirtschaftlich zumutbar ist.

Bei der Überprüfung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit des Netzausbaus, werden die Investitionskosten der Anlage sowie die zu erwartenden kumulierten Vergütungen über 20 Jahre mit den kalkulierten Netzausbaukosten verglichen. In dieser Situation, stellte sich heraus, dass der Netzausbau für die Stadtwerke Münster GmbH wirtschaftlich nicht zumutbar wäre. Die Anlage könnte also nicht ans Netz gehen.

Um eine Gesamtübersicht zu erhalten und die Berechnungsergebnisse zu kontrollieren wurde eine Messung am Hausanschluss des Kunden, der die Anlage installieren wollte, durchgeführt. Sollte diese Messung ergeben, dass die Netzqualität schlecht ist, müsste der Netzbetreiber laut seines Versorgungsauftrages handeln und sein Netz ausbauen, um es zu optimieren. Dann könnte eine erneute Kontrolle des Netzanschlusses aus technischer und wirtschaftlicher Sicht erfolgen.

Die Messung ergab, dass die Netzqualität gut ist. Folglich würde ein Anschluss der PV-Anlage die Netzqualität gravierend vermindern. Dies ist nicht im Sinne des Netzbetreibers, da er eine Versorgungspflicht hat, die besagt, dass er jedem Kunden eine gute Netzqualität liefern muss. Letztendlich darf die PV-Anlage nicht angeschlossen werden. Das Beurteilungsverfahren wurde in Excel-Tabellen umgesetzt und steht nun den Stadtwerken Münster GmbH zur Verfügung.

Dipl.-Ing Jens Urbanek

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 06. Oktober 2009

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik



Viele Betreiber und Hersteller von Kälteanlagen wurden durch das Inkrafttreten des Montreal- Protokolls 1987 und des Kyoto- Protokolls 1997 vor eine schwere Entscheidung gestellt, denn durch die gesetzliche Lage, ist es ab dem 01.01.2015 verboten, das HFCKW Kältemittel R22 zu verwenden. Viele Kälteanlagen sind betroffen, da R22 ein weit verbreitetes Kältemittel ist.

Ziel dieser Arbeit war es, Anlagenbetreibern bzw. Besitzern an einem konkreten Beispiel Möglichkeiten darzulegen, wie mit dem Verwendungsverbot umgegangen werden kann.

Im Grunde gibt es drei Möglichkeiten. Zum einen den Weiterbetrieb der Anlage mit dem Kältemittel R22, was für kurze Restlaufzeiten der Kälteanlagen eine preiswerte Alternative darstellt aber auch mit Risiken und Auflagen verbunden ist. Als zweites besteht die Möglichkeit, die Kälteanlage mittels Drop-In- oder Retrofitverfahren, auf ein alternatives Kältemittel umzurüsten. Hierbei kann durch relativ geringe Investitionskosten, eine Anlage auf den Stand der Technik gebracht werden. Als letzte Möglichkeit kann eine Neuanlage in Betracht gezogen werden. Von allen drei Möglichkeiten, stellt die Neuanlage die kostenintensivste Variante dar. Wenn allerdings der Weiterbetrieb oder eine Umrüstung nicht möglich ist, wäre das die einzige Alternative, um dem Verwendungsverbot für R22 Folge zu leisten.

An einem konkreten Beispiel zweier Flüssigkeitskühler der Firma Johnson Controls, habe ich alle Möglichkeiten untersucht und ausführlich dargestellt. Als Ergebnis wurde für dieses Beispiel festgestellt, dass für den Anlagenbetreiber die Umrüstung mittels Retrofitverfahren die ökologischste und wirtschaftlichste Entscheidung ist.

Dipl.-Ing. Maik Vodde

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Christoph Behnen
Datum des Kolloquiums:	15. März 2010
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	Emslandbrüterei Dohren GmbH & Co. KG



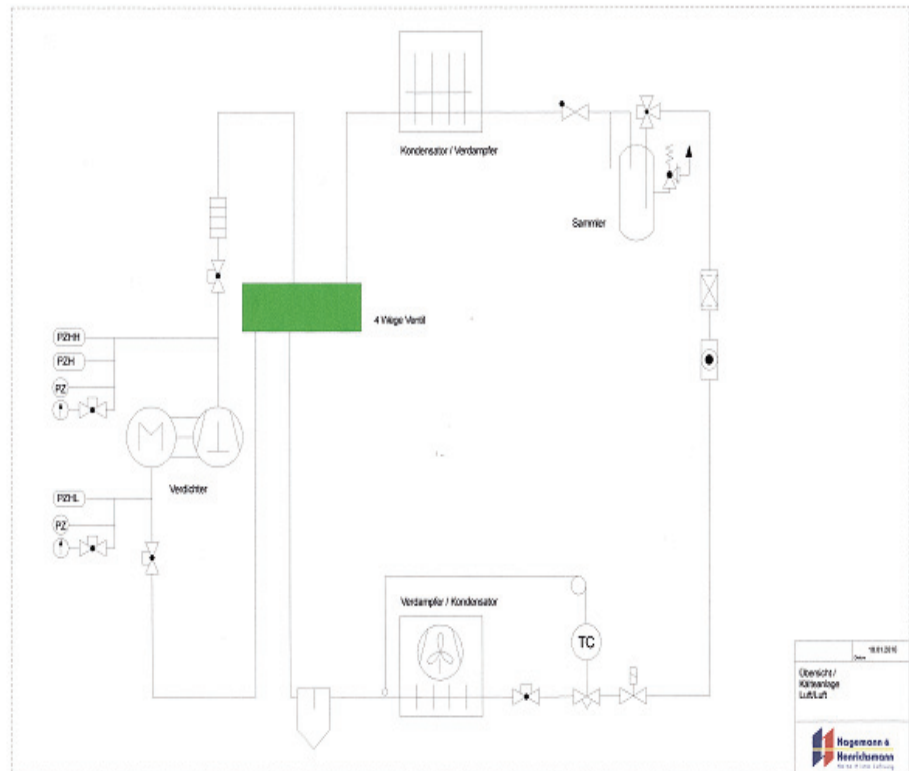
In meiner Diplomarbeit ging es um die Aufdeckung von Einsparpotenzialen und Optimierungsansätzen bezüglich des Energieverbrauches in der Emslandbrüterei Dohren GmbH und Co. KG. Diese ist ein Unternehmen der Rothkötter Gruppe. Die Brüterei wurde 2003 erbaut und bis zum Jahre 2008 in vier Bauabschnitten erweitert. Um alle Produktionsabläufe fehlerfrei gewährleisten zu können, wird sehr viel Energie benötigt. Dadurch, dass die Brüterei in mehreren Abschnitten erbaut wurde, gibt es keine Zeichnung der installierten Technik und so auch keinen Überblick darüber. Durch die Erweiterungen stieg die Anzahl der geschlüpften Küken pro Woche von 400.000 auf 2,3 Millionen. Ansporn für diese Diplomarbeit war der enorme Energieverbrauch der Brüterei.

Ziel der Diplomarbeit war, durch eine ausführliche Aufnahme der Technik mittels einer CAD- Zeichnung einen Überblick über die gesamte Technik der Brüterei zu bekommen und anschließend ausgewählte Anlagenteile zu bewerten sowie zu optimieren. Durch die Optimierungsansätze sollten der Energieverbrauch und so auch die Energiekosten gesenkt werden. Dabei war darauf zu achten, dass die Optimierungsvorschläge keine Auswirkungen auf den Produktionsablauf haben durften.

Als erstes wurden die CAD-Zeichnungen mit jeglichen in der Emslandbrüterei installierten Rohrleitungen und allen anderen Einbauten erstellt. Nachdem bzw. währenddessen stellte sich heraus, dass die vorhandene Rohrisolierung zum großen Teil nicht dem neuesten Stand der Technik entspricht. Für die Berechnungen wurde die VDI 2055 „Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der Gebäudetechnik“ zu Grunde gelegt. Diese ergaben, dass sich eine Erneuerung bzw. Ausbesserung der Isolierung nach knapp zweieinhalb Jahren amortisieren würde.

Als weitere Optimierungsmaßnahme wurde der mögliche Einsatz einer Abluftwärmepumpe beispielhaft für das ganze Gebäude zunächst in einem Technikboden berechnet. Anstoß zu dieser Berechnung war die fehlende Wärmerückgewinnung bei allen in der Emslandbrüterei installierten Lüftungsgeräten. Es wurde früher schon überlegt, konventionelle Wärmerückgewinnungssysteme, wie Kreuzstromwärmetauscher, zu installieren. Aufgrund der hohen Hygieneanforderungen wurden solche Systeme nicht realisiert, weil es dadurch zu einer Vermischung der reinen Zuluft mit der unreinen Abluft kommen könnte. Dies könnte den Tod mehrerer Millionen Küken und damit hohe wirtschaftliche Auswirkungen bedeuten.

Es wurde eine Kompressionswärmepumpe mit einer Wärmeleistung von 45 kW ausgewählt. Dadurch entsteht ein Investitionsvolumen von 28.450 €, es werden aber jährlich 7.500 € an Energiekosten eingespart. Der Einsatz einer solchen Wärmepumpe würde sich somit in etwa dreieinhalb bis vier Jahren amortisieren. Hochgerechnet auf die vier in der Emslandbrütereier vorhandenen Technikböden könnten durch den Einsatz solcher Wärmepumpe circa 30.000 € an Energiekosten pro Jahr eingespart werden.



Schema der geplanten Wärmepumpe

Als Fazit dieser Diplomarbeit hat sich herausgestellt, dass sich eine Investition in neue Technologien bzw. in Energie einsparenden Maßnahmen im Falle der Emslandbrütereier Dohren positiv auszahlen würde.

Dipl.-Verw.-Wirtin Dipl.-Ing. Nina Voßwinkel M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Prof. Dr.-Ing. Rainer Mohn

Datum des Kolloquiums:

26. März 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

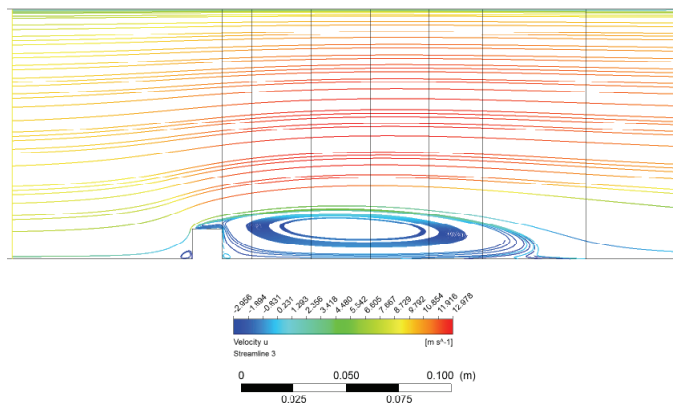
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Wasserbau und Wasserwirtschaft



Messkampagnen zur Erfassung des Durchflusses in Kanalnetzen, Kläranlagen und Gewässern bilden eine entscheidende Grundlage für siedlungswasserwirtschaftliche Planungen. Eine fehlende Genauigkeit der Messungen, ausgelöst durch eine Vielzahl von systematischen und zufälligen Einflüssen, kann beispielsweise bei Verwendung zur Kalibrierung eines Niederschlags-Abfluss-Modells zu Fehlplanungen von wasserwirtschaftlichen Anlagen führen. Insbesondere der zur Messung verwendete Sensorkörper bildet einen Störkörper in der Strömung und hat einen Einfluss auf die Güte der Messung und damit auf die Genauigkeit im Rahmen der Durchflussermittlung.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde untersucht, inwieweit die Genauigkeit des eingesetzten Verfahrens von den hydraulischen Randbedingungen einer Messung abhängig ist. Die hierzu notwendigen Daten wurden nicht anhand eines physikalischen Modells gewonnen, sondern mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation (= Computational Fluid Dynamics, CFD) erzeugt. Die numerische Strömungssimulation kann hierbei einen entscheidenden Beitrag zur Identifizierung von möglichen, systematischen Fehlerquellen bei der Durchführung von Messkampagnen leisten.

Die Arbeit gliedert sich thematisch in zwei Studien. Die Vorstudie diente der Auswahl eines geeigneten Turbulenzmodells sowie einer problemangepassten Netzauflösung im Hinblick auf die sich anschließende Hauptstudie. Hierzu wurde die Überströmung einer quadratischen Schwelle numerisch simuliert und mit Messdaten eines physikalischen Modells verglichen.



Darstellung der Überströmung der quadratischen Schwelle in Form von Stromlinien

Die Hauptstudie beschäftigte sich mit dem Verfahren zur Durchflussermittlung mittels korrelativer, sohlgebundener Ultraschallmessung und insbesondere mit der Umströmung eines eingebrachten Sensorkörpers. Zur Ermittlung des Durchflusses existiert kein Messverfahren, welches den Durchfluss als direktes Messergebnis liefert. Er ist lediglich indirekt und zwar nach der Messung verfahrensspezifischer Größen und der Aufstellung einer mathematischen Beziehung, dem sogenannten Messmodell, berechenbar. Die Berechnung des Durchflusses basiert auf der mittleren Geschwindigkeit und der sich aus der Wasserstandsmessung ergebenden durchflossenen Querschnittsfläche. Beide Werte sind mit Unsicherheiten behaftet. Die Studie untersuchte die Frage, ob die Berechnung des Durchflusses durch mögliche Einflussfaktoren und insbesondere durch den Sensorkörper als Störkörper in der Strömung auf die beiden vorgenannten Werte verfälscht werden kann.

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. und Bild 2 zeigen beispielhaft den Einfluss des Sensorkörpers auf die Höhe des Wasserspiegels sowie auf die Ausbildung von Sekundärströmungen.

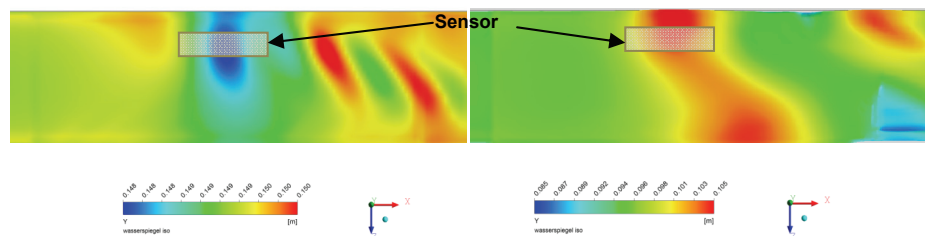


Bild 2: Darstellung der Wasserspiegeloberfläche als Konturplot der Höhe; links: strömender Abfluss; rechts: schießender Abfluss

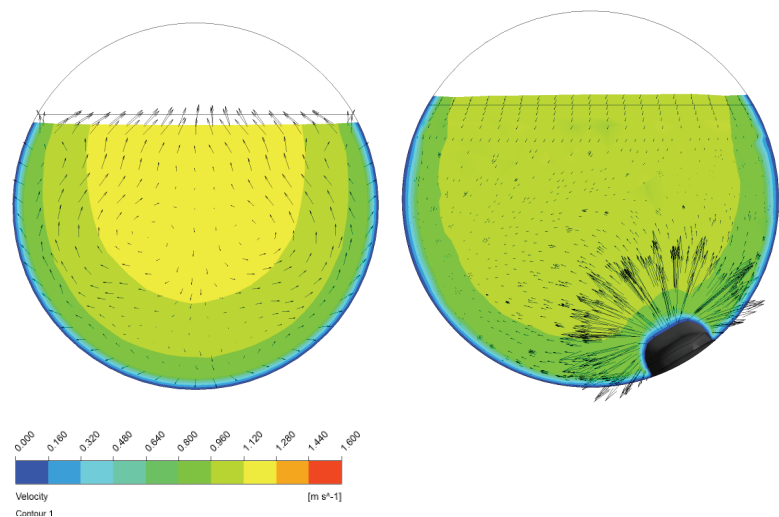


Bild 3: Darstellung der Sekundärströmungen als Vektoren sowie der Geschwindigkeiten als Isolinien; links: ohne Sensorkörper; rechts: mit Sensorkörper

Die Hauptstudie der Masterarbeit zeigte, dass die Frage, ob in Strömungen eingebrachte Sensoren das Ergebnis ihrer eigenen Messung verfälschen, nicht pauschal mit Ja oder Nein beantwortet werden kann. Grundsätzlich gilt hier: Ja, aber nur unter gewissen Modalitäten.

Die dargestellten Arbeiten sind Bestandteil des vom BMBF geförderten F/E-Vorhabens „Genauigkeit von Durchflussmessungen (GENAU)“ (FKZ: 1768X07).

Norman Wander B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Thomas Rullik
Datum des Kolloquiums:	22. September 2009
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	Essent Energie Gasspeicher GmbH, Gronau-Epe



Die Notwendigkeit einen Erdgasspeicher zu betreiben, folgt aus dem Verhältnis zwischen Erdgasproduktion und -verbrauch. Die Produktion des Erdgases ist ein kontinuierlicher Prozess, wohingegen der Bedarf auf der Seite des Verbrauchers sowohl **saisonal** als auch **tageszyklisch** variiert. Zum Ausgleich dieser Unregelmäßigkeiten werden Erdgasspeicher betrieben, sodass das Erdgas bei geringer Nachfrage zwischengespeichert und dem Markt in Spitzenzeiten erneut zugeführt werden kann.

Das Zwischenspeichern des Erdgases findet in sogenannten Kavernenspeichern statt. Diese befinden sich im circa 1200 Meter tiefen Salzgestein. Die Salzgesteinsschicht hat die Eigenschaft das Erdgas poren dicht einzuschließen. Dadurch ist es möglich, das Erdgas in Kavernen einzulagern. Um die einzuspeichernden Volumina an Erdgas in die Kavernenspeicher befördern zu können, muss das Erdgas zuvor verdichtet werden. Beim Ausspeichern muss das Erdgas wieder entspannt werden, wobei die Gas-temperatur stark abnimmt. Dieses physikalische Phänomen wird „Joule-Thomson-Effekt“ genannt. Um diesem Verhalten vorzubeugen, muss das aufzuspeichernde Erdgas vor dem Entspannen vorgewärmt werden.

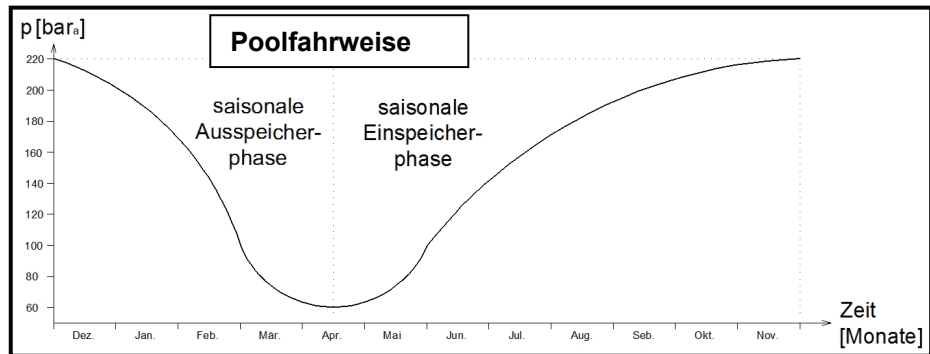
Der Prozess des Ein- und Ausspeicherns ist demnach mit einem gewissen Aufwand an Energie verbunden. Beim **Einspeichern** wird Energie in Form von elektrischem Strom für den Betrieb der Kompressoren benötigt. Beim **Ausspeichern** ergibt sich ein Energieaufwand durch den Einsatz der Vorwärmanlage in Form von Brenngas für den Betrieb der Heizkessel.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Teil dieser zum Ein- und Ausspeichern benötigten Energie einzusparen, indem eine veränderte Fahrweise der einzelnen Kavernen simuliert wird. Dabei soll die berechnete Verdichterleistungsaufnahme der bisherigen „**Poolfahrweise**“ – Druckausgleich zwischen den einzelnen Kavernen während des Ein- und Ausspeicherns – und die der zu untersuchenden „**Clusterfahrweise**“ – zwei unterschiedliche Druckniveaus der in Cluster eingeteilten Kavernen – miteinander verglichen werden. Des Weiteren wird die berechnete Vorwärmannergie beider Fahrweisen gegenübergestellt. Darüber hinaus wird die Konvergenzveränderung – Hohlraumverkleinerung der ausgesolten Kaverne aufgrund des viskoplastischen Werkstoffverhaltens des Salzes unter dem Gebirgsdruck – der unterschiedlichen Fahrweisen betrachtet.

Grundsätzlich gilt es zunächst, den tageszyklischen und saisonalen Betrieb der Verdichter-Entnahme-Station zu unterscheiden.

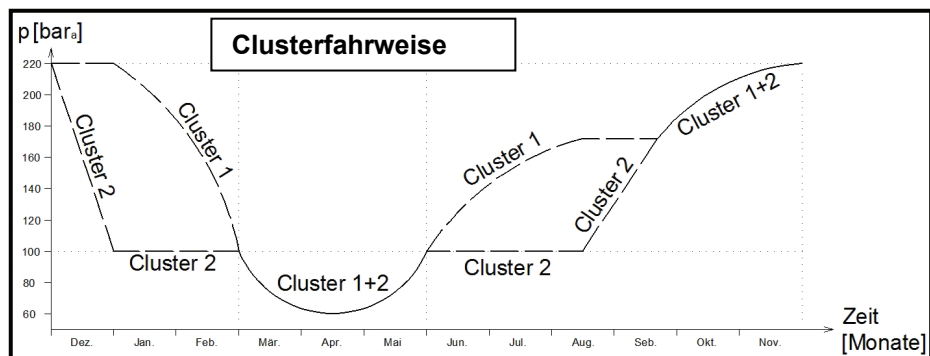
- **Tageszyklischer Betrieb:**
Das Erdgas wird vorwiegend nachts eingespeichert, da zu diesem Zeitpunkt nur eine geringe Erdgasnachfrage auf der Verbraucherseite besteht. Tagsüber steigt jedoch der Bedarf an und das Erdgas muss wieder ausgespeichert werden.
- **Saisonaler Betrieb:**
Über das ganze Jahr betrachtet wird im Sommer aufgrund des geringeren Bedarfs mehr Erdgas ein- als ausgespeichert. Im Winter dagegen herrscht eine sehr große Nachfrage. Die über das Jahr eingespeicherten Gasmengen müssen nach und nach wieder ausgespeichert werden, um den nötigen Bedarf decken zu können.

In der saisonalen Ausspeicherphase wird täglich mehr Erdgas aus- als eingespeichert, wodurch das in den Kavernen enthaltene Erdgasvolumen immer weiter abnimmt. Damit verbunden ist ein stetiges Absinken des Kavernenkopfdruckes, wie es in der nachstehenden Abbildung erkennbar wird. Der umgekehrte Fall ist während der saisonalen Einspeicherphase zu beobachten.



Die zu untersuchende Clusterfahrweise sieht vor, das Cluster 2 (zwei Kavernen) und das Cluster 1 (vier Kavernen) unabhängig voneinander zu betreiben. Da das Cluster 2 volumenmäßig kleiner ist als der gesamte Kavernenpool (alle sechs Kavernen), lässt sich der Kavernenkopfdruck des Clusters 2 schneller absenken als bei der Poolfahrweise.

Dieser niedrigere Kavernenkopfdruckverlauf hat einen geringeren Verdichterausgangsdruck zur Folge, wodurch die Verdichterleistungsaufnahme verringert wird. Die damit verbundene Kostenersparnis in Form von elektrischem Strom ist Hauptaugenmerk der Abschlussarbeit.



Marco Wedekind B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Lars Richter

Datum des Kolloquiums:

12. Januar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Bei dieser Bachelorarbeit wird die Fragestellung bearbeitet, ob es sich lohnt im innerstädtischen Bereich von Münster die Gasrohre mit Kathodischem Korrosionsschutz nachträglich zu schützen.

Da in diesem Stadtbereich sehr viele Altbestände an Rohren verbaut sind, ist es nützlich deren Lebenserwartung zu verlängern. Die angrenzenden Gebiete sind schon seit einigen Jahren KKS geschützt und daher sollte dieser Bereich noch nachgerüstet werden.

Im innerstädtischen Bereich ist hauptsächlich Kopfsteinpflaster als Bodenbelag verbaut. Durch Bauarbeiten an den Rohrleitungen werden somit höhere Kosten entstehen als in anderen Stadtgebieten. Somit erhofft man sich durch den Schutz mit KKS die Störanfälligkeit durch Korrosion zu reduzieren, um so die laufenden Kosten für das Gasnetz gering zu halten. Das Nachrüsten des Gebietes ist schon geplant und soll durch die Ergebnisse noch mal abgesichert werden.

Das Innerstädtische Gebiet wurde in 12 Teilbereiche aufgeteilt und wird in den kommenden Jahren nachgerüstet.

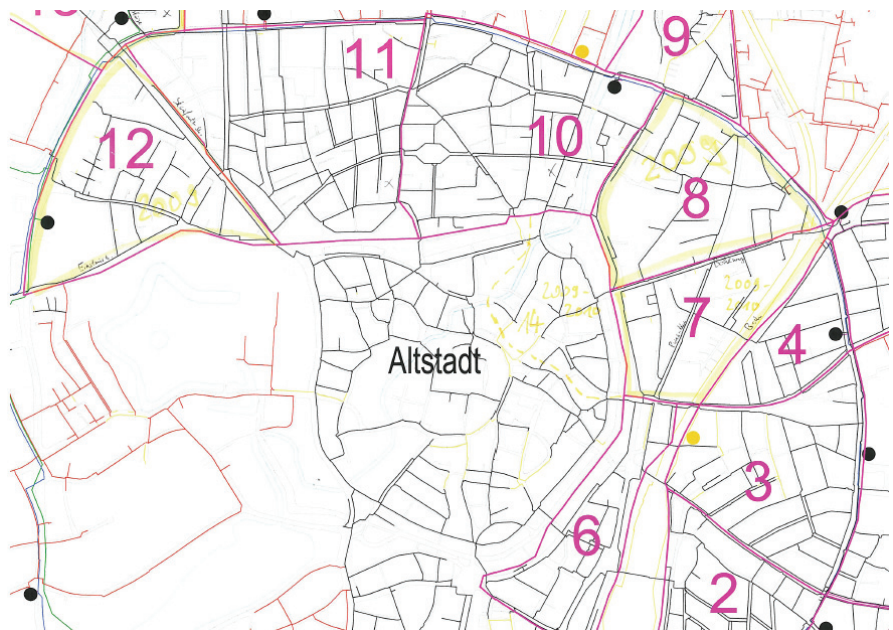


Abbildung 1 KKS Plan mit Nummerierung

Im ersten Schritt wurde eine Bestandsaufnahme der Rohrdimensionen und des Typs aufgenommen und untereinander auf die Störfrequenz und die Gesamtlänge hin untersucht.

Des Weiteren wurde eine Baujahraufstellung und deren Lebenserwartung der Rohre aufgestellt.

Es wurde angenommen, dass durch das nachträgliche Nachrüsten von KKS die Störfrequenz des Gasrohrsystems reduziert und somit Kosten für anfallende Störungen eingespart werden.

Die relevanten Dimensionen wurden ermittelt und die Einsparmöglichkeit mit den Neuverlegekosten verglichen.

Durch den Kathodischen Korrosionsschutz werden die Investitionskosten um ungefähr 50 Jahre nach hinten verschoben. Daraus ergeben sich jährliche Einsparungen die mit den Investitionskosten und den Einsparungen durch die verminderten Störungen verglichen werden.

Somit konnte eine Amortisationszeit von knapp 15 Jahren ermittelt werden, nach der sich das Nachrüsten mit KKS gegen die Neuverlegekosten amortisiert.

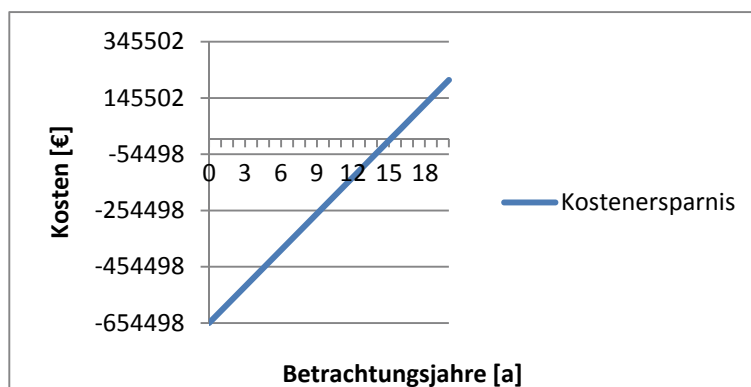


Abbildung 2 Amortisationszeit

Daniel Wehmeier B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 01. Oktober 2009

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik



„Ich weiß was ich machen muss damit es funktioniert. Die physikalischen Hintergründe müssen die Fachleute ergründen.“

Dieser Ausspruch von Herrn Albert Bauer aus dem Jahr 2008 gab den Anstoß zu wissenschaftlichen Untersuchungen an dem von ihm konzipierten und patentierten Lüftungssystem mit der „Bauer-Regelung“. Die Bauer Optimierungstechnik GmbH & Co. KG mit Sitz in München verspricht einerseits hohe energetische Einsparungen, andererseits aber auch ein erheblich angenehmeres Raumklima gegenüber einem herkömmlichen Lüftungssystem. Diese Eigenschaften sollen im Wesentlichen durch einen von Bauer konfigurierten Regelbaustein erreicht werden - ein Regelbaustein den Bauer konzipiert, ihn regelmäßig konfiguriert und erfolgreich in seinen zahlreichen Referenzprojekten einsetzt.

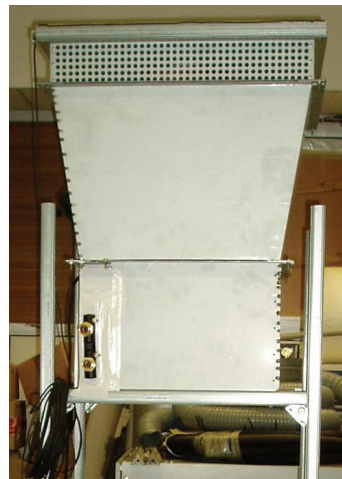
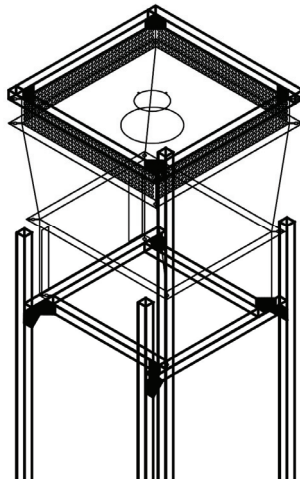


Abbildung: Konstruktionszeichnung und Versuchsstand

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde an vorhergehende wissenschaftliche Untersuchungen der Bauer Optimierungstechnik angeknüpft. Es wurde ein Versuchstand zur zukünftigen Untersuchung von instationären Raumluftrömungen aufgebaut, der in Laboruntersuchungen klären soll, ob das Geheimnis von Behaglichkeit und Energieeinsparung durch instationäre Zustände hervorgerufen wird.

Der Versuchstand ist für den Betrieb im adiabaten Prüfraum der Fachhochschule ausgelegt. So sollen spätere Messungen weder durch Undichtigkeiten des Raumes, noch durch unkontrollierte thermische Zustände irritiert werden. Hieraus ergibt sich allerdings die Problematik, dass die Durchdringung der Wände dieses dichten Raumes nur schwer möglich ist. Die Installation eines Lüftungsgerätes mit Zu- und Abluftkanal scheid somit aus. Der Versuchstand stellt sich deshalb als Umluftgerät dar, welches die Luft im Wechsel kühlt oder erhitzt.

Die Raumluft wird durch einen Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln axial von unten durch den Wärmeübertrager angesaugt und radial unterhalb der Decke verteilt. Hierbei entsteht ein typisches Strömungsbild eines Drallauslasses. Dargestellt wird dieser Auslass durch ein Kanalstück, das in seinen Wänden rundherum perforiert ist. Der unterhalb der Decke angeordnete Radialventilator wurde als Ventilator mit EC-Motorentchnik ausgeführt. Dieser Gleichstrommotor ist nicht nur energiesparend, sondern lässt auch eine stufenlose Drehzahlsteuerung zu. Dadurch ist der Versuchstand bei späteren Messungen auch ohne Frequenzumformer flexibel einsetzbar.

Der Wärmeübertrager wird im unteren Bereich des Versuchstandes angeordnet. Die Besonderheit liegt darin, dass dieser Wärmeübertrager im Wechsel mit kaltem und warmem Wasser durchströmt wird. Hierfür wurde eine spezielle hydraulische Schaltung aufgebaut, die in kurzer Zeit zwischen der Warm- und Kaltwasserversorgung umschalten kann.

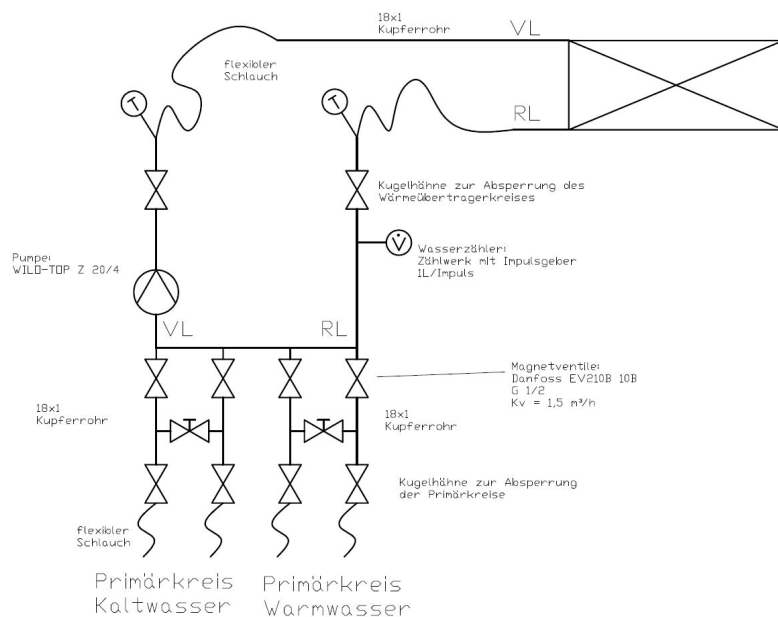


Abbildung 3: Hydraulische Schaltung

Der Wechsel zwischen Kühlen und Heizen erzeugt einen Luftstrom, der sich in seiner Temperatur kontinuierlich ändert. Durch die unterschiedlich temperierte Luft und variierende Ventilator Drehzahlen, sollen bei späteren Untersuchungen instationäre Strömungszustände im Raum entstehen.

Dipl.-Ing. Frank Weiland M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

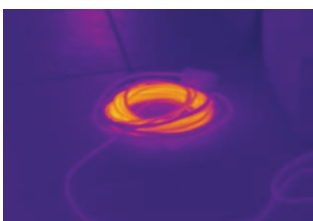
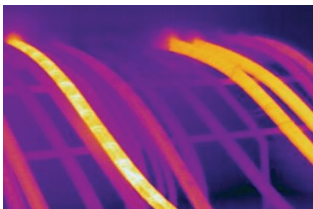
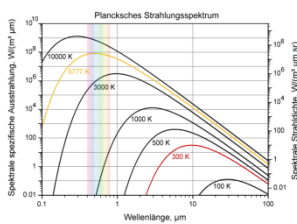
Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Prof. Dr. Christian Jänig

Datum des Kolloquiums:

01. Februar 2010

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

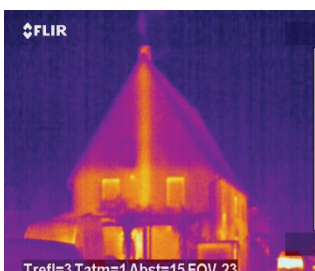
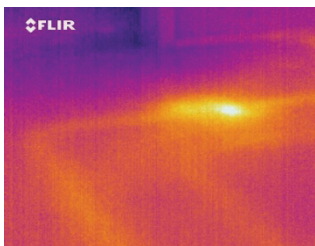
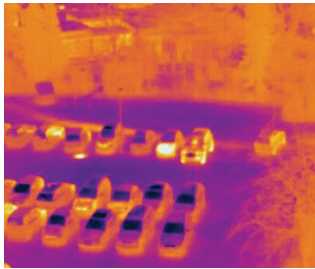
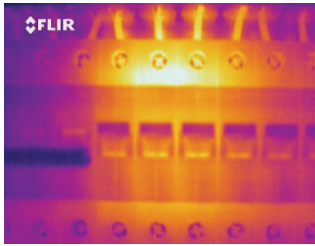
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



Steigende Energiepreise einerseits, gesetzliche und gesellschaftliche Anforderungen an Klimaschutzstrategien andererseits stellen viele Unternehmen vor neue Herausforderungen. Die Einführung eines Energiemanagements und eine optimale Nutzung dieses neuen Managements werden ökonomisch und ökologisch gratifiziert. Bei Einführung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen gilt es, Aufwand und Ergebnis vorab in effiziente Relationen zu setzen. Hierbei könnte die Thermografie ein bewährtes, ökonomisch effektives und zielführendes Investment sein. Diese Arbeit untersucht, inwieweit die Erfolge, die bei thermografischen Verfahren bereits in anderen Bereichen erzielt wurden, auch auf den Bereich des Energiemanagements übertragen werden können. Dabei steht insbesondere im Fokus, ob die komplexe Schwachstellenanalyse und deren Systematik auch auf gewerbliche und insbesondere industrielle Verfahren, Anlagen und Gebäude übertragen werden können. Diese Arbeit soll ebenfalls auf die Komplexität der Erstellung und Bewertung von Infrarotaufnahmen eingehen. Was ist zu beachten? Welche Fehler sind zu vermeiden? Es soll untersucht werden, welche Rolle der Thermografie als Analysewerkzeug zukommt, und ob durch eine gezielte Anwendung und Auswertung der thermografischen Aufnahmen Effizienzsteigerungen im Rahmen des Energiemanagements möglich sind.

Das Anforderungsprofil an ein zeitgemäßes Energiemanagement ist vielschichtig. Ein effizientes Energiemanagement ist nicht beschränkt auf einen bestimmten Energieträger, einen bestimmten Anwendungsbereich (Prozess, Infrastruktur) oder einen bestimmten Teil der „Wertschöpfungskette“ (Versorgung, Bedarf). Ein effizientes Energiemanagement erfordert eine ganzheitliche Betrachtung und erstreckt sich über zwei verschiedene Bereiche die sich gegenseitig beeinflussen. Neben der operativen Ebene stehen strategische Entscheidungen im Vordergrund. Um das erforderliche Wissen dafür an der richtigen Stelle zeitnah zur Verfügung zu stellen, ist ein geeignetes Informationssystem notwendig. Der Einsatz von Thermografie kann die notwendigen Daten bereitstellen, die in einem Energiemanagement genutzt werden können oder auf deren Basis ein Energiemanagementsystem aufgebaut werden kann.

Bei der Thermografie handelt es sich um ein berührungsloses Temperaturmessverfahren. Dadurch sind Messungen auch an spannungsführenden, sehr heißen oder unzugänglichen Objekten möglich. Aufgrund der berührungslosen Messung findet keine Beeinflussung des Messobjekt oder des Prozesses zum Beispiel durch den Messfühler statt. Die Thermografie ist ein



schnelles Messverfahren; die Messungen erfolgen in Echtzeit mit 50 Bildern pro Sekunde. Das Messverfahren ist sehr genau (bis $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ und reproduzierbar bis $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) Durch die bildgebende Darstellung erhält man flächenhafte Temperaturinformationen mit einer hohen Temporauflösung. Neben den physikalischen Grundlagen wie dem Spektrum der elektromagnetischen Strahlung und den Strahlungsgesetzen von Planck, Wien und Kirchhoff wird in der Arbeit auch auf die Systembedingungen wie den Emissionsgrad, Absorption, Reflexion und Transmission eingegangen. Es werden die Kameratechnik und die Messwerterfassung sowie messtechnische Besonderheiten betrachtet und erläutert. Nach Hinweisen zu Analyse- und Auswertetechniken und zur Interpretation der Aufnahmen folgen Beispiele zur den möglichen Einsatzbereichen für die Thermografie.

Im Industriesektor kann die Wärmebildtechnik als wertvolles Diagnoseverfahren im Bereich der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung eingesetzt werden. Durch die Entdeckung von Anomalien, die für das bloße Auge meist unsichtbar sind, ermöglicht die Thermografie die Durchführung von Korrekturmaßnahmen, bevor es zu teureren Systemausfällen an Anlagen und Produktionsprozessen, bzw. zu Regressansprüchen oder Sanierungsmaßnahmen kommt. Es wird unter anderem auf die Einsatzbereiche im Instandhaltungsmanagement, der Anlagentechnik, der Qualitätskontrolle sowie bei der Betriebs- und Prozesskostensenkung eingegangen.

Im Bereich der Elektrotechnik ermöglicht es die Thermografie, Temperaturen unter realen Betriebsbedingungen zu ermitteln, in einem sicheren Abstand von gefährlichen Anlagenteilen, ohne Abschaltung der angeschlossenen Verbraucher. Es werden Einsatzbeispiele aus der Überwachung von Anlagen, Freileitungen, Transformatoren und Unterverteilungen dargestellt, weiterhin wird auf die Schwachstellensuche und Analyse sowie den vorbeugenden Brandschutz eingegangen. Für die Bauthermografie wird unter anderem auf die Gebäudediagnostik, Leckortung, Wärmebrücken, Luftdichtheit, Feuchtigkeit und Schimmelbefall sowie Energieverlustanalysen, Denkmalschutz und Bauphysik eingegangen. Schließlich erfolgen Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit, Kosten, Ersparnis, Amortisation und CO_2 -Bilanz.

Die Thermografie kann im Rahmen eines Energiemanagementsystems eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle sowie nachhaltige Technik sein. Sie ermöglicht schnelle Fehler- und Effizienzanalysen im laufenden Prozess. Sie gibt klare Hinweise auf mögliche Prioritäten in der Instandhaltung, in der Optimierung sowie bei Investitionsentscheidungen. Sie bietet zudem die Möglichkeit, die Anlagentechnik und vor allem Steuerung im laufenden Prozess zu optimieren. Die Verfahren, die in der Bauphysik und Gebäudesanierung bereits seit Jahren erfolgreich erprobt und evaluiert sind, können in ihrer Systematik auf die Prozesse im Energiemanagement übertragen werden. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass es dabei sinnvoll ist, für die verschiedenen Einsatzbereiche ein in das Management integriertes Thermografie-Management zu entwickeln, worin Einsatzstrukturen, Reihenfolgen und Überwachungsintervalle sowie die Dokumentation der Ergebnisse genau definiert werden. Der besondere Vorteil besteht darin, dass Thermografie sowohl zur Unterstützung einzelner Prozessschritte als auch zur Optimierung von kompletten Verfahren genutzt werden kann, Dadurch sind gezielte Optimierungsmaßnahmen möglich die dann die gewünschten Effizienzsteigerungen zur Folge haben.

Dipl.-Ing. Stefan Wollmerstädt

Erstprüfer: Herr Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
 Zweitprüfer: Herr Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums: 30. Juni 2009

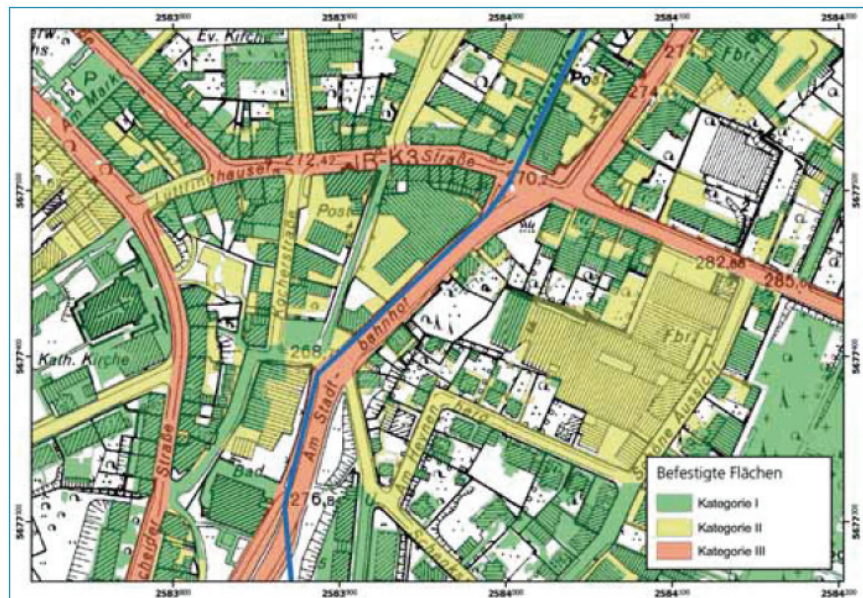
Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

In Kooperation mit: IKT Gelsenkirchen



Seit Mai 2004 bestimmen veränderte Rahmenbedingungen den Umfang der Niederschlagswasserbehandlung in Nordrhein-Westfalen (NRW). Mit der Einführung des allgemein als „Trennerlass“ bezeichneten Runderlasses „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ vom 26.5.2004 als allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T) sind öffentliche Kanalnetzbetreiber mit einer Trennkanalisation in NRW dazu verpflichtet nach § 57 Abs.1 Landeswassergesetz (LWG) Nordrhein-Westfalen (NRW) die dort formulierten Anforderungen umzusetzen.

Für die Behandlung von Niederschlagswasser können zentrale, semizentrale und dezentrale Niederschlagswasserbehandlungsanlagen (NwBa) eingesetzt werden. Es erfolgt eine Einteilung der versiegelten Flächen nach der Behandlungsbedürftigkeit des dort anfallenden Niederschlagswassers in Kategorien.



Hieraus ergeben sich Flächen mit unbelastetem, schwach belastetem und stark belastetem Niederschlagswasser. Grundsätzlich entstehen die Verschmutzungen durch den Kontakt des Niederschlagswassers mit unreinigten Oberflächen wie Straßen, Hof- und Parkflächen sowie Dachflächen.

Bei den Verschmutzungen handelt es sich hauptsächlich um abfiltrierbare Stoffe (AFS), organische Stoffe, Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und Schwermetalle (SM).

Aufgrund dieser lokalen Einschränkung der verschmutzten Oberflächen bietet sich der Einsatz dezentraler Niederschlagswasserbehandlungsanlagen an, für die der Markt unterschiedliche Systeme bereithält.

Jedoch gibt es derzeit Unsicherheiten der Netzbetreiber hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, des Betriebsverhaltens und des Betriebsaufwandes beim Einsatz von dezentralen NwBa. Deshalb sollen im Rahmen eines vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalens (MUNLV NRW) finanzierten Projektes die derzeit auf dem Markt befindlichen dezentralen Anlagen zur Reinigung von Niederschlagswasser auf ihre quantitative und qualitative Leistungsfähigkeit hin untersucht werden.

Vor diesem Hintergrund ist am IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur ein Konzept für eine Prüfanlage zur Durchführung von Laborversuchen entwickelt worden.

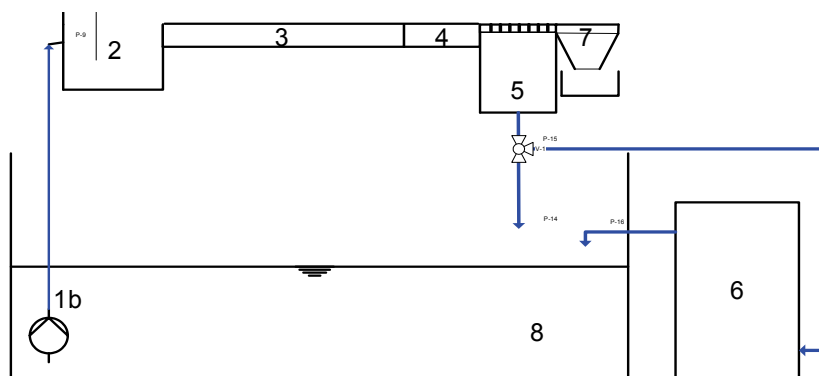


Bild 2: Prüfanlage – Grundaufbau

1b: geregelter Wasserzulauf über eine Pumpe aus dem Vorlagebehälter

2: Beflutungsmodul mit Tauchwand

3: Beflutbare „Straßen“-Oberfläche

4: Adapterstück zum Anschluss an Straßenabläufe(5)

5: Straßenablauf zum Einbau dezentraler NwBa

6: Dezentrale NwBa, Beschickung über eine Rohrleitung aus 5

7: Überlaufsammeltrichter

11: Vorlagebehälter mit Pumpe für einen geregelten Wasserzulauf

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden folgende Teilaufgaben bearbeitet:

- Literaturrecherche zu den Themen Niederschlagswasserbehandlung, Verfahrens- und Messtechnik zur Umsetzung in der Prüfanlage
- Entwicklung und Planung der Prüfanlage mit den Schwerpunkten hydraulisch Prüfung sowie Prüfung auf abfiltrierbare Stoffe, Schwermetalle und mineralischen Kohlenwasserstoffe (MKW).
- Zusammenfassende Darstellung des Konzepts der Prüfanlage

Die Prüfanlage befindet sich seit Ende 2009 im Aufbau und wird im Frühjahr 2010 in Betrieb gehen.

Dipl.-Ing. Martin Wortel

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Berthold Diejakobs

Datum des Kolloquiums:

27. November 2009

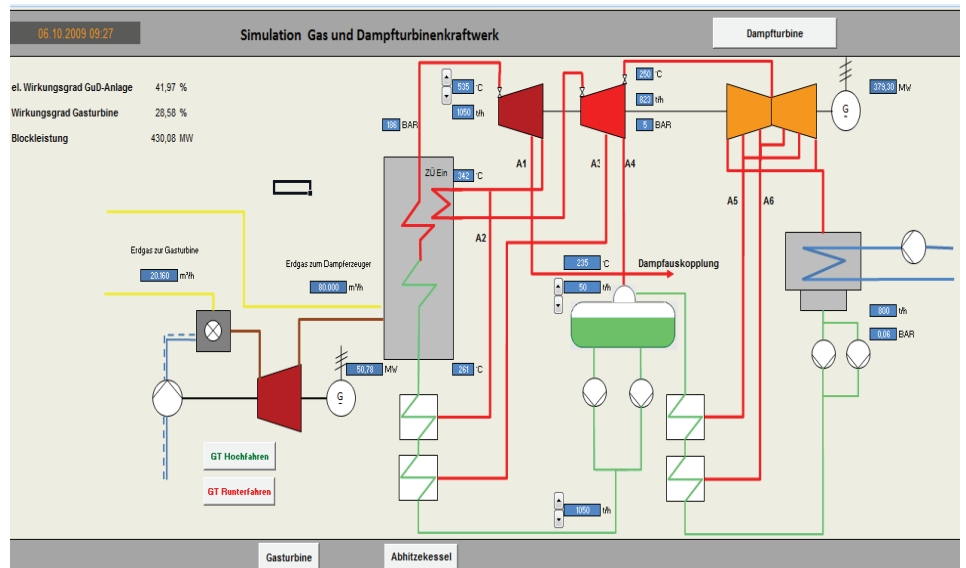
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft



In der vorliegenden Arbeit wird ein reales Gas- und Dampfturbinenkraftwerk mit Hilfe von „Microsoft Excel“ simuliert. Die Berechnungen sind so aufgebaut, dass alle wesentlichen Kraftwerkskomponenten einzeln mit den dazugehörigen realen Prozessparametern durchgerechnet werden. Um einen geschlossenen Dampfkraftprozess zu erhalten, werden die Ergebnisse der jeweiligen Kraftwerkskomponenten anschließend miteinander verknüpft. Des Weiteren werden mit der objektorientierten Programmiersprache „Visual Basic“ Steuerelemente eingefügt, mit denen sich Prozessparameter verändern lassen. Auf diese Weise ist es möglich, eine Vielzahl von Betriebsvarianten darzustellen.

Ziel der Arbeit ist es, mit der thermodynamischen Auslegung der einzelnen Kraftwerkskomponenten ein Simulationsprogramm zu erstellen, das den wesentlichen Dampfkraftprozess eines realen Kraftwerks anschaulich und verständlich darstellt. Darüber hinaus gibt das Programm den Studierenden einen ersten Einblick in die Kraftwerkstechnologie.



Im Schaltfeld „Blockschaltbild“ sind alle wesentlichen Kraftwerkskomponenten mit ihren typischen Prozessparametern visuell dargestellt. So hat der Benutzer schnell einen genauen Überblick über die gesamte Anlage und kann durch verschiedene Schaltflächen die Simulation starten. Die in der dunkelgrauen Fuß- bzw. Kopfzeile integrierten Schaltflächen führen direkt zum Berechnungsverlauf der jeweiligen Kraftwerkskomponenten.

Auswahl der Wärmeversorgungsanlage der Gelsenwasser AG, Betriebsstelle Issum, auf Basis von Simulationsrechnungen

Dipl.-Ing. Necdet Yücel

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Uwe Haferkamp
 Datum des Kolloquiums: 31. August 2009
 Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Haus- und Energietechnik



Für das Energieversorgungsunternehmen GELSENWASSER AG sollte für den anstehenden Neubau geprüft werden, welche Möglichkeiten von Wärmeerzeugeranlagen sich für einen wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Betrieb des Objektes bieten.

Die Betriebsstelle Issum wurde mit dem Computersimulations-Programm DesignBuilder als Gebäudemodell mit den realen, gebäudespezifischen Daten erarbeitet. In dem Berechnungsprogramm EnergyPlus, welches in DesignBuilder die Berechnungen ausführt, wurden für das Gebäude die Heizlast und der Jahres-Wärmebedarf anhand der Gebäudesimulation berechnet.

Nach Abschluss der Berechnungen in DesignBuilder wurden verschiedene Wärmeerzeuger-Varianten wie z. B. Brennwertkessel mit Blockheizkraftwerk-Anbindung und Brennwertkessel mit Wärmepumpen-Anbindung ausgewählt und ihre spezifischen Kenndaten wie z. B. Brennstoffverbrauch, Hilfsenergieverbrauch, CO₂-Ausstoß usw. für die Deckung des Gesamt-Wärmebedarfs erarbeitet.

Unter Berücksichtigung der staatlichen Förderungen für die Nutzung regenerativer Energien, wurde für jede einzelne Wärmeerzeuger-Variante nach VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit Gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen der Kostenberechnung“ die Gesamt-Annuität berechnet.

Die Gesamt-Annuität einer Wärmeerzeugeranlage gibt den durchschnittlichen Betrag an, der jährlich für Anschaffung, Instandsetzung, Wartung und Betrieb über den gesamten Betrachtungszeitraum der Anlage, aufgewendet werden muss.

Anschließend wurde in der Gegenüberstellung der Wärmeerzeuger-Varianten, die Energieverbräuche und die jährlichen kapitalgebundenen, bedarfsgebundenen, betriebsgebundenen Zahlungen, sowie die Gesamt-Annuität miteinander verglichen.

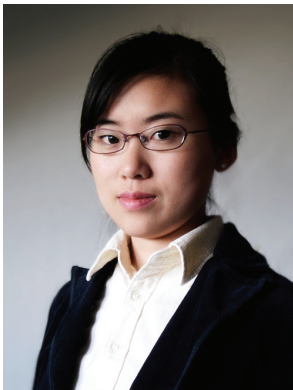
Anhand der Ergebnisse war es möglich für die Betriebsstelle Issum eine Wärmeerzeugeranlage auszuwählen, die für die Deckung des Gesamt-Wärmebedarf wirtschaftlich und ökologisch zugleich ist.

Dipl.-Ing. Fangqing Zhou M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Boiting

Datum des Kolloquiums: 24. September 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik



Diese Masterarbeit befasst sich mit der Fachhochschule Münster Zentrum.

Für diese Gebäude wurde eine Berechnung des Energiebedarfs durchgeführt. Dabei wurden die wesentlichsten Daten einer Bestandsaufnahme in ein grafisch- mathematisches Modell (thermisches Gebäudemodell) eingebaut. Im ersten Ergebnis konnte die Übereinstimmung zwischen den vorhandenen Verbräuchen und tatsächlichen Kosten überprüft werden.

Weiter sollten verschiedene Optimierungsmaßnahmen ausgearbeitet werden, um diese dann einer energetischen, ökologischen und ökonomischen Untersuchung und Beurteilung zu unterziehen.

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sollten im Hinblick auf eine mögliche Energieeinsparung von 50% bei der Sanierung der Gebäudehülle von 50 % beurteilt werden.

Die Fachhochschule aus den Jahr 1970 ist in ihrer ursprünglichen Form nahezu unverändert geblieben. Zur energetischen Optimierung wurden drei Maßnahmen herausgestellt:

Maßnahme 1 : Austausch der Fenster

Maßnahme 2 : Verbesserung der Dämmung am Dach und Kellerdeck.

Maßnahme 3 : Verbesserung der Dämmung der Außenwand

Das untersuchte Maßnahmenpaket für Gebäude, welches die Sanierung des Daches, der Fenster und der Außenwände beinhaltet, kann den Heizwärmebedarf von 1,710,000,000 Kilowattstunden pro Jahr auf 600,000,000 Kilowattstunden pro Jahr senken. Dies ist eine Einsparung von absolut 1,110,000,000 Kilowattstunden oder relativ von fast 60 %.

Aus Wirtschaftlichkeitsaspekten wird die Rentabilitätsschwelle zu Beginn des 14. Jahres erreicht. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass die hier durchgeführte energetische Untersuchung zeigen, dass die Sanierung der Fachhochschule Münster weitestgehend durchführbar und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Stegerwaldstr. 39
48565 Steinfurt
Tel +49 (0)2551-962197
Fax +49 (0)2551-562706
www.fh-muenster.de/egu**

