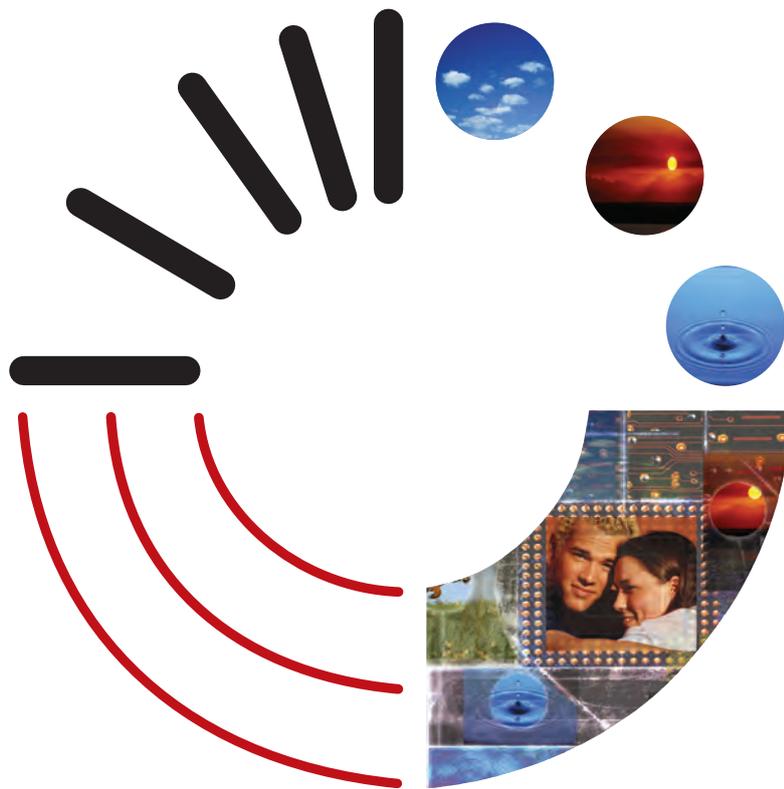


Akademisches Jahrbuch 2011 / 2012



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 weltweit beachteten Ereignissen in Japan ist deutlich geworden, dass insbesondere die technische Entwicklung einer sicherheitstechnisch verantwortbaren, von allen gesellschaftlichen Gruppen und Institutionen bezahlbaren Energieversorgung zu den besonderen Herausforderungen unserer Zeit gehört.

Damit verbunden bleibt weiterhin das Ziel, für den Alltag der Menschen in allen Bereichen umweltgerechte und ressourcenschonende Verfahren zu entwickeln. 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.

Ich wünsche 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 zurück denken und dass sie es auch nicht versäumen, von Zeit zu Zeit bei den Absolvententreffen von ihrem beruflichen Werdegang zu 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 neu aufgeworfene Fragen der Energieversorgung beispielsweise auf dem Feld der regenerativen Energien zu beantworten und die Effizienzen im Bereich der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik zu erhöhen.

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

Steinfurt im Mai 2012

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt, Dekan

Verzeichnis der Abschlussarbeiten

1	Energetische Prozessoptimierung durch Einbindung von Maschinenabwärme in die Gebäudetechnik Heiner Ahrens B.Eng.	14
2	Energiekonzept für eine Sporthalle im Passivhausstandard Jan-Hendrik Akkermann B.Eng.	16
3	Nachhaltige Bioethanolproduktion zur Bereitstellung von Regelenergie Daniel Baumkötter M.Eng.	17
4	Aufbau einer Versuchseinrichtung zur Schallintensitätsmessung Jan Beckonert B.Eng.	19
5	Erhöhung der Gasausbeute bei kommunalen Abwasserreinigungsanlagen durch Co-Vergärung Benedikt Böckenkemper B.Eng.	21
6	Ermittlung von charakteristischen Kenngrößen eines vollflächig durchströmten Kunststoff-Absorbers für Wärmepumpen Lars Bohnenkamp B.Eng.	23
7	Energie Monitoring einer Wärmepumpenanlage mit angeschlossenem Erdsondenfeld Lennart Brandt B.Eng.	25
8	Entwicklung der Härte des Wassers im Wasserwerk Grevener Damm und Überprüfung der Optimierung durch Mischung oder Enthärtung Gerrit Bringemeier B.Eng.	26
9	Konzeptionelle Planung einer Wärmepumpenanlage für ein vollautomatisiertes Hochregallager mit ökonomischer und ökologischer Bewertung Tobias Budde B.Eng.	28
10	Ganzheitliche Betrachtung des Mikro-KWK-Potenzials im Wohngebäudebestand – Korrelation zwischen Kraft-Wärme-Kopplung und Dämmmaßnahmen Michael Buller M.Eng.	30
11	Aktueller Stand und Entwicklung der Entkopplung der Gaspreise von den Ölpreisen - Jüngste Entwicklung auf dem deutschen Erdgasmarkt im Zusammenhang mit der fortschreitenden Liberalisierung Stark Burns B.Eng.	32
12	Materialintensitätsanalyse von Glasbehältern nach dem MIPS-Konzept – Die Bereitstellung von 1000 Litern Mineralwasser in der 0,7 Liter Perlenflasche im Handel Andrea-Kinga Csiby B.Eng.	34
13	Simulation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer wärmepumpenbetriebenen Klimakompaktanlage Markus Daut B.Eng.	36
14	Nachweis der Eignung des emco Akustikprüfstandes zur Messung in Anlehnung an die DIN EN ISO 3741 Jens Uwe de Groot B.Eng.	38
15	Speicherungsmöglichkeiten von Photovoltaik-Energie für den Eigenverbrauch in Einfamilienhäusern Faezeh Delf Etschresch B.Eng.	39

16	Möglichkeiten der zentralen Enthärtung des Wassers im Wasserwerk Greven-Wentrup durch Nanofiltration Johannes Dobner B.Eng.	41
17	Realisierung einer Poolfahrweise im Ausspeicherbetrieb eines Gas-Kavernenspeichers Christian Effing M.Eng.	43
18	Entwicklung eines Energiemanagementsystems für die EMSA GmbH Abderrazak El Badraoui B.Eng.	44
19	Erhebung und Bewertung von Anschlussflächen an Stadtabläufen bei unterschiedlichen Ausbauarten von Stadtstraßen Andre Feldhaus B.Eng.	46
20	Einbindung von Solarthermieranlagen zur Unterstützung von Heizungskreisen und der Trinkwassererwärmung bei Laborgebäuden in Köln. Frank Fischer B.Eng.	48
21	Planung von Wasserversorgungsnetzen - Ursachenforschung und Präventionsmaßnahmen von niedrigem Wasserdruck am Beispiel eines Wasserverteilnetzes in einem Wohngebiet Rene Freermann B.Eng.	50
22	Charakterisierung und Optimierung eines Wärmerückgewinnungssystems für Duschen Dipl.-Ing. Xiong Fu	52
23	Einsatz von regenerativ betriebenen Absorptionskältemaschinen zur Substitution fossil erzeugter Kälteenergie in Biogasaufbereitungsanlagen Dipl.-Ing. Christian Fuchte M.Eng.	54
24	CO ₂ -Emissionsminderungspotenzial durch den Einsatz regenerativer Stromerzeuger in dem Gemeindegebiet Senden Stefan Gausling B.Eng.	56
25	Entwicklung eines Prüfstandes zur akustischen Untersuchung von Kanalschalldämpfern Markus Gehring B.Eng.	58
26	Wertanalyse eines energieautarken Heizkörperventils Ralf Gernegroß B.Eng.	60
27	Emissionshandel im Wandel - Eine Fallstudie zur 3. Handelsperiode des EU EHS am Praxisbeispiel der Firma KME Germany GmbH & Co. KG Giacomo Gianfaldone B.Eng.	61
28	Erstellung einer Spezifikation zur Einführung eines Request Management Systems am Beispiel der Flagsol GmbH Thomas Gleumes B.Eng.	63
29	Potenzialanalyse zur Einsparung elektrischer Energie in Zweckbauten Eric Golbs B.Eng.	65
30	Vergleich von dynamischer Gebäudesimulation und statischen Berechnungen anhand eines Objektbeispiels Markus Graf B.Eng.	67
31	Konzeptentwicklung einer zentralen Biogasaufbereitungsanlage mit Rohgasversorgung durch dezentrale Biogasanlagen Dennis Griepenburg B.Eng.	69
32	Wirtschaftlichkeitsvergleich im Flächenrecycling am Beispiel der Entwicklung einer kommunalen Fläche im Stadtgebiet von Recklinghausen Christian Große-Wöstmann B.Eng.	71

33	Darstellung der Dreifachtechnologie einer Zeolith-Gas-Wärmepumpe mit solarer Unterstützung zur Sanierung eines Einfamilienhauses Miguel Haparta B.Eng.	73
34	Auslegung eines VRF-Systems für ein Nicht-Wohngebäude Dipl.-Ing. Jörg Harders	75
35	Situation des Repowerings von Windkraftanlagen in Deutschland und Analyse zur Wirtschaftlichkeit einer Repoweringmaßnahme am Beispiel eines Windparks Sebastian Heine B.Eng.	77
36	Auslegung eines Nahwärmenetzes zur zentralen Versorgung eines Schulzentrums Theresa Heinemann B.Eng.	79
37	Reproduzierbares Schließen einer Einhebelmischarmatur zur Erzeugung von Druckschlägen – konstruktive Weiterentwicklung eines vorhandenen Prüfstandes Andre Henke B.Eng.	81
38	Programmierung eines Messroboter zur Ermittlung von Raumluftrömungen und Berechnung des PMV und PPD Dipl.-Ing. Thomas Henrichsmann M.Eng.	83
39	Vergleich des Bemessungsverfahrens für Zirkulationsanlagen in Trinkwasserinstallationen nach DVGW W 553 (1988-12) mit einem neuen Verfahren Tanja Hessels B.Eng.	84
40	Study on payment methods for service providers in rural areas of Tanzania Sebastian André Heuer B.Eng.	86
41	Technische und wirtschaftliche Aspekte der Energiespeicherung am Beispiel von Windkraftanalgen Torsten Heywinkel B.Eng.	88
42	Biochar as a more sustainable approach to local food production in Vancouver, Canada Inga Hilbert B.Eng.	90
43	Untersuchungen des Wasserdampfeinflusses auf das Korrosionsverhalten von Ni-Basis Werkstoffen und MCrAlY-Schichten Pascal Hinkerohe B.Eng.	92
44	Stoffstrommanagement am Beispiel des kommunalen Klärschlammes im Kreis Steinfurt Vera Hofmann B.Eng.	94
45	Entwicklung von numerischen Berechnungsverfahren für Latentspeichersysteme Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.	96
46	Redox-Flow-Technologie zur Energiebereitstellung – Stand und Entwicklung Alexander Hoppe B.Eng.	98
47	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Spitzenstromeinspeisung durch Biogasanlagen im Rahmen der Marktprämie des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2012 Lea Hülsbusch B.Eng.	100
48	Analyse der Ertragsdaten mehrerer Windenergieanlagen im Hinblick auf mögliche Optimierungen Maik Hundt B.Eng.	102

49	Aufbau und Integration eines Systems zur automatischen Kalibrierung in die Auswertesoftware eines Fallschachtes Kai Iking B.Eng.	104
50	Strategische Vermarktungsanalyse für die Unternehmensgründung iXERGY Michael Jüdiges B.Eng.	106
51	Erfassung und Bewertung des Weiterbildungsangebotes der Energieberater Dipl.-Ing. Igart Karpowitsch	108
52	Einführung einer allgemeingültigen Einführungs- und Umsetzungsstrategie zur praxisnahen Implementierung eines Energiemanagementsystems Jürgen Keizers B.Eng.	109
53	Entscheidungskriterien für eine qualitative Bewirtschaftung kanalisierter Gewässer – am Beispiel des Schwarzbaches in Wuppertal Christian Kipker B.Eng.	111
54	Nachweis der Funktionalität neuer Erschließungskonzepte in der Trinkwasser-Installation durch messtechnische Untersuchungen Timo Kirchhoff M.Eng.	113
55	Energieversorgung im Einfamilienhaus – Vergleich von konventionellen und neuen Techniken Robin Kischka B.Eng.	115
56	Energetische Bewertung des Neubaus der Dosimetrie Dortmund anhand der DIN V 18599 Johannes Klostermann B.Eng.	116
57	Entwicklung eines Konzeptes zur Ermittlung des Einsparpotenzials beim Einsatz von PCM-Kühldecken Tobias Kock B.Eng.	118
58	Primärenergieeinsparung und Green Buildingzertifikat für Riela Riesenbeck Gerrit Körner B.Eng.	120
59	PV-Anlagen – Optimierung des Eigenverbrauchs Irmela Kreidler B.Eng.	122
60	Optimierungspotenziale beim Datenmanagement der Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH Robert Kriszun B.Eng.	123
61	Energetische und wirtschaftliche Untersuchung zur Modernisierung der Kälteerzeugungsanlage im Rechenzentrum der Firma E-Plus in Düsseldorf. Hendrik Küter B.Eng.	125
62	Ganzheitliche Integrationsplanung für die Gebäudeautomation am Beispiel des ICC Berlin Dominik Lastering B.Eng.	126
63	Vergleich und Bewertung von Qualitätsmerkmalen bei verschiedenen Ionenaustauscherharzen für die Anwendung in der Reinstwasseraufbereitung Dipl.-Ing. Thorsten Laustroer	128
64	Examining Productivity in the Commercial Process of the GE Wind Energy GmbH – Before and after the Implementation of the Deal Review Tool Veit Lennarz B.Eng.	130
65	Entwicklung von schallmesstechnischen Untersuchungen mittels des Programmes Pulse LabShop Matthias Lentwojt B.Eng.	132
66	Realisierbarkeit von Pumpspeicherkraftwerken bei niedriger Fallhöhe Marcel Leue B.Eng.	134

67	Untersuchung hydraulischer Einflussfaktoren zur vereinfachten Auslegung von Füllventilen in der Sanitärinstallation Jan-Peter Leugers B.Eng.	136
68	Implementierung eines Energiemanagementsystems in Sportvereinen – Am Beispiel der Sportparks TV Jahn-Rheine Hennes Liethmann B.Eng.	137
69	Kostenstrukturanalyse und Kostenreduktionspotenziale der Wertschöpfungskette von kristallinen Photovoltaikmodulen David Lorger B.Eng.	139
70	Die zukünftige Energieversorgung in Deutschland - Entwicklungsszenarien im Vergleich - Frank Meiring B.Eng.	141
71	Möglichkeiten zur Abwärmenutzung aus dem Brennprozess der Kalkherstellung Bastian Melchert B.Eng.	143
72	Untersuchung und Optimierungsmöglichkeiten der Spülwasserbehandlung im Wasserwerk Viersen Bernhard-Josef Meller B.Eng.	145
73	Desinfektion durch Ultraviolettes Licht im Trinkwasserbereich Neue Technologien Dipl.-Ing. Thomas Menker M.Eng.	147
74	Überprüfung der Wirtschaftlichkeit eines BHKW auf Energieeffizienz zur Nahwärmeversorgung Dipl.-Ing. Christian Mertens	149
75	Bewertung der Einflussfaktoren bei der Vorhaltung von Redundanzen in gastechnischen Anlagen am Beispiel einer Gasdruckregel- und Messanlage Svenja Michels B.Eng.	151
76	Bilanzierung einer Fernwärme-Haus-Kompaktstation Sergej Miller B.Eng.	153
77	Einsatzgebiete ausgewählter Bussysteme in der Gebäudesystemtechnik Klaus Mindrup B.Eng.	155
78	Untersuchungen von Korn- und Pulveraktivkohlen zur Aufbereitung von Flusswasser für die Grundwasseranreicherung Dipl.-Ing. Sven-Alexander Niehues Dipl.-Ing. Sebastian Pater	157 157
79	Energetische Optimierung eines Hallenfreibades Optionaler Anschluss einer Nahwärmeleitung Dominik Nowak B.Eng.	159
80	Analyse einer Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung unter wirtschaftlichen Aspekten Philip Oenning B.Eng.	161
81	Messtechnische Ermittlung von Spitzenvolumenströmen in einem Bettenhaus der MHH – Entwicklung eines neuen funktionalen Zusammenhanges zwischen Summen- und Spitzenvolumenstrom Dipl.-Ing. Frank Oettinger	162
82	"Kraftwerk" Künstlerdorf Schöppingen - Grundlagenermittlung und Energieeinsparpotenziale André Opalka B.Eng.	164

83	Möglichkeiten der Energiespeicherung am Beispiel des Bioenergieparks Saerbeck Simon Ott B.Eng.	166
84	Auslegung einer Klimaanlage für eine Industriehalle Peter Otting B.Eng.	168
85	Einfluss der EnEV 2009 auf die Anlagentechniken Dipl.-Ing. Thomas Overhamm	170
86	Klimatisierung eines Bankgebäudes Hannes Peters B.Eng.	172
87	Technische Betrachtung und wirtschaftliche Gegenüberstellung eines Blockheizkraftwerks und einer Kesselanlage zur thermischen und elektrischen Versorgung der Dörenberg – Klinik Bad Iburg mit Anbindung des Kurhotels „Im Park“ über eine Fernwärmeleitung Stefan Peuker B.Eng.	173
88	Erarbeitung betriebstechnischer Grundlagen zur Einführung eines Energiemanagementsystems Markus Pfeiffer B.Eng.	175
89	Definition und Einführung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN 16001 Marius Pigulla B.Eng.	176
90	Entwicklung eines modularen Smart Home Konzeptes für einen Energieversorger Patrick Pohl M.Eng.	177
91	Simulation einer Kühldecke mit Latentspeicher in EnergyPlus Tobias Ramin B.Eng.	178
92	Konzipierung einer intelligenten Regelstrategie basierend auf dem Differenzial der CO ₂ -Konzentration unter Berücksichtigung historischer Daten zur Sicherung einer vorgeschriebenen durchschnittlichen Raumluftqualität Simon Revermann B.Eng.	180
93	Deckungsbeitragsrechnung im Spannungsfeld zwischen Teil- und Vollkostenrechnungssystemen Eva Rinsche B.Eng.	182
94	Energieversorgungskonzept für die Gemeinde Heek - Blockheizkraftwerke und Hackschnitzelheizungen Philipp Rößmann B.Eng.	183
95	Optimierung der Abwasserreinigung durch die Erhöhung des Calcium/Natrium-Verhältnisses Fritjoph Rotert B.Eng.	185
96	Messtechnische Untersuchung eines Bodenkonvektors Florian Salbeck B.Eng.	187
97	Entwicklung eines Wärmeversorgungskonzeptes für das Rathaus der Gemeinde Laer André Sanders B.Eng.	188
98	Anpassung und Optimierung einer bestehenden Sprinkleranlage für ein Hochregallager aufgrund von Änderung des Lagergutes Alexander Schierenberg B.Eng.	189
99	Vergleich der normativen Berechnung von Trinkwassersystemen und deren Ergebnisse in Deutschland und Großbritannien Dipl.-Ing. Frank Schmidt M.Eng.	191

100	Hydraulische Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Schulgebäudes nach einer Fassadensanierung Dipl.-Ing. Sarah Schmidt	193
101	Optimierung der Aufnahme und Wiedergabe von Daten bei Deponiebegehungen nach VDI 3860 am Beispiel einer ausgewählten Deponie Martin Schneider B.Eng.	194
102	Auslegung und Simulation einer solarthermisch unterstützten Wärmepumpe am Beispiel eines Mehrfamilienhauses Santino Schneider B.Eng.	195
103	Entsorgung radioaktiver Abfälle Fenja Schonebeck M.Eng.	197
104	Schlammwasserbehandlung zur Stickstoffelimination am Beispiel der Trübwasserbehandlungsanlage Kamen-Körnebach Stefan Schramm B.Eng.	199
105	Optimierung der Wärmeversorgung bei der EMSA GmbH Boris Schulze B.Eng.	201
106	Konzeptentwicklung zur Abwärmenutzung von Industrieöfen Florentin Schütte B.Eng.	203
107	Auslegung der Klimatisierung eines Büroraums nach VDI 3804 System A: Zentrale maschinelle Lüftung, variabler Volumenstrom, statische Heizung Weiwei Si B.Eng.	204
108	Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse – Potenzial zur effizienten Umsetzung im Gemeindegebiet Senden Markus Siethoff B.Eng.	206
109	Konzept zur Implementierung einer energieeffizienten KWK-Anlage am Standort Halle (Westfalen) der August Storck KG Dipl.-Ing. Sascha Simon M.Eng.	207
110	Untersuchung der Kreissporthalle Ibbenbüren auf Energieeinsparpotenziale mit Hilfe von thermischer Gebäudesimulation Cihan Sönmez B.Eng.	209
111	Wärme-Contracting durch biomethangespeiste Blockheizkraftwerke Thomas Steinacker B.Eng.	211
112	Ermittlung von Faktoren zur Skalierung der Investitionskosten solarthermischer Kraftwerke Sebastian Stermann B.Eng.	213
113	Entwicklung und Implementierung energetischer Berichte als Grundlage des Anlagenbetriebes und als Unterstützungsfunktion für unternehmerische Planungen am Beispiel der Wärmesparte der E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH Roland Stiene B.Eng.	215
114	Weitere Einsparpotenziale im Rahmen eines Energie-Contracting Modells am Beispiel der Wärmeversorgung der Winkelmann Gruppe in Ahlen/Westf. Ralf Sundermann B.Eng.	217
115	Herausforderungen in der Direktvermarktung von Onshore Windparks Torsten Syndicus B.Eng.	
116	Erstellung eines Leitfadens für die Implementierung eines Umweltmanagementsystems Jens Tadick B.Eng.	221

117	Aufbau und Gestaltung eines Projektmanagementsystems für ein Ingenieurbüro der TGA Andreas Terwei M.Eng.	223
118	Erfassung von Betriebsdaten und Ableitung von Optimierungsansätzen für die Teilstromvergärungsanlage der Kompostwerk Warendorf GmbH Fridtjof Thönes B.Eng.	225
119	Untersuchung eines Klein-Blockheizkraftwerkes in Kombination mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe Simon Tyzler B.Eng.	227
120	Wirtschaftliche Optimierung bei der Erneuerung und Instandhaltung der Straßenbeleuchtung in Coesfeld Thomas Überall M.Eng.	229
121	Bewertung von Alternativverfahren der Stickstoffelimination für die Sickerwasserreinigungsanlage Hannover-Lahe Lars Varelmann B.Eng.	231
122	Regenerative Wärmeversorgung durch biogasgespeiste Blockheizkraftwerke am Beispiel der Fachklinik Bad Bentheim Dipl.-Ing. Stefan Ventker M.Eng.	233
123	Wirtschaftlicher und Ökologischer Vergleich von Systemen zur Wärmebereitstellung im Einfamilienhaus Jürgen Volbert B.Eng.	235
124	Rauchfreihaltung von Flucht- und Rettungswegen Differenzdruckanlagen nach DIN EN 12101-6 im Kontext einer integrierten Ingenieurplanung - Schutzziele, physikalische und genehmigungsrechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen, Umsetzung- Dipl.-Ing. Tobias von der Heyden	237
125	Abfallmanagement im Rahmen eines Umweltmanagementsystems unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und rechtlicher Aspekte bei einem international tätigen Büromöbelhersteller Karsten von der Ohe B.Eng.	239
126	Wirtschaftliche Aspekte der Vermarktung Erneuerbarer Energien Thomas Voß B.Eng.	240
127	Auswertung der Anlageneffizienz von landwirtschaftlichen Biogasanlagen Gerrit Vowinkel genannt Vögeling B.Eng.	242
128	Auslegung eines Klimatisierungssystems für einen Büroraum nach VDI 3804 System C: zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, Induktionsgeräte Yuting Wang B.Eng.	244
129	Vergleichsstudie von μ KWK-Brennstoffzellensystemen anhand von standardisierten Lastprofilen Lasse Sebastian Weber B.Eng.	245
130	Analyse und Simulation von dezentralen Pumpensystemen Daniel Wehmeier M.Eng.	247
131	Research and design of abrasion resistant additives in the chemical barrier of fibreglass reinforced plastic equipment Christopher Wendt B.Eng.	248
132	Ein Beitrag zur vorausschauenden Erkennung von Netzengpässen in der Netzleittechnik durch Entwicklung eines Frameworks für die Aufbereitung von Wetterprognosen Nils Weniger B.Eng.	250

133	Energieversorgung einer Rotorblattproduktion durch ein regeneratives Kraftwerk Jens Wilkens B.Eng.	252
134	Energetische und wirtschaftliche Bewertung der Nutzung von Grubenwasser zur Wärmeerzeugung am Projektbeispiel Dipl.-Ing. Jens Willmes M.Eng.	254
135	Entwicklung eines Berechnungsmodells zur Bestimmung der Schallemissionen von Luftdurchlässen Matthias Winkelhaus M.Eng.	256
136	Untersuchung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Wärmeerzeugungs- und Beheizungsarten am Beispiel einer Wohnanlage in Emsdetten Julian Wöstmann B.Eng.	257
137	Schallemissionen der Betonschallhaube „Projekt Chattengau“ Sebastian Julien Wollny B.Eng.	259
138	Die Ausbildung zum Kraftwerksingenieur Analyse aktueller Informationstechnologien als Potenzial in der Ausbildung Dipl.-Ing. Hendrik Woltering Dipl.-Ing. Mike Woltering	261 261
139	Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Blockheizkraftwerks für das Schulzentrum „Sportallee“ der Gemeinde Laer Pascal Wüller B.Eng.	263
140	Auslegung der Klimatisierung eines Büroraums nach VDI 3804 System B: Zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, statische Heizung, Kühldecke Chenan Yang B.Eng.	265
141	Untersuchung der Schallentstehung und Maßnahmen zur Schallreduzierung des Füllventils Ruiyan Zhang B.Eng.	266
142	Auslegung eines Klimatisierungssystems für einen Büroraum nach VDI 3804 System D: Dezentrale maschinelle Lüftung mit Zu- und Abluft, WRG, Bauteilaktivierung Yunyang Zhao B.Eng.	268

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

© 2012 Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Namensverzeichnis

A	
Ahrens, Heiner	14
Akkermann, Jan-Henrik.....	16

B	
Baumkötter, Daniel.....	17
Beckonert, Jan	19
Böckenkemper, Benedikt	21
Bohnenkamp, Lars	23
Brandt, Lennart.....	25
Bringemeier, Gerrit.....	26
Budde, Tobias	28
Buller, Michael.....	30
Burns, Stark.....	32

C	
Csiby, Andrea-Kinga	34

D	
Daut, Markus	36
de Groot, Jens Uwe.....	38
Delf Etschresch, Faezeh	39
Dobner, Johannes.....	41

E	
Effing, Christian	43
El Badraoui, Abderrazak	44

F	
Feldhaus, Andre.....	46
Fischer, Frank	48
Freermann, Rene	50
Fu, Xiong	52
Fuchte, Christian	54

G	
Gausling, Stefan.....	56
Gehring, Markus.....	58
Gernegroß, Ralf.....	60
Gianfaldone, Giacomo.....	61
Gleumes, Thomas	63
Golbs, Eric.....	65
Graf, Markus.....	67
Gripenburg, Dennis	69
Große-Wöstmann, Christian	71

H	
Haparta, Miguel	73
Harders, Jörg.....	75
Heine, Sebastian	77
Heinemann, Theresa	79
Henke, Andre.....	81
Henrichsmann, Thomas	83
Hessels, Tanja.....	84
Heuer, Sebastian André	86
Heywinkel, Torsten.....	88
Hilbert, Inga	90
Hinkerohe, Pascal	92
Hofmann, Vera	94
Hollenbeck, Peter	96
Hoppe, Alexander.....	98
Hülsbusch, Lea.....	100
Hundt, Maik	102

I	
Iking, Kai.....	104

J	
Jüdiges, Michael.....	106

K	
Karpowitsch, Igart.....	108
Keizers, Jürgen.....	109
Kipker, Christian	111
Kirchhoff, Timo	113
Kischka, Robin.....	115
Klostermann, Jochen.....	116
Kock, Tobias.....	118
Körner, Gerrit.....	120
Kreidler, Irmela	122
Kriszun, Robert.....	123
Küter, Hendrik.....	125

L	
Lastering, Dominik.....	126
Laustroer, Thorsten	128
Lennarz, Veit	130
Lentwoit, Matthias.....	132
Leue, Marcel.....	134
Leugers, Jan Peter	136
Liethmann, Hennes	137
Lorger, David	139

M	
Meiring, Frank.....	141

Melchert, Bastian	143
Meller, Bernhard-Josef.....	145
Menker, Thomas	147
Mertens, Christian	149
Michels, Svenja	151
Miller, Sergej	153
Mindrup, Klaus	155

N

Niehues, Sven-Alexander	157
Nowak, Dominik	159

O

Oenning, Philip.....	161
Oettinger, Frank	162
Opalka, André	164
Ott, Simon	166
Otting, Peter	168
Overhamm, Thomas	170

P

Pater, Sebastian.....	157
Peters, Hannes	172
Peuker, Stefan	173
Pfeiffer, Markus	175
Pigulla, Marius.....	176
Pohl, Patrick.....	177

R

Ramin, Tobias	178
Revermann, Simon	180
Rinsche, Eva	182
Rößmann, Philipp.....	183
Rotert, Fritjoph	185

S

Salbeck, Florian	187
Sanders, André	188
Schierenberg, Alexander	189
Schmidt, Frank.....	191
Schmidt, Sarah.....	193
Schneider, Martin	194
Schneider, Santino.....	195
Schonebeck, Fenja	197
Schramm, Stefan	199
Schulze, Boris	201
Schütte, Florentin	203
Si, Weiwei	204
Siethoff, Markus	206

Simon, Sascha	207
Sönmez, Cihan.....	209
Steinacker, Thomas	211
Stermann, Sebastian.....	213
Stiene, Roland.....	215
Sundermann, Ralf	217
Syndicus, Torsten.....	219

T

Tadick, Jens	221
Terwei, Andreas	223
Thönes, Fridtjof	225
Tyzler, Simon	227

U

Überall, Thomas	229
-----------------------	-----

V

Varelmann, Lars.....	231
Ventker, Stefan.....	233
Volbert, Jürgen	235
von der Heyden, Tobias	237
von der Ohe, Karsten	239
Voß, Thomas.....	240
Vowinkel gen. Vögeling, Gerrit.....	242

W

Wang, Yuting.....	244
Weber, Lasse	245
Wehmeier, Daniel.....	247
Wendt, Christopher	248
Weniger, Nils	250
Wilkens, Jens	252
Willmes, Jens	254
Winkelhaus, Matthias	256
Wollny, Sebastian-Julien	259
Woltering, Hendrik.....	261
Woltering, Mike.....	261
Wöstmann, Julian.....	257
Wüller, Pascal	263

Y

Yang, Chenan	265
--------------------	-----

Z

Zhang, Ruiyan	266
Zhao, Yunyang.....	268

Energetische Prozessoptimierung durch Einbindung von Maschinenabwärme in die Gebäudetechnik

Heiner Ahrens B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Claus-Hermann Ottensmeier
Datum des Kolloquiums:	05. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kältetechnik
In Kooperation mit:	Ottensmeier Ingenieure GmbH



Das Thema „energetische Maschinenkühlung“ rückt in vielen Produktionsbereichen durch den stetig höher werdenden Anteil an automatisierter Fertigung immer weiter in den Mittelpunkt. Der eigentliche Fertigungsprozess und dessen Stabilität haben zwar weiterhin oberste Priorität, jedoch wächst die Wichtigkeit einer Betrachtung der Rand- bzw. Abfallprodukte aus energetischen Gründen rasant.

Auch im Hinblick auf steigende Energiekosten und strengere Umweltauflagen entspricht eine separate Betrachtung der Energieflüsse in der eigentlichen Produktion und für den Gebäudeenergiebedarf nicht mehr aktuellen Standards. Vielmehr werden Lösungen gesucht, die bedarfsgerecht eine möglichst energetisch ausgewogene aber auch wirtschaftliche Produktion gewährleisten. Hierzu verschimmt die Ansicht der getrennten Energieströme zum Betreiben der Produktion und zur Temperierung der Produktionsstätte oder des entsprechenden Verwaltungsgebäudes zunehmend.

Hinter dem Ausdruck „Energie recyceln“ verbergen sich nach momentanem Stand der Technik eine Vielzahl von Möglichkeiten, die an einer Stelle überschüssige Energie an anderer Stelle einzuspeisen, um die dort benötigte Energie einzusparen.

Energie, die beispielsweise in Form von Abwärme im Produktionsprozess anfällt und im Normalfall durch Rückkühlwerke, Kaltwassersätze oder Ähnlichem an die offene Atmosphäre abgegeben wird, kann mittels entsprechender Technik in die Gebäudetemperierung eingebunden und somit in vielen Fällen einen großen Anteil des Heizbedarfs decken.

Die Fa. Wöhler Messgeräte Kehrgeräte GmbH ist Teil der Wöhler Holding GmbH & Co. KG und bereits seit mehr als 70 Jahren am Markt vertreten. Fa. Wöhler steht für Qualität und zukunftsweisende Innovationen in den Bereichen Messgeräte, Inspektionstechnik sowie der Reinigungstechnik.

Um weiterhin erfolgreich im Markt zu expandieren, wurde 2007 ein Gebäude mit ca. 5000 m² Gewerbefläche für Produktion, Logistik, Verwaltung, Montage und Endkontrolle mit Besprechungsräumen, einem Konferenzbereich sowie diversen Einzelbüros errichtet. Dem innovativen und zukunftsweisenden Leitgedanken des Unternehmens ist es zu verdanken, dass für das Gebäude bereits während der Planung auf eine energieeffiziente Bauweise in Anlehnung an den Niedrigenergiestandard geachtet und später realisiert wurde.

Der Maschinenpark in der Produktion besteht nahezu vollständig aus hochmodernen, computergesteuerten Fertigungsautomaten. Die stetige Erweiterung der Fertigungsanlagen macht hier einen zeitnahen Um- und Ausbau der Maschinenkühlung erforderlich.



Abb.: Verwaltungs- und Produktionsgebäude Fa. Wöhler GmbH

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Energieflüsse des Unternehmens im Bereich der Fertigung und Gebäudetechnik zu untersuchen und einen Vorschlag zur optimierten Wärmenutzung aufzuzeigen.

Hier wird explizit eine Kombination aus direkter Einspeisung der Maschinenabwärme sowie das Kühlen und Heizen mittels Wärmepumpe bzw. Kältemaschine und geothermaler Energienutzung betrachtet.

Zu Beginn soll ein theoretischer Hintergrund zu den verschiedenen Arten, zum Aufbau und zur Funktion der geplanten Anlagenkomponenten vermittelt werden.

Daran anschließend wird der aktuelle „Ist-Zustand“ der Anlage beschrieben. Wärmequellen bzw. Senken werden identifiziert und der Bedarf an Kälte bzw. Wärme auf Basis von Messwerten, Annahmen und Vorgaben des Nutzers praxisnah ermittelt.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden die möglichen, zeitabhängigen Deckungspotenziale zwischen Wärmequelle und Senke quantitativ berechnet und grafisch dargestellt.

Es folgt eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Grundlage der prognostizierten Verbrauchs- und Einspeisungskennwerte sowie der geschätzten Investitionskosten. Die Analyse der Daten gewährt einen Überblick über die Einsparpotenziale der geplanten, ausführlichen Anlagenausführung gegenüber einer vergleichbaren Variante ohne Nutzung von Abwärme und Geothermie.

Am Ende dieser Ausarbeitung folgen eine Empfehlung sowie die Beurteilung der allgemeinen Aussagekraft dieser Arbeit.

Jan-Hendrik Akkermann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Martin Wortel
Datum des Kolloquiums:	16. Mai 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	Firma Depenbrock GmbH & Co. KG, Stemwede



Die Techniken, um auf den Umwelt- und Klimaschutz nachhaltig Einfluss zu nehmen sind im Gebäudesektor nicht zuletzt durch den Passivhausstandard längst vorhanden. Er stellt, bei Umsetzung der geforderten Grenzwerte, den derzeit effizientesten Gebäudestandard dar.

Beim Bau neuer Sporthallen gewinnt diese Auslegungsvariante immer mehr an Bedeutung, denn das Energieeinsparungspotenzial gegenüber konventionellen Hallenbauten ist, abgesehen von höherer Investition und entsprechender Amortisationszeit, sehr groß.

Ziel dieser Bachelorarbeit war die Auswahl eines geeigneten Wärme erzeugungssystems für die in Passivhausbauweise zu errichtende Sporthalle der Holstentor Gemeinschaftsschule in Lübeck, das hinsichtlich energieeffizienter, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte ausgewählt werden und dem Betreiber als Vorschlag dienen sollte.

Es wurden folgende Systeme miteinander verglichen:

- Wärmepumpe
- Brennwert-Kessel
- Niedertemperatur-Kessel
- Pellet-Kessel und
- Fernwärme

Nach Ermittlung der Energiebedarfswerte mittels PHPP und anschließender Gegenüberstellung der Varianten in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat sich die Fernwärme als am besten geeignete Lösung herausgestellt, was allein auf die geringen Investitionskosten aufgrund der vorhandenen Technik und die jährlichen Gesamtkosten zurückzuführen war. Unter Berücksichtigung der CO₂-Bilanz und des Vergleichs von Primär-, End- und Nutzenergie konnten die anderen Varianten deutliche Vorteile zeigen.

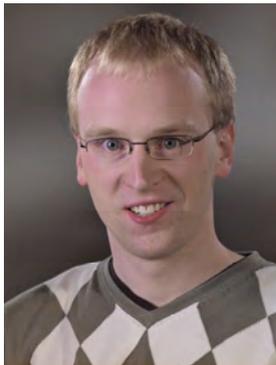
Die Wahl des Systems konnte somit nicht unbedingt alle wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkte miteinander kombinieren. In der Entscheidung der Systemwahl ließen sich nicht alle besten Merkmale vereinbaren. Die Tendenz zur Wahl des eher wirtschaftlichen im Gegensatz zu der des ökologisch sinnvollen Systems begründete sich letztendlich in den ausschlaggebenden jährlichen Kosten.

Daniel Baumkötter M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums: 14. Dezember 2011

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



Durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien ergeben sich neue Herausforderungen an die Stromnetze, da die Produktion von Strom, insbesondere bei Wind- und Sonnenenergie, ebenso wie der Bedarf starken Schwankungen unterliegt. Zum Ausgleich dieser Schwankungen wird Regelenergie benötigt, die bisher größtenteils von Gas- und Kohlekraftwerken bereitgestellt wird. Für den Umstieg auf eine vollständig regenerative Stromversorgung werden somit Lösungen für die regenerative Bereitstellung von Regelenergie benötigt.

Im Zuge der EU-Harmonisierung wird das deutsche Branntweinmonopol, als letztes deutsches Finanzmonopol im Jahr 2017 auslaufen. Dadurch ergibt sich für die landwirtschaftlichen Brennereien in Deutschland die Möglichkeit, Bioethanol zur Bereitstellung von Regelenergie zu produzieren und somit eine zusätzliche Einkommensquelle für sich zu erschließen. Ethanol ist als flüssiger Energieträger gegenüber anderen erneuerbaren Energieträgern vergleichsweise einfach zu speichern und zu transportieren.

Allerdings produzieren die derzeit betriebenen Bioethanolanlagen Bioethanol primär aus zucker- oder stärkehaltigen Pflanzenkomponenten. Die dabei benötigte Prozessenergie wird zumeist aus fossilen Energiequellen zur Verfügung gestellt. Vor dem Hintergrund der noch ungenügenden Klimabilanz der heutigen Bioethanolproduktion sowie der öffentlichen Diskussion über die energetische Nutzung von Nahrungsmitteln ist es dringend erforderlich, die Rohstoffbasis von Bioethanolanlagen auf biogene Rest- und Abfallstoffe umzustellen sowie energieautarke, integrierte Produktionsprozesse zu konzipieren.



Abb. 1: Stroh vor (l.) und nach (r.) der Zerkleinerung

Durch die Umstellung der Rohstoffbasis auf lignocellulosehaltige Biomasse ergeben sich veränderte Anforderungen an die Vorbehandlung gegenüber konventionellen Verfahren. Nach der mechanischen Zerkleinerung als erstem Schritt (s. Abb. 1) sind als weitere Verfahrensschritte die Dampfexplosion und

die Behandlung mit verdünnten Säuren beschrieben. Wichtigster Schritt bei der Vorbehandlung ist die enzymatische Verzuckerung. Für die Fermentation der Zucker zu Alkoholen bedarf es spezieller, auf den Einsatz von Lignocellulose angepasster Hefen, die nicht nur die Glucose, sondern auch die Pentosezucker Xylose und Arabinose zu Alkohol vergären.

Ein großer Vorteil dezentraler Brennereien sind die regional geschlossenen Energie- und Stoffkreisläufe. Vor diesem Hintergrund wurde die Nutzung der verbleibenden Schlempe in einer Biogasanlage zur Bereitstellung von Prozessenergie untersucht. Neben den eingesetzten Rohstoffen hat die Bereitstellung CO₂-neutraler Prozessenergie den größten Einfluss auf die Nachhaltigkeit des Bioethanols. Mit einer Biogasanlage kann die benötigte Prozessenergie in Form von Strom, Heizwärme und Dampf zur Verfügung gestellt werden.

Das Konzept für die Bereitstellung von Regelenergie aus Bioethanol sieht die direkte Verwendung von Rohalkohol in Blockheizkraftwerken vor. Für die Teilnahme am Regelenergiemarkt muss sich jeder Anbieter mit seiner Erzeugungseinheit präqualifizieren. Dadurch wird die Eignung zur Bereitstellung von Regelenergie festgestellt. Zur Erreichung der Mindestangebotsgrößen ist die Zusammenfassung mehrerer Blockheizkraftwerke in einem Pool unerlässlich. Die Verwendung von Rohalkohol als Brennstoff ist in modifizierten Blockheizkraftwerken möglich. Allerdings ergeben sich gegenüber dem Dauerbetrieb solcher Anlagen teilweise neue technische Anforderungen hinsichtlich Regelbarkeit sowie Verschleiß und Wartung.

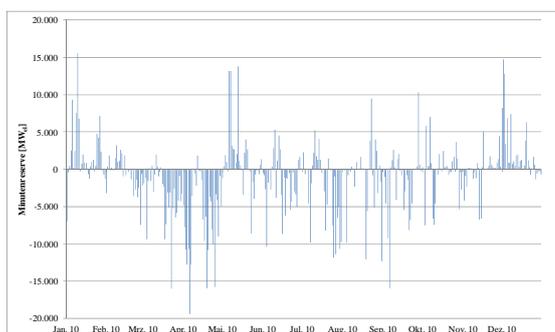


Abb. 2: Abgerufene Minutenreserve im Jahr 2010

Im Verlauf der Wirtschaftlichkeitsprognose kristallisierten sich zwei Konzepte zur Bereitstellung von Regelenergie aus Blockheizkraftwerken heraus: der Betrieb eines Notstromaggregates mit Zusatzerlösen aus der Vermarktung positiver Sekundärregelleistung und der Dauerbetrieb eines Blockheizkraftwerkes mit Abnahme der gesamten elektrischen und thermischen Energie durch den Betreiber als Eigenverbrauch und der Möglichkeit von Zusatzerlösen aus der Vermarktung negativer Minutenreserve (s. Abb. 2).

Die Entwicklung eines wirtschaftlich und energetisch konkurrenzfähigen Prozesses zur Bereitstellung von Bioethanol aus lignocellulosehaltigen Materialien schreitet voran. Es besteht jedoch noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der Umsetzung des Prozesses in einen großtechnischen Maßstab. Durch die Vermarktung von Regelenergie können neue Konzepte zur Stärkung der Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht werden. Der Einsatz von nachhaltigem Bioethanol als Brennstoff ist dabei eine gute Alternative, um Energie aus Biomasse zu speichern und bedarfsgerecht abzurufen.

Jan Beckonert B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	23. September 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluftechnik und Akustik



Schall und vor allem dadurch verursachte Belästigungen spielen in der modernen Industriegesellschaft eine immer größer werdende Rolle. Nicht immer ist es möglich, den Einfluss verschiedener Geräuschquellen in einer Anlage von vornherein zu simulieren. Folglich benötigt man zur Schallleistungsbestimmung "vor Ort" ein zuverlässiges Messverfahren.

Mithilfe der Schallintensitätsmessung ist es möglich, eine bestimmte Schallquelle selbst unter Einfluss mehrerer Fremdgeräuschquellen zu lokalisieren. Damit ermöglicht sie es, die Schalleistung von Maschinen oder einzelnen Komponenten einer technischen Anlage während des Betriebs zu ermitteln.

Im Rahmen dieser Abschlussarbeit wurde eine mobile Einrichtung zusammengestellt, um damit zukünftig Schallmessungen flexibel durchführen zu können. Geräte und Zubehör sind so untergebracht, dass eine Bedienung vom Rechner aus möglich ist. Messaufbauten sind somit weniger zeitaufwendig und übersichtlicher.

Um Studenten in Praktika und Vorlesungen Schallmessungen, speziell die Schallintensitätsmessung, vorführen zu können, wurden verschiedene Versuche aufgebaut und ausgewertet. Auf Grundlage dieser Messungen können in Zukunft Vorlesungs- oder Praktikumsinhalte geplant werden.

Die durchgeführten Messversuche belegen, welche Vor- und Nachteile sich durch die Schallintensitätsmessung ergeben. Speziell bei der Messung unter Einfluss von Störquellen zeigt sich, dass selbst bei schwierigen Bedingungen Schallleistungsbestimmung mithilfe der Schallintensitätsmessung möglich ist.

Unter anderem wurde in dieser Arbeit eine Prüfschallquelle mit bekannter Schalleistung aller Frequenzbänder vermessen. Über einen Lautsprecher wurde ein Rauschen abgespielt und dann versucht, die Schalleistungsangaben des Herstellers zu erreichen. Damit sollte gezeigt werden, dass der Lautsprecher die Messung an der Prüfschallquelle nicht beeinflusst.

Vergleich mit und ohne Störquelle

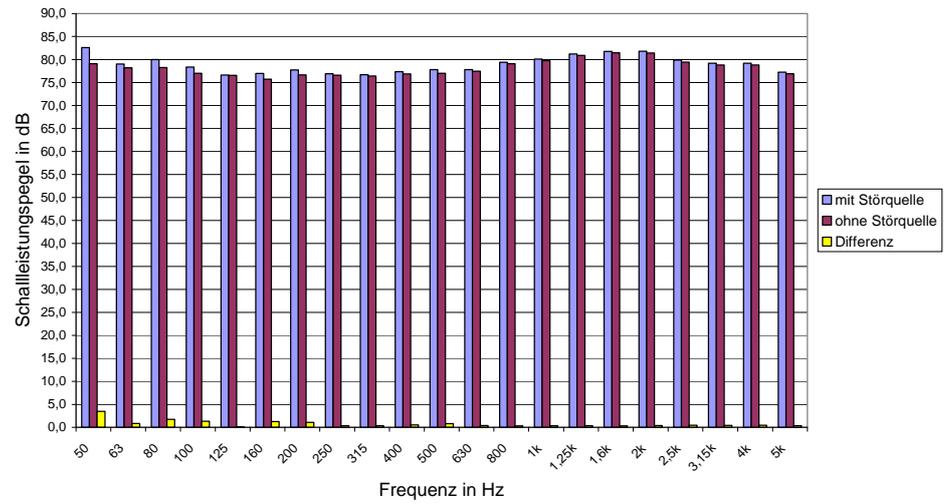


Tabelle 1: Vergleich der Schalleistungspegel mit und ohne Störquelle

Die Tabelle 1 zeigt deutlich, wie nah die Schalleistungspegel der Messungen mit und ohne Lautsprecher als Störschallquelle beieinanderliegen. Die Differenzen sind als gelbe Säulen dargestellt.

Erhöhung der Gasausbeute bei kommunalen Abwasserreinigungsanlagen durch Co-Vergärung

Benedikt Böckenkemper B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Datum des Kolloquiums:	15. Juni 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Emschergenossenschaft und Lippeverband, Essen



Die Produktion von Klärgas ist von großer Bedeutung für die Reduktion der Energiekosten auf Kläranlagen. Die durch kommunale Kläranlagen derzeit verbrauchte Strommenge ist für die jährliche Emission von rund 3 Mio. t CO₂ verantwortlich. Für den Betreiber einer Abwasserreinigungsanlage ist dies ein Grund die Energieeffizienz einer solchen Anlage zu steigern.

Eine zusätzliche Vergärung von Co-Substraten (Co-Vergärung) in den Faulbehältern könnte die Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Abwasserreinigungsanlagen möglich machen.

Emschergenossenschaft und Lippeverband untersuchen auf einer Versuchstation am Klärwerk Emschermündung Co-Substrate vor deren großtechnischer Verwendung. In zwei parallel betriebenen halbtechnischen Faulanlagen wird eine Anlage zusätzlich mit dem Co-Substrat beschickt, während die andere als „Vergleichsanlage“ betrieben wird. Die Faulanlagen werden in einem wissenschaftlichen Untersuchungsprogramm analytisch begleitet, um so die Auswirkungen des Co-Substrates auf die Klärgasausbeute sowie die Rückbelastung zur Kläranlage untersuchen zu können.

Das Ziel der Arbeit war es, die Werte, die über einen Zeitraum von mehreren Wochen gesammelt wurden und den Betrieb der Versuchsanlage dokumentieren, auszuwerten und abschließend eine Kosten- und Nutzenanalyse durchzuführen. Hierbei sollen die Kosten der Entwässerung sowie die Stickstoff- und Phosphatrückbelastung zur Kläranlage abgeschätzt und mit den Einnahmen aus einer Verstromung des zusätzlich gewonnenen Klärgases gegenübergestellt werden. Dadurch soll ein Produktpreis für das verwendete Co-Substrat festgelegt werden, der zumindest die kostenneutrale Annahme des Substrates sichert.

Die Versuche haben gezeigt, dass durch die Zugabe des Co-Substrates die Stabilität im Faulbehälter nicht beeinträchtigt wurde. Die Co-Vergärung hatte positive Auswirkungen auf die Gasproduktion. Gegenüber der reinen Klärschlammfäulung konnte diese um 15,4 % in Bezug auf den zugeführten oTR-Gehalt gesteigert werden.

Die Entwässerung des Faulschlammes aus der Co-Vergärung war jedoch schlechter als die der Klärschlammfäulung. Auch die Rückbelastung durch das Filtratwasser war im Hinblick auf den Stickstoff- und Phosphatgehalt geringfügig höher. Da die Entwässerungskosten schon bei geringen Unterschieden sehr hoch ausfallen können, wurden die Kosten den Einnahmen aus der

Verstromung des zusätzlich gewonnenen Klärgases gegenübergestellt.

Für die Kosten- und Nutzenanalyse wurde die Gasmenge auf die Großtechnik umgerechnet. Die Berechnungen haben gezeigt, dass gegenüber der Klärschlammfäulung innerhalb eines Jahres durch die Co-Vergärung 4.930.000 kWh_{el} mehr elektrischer Strom produziert werden kann. Dadurch wurde nach den Vergütungsstufen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) eine Mehreinnahme von rund 290.000 €/a berechnet.

Da die Kosten für die geringfügig höhere Rückbelastung und für den Vorbehandlungsaufwand nicht berücksichtigt wurden, verbleiben nur die Entwässerungskosten durch den schlechter zu entwässernden Schlamm. Eine Gegenüberstellung der Einnahmen und Kosten war jedoch schwierig, da der Faulschlamm mit anderen Schlämmen vermischt und dann entwässert wurde. Um dennoch eine Kostenbetrachtung durchführen zu können, wurde anhand von Ergebnissen früherer Versuche angenommen, dass der Schlamm bei einer alleinigen Entwässerung eine höhere Polymerdosierung von 1-4 kg Wirksubstanz (WS) /tTR benötigen würde, wie es auch Erfahrungen mit anderen Co-Substraten gezeigt haben. Die Kostenbetrachtung hat ergeben, dass die Verwendung des Co-Substrates bis zu einer Polymerdosierung von 2,75 kgWS/tTR wirtschaftlich ist.

Es bleibt jedoch offen, inwiefern weitere Ausgaben durch eine Annahme des Co-Substrates folgen könnten, wie z. B.:

Entwässerung von zusätzlich anfallendem Schlamm

Verbrennung von zusätzlich anfallendem Schlamm

Entsorgungskosten von zusätzlich anfallendem Schlamm

Kosten für Analytik

Diese Fragen konnten nicht berücksichtigt werden, sodass eine Berechnung eines abschließenden Produktpreises nicht möglich war. Festzuhalten ist jedoch, dass die erhöhten Einnahmen aus der Verstromung des zusätzlich gewonnenen Klärgases positive Auswirkungen auf die Energiegewinnung in einer Abwasserreinigungsanlage haben.

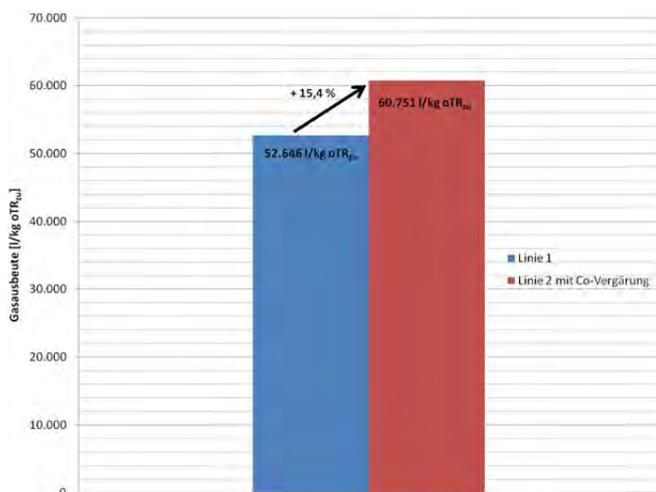


Abb. 1 Steigerung der Gasausbeute durch die Co-Vergärung

Ermittlung von charakteristischen Kenngrößen eines vollflächig durchströmten Kunststoff-Absorbers für Wärmepumpen

Lars Bohnenkamp B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums:	22. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	AL-Systems, Legden

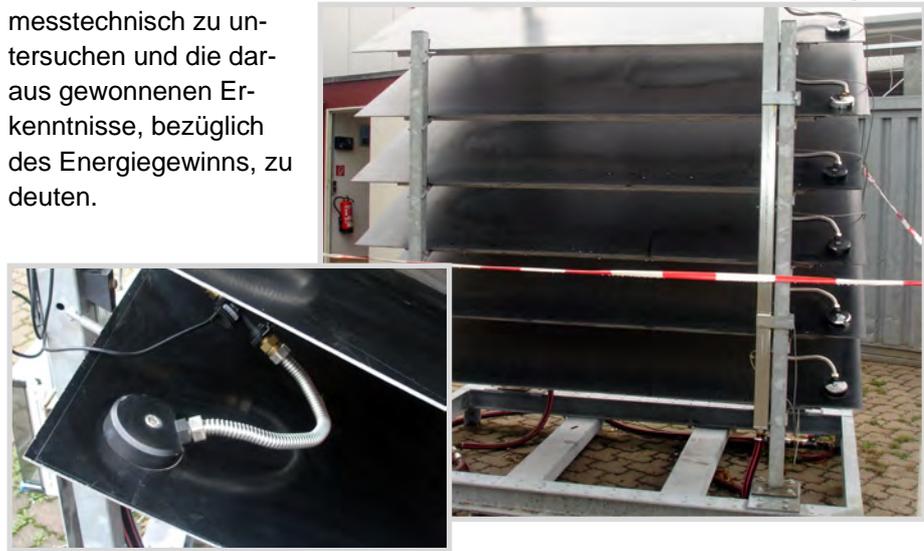


Die Kosten für elektrische und thermische Energie haben allein in den letzten 10 Jahren einen enormen Anstieg aufzuweisen und ein weiterer Anstieg ist auch in Zukunft zu erwarten. Nun kommt es verstärkt darauf an wirtschaftliche Heizsysteme einzuführen, die es erlauben, ohne kostenintensive und umweltschädliche Energieerzeugung auszukommen. Dies sind vor allem Heizsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe. Die Nutzung der direkten und indirekten Sonneneinstrahlung in Verbindung mit der Energieaufnahme aus der Umgebungsluft gewinnt daher immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Anlass entstand ein Projekt des Unternehmens AL-Systems. Für die Absorption werden großflächige Plattenwärmeübertrager verwendet, welche regenerative Umweltenergie aufnehmen. Diese gewonnene Energie wird in Form von Wärme über ein flüssiges Medium zur Wärmepumpe transportiert. Die sogenannten Energieabsorber werden vorzugsweise auf Dächern montiert, oder können als Energiebaum, im Idealfall auf freien Flächen aufgestellt werden.

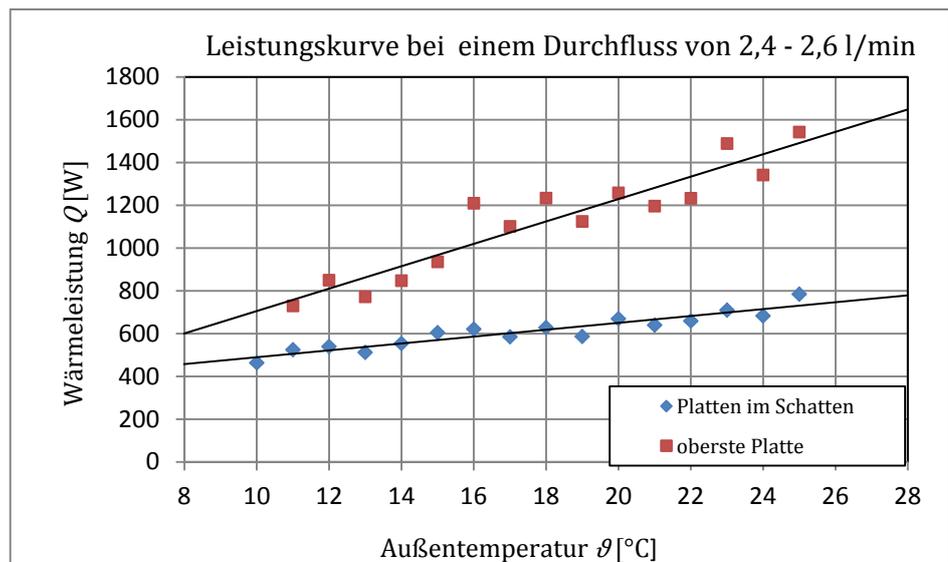
Ein typischer Plattenwärmeübertrager besteht aus Metall mit wärmeleitenden Rippen und separaten Kanälen, durch den der Wärmeträger, meistens Sole fließt. Ein Absorber gleicher Konstruktion aus Kunststoff würde einen erheblich schlechteren Wärmedurchgang aufweisen. Ein praktisch gleichwertiger Absorber aus Glasfaserverstärkten Kunststoff kann nur dann erreicht werden, wenn die gesamte Wärmetauscherfläche mit einem wärmeleitenden Medium durchströmt wird. Aus diesem Wissen der Problematik der Wärmeübertragung entstand der vollflächig durchströmte GFK-Absorber. Durch die Materialauswahl der Absorber sind sie in der Herstellung gegenüber Metallabsorbern und Sonnenkollektoren günstiger und bieten somit einen geringeren Investitionsaufwand. Der Werkstoff ist für hohe mechanische Beanspruchung konzipiert und das geringere Gewicht von GFK gegenüber Metall lässt massive Dachkonstruktionen wegfallen.



Der für die Bachelorarbeit bereitgestellte Prototype umfasst 6 solcher Platten, die parallel unter einem Neigungswinkel von 30° übereinander angeordnet sind. Ziel war es daher, die für dieses Konzept errichtete Versuchsanlage messtechnisch zu untersuchen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse, bezüglich des Energiegewinns, zu deuten.



Für die vorgelegte Fahrweise der Anlage bewegte sich der energetische Wirkungsgrad bzw. die Betriebscharakteristik durchschnittlich im Bereich zwischen 0,35 – 0,55. Der Wärmedurchgangskoeffizient einer GFK-Platte befand sich im Bereich zwischen 14 und 18 W/m²K auf. Abhängig von den Außentemperaturen und Intensität der Globalstrahlung ergaben sich mittlere absorbierte Wärmeleistungen, für den Betrachtungszeitraum Juli/August, von 600 bis 850 W (oberste Platte) und 400 bis 600 W bei darunterliegenden Platten. Da sich die Entwicklung dieses Projektes noch im Grundstadium befand, waren die ersten Ergebnisse zufriedenstellend, sodass GFK als Werkstoff für eine effiziente Energieaufnahme gut geeignet ist und diese Form von Energiegewinnung durchaus marktfähig ist.



Energie Monitoring einer Wärmepumpenanlage mit angeschlossenem Erdsondenfeld

Lennart Brandt B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jürgen Holzenkamp

Datum des Kolloquiums: 05. Dezember 2011

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

In Kooperation mit: pbr Planungsbüro Rohling AG Architekten und Ingenieure, Osnabrück



In Folge der Campus-Sanierung der Ruhr-Universität wurde im November 2011 der Neubau des Gebäudes ID eingeweiht. Sowohl die Architektur als auch die technische Gebäudeausrüstung inklusive der Laboreinrichtung wurden vom Planungsbüro Rohling geplant.



Abb. 1 Außenansicht des Gebäudes ID

Der Neubau bietet den Studierenden der Fakultät Elektro- und Informationstechnik sowie dem Materialforschungszentrum ICAMS auf 25.000 Quadratmetern exzellente Studien- und Forschungsbedingungen. In den neuen Laboren befinden sich neben speziellen Versuchsaufbauten auch Reinraumbereiche mit hochfrequenter Labortechnik. Studentische Arbeitsplätze, Büros, Seminarräume, ein Hörsaal sowie eine Cafeteria sind ebenfalls in dem innovativen Neubau beherbergt.

Für eine optimale Wärme- & Kälteversorgung des Gebäudes ID sorgt unter anderem eine Wärmepumpenanlage, die über ein Hydraulikmodul mit einem Erdsondenfeld verbunden ist. Zur Aufzeichnung der erzeugten Wärme- und Kältearbeit der Anlagenkomponenten wurden Wärmemengenzähler in der Technikzentrale installiert. Diese speichern die bis zum jetzigen Zeitpunkt erbrachte Arbeit und die Spitzenleistung des Vormonats automatisch ab. Diese Werte wurden im Rahmen meiner Bachelorarbeit vor Ort ausgelesen und anschließend in Diagrammen zur Verdeutlichung des Zusammenwirkens der Anlagenkomponenten ausgewertet. Die Darstellung der aufgenommenen Daten ermöglichte einen Vergleich mit den Planungsdaten. Wodurch eine Bewertung der Gesamtanlage bezüglich ihrer Funktionalität und Wirtschaftlichkeit möglich wurde.

Entwicklung der Härte des Wassers im Wasserwerk Grevener Damm und Überprüfung der Optimierung durch Mischung oder Enthärtung

Gerrit Bringemeier B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	20. April. 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Stadtwerke Emsdetten GmbH, Emsdetten



Die Stadtwerke Emsdetten GmbH mit ihren Wasserwerken Ortheide und Grevener Damm fördern ihr Wasser aus der Ur-Emsrinne. Seit ca. 1985 hat sich die Qualität des Grundwassers dahingehend verändert, dass sich insbesondere die Härte im Grundwasser erhöht hat. Die Härtebildner Calcium und Magnesium gelangen durch Lösungsprozesse von Mineralien wie Calcit und Dolomit in das Grundwasser. Es gibt verschiedene anthropogene Eingriffe, z. B. die erhöhte Aufbringung von Dünger auf Ackerflächen, die Lösung von gebundenem organischem Stickstoff durch Bebauung und der diffuse Eintrag von Abwässern, die zunächst den pH-Wert senken und dadurch zu Härteanstiegen im Grundwasser führen können.

Erhöhte Härtekonzentrationen im Trinkwasser haben keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen für die Verbraucher. Der höhere Gehalt an Mineralien ist eher förderlich für den menschlichen Organismus. Darüber hinaus schreibt die Trinkwasserverordnung keinen Grenzwert für den Parameter Härte vor. Allerdings sind für eine Vielzahl von technischen Geräten im Haushalt die Härtebildner ein Risiko, da bei der Erwärmung des Trinkwassers Kalk ausfallen kann. Eine effektive Nutzung der Enthärtungsmöglichkeiten ist unabdingbar um eine dauerhaft hohe Wasserqualität zu garantieren und dem Härteanstieg entgegen zu wirken.

Die finanzielle Bilanz dieses Verfahrens ist als positiv für den Verbraucher zu bewerten, da erhöhte Ausgaben von ca. 0,1 - 0,5 €/m³ für das Trinkwasser mit Ersparnissen von ca. 0,5 - 0,6 €/m³ im Bereich Energieaufwand, Waschmittelverbrauch und einer erhöhten Lebensdauer der Warmwassergeräte kompensiert werden.

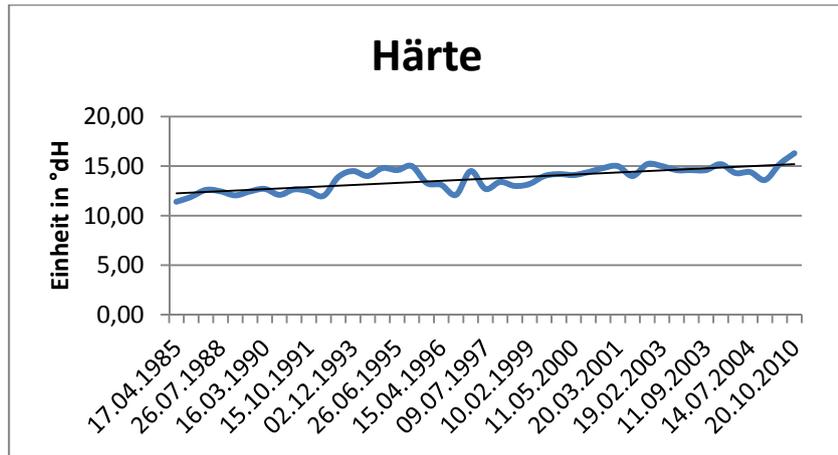


Abbildung: Entwicklung der Härte im Grundwasser

In dieser Bachelorarbeit werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Einhaltung des Härtebereichs 2 von maximal 14°dH am Wasserwerk Grevener Damm beschrieben. Der aktuelle Prozess der Aufbereitung und der Mischung mit enthärtetem Wasser aus dem Wasserwerk Ortheide wird überprüft. Die umsetzungsfähigen Optimierungsansätze durch alternative zentrale Enthärtungsmethoden (Membran-, Ionenaustausch- oder Fällungsverfahren) und die veränderte Mischung der Wässer aus den zwei betriebenen Wasserwerken werden dargestellt.

Die Mischung der Wässer könnte bei weiterem Härteanstieg nur noch unter unwirtschaftlichen Mischungsverhältnissen zulasten des Wasserwerks Ortheide gefahren werden. Die Realisierung einer Enthärtungs- bzw. Entcarbonisierungsanlage im Wasserwerk Grevener Damm kann zu einer Entlastung des Wasserwerks Ortheide führen, da nunmehr in beiden Wasserwerken Aufbereitungsmöglichkeiten installiert wären.

Für die tatsächliche Auswahl eines Enthärtungsverfahrens werden die Kosten, die Integrierung in die bestehenden Anlagen, die Verwertung von Rückständen und die zu entfernenden Stoffe neben den Härtebildnern und Kohlensäureformen ausschlaggebend sein.

Nach diesen Erkenntnissen sollte es der Stadtwerke Emsdetten GmbH in den nächsten Jahren möglich sein, eine Enthärtungsanlage zur optimalen Regulierung der Härte zu bauen. Dadurch kommt es nicht nur zu einer Regulierung der Härte, sondern auch zu einer Entlastung des Wasserwerkes Ortheide.

Konzeptionelle Planung einer Wärmepumpenanlage für ein vollautomatisiertes Hochregallager mit ökonomischer und ökologischer Bewertung

Tobias Budde B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Josef Josfeld

Datum des Kolloquiums: 26. August 2011

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

In Kooperation mit: GERTEC Planungsgesellschaft, Essen

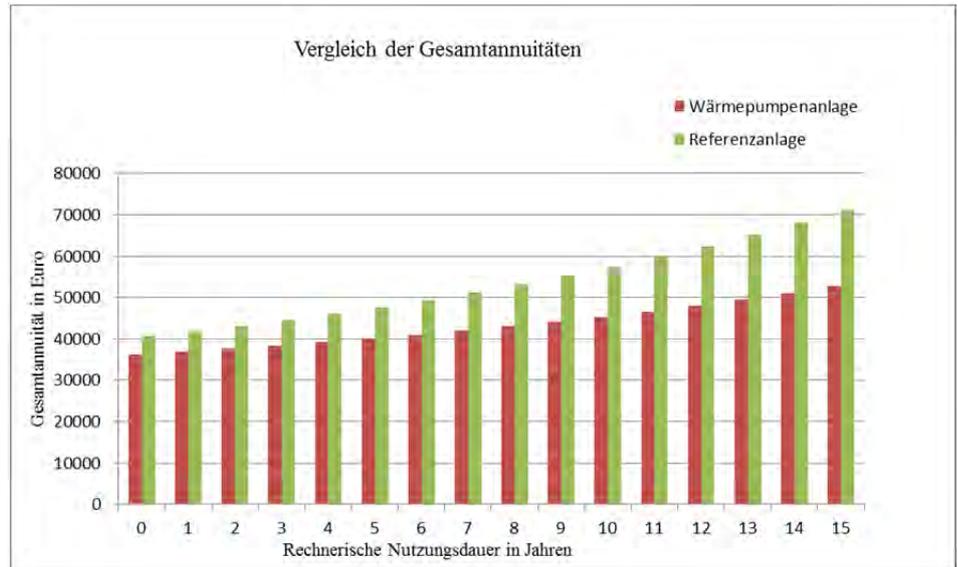


Ziel dieser Bachelorarbeit war das Erstellen eines Energiekonzeptes für die Beheizung eines vollautomatisierten Hochregallagers eines Textilunternehmens. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf Ökonomie und Ökologie der Anlage gelegt. Nach Analyse der am Betriebsstandort vorhandenen, nutzbaren Ressourcen und der Berechnung des jährlichen Wärmeverbrauchs anhand einer geordneten Jahresdauerlinie, wurde sich für den Einsatz einer elektrisch betriebenen Kompressionswärmepumpe entschieden. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren das im angrenzenden Gebäude geplante Backup-Rechenzentrum des Unternehmens und die an das Hochregallager angrenzenden Sprinklertanks, die zusätzlich als Pufferspeicher mit in die Anlage einbezogen werden. Die Kühlung des Backup-Rechenzentrums erfolgt durch ein indirektes Umluftkühlgerät mit der Wärmepumpe als Kaltwassersatz. Die Wärmeübertragung im Hochregallager erfolgt durch eine Fußbodenheizung.

Die Versorgungstrategie der Anlage sieht vor, durch Wärmerückgewinnung der Abwärme aus dem Backup-Rechenzentrum, das Hochregallager zu beheizen. Die im Sommer nicht benötigte Abwärme des Backup-Rechenzentrums wird in die Sprinklertanks eingespeichert, um in der Heizperiode anfallende Spitzenlasten abdecken zu können. Die dauerhaft anfallende Abwärme wird zur Grundlastversorgung des Hochregallagers genutzt und, falls nicht benötigt, zum Nachladen des Pufferspeichers. Aufgrund der Wärmespeicherung und der niedrigen Temperaturanforderungen ist es so möglich, die Wärmepumpe auf ein Drittel der tatsächlichen Heizlast auszuliegen.

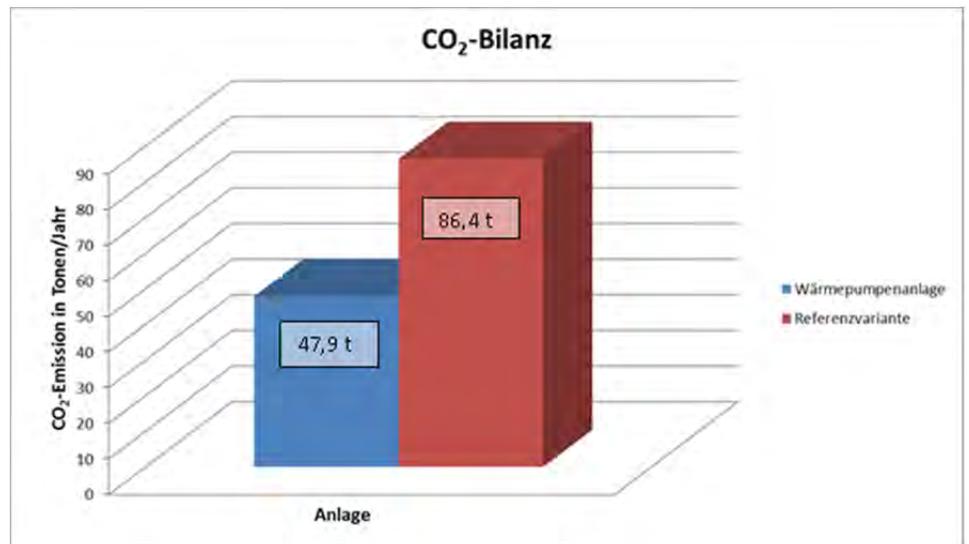
Die abschließende ökonomische und ökologische Bewertung des Versorgungskonzeptes erfolgte anhand eines Vergleiches mit einer Referenzvariante. Die Referenzvariante sieht zwei separate Systeme zur Beheizung und Kühlung vor. Die Beheizung erfolgt durch einen Gas-Brennwertkessel, ebenfalls in Verbindung mit einer Fußbodenheizung und die Kühlung des Backup-Rechenzentrums basiert auf einem Umluftkühlgerät mit Direktverdampfer und einem Rückkühlwerk.

Die ökonomische Bewertung sieht einen Vergleich der Gesamtannuitäten über die rechnerische Nutzungsdauer der Anlagenvarianten vor. Dabei wurde eine Energiepreissteigerung von 7 % berücksichtigt.



Die Entwicklung der Gesamtannuität zugunsten der Wärmepumpenanlage ist mit dem deutlich höheren Energiebedarf der Referenzvariante zu erklären.

Die ökologische Bewertung erfolgte durch den Vergleich der jährlichen CO₂-Emissionen.



Die höhere CO₂ Emission der Referenzvariante ist auf die separaten Anlagenteile zur Kühlung des Backup-Rechenzentrums und Beheizung des Hochregallagers und des daraus resultierenden erhöhten Energiebedarfs zurückzuführen.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Abkehr von bisher üblichen Energieversorgungssystemen und die Hinwendung zu neuen, hocheffizienten Technologien und erneuerbaren Energien deutliche Vorteile in Hinblick auf Ökonomie und Ökologie bedeuten können.

Ganzheitliche Betrachtung des Mikro-KWK-Potenzials im Wohngebäudebestand – Korrelation zwischen Kraft-Wärme-Kopplung und Dämmmaßnahmen

Michael Buller M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Rolf Albus

Datum des Kolloquiums: 24. November 2011

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

In Kooperation mit: Gaswärme-Institut e. V., Essen



Bei der ganzheitlichen Betrachtung des Mikro-KWK-Potenzials im Wohngebäudebestand stehen die Abschätzungen von Optimierungsmöglichkeiten aus verschiedenen Betrachtungswinkeln durch die energetische Modernisierung der Objektstruktur im Fokus. Die Relevanz dieses Forschungsinteresses ist u. a. ablesbar sowohl an der Wichtigkeit des Themas „Energie“ in der nationalen Aufmerksamkeit der Bevölkerung als auch in der weltweiten Priorisierung dieses Themas.

Die unter der Prämisse der Nutzung möglicher Synergien zwischen der energetischen Sanierung der Gebäudehülle und dem Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung erstellte Arbeit beruht auf theoretischen Grundlagen. Sie richtet die Aufmerksamkeit auf die Simulation von Einflüssen verschiedener Eingangsvariablen sowie auf die anschließende Analyse und Interpretation der Ergebnisse. Die theoretischen Potenziale der Dämmmaßnahmen sind unter der Annahme einer allgemeingültigen, in fixe und variable Anteile aufgeteilten Wärmeverteilung innerhalb eines Objekts quantifizierbar. Ein exemplarisches Energieflussbild eines Wohngebäudes ist in der folgenden Abbildung dargestellt und bildet eine wesentliche Grundlage der Berechnungen.

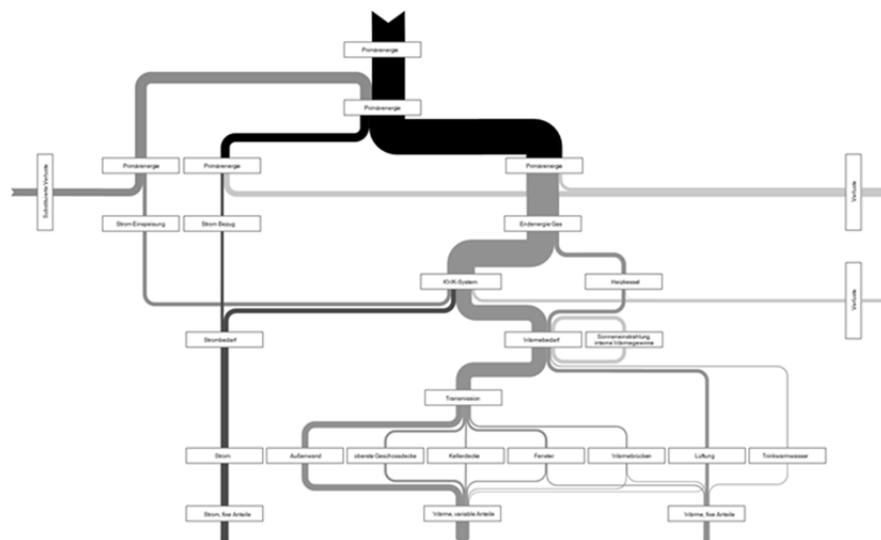


Abbildung 1: Beispiel für allgemeingültige Energieflussverteilung

Die Optimierung der Auslegung von beliebigen, durch die Stromkennzahl und

den relativen Anteil an der Heizlast eines betrachteten Objekts definierten, KWK-Systemen wird zur Potenzialabschätzung sowohl der Einzelumsetzungen als auch der Kombinationsmöglichkeiten aus Dämmung und Kraft-Wärme-Kopplung zugrunde gelegt.

Die im Rahmen der Arbeit erstellte Simulation in Microsoft Excel zeigt sowohl wirtschaftliche, primärenergetische als auch ökologische Einsparpotenziale auf. Die resultierenden Diagramme schaffen die Grundlage für die Interpretation, Bewertung und Nutzung der Simulation. Im Rahmen der Arbeit wurden vier unterschiedliche Betrachtungen (primärenergetisch, ökologisch, wirtschaftlich, wirtschaftlich-ökologisch) und sieben Sensitivitäten (Stromverteilung, Wohnungsbelegung, Wohnfläche, Strombedarf, Strom- und Gaspreis, Emissionen des Strommix und Investitionskosten) detailliert betrachtet. Die folgende Abbildung zeigt die Veränderung der Oberflächenverläufe als Ergebnis der Simulation der wirtschaftlichen Betrachtung der Mehrkosten, in diesem Fall exemplarisch für die Variation des spezifischen Strombedarfs.

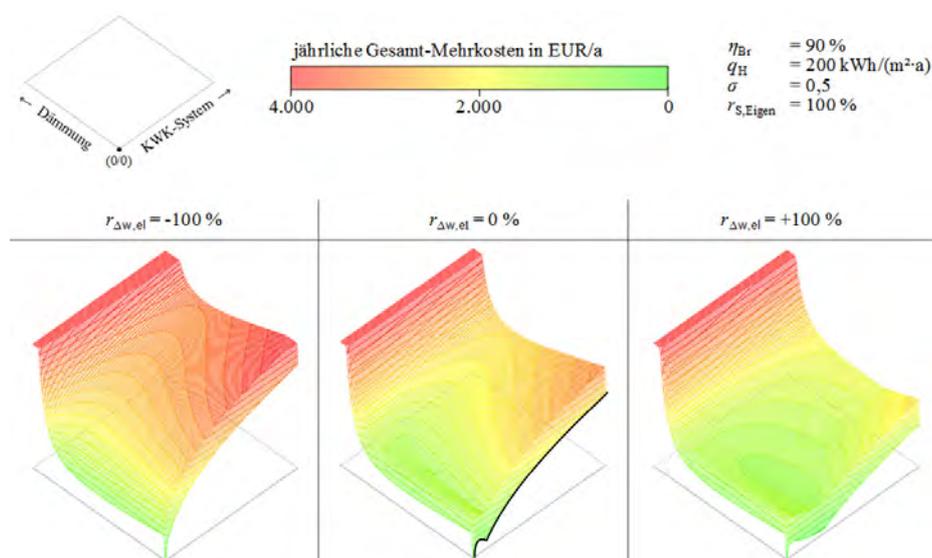


Abbildung 2: Beispiel für Sensitivitätsbetrachtung

In der mittleren graphischen Darstellung ($r_{\Delta w, el} = 0\%$) der Ergebnisse wird bei der Betrachtung des reinen KWK-Einsatzes (schwarz nachgezogene Linie) eine der zentralen Erkenntnisse und damit wesentliche Kernaussage dieser Arbeit besonders verdeutlicht. Die Ausprägung und die Position der ausgebildeten Unstetigkeit lassen auf einen wirtschaftlich optimierten Betrieb schließen. Diese Unstetigkeitsstelle liegt im Bereich des Übergangs von KWK-Stromeigennutzung zur Netzeinspeisung. Dies resultiert aus der höheren Wertigkeit der Eigenstrombedarfssubstitution gegenüber der alleinigen Einspeisevergütung in Kombination mit den Auswirkungen der resultierenden Laufzeit des KWK-Systems.

Begründet durch die hohe Komplexität der Ergebnisse durch die Vielzahl an Eingangsvariablen (unterschiedliche Technologien, volatile Energiepolitik, unterschiedliche Gebäudecharakteristika und Nutzerverhalten) können fundierte allgemeingültige Aussagen nur im begrenzten Maße getroffen werden.

Aktueller Stand und Entwicklung der Entkopplung der Gaspreise von den Ölpreisen - Jüngste Entwicklung auf dem deutschen Erdgasmarkt im Zusammenhang mit der fortschreitenden Liberalisierung

Stark Burns B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums:	18. Mai 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	PricewaterhouseCoopers AG, Düsseldorf



Die großen Erdgasproduzenten, die ebenfalls oft Ölproduzenten sind, wollen nicht auf ihre langfristigen ölpreisgebundenen *Take or Pay*-Lieferverträge verzichten. Als Begründung werden die hohen Investitionskosten für die Erschließung von Erdgas und den Bau von Erdgasleitungen genannt, die nicht ohne eine vertraglich gesicherte Absatzmenge finanzierbar wären. Unter Experten überwiegt die Meinung, dass deshalb langfristige Lieferverträge weiterhin eine wichtige Rolle für die Erdgasversorger spielen werden. Zu dieser Erkenntnis kommt ebenfalls die EU-Kommission, die vordergründig die Gasversorgungssicherheit von Europa im Interesse hat. Die Großimporteure stecken aber als Zwischenhändler in einem Dilemma, da immer mehr Kunden (wie Industriebetriebe) und Weiterverteiler (wie Stadtwerke) aufgrund der gestiegenen Volatilität von Erdöl auf flexiblere Verträge bestehen, die keine Ölpreisbindung enthalten. Zusätzlich sehen sich die Großimporteure durch die fortschreitende Liberalisierung immer mehr Gas-zu-Gas-Wettbewerb – indem neue Gasanbieter auf den Markt drängen – ausgesetzt. Dadurch ist für die Großimporteure zum bereits bestehenden Mengenrisiko – aufgrund der ToP-Verträge mit dem Produzenten – ein zunehmendes Preisrisiko hinzugekommen. Welche Strategien können die Großimporteure nun verfolgen, nachdem die Anpassung der Lieferverträge gescheitert ist? Dazu ist zu untersuchen, wann und weshalb es zur Entkopplung der Erdgaspreise von den Ölpreisen kam, wie lange eine Entkopplung dauert und was nach einer Entkopplung passiert.

Bei der Untersuchung der Kopplung und Entkopplung der Gaspreise von den Ölpreisen konnte die starke Wirkung des Ölpreises auf die Gaspreise nachgewiesen werden. Für die weitere Kopplung spricht, dass ölpreisgebundene Langfristverträge weiterhin zwischen Großimporteuren und Produzenten bestehen, um kostenintensive Infrastrukturprojekte abzusichern. Gegen die Kopplung spricht, dass die historischen Preiskopplungsgründe nicht mehr gegeben sind. In den meisten europäischen Ländern wird bereits mehr Gas als Ölprodukte verheizt. Die Erdölreserven und damit die Erdölproduktion werden durch ihre Verknappung stärker als die weniger begrenzten Gasreserven weiter abnehmen. Zusätzlich hat sich gezeigt – besonders im Jahr 2008, dass sich der Erdölpreis durch Spekulanten getrieben innerhalb kürzester Zeit stark manipulieren lässt und damit die Volatilität des weltweit wichtigsten Energieträgers in die Höhe treibt. Dennoch ist selbst ohne die vertragliche Kopplung durch den Benchmarkeffekt, aufgrund der Führungsrolle von Erdöl – im Speziellen: North Sea Brent – und der Konkurrenz zwischen beiden Energieträ-

gern, mindestens eine indirekte Bindung zwischen Gas- und Ölpreis unbestreitbar. Dies zeigt auch die Entwicklung in den USA, wo die historische Preisentwicklung auch ohne Kopplung die Öl- und Gaspreise trotzdem parallel gelaufen ist. Daher wird die weitere langfristige Entwicklung der Preisverläufe von NSB-Erdöl und TTF-Erdgas häufiger parallel laufen mit regelmäßigen Justierungsphasen, die eine Anpassung des Preisdeltas durch eine Entkopplung ermöglichen. Hierbei wird verstärkt davon ausgegangen, dass die preisliche Anpassung stets in eine Richtung – die der Abwertung von Erdgas gegenüber Erdöl verlaufen wird.

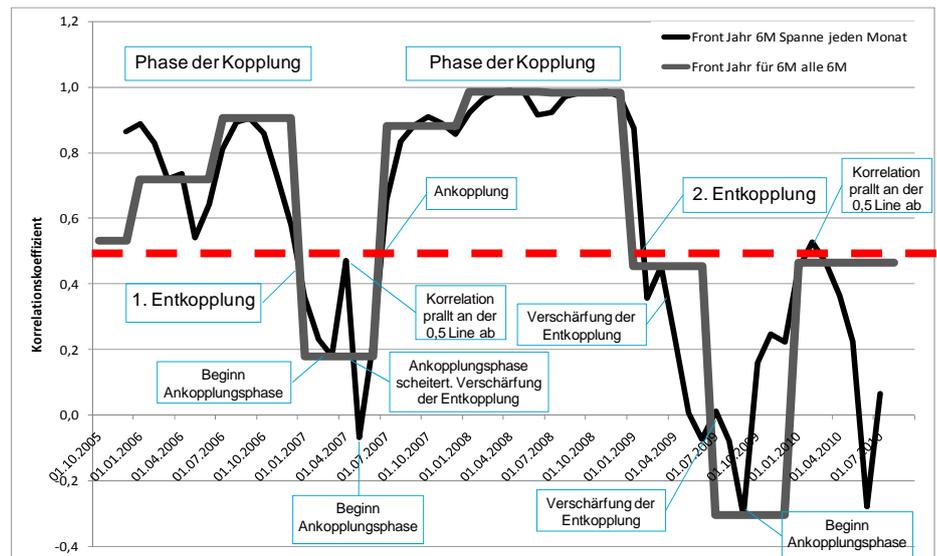


Abb. 2: Korrelation zwischen Erdöl (North Sea Brent) und Erdgas (TTF-Holland)

In dieser Arbeit wurde die Möglichkeit beschrieben, die Zustände und Phasen der Kopplung zu ermitteln. Es wurden zwei Entkopplungen festgestellt (vgl. Abb.1). Eine Entkopplung wurde erst durch die mit der Liberalisierung geschaffenen Rahmenbedingungen – insbesondere durch den börslichen Erdgashandel – möglich. Die zunehmenden Handelsvolumina und Liquidität des börslichen Handels zeigen, dass der alternative Beschaffungsweg gegenüber Langfristverträgen an Bedeutung gewinnt, wodurch die Grundlage einer eigenständigen Bewertung von Erdgas ermöglicht wird und eine Entkopplung der Erdgaspreise von den Ölpreisen nachhaltig sein kann. Als eine der Ursachen der Entkopplung wurde die konträre Entwicklung der Fundamentaldaten zwischen Erdöl und Erdgas festgestellt. Aufgrund der in großen Mengen wirtschaftlich gewordenen Förderung von unkonventionellem Erdgas wurde eine weltweite Überkapazität seit 1998 aufgebaut, während Erdöl eine Unterkapazität in demselben Zeitraum verzeichnete. Die Auswirkung der Weltwirtschaftskrise 2009 auf die Entkopplung war begrenzt, da der Absatz bei Erdöl und Erdgas gleichmäßig mit der Produktion sank. Aufgrund der steigenden Homogenität der weltweit sonst fragmentierten Erdgasmärkte durch Transporte von Liquefied Natural Gas (LNG) konnte die Überkapazität an den Erdgas-Handelspunkten ihre Wirkung auf den Preis entfalten. Diese Arbeit bildet die Basis für die Entwicklung möglicher Handels- und Beschaffungsstrategien.

Materialintensitätsanalyse von Glasbehältern nach dem MIPS-Konzept – Die Bereitstellung von 1000 Litern Mineralwasser in der 0,7 Liter Perlenflasche im Handel

Andrea-Kinga Csiby B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

07. September 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal



Die MIPS-Analyse (Materialinput pro Serviceeinheit) ermöglicht die Bewertung der Umweltbelastung eines Produktes oder Nutzwertes. In dieser Arbeit wurden die Materialintensitäten der Ressourcenaufwendungen in den Kategorien abiotische und biotische Materialien sowie Wasser und Luft analysiert. Durch deren Erfassung lassen sich mögliche Ressourceneffizienzpotenziale erkennen. Die Serviceeinheit der Analyse wurde als Bereitstellung von 1000 Litern Mineralwasser in der Perlenflasche der Genossenschaft Deutscher Brunnen eG (GDB) im Handel definiert. In die Materialintensitätsanalyse sind die Ressourceninputs zur Herstellung der Verpackungskomponenten Perlenflasche, Etiketten, Aluminiumverschlüsse, Mehrwegkasten, Brunnenpaletten und Palettensicherungen eingeflossen. Des Weiteren sind in der Analyse die Abfüllung des Mineralwassers und Transportprozesse zwischen einzelnen Prozessschritten enthalten. Der gesamte Materialinput pro Serviceeinheit der ausgewiesenen Kategorien wird in der Tabelle 1 dargestellt.

MIPS [kg]	abiot. Stoffe	biot. Stoffe	Wasser	Luft
	3.996,30	543,65	70.065,23	1.007,59

Tabelle 1: Materialinput pro Serviceeinheit, in Kilogramm

Die Kategorie Wasser weist die höchsten Verbräuche auf. An zweiter Stelle folgen die abiotischen Stoffe. Biotische Stoffe und Luft weisen die geringsten Ressourceninputs auf. Die Ursachen der Materialintensitäten liegen zum größten Teil in der Herstellung des Mehrwegkastens und der Glasherstellung. Die Produktion des Mehrwegkastens aus HDPE-Granulat (HDPE: Polyethylen hoher Dichte) im Spritzgießverfahren ist mit hohen Kühlwasser- und Energieverbräuchen verbunden. Die Ressourceninputs für die Glasflasche gründen in der Förderung von Quarzsand und Soda, sowie in den Energieverbräuchen während der Glasschmelze. Abbildung 1 verdeutlicht die prozentuale Verteilung der Materialintensitäten auf die Materialinputs. Energieaufwendungen sind in Kilowattstunden, Transporte in Tonnenkilometern und weitere Ressourcen in Kilogramm in den Materialinputs enthalten.

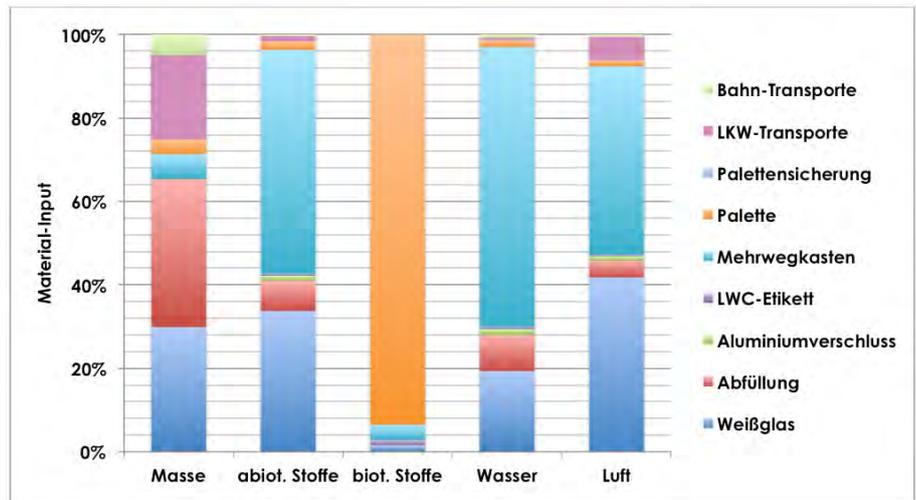


Abbildung 1: Anteile der Materialintensitätskategorien zur Bereitstellung von 1000 Litern Mineralwasser im Handel

Die Sensitivitätsanalyse veranschaulicht, dass die Kombination eines materialexintensiven Kastens und einer leichteren Glasverpackung die größten Einsparungen ermöglicht. Aufgrund des hohen Einflusses des Mehrwegkastens und der Glasverpackung auf die MIPS-Ergebnisse sind deren Ressourceneffizienzpotenziale aufzuzeigen. Die Steigerung der Effizienz im Spritzgießprozess ist durch:

- eine Optimierung der Druckluftherzeugung,
- Isolierung beheizter Oberflächen,
- einer homogenen Temperierung von Werkzeugoberflächen,
- durch eine gute Entlüftung des Spritzhohlraumes,
- der richtigen Auswahl der Prozessparametertoleranzen,
- einer korrekten Auslegung und Überwachung der Kühlphase,
- der Abwärmenutzung zur Vortemperierung der Werkzeuge,
- Einsatz der Stemke-Kühlung und
- der Reduzierung des Kastengewichtes durch eine geringe Anzahl an Flaschenstützflächen

zu erreichen. Ressourceneffizienzpotenziale für Glasverpackungen bieten die Möglichkeiten:

- der Reduktion des Produktionsausschusses,
- der Erhöhung des Fremdscherbenanteils,
- des Ersatzes von Weißglas durch Grünglas und
- der Gewichtsreduktion durch Einsatz von Leichtglasflaschen.

Eine umfassende Bewertung eines Verpackungssystems für Mineralwasser ist nicht ausschließlich durch die MIPS-Analyse zu leisten, da nur die Ressourceninputs in die Analyse aufgenommen werden. Daher ist der Einbezug von Ökobilanzen, der Wirtschaftlichkeit aller Komponenten und neuen Technologien und der sozialen Auswirkungen wie Handhabung und gesundheitlicher Einfluss auf den Menschen notwendig.

Simulation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer wärmepumpenbetriebenen Klimakompaktanlage

Markus Daut B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	05. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	GEA Air Treatment GmbH, Herne

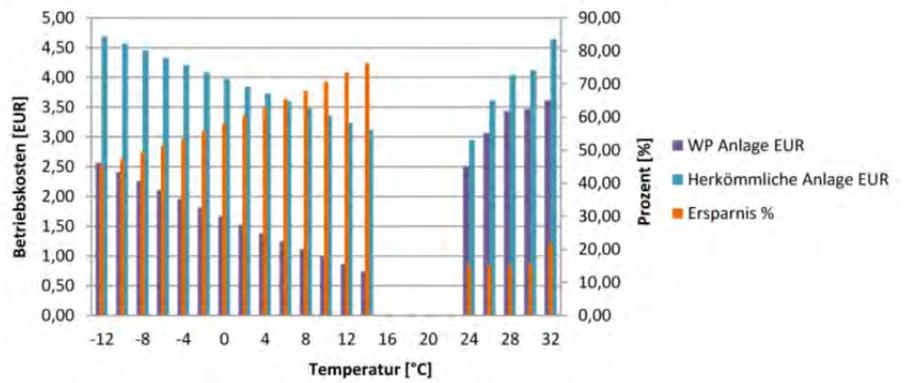


Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde eine Klimakompaktanlage mit monovalent betriebem Wärmepumpensystem hinsichtlich der benötigten thermischen und elektrischen Leistungen sowie der Betriebskosten in einem Bürogebäude untersucht.

Die Besonderheit dieser Anlage liegt darin, dass zum Heizen, Kühlen und Lüften ausschließlich elektrischer Strom nötig ist. Durch die eingebaute Wärmepumpe mit Unterstützung durch einen Enthalpiero-rotor zur Wärme- und Feuchterückgewinnung werden die gesamten thermischen Lasten in Gebäude abgefangen. Aufgrund dieser Eigenschaft ist es nicht notwendig, ein herkömmliches Heiz- und Kühlsystem zu installieren. Bereits installierte, effiziente Heizsysteme können auch weiterhin genutzt werden. In diesem Fall wird die Luft von der simulierten Anlage nur auf die gewünschte Raumtemperatur erwärmt.

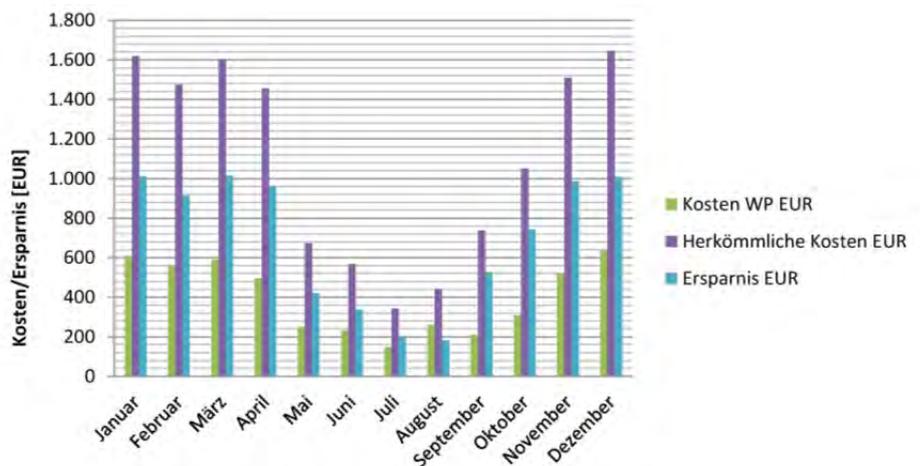
Die Stärken der simulierten Klimakompaktanlage liegen in den Betriebszuständen „Heizen“ und „Kühlen mit Entfeuchten und Nacherhitzung“. Im Betriebszustand „Heizen“ werden die thermischen Lasten effizient durch die Wärmerückgewinnung und die Wärmepumpe abgefahren. Bei Außenlufttemperaturen unter 0 °C erreicht die Wärmepumpe einen COP zwischen 4 und 5, bei Außenlufttemperaturen über 0 °C erreicht sie einen COP von bis zu 8,8 und arbeitet somit sehr effizient. Im Betriebszustand „Kühlen mit Entfeuchten und Nacherhitzung“ liegt die Stärke der Anlage darin, dass die zur Nacherhitzung benötigte Wärme keine weiteren Kosten verursacht. Diese wird durch die Verflüssigerseite des Kältekreislaufs bereitgestellt.

Im folgenden Diagramm werden die Betriebskosten der simulierten Anlage anhand der Außenlufttemperaturen dargestellt.



Hier ist zu erkennen, dass die Betriebskosten der simulierten Klimakompaktanlage im Betriebszustand „Heizen“ deutlich unter den Betriebskosten einer herkömmlichen Anlage liegen. Auch in den anderen Betriebszuständen liegen die Betriebskosten unterhalb einer herkömmlichen Anlage.

Zur Ermittlung der jährlich anfallenden Betriebskosten wurde mit den Wetterdatensätzen des DWD für ein Testreferenzjahr die wärmepumpenbetriebene Anlage simuliert. Hierbei hat sich, wie im folgenden Diagramm erkennbar, herausgestellt, dass die simulierte Klimakompaktanlage über das ganze Jahr hinweg deutlich weniger Kosten als eine vergleichbare konventionelle Anlage verursacht.



Nachweis der Eignung des emco Akustikprüfstandes zur Messung in Anlehnung an die DIN EN ISO 3741

Jens Uwe de Groot B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Frank Bolkenius
Datum des Kolloquiums:	27. Mai 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	emco Bau- und Klimatechnik, Lingen



Eine detaillierte Planung eines Anlagensystems und der dazu gehörigen Komponenten ist Voraussetzung zur Herstellung eines angenehmen Raumklimas mit einer Lüftungstechnischen Anlage. Entsprechend der aktuellen Normen und Richtlinien sind Parameter wie Luftgeschwindigkeit, Temperatur und Zugluftrisiko zur Einhaltung der thermischen Behaglichkeit im Aufenthaltsbereich zu berücksichtigen. Bezogen auf die Akustik sind in den Normen und Richtlinien Vorgaben hinsichtlich der einzuhaltenden Schalldruckpegel im Aufenthaltsbereich des Raumes einzuhalten.

In einer Lüftungsanlage bilden Luftdurchlässe die letzte Komponente vor Eintritt der Luft in den Raum. Sie können den Geräuschpegel erheblich beeinflussen und tragen somit zum Behaglichkeitsempfinden des Nutzers bei. Die Geräuschemissionen in Luftdurchlässen entstehen in erster Linie durch Luftumlenkungen, aber auch Bauart, Funktionsweise und Design beeinflussen den Geräuschpegel.

Als Hersteller Lüftungstechnischer Komponenten bietet die Firma emco technische Dokumentationen zur Auslegung von Luftdurchlässen, Konvektoren, dezentrale Lüftungsgeräte etc. unter Berücksichtigung der oben genannten Parameter. Die Basis für die technischen Dokumentationen wird durch Ermittlung von Messdaten im klimatechnischen Labor des Unternehmens gelegt. An unterschiedlichen Prüfständen werden die für die Planung relevanten Daten, wie z. B. Druckverlust, Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich und Schallleistungspegel messtechnisch ermittelt. Die Ermittlung der Schallleistungspegel erfolgt in einem Sonderhallraum in Anlehnung an die DIN EN ISO 3741.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll die Anwendbarkeit bzw. Genauigkeit der im Prüfraum ermittelten akustischen Daten und der angewendeten Messverfahren zur Schallleistungsbestimmung untersucht werden. Aus den Erkenntnissen der Untersuchung wird im Anschluss eine „Kalibrierung“ des Prüfstandes und des angewendeten Messverfahrens abgeleitet und die praktische Anwendung am Beispiel verschiedener emco Luftdurchlässe erläutert.

Speicherungsmöglichkeiten von Photovoltaik-Energie für den Eigenverbrauch in Einfamilienhäusern

Faezeh Delf Etschresch B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Kai Nogatz
Datum des Kolloquiums:	22. Juni 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	Solen Energy GmbH, Meppen



Die heutige Energieversorgung erfolgt überwiegend aus fossilen Energieträgern. Diese sind begrenzt und können den Energiebedarf der Menschheit, der tendenziell in den nächsten Jahren kontinuierlich steigen wird, nicht decken. Erneuerbare Energien wie Energie aus Solarstrahlung, Wasserkraft, Windenergie, Geothermie und Biomasse müssen diese Knappheit ausgleichen bzw. ersetzen.

Die Nutzung regenerativer Energien ist seit Einführung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) beachtlich gestiegen. Darunter die Nutzung dezentraler Energieversorgungsanlagen wie Photovoltaik-Anlagen, die sowohl eine Einspeisung ins öffentliche Netz als auch den Verbrauch der erzeugten Energie im privaten Haushalt ermöglichen. Um den Eigenverbrauch in den Haushalten zu maximieren und eine Verschiebung zwischen Erzeugungsprofil und Verbraucherprofil ermöglichen zu können, ist der Einsatz von dezentralen Energiespeichern von großer Wichtigkeit. Der Einsatz von Speichersystemen in witterungsbedingt fluktuierenden erneuerbaren Energiesystemen wie Photovoltaik-Anlagen darf die Versorgungsqualität nicht negativ beeinflussen.

Eine geeignete Speicherform für die erzeugte Solarenergie, die sowohl kostengünstig als auch mit hohen Wirkungsgraden zu betreiben ist, ist ein aktuelles Thema, das viele Photovoltaik-Unternehmen sowie Photovoltaik-Betreiber derzeit beschäftigt.

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Speichermöglichkeiten für den Einsatz in PV-Systemen zu erkunden, die einen sicheren und wirtschaftlichen Verbrauch der in den Haushalten erzeugten Solarenergie ermöglichen. Hierfür wurden verschiedene Speichertechnologien dargestellt und erläutert. Anschließend wurden die Investitionskosten der PV-Anlagen und der Speichersysteme aufgelistet, um einen Vergleich sowie eine Aussage über den zukünftigen Nutzen von PV-Anlagen mit Energiespeichern in privaten Haushalten treffen zu können.

Als dezentrale Energiespeichersysteme in privaten Haushalten wurden die elektrochemischen Speicher wie u. a. Bleib-Säure-Akkumulator, Nickel-Cadmium-Akkumulator, Lithium-Ionen-Akkumulator, Natrium-Schwefel-Batterie sowie Redox-Flow-Batterien untersucht. Dabei waren die Redox-Flow- und Li-Ionen-Systeme interessante Speichertechnologien. Die Redox-Flow-Batterien zeichneten sich durch niedrige Investitionskosten aus. Ihre

Wirkungsgrade unterscheiden sich je verwendetes Material und sind durch eine Verbesserung der Membran zu steigern.



Prototyp einer Redox-Flow-Batterie des Fraunhofer Instituts

[Hannover Messe, April 2011]

Lithium-Ionen-Akkumulatoren haben hohe Wirkungsgrade und ein geringes Gewicht, demgegenüber stehen die hohen Investitionskosten dieses Speichersystems.



Lithium-Ionen-Akku des Herstellers Saft mit einer Kapazität von 2,2 kWh

[Hannover Messe, April 2011]

Die Blei-Säure-Batterien brachten einen guten Ertrag und sind somit für den Einsatz in PV-Systemen wirtschaftlich geeignet. Die Redox-Flow-Systeme erzielten die höchste Rendite und sind für den Einsatz in PV-Systemen ebenfalls geeignet. Die Li-Ionen-Systeme können zukünftig durch Kostensenkungen für den Einsatz in PV-Anlagen eine wichtige Speicherform darstellen. Die eingesetzten Speichersysteme rentieren sich, jedoch erst nach langer Laufzeit.

Möglichkeiten der zentralen Enthärtung des Wassers im Wasserwerk Greven-Wentrup durch Nanofiltration

Johannes Dobner B.Eng.

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

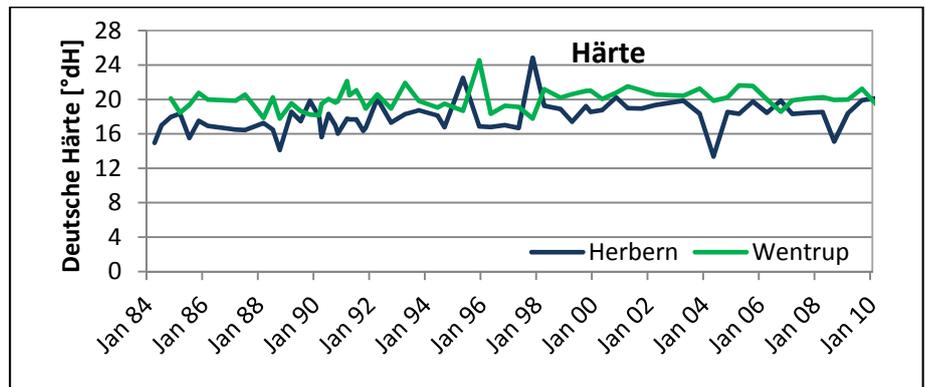
Datum des Kolloquiums: 20. April 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: Stadtwerke Greven GmbH, Greven



Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Greven erstellt, um die Möglichkeit des Einsatzes einer Nanofiltration für die zentrale Enthärtung zu prüfen. Anlass dieser Arbeit ist die leicht steigende Härte des Wassers in den letzten Jahrzehnten und damit der Anstieg der wesentlichen Härtebildner Calcium und Magnesium.



In dieser Arbeit wird der heutige Aufbereitungsprozess detailliert erläutert. Zusätzlich wird die Qualitätsentwicklung des Rohwassers im Wasserwerk Greven dargestellt. Diese geben Aufschluss über die ablaufenden Prozesse im Aquifer. Anhand dieser Entwicklung kann eine Aussage über die zukünftige Rohwasserqualitätsentwicklung gemacht werden.

Des Weiteren werden die Grundlagen der möglichen zentralen Enthärtungsverfahren erläutert. Hierzu gehören die Fällungsverfahren, Ionenaustauschverfahren sowie die Membranverfahren.

Auf die Einsatzmöglichkeit einer Nanofiltration wird aufgrund der Thematik besonders eingegangen. Es hat sich herausgestellt, dass der Einsatz einer nachgeschalteten Nanofiltration im Wasserwerk Greven grundsätzlich möglich ist. Als Vorbehandlung reicht die jetzige Filtration jedoch nicht allein aus. Der Zulaufstrom muss angesäuert werden um das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht in Richtung des CO_2 zu verschieben. Hierdurch werden Membranverblockungen vermieden. Außerdem hat sich ergeben, dass die Anlage im Teilstrombetrieb gefahren werden sollte und mit ca. 34 % der jeweiligen Gesamtaufbereitungsmenge beschickt werden muss. Durch Verschneidung des enthärteten Teilstromes mit dem nicht enthärteten Teilstrom wird dann im Anschluss die Wunschhärte eingestellt.

Weiterhin wird auf die Nachbehandlung des Wassers sowie die Konzentrationsentsorgung eingegangen. Hierbei hat sich ergeben, dass eine Anlage dieser Art nur wirtschaftlich betrieben werden kann, wenn eine Einleitung der Konzentrate in den Vorfluter von den zuständigen Behörden genehmigt wird.

Anhand der Ergebnisse dieser Arbeit hat sich ergeben, dass der Einsatz einer Nanofiltrationsanlage im Wasserwerk Greven grundsätzlich möglich ist.

Realisierung einer Poolfahrweise im Ausspeicherbetrieb eines Gas-Kavernenspeichers

Christian Effing M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. André Tenbrock-Ingenhorst
Datum des Kolloquiums:	16. November 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Gasspeicher GmbH, Dortmund



Die RWE Gasspeicher GmbH betreibt unter anderem einen Erdgas Kavernenspeicher in Gronau-Epe. Dieser ist an zwei Gashochdruck-Leitungen (Teilnetz Mitte, Teilnetz Nord-West) angebunden. Zurzeit erfolgt die Auslagerung des Erdgases über fünf Ausspeicherstränge. Das bestehende Konzept sieht vor, dass je nach Situation die einzelnen Ausspeicherstränge eines der Teilnetze versorgen. Somit können sich verschiedenste Fahrweisen ergeben. Es können z. B. alle Ausspeicherstränge ein Netz versorgen, eine Aufteilung der Ausspeicherstränge an beide Netze erfolgen oder nur einzelne Ausspeicherstränge ein Teilnetz bedienen.

Jeder Ausspeicherstrang besitzt eine maximale Ausspeicherungsmenge. Diese hängt im Wesentlichen von der verfahrenstechnischen Bauweise, dem Eintrittsdruck in den Ausspeicherstrang und dem jeweiligen Netzdruck ab. Um die maximal mögliche Ausspeichermenge zu erhöhen und den Speicher flexibler einsetzen zu können, ist es denkbar, eine Poolfahrweise der Ausspeicherstränge zu realisieren.

Der Vorteil der Poolfahrweise besteht darin, dass zu je Zeitpunkt die volle Ausspeicherleistung aller Ausspeicherstränge zur Verfügung steht, da keine Stränge mit einer evtl. Teillast an einem Netz gebunden sind. Die Teilnetze werden aus dem Pool über nach- geschaltete Regelarmaturen versorgt.

Einen weiteren Vorteil stellt der einstellbare Druck für den Pool dar. Dieser kann deutlich höher als der Netzdruck liegen, womit die Ausspeicherleistung vom Netzdruck unabhängig ist (bei hohen Pooldrücken sind höhere Ausspeichermengen möglich). Eine Einschränkung stellt lediglich ein niedriger Kavernendruck zum Ende der Ausspeicherperiode dar. Um die Funktionsfähigkeit aufrechtzuerhalten, ist ein bestimmtes treibendes Druckgefälle notwendig, was einen niedrigeren als den optimalen Druck im Pool erfordert.

Eine weitere Begründung zur Realisierung der Poolfahrweise ist dadurch gegeben, dass in Zukunft evtl. eine weitere Anbindung an eine dritte Pipeline erfolgt. Dadurch würde der oben beschriebene Effekt, dass einzelne Ausspeicherstränge im Teillastbereich an die Netze gebunden sind, noch verstärkt. Ziel der Masterarbeit war es, eine Poolfahrweise technisch und wirtschaftlich zu bewerten und technische Möglichkeiten zur Realisierung aufzuzeigen.

Darüber hinaus wurde die maximale Ausspeicherleistung der jeweiligen Stränge bei einem erhöhten Druckniveau (Betriebsdruck Pool) bestimmt.

Abderrazak El Badraoui B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

09. September 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

EMSA GmbH, Emsdetten



Vor dem Hintergrund explodierender Energiepreise und des Atomausstiegs der Bundesrepublik Deutschland rückt das Thema Energieeffizienz immer mehr in den Mittelpunkt. Es besteht die Notwendigkeit, die Energiekosten in der Industrie so gering wie möglich zu halten, um dem wachsenden Wettbewerbsdruck standhalten zu können.

Die EMSA GmbH hat eine energetische Untersuchung veranlasst, um mehr Transparenz über die betriebliche Energieverbrauchsstruktur zu erhalten, den Umgang mit Energie effizienter zu gestalten und somit die Energiekosten kurz- bis mittelfristig zu senken.

Das Ziel dieser Arbeit war es, ein Konzept zur Entwicklung eines Energiemanagementsystems für die EMSA GmbH zu erstellen, um eine systematische und nachhaltige Steigerung der Energieeffizienz zu ermöglichen.

Die verschiedenen Aufgaben in den fünf Phasen eines Energiemanagementprozesses wurden beschrieben und anhand von konkreten Beispielen erläutert. Es wurde auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den standardisierten Vorgaben, die der DIN EN 16001:2009 zu entnehmen sind und den individuellen energetischen sowie betrieblichen Gegebenheiten geachtet.

Die fünf Phasen begleitend, aber dennoch von zentraler Bedeutung während des gesamten Prozesses, sind die Dokumentation und die Kommunikation.

Beginnend mit der Vorbereitungsphase, in der nach der Bekanntgabe der Unternehmensleitung ein Energiemanagementsystem einzuführen, die Energieziele definiert werden und eine Energiepolitik erarbeitet werden muss, folgt im Anschluss die Planungsphase.

Neben der Bildung eines Energieteams ist die wesentliche Aktivität dieser Phase die Erfassung der Energieverbrauchsstruktur und die Festlegung resultierender Energieeinsparmaßnahmen. Parallel dazu wurden betriebliche Energiekennzahlen gebildet. Diese gelten als Indikatoren für die Energieperformance des Unternehmens. Im nächsten Schritt müssen die Maßnahmen anhand u. a. ihrer Wirtschaftlichkeit priorisiert und die Fördermöglichkeiten überprüft werden.

K o m m u n i k a t i o n				
↕	↕	↕	↕	↕
Vorbereitung	Planung	Umsetzung	Kontrolle	Handeln
<ul style="list-style-type: none"> • Energetischen Status quo ermitteln →Notwendigkeit zu handeln • Verankerung und Bekanntgabe EM durch einen Unternehmensbeschluss • Energieziele/-politik definieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung Energieteam • Erfassung Energieverbrauch(er) • Auswertung und Analyse • Erstellen von Energiekennzahlen • Entwicklung Energieeinsparmaßnahmen • Priorisieren der Maßnahmen • Fördermöglichkeiten überprüfen • Umsetzungsplan aufstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcen bereitstellen • Sensibilisierung und Training des Personals 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiecontrolling/-monitoring • Möglichkeiten zur Softwareunterstützung • Steuerung durch Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Management-Review • Neue Ziele und Verbesserungsmaßnahmen definieren
D o k u m e n t a t i o n				

Abbildung: Vorgehen bei der Entwicklung eines Energiemanagementsystems für die EMSA GmbH

Im Rahmen der Umsetzungsphase müssen die notwendigen Ressourcen (finanzielle, personelle und technische) bereitgestellt und das Personal durch entsprechende Schulungen für den Energiemanagementprozess sensibilisiert werden.

Die Kontrollphase beinhaltet die Einführung des Energiecontrollings durch den Aufbau eines Mess- und Kontrollsystems. Hierdurch wird ein Regelkreis geschaffen, der es ermöglicht, durch Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen, auf Nichtkonformität zu reagieren. Möglichkeiten zur Softwareunterstützung wurden ebenfalls behandelt.

Die letzte Phase (Handeln) dient der Überprüfung des erreichten Status des Energiemanagementsystems durch die Leitung des Unternehmens und der Integrierung der Ergebnisse in neue Ziele und Verbesserungsmaßnahmen. So kann die Reproduzierbarkeit des gesamten Prozesses erreicht werden.

Die energetische Untersuchung hat abschließend aufgezeigt, dass beachtliche Energieeinsparpotenziale bei der EMSA GmbH bestehen. Die Einführung eines Energiemanagementsystems, als wirkungsvolles Instrument, ermöglicht durch die Ausschöpfung dieser Potenziale, eine systematische und kontinuierliche Senkung der Energiekosten und der CO₂-Emissionen.

Erhebung und Bewertung von Anschlussflächen an Stadtabläufen bei unterschiedlichen Ausbauarten von Stadtstraßen

Andre Feldhaus B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Dipl.-Ing. Richard Bömer

Datum des Kolloquiums:

5. März 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Stadt Ahaus



Die Anschlussflächen von Straßenabläufen sind bislang kaum untersucht worden. Straßenabläufe werden häufig ohne eine bemessungsspezifischen Nachweis angeordnet. Straßenabläufe stellen die hydraulisch bedeutsame Schnittstelle zwischen Oberflächenabflüssen und dem Abfluss in der Kanalisation dar. Zudem können im Zuge dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen künftig Behandlungssysteme in den Straßensinkkästen integriert werden. Somit ist die Anschlussfläche eine maßgebliche Größe für die Planung. Vor diesem Hintergrund wurden bei der Stadt Ahaus fünf repräsentative Teilgebiete ausgewählt und eine exakte Flächenermittlung durchgeführt. Die Einzugsflächen je Straßeneinlauf wurden mit den Vorgaben der DIN 4052 verglichen. Bei der DIN 4052 wird als Anschlussfläche an einem Straßensinkkasten ein Richtwert von 400 m² angegeben. Außerdem war bei der Stadt Ahaus eine maximale Fläche von 100 m² für jedes private Grundstück zu berücksichtigen, die laut der Entwässerungssatzung der Stadt Ahaus an die Straßensinkkästen angeschlossen werden können.

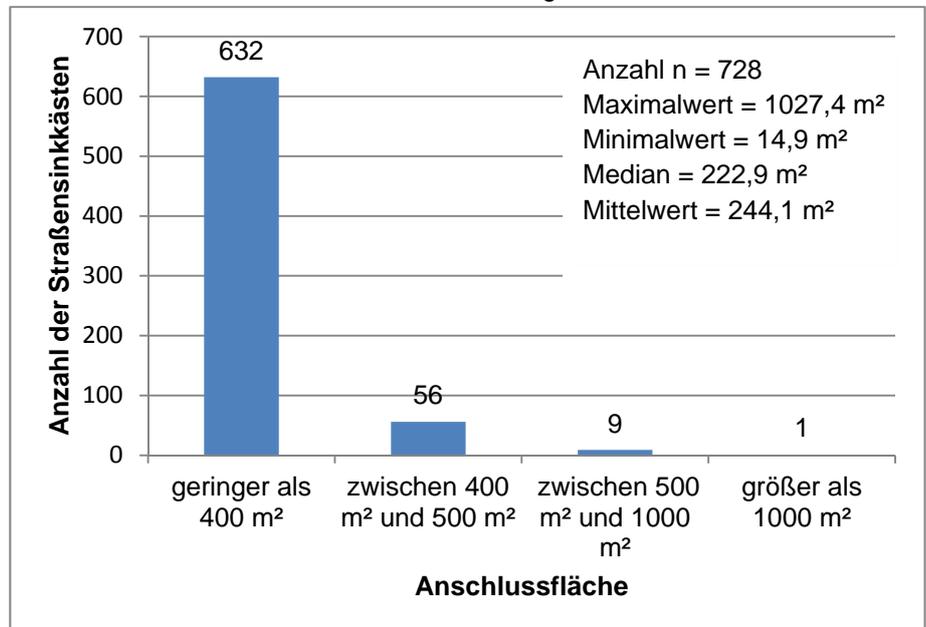
Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden die tabellierten Einzugsgebietsflächen ermittelt.

Anschlussflächenverteilung in den fünf untersuchten Gebieten

Gebiet	Anzahl	Fläche in m ²			
		Min.	Max.	Median	Mittel
Baugebiet Kalkbruch	150	25,1	676,5	292,1	297,7
Wohngebiet Boßhorn	217	34,1	735,2	163,3	282,2
Gewerbegebiet Kruppstraße	168	35,1	1.027,4	204,9	229,2
Stadtstraße	148	15,6	523,6	161,5	180,3
Fußgängerzone	45	14,9	2.893,5	128,2	246,7

Insgesamt wurden in den fünf untersuchten Gebieten 728 Straßensinkkästen auf ihre Anschlussflächen. Festzustellen ist, dass die Mittelwerte der einzelnen Gebiete alle unterhalb der Richtwerte liegen.

Auffällig bei der gesamten Untersuchung war, dass 86,81 % der Straßensinkkästen eine geringere Anschlussfläche, als die in der DIN 4052 vorgesehenen 400 m², vorweisen. Weitere 7,69 % entwässern lediglich geringfügig größere Fläche von maximal 500 m². Die Straßensinkkästen die eine Fläche von mehr als 500 m² aufnehmen müssen, sind mit 1,59 % vergleichsweise gering. Damit sind in den untersuchten Bereichen bis auf wenige Ausnahmen eine ausreichende Anzahl von Straßensinkkästen vorgesehen.



Verteilung der Anschlussfläche aller untersuchten Straßensinkkästen

Einbindung von Solarthermieanlagen zur Unterstützung von Heizungskreisläufen und der Trinkwassererwärmung bei Laborgebäuden in Köln

Frank Fischer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

29. August 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Heizungstechnik

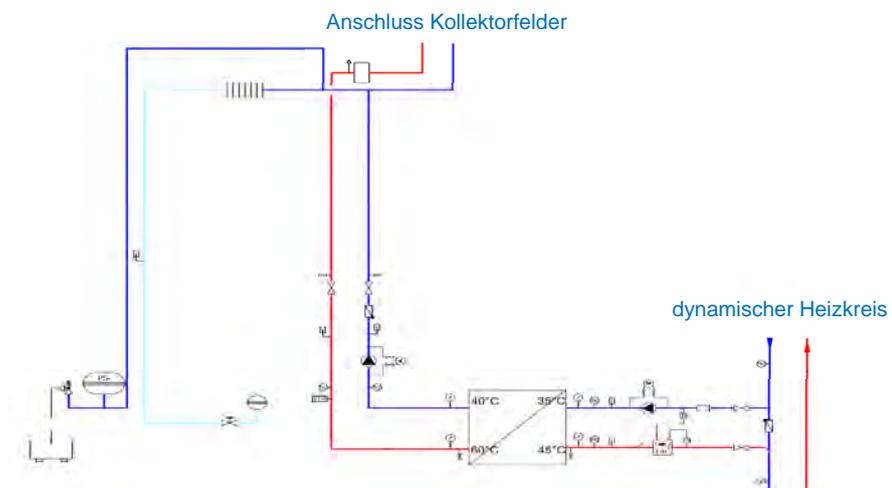
In Kooperation mit:

Imtech Deutschland GmbH & Co. KG, Düsseldorf

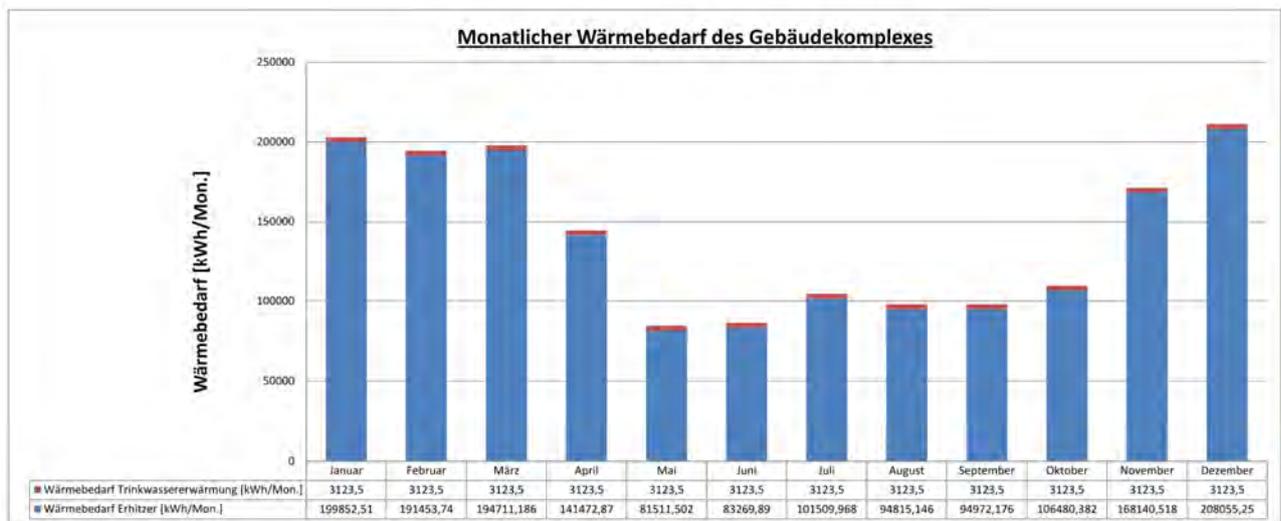


Das Ziel dieser Arbeit lag in der Beschreibung der Einbindung von vier Solaranlagen in die bestehende, konventionell betriebene Heizungsversorgung eines Industrieunternehmens. Die Installation der Kollektorflächen am Gebäudestandort Köln wird auf den Flachdächern der Laborkomplexe durchgeführt. Die Solaranlagen auf den Dächern der Laboratorien sollen der Heizungsunterstützung und auch der Trinkwassererwärmung dienen und damit zur Kostensenkung durch Einsparung der konventionell erzeugten Energie beitragen. Um die Einbindungen der Kollektorflächen in das bestehende Heizungsnetz zu realisieren, bedurfte es genauen Auslegungen und Berechnungen zur Bestimmung der hydraulischen Komponenten.

Die Schwierigkeit bei der Bearbeitung des Themas der Solarthermie lag in der Ertrags- und Verbrauchsbestimmung der Anlage. Ein Ertrag einer Solaranlage ist abhängig von der Temperaturdifferenz im System, den Wetterdaten am Standort, der Ausrichtung der Anlage, der Anlagenhydraulik und der vorhandenen Speicherkapazität. Der Versorgungskreis der beiden Verbraucher im Heizungssystem ist gekoppelt mit der zu installierenden Solaranlage. Bei den Verbrauchern handelt es sich bei diesem Gebäudekomplex um die Vor- und Nacherhitzer der RLT-Anlagen und der Trinkwassererwärmung.



Aufgrund der klimatischen Bedingungen im Sommer und dem daraus resultierenden niedrigen Wärmebedarf der RLT-Anlagen und der Trinkwassererwärmung ist die Betrachtung des Monats Mai ausschlaggebend für die Dimensionierung der Anlagengröße. In diesem Monat ist der Wärmeverbrauch des dynamischen Heizkreises demnach am geringsten. Wenn im Extremfall des Sommers die maximale Leistung der Kollektorflächen an die Verbraucher des dynamischen Heizungskreises abgeführt werden kann, entsteht im Idealfall keine Dampfbildung durch das überhitzte Wärmeträgermedium und die Anlage ist für den Betrieb korrekt dimensioniert. Demnach wäre eine Vergrößerung der Anlage nicht sinnvoll. Eine Berechnung der maximalen Verbraucherleistung wird anhand des Jahres- und Monatsenergiebedarfs ermittelt.



Bei der energetischen Betrachtung der Solaranlagen errechnet sich ein jährlicher solarer Deckungsgrad von 6,32 %. Dieser erweist sich nach genauer Betrachtung, durch die Berechnungen bzw. den Vergleich der Auslegungsleistungen zur Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs, als ausreichend. Demnach ist der solare Deckungsgrad als ein maximaler Wert für den vorhandenen Wärmebedarf anzusehen und eine Erhöhung würde steigende Stillstandszeiten der Solaranlagen verursachen, was zu einer sinkenden Wirtschaftlichkeit führen würde.

Planung von Wasserversorgungsnetzen - Ursachenforschung und Präventionsmaßnahmen von niedrigem Wasserdruck am Beispiel eines Wasserverteilnetzes in einem Wohngebiet

Rene Freermann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Axel Homberg

Datum des Kolloquiums: 13. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelt-
technik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: Stadtwerke Münster GmbH, 48155 Münster



Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden die Planung von Wasserversorgungssystemen und im Besonderen die Sicherstellung von Versorgungsdrücken beim Endverbraucher, behandelt.

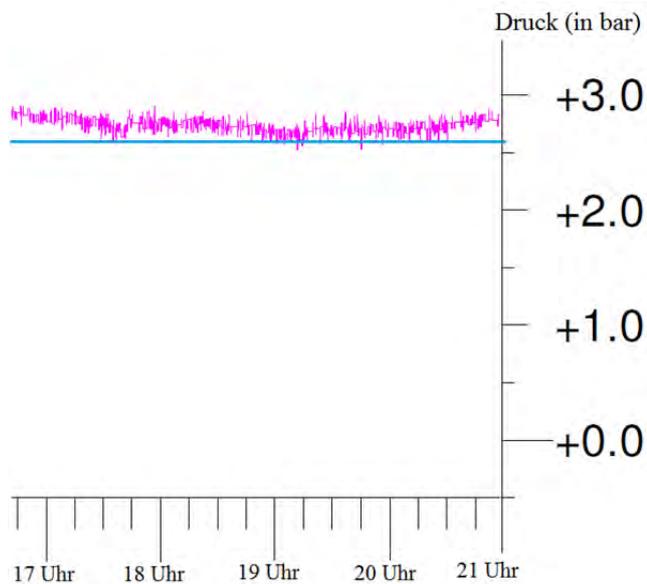
Im ersten Teil der Bachelorarbeit wurden Anforderungen und Konzepte einer ordnungsgemäßen und professionellen Planung von Trinkwassernetzen beschrieben. Dabei wurde die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Versorgung mit Trinkwasser herausgestellt. Eine mittel- oder langfristige Unterbrechung der Versorgung mit Trinkwasser führt zu einer Gefährdung der Bevölkerung.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wurden Unterschiede zwischen den gesetzlichen und technischen Aspekten der Wasserversorgungsplanung erörtert. Neben den Anforderungen, die an Wasser gestellt sind damit es die hohen Anforderungen an Trinkwasser erfüllt, wurde behandelt, durch welche Flächen Rohrleitungen verlegt werden dürfen und welcher Druck in den Leitungen herrschen muss. In Hinblick auf die technischen Rahmenbedingungen wurde darauf eingegangen, welche Werkstoffe zu verwenden sind, in welcher Tiefe die Leitungen verlegt werden müssen und welcher Abstand zu anderen Leitungen und Gebäuden eingehalten werden muss. Weiterhin wurde dargelegt, wie der Wasserbedarf eines Versorgungsgebiets ermittelt wird.

Im zweiten Teil dieser Arbeit ist die Drucksituation in einem Wohngebiet in Münster untersucht worden. In diesem Wohngebiet, bestehend aus ca. 50 Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Reihenhäusern, liegen Beschwerden darüber vor, dass das Wasser aus den Armaturen mit einem sehr geringen Druck fließen würde. Daher ist die Drucksituation analysiert und Lösungsvorschläge ermittelt und auf ihre Durchführbarkeit und Wirkung hin untersucht worden.

Dazu wurde als Erstes eine Druckmessung im betroffenen Wohngebiet durchgeführt. Das in der Abbildung dargestellte Ergebnis dieser Messung zeigt, dass der Mindestversorgungsdruck geringfügig überschritten wird.

Dabei ist deutlich geworden, dass der Druck bei Spitzenlast vor allem in den Abendstunden auf rund 2,6 bar absinkt. Da dieser Wert nur knapp über dem gesetzlichen Mindestwert von 2,5 bar liegt, ist durch zusätzliche Verluste bei der Übergabe in die Häuser ein weiterer Druckabfall möglich. Deshalb sind die Beschwerden nachvollziehbar.



In dem entwickelten Lösungskonzept wurde die Anbindung des betroffenen Wohngebiets an ein anderes Versorgungsgebiet, in dem der Versorgungsdruck bei rund 4,4 bar liegt, berechnet. Die Auswirkungen auf den Druck sind in der Tabelle dargestellt.

Referenzstellen	Aktuelle Drucksituation	Anbindung an ein anderes Wohngebiet
Knotenpunkt 1	2,79 bar	4,36 bar
Knotenpunkt 2	2,80 bar	4,38 bar
Knotenpunkt 3	2,82 bar	4,40 bar

Bei Vergleich der Drücke, die sich bei drei repräsentativen Knotenpunkten im Wohngebiet bei Anbindung an ein anderes Versorgungsgebiet einstellen würden, wird ein Druckanstieg deutlich. Die Verbindung dieser Rohrnetze durch eine Rohrleitung würde also den Druck im betroffenen Wohngebiet auf flächendeckend rund 4,3 bis 4,4 bar anheben.

Weiterhin ist der Einbau einer Druckerhöhungsanlage im Wohngebiet vorgestellt, simuliert und im Vergleich mit der Verbindung der zwei Wohngebiete im Hinblick auf technische Durchführung und Wirtschaftlichkeit verglichen worden.

Abschließen wurde dargestellt, wie sich in Zukunft die Wiederholung vergleichbarer Probleme vermeiden lassen. Durch eine Simulation der Drucksituation können schon während der Planungsphasen entsprechenden Schwachstellen erkannt und somit ausgeschlossen werden.

Charakterisierung und Optimierung eines Wärmerückgewinnungssystems für Duschen

Dipl.-Ing. Xiong Fu

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Josef Robert

Datum des Kolloquiums: 30. Juni 2011

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

In Kooperation mit: Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT,
Osterfelder Str. 3, 46047, Oberhausen.



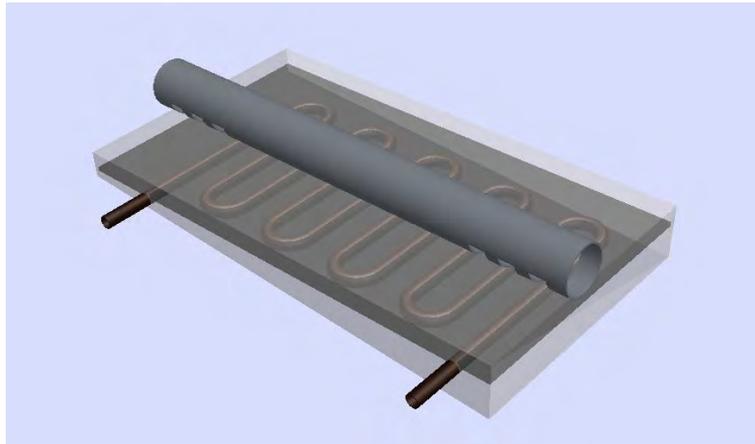
Der eingangs in Kapitel 2 beschriebene Wärmebedarf hat gezeigt, welchen Einfluss der Energiebedarf der Warmwasserbereitstellung auf den Energiehaushalt von Deutschland und China hat. Der Energiebedarf und –verbrauch in den Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalt, sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung wird in Zukunft zunehmend größer. Damit wird die Energiesparung und die Erhöhung der Energieeffizienz mehr an Bedeutung gewinnen.

In Kapitel 3 wurde die Wärmerückgewinnungstechnik bei Duschen beschrieben. Es hat sich herausgestellt, dass mit Abwasser aus Haushalten, Industrie und öffentliche Einrichtungen kontinuierlich große Mengen Wärmeenergie ungenutzt verloren gehen. Aus diesen Gründen stellt Abwasser eine große Energiequelle dar. Es wurden mehrere bereits existierende Techniken zur Rückgewinnung zur Nutzung der Abwasserenergie erläutert. Die zurückgewonnene Wärme kann zum Heizen und Temperieren von Trinkwasser genutzt werden.

Durch den Vergleich von herkömmlichen und modernen Duschsystemen wurde deutlich, dass in einem Haushalt mit modernem Duschsystem mit Wärmerückgewinnungssystem nicht nur die Energie, sondern auch Geld eingespart werden kann. Das wurde in Kapitel 4 dargestellt.

In dieser Diplomarbeit wurde ein Wärmerückgewinnungssystem mit einem Wärmetauscher für Duschen genauer untersucht. In den Abschnitten 5.1.1 und 5.1.2 in Kapitel 5 wurden die Struktur und Funktion des Typ AWT-911 „Abwasserwärmetauscher“ Smart Shower der Firma FERCHER beschrieben.

Durch theoretische und experimentelle Untersuchungen an dem AWT-911 „Abwasserwärmetauscher“ Smart Shower von Firma FERCHER wurden die Eigenschaften des Wärmetauschers charakterisiert.



In Abschnitt 5.1.3 wurden die Eigenschaften des Wärmetauschers, bei welchen es sich um den Wärmedurchgangskoeffizienten, Druckverlust, die zugeführte thermische Leistung und den Wirkungsgrad des Wärmetauschers handelt, theoretisch untersucht. Die berechneten Wärmetauscher-Wirkungsgrade wurden für 3 verschiedene Systemanordnungen genauer dargestellt. Hierbei stellten sich unterschiedliche Wirkungsgrade heraus, die zwischen 11,6 %- 27 % lagen.

Anschließend wurden der untersuchte Wärmetauscher mit zwei weiteren Wärmetauschern der Firma HEITECH in Abschnitt 5.2 verglichen. Durch den Vergleich wurde deutlich, dass der Wirkungsgrad des berechneten Modells deutlich kleiner ist als die der beiden anderen Modelle. In Abschnitt 5.4 wurden der stationäre und dynamische Wirkungsgrad sowie

der Wärmedurchgangskoeffizient mit Verschaltungsform B experimentell untersucht. Das berechnete Modell hatte nur die halbe Effizienz wie der Wärmetauscher der Firma HEITECH. In der praktischen Untersuchung hat sich herausgestellt, dass die realen Werte unter den berechneten Werten lagen. Als eine mögliche Ursache wurde die hohe Anfangstemperatur des Trinkwassers festgestellt. Als eine weitere mögliche Ursache wurde die ungenügende Isolierung ermittelt.

Die Optimierungsmethoden des Wärmetauschers wurden in Kapitel 6 dargestellt. Anhand der theoretischen Berechnungen kann die Optimierung des Wärmetauschers dargestellt werden. Durch eine Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche nimmt die Wärmeübertragungsleistung sowie der Wirkungsgrad des Wärmetauschers zu. Der Effekt durch die Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche ist somit positiv.

Einsatz von regenerativ betriebenen Absorptionskältemaschinen zur Substitution fossil erzeugter Kälteenergie in Biogasaufbereitungsanlagen

Dipl.-Ing. Christian Fuchte M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Roger Kampmann
Datum des Kolloquiums:	30. Mai 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	agri.capital GmbH, Münster



Die agri.capital GmbH aus Münster betreibt an mehr als 35 Standorten in Deutschland Biogasanlagen, die aus nachwachsenden Rohstoffen dezentrale Energie erzeugen. Darunter sind 5 Anlagen, die das Biogas so aufbereiten, dass dieses Gas direkt in das deutsche Erdgasnetz eingespeist werden kann. Diese von agri.capital betriebenen Anlagen sind aktuell in der Lage, umgerechnet ca. 12.500 Haushalte mit Erdgas zu versorgen.

Das Ziel der Masterarbeit war die Reduzierung der Energiekosten an solchen Gasaufbereitungsanlagen durch den Einsatz von Absorptionskältemaschinen in Verbindung mit vorhandenen Blockheizkraftwerken. Gleichzeitig sollte untersucht werden, ob es möglich ist, den KWK-Bonus nach dem aktuellen Erneuerbaren-Energien-Gesetz für diese Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung zu generieren. Am Beispiel der Biogasanlage am Standort Lüchow sollte zunächst die grundsätzliche Machbarkeit für eine solche Kombination untersucht werden.

In der Regel besteht die Verwertungseinheit einer Biogasanlage aus einem nachgeschalteten Blockheizkraftwerk wo das Biogas, welches im Fermentationsprozess entsteht, dann in Strom und Wärme umgewandelt wird. Der Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die im BHKW entstehende Wärme wird zu einem geringen Teil zur Beheizung des Fermenters benötigt; ein Großteil steht aber zur weiteren Verwertung zur Verfügung. Der eigentliche Vorteil eines BHKW ist die Dezentralität der Strom- und Wärmeerzeugung, allerdings ist es im ländlichen Raum häufig schwierig Wärmeabnehmer zu finden, die die entstehende Wärme vollständig abnehmen.

Durch den Einsatz von Gasaufbereitungsanlagen ist es möglich, dezentrale, auch mehrere Hundert Kilometer entfernt stehende Blockheizkraftwerke bilanziell mit Gas zu versorgen. Um das in der Biogasanlage entstandene Biogas in das deutsche Erdgasnetz einspeisen zu können, muss das Biogas vorab noch aufbereitet werden. Die wichtigsten Verfahrensschritte sind: Abtrennen von unerwünschten Begleitstoffen im Biogas, Trocknen und Verdichten. Nach Abschluss dieser Schritte wird das Gas an den Energieversorger übergeben - dieser führt eine Qualitätskontrolle des aufbereiteten Biogases, dem sogenannten Biomethan durch und nimmt ggf. noch eine Brennwertanpassung vor, damit das Biogas die gleichen Verbrennungseigenschaften wie das Erdgas am Punkt der Einspeisung aufweist.

Die während des Aufbereitungsprozesses eingebrachte Energie (z. B. Verdichter, Pumpen) muss durch Kühlprozesse wieder an die Umwelt abgeführt werden. In der Regel werden dazu herkömmliche Kältekompansionsmaschinen eingesetzt, die Kaltwasser mit einer Temperatur von 8/14 °C zur Verfügung stellen. Diese Kälte soll in Zukunft mit einer Absorptionskältemaschine erzeugt werden, welche die Antriebsenergie für den Kälteprozess direkt von einem Blockheizkraftwerk am Standort der Biogasanlage erhält (Absorptionskältemaschinen erzeugen aus Wärme Kälte).

Nachdem die Wirtschaftlichkeit für das Projekt in Lüchow erfolgreich dargestellt werden konnte, wurde anhand der vor Ort aufgenommenen Parameter versucht, allgemeine Aussagen für den Einsatz von Absorptionskältemaschinen in Verbindung mit Gasaufbereitungsanlagen zu entwickeln. Unter Verwendung von Sensitivanalysen konnten die Einflüsse verschiedener Größen dargestellt und bewertet werden - diese Daten können in Zukunft betriebsintern als Entscheidungshilfe eingesetzt werden.

CO₂-Emissionsminderungspotenzial durch den Einsatz regenerativer Stromerzeuger in dem Gemeindegebiet Senden

Stefan Gausling B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 31. Oktober 2011

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

In Kooperation mit: ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse m. b. H., Münster



Die ages GmbH in Münster wurde von der Gemeinde Senden im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beauftragt ein Klimaschutzkonzept für das Gemeindegebiet Senden zu erstellen.

Als Teil des Konzeptes sollen Potenziale zur Verbesserung des Klimaschutzes aufgezeigt werden. Diese bildet die Grundlage für die Identifizierung und Förderung zukünftiger Klimaschutzaktivitäten.

Die Substitution von konventionellen durch erneuerbare Stromerzeuger spielt zur Erreichung der Klimaschutzziele eine wichtige Rolle. So ist neben der Reduzierung des Stromverbrauchs der zurzeit einzige Weg zur Eindämmung der CO₂-Emissionen aus der Stromversorgung der Ausbau der regenerativen Energiesysteme. Kleinere ländliche Kommunen wie Senden sind aufgrund der gegebenen Ressourcen und der Strukturen theoretisch in der Lage große Mengen des Energiebedarfs selbst zu decken.

So konnten für das Gemeindegebiet folgende potentielle Stromerträge ermittelt werden:

Technologie	Jahresstromertrag [MWh]
Photovoltaikgeneratoren	88.000
Windkraftanlagen	350.000
Biogasanlagen	11.000
Gesamt	449.000

Das bedeutet, dass Senden nicht nur in der Lage ist durch Einsatz von regenerativen Stromerzeuger den eigenen Strombedarf zu decken, sondern zusätzlich als Energielieferant für andere Städte und Kommunen agieren kann. So kann ein wesentlicher Beitrag zu Verbesserung der CO₂-Bilanz und des Umweltschutzes geleistet werden.

Der Einsatz der Technologien würde zu einer CO₂-Emissionsminderung von 23 % zum Bezugsjahr 2010 führen. Im Bereich der Stromversorgung könnte so eine Emissionsminderung um 84 % erreicht werden. So stellt sich die Emissionsbilanz folgendermaßen dar:

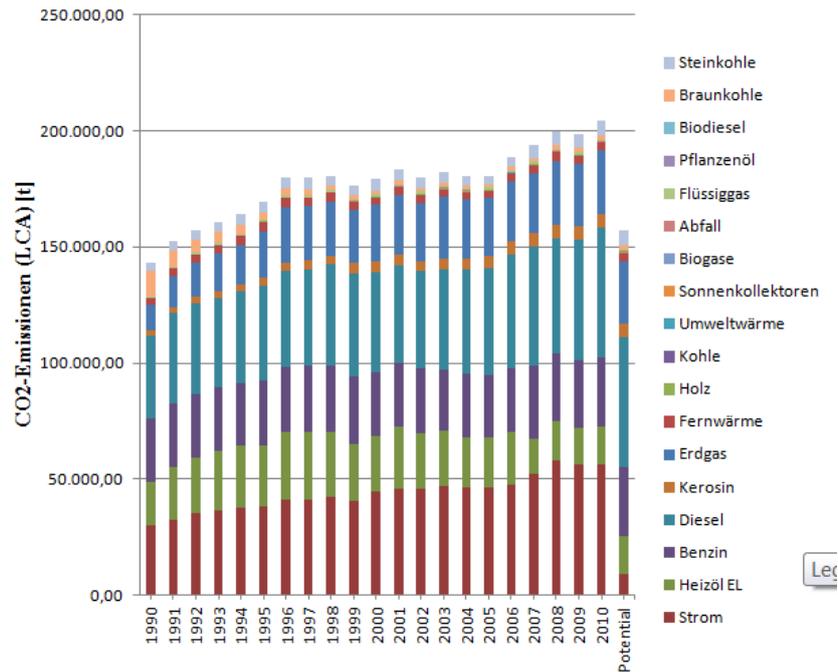


Abbildung 6.5: CO₂-Emissionsbilanz (LCA) nach Energieträgern incl. Potential

Gerade der Bereich der Windenergienutzung birgt ein enormes Potenzial das bisher nicht genutzt wird. In der Photovoltaiknutzung ist in den letzten Jahren ein verstärkter Ausbau erkennbar, sollte dieser Trend fortgesetzt werden, könnte mittelfristig ein großer Teil des errechneten Potenzials ausgeschöpft werden. Die Nutzung der Biomasse geht mit dem größten Flächenbedarf einher, hier gilt es im Einzelfall zu prüfen, wie Umweltverträglich eine großflächige Nutzung des Ackerlandes für Energiepflanzen wie Mais ist und in welchem Maße die Nahrungsmittelproduktion dadurch gemindert wird.

Da nur die optimalen Potenzialflächen mit einer großen Ertragsausbeute betrachtet wurden, ist davon auszugehen, dass die vorgestellten Systeme unter Berücksichtigung der heutigen Förderlandschaft auch wirtschaftlich profitabel zu betreiben sind. Was außerdem zu einer Steigerung der Wertschöpfung im Gemeindegebiet führen würde. Durch die laut EEG geltenden Einspeisevergütungen könnten die Bürger und die in Senden ansässigen Unternehmen profitieren. Der Umbruch wäre allerdings nur mit einem großen Investitionsvolumen realisierbar. Nicht nur die Anlagentechnik sondern auch das Stromnetz müssten ausgebaut werden und mit der Hilfe von intelligenten Netzsystemen (Smart Grid) und Speicherkapazitäten könnte ein Ausgleich zwischen Stromproduktion und –abnahme geschaffen werden.

Allerdings spielen auch andere Einflussfaktoren neben der Versorgung mit Strom eine wesentliche Rolle bei der Emissionsbilanzierung, so dürfen Einsparpotenziale im Bereich Wärmeversorgung, Mobilität und Energiespartechnologien in allen Bereichen nicht vernachlässigt werden.

Entwicklung eines Prüfstandes zur akustischen Untersuchung von Kanalschalldämpfern

Markus Gehring B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	15. Dezember 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Imtech Deutschland GmbH & Co. KG, Schiffbau-/ Dockbautechnik, Hamburg



Im beruflichen und privaten Alltag sind die Menschen allen möglichen Geräuschen ausgesetzt, wobei man zwischen gewollten und ungewollten Geräuschen unterscheidet. Ungewollte und störende Geräusche bezeichnet man als Lärm.

Gerade im Freien ist man oft einer hohen Lärmbelastung durch zum Beispiel Verkehr, Bauarbeiten und anderen Maschinen ausgesetzt. Zwar empfindet jeder Mensch Lärm unterschiedlich, jedoch wirkt Lärm belastend und nicht selten auch gesundheitsschädlich.

Außenlärm wird baulich durch Schallschutzfenster bei Neubauten so reduziert, dass es damit keine größeren Probleme gibt. Aber dafür müssen die Fenster geschlossen bleiben, und somit muss der Raum mechanisch belüftet werden, was wieder neue akustische Probleme mit sich bringt. Auch diese Probleme sind mit entsprechender Kenntnis lösbar. So können Luftschall-Emissionen der Anlagenkomponenten durch Schalldämpfer auf ein entsprechendes Maß vermindert werden.

In dieser Arbeit wurden insgesamt sechs unterschiedliche Kanalschalldämpfer untersucht. Es ist nach der DIN EN ISO 7235 das Einfügungsdämpfungsmaß bestimmt worden. Für eben diese schalltechnischen Untersuchungen wurde ein Prüfstand, in Anlehnung an die Norm, errichtet. Als Referenzwerte dienten Messprotokolle eines zertifizierten Akustik-Unternehmens.



Abbildung: aufgebauter Prüfstand mit Schalldämpfer

In dieser Arbeit wurde ein Prüfstand zur Messung der Einfügungsdämpfung an Kanalschalldämpfern in Anlehnung an die DIN EN ISO 7235 erstellt. Der Prüfstand wurde im Vorraum des Hallraumes aufgebaut. Der Aufbau der Kanalteile und der Box wurde auf höhenverstellbaren Rolltischen realisiert, so dass im Bedarfsfall der Prüfstand zur Seite zu gefahren werden kann, um den Hallraum für andere Messungen nutzen zu können.

Die Platte zum Übergang in den Hallraum wurde mit einem Sichtfenster aus Plexiglas versehen, um eine Möglichkeit zur Kontrolle der Drehgalgen zu haben. Außerdem wurden zwei weitere Übergangsplatten erstellt, um möglichst wenige Reflexionen bei anderen Querschnitten zu erzeugen.

Es ist gelungen mit einfachsten Mitteln einen Prüfstand zur Messung der Einfügungsdämpfung an Kanalschalldämpfern zu realisieren. Die Box und die Übergangsplatten zum Hallraum wurden in einer Schreinerwerkstatt angefertigt. Außerdem wurden noch sechs Blechkanäle bei einer Lüftungsfirma beschafft.

Ralf Gernegroß B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Arne Feldmeier M.Eng.

Datum des Kolloquiums: 07. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit: Fachhochschule Münster, Forschungsprojekt EGAtch



Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde an der Fachhochschule Münster ein innovatives Konzept zur Energieeinsparung im Bereich der Gebäudebeheizung entwickelt. Ergebnis langjähriger Forschung ist ein Heizkörperventilaufsatz, der neben der Energieeinsparung dem Nutzer zusätzliche Vorteile bietet. Markante Unterscheidungsmerkmale zum klassischen Ventilaufsatz liegen in der bequemen Fernsteuerbarkeit der Geräte und in der energieautarken und damit wartungsfreien Betriebsweise. Die Funktionsfähigkeit dieser und der übrigen Entwicklungen wurden bereits im Kurzzeittest anhand eines Prototyps bewiesen. Durch diesen Erfolg und vor allem durch das vielversprechende Konzept konnten über das EXIST-Gründerstipendium finanzielle Hilfsmittel für die Gründung des Unternehmens iXERGY akquiriert werden.

Bis zu Beginn der Untersuchung hatten sich im Wesentlichen die Arbeiten darauf konzentriert, die vorhandenen Ideen zu verwirklichen und weiter zu entwickeln. Der Entwicklungsstand lag zwischen der Entwurfs- und der Ausarbeitungsphase. Kostenanalysen bezüglich der geplanten Serienproduktion wurden bis dahin noch nicht erarbeitet. Ziel der durchgeführten Arbeit war es, den Prototypen wertanalytisch zu untersuchen (Abbildung 1 zeigt dazu den schematischen Ablauf). Der Schwerpunkt wurde dabei auf den Faktor „Kosten“ gelegt, da die zu erfüllenden Funktionen des Ventilaufsatzes bereits nach den Kundenanforderungen definiert wurden.

Die detaillierte Kostenanalyse gab Aufschluss darüber, wo die Kostenschwerpunkte lagen. Daraufhin wurden Konkurrenzprodukte untersucht. Die ermittelten Ergebnisse dienen als Vergleichsmaßstab bei Größen wie der Anzahl der verwendeten Bauteile. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen über den gegenwärtigen Zustand ließen sich Kostenziele definieren. Anschließend wurden Lösungsansätze als auch konkrete Lösungsmöglichkeiten ermittelt und dargestellt. Vereinzelt konnten diese auch schon während der Arbeit realisiert werden.



Abbildung 3: Ablauf der durchgeführten Wertanalyse

Emissionshandel im Wandel - Eine Fallstudie zur 3. Handelsperiode des EU EHS am Praxisbeispiel der Firma KME Germany GmbH & Co. KG

Giacomo Gianfaldone B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dr. Sebastian Rathmann
Datum des Kolloquiums:	01. Dezember 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	KME Germany AG & Co. KG, Osnabrück



Fast täglich verwenden wir Begriffe wie Klimawandel, Treibhauseffekt, Umweltschutz, Feinstaub, usw. Die Sorge der Menschen um unsere Umwelt nimmt stetig zu und ist allgegenwärtig. Das größte aller Umweltprobleme ist die drohende Erderwärmung durch den Gebrauch fossiler Brennstoffe. Diese sogenannten Treibhausgase sorgen dafür, dass sich unser Planet kontinuierlich aufheizt und somit die Jahresdurchschnittstemperatur ansteigt. Um dem entgegenzuwirken, wurde der Emissionshandel ins Leben gerufen. Jeder gewerbliche Verbraucher von fossilen Brennstoffen muss für die Menge seiner Emissionen Zertifikate kaufen und vorhalten. Somit soll jede Emission einen monetären Wert erhalten, der einem Verbraucher den Anreiz bieten soll seine Emissionsaufkommen zu reduzieren.

Die Firma KME Germany AG & Co. KG wird ab 2013 in die dritte Handelsperiode des Emissionshandelssystems (kurz EHS) einsteigen. Ziel dieser Arbeit war es festzustellen, wie und im welchen Umfang KME am EHS teilnehmen muss. Insbesondere die dritte Handelsperiode, die offiziell nicht mehr als Testphase gilt, steht im Mittelpunkt dieser Arbeit. Anhand eines praktischen Beispiels soll untersucht werden, wie sich die Minderung der Emissionslast auf die Kosten des EHS auswirkt. Zugleich wird die technische Umsetzung emissionsmindernder Maßnahmen am Beispiel des neuen Raffinationsofens bei KME beschrieben.

Die Struktur des EHS beginnt auf Staatenebene. Jedes Land hat sich zu einer Reduzierung auf einen bestimmten Wert festgelegt. Dieser wird kontinuierlich reduziert. Jedes Land legt dabei selbst sein Sparziel für die kommenden Jahre fest. Die EU möchte in den kommenden Jahren auf einen CO₂-Wert auf dem Niveau von 1990 kommen. Jeder Staat hat dazu ein gewisses Kontingent an Emissionszertifikaten, die dieser Menge entsprechen. Zwischen den Staaten soll somit ein Handel mit Zertifikaten stattfinden. Die EU sieht zusätzlich zum Handel der einzelnen Staaten auch ein Handel zwischen Unternehmen und Anlagenbetreibern vor.

Im Einstieg der Bachelorarbeit wird erklärt, welchen Grundregeln der Emissionshandel unterliegt. Dazu erfolgt eine nähere Betrachtung der rechtlichen Grundlagen, die im Anschluss auf Einschlägigkeit überprüft werden. Dadurch ergibt sich eine Reihe von Anlagen, die nach den jeweiligen Gesetzen und Verordnungen handelspflichtig sind.

Aufbauend auf diesen Fakten werden die CO₂ Emissionen nach strengen

Vorgaben der EU quantifiziert. Deshalb so streng, da anhand dieser Ergebnisse ermittelt wird, ob und wie viele Zertifikate zugekauft werden müssen oder die Anzahl der von der Behörde kostenlos zur Verfügung gestellten Menge an Berechtigungen ausreicht.

Nachdem die Anzahl der benötigten Zertifikate festgelegt wurde und die Kosten die diese verursachen ebenfalls ermittelt wurden, stellt sich eine zweite Frage: Welche Möglichkeit hat KME seine Emissionslast zu minimieren? Ziel einer Reduzierung der Emissionslast ist es, die direkten Kosten die das EHS verursacht so klein wie möglich zu halten.

Der Raffinationsofen ist ein neuer Ofen, der zu Forschungszwecken im Jahr 2005 aufgebaut wurde. Anhand dieses Beispiels werden Minderungsmaßnahmen vorgestellt, die sich direkt auf die Emissionslast auswirken und somit die Kosten senkt.

In der Zukunft wird das Emissionshandelssystem eine noch wichtigere Rolle für Anlagenbetreiber einnehmen. Nur mit neuen Technologien schafft es ein derart großes Industrieunternehmen effizient zu arbeiten, dabei die Umwelt zu schonen und konkurrenzfähig zu bleiben.

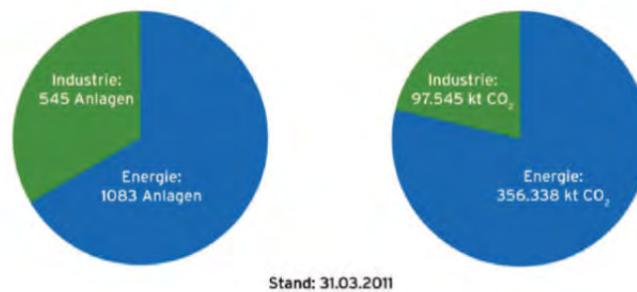


Abbildung 4: Teilnehmeraufteilung in der 2. Handelsperiode

Die Abbildung 1 zeigt deutlich, wie hoch der Anteil an handelspflichtigen Anlagen aus der Industrie ist. Jedoch sind die Energieerzeugenden Unternehmen viel intensiver am Kohlendioxidausstoß beteiligt.

Erstellung einer Spezifikation zur Einführung eines Request Management Systems am Beispiel der Flagsol GmbH

Thomas Gleumes B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums:	23. Januar 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Flagsol, Köln



Die Flagsol GmbH ist ein noch relativ junges Unternehmen, das solarthermische Parabolrinnenkraftwerke entwickelt, baut und als Dienstleister betreibt. Typisch für diese Technologie ist die große Anzahl von Gleichteilen, aus denen das Solarfeld besteht, und die nahezu identische Ausführung der Kraftwerke in den unterschiedlichen internationalen Projekten. Nicht erkannte und/oder nicht kommunizierte Fehler können deshalb zu immensen Kosten führen. Aus diesem Grunde soll ein einheitliches softwarebasiertes System zur systematischen und zentralen Erfassung, Bearbeitung und Speicherung sämtlicher Fehler und Probleme, die sich auf den internationalen Baustellen oder im Headoffice der Flagsol GmbH in Köln ergeben, eingeführt werden.

Zur Erfüllung der Aufgabe wurden mit ca. 30 Mitarbeitern auf der spanischen Baustelle in Andasol sowie aus dem Headoffice der Flagsol GmbH in Köln persönliche Interviews geführt, in denen einmal der Ist-Stand bezüglich der bisher genutzten Fehlererfassungssysteme festgestellt werden sollte und zum Anderen die Anforderungen an ein RMS erhoben werden sollten. Zur IST-Analyse diente ebenfalls die Sichtung der vor Ort vorhandenen Instrumente zur Fehlererfassung.

Als Ergebnis der Ist-Analyse stellte sich heraus, dass verschiedene dezentrale Lösungen zur Fehlererfassung in den verschiedenen Abteilungen und auf den internationalen Baustellen existieren. Die am weitesten entwickelte Lösung zur Fehlererfassung ist eine Access-Datenbank in einem spanischen Projekt, die den Anforderungen der Mitarbeiter entsprechend immer weiter entwickelt worden ist und die hier für die weitere Spezifizierung genutzt werden konnte. Die erhobenen Anforderungen wurden nach Abstimmung mit der Geschäftsführung in einem Lastenheft zusammen mit einem Workflow-Modell spezifiziert.

Bei der Marktrecherche nach geeigneter Software, die die im Lastenheft spezifizierten Anforderungen erfüllen kann, wurden nach verschiedenen Selektionsschritten 4 Lösungen gefunden: 3 CAQ-Module sowie ein Ticket-System. Nach einer ersten Einschätzung scheinen CAQ-Reklamations-Module am besten geeignet, um die Anforderungen zu erfüllen. Sie ermöglichen außerdem, die gewonnenen Daten in andere Module zu integrieren, die im Bereich Qualitätsmanagement sukzessive eingesetzt werden könnten.

Das mit einem RMS erfasste Fehlerwissen kann auf verschiedene Art weiterverwendet werden:

- Aufbau einer Wissensdatenbank (Knowledgebase): Die Sammlung der gewonnenen Erkenntnisse über Fehler und Fehlerbearbeitung können dann dem gesamten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden, sodass sie schnell und zeitnah für andere Projekte genutzt werden können und als Grundlage für weitere Verbesserungsprozesse dienen können.
- Fehlervermeidung in den Planungsphasen eines Projektes durch Einbindung eines FMEA-Moduls, das auf Fehlerdaten vorangegangener Projekte basiert.
- Erhebung von Statistiken über die Ausfallraten einzelner Komponenten
- Effizientere Risikoanalysen von Projekten

Das Request Management als Teil des Fehlermanagements kann unter diesem Blickwinkel in ein umfassendes Qualitätsmanagementsystem eingebunden werden. Dies kann dazu führen, dass die gewonnenen Erkenntnisse die Effizienz und die Qualität der Prozesse und Produkte erhöhen.



Abb.: ISCCS Kraftwerk (Integrated Solar Combined Cycle System) Kuraymat / Ägypten

Eric Golbs B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums: 21. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik

Laborbereich: MSR-Technik und Gebäudeautomation

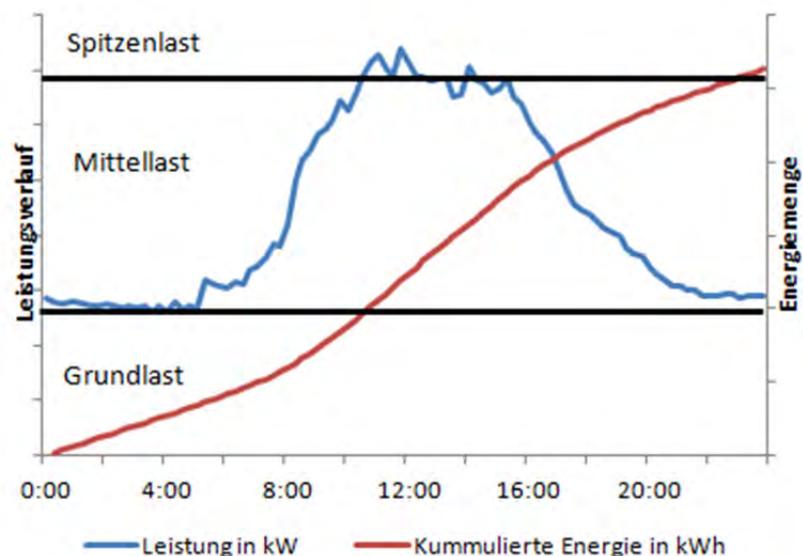


„Es gilt allgemein als unbestritten, dass das Energiesparen für die nahe Zukunft unsere wichtigste Energiequelle ist.“

hieß es bereits 1989 auf den Bremer Energietagen. Die Welt der Energiewirtschaft befindet sich in einem großen Wandel. Mit Indien und China wachsen zwei Großverbraucher heran, die den Energiebedarf Deutschlands und Europas in Zukunft um ein Vielfaches übersteigen werden. Der Klimawandel erfordert eine starke Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Abnehmende Förderkapazitäten bei der konventionellen Erdöl- und Erdgasförderung zwingen zur Einsparung und Substitution von Energierohstoffen. Es besteht eine große Abhängigkeit bei der Versorgung mit Energierohstoffen der deutschen und europäischen Wirtschaft von demokratisch zweifelhaften Staaten. Und schließlich führen die steigenden Preise bei der Versorgung mit Energie zu einer erhöhten Belastung von Unternehmen und Verbrauchern.

In diesem Spannungsfeld ist es von großer Bedeutung den Verbrauch an Energie zu reduzieren. Die Aufgabe dieser Arbeit war es, mögliche Ansatzpunkte zur Einsparung elektrischer Energie herauszuarbeiten und zu bewerten.

Zunächst wurde aus Leistungsdaten eines Gebäudes ein Stromlastgang erstellt und analysiert, sowie anhand der Daten die vielfältigen Methoden der **Lastganganalyse** dargestellt:



Anschließend wurden zwei Hauptverbraucher elektrischer Energie in Gebäuden dargestellt und Potenziale zur Einsparung erläutert. Bei den untersuchten Verbrauchern handelt es sich um Serverräume in Bürogebäuden sowie Aufzugsanlagen in Wohn- und Bürogebäuden.

Der Stromverbrauch eines **Serverraums** beträgt bis zu 25 % des Gesamtstromverbrauchs einer Organisation mit hohem IT-Einsatz. Serverräume unterliegen vielfältigen Anforderungen, darunter die Hochverfügbarkeit, Zutritts- und Datensicherheit, Flexibilität, Leistung und Unabhängigkeit. Aus diesem Grunde besteht bei vielen Serverräumen der Energieverbrauch nicht im Vordergrund, was ein großes Einsparpotenzial zur Folge hat

Durch Optimierung der unterstützenden Infrastruktur (Belüftung, Kälteversorgung, Beleuchtung, USV, etc.) ist eine Reduktion des Stromverbrauchs möglich. Die Anhebung der Betriebstemperatur auf über 26 °C, Warm-Kalt-Gang-Architektur, Freiluftkühlung, Virtualisierung, sowie Hot-Spot-Reduktion sind wesentliche Ansatzpunkte. In nicht-optimierten Anlagen sind Einsparungen von 40 % und mehr möglich, was bei durchaus üblichen Serverraumleistungen von 10 kW_{el} einem Einsparpotenzial von etwa 10.000 € entspricht.

Der Stromverbrauchsanteil einer **Aufzugsanlage** in Gebäuden beträgt etwa 2 % bis 5 %, im Einzelfall bis zu 10 %, am Gesamtstromverbrauch. Design, Geräuscharmheit, Komfort, Sicherheit und Platzbedarf sind noch deutlich vor dem Strombedarf die wesentlichen Anforderungen an einen Fahrstuhl. Der Fokus auf Investitionskosten und mangelnde Berücksichtigung von Lebenszykluskosten können zu einem ungenutzten Einsparpotenzial führen. Der Verbrauch wird im Wesentlichen durch die Faktoren Stand-by-Bedarf, Leistungsaufnahme während der Fahrt sowie der Nutzungshäufigkeit beeinflusst. Eine Leistungsaufnahme von 600 W bis 1000 W im Stand-by-Betrieb ist auch bei neuen Anlagen keine Seltenheit. Die Regelung der Kabinenbelüftung, -beleuchtung und der Steuerungseinheit mit Hilfe verschiedener Stillstands Modi reduziert den Stand-by-Bedarf deutlich. Während des Betriebes bieten Rekuperatoren, Anpassungen des Gegengewichts, Anpassung der Geschwindigkeit und der Austausch ineffizienter Anlagenteile die Möglichkeit Verluste zu begrenzen. Die Nutzungshäufigkeit wird durch Gebäude-Typ, -Größe, -Belegung, Lage der Aufzüge und Verkehrsmuster bestimmt. Diese Daten sind in die Planung einer Anlage mit einzubeziehen.

Das relative Einsparpotenzial mit mehr als 60 % ist zwar hoch, jedoch muss über, teilweise sehr kostenintensive, Maßnahmen im Einzelfall entschieden werden.

Vergleich von dynamischer Gebäudesimulation und statischen Berechnungen anhand eines Objektbeispiels

Markus Graf B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jens Willmes M.Eng.

Datum des Kolloquiums: 21. März 2012

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik

In Kooperation mit: ISW Ingenieur GmbH Schmidt & Willmes, Arnsberg



Gebäude werden nach verschiedenen Normen und Richtlinien energetisch berechnet und bewertet. Zahlreiche computergestützte Berechnungsprogramme wurden entwickelt, um diese Berechnungen an Gebäuden durchführen zu können. Diese Berechnungsprogramme ermöglichen eine deutlich genauere Berechnung, zum Beispiel zur Ermittlung der Heizlast von Gebäuden gegenüber den Schätzungen in den letzten Jahrzehnten. Diese Bachelorarbeit vergleicht und bewertet verschiedene Berechnungsverfahren nach Norm mit einer dynamischen Gebäudesimulation.

Bei dem betrachteten Objekt handelte es sich um den Neubau eines Reha-Zentrums, welches den Anforderungen der EnEV 2009 unterliegt.

Das Reha-Zentrum wurde bezüglich der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 „Berechnung der Normheizlast“ und der Berechnung des Jahresnutzwärmebedarfs nach DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ mit den Berechnungsergebnissen einer dynamischen Simulation verglichen. Die Simulation erfolgte mit DesignBuilder. DesignBuilder ist ein Simulationsprogramm, welches mit Hilfe von komplexen Berechnungsalgorithmen Gebäude auf ihr thermisches Verhalten über verschiedene Zeiträume simuliert und berechnet. Nachfolgend wird ein Einblick in die Bachelorarbeit durch den Vergleich der Ergebnisse des Jahresnutzwärmebedarfs zwischen der Berechnung nach DIN V 18599 und der Simulation mit DesignBuilder gegeben.

Jahresnutzwärmebedarf : Reha-Zentrum

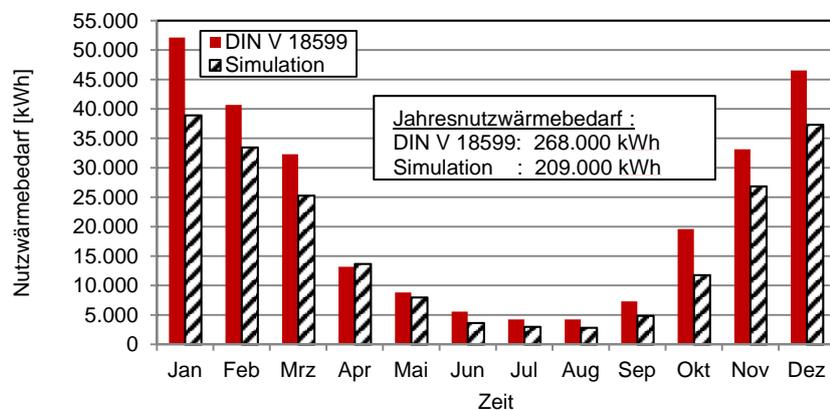


Abbildung 1: Jahresnutzwärmebedarf des Reha-Zentrums

Abbildung 1 zeigt den monatlichen Nutzwärmebedarf des Reha-Zentrums. Es ist zu erkennen, dass zu Beginn und zum Ende (Wintermonate) des Jahres größere Abweichungen zwischen der Berechnung nach DIN V 18599 und der Simulation vorliegen als in den Sommermonaten. Im Januar beträgt die Abweichung ca. 27 %. Die Abweichung des Jahresnutzwärmebedarfs beträgt 22 %.

Diese Abweichungen entstehen durch die unterschiedlichen Berechnungsverfahren. In der Simulation wird das Gebäude mit Hilfe von stündlich gemessenen Wetterdaten dynamisch unter Berücksichtigung von inneren und äußeren Lasten berechnet im Gegensatz zur statischen Berechnung nach DIN V 18599. Ein Vergleich der monatlich gemittelten Außenlufttemperaturen in Abbildung 2 erklärt die hohen Differenzen in den Wintermonaten.

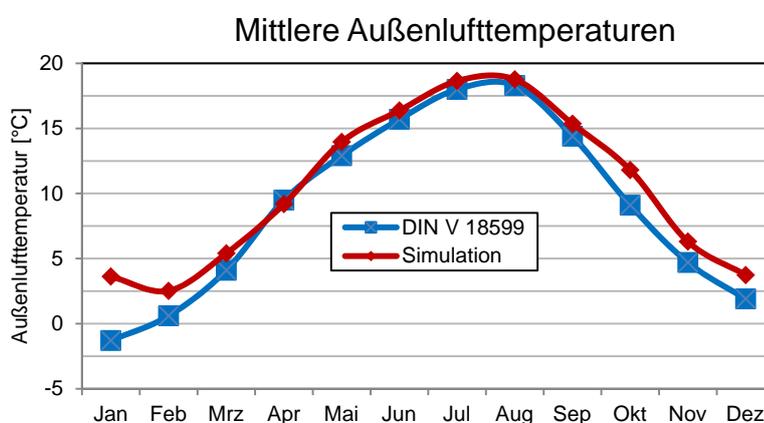


Abbildung 2: mittlere Außenlufttemperaturen (DIN V 18599, DesignBuilder)

Die DIN V 18599 verwendet monatlich gemittelte Außenlufttemperaturen Deutschlands, der genaue Standort fließt nicht in die Berechnung ein. Die verwendeten Außenlufttemperaturen in der Simulation wurden mit einem Tabellenkalkulationsprogramm gemittelt und der DIN V 18599 gegenübergestellt.

Neben den zuvor genannten Berechnungen wurde auch der thermische Komfort an einem Beispielraum untersucht. Dieser kann nur durch eine dynamische Simulation überprüft werden. Statische Berechnungen stoßen hier an ihre Grenzen. Mit Hilfe von DesignBuilder wurden verschiedene Varianten untersucht bzw. deren Nutzen aufgedeckt um den thermischen Komfort im Sommer zu verbessern. Planungsbüros greifen immer häufiger auf Simulationsprogramme zurück, um in frühen Planungsphasen Entscheidungen treffen zu können.

Konzeptentwicklung einer zentralen Biogasaufbereitungsanlage mit Rohgasversorgung durch dezentrale Biogasanlagen

Dennis Griepenburg B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Matthias Lamping
Datum des Kolloquiums:	01. Februar 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit: bwe biogas weser-ems GmbH & Co. KG, Friesoythe



Die ständig weiter steigende Bevölkerungsdichte auf unserem Planeten und die stetig zunehmende Industrialisierung führen zu einem enormen Anstieg des weltweiten Energiebedarfs. Da dieser derzeit noch fast ausschließlich auf der Verbrennung von fossilen Energieträgern basiert, gelangen die dabei entstehenden großen Mengen an Kohlendioxid in unsere Atmosphäre und stellen dabei ein großes Risiko für unser Klima und unsere Umwelt dar.

Deshalb ist es zwingend notwendig unser Energieversorgungssystem zu überdenken und zu überarbeiten. Ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung wäre ein Loseisen von den relativ wenigen Großkraftwerken und ein Ausbau des Netzes der dezentralen Erneuerbare-Energien-Erzeugungsanlagen. Die deutsche Regierung, oder vielmehr das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (kurz: Bundesumweltministerium (BMU)), hat diesbezüglich auch bereits ein Konzept erarbeitet. In dem „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ vom 28. September 2010 spielen erneuerbare Energien die größte Rolle. Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis zu 18 % betragen, bis 2050 sogar 60 %.

Eine sehr gute Alternative zu fossilen Energieträgern und somit bestens geeignet zur Realisierung des vom BMU erarbeiteten Konzeptes ist das Biogas. Biogas ist ein wahres Multitalent, das Strom, Wärme, Kälte und Gas gleichzeitig liefert und zu dem auch noch 365 Tage im Jahr zur Verfügung steht. Die Erzeugung ist witterungsunabhängig und somit eine der wenigen regenerativen Energiequellen, die sich regeln lassen können. Eine Überproduktion ist auch nicht möglich, da aufbereitetes Biogas problemlos in Tanks gespeichert, in Flaschen abgefüllt oder in Pipelines transportiert werden kann.

Die Aufbereitung von Biogas in eine mit Erdgas gleichwertige Qualität ist eine Voraussetzung für die energetisch und wirtschaftlich optimale Nutzung. Nur mit aufbereitetem Biogas lassen sich das bestehende flächendeckende Erdgastransportnetz und die daran angebotenen Blockheizkraftwerke nutzen.

Leider ist derzeit die Erzeugung von Bioerdgas nur in sehr großen konventionellen Anlagen möglich. Aus diesem Grund möchte ich im Rahmen dieser Arbeit ein Konzept entwickeln, eine zentrale Biogas-Aufbereitungs- und Einspeiseanlage von mehreren dezentral gelegenen Satelliten-Biogasanlagen aus gemeinsam mit Biogas zu versorgen und betreiben.

Zur besseren Ausnutzung der bisherigen Anlagentechnik ist es notwendig, die sich momentan auf den Biogasanlagen im Einsatz befindlichen BHKW's abzuschalten und von der Anlage zu trennen.

Anstelle dieser Aggregate werden kleinere BHKW's (ungefähr 125 kWel) installiert, um den Eigenwärmebedarf und somit auch die Biologie der Biogasanlagen zu sichern. Diese Aggregate benötigen lediglich 90 Nm³Rohbiogas/h (bei 55 % Methan im Biogas). Somit verbleiben ungefähr 150 - 200 Nm³Rohgas/h pro Biogasanlage, welche über eine Biogas-Sammelleitung der Gasaufbereitungsanlage zugeführt und anschließend eingespeist werden.



Abbildung 1: Lageplan Biogasanlagen (grün) und Industriegebiet (blau) mit Biogasaufbereitungsanlage (rot), Verlauf der Sammelleitung (gelb) und Einspeisepunkt (schwarz)

Das in der Biogas-Aufbereitungsanlage erzeugte Biomethan wird in neu anzuschaffenden Erdgas-BHKW's verstromt, welche an umliegenden Wärmesenken wie z. B. Schwimmbädern installiert werden.

Des Weiteren ist es notwendig, das Gas der dezentralen Biogasanlagen über eine auf dem Gelände des BGA-Standortes verlegte Zuleitung in eine Biogas-sammelleitung zu leiten und mittels dieser der Biogasaufbereitungsanlage zuzuführen.

Aufgabe dieser Bachelorarbeit war es ein Konzept zu entwickeln, das erlaubt, die Technik der Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität an kleinere Leistungsklassen bei Biogasanlagen anzupassen ohne die vorhandene Anlagentechnik großartig zu verändern; eine autarke Anlagentechnik mit einer positiven Wirtschaftlichkeit sollte das Ziel sein.

Gelingt es mehrere Biogasanlagen so umzurüsten, dass in erster Linie die Prozesswärme- und Gasproduktion im Vordergrund steht und die Verstromung auf die ausgelagerten erdgasbetriebenen BHKW's verlagert wird, lassen sich recht gute Renditen erzielen. Hinzu kommt, dass je nach Anzahl der Mitglieder in so einer Genossenschaft das finanzielle Risiko des Einzelnen gemindert wird.

Wirtschaftlichkeitsvergleich im Flächenrecycling am Beispiel der Entwicklung einer kommunalen Fläche im Stadtgebiet von Recklinghausen

Christian Große-Wöstmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. Wolfgang Hufnagel
Zweitprüfer:	Dipl.-Geol. Hildegard Post MBA
Datum des Kolloquiums:	26. Mai 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Lehr- und Forschungsgebiet:	Rechnungswesen und Controlling (Institut für Technische Betriebswirtschaft)
In Kooperation mit:	Wessling Beratende Ingenieure GmbH, Altenberge

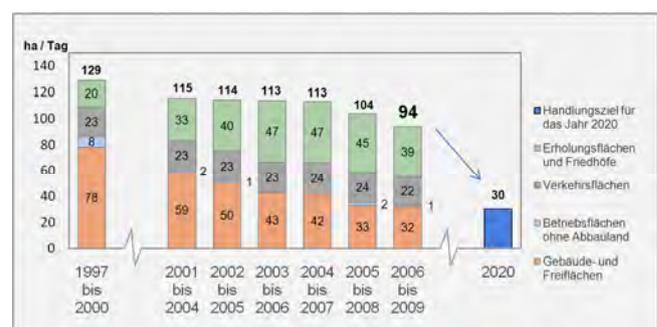


„Flächenrecycling ist ökologisch notwendig, ökonomisch sinnvoll und sozial verantwortlich; es ist der zentrale Baustein für eine nachhaltige Siedlungsflächenpolitik.“

Das Flächenrecycling von Brachflächen und ein sparsamer Umgang mit Grund und Boden sind Bestandteil der in Deutschland angestrebten nachhaltigen Siedlungs politik. In diesem Zusammenhang hat die Revitalisierung und Entwicklung von Brachflächen in den letzten Jahren stetig an Bedeutung gewonnen und bildet den wichtigsten Hebel zur Reduzierung der hohen Flächenneuinanspruchnahme.

Der Flächenbedarf für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist zuletzt von alarmierendem Ausmaß und umfasst 94 Hektar (ca. 134 Fußballfelder), die jeden Tag in Deutschland neu beansprucht, erschlossen oder versiegelt werden, während 150.000 Hektar ungenutzte Brachfläche weiter ansteigt. Vor allem über die Nutzung eines Teils dieser enormen Brachflächenpotenziale soll der tägliche Verbrauch bis zum Jahr 2020 auf 30 Hektar pro Tag reduziert werden. Das Reduktionsziel ist jedoch nur im Gesamtbestreben aller beteiligten Akteure mit ökologischen, sozialen oder ökonomischen Interessen gleichermaßen zu erreichen und stellt somit höchste Ansprüche an die Umsetzung.

Tägliche Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsflächen in ha (StBA)



Die Ursachen für die hohe Neuversiegelungsrate sind vielschichtig und die Folgen gravierend. Ein Rückgang der Artenvielfalt, Hochwasserprobleme durch den irreversiblen ökologischen Verlust der Bodenfunktionen sowie steigende Infrastrukturfolgekosten pro Kopf sind hier beispielhaft zu nennen.

Eine Lösung für die Zukunft bietet die Umsetzung einer nachhaltigen Flächenkreislaufwirtschaft, welche diverse Strukturveränderungen sowie neue Instrumente und ein grundlegendes Umdenken erfordert, um die bestehenden

Hemmnisse im Flächenrecycling zu beseitigen.

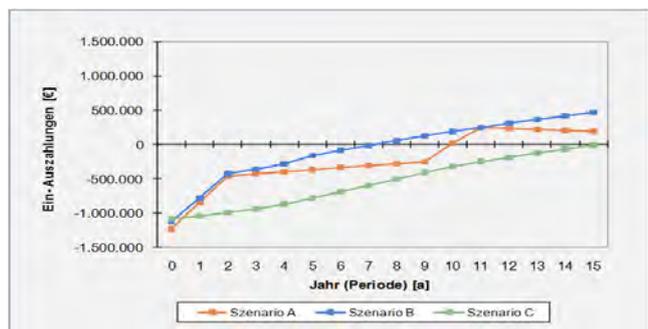
Phasen der Flächenkreislaufwirtschaft



Der Hauptgrund für das Meiden von Brachflächen bleibt jedoch die Tatsache, dass es sich erst einmal um eine s. g. „Blackbox“ handelt, bei der die versteckten Risiken, aber vor allem auch die teilweise enormen wirtschaftlichen Potenziale ohne genaue Untersuchung unbekannt bleiben. Die Kosten möglichst sicher einzuschätzen und erzielbare Erträge darzustellen, ist Aufgabe einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. So kann sehr frühzeitig abgeschätzt werden, ob die Durchführung einer Flächenrecyclingmaßnahme wirtschaftlich sein kann. Die Steigerung von Kostentransparenz und Kostenwahrheit sind von zentraler Wichtigkeit für den Erfolg von Revitalisierungsvorhaben sowie für das langfristige Erreichen der übergeordneten Ziele der Nachhaltigkeit.

In Anbetracht dieser Hintergründe war es das Ziel der Bachelorarbeit, die Kapitalwertmethode als klassisches dynamisches Investitionsrechenverfahren auf den konkreten Fall einer Flächenrecyclingmaßnahme, im Rahmen eines Pilotprojektes bei WESSLING, anzuwenden. Aufgabe war dabei die Durchführung eines Wirtschaftlichkeitsvergleiches für drei Nutzungsszenarien zur Entscheidungsfindung der Entwicklung einer Brachfläche im Stadtgebiet von Recklinghausen, was sich als überaus komplexe und aufwändig zu beantwortende Aufgabenstellung erwies. Der wirtschaftliche Vorteil entsteht zuletzt u. a. durch einen höherwertig nutzbaren Boden, Einsparungen durch reduzierte Erschließungskosten sowie die an die Belastungssituation angepasste Folgenutzung und Aufwertung durch attraktive Nachnutzungskonzepte.

Abbildung der diskontierten Cash-Flow-Verläufe der Nutzungsvarianten



Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich, wie im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde, kann zur Beseitigung bestehender Hemmnisse in Revitalisierungsvorhaben beitragen. Letztendlich kann mit diesem Vorgehen durch das zahlenmäßige Aufzeigen der Entwicklungspotenziale einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung zugunsten der Umsetzung von Revitalisierungsprojekten im Flächenmanagement leisten und zudem eine nachhaltige Zukunft fördern.

Miguel Haparta B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	15. November 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Heizungstechnik
In Kooperation mit:	Dipl.-Ing. Hans Rehms Planungsbüro für Gebäudetechnik GmbH, Borken



Einen passenden Wärmeerzeuger für ein Wohngebäude zu bestimmen ist nicht immer leicht, vor allem nicht, wenn es sich um ein zu sanierendes Einfamilienhaus handelt. Viele Kriterien sollen erfüllt werden. Es muss effizient arbeiten, soll kostengünstig sein, das Gebäude ausreichen beheizen und mit Warmwasser versorgen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, entwickelte die Firma Vaillant ein neues Heizsystem.

Um einen Überblick über den Stand der Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern (Altbauten) zu geben, wurden allgemeine Anforderungen durch Energiesparverordnungen sowie Vergleiche zu Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen dargestellt.

Bevor die Einbringung der Zeolith-Gas-Wärmepumpe und der Systemkomponenten in das zu sanierende Einfamilienhaus erfolgen kann, werden die Gegebenheiten des Wohngebäudes vor und nach der Grundsanierung dargestellt.

Bei dieser Darstellung wird deutlich, dass die Sanierung eines Einfamilienhauses lohnenswert und vom Umfang der Sanierung abhängig ist. Eine Heizlastberechnung mittels einer Berechnungssoftware der Firma Solar und eine Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfes mit dem Monatsbilanzverfahren, stellen die neuen Anforderungen dar, die das Heizsystem zu erfüllen hat.

Die Zeolith-Gas-Wärmepumpe ist der erste Wärmeerzeuger weltweit, der die Dreifachtechnologie von Gas-Brennwert-, Solartechnik und Zeolithsorption verbindet. Es folgt eine Darstellung des Aufbaus und Funktionsprinzips der Zeolith-Gas-Wärmepumpe. Ein wichtiges Bauteil ist das Zeolith-Modul, dessen Funktionsprinzip einer Adsorptionswärmepumpe entspricht.

Die Gas-Brennwertzelle erhitzt das Wasser des Primärkreises und bringt über den oberen Wärmetauscher des Zeolith-Moduls das in den Zeolith-Kugeln enthaltene Wasser zum Verdampfen.

Der Wasserdampf gelangt zum unteren Wärmetauscher (Verdampfer/ Kondensator) des Zeolith-Moduls, an dem es bei Umgebungstemperatur unter Energieabgabe kondensiert.

Im Anschluss wird das Wasser über den Solarkreis wieder zum Verdampfen gebracht. Der unter Vakuum stehende Edelstahlbehälter sorgt dafür, dass geringste Solarkollektortemperaturen von $> 3\text{ °C}$ ausreichend sind, um das

Wasser zu verdampfen.

Das enthaltene, natürlich vorkommende Mineral Zeolith, hat eine große innere Oberfläche und nimmt den Wasserdampf unter Energieabgabe im oberen Wärmetauscher (Adsorber/ Desorber) des Zeolith-Moduls auf (adsorbiert es).

Werden die Solarkollektortemperaturen von $> 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ vor bzw. während des Wärmepumpenbetriebes nicht erreicht, wird eine erfolgreiche Adsorptionsphase nicht mehr sichergestellt. Somit wird der Direktheizbetrieb über die Gas-Brennwertzelle aktiv. Die Gas-Brennwertzelle gehört zum bisherigen Produktionsprogramm der Firma Vaillant und ist groß genug dimensioniert, um die geforderten Heizungs- und Warmwasseranforderungen sicherzustellen.

Das Wechselspiel von Ad- und Desorption erzeugt fast kontinuierlich Energie in Form von Wärme für den Heizkreis. Die Umschaltung der einzelnen Phasen über ein Umschaltventil des Primärkreises verursacht Schwankungen der Vorlauftemperatur bei konstanter Rücklauftemperatur.

Die Zeolith-Gas-Wärmepumpe ist durch die vorhandene Dreifachtechnologie für Einfamilienhäuser mit einer Heizlast von max. 10 kW ausgelegt und arbeitet in diesem Bereich sehr effizient. Ein hoher Gesamtnutzungsgrad (H_S) von bis zu 141 % wird erreicht, der besser wird, je kleiner die Heizlast eines Wohngebäudes ist. Besonders in den Übergangszeiten arbeitet die Zeolith-Gas-Wärmepumpe effizienter als die üblichen Gas-Brennwertgeräte, da die gelieferten Temperaturen aus den verwendeten Röhrenkollektoren und dem Zeolith-Modul besser genutzt werden.



Dipl.-Ing. Jörg Harders

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Heinz Kemper

Datum des Kolloquiums: 06. Juli 2011

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

In Kooperation mit: Ingenieurbüro Kemper & Partner, Oldenburg



Durch immer dichter werdende Gebäudehüllen im Zuge der EnEV wird auch die Notwendigkeit einer Lüftung und Kühlung der Gebäude zunehmend wichtiger. Das Raumklima ist zu einem großen Teil verantwortlich für die Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern.

In dieser Diplomarbeit wird die Auslegung eines VRF-Systems, zur monovalenten Beheizung und Kühlung, anhand eines Bürogebäudes erläutert. VRF = Variable Refrigerant Flow, was übersetzt variabler Kältemittelmassenstrom bedeutet und die energetisch effektive Leistungsanpassung an die jeweilige Heiz- oder Kühllast des Gebäudes ausdrückt. Das System kann im Heizbetrieb als Luft-Luft-Wärmepumpe und im Kühlbetrieb als Kompressionskältemaschine betrieben werden.

Um die für den Berechnungsgang notwendigen Leistungsanforderungen des Gebäudes zu erkennen, wird die Heizlast nach DIN EN 12831 und die Kühllast nach VDI 2078 mit der TGA Software Planca!® nova ermittelt. Siehe Bild 1

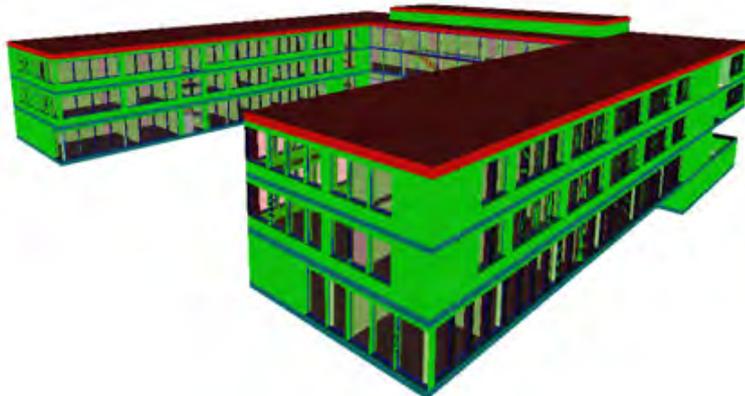


Bild 1 Innovations-Centrum-Osnabrück 3D-Modell in der Planca!® Software

Ausgehend von den hohen Anforderungen an den Bedienkomfort für die wechselnd belegten Büroflächen wird ein 3-Wege-Rohrsystem für die Anlage ausgelegt, mit dem eine gleichzeitige Bedienung von Heiz- und Kühlanforderungen möglich ist. Hierfür ist neben der herkömmlichen Anbindung der Geräte mit Saug- und Flüssigkeitsleitung auch eine Heißgasleitung notwendig. Eine vor den Innengeräten installierte Umschalteneinheit schaltet dafür je nach Anforderung der Inneneinheit zwischen der Heißgas- und Flüssigkeitsleitung um. Mit diesem System kann die aus den Technikräumen abgeführte Wärme

über Wärmeverschiebung im System, für die Beheizung angrenzender Büroflächen genutzt werden. Siehe Bild 2

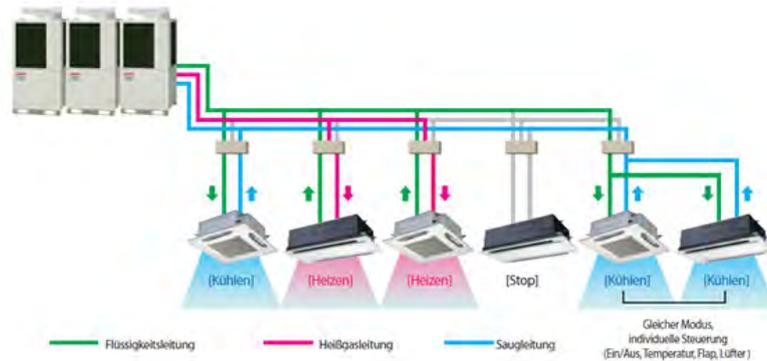


Bild 2: Gleichzeitiges Heizen und Kühlen im 3-Wege-Rohrsystem

Die Auslegung des Systems findet mit einer Planungssoftware des Geräteherstellers, der Kaut/Sanyo Design Software, statt.

Bei der abschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergeben sich erhöhte Investitionskosten gegenüber einer Vergleichsanlage bei gleichzeitig niedrigeren Betriebskosten, einem geringeren Primärenergiebedarf und weniger CO₂-Ausstoß. Durch den Verzicht auf den Komfort eines 3-Wege-Rohrsystems und der Installation einer herkömmlichen VRF-Anlage mit 2-Rohr-Anbindung besteht dagegen erhebliches Einsparpotenzial bei den Investitionskosten, bei gleichbleibend niedrigen Betriebskosten.

Situation des Repowerings von Windkraftanlagen in Deutschland und Analyse zur Wirtschaftlichkeit einer Repoweringmaßnahme am Beispiel eines Windparks

Sebastian Heine B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl. Wirtsch.-Ing. Sebastian Noster
Datum des Kolloquiums:	07. Dezember 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	e.disnatur Erneuerbare Energien GmbH, Potsdam



Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in der Bundesrepublik hat sich von 6,4 % im Jahr 2000 auf 16,8 % im Jahr 2010 erhöhen können. Als Grundlage für diese Entwicklung werden das Stromeinspeisegesetz von 1991 und das Erneuerbare Energien Gesetz von 2000 und seine Novellen gesehen, die den Ausbau klimafreundlicher Energiebereitstellung fördern. Speziell die Windenergienutzung hat dabei in Deutschland im Vergleich zu anderen regenerativen Energieformen einen besonders starken Aufschwung erlebt. Als Perspektive für den weiteren Ausbau der Windkraftnutzung wird aktuell hauptsächlich der Offshore Ausbau und die Möglichkeit des Anlagenrepowerings gesehen. Hinter dem Begriff des Repowerings steht vereinfacht der Austausch technisch veralteter gegen neue effiziente Windkraftwerke. Dies geht oft einher mit einer Verringerung der Anlagenzahl, der Vervielfachung der Leistung, insgesamt erheblich größerer Stromerträge und einer besseren Netzverträglichkeit der modernen Windkraftwerke. Betrachtet man den Anlagenbestand, lässt sich das Potenzial für den Austausch der auf etwa 20 Betriebsjahre geplanten Windenergieprojekte erkennen. Hier ergibt sich eine große Zahl von Windkraftwerken, die in den nächsten Jahren das Ende ihrer geplanten Betriebslaufzeit erreichen werden. Ein Repowering kann sich jedoch bereits vor Ablauf der angesetzten Laufzeit lohnen. Gründe hierfür können sowohl mögliche Planungsfehler des Altprojektes sein, die sich in zu geringen Betriebserlösen auf der Ertragsseite zeigen, als auch zu hohe Instandhaltungskosten auf der Ausgabenseite, die den Anlagenbetrieb weniger rentabel machen. In dieser Arbeit wurde die Möglichkeit einer Repoweringmaßnahme als Alternative zum Weiterbetrieb eines bestehenden Windparks untersucht. Dafür wurden die Förderungsstrukturen im Erneuerbare Energien Gesetz für ein Repowering untersucht und die Auflagen, die ein Betreiber von Windenergieanlagen erfüllen muss, um einen Anspruch auf den Repoweringbonus zu bekommen herausgearbeitet. Des Weiteren wurden die Vorteile und Motivationsgründe, die sich auf Seiten von Betreibern im Fall eines Anlagenersatzes ergeben beleuchtet. Als Hauptargument stellt sich ein bis zu 600 % gesteigerter Energieertrag zu den typischen gegen Ende der 90-er Jahre installierten Anlagentypen dar. Da das enorme Anlagenwachstum auch Nachteile mit sich bringen kann, die sich häufig in einschränkenden planungs- und baurechtlichen Hemmnissen, als auch dem Widerstand von Anwohner zeigen wurde dieser Aspekt zusätzlich untersucht. Es wurden Wege aufgezeigt, mögliche Probleme bereits im Planungsprozess auszuräumen, jedoch hat sich

auch gezeigt, dass sich sachlich unbegründete Höhen- und Abstandsvorgaben der Länder stark einschränkend auf den Erneuerungsprozess auswirken.

In der Analyse zur Wirtschaftlichkeit des Repoweringvorhabens im Windpark Miltzow, der in der Küstenregion vor der Insel Rügen liegt, wurde zunächst ein Soll/Ist-Vergleich der Wirtschaftlichkeitsplanung aus dem Inbetriebnahmejahr 2001 und den bisherigen Daten aus dem Anlagenbetrieb vorgenommen. Das Ergebnis war eine Unterschreitung der finanziellen Ziele des Projektes. Unter realistischen Annahmen, Studien- und Erfahrungswerten wurde die weitere Entwicklung des Anlagenbetriebs in der zweiten Betriebsdekade prognostiziert, um eine Aussage über die Attraktivität des Weiterbetriebs machen zu können. Für den festzustellenden Zukunftserfolgswert des Projektes wurde der Barwert der prognostizierten Jahresüberschüsse der folgenden Betriebsperioden festgestellt. Dieser wurde der Alternativinvestition der neuen Windkraftwerke aufgeschlagen, da diese den potentiellen Ertragsausfall des alten Projektes miterwirtschaften müssten. Voraussetzung für das Repowering ist, dass die Altanlagen rückgebaut werden. Stellt sich unter der Bedingung der zusätzlich zu erwirtschaftenden Ertragsausfälle eine höhere interne Verzinsung und ein attraktiverer Kapitalwert für das Repoweringprojekt als für den Bestandspark ein, gilt eine Erneuerungsmaßnahme als wirtschaftlich.

Die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von zwei verschiedenen Ersatzszenarien zeigte, dass ein Repowering sich für den Windpark Miltzow lohnt. Betrachtet wurde der Austausch der bestehenden Vestas V80 Modelle, gegen V90 oder V112 Typen desselben Herstellers zu verschiedenen Ersatzzeitpunkten im Zeitraum der Jahre 2012 und 2013. Als Ergebnis konnte die Empfehlung zum Ersatz der alten Windenergieanlagen durch neue V90 Modelle zum Herbst des Jahres 2012 festgehalten werden.

Die Abbildung zeigt eine Vorher/Nachher Aufnahme eines Windparks, in dem ein Repowering durchgeführt wurde.



Auslegung eines Nahwärmenetzes zur zentralen Versorgung eines Schulzentrums

Theresa Heinemann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jens Willmes

Datum des Kolloquiums: 21. Juni 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- & Umwelttechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: ISW Ingenieur GmbH Schmidt & Willmes, Arnberg



Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, die Wirtschaftlichkeit verschiedener Varianten von Rohrsystemen für die zentrale Versorgung des Schulzentrums Berliner Platz in Arnberg zu ermitteln und zu beurteilen.



Zu Beginn wurden die verschiedenen Möglichkeiten der Leitungsführung von Rohrsystemen untersucht. Die Entscheidung fiel auf ein Nahwärmenetz als Zweileitersystem mit der Rohrverlegung im Erdreich. Die Auslegungstemperaturen wurden auf 85/55 °C festgelegt.

Als Grundlage für die Berechnung der benötigten Wärmeleistung diente der stündliche Gasverbrauch des Franz-Stock-Gymnasiums mit dazugehörigem Kulturzentrum. Die aus diesen Werten erstellte Energiesignatur gab Aufschluss über die benötigte Wärmeleistung des untersuchten Gebäudes. Diese Energiesignatur bestätigte die berechnete Heizlast nach VDI 2067 des Franz-Stock-Gymnasiums mit dazugehörigem Kulturzentrum.

Daraufhin wurden die danach berechneten Heizlasten aller Gebäude des Schulcampus für bestätigt angesehen.

Mithilfe der ausgewerteten Tagesganglinien, die ebenfalls durch die Gaszählerstandablesungen in dem Franz-Stock-Gymnasium erstellt wurden, konnten die Spitzenlasten ermittelt werden. Für diese Spitzenlasten wurden Wärmespeicher berechnet und festgelegt, die in den zu versorgenden Gebäuden eingebunden werden. Die Speicher halten die durch den Festbrennstoffkessel in der Heizzentrale überschüssig erzeugte Wärme vor und decken somit die anfallenden Spitzenlasten ab. Die benötigten Wärmeleistungen je Hausanschluss konnten durch den Einsatz der berechneten Pufferspeicher um jeweils 20 % gesenkt werden und waren folglich Grundlage zur Dimensionierung des Nahwärmenetzes.

In Abhängigkeit des Volumenstroms und der Strömungsgeschwindigkeit wurden die optimalen Rohrdimensionen ermittelt. Die Druckverluste der Teilstrecken sind abhängig von der Rohrrauigkeit, den Widerstandsbeiwerten der Einbauteile, der Teilstreckenlänge sowie der Wasserbeschaffenheit. In die Druckverlustberechnung flossen die Druckverluste der für jedes Gebäude einzeln dimensionierten Wärmeübertrager in den Übergabestationen mit ein. Für die Pumpenauslegung wurden zwei verschiedene Einsatzorte der Pumpen betrachtet; zum einen die zentrale Anordnung in der Heizzentrale, zum anderen die dezentrale Anordnung der Pumpen in den Übergabestationen der zu versorgenden Gebäude.

Die Addition der Investitionskosten von Rohrsystemen, Tiefbaukosten und Montagekosten gab Aufschluss über die kostengünstigste Ausführung. Im Vergleich standen fünf verschiedene Rohrsystemhersteller. Aus diesen wurden die vier kostengünstigsten Varianten ermittelt. Diese unterscheiden sich in den Rohrsystemen und Dämmstärken.

Für die erwähnten vier Varianten wurden anschließend die Wärmeverluste berechnet. Es wurden Standardwerte des Erdreichs für die Berechnung festgelegt. Nachdem die Dimensionierung aller Bestandteile des Nahwärmenetzes abgeschlossen war, wurde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten vorgenommen.

Für diese Berechnung wurden zuerst die Investitionskosten der Wärmeübertrager, Pumpen, Pufferspeicher und Rohrsysteme mit Tiefbau- und Montagekosten errechnet. Mit dem kalkulatorischen Zinssatz von 5 % und dem Annuitätenfaktor wurden die kapitalgebundenen Kosten kalkuliert. Über die Stromkosten der zwei verschiedenen Pumpenanordnungen und die Wärmeverlustkosten der Rohrleitungen konnten die betriebsgebundenen Kosten berechnet werden.

Die wirtschaftlichste Variante konnte anhand der Jahresgesamtkosten abgelesen werden. Diese besteht für dieses Nahwärmenetz vorwiegend aus einem Kunststoffmantelrohr mit starrem Stahlmediumrohr als Doppelrohr mit der größten Dämmstärke. Für die Teilstreck, die durch ein Waldgebiet führt, wird bei dieser Variante ein Kunststoffmantelrohr mit flexiblem Polymermediumrohr als Einzelrohrverlegung eingesetzt. Des Weiteren ist für diese Variante die dezentrale Anordnung der Pumpen in den zu versorgenden Gebäuden das wirtschaftlichste System.

Reproduzierbares Schließen einer Einhebelmischarmatur zur Erzeugung von Druckschlägen – konstruktive Weiterentwicklung eines vorhandenen Prüfstandes

Andre Henke B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Klasmeier
Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums:

05. Juli 2011

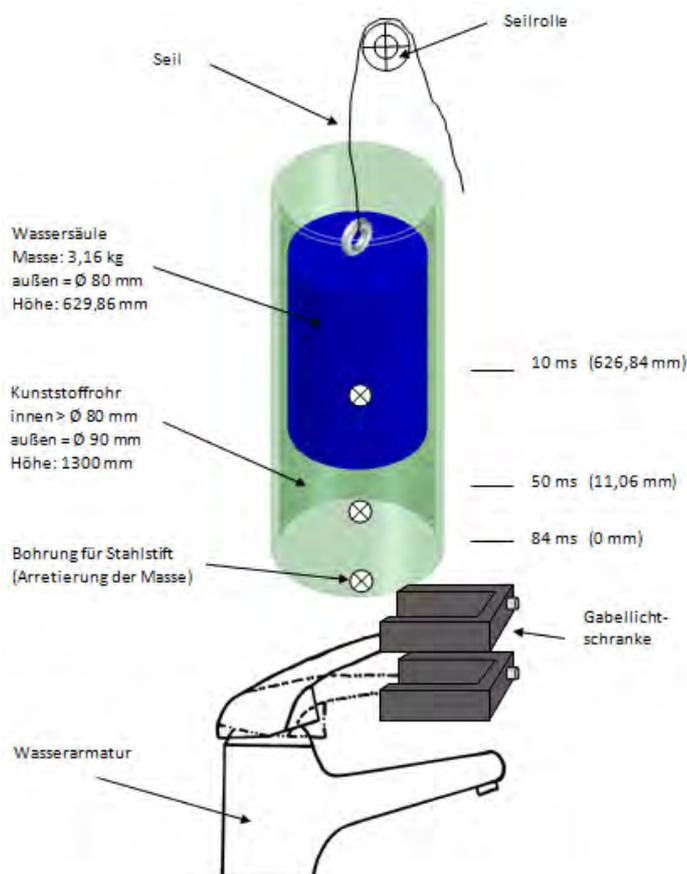
Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Konstruktion



Das Schließen von Einhebelmischarmaturen führt u. a. zu kritischen Druckspitzen (Druckschlägen) in den Trinkwasserleitungen. Für einen bereits vorhandenen Prüfstand wurden diverse Konzepte erarbeitet, um die Schließbewegung der Armatur reproduzierbar zu erzeugen.

Zu Beginn wurde eine Anforderungsliste erstellt. Die Anforderungen waren Basis für die ersten Konzeptüberlegungen.



Nach der Auswertung eines Brainstorming – Gesprächs der beteiligten Personen wurden prinzipielle Lösungsvarianten zum Schließen der Wasserarmatur sowie zur Zeitmessung der Schließbewegung aufgestellt. Es wurde untersucht, welche Lösungen des Problems möglich sein können, um eine reproduzierbare Bewegung zum Schließen einer Einhebelmischarmatur zu erzeugen.

Als einstellbare Schließzeiten des Armaturhebels sollen drei verschiedene Zeiten (0,1 s; 0,05 s; 0,01s) möglich sein.

Ausgehend von der Funktionsstruktur wurden prinzipielle Lösungsvarianten erarbeitet (u. a. eine vertikale Fallbewegung über dem Armaturhebel und pneumatische oder elektromechanische Varianten).

Eine Auswahl geeigneter Lösungen ermöglicht eine Konkretisierung zu Konzeptvarianten, speziell die Berechnung einer Fallbewegung (freier Fall) einer Masse, um die Schließbewegung der Wasserarmatur auszulösen. Diese Betrachtung erforderte eine detaillierte Darstellung der spezifischen Sachzusammenhänge. Als einsetzbare Lösungsvariante zur Messung der Schließzeit kommt eine Gabellichtschranke infrage, da keine möglichen Reflexionen beim Schließen des Armaturhebels auftreten.

Die Überlegungen führen u. a. zu folgendem Konzept:

In einem Kunststoffrohr sind drei Bohrungen zur Arretierung einer Masse zur Erzeugung von drei verschiedenen Schließzeiten vorgesehen. Die Masse des fallenden Körpers kann mit einem angebrachten Seil nach dem Fall-Vorgang wieder in die Ausgangsposition zurückgehoben werden. Das Seil wird über eine Seilrolle geführt, die das Heben des Zylinders erleichtert (siehe Abbildung zuvor).

Die berechnete Lösung ist als eine einfach durchführbare und sichere Variante in die Praxis umsetzbar.

Programmierung eines Messroboter zur Ermittlung von Raumluftströmungen und Berechnung des PMV und PPD

Dipl.-Ing. Thomas Henrichsmann M.Eng.

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer: Dipl.-Ing. Frank Bolkenius

Datum des Kolloquiums: 04. Mai 2011

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Laborbereich: Raumlufttechnik



In klimatechnischen Laboren werden meist mit hohem Aufwand Strömungsprofile verschiedener Geräte vermessen. Um den Aufwand der Messung zu minimieren, soll dieser Roboter autark und selbstständig in einem 3-dimensionalen Raum relevante Raumluftströmungen normgerecht erfassen und mit den Berechnungsgrundlagen aus der DIN 12599 die mittlere Temperatur, die mittlere Luftgeschwindigkeit und den Turbulenzgrad örtlich ermitteln.

Aus bestehenden mechanischen Roboterkomponenten und einer frei programmierbaren Plattform konnte mit der Programmieroberfläche Codesys ein Messroboter entwickelt werden, welcher dem Nutzer über eine webbasierte Bedienoberfläche die aufsichtslose Messung ermöglicht.

Mit Hilfe des in Excel programmierten Behaglichkeitsrechners werden im Weiteren die vom Roboter erfassten Messdaten importiert und zur Berechnung des PMV und PPD nach der DIN EN ISO 7730 verwendet.

Der Messroboter besteht aus folgenden Komponenten:



- acht Eser Anemometersonden
- Laufwagen mit Aufnahmevorrichtung für Linearantrieb
- 2x Gleichstrom Servomotoren
- Transistor Vierquadranten Servo-Leistungsverstärker
- Mechanische Lineareinheit
- Messbalken zur Sondenbefestigung
- WAGO-I/O-SYSTEM 750

Der Roboter ist aufgrund seines autarken webbasierenden Systems auch in Zukunft problemlos mit modernisierter EDV kompatibel und stellt ein nützliches und zuverlässiges Messgerät dar.

Ein weiterer Bestandteil der Masterarbeit war die Ermittlung einer geeigneten Kalibriermethode für die Anemometersonden und Erstellung eines Tools zur Berechnung der Kalibrierkonstanten.

Vergleich des Bemessungsverfahrens für Zirkulationsanlagen in Trinkwasserinstallationen nach DVGW W 553 (1988-12) mit einem neuen Verfahren

Tanja Hessels B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Reichert
Datum des Kolloquiums:	31. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Geberit Vertriebs GmbH, Pfullendorf



Ausgangssituation der Bachelorarbeit war das Erscheinen eines neuen Vorschlages für die Auslegung von Zirkulationsanlagen von Herrn Prof. Dr. Fraaß aus Berlin. Nach seinen Angaben bietet seine „Auslegung nach dem „Beimischprinzip“ einige Vorteile gegenüber dem aktuellen Verfahren des DVGW Arbeitsblatt W553. Diese Aussagen warfen die Fragen auf, ob es wirklich Unterschiede zum Arbeitsblatt gibt und wie groß die Vorteile des neuen Verfahrens wirklich sind.

Um diese Fragen zu klären, wurde die Zirkulationsanlage eines Beispielobjektes mit beiden Verfahren einmal ausgelegt. Bei diesem Objekt handelt es sich um ein Seniorenzentrum mit 90 Wohneinheiten und zwei Gemeinschaftsküchen. Das Wasser wird dort zentral erwärmt und über eine untere Verteilung auf insgesamt 32 Stränge verteilt.

Um zudem feststellen zu können, ob eventuelle Unterschiede bei verschiedenen Rohrtypen unterschiedlich groß sind, wurden beide Auslegungen je einmal mit Geberit Mapress Edelstahl und Geberit Mepla durchgeführt.

Nach einer ersten Auslegung der Anlage nach DVGW W553 wurde für den Vergleich eine zweite Berechnung nach dem Vorschlag von Herrn Prof. Dr. Fraaß durchgeführt. Dieser ist weitestgehend identisch zum Verfahren nach DVGW W553. Der einzige Unterschied liegt in der Volumenstromverteilung.

Im Verfahren nach DVGW werden die Volumenströme entsprechend der ermittelten Wärmeverluste verteilt. Diese Verluste müssen so weit abgedeckt werden, dass sich eine festgelegte Strangkopftemperatur von 58 °C einstellt. Um diese Temperatur halten zu können, müssen bei dieser Art der Verteilung die Volumenströme mit wachsender Entfernung zum Erwärmer immer größer werden.

Beim neuen Verfahren ist dies nicht der Fall. Dort werden die Volumenströme durch das sogenannte Beimischpotenzial gleichmäßig auf alle Stränge verteilt, wie in Abbildung 1.1 zu erkennen ist. Durch die Beimischung von wärmerem Wasser aus den Strängen wird die Wassertemperatur in der Zirkulations-sammelleitung immer wieder angehoben. So kann diese vor jedem Mischpunkt mit einem Strang immer wieder bis auf die minimal erlaubte Temperatur von 55 °C abkühlen.

In einem Vergleich weißt das neue Verfahren deutliche Vorteile auf. Durch die Beimischung verringert sich der benötigte Volumenstrom und er wird gleichmäßiger verteilt. Hierdurch kann das Wasser in den Leitungen etwas langsa-

mer fließen und die auftretenden Druckverluste sind geringer als beim Verfahren nach dem DVGW Arbeitsblatt W553.

Beim Vergleich des Einflusses auf Metall- und Verbundrohre zeigt sich, dass das Verbundrohr aufgrund des ungünstigeren Versteckens mit dem Fitting sehr viel höhere Druckverluste erzeugt. Dies hat jedoch keinen großen Einfluss auf die Einsparmöglichkeiten durch das neue Verfahren. Es ist egal, welcher Rohrtyp verwendet wird. Bei beiden wird prozentual gesehen nahezu gleich viel Energie eingespart (ca. 30 %), wenn die Anlage nach dem Verfahren von Herrn Prof. Dr. Fraaß ausgelegt wird.

So konnte zum Abschluss der Arbeit die Aussage getroffen werden, dass eine Zirkulationsanlage am besten funktioniert, wenn sie nach dem neuen Verfahren geplant und mit Geberit Mapress Edelstahl ausgeführt worden ist.

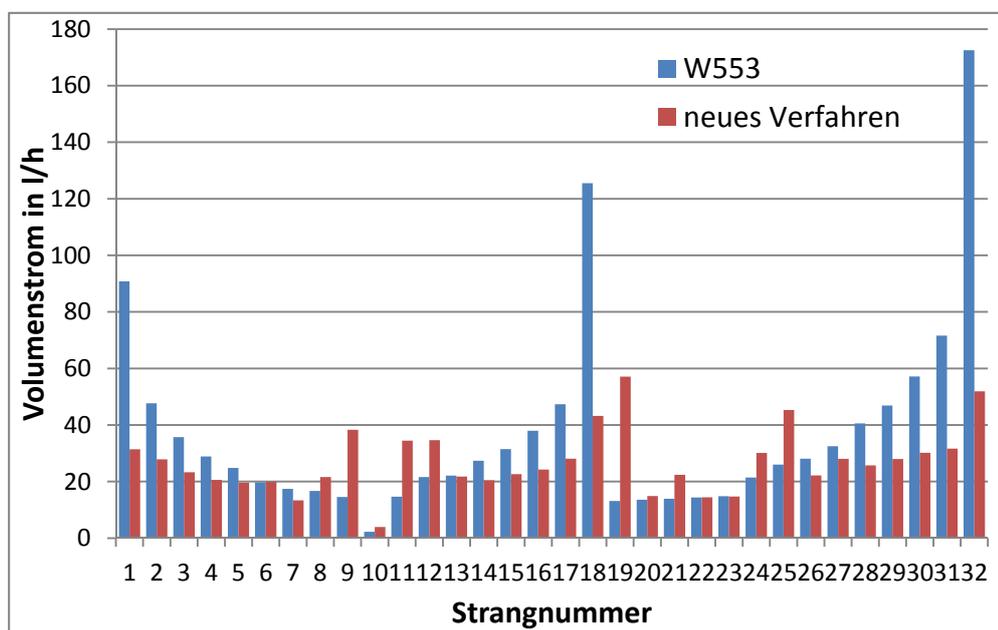


Abbildung 1.1: Verteilung der Volumenströme bei beiden Verfahren

Study on payment methods for service providers in rural areas of Tanzania

Sebastian André Heuer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Peter Senker

Datum des Kolloquiums:

21. September 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit:

CES Consulting Engineers Salzgitter GmbH, Braunschweig,
Niederlassung Lingen (Ems) und
Kirua-Kahe Gravity Water Supply Trust, Moshi Rural District (Tanzania)



Topic of this thesis is a study on payment methods which are available in Tanzania and which are also useful for service providers who operate in rural areas. It is done using the example of the Kirua-Kahe Gravity Water Supply (KKGWS) Trust which presently only offers cash and cheque payments. The aims of this thesis are (1) to improve the current cash/cheque payment procedure according to the requirements (billing procedure) of the KKGWS Trust and (2) to analyse the available payment methods. To achieve these aims all payment providers will be contacted and a selection of appropriate methods is done. Appropriate data logging system for the cash/cheque payment shall be found. All selected systems are tested regarding ability for the KKGWS Trust.

At this time, cash is the most common payment method in Tanzania and the supply of financial services in rural areas is very poor. Mobile payments via mobile phone are becoming more and more important for the inhabitants of rural areas due to the high prevalence of mobile phones.

At present the cash/cheque payment procedure includes much paperwork, is very time-consuming and there are many steps in which data errors can occur. A data logging system at the point of cash transaction shall improve this procedure. A netbook combined with a mobile receipt printer is chosen because it is portable, durable, lightweight and capable of being integrated.

Research into banks shows that no banks have branches in the supply area and they do not offer appropriate payment methods. Two mobile payment providers which offer the possibility to add a reference to the payment are selected to test their mobile payment systems (MPS) in the further proceeding.

The data logging system shall be tested in the following areas: handling, sources of data errors and time used for one payment to measure the improvement. The MPSs shall also be tested in these areas: handling, availability and possibility of integration into the billing program. Final cost calculations of all systems shall form one basis for comparisons.

The tests show that the data logging system works appropriately and is completely integrated. Sources of errors are reduced to half, and the time used per payment decreases. The MPSs work well and the payment procedure is easy. They can be partly integrated but the agent network (supply of mobile money) is not sufficient at this time. The comparison of the costs results that

the old cash/cheque payment procedure remains as the cheapest payment method but this may change due to increasing Tanzanian salaries and longer lifetime of the data logger and the programming work as well as decreasing transaction fees charged by the mobile payment providers.

Although the new procedure is more expensive and the MPSs cannot reduce costs this is outweighed by other advantages. The KKGWS Trust would benefit from the launch due to reduction of sources of data errors and less cash handling with all the derived advantages. In conclusion, the data logging system improves the cash/cheque payment procedure and MPSs are viable alternatives to the offered payment methods.

It is recommended to the Project Management and the Trust to launch all tested systems and to monitor them. Because the whole payment market is rapidly changing in the medium term, the services of all other payment providers should be closely monitored and tested to see if they meet the requirements of rural service providers. It is a risk to be dependent on only one of these providers. Therefore, more competition is sought. The Trust launched the data logging system initially (01.09.2011) and will follow up with the tested MPSs soon. Figures 1 and 2 show the data logging system the first time in use and a M-Pesa agent in the supply area.



Figure 1: The data logging system the first time in use



Figure 2: M-Pesa agent in the village Iwa (supply area)

Technische und wirtschaftliche Aspekte der Energiespeicherung am Beispiel von Windkraftanlagen

Torsten Heywinkel B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Hubert Thoring
Datum des Kolloquiums:	30. Mai 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Stadtwerke Münster GmbH



Die Stadtwerke Münster GmbH hat 2010 den Bau zweier Windkraftanlagen vom Typ MM92 der Firma Repower Systems AG in Detmold in Auftrag gegeben. Hierbei soll für die installierte Leistung (2 x 2,05 MW) die Speichermöglichkeit der erzeugten Energien abgeschätzt werden. Es geht in dieser Arbeit nicht um die wissenschaftliche Lösung der Speicherproblematik, sondern um eine technische / wirtschaftliche Betrachtung mit dem Ziel der Optimierung von Erlösen. Hierzu wurden verschiedene Technologien in der Arbeit betrachtet und bewertet, die das Speichern von elektrischer Energie ermöglichen. Ziel dieser Arbeit war, die technischen Möglichkeiten der Energiespeicherung darzustellen und eine Aussage über ihren ökonomischen Nutzen am Beispiel von Windkraftanlagen zu treffen.

Energiespeicher sind technische Mittel zur Speicherung von elektrischer Energie. Sie dienen der Entflechtung von Energieerzeugung und Energieverbrauch. In Bezug auf die Stromversorgung muss in den elektrischen Netzen stets Angebot und Nachfrage ausgeglichen sein. Und somit spielen Energiespeicher eine große Rolle in der Versorgungssicherheit der Netze. Gerade die fluktuierende Stromerzeugung der erneuerbaren Energien, insbesondere Wind- und Sonnenenergie, ließe sich durch einen effizienten Energiespeicher besser kontrollieren. Stromspeicher könnten technisch gesehen sowohl Einspeiseschwankungen im Ein- und Mehrtagebereich ausgleichen, als auch Monats- oder Jahresbereiche ausgleichen. Jedoch muss in jedem Einzelfall die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Speicherung überprüft werden.

Aber nicht nur zum Ausgleich der Einspeiseschwankung im Stromnetz, sondern auch zur Erlössteigerung könnten Energiespeicher dienen. Der Strom könnte unabhängig vom Zeitpunkt der Erzeugung an der Leipziger Strombörse verkauft werden, da die aktuelle Wetterlage keinen Einfluss auf die angebotene Menge hat. Dies könnte dazu führen, dass die erneuerbaren Energien wirtschaftlich unabhängig von den Vergütungssätzen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) werden.

Vorgestellt wurden in dieser Arbeit sowohl mechanische als auch chemische Energiespeicher. Wobei gerade bei einer Größenordnung von zwei Windkraftanlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung nur kleinere chemische Energiespeicher infrage gekommen sind.

Für die Erlössituation kamen zwei Modelle infrage, zum einen wurde die Umwandlung von preisgünstigem Strom bei Schwachlastzeiten zu hochpreisigen

Spitzenlaststrom untersucht und zum anderen eine Teilnahme am Markt für Regelenergie.

Anhand dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass es schon heute technisch möglich ist, Energie zu speichern und auch viele Technologien sich schon im Stadium der Marktreife befinden, jedoch herrscht bei den meisten Technologien noch erheblicher Entwicklungsbedarf im Bereich der Kostenreduzierung und der Lebensdauer. Denn nur durch diese Weiterentwicklungen lässt sich ein ökonomisch sinnvoller Betrieb eines Energiespeichers in Zukunft erreichen.

Biochar as a more sustainable approach to local food production in Vancouver, Canada

Inga Hilbert B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. nat. Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

14. Oktober 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit:

Institute for Resources, Environment and Sustainability, Vancouver



Biokohle ist das kohlenstoffreiche Überbleibsel von Biomasse, die dem Prozess der Pyrolyse unterzogen wurde und zur Anwendung in der Landwirtschaft oder für die Zugabe in Ökosysteme benutzt wird.

Das Ziel dieser Arbeit war es zu testen, ob Biokohle als Ersatzstoff für Torf in der Landwirtschaft einen nachhaltigeren Ansatz zur lokalen Lebensmittelproduktion in Vancouver, Kanada darstellt.

In einer Reihe von Experimenten wurde in verschiedenen zusammengesetzten landwirtschaftlich genutzten Erden (siehe Abbildung 1) der Einfluss von Biokohle auf die Wasser- und Nährstoffhaltekapazität sowie den pH Wert des Bodens getestet. Zusätzlich sollte der direkte Vergleich beider CO₂ Fußabdrücke, auch ökologischer Fußabdruck genannt, Aufschluss über die Nachhaltigkeit geben.

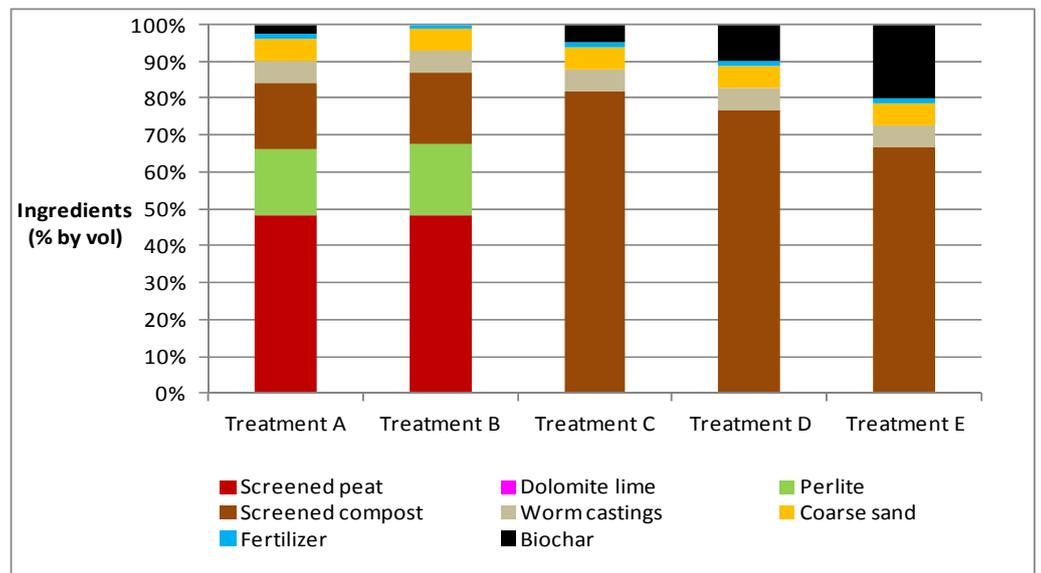


Abbildung 5 Die verschiedenen Zusammensetzungen der getesteten Erden

Die durchgeführten Experimente haben gezeigt, dass Biokohle durchaus vergleichbare Wasserhaltekapazitäten wie Torf aufweist.

Das Auswaschen von Nährstoffen, das exemplarisch an Phosphat und Nitrat getestet worden ist, zeigte unterschiedliche Auswirkungen mit der Zugabe / Erhöhung des Biokohleanteils. Während Biokohle die in Wasser ausgewaschene Konzentration von Phosphat senkte, stieg die Konzentration an ausgewaschenem Nitrat.

Das Ersetzen von Torf durch Biokohle führte zudem zu einem Anstieg des Boden-pH-Wertes.

Der direkte Vergleich des ökologischen Fußabdruckes von Torf und Biokohle offenbarte einen großen Unterschied. Während bei der Produktion von Torf zusätzlicher Kohlenstoff in Form von CO_2 in die Atmosphäre gelangt, hat Biokohle grundsätzlich das Potenzial zu einer negativen Kohlenstoffbilanz.

Als abschließendes Ergebnis dieser Arbeit lässt sich festhalten, dass falls keine negativen Langzeitnebenwirkungen im Zusammenhang beim Biokohleeinsatz in der Landwirtschaft auftreten, diese als Bodenverbesserer und gleichzeitiger Klimaschoner verwendet werden kann, was zu einer Win-Win-Situation führen würde.

Untersuchungen des Wasserdampfeinflusses auf das Korrosionsverhalten von Ni-Basis Werkstoffen und MCrAlY-Schichten

Pascal Hinkerohe B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dr. Werner Stamm
Datum des Kolloquiums:	27. Oktober 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Siemens Energy, Mülheim an der Ruhr



Die ständig ansteigende Nachfrage nach Energie erfordert eine stetige Weiterentwicklung der Energieerzeugung. Siemens Energy ist einer der weltweit führenden Hersteller im Bereich der Gas- und Dampfturbinen.

Materialien, welche in Gasturbinen eingesetzt werden, stoßen immer mehr an ihre Grenzen. Abgastemperaturen von über 1300 °C erzeugen extreme Bedingungen, welche zahlreiche mechanische und thermische Belastungen auf den Werkstoff ausüben.

Daher müssen die Werkstoffe in Gasturbinen besonders widerstandsfähig gegenüber mechanischer und thermischer Belastung, Korrosions- sowie Erosionsangriff sein. Je resistenter die Werkstoffe sind, desto höhere Betriebstemperaturen können gefahren werden. Mit steigender Temperatur steigt der Wirkungsgrad.

Die Nickel-Basis Legierungen, welche in der Gasturbine verwendet werden, sind der derzeitige Stand der Technik. Da die Basis-Materialien, die derzeit Temperaturen von "nur" etwa 950 °C standhalten, sind die Schaufeln von innen gekühlt sowie oft mit einer Wärmedämmschicht beschichtet. Dies ermöglicht eine Absenkung der Oberflächentemperatur auf ein für den Grundwerkstoff verträgliches Temperaturniveau.

Ohne zusätzlichen Schutz sind die Schaufeln der Gasturbine nur von sehr kurzer Lebensdauer. Teilweise oxidieren die Schaufeln der Gasturbinen unter den Heißgasen so stark, dass sie noch nicht über die von Kunden gewünschte Lebensdauer von 25.000 Stunden hinaus einsetzbar sind. Um die Revisionsintervalle der Gasturbine von 25.000 Stunden zu gewährleisten, kommen Schutzschichten zum Einsatz, welche Betriebstemperaturen jenseits der 1350 °C ermöglichen.

Auf der Suche nach alternativen Brennstoffen und sauberer Verbrennung verändern sich die Anforderungen an die Gasturbine. Durch den unterschiedlichen Einsatz der Gasturbine, wie z. B. bei der Kohlevergasung, kommt es zu erhöhtem Wasserdampfgehalt im Abgas.

In der Arbeit wurden die Einflüsse von erhöhtem Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre und die Auswirkungen auf die Grundwerkstoffe sowie der Korrosionsschutzschicht untersucht. Bei unterschiedlichen Temperaturen und Auslagerungsdauern wurden die Werkstoffe sowie die Schutzschicht unter Verwendung der Lichtmikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie betrachtet, Messungen tabellarisch festgehalten und anschließend ausgewertet. Die Ergebnisse wurden in Diagrammen und Streubändern dargestellt.

Die Abbildung zeigt eine beschichtete Laufschaufel.



Stoffstrommanagement am Beispiel des kommunalen Klärschlammes im Kreis Steinfurt

Vera Hofmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke

Datum des Kolloquiums: 30. August 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



Im Moment besteht im Kreis Steinfurt keine allgemeine Informationsquelle über Klärschlamm Daten aus dem in den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen entstehenden Klärschlamm. Es ist nicht erkennbar, wie viel Klärschlamm wo anfällt und was anschließend mit ihm passiert.

Anhand dieser Arbeit soll eine Informationsquelle über die einzelnen Kommunen geschaffen werden. Mit dieser Arbeit soll eine Transparenz im Bereich des Klärschlammes für den Kreis Steinfurt geschaffen werden und die Entdeckung von neuen Möglichkeiten zur Nutzung von Potenzialen erleichtert werden. Diese Arbeit ist ein Teil des gegenwärtig laufenden Projektes an der Fachhochschule Münster mit dem Namen Zukunftskreis Steinfurt-energieautark 2050.

Kernziel des Projektes ist die modellhafte Entwicklung eines regionalen Managementsystems, das einen kontinuierlichen Verbesserungs- und Entwicklungsprozess organisiert, mit dem Ziel für den Kreis Steinfurt, im Jahr 2050 eine positive Energiebilanz zu erreichen. Das Projekt berücksichtigt mehrere Themenschwerpunkte, wie die Steigerung der Endenergieeffizienz, energieeffizientes und solares Bauen, Kraftstoffe und Antriebe der Zukunft, Biomasse, Solarenergie, Geothermie und Kraft-Wärme-Kopplung. Die zwei Schwerpunkte des Projektes sind die Nutzung von Energie (Energieeffizienz) und die regionale Energieerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien.

Die Betrachtung des Bereiches Klärschlamm soll Möglichkeiten zur Optimierung von Stoff-, Energie- und Finanzkreisläufen aufdecken.

Die 31 Abwasserreinigungsanlagen der 24 Kommunen sind mit Technik, wie Nitrifikation und Denitrifikation, Phosphorelimination sowie Verfahren zur Klärschlammvorentwässerung und Entwässerung ausgestattet. Die Klärschlammstabilisierung wird größtenteils anaerob im beheizten Faultrum durchgeführt und das Faulgas anschließend auf der eigenen Kläranlage zum Betrieb von BHKW oder zur Gebäudeheizung genutzt, was eine kostensenkende Wirkung auf die Betriebskosten ausübt. An die Abwasserreinigungsanlagen sind im Jahr 2009 knapp 755.500 Einwohnerwerte angeschlossen.

Der Trend zur Nutzung des Klärschlammes geht in Richtung der thermischen Verwertung. So entstand die Idee der thermischen Verwertung im Kreis Steinfurt, die mit regionalen Unternehmen in der Gemeinde Ladbergen zu verwirklichen wäre. Diese Unternehmen würden sich auf die Klärschlamm-mengen einstellen und ihre Leistung danach ausrichten. Der gesamte Weg des Klär-

schlammes von Transport über Behandlung bis zur thermischen Verwertung ist in diesem Konzept geplant und könnte schon in einigen Jahren die Realität darstellen. Außerdem ist die Variante der thermischen Verwertung besonders umweltschonend, da die Verbrennung von Klärschlamm CO₂-neutral ist. Aufgrund der regionalen Nähe bedeutet dies eine regionale Wertschöpfung und finanziell stabile Preise nach Preisgleitklausel.

Diese Planung ist als ein nachhaltiges Konzept zu sehen und die Entsorgungswege für den Klärschlamm sind mittel- bis langfristig gesichert.

In Abbildung 1 sind die Klärschlamm-mengen aus den Jahren 2005 bis 2009 im gesamten Kreis Steinfurt graphisch dargestellt.

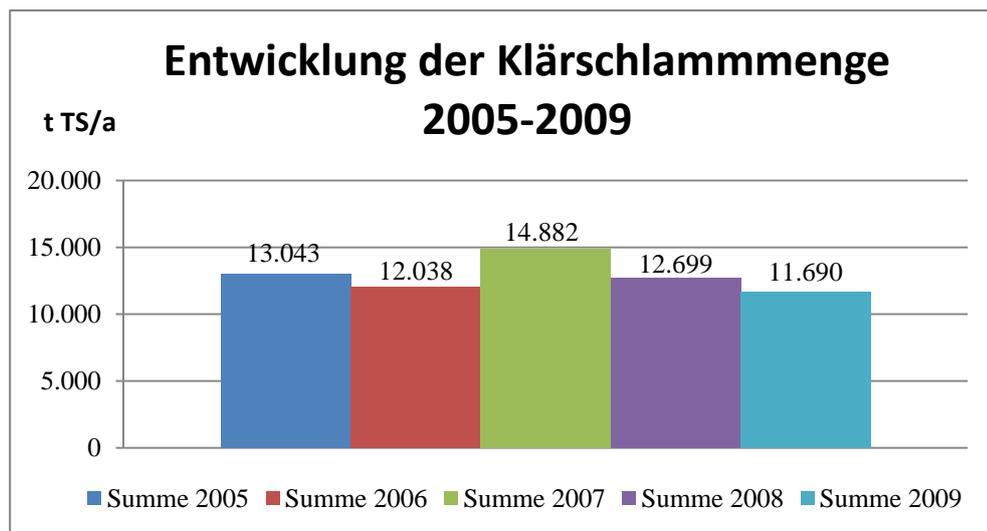


Abb. 1: Entwicklung der Klärschlamm-mengen aus den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen im Kreis Steinfurt von 2005 bis 2009

Entwicklung von numerischen Berechnungsverfahren für Latentspeichersysteme

Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 04. Mai 2011

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik



Latentspeicher bieten die Möglichkeit, bei einer geringen Temperaturveränderung, große Energiemengen zu speichern. Die eingesetzten Materialien in Latentspeichern werden auch als Phase Change Materials (PCM) bezeichnet. Diese nutzen den Phasenwechsel zwischen fest und flüssig für die Speicherung von thermischer Energie.

Für die Entwicklung und Optimierung eines Latentspeichers ist es erforderlich, das Verhalten des Latentspeichers unter bestimmten Randbedingungen zu ermitteln. Dieses Verhalten kann mit realen Messungen oder mit Simulationsprogrammen wiedergegeben werden. Simulationen bieten den Vorteil, dass verschiedenen Konstruktionen getestet und verglichen werden können, ohne einen Prototyp zu bauen. Eine weitere Anwendung von Simulationen ist die Abschätzung von Energieeinsparungen eines in einer Anlage integrierten Latentspeichers.

Um eine Simulation mit einem PCM durchführen zu können, wird ein mathematisches Modell benötigt, das die Eigenschaften und das Verhalten des PCM beschreibt. In dieser Arbeit wird ein numerisches Modell entwickelt, mit dem das thermische Verhalten von beliebigen Salzhydraten simuliert werden kann. Der Wärmetransport in dem PCM und die Temperaturänderung, aufgrund von den im Vorfeld durchlaufenen Zustandsveränderungen des Materials, werden mit dem Modell berechnet.

Mit dem Modell wird ein Berechnungsverfahren erstellt, das es ermöglicht das Verhalten eines luftdurchströmten Latentspeichers, der aus Platten aufgebaut ist, wiederzugeben. Das Berechnungsverfahren wird in ein Visual Basic for Applications-Programm umgesetzt und durch eine Microsoft-Excel-Arbeitsmappe gestartet. Die Arbeitsmappe wird ebenfalls für die Eingabe der Randbedingungen und die Ausgabe der Ergebnisse genutzt (siehe Abb. 1).

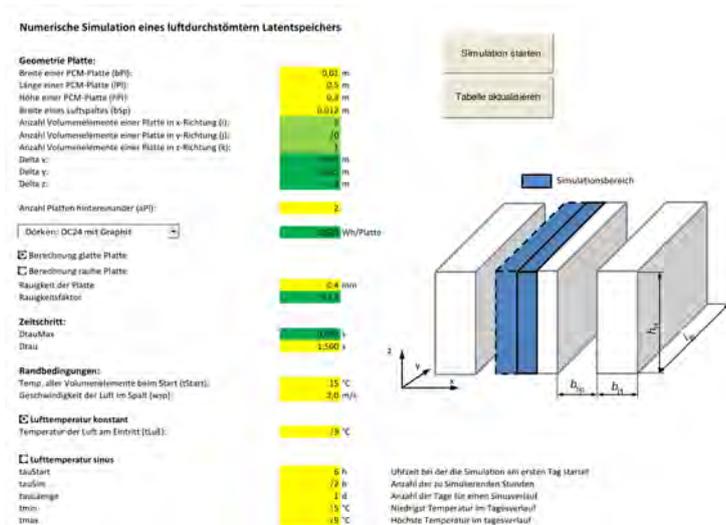


Abbildung 6 Eingabebereich der Microsoft-Excel-Arbeitsmappe

Im Rahmen dieser Arbeit sind die Simulationsergebnisse mit Messungen an der Klimaversuchsanlage des Labors Raumluft- und Kältetechnik verglichen worden. Für einen Aufbau des Latentspeichers sind die gemessenen und berechneten Lufttemperaturen am Eintritt des Speichers und nach jeder Plattenreihe in der Abbildung 2 dargestellt.

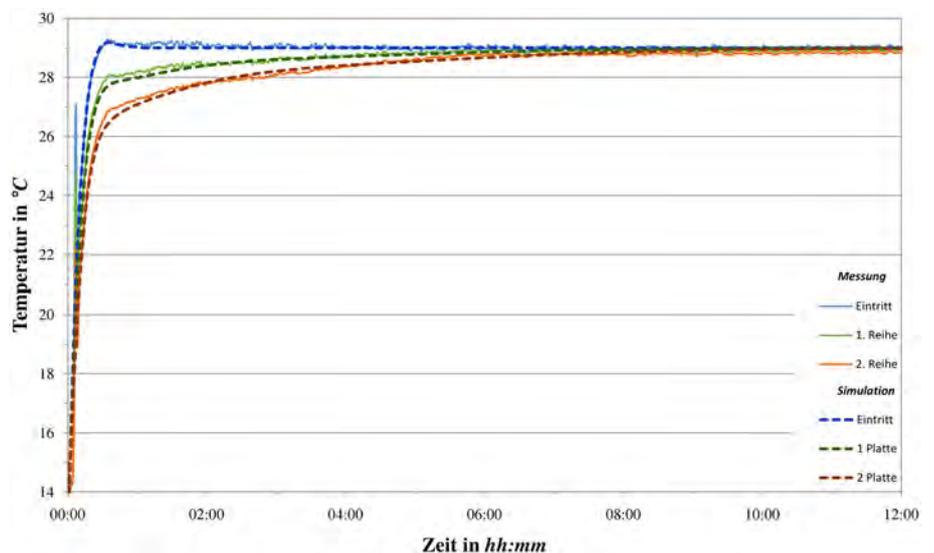


Abbildung 7 Vergleich der gemessenen und berechneten Lufttemperaturen des Latentspeichers

In den dargestellten Temperaturverläufen liegen die Werte der Simulation bis auf geringe Abweichungen deckungsgleich mit den Messwerten. Mit unterschiedlichen Randbedingungen, wie der Lufttemperatur am Eintritt des Speichers und der Luftgeschwindigkeit, wird in dieser Arbeit die Anwendbarkeit des numerischen Modells beim kontinuierlichen Erwärmen oder Abkühlen des Salzhydrates belegt.

Redox-Flow-Technologie zur Energiebereitstellung – Stand und Entwicklung

Alexander Hoppe B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums:

03. November 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



Aufgrund der zunehmenden Knappheit fossiler Energieträger ist die zukünftige Versorgung der Menschen mit Energie ein seit Jahren intensiv diskutiertes Thema. In Deutschland soll der Anteil des aus regenerativen Energien produzierten Stroms von aktuell etwa 17 % bis 2020 auf mindestens 35 % gesteigert werden. Da viele regenerative Energiequellen allerdings stark fluktuieren, wird weltweit an wirkungsvollen Energiespeichern geforscht, die diese Schwankungen ausgleichen können.

Auch die Automobilbranche befindet sich in einem Wandel. Für die herkömmlichen Diesel- oder Ottomotoren müssen umweltfreundliche Alternativen gefunden werden. So sollen im Jahr 2020 über eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Um die Fahrzeuge mit elektrischer Energie zu versorgen, sind ebenfalls leistungsfähige Energiespeicher notwendig.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde die Redox-Flow-Technologie als Energiespeicher betrachtet. Ziel der Arbeit war es, den aktuellen Entwicklungsstand darzustellen und zu überprüfen, ob die Technologie das Potenzial für den Einsatz im Bereich der Elektromobilität aufweist.

Redox-Flow-Batterien (RFBs) sind wiederaufladbare chemische Energiespeicher, deren Entwicklungsgeschichte bereits Mitte des 20. Jahrhunderts begann. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, bestehen sie aus einer Energiewandler-Einheit (Zelle) und zwei getrennten Tanks, die jeweils eine Elektrolytflüssigkeit enthalten.

Diese Flüssigkeiten werden mittels Pumpen durch die Zelle geleitet. In der Zelle befindet sich eine Membran, die nur bestimmte Ionen (als Träger des Stromflusses) durchlässt. Auf beiden Seiten der Membran sind Elektroden angeordnet, an denen die kritischen Reaktionen ablaufen. Die Zellspannung der Batterie ist dabei von der Differenz der Normalpotenziale der eingesetzten Elektrolytmaterialien abhängig.

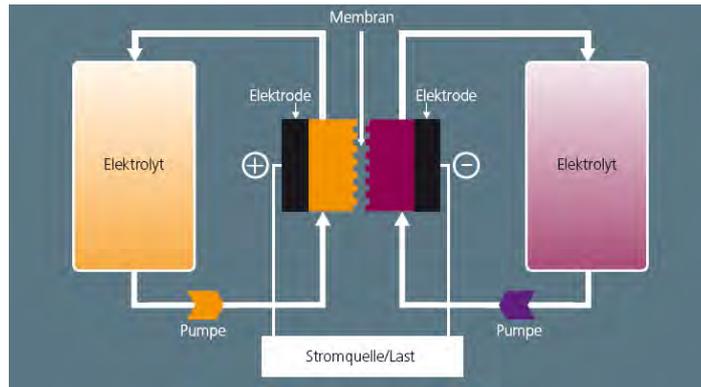


Abbildung 8: Schematische Darstellung einer Redox-Flow-Batterie

Durch ihren besonderen Aufbau können RFBs für viele verschiedene Anwendungen angepasst werden. Die Leistung der Batterien lässt sich durch die Größe und die Anzahl der Zellen verändern und das Volumen der eingesetzten Elektrolytflüssigkeiten bestimmt die zur Verfügung stehende Energiemenge.

Am weitesten verbreitet ist die Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRB), die bereits von verschiedenen Herstellern angeboten wird. Auch im Rahmen der Forschungen an der Redox-Flow-Technologie erhält die Vanadium-Variante die meiste Aufmerksamkeit.

Um die Vanadium-Redox-Flow-Technologie hinsichtlich der Einsetzbarkeit im Bereich der Elektromobilität zu überprüfen, wurde im ersten Schritt ein entsprechender Speicher für einen Windenergiepark ausgelegt. Auf Grundlage der ermittelten Daten wurde dann der Transport der aufgeladenen Elektrolytflüssigkeiten zu einer Tankstelle betrachtet. Im Fokus standen hier sowohl der Transport per LKW als auch per Rohrleitung. Im letzten Schritt wurde die mobile Nutzbarkeit der VRB-Technologie in Elektrofahrzeugen überprüft.

Die Ergebnisse der Bachelorarbeit zeigen, dass die Redox-Flow-Technologie aktuell noch nicht für einen Einsatz im Bereich der Elektromobilität geeignet ist. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Diesel- und Ottokraftstoffen bieten die Elektrolytflüssigkeiten eine zu geringe Energiedichte. Damit ist ein Transport der Flüssigkeiten über größere Entfernungen nicht wirtschaftlich durchführbar. Ferner wäre eine entsprechende Batterie für ein Elektrofahrzeug noch zu groß und zu schwer.

Allerdings könnten die Vanadium-Redox-Flow-Batterien durch intensive Forschung und Entwicklung eine Alternative zu Lithium-Ionen Akkumulatoren werden. Das mechanische Betanken eines Elektroautos durch den Austausch der Elektrolytflüssigkeiten wäre deutlich schneller als der elektrische Ladevorgang. Außerdem würde dadurch die Flexibilität von Elektrofahrzeugen wesentlich erhöht werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Spitzenstromeinspeisung durch Biogasanlagen im Rahmen der Marktprämie des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2012

Lea Hülsbusch B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Jörg Meyer zu Strohe
Datum des Kolloquiums:	20. September 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	PlanET Biogastechnik GmbH, Vreden



Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist unerlässlich. Die Stromversorgung steht allerdings vor Problemen, die durch die erneuerbaren Energien sogar verschärft werden können. Da Stromangebot- und Nachfrage zu jedem Zeitpunkt gleich sein müssen und Dargebots abhängige Systeme wie Windenergie oder Photovoltaik zu Schwankungen im Netz führen, müssen intelligente Lösungen für die sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien gefunden werden. Biogasanlagen könnten derzeitige Spitzenlastkraftwerke in Zukunft ersetzen, da diese regelbar sind und eine direkte Speichermöglichkeit des Brennstoffes besteht. So könnte Biogasstrom gezielt zu Spitzenlastzeiten auf den Markt gebracht werden. Dies muss für die Betreiber jedoch auch wirtschaftlich bleiben.

Die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2012 bietet durch die Einführung einer Marktprämie die Möglichkeit zur Spitzenstromeinspeisung. Der Strom soll dann direkt an einen Dritten veräußert werden. Die Marktprämie gleicht dafür monatlich die Differenz zwischen normaler Einspeisevergütung (EV) und Monatsmittelwert des Strompreises an der Strombörse in Leipzig (MW_{EPEX}) aus. Wird der Strom dann zu einem höheren Preis als dem Monatsmittelwert veräußert, erhält der Betreiber der Biogasanlage also einen Mehrerlös. Zusätzlich dazu wird die sogenannte Managementprämie ausgezahlt, mit der die Kosten des Stromhandels abgedeckt werden sollen. Abb. 1 zeigt diesen Zusammenhang.

Zusätzlich zur Marktprämie kann die Flexibilitätsprämie in Anspruch genommen werden. Dafür muss der Anlagenbetreiber für eine bedarfsorientierte Stromerzeugung zusätzlich installierte Leistung bereitstellen.

Ziel der Bachelorarbeit war es, die technische Umsetzung der Spitzenstromeinspeisung zu untersuchen und dann die Wirtschaftlichkeit der kontinuierlichen Einspeisung mit der Wirtschaftlichkeit der Spitzenstromeinspeisung mit Nutzung der Marktprämie zu vergleichen.

Dafür wurden die Anlagenkonzepte einer 250 kW_{el} Anlage und einer 500 kW_{el} Anlage erstellt und verglichen. Für diese wurde jeweils die technische Umsetzung der Spitzenstromeinspeisung geplant. Eine Erweiterung der installierten Leistung sowie die Prüfung des erforderlichen Gasspeichervolumens und der Wärmerversorgung der Anlage waren dafür erforderlich.

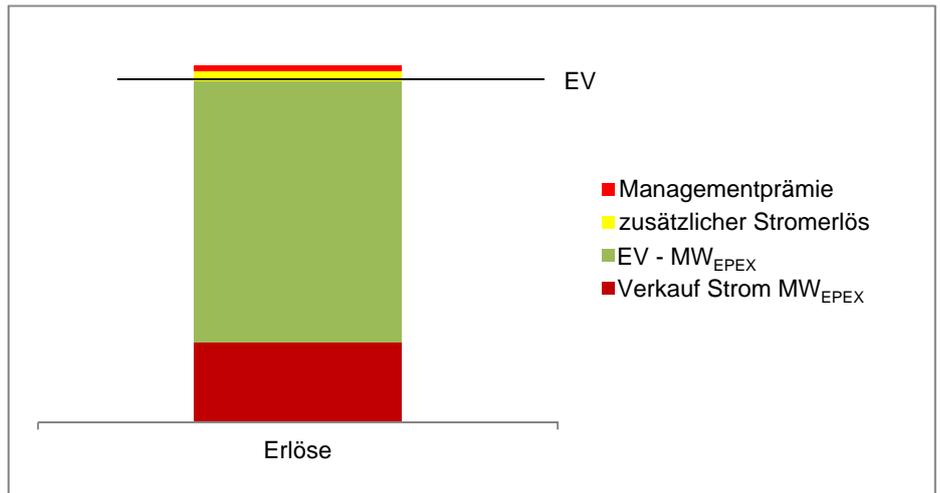


Abb. 1: Zusammensetzung der Erlöse im Rahmen der Marktprämie

Dann wurde die Wirtschaftlichkeit der beiden Konzepte mit den jeweiligen Erweiterungsoptionen geprüft - zunächst für die kontinuierliche Einspeisung, dann mit den Erlösen aus der Marktprämie.

Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass die Wirtschaftlichkeit der Spitzeneinspeisung stark vom Strompreis abhängig ist. Bei einem Verkauf an der Strombörse ist die Differenz zwischen Preis für Grundlast (Day Base) und Preis für Spitzenlast (Day Peak) entscheidend. Außerdem ist die Nutzung der Marktprämie stark konzeptabhängig. Es muss genau kalkuliert werden, wie viel Leistung zusätzlich installiert wird und zu welcher Tageszeit der Strom eingespeist wird.

Ist die Differenz zwischen Grundlastpreis und Spitzenlastpreis hoch genug, kann bei richtiger Konzeptionierung die Nutzung der Marktprämie eine lohnende Alternative zur kontinuierlichen Einspeisung sein.

Analyse der Ertragsdaten mehrerer Windenergieanlagen im Hinblick auf mögliche Optimierungen

Maik Hundt B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Hubert Thoring
Datum des Kolloquiums:	22. Juli 2011
Studiengang:	Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Stadtwerke Münster



In der vorliegenden Arbeit wurden der Wirkungsgrad der ENERCON E-40/6.44 sowie die Windverhältnisse am Standort untersucht. Die Verschmutzung der Rotorblätter durch Insekten, Staub, etc. nimmt zwar mit steigender Nabenhöhe ab, stellt jedoch eine Abnahme der aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter dar. Da eine Verschlechterung des Betriebsverhaltens durch Verschmutzung unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit nicht eindeutig festzustellen ist, bleibt anzunehmen, dass die Pitchregelung in die Drehzahlregelung für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten eingreift und den Einfluss der Verschmutzung reduziert.

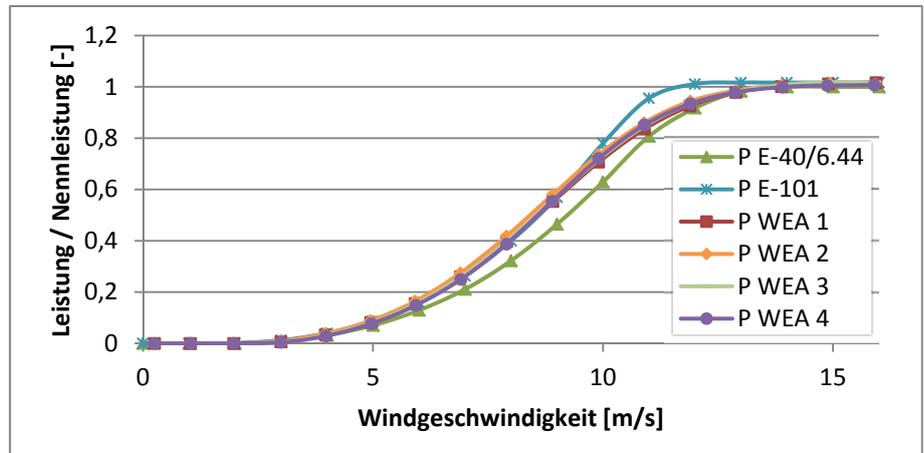
Es wird ein Vereisungsproblem im Januar 2010 festgestellt, in dessen Folge die WEA 1 17 Tage außer Betrieb war. Da das erneute Auftreten dieser Problematik mit den in der münsterländischen Klimazone windstärksten Wintermonaten zusammentreffen kann, ist eine erhebliche Reduzierung der jährlichen Energieerzeugung möglich. Um ebenfalls eine Gefährdung Dritter durch Eisabwurf der WEA zu minimieren, ist daher eine Überwachung der WEA während der Wintermonate ratsam.

Die bereits als Referenz verwendete Windenergieanlage ENERCON E-101 der 3 MW Klasse liefert einen guten Einblick in die technologische Weiterentwicklung von WEA, um auch in eher windschwachen Regionen wie dem Münsterland möglichst viel Windenergie zu erzeugen. So erfuhr die technische Entwicklung eine Steigerung des Leistungsbeiwerts bei dieser WEA von ca. 0,4 auf über 0,5 und damit einhergehend insbesondere eine Zunahme des Leistungsbeiwerts bei niedrigen Windgeschwindigkeiten. In diesem Zusammenhang ist hinzuzufügen, dass die Einschaltgeschwindigkeit gesenkt werden konnte; d. h., es kann schon bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten Energie erzeugt werden.

Die Steigerung des Wirkungsgrades, die Ausweitung der Nutzbarkeit niedrigerer Windgeschwindigkeiten für die Energieerzeugung sowie die Versechsfachung der Energieerzeugung bei gleicher Windgeschwindigkeit bei WEA des Typs ENERCON E-101 bilden die technischen Möglichkeiten einer Optimierung am jeweiligen Standort ab. Im Zusammenspiel mit den für diese WEA vorgesehenen Nabenhöhen von 99 m und 135 m und den damit zu erwartenden besseren Windverhältnissen ist eine signifikante Steigerung der Energieerzeugung am selben Standort erreichbar.

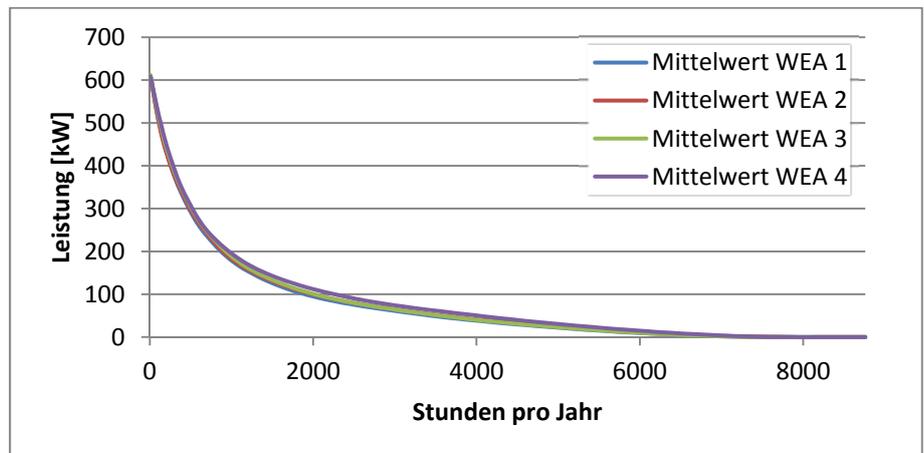
Diese Arbeit zeigt deutlich, dass die höher gelegene WEA 4 davon profitiert,

dass mit der Höhe die Windgeschwindigkeit zunimmt, und dass eine höhere Windgeschwindigkeit eine signifikant höhere Energieerzeugung zur Folge hat.



Leistung-Wind-Kennlinien im Durchschnitt der Jahre 2003-2010

Die normierte Leistung-Dauer-Kurve fasst die Standortbedingungen abschließend zusammen. Der Wirkungsgrad findet sich in der Angabe der abgegebenen Leistung wieder, und die Abhängigkeit zur Dauer in Stunden spiegelt die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten wieder. Die Verwendung der Leistung-Dauer-Kurve hat in dieser Arbeit insbesondere den Vorteil, dass der festgestellte systematische Fehler der Windgeschwindigkeitsmessung keinen Einfluss auf den Verlauf der Leistung-Dauer-Kurve hat.



Normierte Leistung-Dauer-Kurve der vier untersuchten WEA

Für die untersuchten WEA bedeutet dies, dass die WEA 4 die ertragreichste der hier betrachteten WEA ist und die Erträge der WEA 1, 2 und 3 nur wenig voneinander abweichen.

Es bleibt festzuhalten, dass eine Optimierung der Energieerzeugung durch WEA am jeweiligen Standort im Wesentlichen von der nutzbaren Windenergie abhängt. Wird ohne Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der örtlichen Gegebenheiten die Energieerzeugung isoliert betrachtet, ist der Ersatz einer Altanlage durch eine für Schwachwindstandorte optimierte WEA mit einer größeren Nabhöhe, das sogenannte Repowering, der effektivste Weg zur Optimierung der Energieerzeugung.

Aufbau und Integration eines Systems zur automatischen Kalibrierung in die Auswertesoftware eines Fallschachtes

Kai Iking B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Burkhard Krüger
Datum des Kolloquiums:	17. Januar 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen



In Zeiten von knapper werdenden fossilen Rohstoffen und dem bis 2020 geplanten Atomausstieg ist es an der Zeit, sich nach alternativen Energiequellen umzuschauen. Eine Alternative stellt der vermehrte Einsatz von Ersatzbrennstoffen (EBS) dar. EBS sind Abfälle u. a. aus der Industrie, welche der Feuerung in Kohlekraftwerken bereits additiv zugegeben werden können. Die EBS werden direkt in die Flamme eingeblasen und mitverbrannt.

Während des Einblasens ist jedoch noch nicht ausreichend bekannt, wie sich die Brennstoffpartikel in der Brennkammer und schließlich beim Ausbrennen verhalten. Ist kein vollständiger Ausbrand von EBS gewährleistet, kann es zur Entstehung u. a. von Chlorgasen kommen, welche zu Korrosionsschäden in der Anlage führen können. Aus diesem Grunde wurde am Fraunhofer Institut für Umwelt, Sicherheit und Energie UMSICHT, Standort Oberhausen, ein Fallschacht entwickelt, welcher das Flugverhalten von EBS in praktischen Versuchen misst. Mittels dieser Datenbasis ist es durch numerische Iterationen möglich, auf das Verhalten der Partikel in der Brennkammer zurückzuschließen.

Die Partikel werden über ein optisches Messsystem erfasst: Im Fallschacht befinden sich zwei Kameras, welche die Partikel während des freien Falls detektieren. Über eine gekoppelte Auswertesoftware werden diese hinsichtlich ihrer Fallgeschwindigkeit sowie der horizontalen Abweichung untersucht. Ein wichtiger Aspekt bei dieser Art der Messung ist, dass die Kameras die Partikel so genau wie möglich untersuchen sollen. Hierfür ist es unumgänglich die Kameras zuverlässig zu kalibrieren. Ein altes Kalibrierungsverfahren war sehr zeitaufwändig und deshalb nicht oft und genau genug durchzuführen.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein neues System zur Kalibrierung entwickelt, bei dem über bekannte Fixpunkte im Fallschacht die Kamerapositionen vor jeder Messreihe überprüft werden können. Als Fixpunkte dienten hierfür LEDs. Diese wurden in einer definierten Reihenfolge geschaltet, um über die Position der LEDs die Freiheitsgrade der Kameras zu berechnen.

Als Freiheitsgrade werden die Möglichkeiten zur Veränderung einer Kamera bezeichnet. So ist es möglich, in einem dreidimensionalen Koordinatensystem eine Kamera auf sechs verschiedene Varianten zu beeinflussen: Über einen Versatz in jede Achsrichtung sowie eine Verdrehung um jede Achse.

Über die bekannten Positionen der im Fallschacht angebrachten Kameras ist es möglich, die einzelnen Freiheitsgrade zu berechnen. Für die Automatisierung wurden die einzelnen LEDs über eine Relaiskarte einzeln angesteuert und über die Koordinaten die Positionen und demnach auch die Freiheitsgrade bestimmt.

Das Prinzip der neuen Kalibrierung erwies sich als erfolgreich, auch wenn bei ersten Messungen noch leichte Abweichungen von der genauen Positionsbestimmung auftraten. Der Zeitaufwand war im Vergleich zum vorherigen Verfahren deutlich reduziert.

Durch dieses neue Kalibrierungsverfahren ist es möglich, in Zukunft genauere Messungen im Bereich der Partikelcharakterisierung am Fraunhofer Institut UMSICHT durchzuführen. Die daraus resultierenden Ergebnisse könnten dafür verwendet werden, den Einsatz von EBS in der Industrie zu optimieren.



Fallschacht am Fraunhofer Institut UMSICHT

Michael Jüdiges B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Arne Feldmeier M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	17. August 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Fachhochschule Münster, Forschungsprojekt EGAtch

Um im Bereich des Endenergieverbrauchs Einsparpotenziale zu realisieren, wurde im Jahr 2008 an der Fachhochschule Münster, Fachbereich Energie • Gebäude • Umwelt das Forschungsprojekt EGAtch ins Leben gerufen, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde. Die Ergebnisse, die im Laufe des Forschungsprojektes gewonnen wurden, ließen den Fokus der Forschung schnell auf die Effizienzsteigerung des Energieverbrauchs im Bereich der Gebäudebeheizung richten.

Basierend auf der dezentralen Energiegewinnung aus der Umgebung („energy-harvesting“) konnte innerhalb des Forschungsprojektes ein energieautarker und intelligenter Thermostatventilaufsatz entwickelt werden, aus dem die Gründungsinitiative iXERGY hervorgeht.

Für die Unternehmensgründung von iXERGY, ist neben der technischen Weiterentwicklung des Thermostatventilaufsatzes, die Durchführung eines strategischen Planungsprozesses zur Bestimmung einer Unternehmensstrategie erforderlich. Ein wesentlicher Bestandteil des strategischen Planungsprozesses ist die strategische Analyse der Unternehmensumwelt, die im Rahmen der Bachelorarbeit durchgeführt wurde.

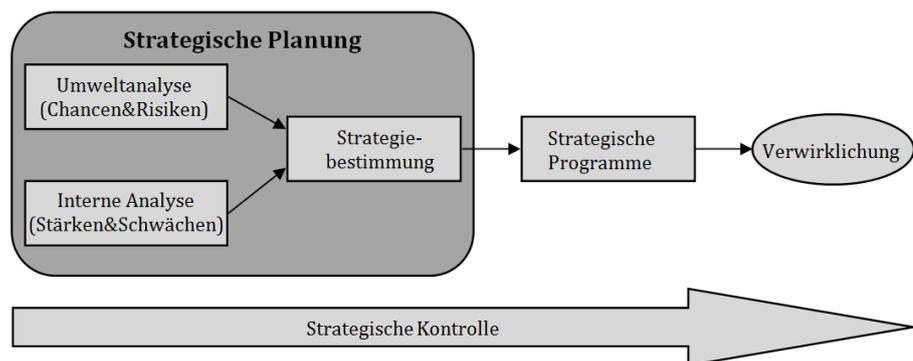


Abbildung 9: Schematische Darstellung des strategischen Managementprozesses

Im Zuge der Bachelorarbeit wurde die nicht oder nur kaum beeinflussbare globale Unternehmensumwelt und die direkt beeinflussbare Wettbewerbsumwelt der Gründungsinitiative iXERGY untersucht. Zur systematischen Analyse wurde die Unternehmensumwelt in mehrere Sektoren unterteilt, wodurch der komplexe Aufbau auf ein anschauliches und zu bearbeitendes Modell vereinfacht wird (Abb. 2).

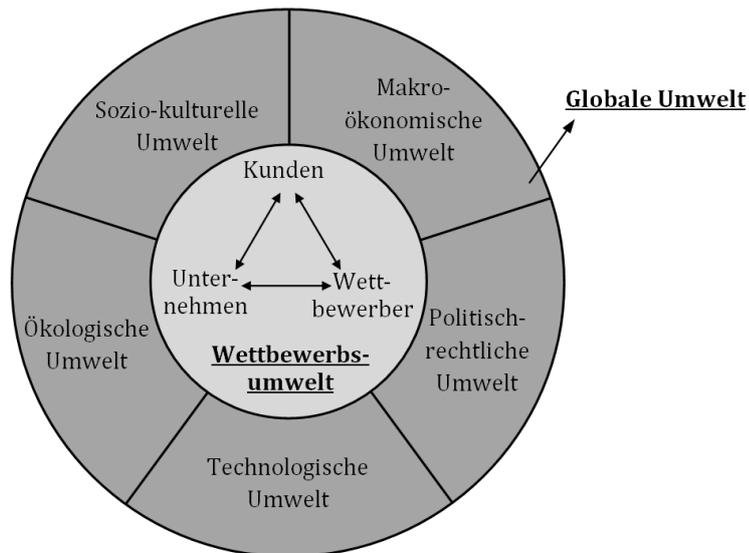


Abbildung 10: Bestandteile der Unternehmensumwelt

Die gewonnenen Informationen dienen dabei der Identifikation und Bewertung von Chancen und Risiken, die sich seitens der Unternehmensumwelt eröffnen.

Im Rahmen der Analyse konnten wichtige Informationen über angestrebte Förderprogramme, Gesetzeserlässe und Maßnahmen öffentlicher Organe oder das zunehmende Umweltbewusstsein der Bevölkerung ermittelt werden, die iEXERGY Chancen zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen eröffnen. Aber auch unternehmerische Risiken, die für iEXERGY Bedrohungen darstellen, wie beispielsweise die wirtschaftliche Stärke einiger Hauptkonkurrenten, die Marktmacht der Lieferanten oder die Gefährdung der Abnahme durch Substitutionsprodukte wurden in der Analyse ermittelt und bewertet.

Die gewonnenen Daten werden im weiteren strategischen Planungsprozess bei der Bestimmung der Unternehmensstrategie berücksichtigt und dem späteren Unternehmen iEXERGY, nach erfolgter Gründung, als Steuerungs- und Kontrollinstrument zur Seite stehen. Kernaufgabe des strategischen Managements ist es, die Stärken von iEXERGY so einzusetzen, dass Chancen genutzt und Risiken abgewehrt werden.

Erfassung und Bewertung des Weiterbildungsangebotes der Energieberater

Dipl.-Ing. Igart Karpowitsch

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Datum des Kolloquiums:	12. Juli 2011
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik



Energie ist in der heutigen Zeit aber auch in Zukunft ein wichtiges Thema. Während die fossilen Brennstoffe knapper werden, steigt die Nachfrage an Energie stetig. Die Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und die damit verbundene Reduzierung der CO₂-Emissionen erlangt zunehmende Bedeutung. Um unabhängiger von den fossilen Brennstoffen zu werden, kommen immer häufiger alternative Energiequellen zum Einsatz. Neben der Energieerzeugung spielt der Verbrauch von Energie ebenso eine große Rolle. So kann durch Steigerung der Energieeffizienz der Verbrauch gesenkt werden.

Für die Realisierung des Einsatzes von alternativen Energiequellen sowie der Steigerung der Energieeffizienz ist aber eine Vielzahl an qualifizierten Fachleuten sowie Personen, die sich hierzu weitergebildet haben, nötig. So ist diese Diplomarbeit im Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt „Zukunftskreis Steinfurt – Energieautark 2050“ entstanden und soll das Weiterbildungsangebot für Energieberater untersuchen.

Durch die Ausstellungspflicht von Energieausweisen für Wohn- und Nichtwohngebäude die neu gebaut, modernisiert, verkauft oder neu vermietet werden, aber auch aus Eigeninteresse, die Energiekosten von Eigenheimen zu senken, sowie Förderprogramme für die Energieberatung und Modernisierung, ist die Nachfrage nach Energieberatungen für Gebäude am größten. Der Energieberater ist keine geschützte Berufsbezeichnung und so gibt es hierfür keine einheitliche Ausbildung mit klar definiertem Lehrinhalt und Anforderungen an die Prüfung.

Ein direkter Vergleich der Weiterbildungen erwies sich, durch das große Angebot an Weiterbildungen, als nicht vorteilhaft. So wurden die Anforderungen, die ein Energieberater erfüllen muss sowie die Anforderungen an eine Weiterbildung über Institutionen, die sich mit den Interessen sowie einer Qualitätssicherung beschäftigen, verglichen. Hierzu wurden die einzelnen Institutionen aufgelistet und gegenübergestellt. Weiterhin wurden die Qualitätssiegel die durch einige Institutionen an die Energieberater vergeben werden, aufgelistet und miteinander verglichen.

Einführung einer allgemeingültigen Einführungs- und Umsetzungsstrategie zur praxisnahen Implementierung eines Energiemanagementsystems

Jürgen Keizers B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing., M.Eng. Bernd Schlockermann

Datum des Kolloquiums:

10. Oktober 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Facility Care AG, Münster



Energiemanagementsysteme haben einen hohen Stellenwert in der Verwirklichung der Ziele, die sich die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2020 gesetzt hat.

Unternehmen sehen oftmals darin eine Hürde ein EnMS neben ihrem Tagesgeschäft zu erarbeiten. Der erhebliche Zeitaufwand die DIN inhaltlich umzusetzen und die daraus entstehenden Kosten lassen die Unternehmen abschrecken.

An dieser Stelle setzt ein EDV-Tool als Hilfsmittel an. Diese Hürde wird den Unternehmen durch das Tool genommen.

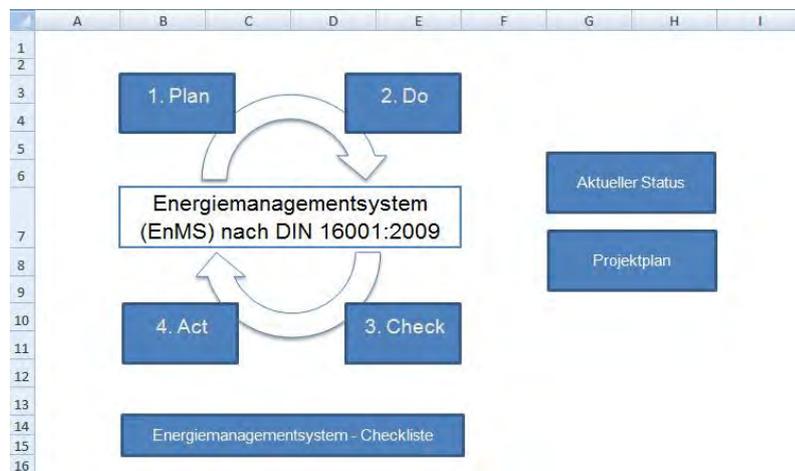


Abbildung 1: Hauptmenü-Übersicht

Das Programm leitet den Nutzer Schritt für Schritt durch die Implementierung des EnMS. Aufgrund dieser Vorgehensweise wird der Nutzer auf sämtliche Inhalte verwiesen, sodass er keine Zeit bei der Umsetzung der DIN verliert. Das hat auf der einen Seite den Vorteil, dass dadurch Kosten eingespart werden und auf der anderen Seite hat das Unternehmen die Möglichkeit das EnMS anschließend nach der DIN 16001:2009 zertifiziert zu lassen.

Da das EDV-Tool auf Basis von MS-Office 97 - 2003 erstellt wurde, kann in der Regel jedes Unternehmen damit arbeiten. Bezogen auf den Umgang mit dem Programm müssen keine Grundlagenschulungen gegeben werden, weil heutzutage fast jeder Mitarbeiter mit MS-Office vertraut ist. Aus diesem Grund kann das Unternehmen die individuellen Anpassungen durch das eigene Per-

sonal vollziehen, ohne dass Expertenwissen benötigen wird.

Zusätzlich bietet das Programm den Vorteil das nicht nur die Einführung eines EnMS abgedeckt wird, sondern auch die ständige Pflege des EnMS durch das Programm berücksichtigt wird, da es nach dem Plan, Do, Check, Act – Kreislauf ausgelegt ist.

Das EDV-Programm ist die Basis eines funktionierenden EnMS. Ein Unternehmen kann davon ausgehen, dass ein funktionierendes EnMS messbare Energieeinsparungen erzielt. Die daraus resultierenden Vorteile sowohl auf der Kostenebene als auch auf der Prozessebene könnten das Unternehmen besser aufstellen, sodass die Möglichkeit zur Gewinnsteigerung besteht.

Ein weiterer Punkt ist, dass ein EnMS zur Verbesserung der Umweltsituation beiträgt. Durch die Energieeinsparung kann der CO₂-Ausstoß und die Treibhausemission verringert werden. Ferner sind den technischen Alternativlösungen des Energiemanagements keine Grenzen gesetzt. Das Spektrum an Ansätzen zur Energieeinsparung oder zur Energieeffizienzsteigerung ist riesig.

Einen der größten Vorteile eines funktionierenden EnMS ist die Nachhaltigkeit. Auf der einen Seite hilft es die Energie ressourcenschonend zu gewinnen. Auf der anderen Seite hat das Unternehmen den Vorteil, dass durch den PDCA-Kreislauf eine stetige Verbesserung der Prozesse und damit der Energiekostenstruktur die Folge sind. Das bedeutet, dass ein Unternehmen auch auf Jahre hinaus mit einem EnMS einen Faktor mehr hat, der ihn wettbewerbsfähiger macht und damit länger am Markt bestehen lässt.

Ein zertifiziertes EnMS trägt zum Imagegewinn eines Unternehmens bei. Intern werden die Mitarbeiter motiviert, da sie aktiv mithelfen energieeffizient und umweltschonend ihre Arbeit zu leisten. Extern stellt ein Unternehmen glaubwürdig dar, dass es energetisch sinnvoll wirtschaftet und somit die Umwelt schützt.

Der Gesetzgeber wird meiner Meinung nach in der Zukunft Unternehmen verpflichtet ein EnMS einzuführen. Denn ohne solch eine Verpflichtung sind die äußerst anspruchsvollen Ziele der Bundesrepublik kaum zu verwirklichen. Daher ist es sinnvoll schon im Vorfeld zu handeln und nicht erst wenn man unter Zeitdruck dazu gezwungen wird.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Transparenz. Ein Unternehmen hat durch ein EnMS den Vorteil, dass es seine größten Energieverbraucher genau bestimmen kann. Basierend von dieser Erkenntnis lassen sich für die Zukunft genaue Aktionspläne bestimmen, die ein Unternehmen besser aufstellen können. Daneben hat ein Unternehmen die Möglichkeit die einzelnen Wochen, Monate und Jahre miteinander zu vergleichen und so eine Verbesserung der energetischen Situation festzustellen. Diese Werte können ebenfalls für einen Energiebericht verwendet werden, sodass an auch dieser Stelle Kosten eingespart werden können.

Christian Kipker B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Bauass. Dipl.-Ing. Christian Massing
Datum des Kolloquiums:	28. Oktober 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	WSW Energie & Wasser AG, Wuppertal



Gestiegene Anforderungen an den Gewässerschutz, führen zu umfangreicheren Maßnahmen, um Oberflächenabflüssen zu behandeln. Diese Entwicklung wirkt sich maßgeblich auf trennentwässerte Gebiete aus. In Wuppertal, einer der wenigen Großstädte in NRW die zum großen Teil im Trennsystem entwässert wird, erfordert die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben innovative Konzepte. Die Ableitung des Niederschlagswassers zur Wupper erfolgt, bedingt durch die topographische und siedlungshistorische Struktur, meist über kanalisierte Gewässer. Aufgrund der dichten Bebauung bieten konventionelle Regenwasserbehandlungsmaßnahmen oft keine praktikable Lösung. Vor diesem Hintergrund wurde in Wuppertal vor einigen Jahren ein Konzept zur qualitativen Abflusssteuerung entwickelt. Das Prinzip der inzwischen sukzessiv umgesetzten qualitativen Abflusssteuerung in kanalisierten Gewässern lässt sich vereinfacht durch „saubere Abflüsse zum Gewässer – verunreinigte Abflüsse zur Reinigung“ beschreiben. In Abhängigkeit eines definierten Schadstoffparameters, hier die Abfiltrierbaren Stoffe (AFS), erfolgt eine Abflussaufteilung des verunreinigten Abflusses zur Kläranlage oder die Weiterleitung des „sauberen“ Niederschlagsabflusses in die Wupper.

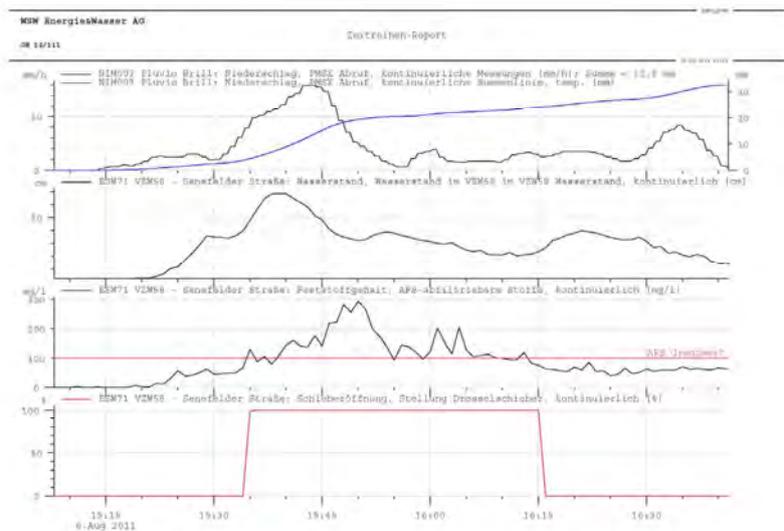


Bild 1: Niederschlagsereignis mit Überschreitung des AFS-Grenzwertes und gezielter Ableitung zur Kläranlage

Ziel der Arbeit war die Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Umsetzungsmöglichkeiten konkreter Anwendungen. Die hier entwickelte Konzeption eines Bewertungssystems der Kriterien einer qualitativen Abflusssteuerung erfolgte auf Grundlage des Forschungsvorhabens zur „Gegenüberstellung der Möglichkeiten zentraler und dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen für zwei Gewässereinzugsgebiete“ (Grüning, 2010) sowie durch die Auswertung der acht bisher umgesetzten Maßnahmen in Wuppertal.

In Form einer Checkliste wurden die herausgearbeiteten Kriterien zusammengefasst. Eine Gewichtung erfolgte durch die Bewertung „vorauszusetzende Kriterien“, „zu berücksichtigende Kriterien“ sowie als „ausschlaggebendes Kriterium“ eine abschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Gewichtung	Kriterium	Anmerkung	Pro	Contra
Voraussetzende Kriterien	Gewässerstatus	Reiner Gewässerstatus oder Gewässer-Kanalisations-System		
	Entwicklungspotenzial	Wie ist das Entwicklungspotenzial des verrohrten Gewässers?		
	Bautechnische Umsetzbarkeit	Sind Einzelmaßnahmen aufgrund der Siedlungsstruktur und Flächenverfügbarkeit möglich?		
	Flächencharakteristik im Einzugsgebiet des kanalisierten Gewässers	Wird am kanalisierten Gewässer ein großer Anteil behandlungspflichtigen Abflusses generiert?		
Zu berücksichtigende Kriterien	Abfluss- und Flächencharakteristik	Wie wirken sich Verdünnung durch nicht behandlungspflichtige Abflüsse und die Flächencharakteristik auf das Schadstoffspektrum aus?		
	Unterhalb liegendes Gewässer/Vorfluter	Abflussverhältnisse im Vorfluter mit Gefahr des Rückstaus?		
	Bausubstanz des kanalisierte Gewässers	Ist das Gewässer sanierungsbedürftig, ist zu prüfen, ob im Rahmen der Sanierung eine Entflechtung der Abflüsse sinnvoll ist		
	Einleitungen	Wie wirken sich Maßnahmen, die an Einleitungen vorgenommen werden müssen/ vorgenommen worden sind, auf die Entscheidung aus?		
	Vorhandene Regenwasserbehandlungen	Wirken sich diese negativ auf die unterhalb des VZW liegenden Maßnahmen (Sammler, RKB) bezüglich $Q_{v,0}$ oder erforderliches Behandlungsvolumen aus?		
Ausschlaggebendes Kriterium	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Eine abschließende Variantenbetrachtung mit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse ist für die letztendliche Entscheidung ausschlaggebend		

Bild 2: Zusammenstellung der Kriterien in Form einer Checkliste

Die Checkliste wurde auf das Einzugsgebiet des kanalisierten Schwarzbaches in Wuppertal bezogen, da hier in naher Zukunft Entscheidungen hinsichtlich möglicher Regenwasserbehandlungsmaßnahmen erforderlich sind. Die Bewertung für den Schwarzbaches anhand der Checkliste ergab, dass eine Umsetzung der qualitativen Abflusssteuerung hier Einschränkungen unterliegt. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als ausschlaggebendes Kriterium wird im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Detailplanung erfolgen und zu einer abschließenden Entscheidung führen.

Die in dieser Arbeit entwickelte Checkliste ist künftig Bestandteil der Generalentwässerungsplanung im Wuppertaler Stadtgebiet. Sie liefert eine erste Aussage zur Umsetzbarkeit einer qualitativen Abflusssteuerung.

Nachweis der Funktionalität neuer Erschließungskonzepte in der Trinkwasser-Installation durch messtechnische Untersuchungen

Timo Kirchhoff M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Datum des Kolloquiums:	18. November 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Fa. Gebr. Kemper, Olpe



Eine der Hauptaufgaben der Sanitärtechnik besteht aus dem Transport eines der wichtigsten Lebensmittel, dem Trinkwasser. Neben der Körper- und Schönheitspflege dient es vornehmlich der Nahrungszubereitung und zählt zu den am besten kontrollierten Lebensmitteln. Jedoch endet die Verantwortung zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität durch die Wasserversorgungsunternehmen am Eintritt in die Gebäude. Von hieran haben die Betreiber der Trinkwasser-Installationen die eigenständige Verantwortung. Doch gerade auf dem Weg zwischen dem Hausanschluss zu den Entnahmestellen verschlechtert sich oft die Qualität des zuvor so gut kontrollierten Lebensmittels. Dies liegt u. a. an der fehlerhaften und nicht fachgemäßen Planung und Errichtung sowie dem anschließenden Betreiben der Trinkwasser-Installation.

Bei der Planung und Auslegung einer Trinkwasser-Installation wird ein Verbraucherverhalten zugrunde gelegt, welches bei der späteren Nutzung für einen betriebssicheren Zustand sorgt. Dieses Verbraucherverhalten wird auch als bestimmungsgemäßer Betrieb bezeichnet. Durch fehlerhafte Planung oder ein verändertes Verbraucherverhalten ist der bestimmungsgemäße Betrieb nicht mehr aufrecht zu halten und die Trinkwasserqualität ist gefährdet. Aufgrund der seltenen oder gar Nichtnutzung einer Trinkwasser-Installation fängt das Trinkwasser in den Rohrleitungen an zu stagnieren. Mit dem Eintreten der Stagnation gleichen sich automatisch die Trinkwassertemperaturen den Temperaturen der Umgebung an, wodurch die hygienisch einwandfreie Trinkwasserqualität maßgeblich beeinflusst wird. Wassertemperaturen zwischen 25 °C und 50 °C sorgen in Verbindung mit Stagnation für einen deutlichen Anstieg bei der Vermehrung von Keimen. Aus diesem Grund ist das Trinkwasser in den Rohrleitungen in ausreichendem Maße in Bewegung zu halten.

Mit der Entwicklung neuer Erschließungskonzepte soll die Sicherstellung einer hygienisch einwandfreien Trinkwasserqualität auch in den Gebäuden erzielt werden. Hauptbestandteil der Erschließungskonzepte ist der Einsatz von Venturi-Strömungsteilern. Sie sorgen für die Vermeidung langer Stagnationszeiten und somit für die Einhaltung geeigneter Trinkwassertemperaturen. Das Ziel der Arbeit bestand darin, einen Nachweis der Funktionalität dieser Erschließungskonzepte durch messtechnische Untersuchungen zu erbringen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand das hydraulische Verhalten der Venturi-Strömungsteiler. Durch mikrobiologische Untersuchungen der betrachteten Trinkwasser-Installationen wurde ein weiterer Nachweis für die Funktionalität erbracht. Hierzu wurde die installierte Technik in neun Objekten

untersucht, wovon vier Objekte in dieser Arbeit beispielhaft dargestellt wurden. Durch die Auswertung der untersuchten Objekte konnte nur dann die Funktionstauglichkeit nachgewiesen werden, wenn bei der Planung, der Installation und der späteren Anwendung gewisse Anforderungen umgesetzt und eingehalten wurden. Hierzu zählte neben der Dimensionierung auch die Einhaltung niedriger Umgebungslufttemperaturen in den Bereichen, in denen sich Trinkwasserleitungen (kalt) befinden, um eine zu große Wärmeaufnahme der Rohrleitungen zu unterbinden. Des Weiteren muss für die Sicherstellung der Funktion ein nachgeschalteter Verbrauch vorhanden sein. Diese Anforderung stellte in den untersuchten Objekten das häufigste Problem dar.

Unter Berücksichtigung der zuvor erwähnten Anforderungen kann die Funktionalität der untersuchten Erschließungskonzepte durch die Arbeit belegt werden.

Robin Kischka B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Urs Reitis
Datum des Kolloquiums:	10. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Stadtwerke Münster GmbH



Da ein Großteil der Häuser in Deutschland durch alte Anlagentechnik mit Wärme versorgt wird, besteht im Bereich der Gebäudesanierung erhebliches Einsparpotenzial in Bezug auf CO₂-Emission und Brennstoffbedarf. Der Gesetzgeber versucht, durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare Energien Wärme Gesetz (EEWärmeG) im Neu- und Altbau den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben und den Verbrauch an Primärenergie zu senken. In der aktuellen Fassung der EnEV 2009 sind gegenüber der EnEV 2007 die Anforderungen bereits deutlich erhöht worden, auch die nächste Novelle der EnEV im Jahr 2012 wird eine weitere Verschärfung mit sich bringen. Somit wird nicht nur die Anforderung an das Gebäude, sondern auch an die Anlagentechnik erhöht.

Ein weiterer Punkt sind die wachsenden Rohstoffkosten, auch hier muss durch einen effizienten Einsatz der Bedarf an Energie minimiert werden.

Gerade der Heizungsmarkt verändert sich momentan sehr dynamisch. Die Brennwerttechnik hat bereits ihr maximales Entwicklungspotenzial erreicht, daher werden viele unterschiedliche Varianten der Energieversorgung entwickelt, um den heutigen Ansprüchen zu genügen. Auch der sinkende Wärmebedarf der Häuser fordert die Hersteller dazu auf, Systeme zu entwickeln die auch im kleinen Leistungsbereich, wie beispielsweise in einem Niedrigenergiehaus Anwendung finden.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die verschiedenen Techniken, die derzeit auf dem Heizungsmarkt relevant sind, zu vergleichen. Hierzu wurden 10 Systeme ausgewählt, die sich entweder bereits etabliert haben, seit Kurzem auf dem Markt sind oder sich noch in der Entwicklung befinden. Alle Heizgeräte wurden sowohl für den Neu- als auch für den Altbau ausgelegt und auf Wirtschaftlichkeit, Effizienz und CO₂-Emission untersucht.

In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden zunächst die Jahreskosten betrachtet, berücksichtigt wurden hier die Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten. Daraus wurden die gesamten Kosten ermittelt, sowie die Amortisation der Geräte zu einem zuvor festgelegten Referenzgerät dargestellt. Daran anknüpfend wurden die derzeitigen Investitionskosten der Systeme vergleichend zu den notwendigen Investitionskosten dargestellt, welche erreicht werden müssten um die gleiche Wirtschaftlichkeit zu erreichen wie das Referenzgerät. Die CO₂-Bilanz gibt zum Schluss einen Einblick auf die Emissionseinsparung der Systeme im Vergleich zum Referenzgerät.

Johannes Klostermann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Martin Dransmann
Datum des Kolloquiums:	05. Dezember 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energetische Technik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	BWE-Ingenieurgesellschaft mbH, Nottuln



Der Gesamtenergieverbrauch an fossilen Brennstoffen in der Bundesrepublik Deutschland muss gesenkt werden. Ein wichtiger Schritt dabei ist der Ausbau der erneuerbaren Energien. Dies reicht aber alleine nicht aus. Eine weitere Vorgehensweise zur Verringerung des Energieverbrauchs in Deutschland ist die Energieeffizienz im Gebäudesektor. Im Jahr 2008 betrug der Anteil am Gesamtenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung 35,1 %. Hinzu kommt die in der Industrie benötigte Prozesswärme, wodurch der Anteil des Energieverbrauchs für Wärmeprozesse auf 55,7 % steigt.

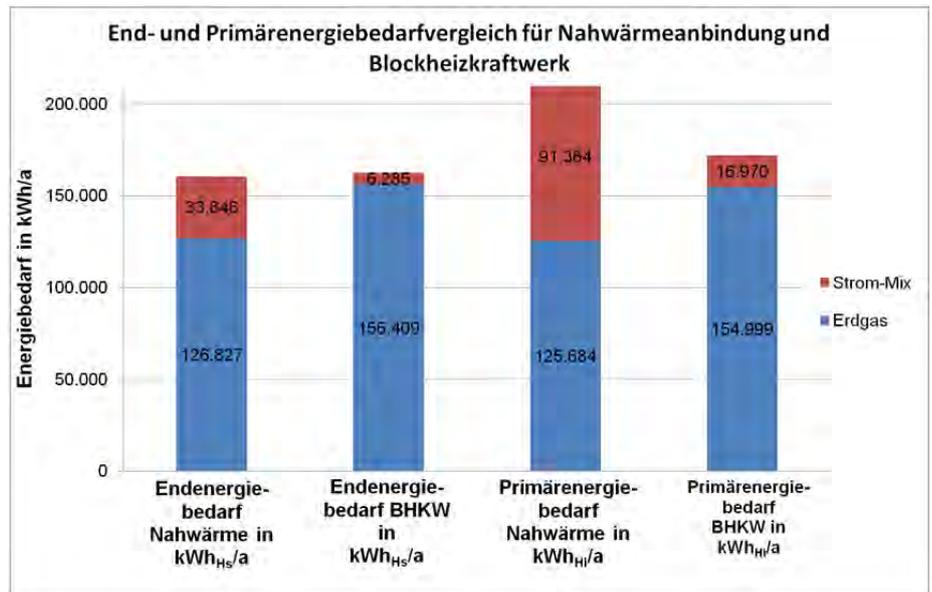
Einsparungen in diesen Bereichen sollen mit der derzeit gültigen Fassung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) in Verbindung mit der DIN V 18599 erreicht werden.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben eine energetische Bewertung, zweier Anlagenvarianten, zur Deckung des Jahresheizwärmebedarfs des Neubaus der Dosimetrie Dortmund durchzuführen.

Folgende Varianten wurden betrachtet:

1. Erdgasheizkessel mit Nahwärmearbeit
2. Blockheizkraftwerk mit Spitzenheiztherme.

Nachdem die Berechnung des Jahresheizwärme- und Strombedarfes mit der Din V 18599 abgeschlossen war, wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Diese ergab, dass der Betrieb mit einem BHKW mit Spitzenheiztherme sinnvoller ist, als das Gebäude mit einem Erdgasheizkessel mit Nahwärmearbeit zu betreiben.



Die Abbildung zeigt den Jahresend- und Primärenergiebedarf der einzelnen Varianten. Hier wird deutlich, dass der Primärenergiebedarf beim BHKW-Betrieb deutlich niedriger ist als beim Erdgasheizkesselbetrieb mit Nahwärmeanbindung. Das liegt daran, dass das BHKW Strom produziert und dies als End- und Primärenergie gewertet wird.

Durch eine CO₂-Einsparungsberechnung wurde deutlich das ein BHKW nicht nur wirtschaftlicher ist, sondern gleichzeitig auch umweltfreundlicher.

Zwar halten beide Varianten die Vorgaben der derzeit gültigen EnEV ein, jedoch ist ein Betrieb mit einem BHKW mit Spitzenheiztherme deutlich wirtschaftlicher und umweltfreundlicher.

Entwicklung eines Konzeptes zur Ermittlung des Einsparpotenzials beim Einsatz von PCM-Kühldecken

Tobias Kock B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Dirk Wasser
Datum des Kolloquiums:	21. März 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kältetechnik
In Kooperation mit:	ZWP Ingenieur-AG, 50668 Köln



Betrachtet man neue Bürogebäude, stehen diese unter ständigem Energieoptimierungszwang hinsichtlich ihrer Architektur, Bauweise und TGA-Anlagen. Außerdem entstehen Anforderungen an möglichst geringe Investitions- und Betriebskosten unter Berücksichtigung von hohen Komfortansprüchen für den Benutzer des Bürogebäudes. Um den Ansprüchen und Forderungen weiterhin gerecht werden zu können, ist es unerlässlich, innovative Lösungen für eine effektive Nutzung der Gebäudetechnik zu finden. Hierfür wurden in der naheliegenden Vergangenheit Systeme entwickelt, denen es möglich ist, die anfallende Kühllast der Bürogebäude zu speichern. Diese Innovation nennt sich Phase Change Material (PCM) oder auch Latentwärmespeichermaterial, welches unter anderem in Kühldecken Anwendung findet. Die Materialien können Energie zwischenspeichern, indem sie ihren Aggregatzustand zwischen fest zu flüssig wechseln. Sie nutzen beispielsweise die Energie von kaltwasserführenden Kühldecken, um sie zu einem späteren Zeitpunkt für Kühlzwecke wieder abzugeben. Bei der Auswahl der Materialien ist es wichtig, dass für jeden Anwendungsfall das passende PCM-Material ausgewählt wird.

Da die PCM-Materialien in modernen Bürogebäuden noch keine große Anwendung finden, befasst sich die Bachelorarbeit mit der Entwicklung eines Konzeptes zur Ermittlung des Einsparpotenzials von PCM-Kühldecken. Hierfür wurde ein Excel-Arbeitstool entworfen, welches Berechnungen im Hinblick auf Investitions- und Betriebskosten, sowie die Amortisation des PCM berechnet. Abschließend soll die Frage erörtert werden, ob die Installation von PCM-Kühldecken wirtschaftlich ist und welches Einsparpotenzial sie nicht nur im Hinblick auf die Betriebskosten, sondern auch auf die Einsparung von CO₂-Emissionen hat.

Die Ergebnisse der Berechnung durch das erstellte Excel Arbeitsblatt zeigten brauchbare und plausible Werte. Durch die Realisierung der Kühllastabfuhr von Bürogebäuden mittels PCM-Kühldecken wird nicht nur unsere Umwelt geschont, sondern auch Betriebskosten eingespart. Das in dieser Arbeit entwickelte Konzept zeigt deutlich das Einsparpotenzial von PCM-Kühldecken.

Die Installation von PCM-Kühldecken auf 50 Prozent der Kühlfläche hat sich als das wirtschaftlichste Konzept herauskristallisiert, denn die Amortisationszeit ergibt einen effizienten Wert. Außerdem werden, in Bezug auf die Investitionskosten, die größten Einsparungen an Strom und CO₂-Emissionen erreicht. Dieses Konzept soll auf jedes beliebige Bauvorhaben übertragen werden.

Da die PCM-Belegung in modernen Bürogebäuden noch nicht weit verbreitet ist und der Amortisationszeitraum die Bauherren von einer Investition abschreckt, wäre es von Vorteil, die Kosten des PCM zu senken. Würden die Hersteller die Kosten um 10€/m² senken, würde sich der Amortisationszeitraum um ein Drittel reduzieren. Dies würde eine Investition und somit Installation von PCM-Kühldecken sehr attraktiv machen.

Würde des Weiteren eine staatliche Förderung hinzukommen, wäre die Installation noch vorteilhafter. Diese staatliche Förderung ist aber schwer zu realisieren, doch wäre es allerdings ein großer Vorteil, wenn das PCM als erneuerbare Energie angesehen würde. Denn laut Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) (Stand: 07.08.2008) ist es Vorschrift, bei einem neu zu errichteten Gebäude, seinen Wärmeenergiebedarf anteilig mit erneuerbaren Energien zu decken. Der Wärmeenergiebedarf beinhaltet nicht nur den Wärmebedarf für die Heizung und die Warmwasserbereitung, sondern auch den Kältebedarf für die Kühlung. Somit würde die Ernennung des PCM-Materials zur erneuerbaren Energie die Tendenz zur Installation von PCM-Kühldecken steigern.

Primärenergieeinsparung und Green Buildingzertifikat für Riela Riesenbeck

Gerrit Körner B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Tobias Peselmann

Datum des Kolloquiums:

18. Januar 2012

Studiengang:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

RIELA Getreide- und Mischfuttertechnik / NETZ-Ingenieurbüro, Riesenbeck



Die Firma Riela stellt seit Jahrzehnten Produkte aus der Getreidetechnik her und beschäftigt sich mit den Themen Trocknen, Lagern und Fördern. Neben dem Hauptsitz in Riesenbeck gibt es weitere Niederlassungen in Polen, der Ukraine, Rumänien und Russland.

Seit einigen Jahren ist die Produktpalette um den Biomassebereich erweitert worden. Vor dem Hintergrund, dass Riela Produkte für eine bessere und nachhaltige Versorgung mit Getreide und Biomasse produziert, will man durch effiziente Produkte und Produktlinien in diesem Bereich ein Zeichen setzen. Um dies nach außen dokumentieren zu können, strebt man das sogenannte Green Building Zertifikat für den Hauptsitz an.

Green Building ist ein Programm der Europäischen Kommission, das unter dem Hintergrund des Kyoto-Protokoll zur Einsparung von Treibhausgasemissionen ins Leben gerufen wurde. Das Programm setzt dabei an dem Energieverbrauch von Gebäuden an, die etwa 40 % des gesamten europäischen Energieverbrauchs ausmachen. Es werden Gebäude mit dem sogenannten Green Building Partnerstatus ausgezeichnet, die beim Neubau 25 % weniger als ein ENEC-Neubaustandard oder durch Sanierungen 25 % weniger Primärenergie für Heizung, Strom und Warmwasser verbrauchen.

2010 kaufte Riela ein neues Areal in Riesenbeck auf:



Für den alten Hallenbestand des Areals, in dem die Produktion verlegt wurde, ist das Green Building Zertifikat angestrebt. Diese Hallen sind bereits zum Teil durch Sanierungen der Fassade energetisch aufgewertet worden. Weitere Ergänzungen durch Sandwichelemente sind geplant. Die Energieeinsparungen durch diese Sanierungen sind mithilfe eines Softwareprogramms, nach Eingabe des Gebäudebestands, theoretisch berechnet worden. Die Maßnahmen an der Hüllfläche des Gebäudes sind für das Zertifikat nicht ausreichend.

Es wurden weitere Maßnahmen im Bereich der regenerativen Energien gesucht. Letztendlich hat sich die Investition in einen Holzhackschnitzelkessel als sinnvoll erwiesen. Eine optimale Dimensionierung des Hackschnitzelkessels mit Lastspitzenabdeckung durch das alte Gaskesselsystem hat eine berechnete Primärenergieeinsparung im nicht erneuerbaren Anteil von 65 % zur Folge. Dies reicht für die Beantragung des Green Building Zertifikats aus.

Abschließend wurde die Wirtschaftlichkeit der Investition in so eine Heizungsanlage abgeschätzt. Eine Amortisation von 9,1 Jahren mit Tendenz zu weniger, begründet durch steigende Energiekosten, macht die Investition in einen Holzhackschnitzel lohnenswert.

Ein erster Kontakt zur entsprechenden Abteilung der Europäischen Kommission ist hergestellt worden. Datenblätter für die Bestandsaufnahme des Gebäudes und weitere Formulare zur Beantragung des Green Building Zertifikats liegen bereits vor.

Irmela Kreidler B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Joachim Wieneke
Datum des Kolloquiums:	22. September 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	CentroSolar, Paderborn



Die Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Eigenstromvergütung für Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) im Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG). Durch die Eigenverbrauchsregelung ergibt sich für die PV-Branche ein neues Arbeitsfeld. Der Kunde kann einen höheren Gewinn erzielen, wenn seine Haushaltstechnik auf den PV-Ertrag abgestimmt ist. In Zukunft können deshalb auf dem Markt Kombinationen aus Haushaltsgeräten und PV-Anlagen interessant werden. In der Bachelorarbeit wurde ermittelt, mit welchen Komponenten der Haustechnik eine solche Kombination sinnvoll ist. Bei sinnvollen Geräten werden mögliche Optimierungsmaßnahmen zur Abstimmung ihrer Betriebslast auf den PV-Ertrag aufgezeigt. Die Ergebnisse stützen sich auf Lastprofile, die im Rahmen der Bachelorarbeit gemessen wurden.

Fast alle untersuchten Geräte der Haustechnik (Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspülmaschine, Kühlschrank, Gefriergerät und Lüftungsanlage) lassen sich nicht optimal auf den PV-Ertrag abstimmen. Bei einzelnen Geräten ein Energiemanagement durchzuführen bewirkt deshalb kaum etwas. Ein auf die PV-Anlage zugeschnittenes Energiemanagement der gesamten Haustechnik wäre sinnvoller. Hierbei ist z. B. darauf zu achten, dass die Großgeräte im Haushalt zu Sonnenzeiten und möglichst nicht gleichzeitig angeschaltet werden. Wärmepumpen gehören zu den Geräten, die am besten an das Ertragsprofil der PV-Anlage angepasst werden können und somit den Eigenverbrauch erhöhen. Bei Einfamilienhäusern, die eine neue Brauchwassererwärmung benötigen, ist daher eine Kombination aus PV-Anlage und Wärmepumpe eine gute Lösung. Der simulierte Energiemanager ist noch verbesserungsfähig. Hierfür wären Messungen an einer Wärmepumpe mit diesem Energiemanager sinnvoll, um anhand seines realen Verhaltens Optimierungsmöglichkeiten der Ein- und Abschaltkriterien zu erkennen.

Einen wichtigen Einfluss auf den Eigenverbrauch von PV-Strom hat die Größe der PV-Anlage. Je kleiner die Anlage ist, desto höher ist ihr Eigenverbrauch. Ihr Gewinn steigt dadurch jedoch nicht unbedingt, denn je kleiner sie ist, desto weniger deckt ihr Ertragsprofil das Lastprofil des Gebäudes und desto mehr Strom muss bezogen werden. Von daher ist es spannend, nicht nur den Eigenverbrauch einer PV-Anlage zu betrachten, sondern auch die Eigenversorgung des Gebäudes mit Strom durch die PV-Anlage. Dies mag zwar nicht im Sinne der Eigenverbrauchsregelung sein, durch die die Netze entlastet werden sollen, kann aber für den Anlagenbetreiber zu einem lukrativeren Ergebnis führen.

Robert Kriszun B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Erwin Rießle

Datum des Kolloquiums: 13. Mai 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH, Gescher

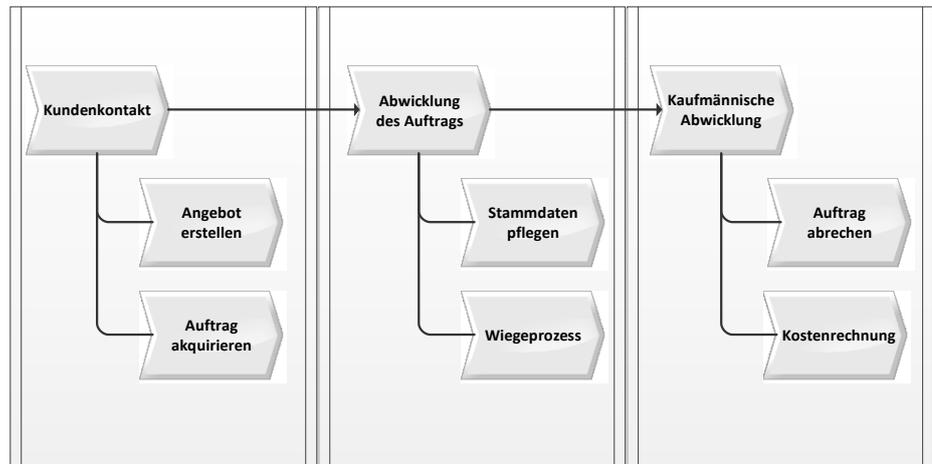


In Deutschland, einem Land ohne signifikante Bodenschätze, beruht der Wohlstand der Gesellschaft auf Wissen. „Technologieführerschaft“, „Innovationsstandort Deutschland“ sowie „Wissensgesellschaft“ sind nur einige Schlagwörter, die aus Politik und Medien nicht mehr wegzudenken sind. Die „Wissens- oder Informationsgesellschaft“ ist ein Begriff aus der Makroökonomie. Damit wird das Gesellschaftssystem in den heute hochentwickelten Ländern, wie Deutschland oder Frankreich, beschrieben. Diese Gesellschaftsformation wird dadurch charakterisiert, dass Wissen zunehmend die Grundlage für das soziale und ökonomische Zusammenleben darstellt. Demzufolge ist der Erfolg einer Volkswirtschaft nicht mehr alleine von den klassischen Ressourcen „Arbeit“, „Finanzen“ und „Anlagen“, sondern auch von Daten und Informationen abhängig. Der Mathematiker Conrad Wolfram spricht von der Ära der computerisierten Wissensgesellschaft, in der der wirtschaftliche Erfolg nicht nur auf dem „Anhäufen“ von Wissen, sondern vielmehr auf einem effektiven Einsatz dieses Wissens zur konkreten Problemlösung basiert.

Eine betriebswirtschaftliche Disziplin, die sich mit dieser Thematik befasst, ist das Datenmanagement. Hier sollen Methoden und Herangehensweisen für den zielführenden Umgang mit Daten, dem Fundament für Information und Wissen, geschaffen werden.

Inhalt dieser Bachelorarbeit war, eine Analyse des bestehenden Datenmanagements der Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH (EGW). Dabei sollten der bestehende Ablauf des Datenmanagements dargestellt und Optimierungspotenziale aufgezeigt werden. Bei der Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf die Informationstechnologie gelegt. Das heißt, dass besonders die eingesetzte Software auf Funktionalität und Risikopotenziale geprüft wurde.

Um den bestehenden Prozess des Datenmanagements bei der EGW zu untersuchen, wurde eine Prozessanalyse angewandt. Der Analysebereich wurde vom ersten Kundenkontakt bis zum Zahlungseingang festgelegt (siehe Abbildung).



Zur Verbesserung des Datenmanagements der EGW wurden drei Handlungsalternativen vorgestellt. Die erste Möglichkeit besteht darin, Anpassungen der bestehenden Anwendungen durchzuführen. Die zweite ist, einen Teil der Software durch eine bereits besser angepasste Software zu ersetzen und die Dritte, eine komplett integrierte Softwarelösung zu installieren.

Eine komplett integrierte Softwarelösung würde die größten Vorteile mit sich bringen. Datensätze müssen nur einmal in das System eingepflegt werden und alle Mitarbeiter arbeiten auf der gleichen Basis. Dieser Lösungsansatz ist jedoch auch am kostenintensivsten.

Diese Arbeit liefert die Grundlage für weiterführende Betrachtungen. Sie stellt den IST-Zustand des Datenmanagements dar und gibt Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten.

Ein gut funktionierendes Datenmanagement sichert nicht nur eine gute Datenqualität, sondern ist auch ein nicht zu vernachlässigender Hygienefaktor, der große Auswirkungen auf die Mitarbeitermotivation haben kann.

Energetische und wirtschaftliche Untersuchung zur Modernisierung der Kälteerzeugungsanlage im Rechenzentrum der Firma E-Plus in Düsseldorf.

Hendrik Küter B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums: 13. Oktober 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Heizungstechnik

In Kooperation mit: J. Wolfferts GmbH, Essen



Ziel dieser Bachelorarbeit war es, zwei Redundante Sanierungsvarianten für die Kälteanlage im Rechenzentrum der E-Plus GmbH zu entwickeln und die energetischen und wirtschaftlichen Vor und Nachteile zu ermitteln.

Um die Möglichkeiten und den Umfang der Sanierung zu bestimmen, war es notwendig, eine Bestandsaufnahme durchzuführen. Schnell wurde klar, dass die vorhandene Anlage, im laufenden Betrieb des Rechenzentrums nicht gegen eine neue, dem heutigen Stand der Technik entsprechende Anlage auszutauschen war. Weiterhin mussten die gegenwärtigen Energieströme ermittelt werden, um die neue Anlage daran anzupassen.

Die Installation der Neuanlage musste vor der Demontage der alten Anlage getätigt werden. Aus Platzgründen war es nicht möglich, die neue Anlage neben der alten Anlage zu installieren. Aus diesem Grund wurden zunächst drei luftgekühlte Kältemaschinen mit Freikühlern vorgesehen, die auf dem Dach der Immobilien aufgestellt werden sollten. Dabei war zu beachten, dass zwei Kältemaschinen den gesamten Bedarf decken und eine Dritte als Redundanz zur Verfügung steht.

Die Kälteverteilung wurde in Form einer Ringleitung ausgeführt, um im Störfall einzelne Bereiche zu entkoppeln und den Rest der Anlage weiterhin in Betrieb zu halten. Ferner sollen die Umluftkühlgeräte nicht mehr in Klimazentralen, sondern direkt auf den IT-Flächen installiert werden.

Im weiteren Verlauf gab der Bauherr bekannt, dass die Notstromaggregate ebenfalls erweitert und erneuert werden sollen. Im Zuge der Anlagenoptimierung wurde sich darauf geeinigt zwei der Notstromaggregate gegen Blockheizkraftwerke auszutauschen. Grund dafür war die Abwärme der Blockheizkraftwerke mithilfe einer Absorptionskältemaschine für die Kälteerzeugung zu nutzen. Die verbleibende Kälteleistung soll über zwei wassergekühlte Kältemaschinen zur Verfügung gestellt werden.

Der elektrische und thermische Energiebedarf zur Kälteerzeugung wurde mithilfe der Vollbenutzungsstunden und der Jahresdauerlinie ermittelt. Weiterhin wurde der Bedarf an Trinkwasser und Betriebsmitteln für die Anlagen berechnet. Anhand der Energieströme wurden die Kosten ermittelt und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung in Anlehnung an die VDI 2067 durchgeführt. Die Sanierungsvariante mit zwei Blockheizkraftwerken, einer Absorptionskältemaschine und zwei Kältemaschinen ist aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht die zu empfehlende Variante.

Ganzheitliche Integrationsplanung für die Gebäudeautomation am Beispiel des ICC Berlin

Dominik Lastering B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Holger Wallmeier

Datum des Kolloquiums:

23. Dezember 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit:

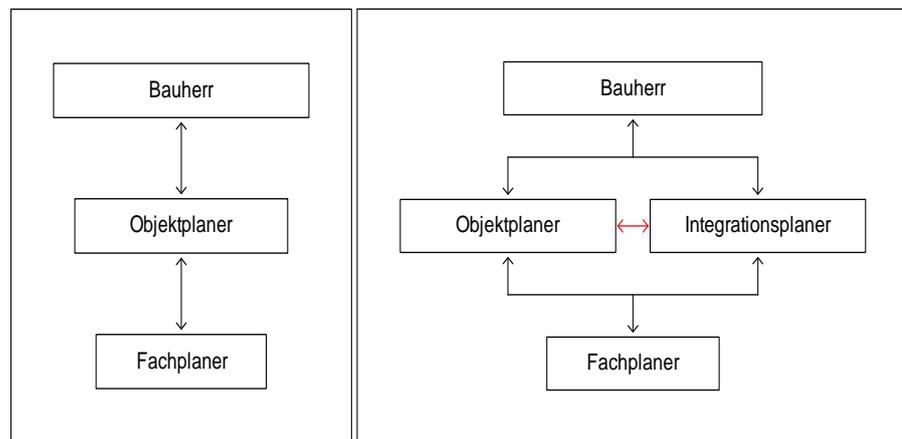
signanet GmbH, Ibbenbüren



Diese Bachelorarbeit befasst sich mit dem Thema der Integrationsplanung. Als Beispiel dient die Sanierung des ICC Berlins.

Die Integrationsplanung ist eine innovative Idee und soll den Ablauf eines Bauvorhabens im Hinblick auf Energie- und Kosteneinsparung verbessern. Sie bietet eine überarbeitete Planungsstruktur, deren Zielsetzung ein optimiertes Ergebnis ist. Dabei baut sie auf den Strukturen der konventionellen Planung auf und ergänzt sie mit einigen Methoden, die den Ablauf übersichtlicher und geordneter machen.

Betrachtet man Gebäude, die in den letzten Jahren neu gebaut oder saniert wurden, wird deutlich, dass die Integrationsplanung noch keinen Platz in der veralteten Struktur der Planungsbranche gefunden hat. Nur selten wird Gebrauch von den Möglichkeiten der integrativen Planung gemacht, was darin begründet ist, dass diese Planungsvariante in keinem der gängigen Regelwerke festgelegt ist, und somit Fragen zu Kosten und Zuständigkeiten zusätzlich vereinbart werden müssten.



Alte Organisationsstruktur

Neue Organisationsstruktur

Eine Etablierung der Integrationsplanung im Planungswesen ist nur dann möglich, wenn alle Projektbeteiligten das Ziel verfolgen, ein technisch einheitliches und energieeffizientes Gebäude zu entwerfen. Es muss den Beteiligten klar werden, dass im Vergleich nicht die Baukosten, sondern die entstehenden Kosten im Betrieb, den maßgeblichen Anteil der Gesamtkosten ausmachen.

Bei Verwendung der Integrationsplanung in der Zukunft bringt sie für jeden Projektbeteiligten Vorteile. Die generellen Abläufe in Bezug auf Termine, Kosten und Kommunikation werden übersichtlicher und funktioneller. Das gesamte Leistungspotenzial wird effektiver und sinnvoller genutzt. Am Ende steht ein funktionelles und einheitliches Gebäude, das dem aktuellen Stand der Technik und den Bedürfnissen und Anforderungen des Bauherrn entspricht.

Vergleich und Bewertung von Qualitätsmerkmalen bei verschiedenen Ionenaustauscherharzen für die Anwendung in der Reinstwasseraufbereitung

Dipl.-Ing. Thorsten Laustroer

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

Datum des Kolloquiums: 11. Mai 2011

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: Purita Reinstwasser-Anlagenbau GmbH, Wermelskirchen



Betrachtet man die Erde von einer Raumstation, so ist schnell zu verstehen, weshalb unser Planet auch der Blaue Planet genannt wird. 71% der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt, und davon sind nur 2,5 % Süßwasser.

Wasser ist nicht nur die Grundlage allen Lebens, sondern ist auch heute überall in der Industrie eine bedeutende Ressource. Darüber hinaus wird speziell aufbereitetes reines Wasser in vielen Bereichen der Industrie benötigt, um einen einwandfreien Prozess- und Produktionsablauf zu gewährleisten.

Reinstwasser wird im Wesentlichen bei der Herstellung von Medikamenten, in der medizinischen Forschung, in chemischen oder biochemischen Analyselabors, in der Solarzellenherstellung, zur Herstellung von Computerchips sowie als Speisewasser im Kraftwerksbereich verwendet.

Ein weitverbreitetes Verfahren in der Reinstwasseraufbereitung ist die Ionenaustauschertechnologie. Dazu werden unterschiedliche Ionenaustauscherharze benötigt. Aufgrund unterschiedlicher Herstellungsverfahren können sich Kunstharz-Ionenaustauscher im Aufbau ihrer Polykondensatgerüste und somit in ihrer Qualität unterscheiden. Um die individuellen Anforderungen der unterschiedlichen Branchen zu erfüllen, benötigt es innovative Technologien.

Dieser Aufgabe hat sich die Firma Purita Reinstwasser-Anlagenbau GmbH in Wermelskirchen gewidmet. Das Unternehmen ist daran interessiert, ihren Kunden qualitativ hochwertige Kunstharze zur Verfügung zu stellen, um damit die Wirtschaftlichkeit und eine hohe Qualität der von ihnen entwickelten Anlagen für die Reinstwasseraufbereitung zu garantieren.

Aufgabe der Diplomarbeit war es, drei vergleichbare Mischbettharze auf die Höhe der TOC-Ausspülung sowie den Zeitpunkt des Harzdurchbruches hinsichtlich ihrer Qualität und folglich auf ihre Wirtschaftlichkeit hin zu untersuchen.

Voraussetzung für die Untersuchung der Mischbettharze war die Konzeption und der Bau einer Versuchsanlage, welche in der folgenden Abbildung dargestellt ist:



An dieser Versuchsanlage wurden die zu vergleichenden Mischbettharze auf die in der Aufgabenstellung genannten Parameter untersucht.

Mit den in der Diplomarbeit gesammelten Erkenntnissen ist es der Firma Purita Reinstwasser-Anlagenbau GmbH möglich, den Kunden bezüglich des Einsatzes der Mischbettharze bei den für die Reinstwasser-aufbereitung verkauften Anlagen beratend zur Seite zu stehen.

Examining productivity in the commercial process of the GE Wind Energy GmbH – Before and after the implementation of the Deal Review Tool

Veit Lennarz B.Eng.

Erstprüfer: Dr. Horst Kunhenn
Zweitprüfer: Prof. Dr. Markus G. Schwerin

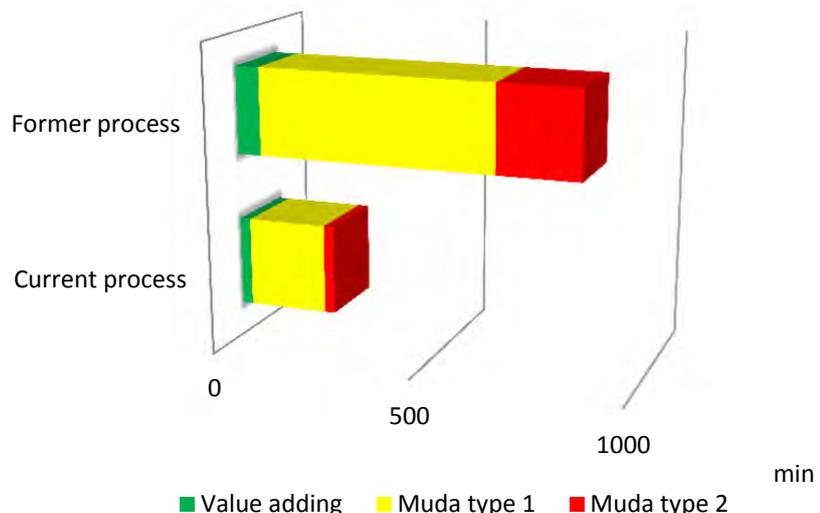
Datum des Kolloquiums: 20. September 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Energietechnik

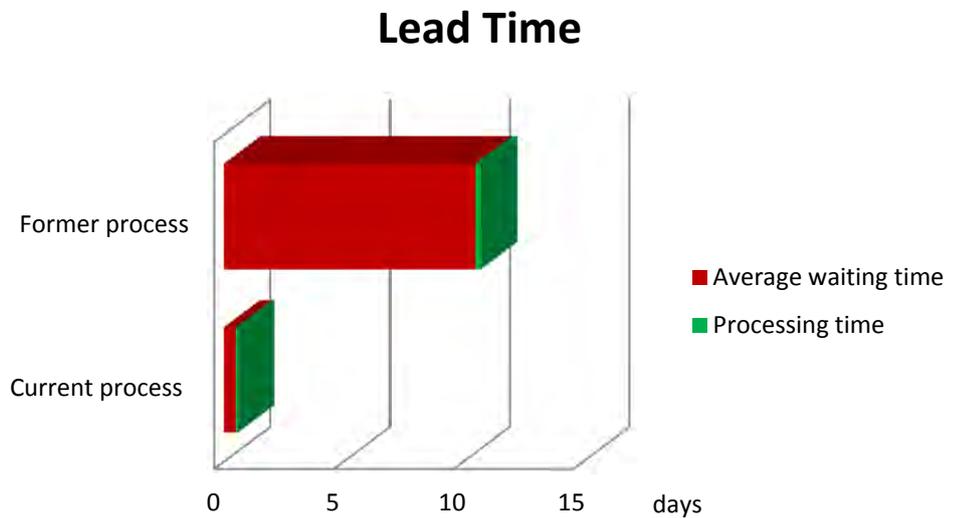
In Kooperation mit: GE Wind Energy GmbH, Salzbergen



Als Produkt einer Verbesserungsinitiative im Bereich des Vertriebes der GE Wind Energy GmbH wurde eine Software (Deal Review Tool) eingeführt, mit dessen Hilfe die Senkung der Durchlaufzeiten, die Reduzierung der gebundenen Ressourcen und die Steigerung der Qualität für den Kunden in der Erstellung eines Kaufangebotes angestrebt wurde. Die Initiative wurde in Anlehnung an den iterativen vierphasigen Problemlösungsprozess, dem Deming Zyklus (Plan, Do, Check, Act) durchgeführt. Nach der Planung und Einführung des Tools war es die Aufgabe meiner Bachelorarbeit die Ergebnisse auf deren Zielerreichung zu untersuchen und zu bewerten. Um eine Aussage über die Wirksamkeit der Verbesserungsmaßnahmen machen zu können wurde der ursprüngliche Prozess der Angebotserstellung als Referenz genommen. Für den Vergleich mussten zunächst die unterschiedlichen Arbeitsabläufe abgebildet werden und der Arbeitsaufwand der einzelnen Arbeitsschritte mithilfe der Zeit gemessen werden. Mit Bezug zum „Lean Thinking“-Ansatz wurden die Arbeitsschritte zusätzlich in die Kategorien „wertschöpfend“ (value adding), „nicht-wertschöpfend, aber notwendig“ (Muda type 1) und „nicht-wertschöpfend“ (Muda type 2) eingeteilt. Auf diese Weise konnte die Effizienz der Prozesse bestimmt werden, indem unnötige Arbeitsschritte aufgezeigt und die für den Kunden mehrwertschaffenden Aktivitäten hervorgehoben wurden.



Um darüber hinaus Aussagen über die Produktivität der Prozesse machen zu können war es notwendig auch die Effektivität der Prozesse zu bestimmen. In einem Service Prozess wie der Angebotserstellung spielt dabei vor allem die Qualität des „Produktes“ eine übergeordnete Rolle, welche in diesem Fall maßgeblich durch die Lieferzeit des Produktes bestimmt wurde. Als Kennzahl konnte daher die Durchlaufzeit herangezogen werden.



Als Ergebnis des Prozessvergleichs ergab sich eine Reduzierung des Arbeitsaufwandes um etwa 71 % und eine Senkung der Durchlaufzeit um mehr als 94 %. Durch die Analyse war es möglich die Wirksamkeit der Maßnahmen nachzuvollziehen und die Sollvorgabe mit dem Istzustand zu vergleichen. Aufgrund der Einteilung in wertschöpfend und nicht-wertschöpfend konnte darüber hinaus noch weiteres Verbesserungspotenzial aufgezeigt werden. Die Angebotserstellung mithilfe des Deal Review Tools ist mittlerweile zum Standardprozess bei der GE Wind Energy GmbH geworden.

Entwicklung von schallmesstechnischen Untersuchungen mittels des Programmes Pulse LabShop

Matthias Lentwojt B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums: 01. September 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Raumluftechnik

In Kooperation mit:



Der Bereich der Akustik umfasst viele Größen, die mit dem Schall eng verbunden sind. Sie alle lassen sich auf verschiedene Weise messen und sind für unterschiedliche Bereiche von Bedeutung.

Für Hersteller elektrischer Geräte ist die Schalleistung eine wichtige Größe. Sie ermöglicht es dem Kunden, die Lautstärke der Geräte einzuschätzen.

Neben der Schalleistung ist die FFT Analyse von großer Bedeutung, insbesondere für Produkte, die sich noch in der Entwicklungsphase befinden. Hiermit können Geräusche genau analysiert werden. Dabei können Töne, die bei bestimmten Frequenzen einen Peak aufweisen, bestimmt und somit die Ursache für diese Töne gefunden und beseitigt werden.

Zusätzlich zu den genannten Punkten spielt auch die Nachhallzeit eines Raumes eine große Rolle. So kann, wenn die Nachhallzeit eines schallharten Raumes gemessen ist, die Schalleistung einer Maschine mit einer Schalldruckmessung bestimmt werden

In dieser Arbeit wurden jeweils Vorlagen für Schalldruck-, Schallintensitäts- und Nachhallzeitmessungen erstellt und der Umgang mit ihnen beschrieben. Die Vorlagen wurden in dem Programm Pulse LabShop erstellt, welches von der Firma Brüel & Kjaer speziell für deren Messgeräte programmiert wurde. Die Vorlagen wurden so erstellt, dass sie mit den von Brüel & Kjaer entwickelten Blades benutzt werden können. Neben dem Blade und der Software werden für die Akustikmessungen keine weiteren Messgeräte von Brüel & Kjaer benötigt. Es vereinfacht aber die Handhabung der Vorlagen, wenn Messgeräte dieser Firma verwendet werden, da diese von der Software von selbst erkannt werden und deshalb nicht extra angelegt werden müssen. In dieser Arbeit wurde auch beschrieben, wie Geräte, die nicht von Brüel & Kjaer produziert wurden, in Pulse LabShop anzulegen sind.

Die Vorlagen wurden dazu verwendet, Akustikmessungen durchzuführen. Diese Messungen wurden aufgenommen, um anhand der Ergebnisse aufzuzeigen, in welchen Bereichen die jeweiligen Messungen eingesetzt werden können.

Zum Schluss wurden mithilfe der Vorlagen drei Messverfahren zur Schalleistungsbestimmung einer Referenzschallquelle auf ihre Genauigkeit untersucht. Dabei zeigte sich, dass die verschiedenen Verfahren die Werte der Referenzschallquelle unterschiedlich gut erreichten. Da die Schalleistung der Referenzschallquelle unterschiedlich gut erreichten. Da die Schalleistung der Referenzschallquelle unterschiedlich gut erreichten.

renzschaquelle mit einem anderen Verfahren, als den in dieser Arbeit verwendeten, bestimmt wurde, konnte nur eine Aussage darüber getroffen werden, wie gut die einzelnen Verfahren an das Verfahren der Referenzschaquelle heranreichen.

Marcel Leue B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums: 21. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen
 Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



In Deutschland hat die Energiewende von der fossilen zu einer erneuerbaren Stromversorgung bereits begonnen und wird in den nächsten Jahrzehnten weiter vorangetrieben. Gerade die fluktuierenden Stromerzeuger, wie Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen, wurden in den letzten Jahren verstärkt ausgebaut. Durch den verstärkten Ausbau der fluktuierenden Stromerzeuger ändert sich die Bereitstellung der Grundlast. Bei einer guten Wetterlage erzeugen die fluktuierenden Stromerzeuger mehr Strom als benötigt wird und an windschwachen und bewölkten Tagen, wird zu wenig Strom erzeugt. Die Folge ist, dass bei Stromüberschuss, Windkraftanlagen ausgeschaltet werden oder bei zu wenig Strom im Netz, teure Gaskraftwerke zur Spitzenlastabdeckung eingeschaltet werden müssen um das Stromnetz stabil zu halten.

Zur Verringerung dieser Schankungen im Stromnetz werden bereits seit Jahrzehnten groß dimensionierte Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt. Ein herkömmliches Pumpspeicherkraftwerk kauft bei Überkapazität im Stromnetz günstig Strom ein, um eine oder mehrere Pumpen zu betreiben. Die Pumpen befördern Wasser aus dem Unterbecken in das höhergelegene Oberbecken. In dem Oberbecken wird das Wasser zwischengespeichert und bei zu wenig Strom im Netz wieder in das Unterbecken abgelassen. Auf dem Weg zum Unterbecken passiert das Wasser eine Turbine, die die potentielle Energie des Wassers in mechanische Energie umwandelt und über eine Welle an einen Generator weiterleitet. Der Generator wandelt die mechanische in elektrische Energie um und speist sie über einen Transformator in das Stromnetz ein. Die eingespeiste elektrische Energie wird zu einem höheren Preis wieder verkauft. Das Pumpspeicherkraftwerk kann so einen Gewinn erzielen, obwohl der Wirkungsgrad bei 75 % liegt und mehr Strom für den Pumpvorgang genutzt, als wieder eingespeist wird.

Die Standortwahl für den Neubau solcher großer Pumpspeicherkraftwerke ist in Deutschland beschränkt, da bereits die meisten möglichen Standorte genutzt werden. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit anhand eines fiktiven Fallbeispiels, die Realisierbarkeit eines Pumpspeicherkraftwerkes bei niedriger Fallhöhe geprüft. Dieses Pumpspeicherkraftwerk könnte dezentral, gespeist, mit dem Strom aus Windkraftanlagen, die Energieversorgung einer Gemeinde sicherstellen und die schwankende Leistungsabgabe der Windkraftanlagen glätten.

Auch wenn ein heutiger Betrieb eines Pumpspeicherkraftwerkes bei geringer Fallhöhe nicht wirtschaftlich ist und keinen Gewinn erzielt, ist das Projekt weiter zu verfolgen. Das große Potenzial eines Pumpspeicherkraftwerkes,

den überschüssigen Strom aus Windkraftanlagen bei Überkapazität im Stromnetz zu beziehen, steht momentan die Marktprämie des direktvermarkteten Windstromes gegenüber. Ein günstiger Strombezug durch die Windkraftanlagen ist so nicht möglich. Die wirtschaftlichste Betriebsweise bleibt der Stromeinkauf an der Strombörse.

Durch Gesetzesänderungen oder eine Förderung von Stromspeicher, die mit regenerativen Energiequellen betrieben werden, kann ein wirtschaftliches Betreiben jederzeit ermöglicht werden. Auch die drohende Rohstoffverknappung und die damit verbundene Preiserhöhung für fossile Rohstoffe kann in naher Zukunft den Bau eines Pumpspeicherkraftwerkes bei niedriger Fallhöhe wirtschaftlich machen.

Eine zukünftige sichere Stromversorgung aus einem Großteil regenerativer Energiequellen ist nur möglich, wenn die wetterabhängige Leistungsabgabe der regenerativen Stromerzeuger, bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt wird. Mit dem Bau eines Pumpspeicherkraftwerkes könnte diese bedarfsgerecht Einspeisung dezentral zum Beispiel für eine Gemeinde umgesetzt werden. Tabelle 1 zeigt die technischen Daten und Abbildung 1 das Verfahrensschema des untersuchten Pumpspeicherkraftwerkes.

Tabelle 1: Daten des Pumpspeicherkraftwerkes aus dem Fallbeispiel

Volumen des Oberbeckens	200.000 [m ³]
Mittlere Fallhöhe	70 [m]
Maximale Leistung im Pumpbetrieb	8,15 [MW]
Maximale Leistung im Turbinenbetrieb	8,15 [MW]
Vollaststunden	4 [h]
Ausbaudurchfluss	13,20 [m ³ /s]
Strömungsmaschine	Francis-Pumpturbine [-]
Investitionskosten	13.000.000 [€]

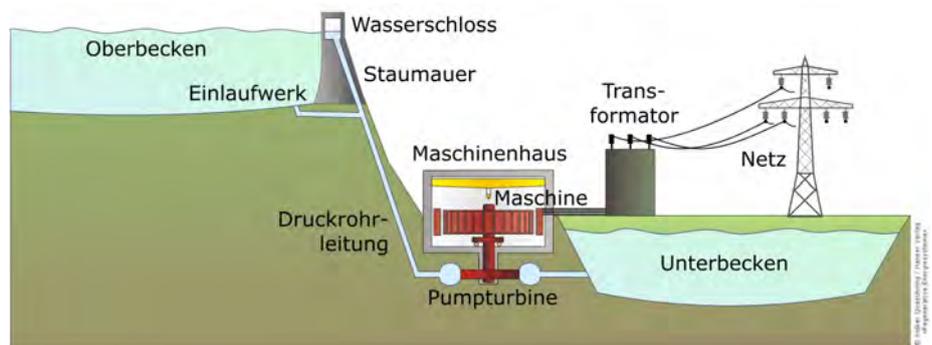


Abbildung 11: Aufbau eines Pumpspeicherkraftwerkes

Untersuchung hydraulischer Einflussfaktoren zur vereinfachten Auslegung von Füllventilen in der Sanitärinstallation

Jan-Peter Leugers B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Dr. Abdullah Öngören
Datum des Kolloquiums:	24. Oktober 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Geberit International AG, Rapperswil-Jona, Schweiz



In der Sanitärinstallation gibt es eine Fülle verschiedenster Bauteile, von denen eine Vielzahl für den Endverbraucher im Verborgenen bleiben. Eines dieser Bauteile befindet sich in jedem konventionellen Spülkasten – das Füllventil. Nach DIN EN 14124 wird es als ein „Ventil, das ein selbstständiges Füllen eines Spülkastens bis zu einem voreingestellten Wasserstand sicherstellt“ definiert. Täglich werden ca. 40 Liter, also rund 30 Prozent des täglichen Trinkwasserverbrauchs, für den Spülkasten benötigt. Für dieses Produkt gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Herstellern. Die Ausrichtungen und die Konzepte, die hinter den Ventilen stehen, hängen dabei auch von den Anforderungen des jeweiligen Marktes ab. Die beschriebene Funktion, das selbständige Füllen, haben jedoch alle gemeinsam.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden die hydraulischen Einflussfaktoren, die mit der Funktionalität des Füllventils korrelieren, untersucht. Die möglichen Zusammenhänge wurden durch gezielte Änderung unterschiedlicher Faktoren mit numerischen Simulationen untersucht. Daraus gewonnene Erkenntnisse dienten als Basis zur Erstellung von Prototypen, mit welchen weitere experimentelle Untersuchungen durchgeführt wurden. Ziel war es, einen Überblick über die möglichen hydraulischen Einflussfaktoren zu erlangen. So können zukünftige Entwicklungen schneller optimiert und die Entwicklungszeit reduziert werden.

Für die nachfolgenden numerischen Simulationen und den damit verbundenen Ergebnissen war es von entscheidender Bedeutung, ein möglichst repräsentatives und aussagekräftiges Grundmodell zu erstellen. Dies entsprach in Form und Größe üblichen Füllventilen. Aufbauend auf diesem, wurden weitere Modelle mit unterschiedlicher Geometrie erstellt.

In einem weiteren Teil dieser Arbeit wurden an einem Prüfstand Laborversuche durchgeführt. Dafür wurden zunächst drei Modelle mithilfe einer CAD-Software konstruktiv umgesetzt, umso die Vorlagen für reale Prototypen zu erhalten. Als Material kam Acrylglas zum Einsatz. So konnten Aufnahmen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera realisiert werden. Durch in die Strömung injizierte Luftblasen konnte das Strömungsverhalten innerhalb des Ventils sichtbar gemacht werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit lieferten erste Erkenntnisse über verschiedene hydraulische Einflussfaktoren. Es zeigte sich jedoch, dass auch bei zukünftigen neu Entwicklungen kein Weg an einer individuellen Betrachtung und Untersuchung vorbei führen wird.

Hennes Liethmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Ulrich Ahlke

Datum des Kolloquiums: 24. Februar 2012

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen
 Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Energietechnik

In Kooperation mit: Turnverein Jahn-Rheine 1885 e. V. u. Agenda 21 Büro Kreis Steinfurt



Die Energieversorgung nimmt für jede Verbrauchergruppe einen immer größeren Stellenwert ein. Es sind vor allem die steigenden Kosten der Rohstoffe, die Verbraucher dazu bewegen, über alternative Möglichkeiten der Energieversorgung nachzudenken und bestehende Verbrauchsstrukturen zu hinterfragen. Durch Richtlinien der Europäischen Union und der deutschen Regierung sind Unternehmen mit hohem Energieverbrauch dazu angehalten, Energiemanagementsysteme einzuführen um Transparenz in die Verbrauchsstrukturen zu bringen und Einsparpotenziale zu erkennen.

Der Sportpark TV Jahn-Rheine gehört zu den größten Sport- und Freizeitanlagen im Münsterland. Der Verein erfreut sich stetig wachsender Mitgliederzahlen und konnte das Sportangebot durch neue Räumlichkeiten in den letzten Jahren erweitern. Dadurch wird der zunehmende Energieverbrauch zu einem zentralen Kostenpunkt.

Diese, bislang oftmals als Fixkosten deklarierten Ausgaben galt es, in messbare, einzelne Verbrauchssektoren zu unterteilen und kostenintensive Verbraucher aufzudecken. Der ökonomische, aber auch der ökologische Grundgedanke stand im Vordergrund, wenn es darum ging, Verbesserungsmöglichkeiten und Alternativen zu entwickeln, die eine langfristig zukunftsorientierte Energieversorgung gewährleisten.

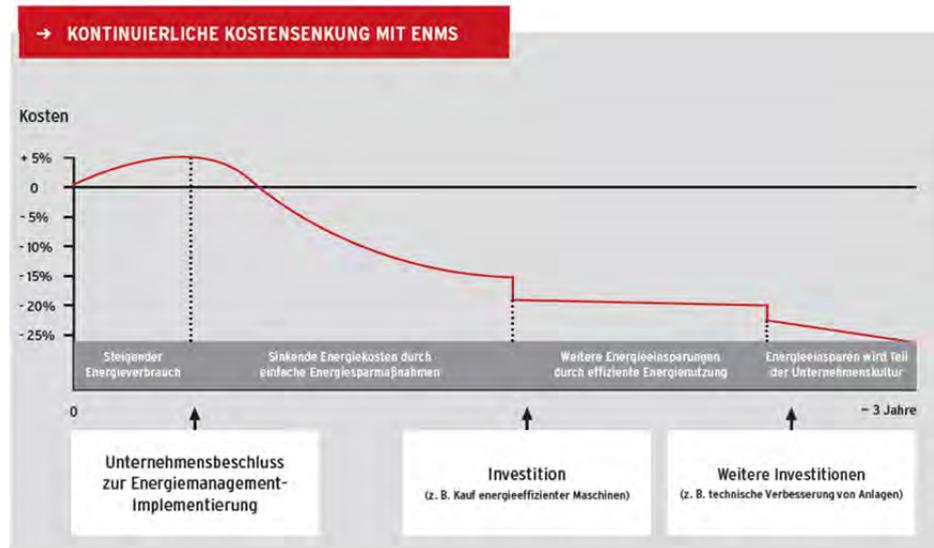
Die Implementierung des EnMS erfolgte nach dem Plan-Do-Check-Act-Kreislauf. Der PDCA-Kreislauf bietet den Rahmen für kontinuierliche Verbesserungen von Prozessen oder Systemen. Er ist ein dynamisches Modell – die Ergebnisse eines Durchlaufs bilden die Ausgangsbasis für den nächsten Durchlauf. Diese Struktur ermöglicht es, den aktuellen Energieverbrauch immer wieder neu zu bewerten, zu optimieren und schrittweise Kosten zu senken.

Die erarbeiteten Ziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Identifizieren von Verantwortlichkeiten und bilden eines Energieeffizienzteams
2. Erfassen von Verbrauch, Kosten und Produktion von Energie
3. Dokumentationsrahmen zum Aufbereiten und Auswerten der Daten
4. Einbeziehen gesetzlicher Vorschriften

5. Strategische und operative Ziele formulieren
6. Entwickeln von Energiemanagement- und Aktionsplan

Die Ziele zur Energieeffizienz sollen immer ehrgeizig, aber so konzipiert werden, dass sie realistisch und zielorientiert bleiben. Die optimale langfristige Entwicklung sieht wie folgt aus:



Die Ergebnisse sind in ihrer Gesamtstruktur eine Anleitung zur Einführung eines erfolgreichen Energiemanagementsystems. Es wurde in allen Bereichen nach Vorbild der DIN EN 16001 vorgegangen und eine Zusammenfassung der wichtigsten Punkte zur Implementierung erstellt. Das ermöglicht der Vereinsführung des TV Jahn-Rheine eine strukturierte Vorgehensweise.

Kostenstrukturanalyse und Kostenreduktionspotenziale der Wertschöpfungskette von kristallinen Photovoltaikmodulen

David Lörger B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Roland Muth
Datum des Kolloquiums:	20. Juni 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Conergy AG, Hamburg



Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Gestaltung der Einspeisevergütungen und Subventionen für PV-Strom in verschiedenen Ländern und der damit verbundenen Abhängigkeit von der Politik versucht die Photovoltaik-Branche, durch Reduzierung der Herstellkosten für Solarsysteme, die Stromgestehungskosten auf ein Niveau mit konventionell erzeugtem Strom zu senken.

Die Entwicklung der sinkenden Preise für Komponenten einer PV-Anlage führt im Gegenzug zu einem enormen Kostendruck auf der Herstellerseite. Eine Kostenstrukturanalyse setzt an diesem Punkt an und soll aufzeigen, wie sich die Kosten auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen bei der Herstellung von kristallinen Photovoltaikmodulen aufgliedern. Durch ein besseres Produktverständnis mittels der Kostenstrukturanalyse können Preisverhandlungen und Lieferantenbeziehungen effizienter gestaltet werden, da Kostenzusammensetzungen bei der Herstellung von kristallinen PV-Modulen aufgezeigt und Einsparpotenziale ermittelt werden. Folgende Leitfragen wurden als Zielsetzung formuliert: Wie gliedern sich die Kosten auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen auf? Was sind die Kostentreiber? Welche Möglichkeiten zur Kostensenkung gibt es bzw. wo liegen die Einsparpotenziale?

Zu Beginn der Analyse steht der Preis für ein bestimmtes Produkt und die Unkenntnis über die Preiszusammensetzung bzw. Preisbildung. Ein Produktpreis setzt sich aus den Kosten für die Herstellung und einer aufgeschlagenen Gewinnmarge zusammen. Die Kenntnis über die Höhe des Profits, die Höhe der Produktionskosten und eventueller Einsparpotenziale ist nicht vorhanden. Um die Produktkosten zu ermitteln und damit auch die Höhe der Gewinnmarge zu kennen, müssen die Kosten in Kostenblöcke gegliedert werden. Der Kostenblock mit dem größten Anteil an den Gesamtkosten kann genutzt werden, um Kosten zu reduzieren. Wenn bspw. die Materialkosten 60 % des Produktpreises ausmachen und die Fertigungskosten nur 10 %, so liegt der Hebel zur Kostenreduktion in der Effizienzsteigerung des Materialeinsatzes und nicht im Bereich der Prozessoptimierung.

Die Wertschöpfungskette wurde nach Reihenfolge der Produktionsschritte bei der Herstellung von PV-Modulen abgearbeitet. Von der Siliziumherstellung bzw. -reinigung über die Ingot/Wafer Bearbeitung und Zellveredelung bis hin zum fertigen Modul. Dazu wurden auf jeder Stufe die standardisierten Herstellverfahren vorgestellt und daraufhin der jeweilige Markt und die durchschnittlichen Herstellkosten analysiert. Außerdem wurden auf jeder Wert-

schöpfungsstufe Einsparpotenziale herausgearbeitet. Mittels eines Benchmarkvergleichs wurden die Hersteller hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen miteinander verglichen.

Bei einem Vergleich der durchschnittlichen Modulherstellkosten von 1,64 \$/W mit den Modulherstellkosten der beiden größten chinesischen Hersteller Yingli Green Energy und Trina Solar, die Herstellkosten von 1,15 \$/W bzw. 1,18 \$/W aufweisen, wird deutlich wie groß der Vorsprung chinesischer Hersteller ist. Sie haben sowohl bei den Personal- als auch bei den Materialkosten Kostenvorteile von 0,10 \$/W bzw. 0,20 \$/W. Generell lässt sich festhalten, dass die Materialkosten auf allen Stufen den größten Kostenblock ausmachen und dass ein Großteil aller genannten Einsparungen an diesem Punkt ansetzt.

Die folgende Tabelle zeigt die ermittelten Kostenzusammensetzung bei der Modulherstellung für jede Wertschöpfungsstufe. Die durchschnittlichen Herstellkosten liegen bei 1,64 \$/W, durch die ermittelten Kostenreduktionspotenziale können die Herstellkosten in den kommenden Jahren bis auf 1,17 \$/W sinken.

		Durchschnittskosten	
		alt	Neu
		[\$/W]	[\$/W]
c-Si	Gesamt	0,27	0,14
Ingot	Gesamt	0,20	0,14
Wafer	Gesamt	0,19	0,12
C-Si Zelle	Gesamt	0,45	0,35
c-Si Module	Gesamt	0,53	0,42
Summe		1,64	1,17

Da es sich bei den gerade genannten Kosten nur um Durchschnittskosten handelt, ist davon auszugehen, dass die Kostenführer für ca. 0,70 \$/W produzieren können und damit deutlich unter einem Dollar pro Watt liegen.

Es konnte gezeigt werden, wie sich die Kosten auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen zusammensetzen und dass noch zahlreiche Kostenreduktionspotenziale vorhanden sind. Kostenreduktionen von 30 % sind in den nächsten Jahren möglich. Effizienter Produktionsprozesse, Skaleneffekte und bessere Wirkungsgrade sind die Treiber für diese Entwicklung.

Dadurch wird der solar erzeugte Strom weiterhin günstiger und das mittelfristige Ziel der Grid-Parity kann bis 2015 erreicht werden. Es wird ein „echter Markt“ entstehen und die Photovoltaik-Industrie damit unabhängig von Einspeisevergütungen und politischen Vorgaben.

Frank Meiring B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums: 18. Juli 2011

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



Mit dem Regierungsbeschluss im Mai 2011 über einen schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 stellt sich Deutschland einer großen Herausforderung. Dies gilt ebenso für das Ziel, möglichst frei von fossilen Energien zu werden, um weitestgehend von Importen unabhängig zu sein und den Anstieg der Erderwärmung um 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen. Denn die derzeitige überwiegend fossile Energieerzeugung gilt als Hauptverursacher der hohen CO₂-Emissionen. Um die Energieversorgung in Deutschland an die künftigen Anforderungen anzupassen, sind weitreichende Entscheidungen notwendig. In dieser Arbeit werden aktuellen Studien für verschiedene Entwicklungen der Energieversorgung bis 2050 verglichen und analysiert und Wege aufgezeigt, die uns in eine nachhaltige Energieversorgung begleiten. Die Szenarien werden dabei nicht zwangsläufig eintreffen, sondern können ebenso verdeutlichen, wie unter gesetzten Rahmenbedingungen oder bei unzureichendem Handeln eine künftige Energieversorgung aussehen wird.

Diese Szenarien werden als Entscheidungshilfen genutzt, um schon heutzutage die Zukunft vorzubereiten. Dabei lassen sich bereits aus den Auftraggebern der Studie erste Rückschlüsse über die Zielsetzung der jeweiligen Studie ziehen. Ebenfalls spielen der Zeitpunkt der Bearbeitung und die gesetzten Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle. Rahmenbedingungen können beispielsweise die demografische Entwicklung, die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts oder der anvisierte Ausstieg aus der Kernenergie sein.

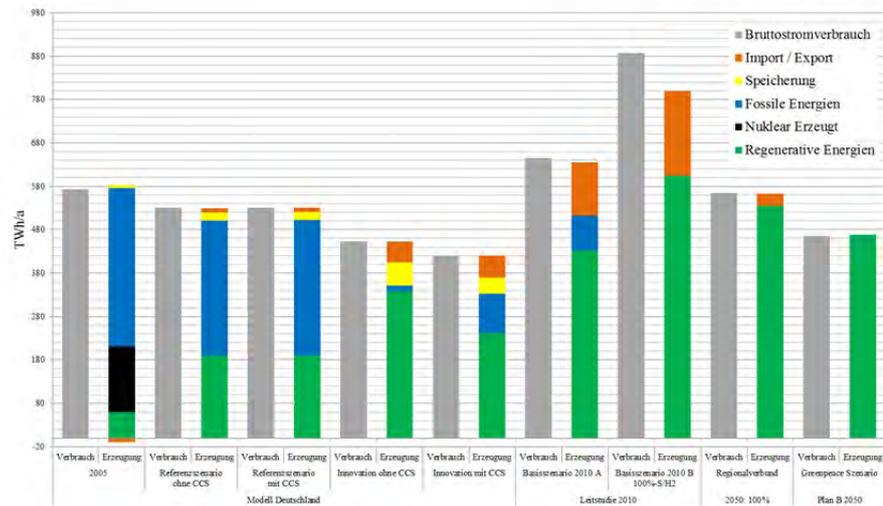
Methodisch dienen zwei Ansätze zur Entwicklung der Szenarien: Der erste Ansatz besteht darin, konkrete Rahmenbedingungen vorzugeben und daraus eine zukünftige Versorgungsstruktur zu modellieren. Die andere Möglichkeit setzt ein definiertes Ziel voraus, um anschließend zu untersuchen, mit welchen Mitteln es sich verwirklichen lässt. Beide Möglichkeiten sind zulässig.

Die meisten Szenarien beziehen sich auf das Ziel, im Jahre 2050 die deutsche Energieversorgung ohne nukleare und weitestgehend auch ohne fossile Energieträger zu gewährleisten. Diese strittigen Energieträger sollen durch regenerative Energiegewinnung ersetzt werden. Ein weiterer wichtiger Ansatz mit unterschiedlichen Lösungsansätzen in den Studien ist die Einsparung von Energie durch die Erschließung von Effizienzpotenzialen. Diese wirken sich hauptsächlich auf den prognostizierten Energieverbrauch in Deutschland aus.

Ein weiterer Schwerpunkt der Szenarien ist der saisonale Ausgleich von Energie. Zukünftig werden vermehrte Speicherkapazitäten benötigt, um Last-

spitzen abzudecken. Bei ausschließlich regenerativer Erzeugung sind keine Regelkraftwerke mehr vorhanden. Außerdem ist die Leistung der einzelnen Technologien stark von aktuellen meteorologischen Verhältnissen abhängig. In den Studien wird überwiegend auf elektrochemische Speicher gesetzt. Bei diesen wird bei Stromüberschuss, Wasser mittels Elektrolyse zu speicherbaren Wasserstoff gewandelt. Auch die Variante, aus Wasserstoff durch Zugabe von Kohlendioxid erneuerbares Methan zu gewinnen und somit das vorhandene Erdgasnetz nutzen zu können, wird favorisiert.

Laut den Szenarien wird die Windenergie im Jahre 2050 zur Hauptenergiequelle, gefolgt von der Photovoltaik und der Biomasse. Vorstellbar ist eine rein regenerative Energieversorgung bis zum Jahre 2050. Es gilt die Herausforderung zur neu strukturierten Energieversorgung anzunehmen und bereits heute die Weichen für eine zukunftsfähige Energiepolitik zu stellen. Sie verringert die Abhängigkeit Deutschlands von den stark steigenden Preisen der fossilen Energien und reduziert die Erderwärmung durch sinkende Treibhausgase.



Möglichkeiten zur Abwärmenutzung aus dem Brennprozess der Kalkherstellung

Bastian Melchert B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Johannes Schabos
Datum des Kolloquiums:	27. März 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	WESSLING GmbH, Altenberge



In dieser Arbeit stellte sich die Aufgabe, das Abwärmepotenzial aus dem Kalkbrennprozess der Kalkwerke Breckweg in Neuenkirchen zu ermitteln. Ausschlaggebend für die Untersuchung der Abwärme aus dem Brennprozess waren die langen Betriebszeiten der Öfen von über 5.000 Betriebsstunden pro Jahr, sowie die hohen Temperaturen im Inneren der Mehrkammerschachtöfen (bis 1.250 °C).

Die Kalkindustrie birgt ein hohes Abwärmepotenzial. Durch die vielseitige Verwendung von Kalk ist zudem auch kein Rückgang der Kalkverarbeitung in Deutschland zu erwarten. Im weiteren Verlauf sind Erfahrungswerte industrieller Abwärmenutzung in Deutschland dargestellt worden und es wird ein konkretes Beispiel von Abwärmenutzung des Kalkwerkes Tagger in Golling (Österreich) beschrieben.

Grundsätzlich kann aufgrund dieser Daten und Erfahrungswerte davon ausgegangen werden, dass die Nutzung der Abwärme aus dem Prozess des Kalkbrennens technisch und wirtschaftlich realisierbar ist.

Der Vergleich des betrachteten Kalkwerks in Neuenkirchen mit dem Kalkwerk Tagger in Golling ist jedoch aufgrund eines anderen Prozessverfahrens und dem Einsatz eines anderen Kalksteines nicht direkt möglich.

Die Kalkwerke Breckweg verzeichnen einen durchschnittlichen Energieeinsatz für die Brennstoffe in den Mehrkammerschachtöfen von 187.575 GJ/a (Jahre 2008 bis 2011), dies entspricht in etwa 52.104.445 kWh/a. Bei einer mittleren nutzbaren Abwärmeleistung von 1.436.536 kWh/a aus den Öfen I und II und ca. 413.472 kWh/a aus dem Ofen III ließen sich nach aktuellem Stand der Kenntnis etwa 4 % der eingesetzten Energie als Abwärme rückgewonnen werden. Dabei ist die Abwärmeleistung des Ofens III nicht auf dem gleichen Niveau wie der Öfen I und II.

Die Abwärmeleistung aus den Öfen I und II bezieht sich dabei auf eine Vorlauftemperatur einer möglichen Nah- bzw. Fernwärmeleitung von 90 °C. Erst wenn ein konkreter Abnehmer gefunden werden kann, ist zu entscheiden, ob die hohen Vorlauftemperaturen erforderlich sind.

Die Strahlungswärme an den Kalkwerken, die von den Ofenwänden emittiert, wird als technisch schwer nutzbar eingestuft, außerdem ist nicht gewährleistet, ob die Strahlungswärmeleistung von 1,58 kW/m³ dauerhaft genutzt werden kann, da nicht gewährleistet wird, dass die Ofenwand durch

die heißen Kalksteine ausreichend aufgeheizt wird, wenn ein Kühlmedium die Ofenwand außen abkühlt.

Die Nutzungsszenarien einer potenziellen Abwärmenutzung, die im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden, zeigen die Veränderung der Abwärmeleistung im Vergleich zur derzeitigen Situation auf, wenn einer der Mehrkammerschachtöfen kontinuierlich über das ganze Jahr betrieben würde.

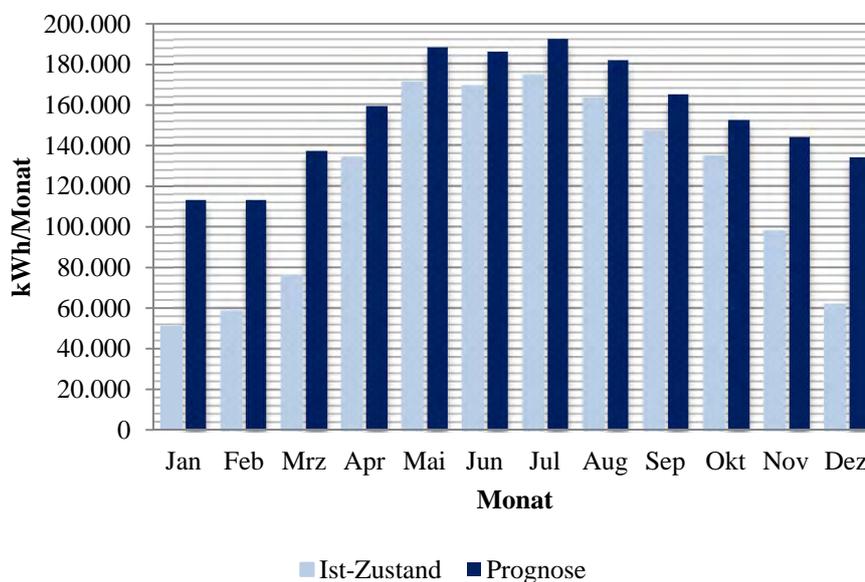


Abbildung: Vergleich des Abwärmepotenzials in kWh/Monat des derzeitigen Standes als Mittelwert der vergangenen Jahre und einer Annahme für die kommenden Jahre

Die Vorteile eines ganzjährigen Betriebs von zumindest einem der beiden Mehrkammerschachtöfen in Bezug auf eine Abwärmenutzung liegen auf der Hand.

- Versorgungssicherheit auch in den Wintermonaten
- Erhöhte Abwärmeleistung
- Kontinuierliche Abgabe von Abwärme

Die Untersuchung einer möglichen Abwärmeabgabe an den Gemüsehof Weßling zeigt jedoch, dass zum Einen vor allem in den Wintermonaten eine Wärmeabgabe gewährleistet sein muss und zum Anderen die Entfernung für die Amortisation eines solchen Projektes eine große Rolle spielt.

Die hohen Investitionskosten und die im Vergleich dazu relativ geringen Energiekosten des Gemüsehofs Weßling ergeben eine Amortisationszeit von über 29 Jahren. Aufgrund dieses langen Zeitraums wird von einer Investition abgeraten, wenn nicht weitere Abnehmer zu einem Wärmenetz zusammengeschlossen werden können.

Untersuchung und Optimierungsmöglichkeiten der Spülwasserbehandlung im Wasserwerk Viersen

Bernhard-Josef Meller B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 01. September 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: NiederrheinWasser GmbH, Viersen



Ziel der Arbeit war es, den Absetzprozess des Spülwassers zu optimieren, um ein mit Sand und Kies gefülltes Versickerungsbecken vor dem Zusetzen durch in Schwebelag befindliche Eisen- und Manganrückstände zu schützen.

Zu diesem Zweck wurde zunächst der gesamte Prozess der Wasseraufbereitung im Wasserwerk Viersen betrachtet um alle auf den Prozess wirkenden Einflussgrößen zu beachten.

Das Wasserwerk Viersen verfügt über fünf Vertikalfilterbrunnen mit einem Wasserrecht von insgesamt 2,0 Mio. m³ Grundwasser. Aufgrund unterschiedlicher Fördermengen und Belastungen an Nitrat fördern nach einem Brunnen-schaltplan immer zwei Brunnen gleichzeitig Grundwasser in das Wasserwerk. Anschließend wird das geförderte Wasser über drei parallel betriebene Rieslerkolonnen einer Intensivbelüftung unterzogen. Mit dem Ziel überschüssige Kohlensäure zu entfernen fallen hierbei auch zuvor im Wasser gelöste Eisen- und Manganverbindungen aus. Diese Oxidationsprodukte werden nachfolgend in drei ebenfalls parallelbetrie-benen Mehrschichtfiltern zurückgehalten um ein klares Wasser ins Versorgungsnetz zu speisen.

Um die Filterleistung aufrechtzuerhalten wird jeder Filter alle vier Tage mit einem Spülvorgang, bestehend aus einer Luft-, einer Luft-Wasser- und einer Wasserphase, gespült. Nachdem sich die Feststoffe in den zuerst genannten Phasen vom Filterkorn gelöst haben werden sie in der letzten Phase über 10 min. mit einer Wassermenge von 440 m³/h ausgespült. Das dabei entstehende bräunlich trübe Wasser wird in einem Absetzbecken aufgefangen und nach einer 16 stündigen Sedimentationszeit einem nachfolgenden Versickerungsbecken zugeleitet.

Hierbei ergibt sich die konkrete Problemstellung der Arbeit. Da sich während des Sedimentationszeitraums im Absetzbecken die Trübung des Wassers unzureichend verbessert und zum Zeitpunkt der Versickerung bei rund 75 FNU liegt, setzt sich die Sandschicht im nachfolgenden Versickerungsbecken im Laufe der Zeit zu. Dies hat zur Folge, dass der Sand min. einmal jährlich abgetragen und erneuert werden muss wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

Um eine deutliche Verbesserung dieses Absetzvorgangs zu erreichen wurde der Einsatz verschiedener Flockungs- und Flockungshilfsmitteln in Erwägung gezogen. In einer Vielzahl an Laborversuchen bei denen verschiedenen Flockungsmitteln, Flockungshilfsmitteln und Kombinationen von beiden getestet wurden, konnte im Labormaßstab eine Verbesserung des Absetzvorgangs er-

reicht werden. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht den Versuchsaufbau und dessen Wirkung auf das Spülwasser.



Zu sehen ist links die 0-Probe des Spülwassers, im Bildverlauf rechts die Wirkung verschiedener Dosierungen eines Flockungsmittels nach einer Absetzzeit von 30 min.

Diese im Laborversuch deutlichen Ergebnisse wurden anschließend, ebenfalls erfolgreich, in mehreren Praxisversuchen erprobt.

Neben diesem Hauptteil der Arbeit wurde jedoch auch der bauliche Aufbau des Absetzbeckens betrachtet und es wurden Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

Weitere Schwerpunkte waren die Berücksichtigung der Rückstände an Flockungsmitteln bezüglich Grenzwerte der geltenden Einleitgenehmigung, die Betrachtung der Verwertung des im Absatzbecken entstehenden Schlammes sowie der wirtschaftliche Vergleich zwischen Sandaustausch und Einsatz von Flockungsmitteln.

Desinfektion durch Ultraviolettes Licht im Trinkwasserbereich Neue Technologien

Dipl.-Ing. Thomas Menker M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Datum des Kolloquiums:	21. Oktober 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik



Trinkwasser ist nicht frei von Mikroorganismen, aber es darf keine Gesundheitsgefährdung des Nutzers durch seinen Genuss stattfinden. In Deutschland stellen das Infektionsschutzgesetz und die Trinkwasserverordnung die gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Qualität von Trinkwasser dar. Um einen unbedenklichen Genuss von Trinkwasser sicherzustellen, sind die Grenzwerte der chemischen und mikrobiologischen Parameter sowie der Indikatorparameter einzuhalten. Darüber hinaus müssen an jeder Stelle der Wasseraufbereitung und Trinkwasserverteilung die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden.

Ein Bestandteil der Trinkwasserversorgung ist die Desinfektion. Hierzu kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, die in der Liste der Aufbereitungsmittel und Verfahren des Bundesumweltamtes geführt werden. Auch die Desinfektion durch ultraviolettes Licht (UV-Licht) in zugelassenen UV-Geräten ist darin aufgeführt. Sie beruht auf der Schädigung der DNA von Mikroorganismen durch deren Bestrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 240 und 280 nm bei einer Fluenz von 400 J/m². Infolge dieser Bestrahlung können sich Mikroorganismen nicht mehr vermehren und sterben ab. Der große Vorteil gegenüber chemischen Verfahren ist, dass hierbei keine Zusatzstoffe ins Wasser eingebracht werden und damit keine Auswirkungen auf Geruch und Geschmack entstehen.

Zur Erzeugung von UV-Strahlung werden Quecksilberdampf- oder Amalgamstrahler verwendet, die nach dem Prinzip einer gewöhnlichen Leuchtstoffröhre funktionieren. Diese Strahler haben jedoch einige Nachteile. Zu nennen sind u. a. eine geringe Lebensdauer, Energiekosten, Zeitspanne zwischen Einschalten und voller Funktion sowie eine aufwändige Entsorgung der ausgetauschten Strahler.

Im Bereich der Allgemein-Beleuchtung sind LEDs (Licht-Emitternde-Dioden) längst zum Stand der Technik geworden und verdrängen nach und nach konventionelle Beleuchtungsmethoden. LEDs benötigen zur Lichterzeugung nur einen Bruchteil des elektrischen Stromes. Sie sind ohne Vorlaufzeit sofort einsatzbereit und besitzen eine viel längere Lebensdauer. Dabei sind sie sehr klein und energiesparend. Auch bei der Desinfektion von Wasser sollen die Vorteile der LED-Technik genutzt werden. Hierzu müssen LEDs entwickelt werden, die im desinfektionswirksamen Bereich zwischen 240 und 280 nm UV-C-Strahlung emittieren. Gelingt die Herstellung solcher LEDs, sind viele neue Möglichkeiten der Wasserdeshinfektion denkbar.

Aktuell wird die Herstellung von UV-C-LEDs erforscht und erste Ergebnisse beweisen, dass ihre Herstellung möglich ist. Der Weg zur Marktreife, um ein Konkurrenzprodukt zu den konventionellen Lampen zur Erzeugung von UV-Strahlung darstellen zu können, ist aber noch weit. Wahrscheinlich wird dies erst in zehn Jahren möglich sein. Dabei ist nicht die Emission der richtigen Wellenlänge das Problem der Forscher, denn diese kann durch Kombination der Materialien gezielt eingestellt werden. Es ist die Leistung, die aufgrund von mehreren Einflüssen noch nicht ausreichend ist. Dies liegt vor allem an den Eigenschaften der Materialien, die sich zur Herstellung von UV-C-LEDs eignen.



Abbildung 12: Desinfektionsmodul zur Erforschung von UV-LEDs (Quelle: TU Berlin)

Mit den potentiellen Vorteilen, die die LED-Technologie in die Wasserdesinfektion einbringen kann, lassen sich heute schon Überlegungen zu ihrer zukünftigen Nutzung anstellen. Sie birgt ein großes Spektrum neuer Einsatzmöglichkeiten und weiterer Verbesserungen der bestehenden Einsatzmöglichkeiten der UV-Technologie. So könnten nicht nur in wasserarmen Gebieten der Erde mittels Solartechnologie UV-Desinfektionsgeräte betrieben werden, sie macht auch den Weg frei für neue innovative Möglichkeiten in der Trinkwasserversorgung hierzulande.

Auch wenn die Verwendung von LEDs zur Desinfektion von Trinkwasser in naher Zukunft noch nicht möglich ist, wird die UV-Technik zur Desinfektion heute und auch in Zukunft eingesetzt und dazu die konventionellen Erzeugungstechniken verbessert. Klassisches Einsatzgebiet sind die Wasserwerke der Wasserversorgungsunternehmen, aber auch in Kleinanlagen kommt die UV-Desinfektion zum Einsatz. Die DIN 2001 nennt die UV-Desinfektion sogar als bevorzugtes Desinfektionsverfahren.

Weiterhin gewinnen auch Desinfektionsanlagen im Bereich der Trinkwasser-Installation von Gebäuden Beachtung. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass durch die immer komplexeren Trinkwasser-Installationen, vor allem in großen Gebäuden, neue Risiken für die mikrobiologische Qualität des Trinkwassers entstehen. Hier stellt die UV-Desinfektion unterstützende Möglichkeiten zur Verfügung, um die Trinkwasserqualität aufrecht zu halten. Allerdings ersetzt keine Desinfektionstechnik die Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei Planung, Bau und Betrieb einer Trinkwasser-Installation.

Überprüfung der Wirtschaftlichkeit eines BHKW auf Energieeffizienz zur Nahwärmeversorgung

Dipl.-Ing. Christian Mertens

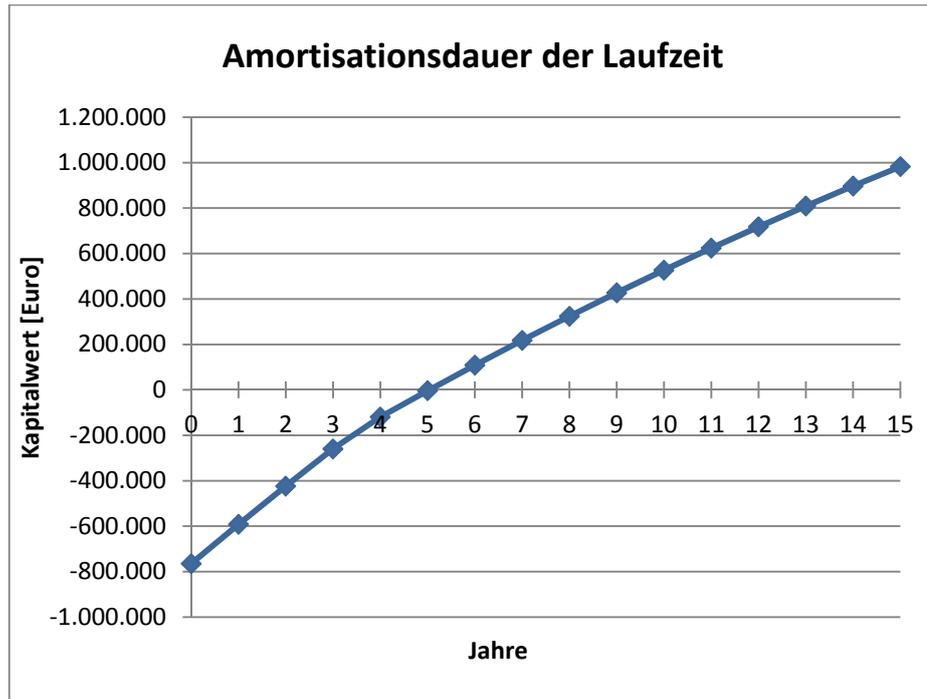
Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums:	29. Juli 2011
Studiengang:	Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung:	Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich:	Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Biogas GmbH Schulte



Für die Biogas GmbH Schulte aus Neuenkirchen bei Bramsche wurde zur Umsetzung der zu Verfügung stehenden Mengen an Biogas 2010 ein Blockheizkraftwerk errichtet. Dieses Blockheizkraftwerk sollte zur Erzeugung von Strom als stromführendes Kraftwerk betrieben werden. Dabei sollte die vom Kraftwerk abgegebene Wärme durch ein Schulzentrum und Wohngebiet über eine Nahwärmeleitung genutzt werden.

Ziel dieser Diplomarbeit war es dabei, das Blockheizkraftwerk auf Wirtschaftlichkeit zu überprüfen. Um die Wirtschaftlichkeit des Blockheizkraftwerkes nachzuweisen, wurden zunächst die Gesamterlöse aus der Vergütung des KWK-Gesetzes und des EEG-Gesetzes aufgestellt. Die Gesamterlöse aus dem Strom- und Wärmeverkauf wurden den Investitionskosten, wie z. B. Wartung und Brennstoffkosten, gegenübergestellt. Für diese war u. a. die Berechnung des Wärmebedarfs der gesamten Gebäude, aber auch die Dimensionierung des Blockheizkraftwerkes und des Rohrnetzes der Nahwärmeleitung zur Ermittlung der Investitionskosten von wichtiger Bedeutung.

Durch die Berechnung der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung konnte festgestellt werden, nach wie vielen Jahren die Investitionskosten der Anlage durch die Erlöse aus den Vergütungsgesetzen, sowie durch die Vergütung des Wärmeabnehmers gedeckt werden können. Die genannte Zeitspanne umfasst ca. 5 Jahre.



Nachteilig an der Anlage ist, dass nur ein relativ geringer Anteil des produzierten Nebenproduktes Wärme zum Heizen der Gebäude genutzt werden kann. Ein Großteil der erzeugten Wärme muss rückkühlend vernichtet werden, weil diese in den gegebenen Räumlichkeiten nicht benötigt wird. Alternativ wird nun überlegt, im Jahr 2012 in eine Korntrocknungsanlage zu investieren, um die überschüssige Wärme in den Sommermonaten Mai bis September sinnvoll einsetzen und nutzen zu können.

Eine weitere Lösung wäre, die abgegebene Wärme in einem nahegelegenen Siedlungsgebiet für die Wintermonate zu verwenden. Somit würde der Auslastungsgrad des Blockheizkraftwerks deutlich ansteigen und die Wirtschaftlichkeit eine deutlich höhere Effizienz erweisen.

Bewertung der Einflussfaktoren bei der Vorhaltung von Redundanzen in gastechnischen Anlagen am Beispiel einer Gasdruckregel- und Messanlage

Svenja Michels B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Burkhard Meyer
Datum des Kolloquiums:	13. September 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	Thyssengas GmbH, Dortmund



Diese Bachelorarbeit ist in Zusammenarbeit mit der Thyssengas GmbH in Dortmund entstanden.

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Gasdruckregel- und Messanlagen (GDRM-Anlagen) wird im Rahmen dieser Arbeit die Auslegung in Bezug auf ihre Redundanzen geprüft. Gleichzeitig wird die Frage beantwortet, ob es eine Möglichkeit gibt, für die Redundanzentscheidung eine Systematik abzuleiten und festzulegen. Und, ob es möglich ist, anhand bestimmter Randparameter und Einflussfaktoren zu bestimmen, welche Komponenten einer Anlage nicht redundant ausgeführt werden müssen ohne den Zuverlässigkeitswert einer Anlage zu reduzieren.

In der Technik wird der Begriff der Redundanz im Zusammenhang mit zusätzlichen, baugleichen oder zumindest vergleichbaren Anlagenkomponenten verwendet. Diese Bauteile sind dann redundant, wenn sie im störungsfreien Betrieb der Anlage nicht benötigt werden, im Störungs- oder Bedarfsfall aber die Funktion der ausgefallenen Komponente übernehmen können. In der Gasversorgung kann eine Redundanz die Vorhaltung einer Reserveschiene bedeuten. Sie erhöhen die Zuverlässigkeit einer Anlage, bzw. verringern die Ausfallwahrscheinlichkeit.

Für die Berechnungsgrundlage der Zuverlässigkeitswerte sind die Wartungs- und Störungszeiten von insgesamt sieben vergleichbaren Anlagen ermittelt worden. Zur Veranschaulichung der Berechnungen wurden beispielhaft die Redundanzen der Anlage in Oer-Erkenschwick betrachtet. In die Entscheidung zur Vorhaltung von Redundanzen müssen auf der einen Seite die Stillstands- und Ausfallzeiten, auf der anderen Seite aber auch individuelle Entscheidungsparameter wie die Netzstruktur herangezogen werden. Die Einflussfaktoren, wie Kunden im nachgeschalteten Netz, deren Versorgung in jedem Fall gewährleistet sein muss, beeinflussen im hohen Maße die Redundanzentscheidung und können nicht unberücksichtigt bleiben. Mit den Zeiten der Wartungen und Störungen, die aus einer Unternehmensstatistik entnommen wurden, konnten zunächst die Instandsetzungsraten und Ausfallraten der einzelnen Komponenten ermittelt werden. Auf dieser Basis wurden dann die Wahrscheinlichkeiten berechnet, mit denen eine Anlage sich im Ausfallzustand befindet.

Für eine einschienige Anlage ohne Redundanz besteht eine Ausfallwahr-

scheinlichkeit von gerundet 4 %. Im Netz der Thyssengas sind in den Anlagen jedoch immer Reserveschienen vorhanden. Für die redundanten Anlagen der Thyssengas verringert sich die Wahrscheinlichkeit des Ausfallzustandes auf nur noch 0,005 %. Die Anlagen der Thyssengas besitzen eine überaus hohe Zuverlässigkeit von 99,99 % die durch die Redundanzen in den Anlagen gewährleistet ist.

Eine generelle Handlungsempfehlung für alle Anlagen kann – in Bezug auf die Vorhaltung von Redundanzen – anhand der ermittelten Ausfallzeiten jedoch nicht abgeleitet werden. In die Entscheidungen zur Vorhaltung von Redundanzen fließen viele Aspekte mit ein. So beispielsweise die erheblichen Unterschiede der nachgeschalteten Netzstruktur bzw. der Kunden. Eine individuelle Betrachtung jeder Anlage durch die Netzbetreiber ist nach wie vor wichtig, um die Versorgung zu gewährleisten.

Sergej Miller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums:	16. Januar 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	



Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Fernwärme-Haus-Kompaktstation betriebsbereit aufgestellt und bilanziert. Es war auch wichtig aufzuzeigen wie sinnvoll die Nutzung von Fernwärme ist. Fernwärme wird als Abwärme aus einem Kraftwerksprozess ausgekoppelt und dem Kunden als leitungsgebundene Energie zur Wärmeversorgung als Heizwasser oder Dampf bereitgestellt.

Die Vorteile einer Fernwärmeversorgung liegen in ihrer hohen Effizienz und ihrer umweltschonenden Art. Wesentlicher Gesichtspunkt ist die Erhöhung des Wirkungsgrades von Kraftwerken, indem zwischen den Turbinenstufen die Wärmeleistung ausgekoppelt wird. Fernwärme eignet sich im Wesentlichen bei dichter Bebauung, denn durch die hohen Investitionskosten für das Leitungssystem und durch den Wärmeverlust über längere Strecken können keine dünnbesiedelten Gegenden mit Fernwärme versorgt werden. Hier setzt man heute bevorzugt dezentrale Nahwärmeleitungen mit BHKW ein.

Nichtsdestotrotz hat Fernwärme viel Vorteile die eine Versorgung sinnvoll machen. Da wären zum Beispiel geringe Investitionskosten für den Kunden, denn es wird kein Heizkessel benötigt, nur eine preiswerte Haus-Kompaktstation, sparsame und sichere Wärmeerzeugung, hohe Versorgungssicherheit und Klimaschutz.

Die Haus-Kompaktstation ist eine Kombination aus einer Übergabestation und einer Hauszentrale. Durch diese Bauweise können enorm viel Platz und auch Kosten eingespart werden. Die Haus-Kompaktstation beinhaltet die gleichen technischen Bauteile wie die getrennte Variante. Durch diese kompakte Bauweise entsteht im Haus ein zusätzlicher Raumgewinn. Außerdem braucht das Haus keinen Schornstein, was natürlich bedeutet, dass Ruß und Staub entfallen. Die Therme entfällt auch, da die Nutzwärme aus einem Kraftwerk kommt.

Die laufenden Kosten für den Kunden verringern sich um ein Vielfaches. Beim Versuchsstand übernimmt ein BHKW die Wärmeversorgung für die Haus-Kompaktstation.

Das BHKW besitzt einen Einzylinder 4-Takt-Verbrennungsmotor mit 580 ccm. Dieser Motor bringt eine thermische Leistung von 12,5 kW auf. Die Drehbewegung des Motors wird an einen wassergekühlten Asynchrongenerator abgegeben. Dieser wandelt die Bewegungsenergie in elektrische Energie um. Der Generator erzeugt eine elektrische Leistung von 5,5 kW.

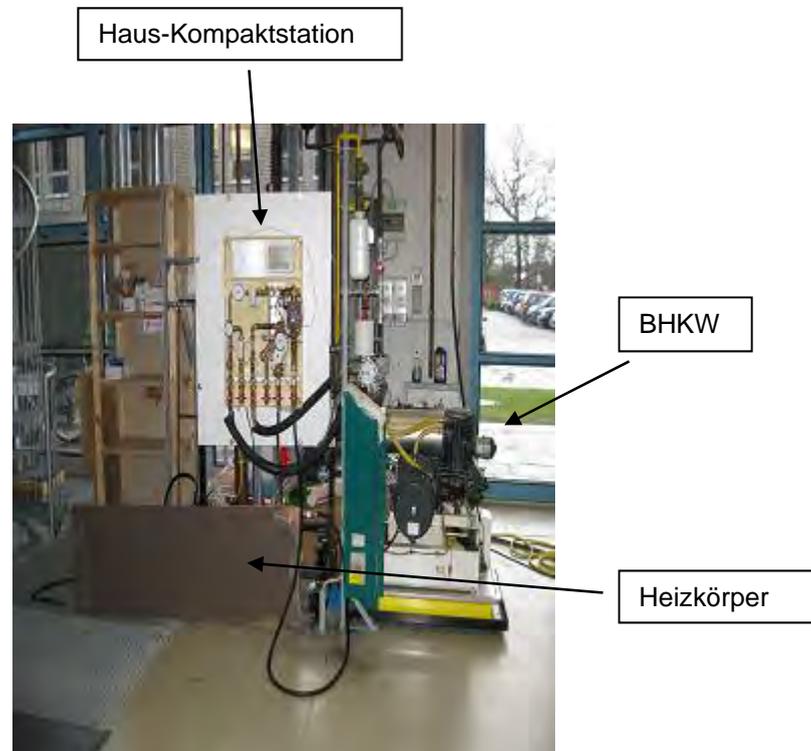


Abbildung des Versuchsstandes im Labor

Klaus Mindrup B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Ansgar Wilken
Datum des Kolloquiums:	15. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Ingenieurbüro Nordhorn, Münster



Um den hohen Energiepreisen entgegenzuwirken und dem gestiegenen Komfortanspruch an moderne Gebäude gerecht zu werden, kommt der Gebäudetechnik, insbesondere deren Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik stetig wachsende Bedeutung zu. Nachdem Ende der 80er Jahre erste Bussysteme zu diesem Zweck entwickelt wurden, bietet der Markt derzeit eine Vielzahl von Systemen mit unterschiedlichen Funktionsschwerpunkten. Häufig stellt es sich als schwierig heraus, für einen konkreten Anwendungsfall das geeignete Bussystem zu bestimmen und dessen Einsatz einem Investor plausibel zu machen.

Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Einblick in den derzeitigen Stand der Technik zu gewähren und eine Auswahl einiger am Markt etablierter Bussysteme vorzustellen. Abbildung 1 zeigt die entsprechende Übersicht.

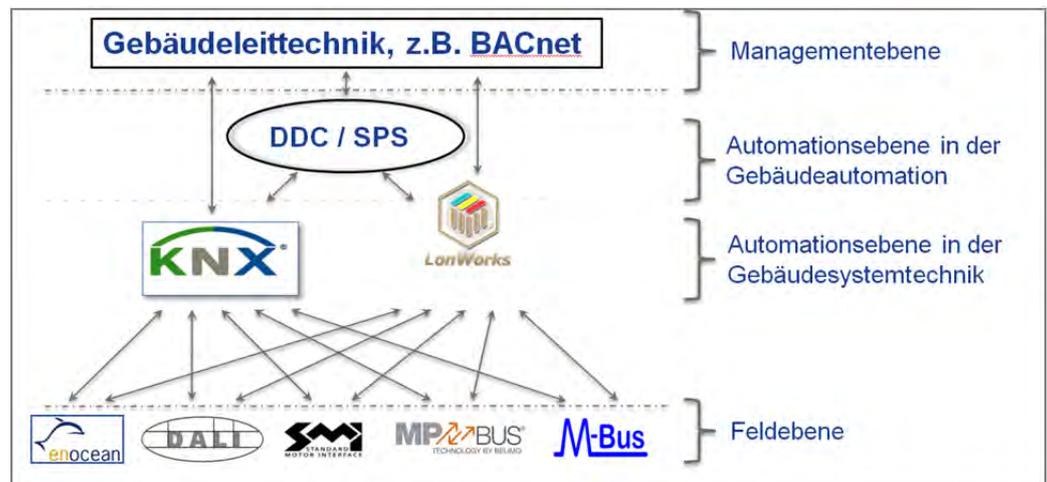


Abbildung 13

Schwerpunkt dabei waren die in der Gebäudesystemtechnik vertretenen Systeme KNX und das LonWorks-basierte Raumautomationssystem e-control der Firma Spega, Spelsberg Gebäudeautomation.

KNX ist ein auf den Funktionen der konventionellen Elektroinstallation aufbauendes Bussystem. Da es im Handwerk stark vertreten ist und umfassende Komfortlösungen anbietet, ist es derzeit führend im privaten Wohnungsbau.

Aber auch für die gewerbliche Nutzung, unter anderem in Büros, ist der KNX geeignet, um die Energieeffizienz der Gebäudetechnik zu steigern und deren Bedienung komfortabel zu gestalten.

Spega e-control ist ein, in erster Linie für Nichtwohngebäude spezialisiertes, Raumautomationssystem. Mit LonWorks Hard- und Software-Bausteinen ausgestattet, besitzt das e-control hohe Datenverarbeitungsraten und ist in der Lage, auch aufwändigere Mess-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben zu übernehmen und die Gebäudetechnik effizient zu betreiben.

Um diese Fähigkeit zu quantifizieren, lässt sich die e-control-Ausstattung gemäß der in DIN VDI 3813 Blatt 2 beschriebenen Raumautomationsfunktionen einstufen. Dies ist im besonderen Maße für Investoren interessant, deren Immobilien sich so in Gebäude-Energieeffizienz-Klassen nach DIN EN 15232 zertifizieren lassen.

Weitergehend wurde ein Modellaufbau erstellt. Dieser veranschaulicht einige repräsentative Raumautomationsfunktionen des e-control. Umgesetzt wurden die Funktionen Raumtemperaturregelung, Konstantlichtregelung und eine Verschattungsautomatik. Abbildung 2 zeigt dieses Modell.

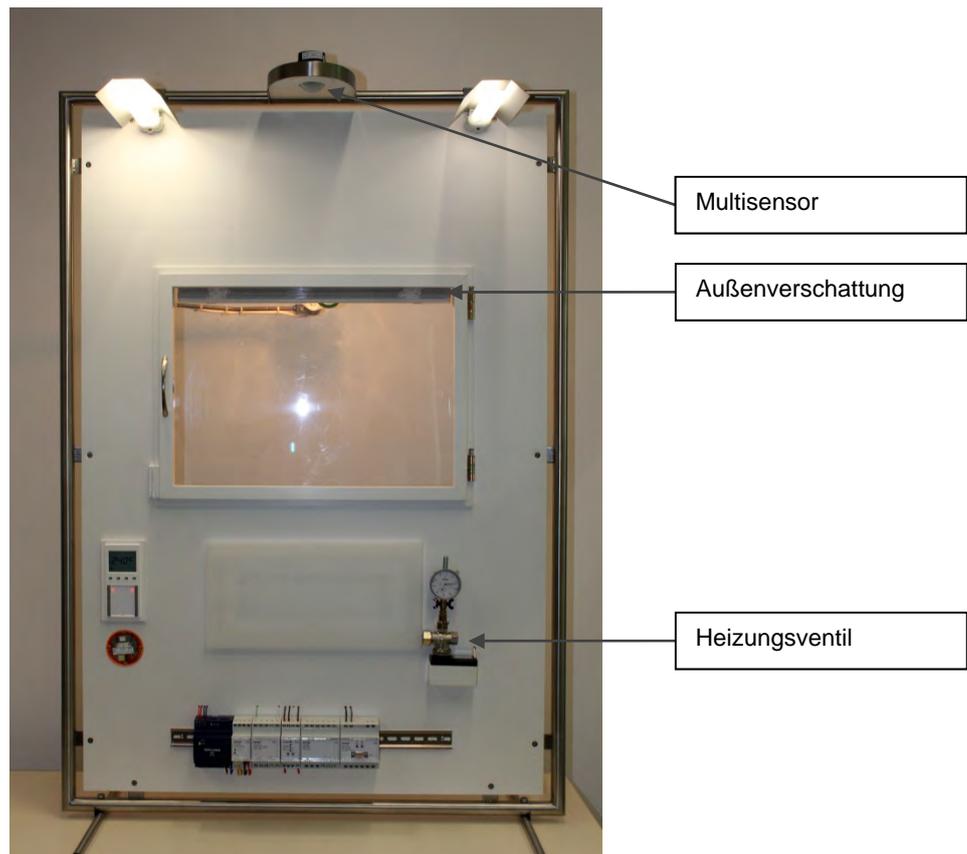


Abbildung 14

Untersuchungen von Korn- und Pulveraktivkohlen zur Aufbereitung von Flusswasser für die Grundwasseranreicherung

Dipl.-Ing. Sven-Alexander Niehues
Dipl.-Ing. Sebastian Pater

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

Datum des Kolloquiums: 01. Juni 2011

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: Stadtwerke Ochtrup



Die Stadtwerke Ochtrup möchten aufgrund der anwachsenden Bevölkerung in ihrem Versorgungsgebiet die Grundwasserförderung erhöhen. Dies lässt sich aber nur durch eine verstärkte Grundwasseranreicherung realisieren, was durch die Umlage der vorhandenen Flusswasserentnahme von der Steinfurter Aa zur Vechte erzielt werden soll. Für diese Maßnahme ist es erforderlich das Oberflächenwasser der Vechte vor der Versickerung von gelösten Schadstoffen zu entfernen. Für die Aufbereitung des Oberflächenwassers wurde im Vorfeld als wesentlicher Schritt die Adsorption an Aktivkohle festgelegt.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde ermittelt, welche Aktivkohleart (Pulver-/Kornaktivkohle) sich für die Adsorption der im Wasser befindlichen schädlichen Inhaltsstoffe eignet und welche optimalen Verfahrensschemata sich hieraus ergeben. Ferner wurde die Wirksamkeit einer Feinfiltrationsanlage untersucht, die im Hinblick auf den Einsatz von Kornaktivkohle erforderlich wird.

Für die verschiedenen Batchversuche wurden von zwei Aktivkohleherstellern jeweils eine Korn- und eine Pulveraktivkohle ausgewählt. Desweiteren wurde für die Batchversuche das Rohwasser aus dem Flusslauf der Vechte verwendet, welches vor den Versuchen mit Mikroschadstoffen angereichert wurde. Mit den Daten der Analysen wurden Adsorptionsisothermen erstellt. Anhand dieser Adsorptionsisothermen konnten die Aktivkohlen miteinander verglichen werden und jeweils eine Empfehlung für die beiden Aktivkohlearten ausgesprochen werden.



Bild 1: Kornaktivkohle



Bild 2: Pulveraktivkohle

Die Vorplanung eines Ingenieurbüros legte für die Adsorption an Kornaktivkohle eine Feinfiltrationsanlage fest, welche von uns auf die Wirksamkeit untersucht wurde. Hierzu haben wir mittels einer Pilotanlage Messungen der abfiltrierbaren Stoffe sowie der Trübung durchgeführt. Die hierbei ermittelten Ergebnisse konnten als sehr positiv bewertet werden, da keine abfiltrierbaren Stoffe sowie Trübstoffe über der Filtrationsfeinheit von 2 µm nachgewiesen werden konnten.

Abschließend wurde zu der jeweiligen Aktivkohleart ein mögliches Verfahrensschema erstellt, erläutert und die jeweiligen Vor- und Nachteile der Systeme gegenübergestellt.

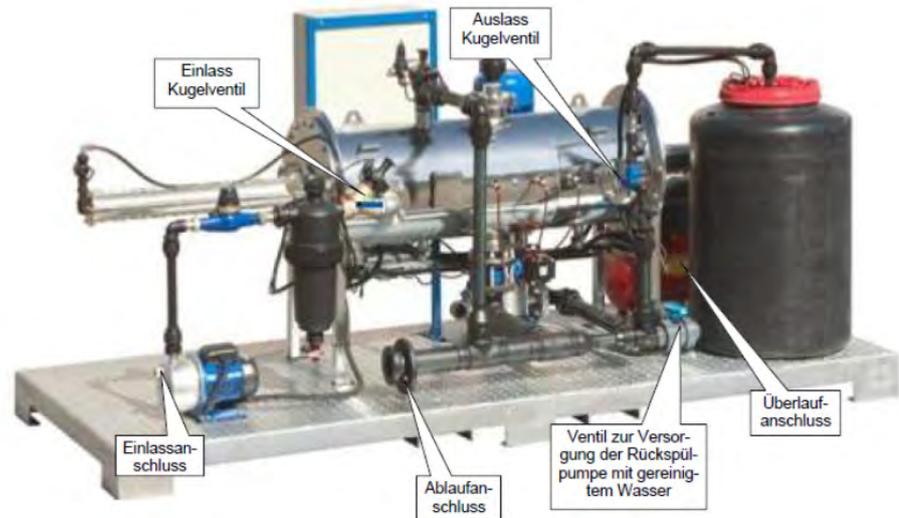


Bild 3: AMIAD AMF 5K-MT3-Pilotanlage

Energetische Optimierung eines Hallenfreibades - Optionaler Anschluss einer Nahwärmeleitung

Dominik Nowak B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Klaus Werthmann

Datum des Kolloquiums:

06. Juni 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

synPlan, Lilienthal

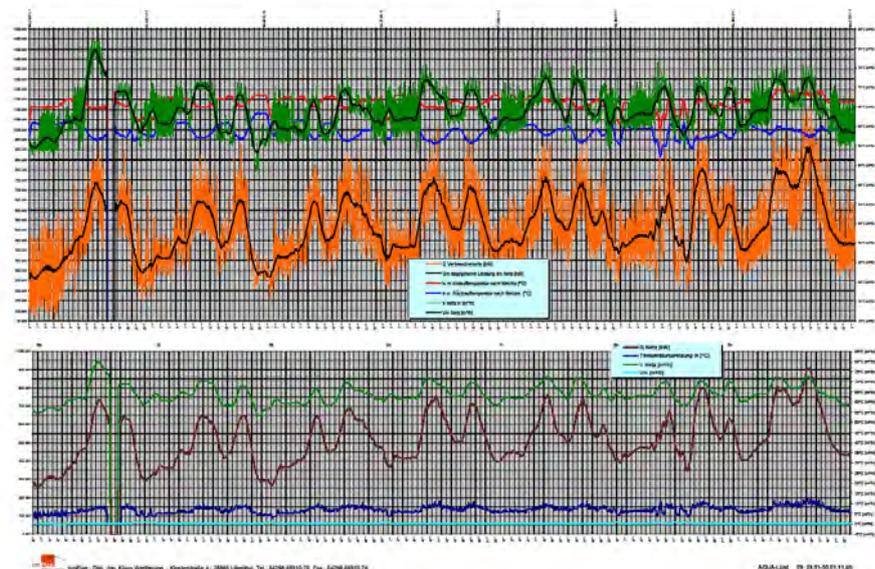


Die Aufgabe im Rahmen der Bachelorarbeit bestand darin, Aussagen über die Leistungsfähigkeit einer bestehenden Heizungsanlage eines Schwimmbades im Harz zu treffen. Des Weiteren wurde die Möglichkeit einer Nahwärmeversorgung untersucht.

Da es bei den Blockheizkraftwerken im Schwimmbad häufig zu Ausfällen durch defekte Anlasser gab, wurde eine Untersuchung der bestehenden Heizanlage veranlasst. Diese besteht aus 2 BHKW's und 2 Kesseln (ein Brennwert- und ein Niedertemperaturkessel).

Es sollte die Frage der Leistungsfähigkeit und der hydraulisch korrekten Einbindung beantwortet werden. Dazu wurden in der bestehenden Anlage die Volumenströme, Leistungen und Temperaturen gemessen. Es wurden mobile Ultraschall Messgeräte eingesetzt.

Des Weiteren wurden bestehende Wärmemengenzähler mit M-Bus-Modulen versehen und mittels PC ausgelesen. Diese Messdaten wurden in Diagrammen zur Visualisierung zusammengefasst.



Erkennbar waren Fehler in der Anbindung der Erzeuger und Verbraucher, hohe Volumenströme, geringe Temperaturspreizungen und hydraulisch falsche

Einbindungen. Eine Brennwertnutzung war ebenfalls, durch hohe Rücklauf-temperaturen, nicht möglich.

Durch Änderungen der hydraulischen Anbindung von Kesseln, BHKW's und Heizwasserspeicher können die Fehler behoben werden. Ein technisch korrekter Anschluss aller Anlagenkomponenten kann realisiert werden. Sinkende Stromkosten und Betriebskosten, sowie Verringerung des Maschinenverschleißes und die Nutzung des Heizwasserspeichers können nach den Umbaumaßnahmen erzielt werden.

Ein Anschluss der 400 Meter entfernten Stadthalle, sowie eines Verwaltungsgebäudes ist über eine Nahwärmeleitung möglich. Die zu übertragende Leistung von 500 kW ist nach Installation eines weiteren BHKW's mit 300 kW thermischer Leistung zu realisieren.

Analyse einer Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung unter wirtschaftlichen Aspekten**Philip Oenning B.Eng.**

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	22. Dezember 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kältetechnik

Der sparsame Umgang mit Energie wird auch in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Insofern ist es sinnvoll, dass man die Abwärme aus Kälteanlagen in anderen Prozessen wieder einsetzt.

Diese Bachelorarbeit zeigt eine Anlage, die diese Prozesswärme zur Trinkwassererwärmung nutzt.

Durch einen Kältemittelenthitzer wird die Abwärme aus der Kälteanlage in einen Pufferspeicher geladen. Diese Energie wird dazu genutzt, um kaltes Frischwasser mittels eines Plattenwärmetauscher vorzuwärmen, sodass die eigentliche Trinkwassererwärmung durch Fernwärme weniger Energie aufbringen muss.

Im wirtschaftlichen Teil dieser Arbeit wird deutlich gemacht, dass sich eine Investition in die Anlage auf jeden Fall lohnt.

Dieses wird zum einen durch den hohen positiven Kapitalwert von 43.892,92 € verdeutlicht. Zum anderen durch die geringe Amortisationszeit von 2,43 Jahren.

Es ist davon auszugehen, dass sich durch steigende Energiekosten für die Trinkwassererwärmung der Kapitalwert dieser Anlage zusätzlich verbessern wird. Auf der anderen Seite ist durch Änderungen der Gegebenheiten (z. B. Kälteanlagenparameter, Trinkwasserbedarf, Nutzungsprofil) eine Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit möglich. In diesem Fall wären eine neue Anlagenplanung und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erforderlich.

Messtechnische Ermittlung von Spitzenvolumenströmen in einem Bettenhaus der MHH – Entwicklung eines neuen funktionalen Zusammenhanges zwischen Summen- und Spitzenvolumenstrom

Dipl.-Ing. Frank Oettinger

Erstprüfer: Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. M. Lübbert

Datum des Kolloquiums: 15. Juni 2011

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

In Kooperation mit: Planungsgruppe VA GmbH, Hannover



Seit dem Sommer 2006 gilt in Deutschland die europäische Norm DIN EN 806 als technische Regel für Trinkwasserinstallation (TRWI).

Der Teil 3 der DIN 1988, Ermittlung der Rohrdurchmesser, sollte ersetzt werden durch die (DIN) EN 806 -, Berechnung der Rohrinne Durchmesser (- vereinfachtes Verfahren).

Die Diskussion, neben dem vereinfachten Verfahren auch ein differenziertes Verfahren nach Muster der DIN 1988-3 einzuführen, führte zu keinem Ergebnis. Man verwies auf die in den nationalen Regelwerken verfügbaren Methoden der DIN 1988- 3 und verständigte sich darauf diese beizubehalten und zu überarbeiten.

Im Rahmen dieser Überarbeitung bestand nun die Aufgabe darin den für die Berechnung der Rohrdimensionen einer Trinkwasserleitung benötigten Spitzenvolumenstrom in Abhängigkeit der Summenvolumenströme zu untersuchen.

Hierbei sollte speziell für Krankenhäuser (Bettenstation) die in der DIN 1988-3 Kap. 6.2.4 bestehende Formel der Gleichzeitigkeit überarbeitet werden und ein neuer funktionaler Zusammenhang zwischen Summen- und Spitzenvolumenströmen erarbeitet werden.

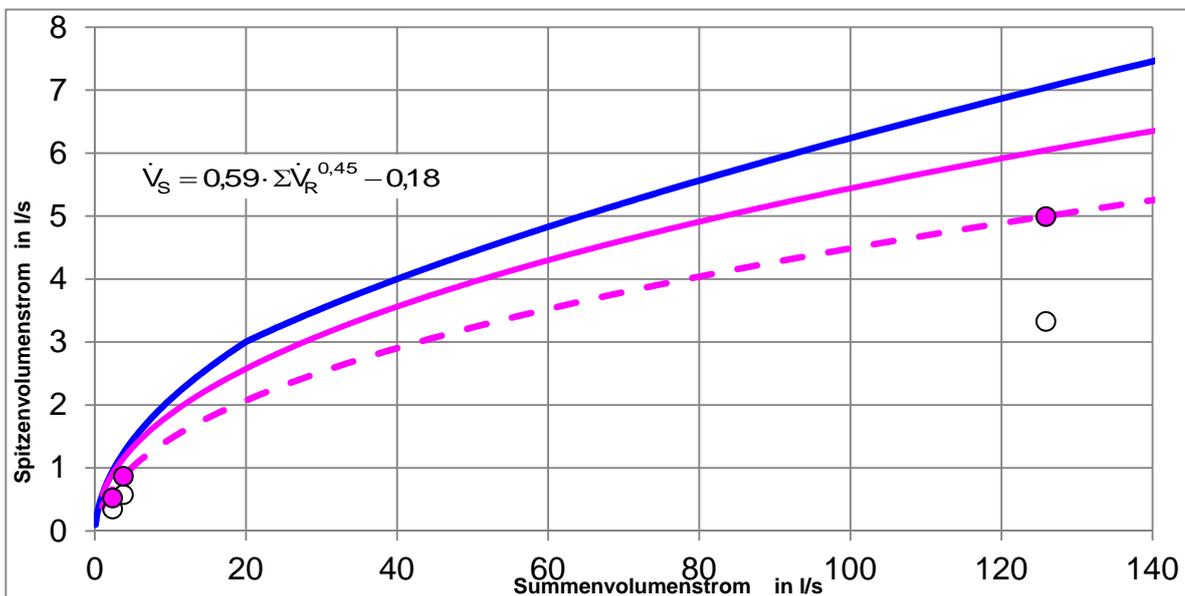
Grundlage für dieses Ziel bildete eine Messreihe zur Aufnahme von Spitzenvolumenströmen in einer bestehenden Trinkwasser-Installation der Medizinischen Hochschule Hannover.

Im Rahmen eines vorhergehenden Praxissemesters wurden 4 geeignete Messstellen erarbeitet, welche im Rahmen der Diplomarbeit realisiert worden sind.

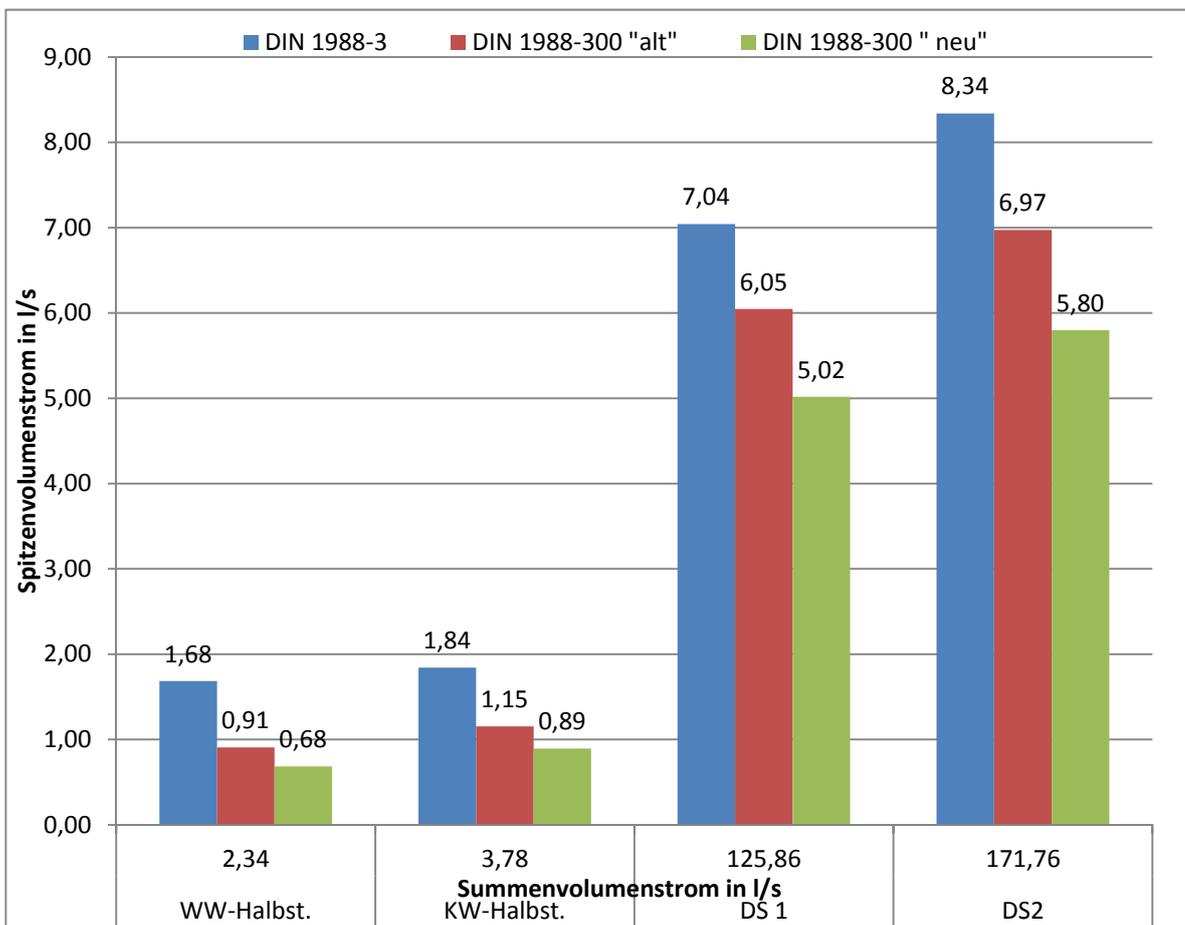
Gemessen wurde die Volumenströme und Temperaturen an 2 verschiedenen Druckstufen der Kaltwasserhauptversorgung des Gebäudekomplexes in der Sanitärzentrale sowie an der Kalt- und Warmwasserleitung der, als horizontaler Ring installierten, Trinkwasserverteilung auf einer Station in der 5. Etage.

Zu jeder Messstelle wurde der Tagesverlauf der Volumenströme in ein Diagramm aufgenommen. Des Weiteren wurde der Wasserverbrauch berechnet und ebenfalls in einem Diagramm dargestellt.

Nach Auswertung aller Messstellen und der Berechnung der vorhandenen Summenvolumenströme wurde der funktionale Zusammenhang zwischen Summenvolumenströmen und den aufgenommenen Spitzenvolumenströmen konstruiert und als möglicher Vorschlag für künftige Dimensionierung dargestellt :



Im Nachgang vergleicht man die berechneten Spitzenvolumenströme nach DIN 1988 Teil 3 mit denen der neu erstellten Kurve.



"Kraftwerk" Künstlerdorf Schöppingen - Grundlagenermittlung und Energieeinsparpotenziale

André Opalka B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 12. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich: Energietechnik

In Kooperation mit: Stiftung Künstlerdorf, Schöppingen



Das Künstlerdorf Schöppingen hat sich im Jahr 2010 mit dem Projektnamen „Kraftwerk Künstlerdorf Schöppingen“ für die Regionale 2016 beworben. Ziel des Projektes ist es, das Künstlerdorf zu einem „Kraftwerk“ weiterzuentwickeln, sodass mehr Energie erzeugt als verbraucht wird. Bevor dieses Ziel jedoch erreicht werden kann, muss im Hinblick auf den Klimaschutz und den zunehmenden CO₂-Emissionen zunächst Energie eingespart werden.

Inhalt dieser Bachelorarbeit ist somit die Grundlagenermittlung und die energetische Analyse des denkmalgeschützten Hauptgebäudes aus dem frühen 19. Jahrhundert, welches zum Gebäudekomplex des Künstlerdorfes Schöppingen gehört.



Das denkmalgeschützte Gebäude wurde 1988 saniert. Die gesamte Haustechnik wurde auf den damals aktuellen Stand der Technik gebracht. Bis heute wurden kaum Veränderungen am Gebäude und dessen Technik durchgeführt, sodass die gegenwärtige Anlagentechnik im Wesentlichen die der damaligen entspricht.

Für die energetische Betrachtung und Optimierung war zunächst eine Erfassung des Ist-Zustandes des Gebäudes mit seiner Anlagentechnik nötig. Die Berechnungen der Energiebilanz wurden mithilfe des Computerprogrammes

ENGP-Bautop 2009 von Archidisk nach dem Monatsbilanzverfahren durchgeführt. Mit den Ergebnissen aus der Energiebilanzrechnung wurden daraufhin energetische Sanierungsvorschläge getroffen und erläutert, die auch im Hinblick auf den Denkmalschutz zu realisieren wären. Ebenso wurden die möglichen Energieeinsparungen in Bezug auf den berechneten Jahres-Endenergiebedarf des Gebäudes sowie die Amortisationszeiten der einzelnen Modernisierungsvarianten berechnet.

Durch eine Modernisierung der Heizungsanlage und der Außenwände durch eine Innendämmung können ca. 50 % des berechneten Jahres-Endenergiebedarfes und ca. 43 % der berechneten CO₂-Emissionen eingespart werden.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass sich „Energieeffizienz und Denkmalschutz“ nicht gegenseitig ausschließen, sondern gleichermaßen zum langfristigen Erhalt beitragen.

Simon Ott B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

20. Dezember.2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



Der Ausbau der erneuerbaren Energien nimmt zunehmend einen größeren Stellenwert in der Energieversorgung ein. Mit dem Ziel der Bundesregierung bis zum Jahr 2020 den Anteil aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 35 % zu erhöhen, besteht Handlungsbedarf zur Integration der fluktuierenden Energieerzeugung.

Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Bachelorarbeit untersucht, inwieweit sich die Gemeinde Saerbeck energieautark versorgen kann. Die Untersuchung geht der Frage nach, ob eine Einbindung von Speichertechnologien eine umsetzbare und wirtschaftlich vertretbare Lösung darstellt. Als Referenzobjekt dient dazu der Bioenergiepark in Saerbeck.

Der Bioenergiepark liefert Strom und Wärme aus Wind, Photovoltaik und biogaserzeugenden Anlagen. Es wurden verschiedene Speichertechnologien einander gegenübergestellt, um die geeignetste technische Lösung zur Integration zu ermitteln. Für die Ermittlung des Speicherbedarfs wurde der Bedarf der Gemeinde mit der Energiebereitstellung verglichen. Aus den bereitgestellten Daten wurden ein Lastgang und ein Profil der erneuerbaren Energieanlagen für ein Durchschnittsjahr erstellt. Aus der Abb.1 ist ersichtlich, dass die elektrische Energiebereitstellung in der Regel höher ist als die benötigte Energiemenge. Zu Zeiten, an denen der Energiebedarf höher ist, als die Bereitstellung, wird Strom aus einem zuvor geladenen Energiespeicher genutzt.

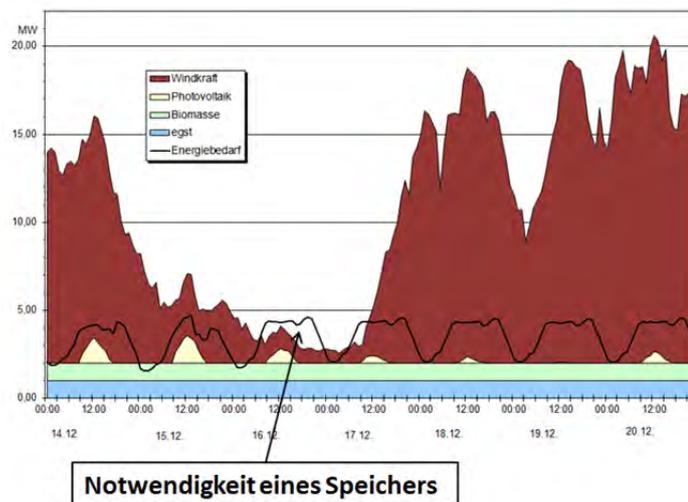


Abb. 3: Elektrischer Energiedarf und Bereitstellung Saerbeck

Für den thermischen Bedarf der Gemeinde wurde die Wärmebereitstellung aus der Biogasanlage und der Bioabfallbehandlungsanlage mit dem Wärmebedarf verglichen. In der Abb. 2 wird deutlich, dass der Bioenergiepark nur einen geringen Anteil zur Wärmebedarfsdeckung beitragen kann.

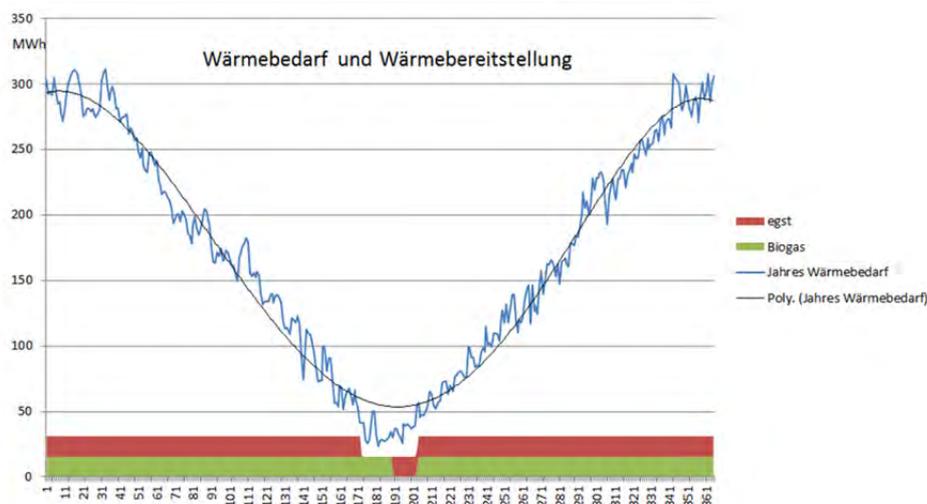


Abb. 4: Wärmebedarf und Wärmebereitstellung Saerbeck

Für die benötigten Speicher werden zwei unterschiedliche Konzepte erstellt. Zum einen ein Betrieb nach den vorgegebenen Betriebsweisen der Hersteller, zum anderen eine bedarfsoptimierte Betriebsweise. Durch die Vorgaben der Hersteller besteht nur die Möglichkeit der elektrischen Energiespeicherung, bedingt durch die Vollast-Auslegung der Blockheizkraftwerke. Der überschüssige Strom wird zu Methan umgewandelt und für die Wärmebereitstellung genutzt. Im zweiten Konzept werden vorzugsweise die Photovoltaik und Windkraft genutzt. In den Zeiträumen, in denen diese den Bedarf der Gemeinde nicht bereitstellen können, wird aus einem Gasspeicher Gas entnommen und in einem Blockheizkraftwerk verstromt.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass eine vollständige Selbstversorgung aktuell sowohl wirtschaftlich und auch durch die bereitgestellte Energiemenge noch nicht darstellbar ist. Eine Unabhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz ist dagegen möglich. Die Speicherung von Strom ist aber zurzeit für den Endverbraucher unwirtschaftlich. Das Potenzial einer Speicherung aus fluktuierenden Erzeugungsanlagen ist, bedingt durch die hohen Kosten für die Anlagenbetreiber, derzeit nicht zu empfehlen.

Des Weiteren wurde ein zusätzliches Konzept für die Einbindung eines Speichers in das Verbundnetz betrachtet. Dabei ergab sich, dass ein Speichereinsatz für einen Netzbetreiber sinnvoll ist. Der Netzbetreiber kann Energie in Zeiten des geringen Bedarfs speichern und zu Zeiten der höchsten Preise an der Strombörse veräußern. Zudem können Netzausbaukosten und die Abschaltzeiten der schwankenden Energieanlagen verringert werden.

Im Hinblick auf die Zukunft werden Energiespeicher notwendig, um die fluktuierenden Energien bedarfsorientiert zu speichern. Die vorliegende Arbeit leistet dazu einen entsprechenden Beitrag.

Peter Otting B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Marc Osterhold

Datum des Kolloquiums: 29. August 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluftechnik

In Kooperation mit: Ingenieurbüro Jager und Partner, Osnabrück



In dieser Bachelor-Abschlussarbeit wurde die Planung einer Klimaanlage für eine Produktionshalle der Fa. Pöppelmann behandelt. Das Ziel war es, eine Klimaanlage auszulegen, die die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit in der Halle erfüllt und dabei möglichst wirtschaftlich und umweltfreundlich arbeitet.



Abb. Fa. Pöppelmann – Standort Lohne

Um dann mit der Auslegung der Lüftungskonzepte beginnen zu können, wurde zunächst die Abwärmeleistung der Produktionsmaschinen ermittelt. Dabei kam heraus, dass ganzjährig eine Last von 790 kW abgeführt werden muss, was zur Folge hat, dass die Halle das ganze Jahr gekühlt werden muss. Deswegen bestand die Hauptaufgabe in dieser Bachelorarbeit darin, eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Art der Kälteerzeugung zu finden.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden mehrere Anlagenkonzepte untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass nur zwei Anlagenvarianten für dieses Projekt infrage kamen. Als Variante I wurde eine Klimaanlage mit indirekter Verdunstungskühlung betrachtet. Die zweite Variante war eine Klimaanlage mit einer Kompressionskältemaschine.

Die Anlagenvariante I mit der indirekten adiabatischen Kühlung ist laut den technischen Daten des Geräteherstellers auf einen maximalen Volumenstrom von 48.000 m³/h begrenzt. Es wurden vier dieser Geräte eingeplant. Somit ergab sich ein Gesamtvolumenstrom für die Produktionshalle von 192.000 m³/h.

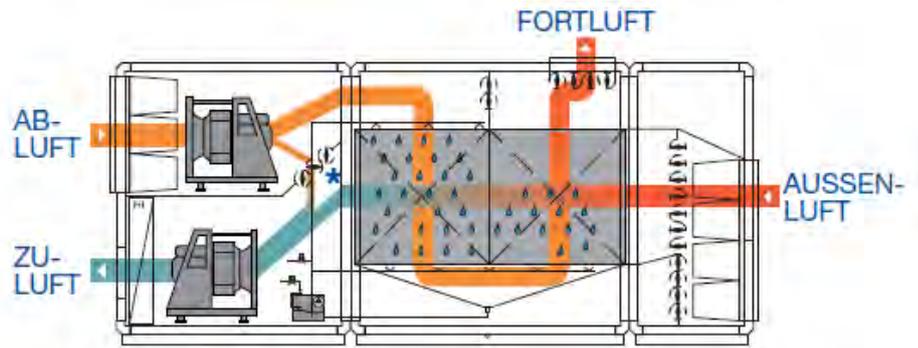


Abb. Betriebszustand des Klimagerätes mit Verdunstungskühlung im Sommerfall

Danach erfolgte eine Berechnung der Luftzustände bei vorher festgelegten Außenluftbedingungen. Dabei kamen die folgenden Raumtemperaturen in 1,8 m über dem Fußboden heraus:

$$BP\ 1 (\vartheta_1 = 32,5^\circ C ; \varphi_1 = 40\% r.F) \rightarrow \vartheta_R = 29,7^\circ C$$

$$BP\ 2 (\vartheta_1 = 27,5^\circ C ; \varphi_1 = 45\% r.F) \rightarrow \vartheta_R = 26,1^\circ C$$

$$BP\ 3 (\vartheta_1 = 22,5^\circ C ; \varphi_1 = 55\% r.F) \rightarrow \vartheta_R = 23,0^\circ C$$

Aus den zuvor berechneten Luftzuständen ließ sich dann auch die Kälteleistung der Variante I berechnen. Um dann die Jahreskälteleistung zu ermitteln, wurden die meteorologischen Daten der Stadt Hannover zugrunde gelegt (gleiche Klimaregion wie Lohne). Aus diesen Daten konnte die Anzahl der Betriebsstunden pro Jahr für jeden der drei Betriebspunkte ermittelt werden und damit dann auch die Jahreskälteleistung der Variante I.

Um dann die Betriebskosten der beiden Anlagenvarianten vergleichen zu können, wurde die Anlagenvariante II mit der Kompressionskältemaschine auf dieselbe Jahreskälteleistung ausgelegt. Das bedeutet, dass die Variante II auch die gleichen Zuluft- und Raumtemperaturen erreicht.

Dabei kam heraus, dass die Anlagenvariante I mit der Verdunstungskühlung geringere laufende Kosten pro Jahr verursacht als die Anlage mit der Kompressionskältemaschine. Dafür war aber die Variante II bei den Investitionskosten günstiger. Daraus ergab sich, dass sich die Anlagenvariante I erst nach 45,5 Jahren bzw. 14 Jahren amortisiert. Da die Amortisationszeit nach VDI 2067 Blatt1 bei unter 20 Jahren liegen muss (Lebensdauer des Befeuchters oder der Kältemaschine), ist die Anlagenvariante I nur mit dem Einsatz der Jalousieklappen wirtschaftlich.

Ein großer Vorteil der Klimaanlage mit Kompressionskältemaschine ist, dass sie unabhängig von der Außenluftfeuchtigkeit immer die geforderte Kühlleistung erbringt. Das ist bei der Anlage mit der Verdunstungskühlung anders. Hierbei ist es so, dass je höher die relative Außenluftfeuchtigkeit ist, desto kleiner wird die Kühlleistung. Deswegen hat die Variante II klare Vorteile in Bezug auf Komfort und Funktionalität für die Produktionshalle.

Dafür ist aus ökologischer Sicht die Klimaanlage mit der Verdunstungskühlung zu bevorzugen. Sie hat einen geringeren Stromverbrauch und benötigt auch kein umweltschädliches Kältemittel. Es wird nämlich für die Kälteerzeugung nur Wasser und Luft benötigt.

Dipl.-Ing. Thomas Overhamm

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Stefan Probst

Datum des Kolloquiums: 16. Mai 2011

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft



In meiner Diplomarbeit befasse ich mich mit dem Verhältnis von Anlagentechnik zur Dämmung, insbesondere wie man durch Verbesserung der Technik Kosten bei der Dämmung eines Gebäudes einsparen kann unter Zuhilfenahme der Software Dämmwerk 2010.

Nach Eingabe der Gebäudemaße, Wandaufbauten, Dachaufbauten, Fenster und Türen sowie der Anlagentechnik werde ich die Anlage durch Unterstützung von Solarenergie, Wärmepumpen, Kombination aus beiden Energiegewinnungsmöglichkeiten wie auch durch die Benutzung eines BHKW mit KWK verbessern und kann dadurch die Dämmung reduzieren.

Versuchsobjekt zur Erlernen der Software ist das Hotel „Zur Alten Tenne“, welches im Jahre 2000 kernsaniert wurde und trotz alledem die Anforderungen mit Ausnahme einer Wand erfüllt.

Die Referenzgebäude sind das Seat Autohaus und Conrad Autoteile.

Sie sind im Jahre 2010 geplant worden.

Alle Gebäude sind mit zwei Zonen ausgestattet. Die Referenzgebäude habe die Zone 1 mit 21 °C und die Zone 2 mit 17 °C.

Die Ergebnisse der Untersuchung habe ich in einer Tabelle zusammengefasst.

Das Fazit meiner Untersuchung ist, dass die EnEV 2009 lässt, in Bezug auf Anlagentechnik zur Gebäudedämmung keine Spielräume mehr zu. Errichtet man also ein Nichtwohngebäude nach EnEV 2009 neu und versucht, durch die eine verbesserte Anlagentechnik an der Dämmung Einsparungen zu erzielen, so ist dieses nicht möglich. Die Gebäude werden nach maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten gebaut. Durch verbesserte Anlagentechnik schont man die Umwelt jedoch nicht die Baukosten, es sei denn, dass Förderprogrammen im Bereich erneuerbaren Energien in Anspruch genommen werden können.

Objekt	Zeitpunkt	Einsparung in %	U-Wert	U-Wert	U-Wert
Heizungsdämmung					
EnEV Wert Jahresprimärenergiebedarf in kWh/m²a	270		U-Wert ca. 0,35	U-Wert ca. 0,35	U-Wert AW
Jahresprimärenergiebedarf nach EnEV 2009 für Konv. Heizung in kWh/m²a	280,5	U-Wertbegrenzung OK	Wärmepumpe	Wärmepumpe	Wärmepumpe
Gebäudedämmung in mm	100	0	0,27	0,27	0,28
mit ca. 100 mm Dämmung (100er) kWh/m²a	232,228,9	U-Wertbegrenzung OK	ja	ja	nein
Gebäudedämmung in mm	100/80	80	0,33	0,34	0,487
mit ca. 100 mm Dämmung (100er) kWh/m²a	243,228,3	U-Wertbegrenzung OK	ja	ja	nein
Gebäudedämmung in mm	100/80	80	0,33	0,34	0,487
Heizwärmepumpe & KW unterstützend kWh/m²a	217,3221,9	U-Wertbegrenzung OK	ja	ja	nein
Gebäudedämmung in mm	100/80	80	0,33	0,34	0,487
Gebäudedämmung in mm	100/80	50	0,28	0,29	0,334
Heizwärmepumpe & KW unterstützend mit Solar kWh/m²a	207,2222,4	U-Wertbegrenzung OK	ja	ja	nein
Gebäudedämmung in mm	100/80	80	0,33	0,34	0,487
mit ca. 100 mm Dämmung (100er) kWh/m²a	189,7220,1	U-Wertbegrenzung nicht OK	nein	nein	nein
Gebäudedämmung in mm	100/10	90	0,48	0,52	1,003

Hannes Peters B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Andreas Winkels M.Sc.

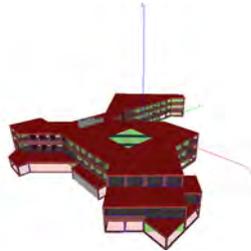
Datum des Kolloquiums: 31. August 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Energietechnik

In Kooperation mit: Winkels Behrens Pospich Ingenieure für Haustechnik GmbH, Münster



Gegenstand dieser Arbeit war die Entwicklung von Maßnahmen für die Hauptstelle der Sparkasse Grafschaft Bentheim zu Nordhorn, zur Erhöhung des sommerlichen Komforts. Das Gebäude wurde 1981 errichtet und 1998 ausgebaut. Beim Ausbau wurde ein Neubau errichtet, der an das bestehende Gebäude angrenzt.



Für den Neubau war eine Nachtkühlung geplant worden, welche allerdings nicht wie gewünscht funktioniert.

Das untersuchte Gebäude heizt sich an Sommertagen in Teilen stark auf. Insbesondere sind davon bisher ungekühlte Bereiche, aber auch die gekühlte Kassenhalle betroffen.

Die Arbeit hatte die Zielsetzung zu untersuchen, inwiefern sich die Lasten nach einer umfangreichen geplanten Sanierung der Fassade und der Fenster des Altbaus verhalten. Des Weiteren war ein Konzept für die Klimatisierung, speziell für die Kühlung dieses Objekt zu entwickeln. Dabei wurden auch die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht. Am Ende der Betrachtung wurde ein Vergleich zwischen der Sanierung des Gebäudes und einem theoretischen Abriss und Neubau aus ökologischer sowie ökonomischer Sicht gezogen.

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass ein Abriss und Neubau des Gebäudes aufgrund einer hohen Amortisationszeit aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht zu vertreten ist.

Es wird dem Auftraggeber auf Basis seiner Anforderungen empfohlen, eine neue kompakte Kältemaschine auf dem Dach zu installieren. Diese Anlage soll die Kühllasten des Gebäudes unter Einsatz von Umluftgeräten abdecken.

Die Nutzung erneuerbarer Energien wird als sinnvoll erachtet, ein Teil der Kühllasten kann durch Erdbohrungen auf dem anliegenden Parkplatz abgedeckt werden, zudem wird die Installation einer Photovoltaik Anlage auf dem Dach empfohlen.

Technische Betrachtung und wirtschaftliche Gegenüberstellung eines Blockheizkraftwerks und einer Kesselanlage zur thermischen und elektrischen Versorgung der Dörenberg – Klinik Bad Iburg mit Anbindung des Kurhotels „Im Park“ über eine Fernwärmeleitung

Stefan Peuker B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Christian Leugers

Datum des Kolloquiums: 29. September 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit: Teutoburger Energie Netzwerk e. G., Hagen a. T.W.

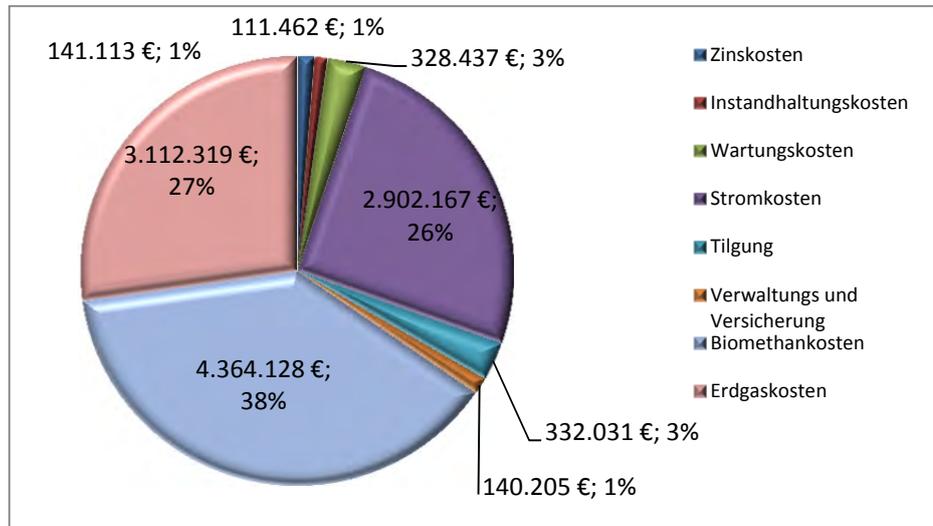


Aufgrund der prognostizierten Steigerung der Energiepreise ist Energiecontracting meiner Meinung nach eine Möglichkeit, aus der sowohl Contractingnehmer, als auch -geber ihre Vorteile ziehen können. Dazu gehört allerdings eine sorgfältige Planung im Vorfeld, das Abwägen verschiedener Alternativen sowie die Beachtung sämtlicher Einflussfaktoren. Im betrachteten Fall kommt hierzu lediglich die Verwendung eines BHKWs in Betracht, da eine Versorgung mittels einer Kesselanlage nur zu einem deutlich höheren Wärmepreis wirtschaftlich lukrativ ist.

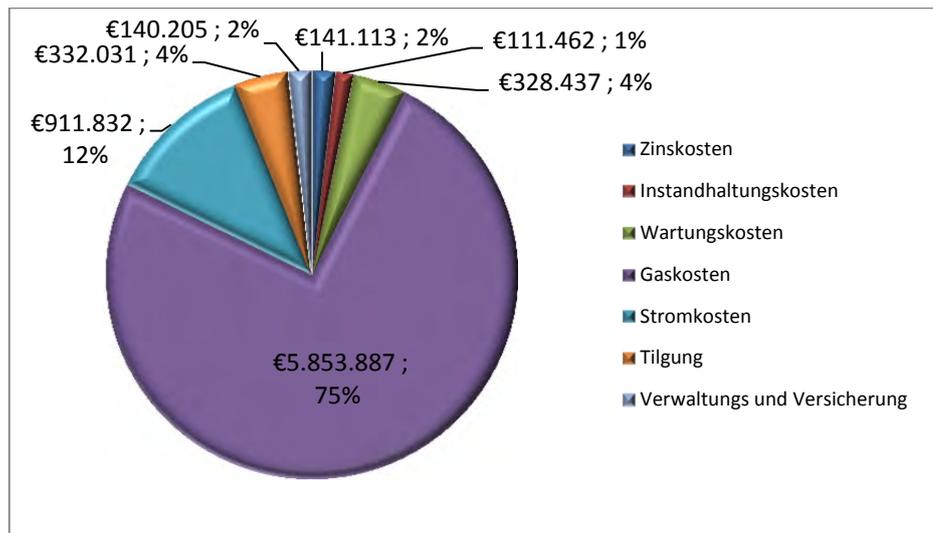
Um ein BHKW optimal betreiben zu können, sollte es möglichst 5.000 – 8.000 Stunden im Jahr betrieben werden. Der hierbei erzeugte Strom kann entweder ohne große Transportverluste direkt vor Ort genutzt, oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die dabei entstehende Wärme wird dabei zur Erwärmung von Heiz- und Brauchwasser genutzt. Die restliche Wärmemenge, welche im BHKW nicht erzeugt werden kann, wird durch einen gasbetriebenen Spitzenlastkessel bereitgestellt. Dabei ist es, gerade in einem Krankenhaus, besonders wichtig, dass die Versorgung redundant ausgelegt ist, um bei einem eventuellen Ausfall einer Anlagenkomponente die Versorgung garantieren zu können. Das BHKW CC 179 ist für die Versorgung der Dörenberg – Klinik Bad Iburg und des Kurhotels „Im Park“ gut geeignet, da es bei den vorliegenden Verbrauchswerten mit einer Laufzeit von circa 8.200 Stunden eine große Menge Strom erzeugen und nahezu die komplett benötigte Grundwärmemenge bereitstellen kann.

Aufgrund der durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnung lässt sich die Aussage treffen, dass sich ein erdgasbetriebenes BHKW besser eignet als ein biomethanbetriebenes BHKW ist. Dies kommt durch die deutlich höheren Kosten des Biomethans im Gegensatz zu Erdgas. Bei einer benötigten Gesamtwärmemenge von 4.056.076 kWh und einer Gesamtstrommenge von 1.375.044 kWh ergeben sich bei der Variante „Erdgas-BHKW“ Kosten in Höhe von 7.818.967 € und bei der Variante „Biomethan-BHKW“ in Höhe von 11.431.862 €.

Hier nun eine Übersicht über die Kostenverteilung der Erdgas-BHKW und der Biomethan-BHKW Variante:



Kostenverteilung Biomethan BHKW



Kostenverteilung Erdgas-BHKW

Zwar lassen sich in beiden BHKW Varianten positive Erträge erwirtschaften, allerdings fallen diese beim Einsatz von Erdgas deutlich höher aus. Neben der Tatsache, dass diese Variante den meisten Ertrag generiert, bietet sie, da die EK-Rendite oberhalb der angestrebten 9 % liegt, außerdem den größten Handlungsspielraum bei den anstehenden Vertragsverhandlungen. Dies führt dazu, dass die Chancen zu einem erfolgreichen Vertragsabschluss zu kommen deutlich steigen.

Nach der technischen Betrachtung und dem durchgeführten wirtschaftlichen Vergleich bin ich zu dem Schluss gekommen, dass die Variante „Erdgas BHKW“ die optimale Lösung zur zukünftigen thermischen und elektrischen Versorgung der Dörenberg – Klinik Bad Iburg und des Kurhotels „Im Park“ darstellt.

Markus Pfeiffer B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Frank Elingmann, MBA

Datum des Kolloquiums: 21. Dezember 2011

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

In Kooperation mit: Schönox GmbH, Rosendahl

Das Thema Energieeffizienz erhält durch steigende Rohstoffpreise, knappere Rohstoffvorkommen und stärkere gesetzliche Bestimmungen auch im industriellen Bereich immer mehr Berücksichtigung.

Die Schönox GmbH, als Mitglied der AkzoNobel Unternehmensgruppe, entschied sich daher neben den vorhandenen Zertifizierungen nach DIN EN 9001 und DIN EN 14001 ein Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 einzuführen. Neben den organisatorischen und strukturellen Aspekten der Norm war es nötig ein Energiemessdatensystem einzuführen. Dieses System sollte die Energieflüsse im Unternehmen sichtbar machen und somit als Bewertungsgrundlage detaillierte Informationen über die Energiebezüge liefern.

Hierfür wurde eine Messstruktur ausgearbeitet, die die wichtigsten Verbraucher der entsprechenden Energieträger wie Gas, Wasser und Elektrizität aufnimmt. Intelligente Messgeräte wurden installiert und konfiguriert. Die Messdaten wurden auf Plausibilität geprüft. Über das Firmennetzwerk werden die Werte in einer Datenbank gesammelt und über eine Websoftware der Firma Dezem GmbH visualisiert.

Neben der Darstellung einzelner physischer Messstellen wurden die Energiebezüge einzelnen Kostenstellen, wie etwa den einzelnen Produktionsbereichen oder dem Verwaltungsgebäude, zugeordnet. Die Ausarbeitung aussagekräftiger Kennwerte, wie etwa die Energiemenge pro produzierter Menge oder den Kohlenstoffdioxidemissionen durch den Bezug von Elektrizität und Erdgas, dient zur besseren energetischen Beurteilung.

Die Resultate münden in einem monatlichen Energiereport, der die Energiebezüge des Unternehmens detailliert darlegt.

Definition und Einführung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN 16001

Marius Pigulla B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Markus Böhm
Datum des Kolloquiums:	31. August 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Viessmann Werke GmbH & Co. KG, Allendorf (Eder)



Die globale Erwärmung der Erdatmosphäre stellt unsere Gesellschaft vor energietechnische Herausforderungen. Jeden Tag werden neue Technologien erforscht, um Produkte und Systeme energieeffizienter zu gestalten. Um jedoch die Ziele der deutschen Bundesregierung – bis 2020 die CO₂-Emissionen um 40 % gegenüber 1990 zu senken – müssen nicht nur die Industriegüter selbst energieeffizient sein, sondern auch der davorliegende Produktionsprozess mit allen dazugehörigen Faktoren. „Energiemanagementsysteme tragen dazu bei, die Energieeffizienz in Organisationen zu erhöhen und sie sind ein Instrument zur kontinuierlichen Hebung von Energiesparpotenzialen. Durch die dabei erzielbaren Kostenentlastungen stärken sie die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen“, argumentiert Dr. Norbert Röttgen – Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Jedoch nicht nur die finanziellen Vorteile, bedingt durch Steuerentlastungen und Kosteneinsparungen durch energieeffiziente Prozesse, sondern auch Imagegewinne für das Unternehmen aufgrund ökologischer Nachhaltigkeit bei vermindertem CO₂-Ausstoß sind Motivation für die Einführung eines Energiemanagementsystems. Am Hauptsitz der Viessmann Werke in Allendorf (Eder) ist es gelungen, ein Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 erfolgreich zu zertifizieren.

Die Bachelorarbeit soll zum einen darstellen, wie ein Energiemanagementsystem definiert und eingeführt wird. Zum anderen soll anhand dieser Arbeit die Möglichkeit bestehen, ein solches Energiemanagementsystem an weiteren Standorten der Viessmann Gruppe einzuführen und die Basis zu dessen Aufrechterhaltung zu legen.

Die Firma Viessmann hat die notwendigen Strukturen geschaffen, um den Ansprüchen der Norm gerecht zu werden. Richtlinien und interne Dokumente bilden eine einheitliche Basis, auf der personelle sowie organisatorische Verantwortlichkeiten und Vorschriften geschaffen sind, die die Abläufe innerhalb des Energiemanagementsystems sicherstellen. Mit den erläuterten Strukturen der DIN EN 16001 und der konkreten Umsetzung am Standort Allendorf (Eder) ist sowohl Definition und Umsetzung eines EnMS erklärt worden als auch eine Adaption für Gesellschaften der Viessmann Gruppe für ein eigenes Energiemanagementsystem möglich.

Durch die Projektion der theoretischen Grundlagen des theoretischen Teils der Bachelorarbeit auf den praktischen Anwendungsfall ist es gelungen, Anwendern Rückschlüsse für ein eigenes Energiemanagementsystem zu ermöglichen.

Entwicklung eines modularen Smart Home Konzeptes für einen Energieversorger

Patrick Pohl M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Datum des Kolloquiums: 17. Oktober 2011

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

In Kooperation mit: EWE Energie AG, Oldenburg



Die Bereitstellung der Energie steht heute zumindest in Deutschland im Wandel. Die Regenerativen Energien wie z. B. Windenergie, Biomasse und Photovoltaik, sollen in den kommenden Jahren zuerst die Atomkraft und später einen großen Teil der fossilen Erzeuger ablösen. Die Umgestaltung der Erzeugung muss zwangsweise mit der Effizienzsteigerung des Verbrauchs einhergehen, um die Ziele der Bundesregierung zu realisieren.

Eine Möglichkeit effizienter mit der Energie in einem Haushalt umzugehen ist eine intelligente Gebäudesteuerung, die die Bewohner in ihrem Handeln unterstützt.

Das Ziel der Thesis war es für einen Energieversorger verschiedene gängige SmartHome Konzepte zu untersuchen und im Anschluss daran zusammen mit dem EVU ein eigenes Konzept zu entwickeln. Dabei stand im Vordergrund, dass die Steuerungen modular aufgebaut werden sollten. D. h., es sollten verschiedene Applikationen für die Bereiche Komfort, Energieeffizienz und Sicherheit erstellt werden. Eine Applikation besteht aus Hardwarebestandteilen, wie einem Heizkörperventilantrieb, und der Software, mit der sich beispielsweise verschiedene Temperaturprofile für diesen Antrieb einstellen lassen. So wurden Applikationen für insgesamt 16 Szenarien entworfen.

Der Kunde steht zu jedem Zeitpunkt im Vordergrund. Ein wesentliches Erfolgskriterium einer intelligenten Gebäudesteuerung ist deren Benutzerfreundlichkeit. Je einfacher jedoch der spätere Umgang mit dem SmartHome sein soll, desto mehr Arbeit muss der Entwicklung zugesprochen werden. Alle Aktionen, wie das Einschalten der Beleuchtung, sollten zu jedem Zeitpunkt auch mit konventionellen Tastern durchgeführt werden. Die intelligente Haussteuerung greift nur unterstützend ein.



Derzeit gibt es bereits eine Vielzahl von Steuerungen, die dem Bewohner eines Gebäudes Routineaufgaben im alltäglichen Leben abnehmen. Nur gibt es noch keine Steuerung die von einem IT-unerfahrenen Nutzer installiert und bedient werden kann.

Tobias Ramin B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Stefan Bauer

Datum des Kolloquiums: 11. Januar 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Raumluftechnik und Kältetechnik

In Kooperation mit: SGL CARBON SE, Wiesbaden



Die oft hohen Kühllasten moderner Bürogebäude führen dazu, dass sich Forschung und Entwicklung derzeit vermehrt mit den Möglichkeiten zur Kühlung beschäftigen. Die Ausnutzung natürlicher Wärmequellen und -senken spielt dabei eine große Rolle. Da diese Quellen meist nicht zu den gewünschten Zeiten zur Verfügung stehen, bedarf es einer Zwischenspeicherung.

Hierfür eignen sich Latentspeichersysteme, bei denen Energie im Phasenwechsel vom festen in den flüssigen Zustand – oder umgekehrt – gespeichert ist. Die Entwicklung verschiedener Anwendungen für sogenanntes *Phase Change Material* (PCM) als Latentspeicher zu Kühlzwecken wird derzeit vorangetrieben.

Das Material muss allerdings genauestens auf die Gegebenheiten abgestimmt sein, damit der gewünschte Effekt erzielt werden kann.

Im Frühjahr letzten Jahres wurden am Laborbereich für Raumluf- und Kältetechnik Messungen von Kühldecken mit verschiedenen PCM als Latentspeicher durchgeführt, um eine für diese Anwendung geeignete Ausführung zu ermitteln.

Die Messungen von Kühldecken mit PCM als Latentspeicher wurden nach einem – im Rahmen der Bachelorarbeit von Herrn von der Haar entwickelten – Verfahren durchgeführt, um ein PCM zu ermitteln, mit dem es gelingt, die Raumtemperatur durch passive Kühlung über einen Zeitraum von sechs Stunden unter 27 °C zu halten. Die dabei dem Raum entzogene und im PCM gespeicherte Wärme wird dann aktiv über die Kühldecke abgeführt. In der Praxis soll demzufolge tagsüber idealerweise passiv gekühlt und die Kühldecke nur für die Regeneration des Materials sowie zur Abdeckung von Spitzenlasten aktiv verwendet werden.

Darauf aufbauend besteht diese Arbeit im Nachweis, ob sich die Messungen durch eine Simulation mit der Software EnergyPlus exemplarisch abbilden lassen, um künftig mit geringem Aufwand ein für die Randbedingungen zweckmäßiges Material bestimmen und dimensionieren zu können.

Daher wurden die durchgeführten Messungen mit dem Simulationsprogramm EnergyPlus nachempfunden und die Ergebnisse als Temperaturverläufe dargestellt (vgl. Abb. 1), um sie auf diese Weise mit den zuvor durchgeführten Messungen zu vergleichen.

Dabei zeigt sich, dass die Simulation von Kühldecken mit PCM in einem adiabaten Raum mit EnergyPlus (Version 5.0) prinzipiell möglich ist, allerdings mit Einschränkungen. So ist derzeit nur eine einzige Temperatur-Enthalpiefunktion pro verwendetem Material zulässig. Daher müssen die Vorgänge Schmelzen und Regenerieren für eine genauere Betrachtung getrennt voneinander simuliert werden. Darüber hinaus ist die Unterkühlung des Materials beim Erstarrungsvorgang in der Simulation nicht umsetzbar.

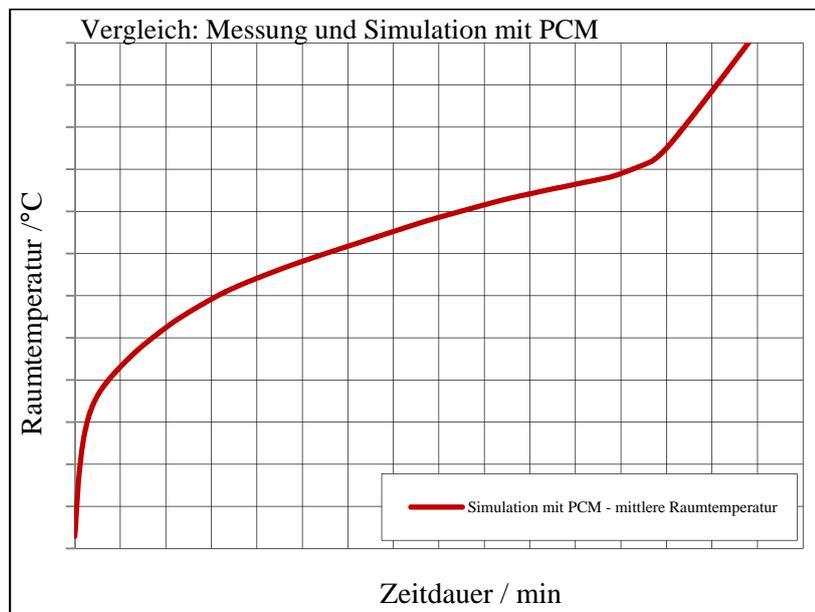


Abb. 1: Vergleich der Raumtemperaturen über der Zeit [erstellt durch Autor]

Die Simulation des Schmelzvorgangs zeigt gute Ergebnisse. Bei der Regeneration müssen dagegen Abstriche gemacht werden, es mangelt bei der quantitativen Übereinstimmung mit der Vorlage; hier herrscht in der Energiebilanz der im PCM gespeicherten und der zum Regenerieren benötigten Energiemengen eine beachtliche Differenz.

Auf dieser Arbeit aufbauend ist es möglich, weitere Untersuchungen bezüglich des Gefriervorgangs, aber auch der Simulation realer (nicht wärmedichter) Räume anzustellen, um Einsparpotenziale aufzuzeigen.

Konzipierung einer intelligenten Regelstrategie basierend auf dem Differenzial der CO₂-Konzentration unter Berücksichtigung historischer Daten zur Sicherung einer vorgeschriebenen durchschnittlichen Raumluftqualität.

Simon Revermann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Klaus Wulkotte

Datum des Kolloquiums: 25. August 2011

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

In Kooperation mit: Kampmann GmbH, Lingen (Ems)



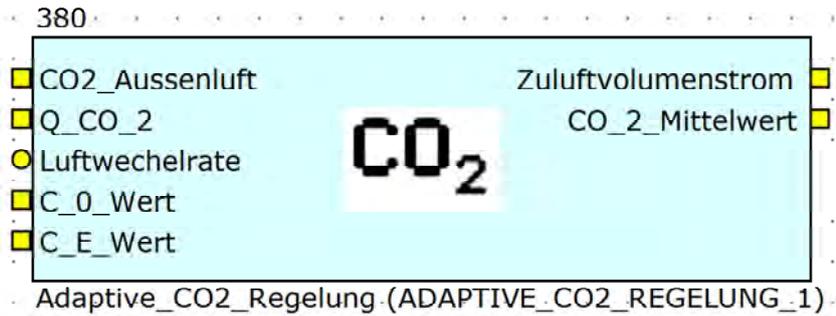
Ziel meiner Bachelorarbeit war es, eine intelligente Regelstrategie zu konzipieren, die basierend auf dem Differenzial der CO₂-Konzentration unter Berücksichtigung historischer Daten zur Sicherung einer vorgeschriebenen durchschnittlichen Raumluftqualität beiträgt.

Es darf der Mittelwert der CO₂-Konzentration nicht über eine voreingestellte mittlere Konzentration steigen. Die CO₂-Konzentration darf für eine gewisse Zeit über den voreingestellten Durchschnittswert ansteigen, solange der Mittelwert der Konzentration am Ende des Zeitraums nicht den voreingestellten Durchschnittswert überschreitet.

Um einen Eindruck über das Verhalten der CO₂-Konzentration und deren Verläufe über die Zeit in Räumen mit einer hohen Belegungsdichte zu erhalten, wurden verschiedene Simulationen durchgeführt. Hierfür wurde das Programm QUIRL/CO₂ V.1.4 des niedersächsischen Landesgesundheitsamts eingesetzt.

Für die einzelnen Simulationen wurden jeweils gleiche Eckdaten verwendet, um die Ergebnisse später besser miteinander vergleichen zu können. Es wurde festgestellt, dass die geforderte durchschnittliche Belastung der Raumluft in einem gewissen Zeitraum nur eingehalten werden kann, wenn in den Zeiten, in denen sich keine Personen im Raum befinden, die Fenster voll geöffnet und während der Nutzungszeit gekippt sind. Dieses Verhalten führt zu einem hohen Energieaufwand. Deshalb ist es in Hinblick auf energetische Aspekte und das Wohlbefinden der sich im Raum befindlichen Personen von Vorteil, eine RLT-Anlage einzusetzen.

Um die Raumluft auf einen durchschnittlichen CO₂-Gehalt zu regeln, wurden für diese Berechnung Gleichungen recherchiert, die durch Umstellen und Festlegen der Reihenfolge zu dem erforderlichen Ergebnis führen.



Dialogstruktur der adaptiven CO₂-Regelung

Nachdem die Reihenfolge und die Art der Rechenschritte für das geforderte Ergebnis feststanden, wurde eine Makrobeschreibung entwickelt. In der Makrobeschreibung wurde jeder Teil der adaptiven CO₂-Regelung detailliert und genau beschrieben, damit der Programmierer anhand der Beschreibung das Makro programmieren kann. In einigen Punkten wurde die Funktion des Makros mittels einer Grafik weiter verdeutlicht.

Zur Überprüfung der Funktion des Makros wurde ein Excel Dokument erstellt, das die gleichen Funktionen der zu programmierenden Regelung besitzt. Anhand des Excel Dokumentes konnte festgestellt werden, dass die Funktion gegeben ist und die Rechenschritte und Reihenfolge funktionieren.

Eine Bedieneroberfläche und Menüstruktur wurden erstellt. Bei der Erstellung der Bedieneroberfläche wurde auf das begrenzte Platzangebot Rücksicht genommen.

Aufgrund der Berücksichtigung aller eingangs vorgestellten wesentlichen Aspekte und Größen, die zur Gesamtbilanz beitragen, und der vorangegangenen Überprüfung gebräuchlicher Handlungsweisen zur Steigerung der Raumluftqualität bin ich zu dem Ergebnis gekommen, dass ohne eine intelligente Regelstrategie zur Belüftung von räumlichen Einrichtungen wie Schulklassen oder Großraumbüros kein Kompromiss zwischen ökologisch verantwortungsvollem Energiebewusstsein und Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Standards zur Sicherung der Raumluftqualität erreicht werden kann. Der Beitrag zur Etablierung einer Gebäudekonzeption, die sich einerseits an der Produktivität und dem Wohlbefinden ihrer Nutzer orientiert und andererseits die energetischen Voraussetzungen zur Bewältigung der gegenwärtigen Herausforderung durch den Klimawandel wahrnimmt, kann daher als übergeordnetes Ziel der Bachelorarbeit betrachtet werden.

Eva Rinsche B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Dr. Horst Kunhenn
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Birgitt Klugermann MBA

Datum des Kolloquiums:

26. Mai 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie- und Umwelttechnik
Institut für technische Betriebswirtschaft ITB



Die finanzielle Seite in einem Unternehmen muss aus Erfolgsgründen immer sehr genau betrachtet werden. Aus diesem Motiv wird eine sehr genaue Deckungsbeitragsrechnung verlangt und durchgeführt. Sie basiert auf der Kostenträgerrechnung. Diese kann als Kostenträgerstück- oder Kostenträgerzeitrechnung durchgeführt werden.

Die Deckungsbeitragsrechnung ist ein Instrument zur Berechnung, welchen Anteil ein verkauftes Produkt an der Deckung der angefallenen Fixkosten beiträgt. Dieses kann auf der Grundlage der Teil- oder Vollkostenysteme durchgeführt werden und als Wahlhilfe bei Produktentscheidungen helfen. Allerdings können dabei auch Fehlentscheidungen durch falsche Interpretationen des Deckungsbeitrages getroffen werden.

Ob die Deckungsbeitragsrechnung auf der Teil- oder Vollkostenrechnung durchgeführt wird, ist jedem Unternehmen selbst überlassen. Allerdings wird die Teilkostenrechnung der Vollkostenrechnung bevorzugt, da die Kosten in variable und fixe Kosten aufgespalten werden und so dann auch eine bessere verursachungsgerechtere Verteilung der Kosten gegeben ist.

Allerdings darf der Deckungsbeitrag nicht mit dem Gewinn eines Unternehmens gleich gesetzt werden, da ansonsten keine Deckung der Fixkosten durchgeführt wird. Wird darauf nicht geachtet, wird somit ein großer Block von Kosten vernachlässigt, die immer anfallen. Bei andauernder Missachtung kann somit ein Unternehmen in die Insolvenz rutschen.

In der Bachelorarbeit wird die Geschichte der Deckungsbeitragsrechnung kurz erläutert. Darüber hinaus geht es dann mit den Grundlagen der Deckungsbeitragsrechnung, der Kostenträgerrechnung als Kostenträgerzeit- und Kostenträgerstückrechnung, über die einstufige Deckungsbeitragsrechnung und eine Beschreibung der mehrstufigen Deckungsbeitragsrechnung weiter. Darüber hinaus werden die Vor- und Nachteile der Teil- und Vollkostenrechnungen erläutert, sowie auch die Vor- und Nachteile, ob es sinnvoll ist, die als Summe meist zusammengefassten unternehmensspezifischen Fixkosten, weiter aufzusplitten. Denn gerade in den Bereichen Personal, Controlling und Produktion fallen viele fixe Kosten an, die sich jedoch über mehrere Bereiche erstrecken.

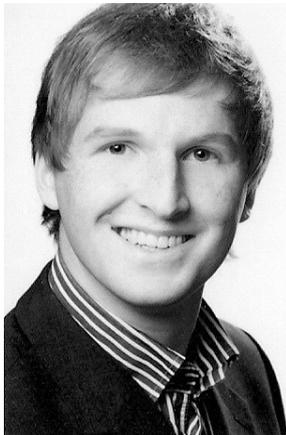
Auch bei den Vor- und Nachteilen der Teil- und Vollkostenrechnungssysteme muss ein Unternehmen die für sich geeignetste Methode finden.

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist eine Abgrenzung der Vollkostenrechnung von der Teilkostenrechnung mit Beispielen und der Abwägung der Vor- und Nachteile beider Berechnungsmethoden. Zusätzlich erfolgt eine Beschreibung über die Verwendung der Vollkostenrechnung im Handwerksbereich.

Energieversorgungskonzept für die Gemeinde Heek - Blockheizkraftwerke und Hackschnitzelheizungen

Philipp Rößmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Thorsten Meyer, M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	09. Mai 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Gemeinde Heek, Dipl.-Ing. Thorsten Meyer, M.Eng.



Innerhalb weniger Jahre war die im Gemeinde Heek im Kreis Borken von den Folgen eines Schneechaos aus dem Jahre 2005 und eines Hochwassers aus dem Jahre 2010 stark betroffen. Während des Hochwassers waren diverse Versorgungseinrichtungen bedroht und es konnte knapp ein Stromausfall verhindert werden. Aufgrund der zeitlichen Nähe der zwei Wetterereignisse und der daraus folgenden, erhöhten Gefahr eines Stromausfalls in der Gemeinde, entschied man sich zu einer Überprüfung der Energieversorgung. Ziel soll es sein, wichtige Infrastrukturen wie die Kläranlage durch ein Notstromlösungskonzept vor der Gefahr eines Stromausfalls zu schützen.

In der Bachelorarbeit wird ein neues Energieversorgungskonzept für die Gemeinde Heek ausgearbeitet, das den wirtschaftlichen Einsatz von BHKWs in der Energieversorgung berücksichtigen soll. Aufgrund der sehr ländlichen Lage der Gemeinde und einem großen Vorkommen an Holz wird auch die Verwendung von Hackschnitzelheizungen für die Wärmeversorgung in Betracht gezogen.

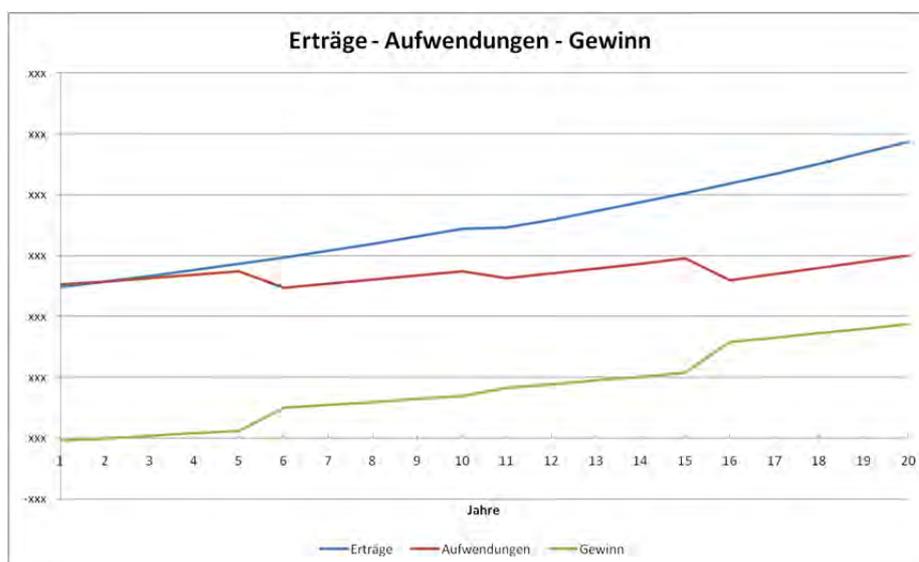
Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Einsatz von BHKWs hat gezeigt, dass vor allem die Standorte Kreuzschule Heek und Gemeindeverwaltung für den Einsatz von BHKWs infrage kommen. Hier kann man von erheblichen Einsparungen im Vergleich zur derzeitigen Energieversorgung ausgehen. Anders sieht es an den Standorten der Feuerwehren in Heek und Nienborg aus. An beiden Standorten ist der Einsatz eines BHKWs nur bedingt als wirtschaftlich zu bewerten. Die Heizenergie- und Stromverbräuche sind zu gering, um einen finanziell großen Vorteil zu erzielen. Ein Ergebnis für die wirtschaftliche Betrachtung eines BHKW-Einsatzes an der Kläranlage steht aufgrund fehlender Daten zur Höhe der Einsparungen durch eine geplante Klärschlamm-trocknung noch aus. Da ein sehr konstanter Bedarf an Wärme über das Jahr durch Inbetriebnahme der Klärschlamm-trocknung gegeben wäre, ist es jedoch durchaus vorstellbar, dass ein Einsatz von BHKWs an der Kläranlage Sinn macht. Zudem hat die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gezeigt, dass ein BHKW am Standort der Grundschule in Nienborg die Energiekosten senken kann.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Einsatz von Hackschnitzelheizungen macht klar, dass die Investition in eine neue Hackschnitzelheizung nur an Standorten vorteilhaft ist, an denen der Wärmebedarf im Jahr entsprechend hoch ist. Das ist der Fall an den Standorten Eppingscher Hof, Vennstraße 7, Bült 21, Eper Straße 26 und der Grundschule Heek.

Zudem ist es sinnvoll, eine Hackschnitzelheizung an der Kreuzschule zur Abdeckung der Spitzenlast zu installieren. Der Hackschnitzelbedarf für alle dargestellten Standorte beträgt jährlich ca. 1.100 SRM, kann also ausschließlich mit Hackschnitzeln aus der Gemeinde, in der geschätzt 1.200 SRM anfallen, abgedeckt werden.

Alle Berechnungen wurden ohne -und mit Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen durchgeführt. Zudem wurde eine Gewinn-und-Verlust-Rechnung für eine fiktive GmbH aufgestellt, die die sinnvollen Investitionen realisieren soll. Mit der Gründung einer solchen „Energie GmbH“ könnte die Gemeinde innerhalb von 20 Jahren ohne Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen XXX.000 Euro bzw. XXX.000 Euro, wenn man Energiepreissteigerungen mit in die Berechnungen einbezieht, an Energiekosten sparen.

Die jährlichen Aufwendungen, Erträge und Gewinne der fiktiven GmbH unter Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen stellen sich wie folgt dar.



Fritjoph Rotert B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

19. September 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

aqua consult Ingenieur GmbH, Hannover



Die Bachelorarbeit über die Optimierung der Abwasserreinigung durch die Erhöhung des Calcium/Natrium-Verhältnisses wurde am Beispiel der Kläranlage Bad Fallingbostal erarbeitet. Auf der Kläranlage liegt das Problem in einer erhöhten Natriumfracht im Zulauf. Dieses ergibt sich aus einem hohen industriellen Anteil von über 50 % im Zulauf. Hinzu kommen erhöhte Salzfrachten in den Wintermonaten sowie pH-Wert- und Temperaturveränderungen. Daraus ergeben sich schlechte Voraussetzungen für die Flockenbildung. Der Hintergrund für eine schlechte Flockenbildung liegt in der Zusammensetzung der Flocken, dargestellt in Abb.1. Die negativ geladenen Oberflächen der Mikroorganismen (braune Kreise) und die gleich geladenen EPS (extrazelluläre polymere Substanzen) (schwarze Linien: EPS; rote Striche: negative Ladungen der EPS) bilden die Hauptbestandteile einer Flocke.

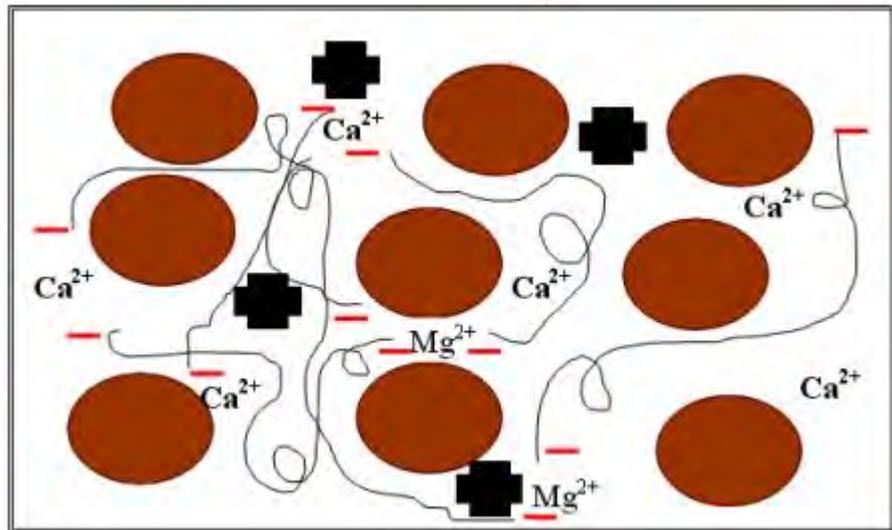


Abbildung 15: Flockenaufbau

Diese sich aufgrund ihrer Ladung abstoßenden Bestandteile müssen von anorganischen Bestandteilen (schwarze Kreuze), den Kationen, verbunden werden. Hierfür sind mehrwertigen Kationen wie Calcium und Magnesium am besten geeignet. Diese Ionen sind vergleichsweise groß, haben eine hohe Ladung und eine dünne Hydrathülle, welche sie dazu befähigt, die negativen Teile der Flocken zu binden. Folglich bilden sich große, schwere, kompakte und scherunempfindliche Bakterienflocken aus. Doch gibt es einen stetigen Austausch dieser Ionen mit der wässrigen Umgebung. Dieses geschieht



Abbildung 16: Dosieranlage

durch die unterschiedlichen Konzentrationen, welche immer im Gleichgewicht gehalten werden. Daraus resultiert, dass bei einer hohen Konzentration von Natrium außerhalb der Flocke, dieses in die selbige diffundiert. Da Natrium aber nur ein einwertiges Ion ist und im Vergleich zum Calcium eine dickere Hydrathülle, eine geringere Ladung und Größe besitzt, ist diese nicht fähig eine vergleichbare Flockenstruktur auszubilden. Daher wird die Abbauleistung vermindert und vor allem die Fest-/Flüssigtrennung in der Nachklärung dauerhaft gestört.

Hieraus folgen schlechte Schlammvolumen-, Schlammvolumenindex-,

Trübungs- und Ablaufwerte auf der Anlage. Dieses Problem wurde mithilfe einer Kalkdosierung behoben. Der calciumhaltige Kalk hat dazu beigetragen, dass wieder ein Calcium/Natrium-Verhältnis von über 0,6 erreicht wurde. Denn ein Wert von unter 0,6 symbolisiert ein schlechtes Verhältnis für eine Kläranlage mit dem Belebtschlammverfahren. Da nicht nur für die Flockenbildung, sondern auch zum puffern des Wassers die Calciumverbindungen genutzt werden, ist eine ausreichende Calciumkonzentration notwendig. Mithilfe einer Kalkdosierung wurde wieder ausreichend Calcium bereitgestellt und die Flocken konnten sich in der Folge mehrerer Schlammalter wieder regenerieren. Die Dosierung wurde zuerst manuell mittels Sackware in die Belebungsbecken dosiert. Im Anschluss wurde die unter Abbildung 2 gezeigte Anlage für eine automatische Dosierung von Kalkmilch aufgestellt. Die Dosierung wurde mittels mehrerer Messreihen verfolgt und dokumentiert. Als ein erster stabiler Zustand erreicht war, wurde die Dosierung zum Vergleich nur noch einer Belebung zugeführt. Daraus sollte ersichtlich werden, inwieweit die Kalkmilchdosierung den aktuellen Betrieb beeinflusst. Hierdurch wurde keine signifikante Verbesserung festgestellt. Daraus resultiert, dass die neu gebildeten Flocken sich an die neue Situation angepasst haben und die zusätzliche Calciumzugabe nicht mehr benötigen. Doch ist auch ersichtlich geworden, dass es auf der Kläranlage weitere Probleme gibt, die behoben werden sollten, um einen konstanten Betrieb sicherzustellen. Die Kalkmilchdosierung hat ihre Aufgabe erfüllt und wieder für eine stabile Flockenstruktur gesorgt, sodass die Effizienz der Reinigung wiederhergestellt wurde. Die Entwicklung wurde durch Laboruntersuchungen flüssiger und fester Proben sowie mikroskopischen Untersuchungen dokumentiert, welche in dieser Arbeit in zahlreicher Form zu finden sind. Es wird gezeigt wie wichtig das Verhältnis von mehrwertigen zu einwertigen Ionen für das Belebtschlammverfahren sein kann. Doch wird dieser Problematik derzeit kaum Beachtung geschenkt, denn oft wird bei gleichen Symptomen auf andere Probleme geschlossen. Hierbei sind geringe Härtegrade oder eine niedrige Säurekapazität zu nennen. In der Arbeit werden die entsprechenden Diagnosemethoden und weitere Gegenmaßnahmen beschrieben.

Florian Salbeck B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums: 23. September 2011

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluftechnik

In Kooperation mit: Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, 49803 Lingen



Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Kühlkonvektor im adiabaten Raum der Fachhochschule Münster am Standort Steinfurt messtechnisch untersucht.

Dazu wurden drei Drehzahlstufen des Konvektors eingestellt und die Kühlleistung ermittelt. Für jede einzelne Drehzahlstufe wurden drei Kennlinien mit unterschiedlichen Massenströmen (Norm- bzw. Nenn-Massenstrom, 1/2-Massenstrom, 1/3 Massenstrom) ermittelt. Die Messungen wurden nach zwei verschiedenen Verfahren ausgewertet. Zum einen nach der DIN EN 14240 (für Kühldecken) und zum anderen nach der DIN EN 14518 (für passive Kühlbalken). Dies geschieht aufgrund der Tatsache, dass für den Unterflurkonvektor kein eindeutiges Messverfahren bzw. Auswertungsverfahren in einer Norm festgelegt ist.



Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit dem Messverfahren nach DIN EN 14240 objektiver gemessen wird. Die ermittelte Kühlleistung bezieht sich auf alle möglichen variablen Größen (Erfassung der Lufttemperatur auf der Höhe von 1,10 m, Wahrnehmung der Umfassungsflächen, Globustemperatur als Referenz zu einem arbeitenden Menschen) im Raum. Aber es wird auch eine geringere Kühlleistung als beim Messverfahren nach DIN EN 14518 ermittelt. Dies ist der Fall, da die Bezugstemperatur bei der Messung nach der DIN EN 14518 die Lufteintrittstemperatur am Konvektor ist und die Luft am Boden des Raumes meistens kälter ist. Ein zukünftiges Messverfahren könnte aus einer Kombination der DIN EN Normen 14240 und 14518 bestehen. Als Referenz- bzw. Bezugstemperatur wird trotz der niedrigeren, rechnerischen Leistung, die Globustemperatur in Raummitte vorgeschlagen.

Entwicklung eines Wärmeversorgungskonzeptes für das Rathaus der Gemeinde Laer

André Sanders B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Andreas Pfeifer

Datum des Kolloquiums: 12. Juli 2011

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

In Kooperation mit: Gemeinde Laer



In dieser Arbeit werden verschiedene Konzepte zur Heizwärmeerzeugung verglichen und wirtschaftlich bewertet. Grundlage der Berechnung ist das Rathaus der Gemeinde Laer. Hier soll ein bestehender Heizkessel ersetzt werden, da dieser von seinen Verbrauchswerten nicht mehr zeitgemäß ist und schon notdürftig repariert wurde. Er wird daher voraussichtlich bald nicht mehr einsatzfähig sein.

Die sechs verschiedenen Konzepte sind:

1. Brennwertkessel
2. Wärmepumpe mit Quelle Erdreich als Flächenkollektor oder Teich
3. Fernwärme
4. Latentwärmespeicher
5. Holzhackschnitzel Heizung
6. Holzpellet Heizung

Um das wirtschaftlichste Verfahren zu ermitteln, müssen zunächst der aktuelle Wärmebedarf und die spezifische Wärmeleistung des Gebäudes ermittelt werden. Auf Basis der ermittelten Daten werden die Anlagen ausgelegt und ein Kostenvergleich durchgeführt.

Der Vergleich aus wirtschaftlicher Sicht der Anlagen wurde nach der Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 durchgeführt. Die Gesamtannuitäten werden in diesem Fall miteinander verglichen und es ist die Anlagenvariante zu empfehlen, die die geringsten Auszahlungen aufweist. Alle Varianten weisen negative Annuitäten auf, da es keine Einzahlungen gibt.

Im Laufe der Arbeit hat sich gezeigt, dass die Variante der Fernwärmeversorgung und der Latentwärmespeicher nicht für diese Art der Wärmeversorgung geeignet sind, da im Falle der Fernwärmeversorgung zu hohe Investitionskosten nötig wären und die Versorgung mittels eines Latentwärmespeichers aus Sicht der dafür infrage kommenden Firma für die im Rathaus notwendige Wärmemenge nicht wirtschaftlich ist.

Die Berechnungen zeigen, dass der Brennwertkessel die niedrigste Gesamtannuität aufweist und somit bevorzugt eingesetzt werden sollte.

Die Arbeit hat gezeigt, dass allgemein erstellte Berechnungen nicht auf jedes Gebäude übertragbar sind, da spezifische Kosten entstehen können, die nach Bauart oder Lage des Gebäudes unterschiedlich sind.

Anpassung und Optimierung einer bestehenden Sprinkleranlage für ein Hochregallager aufgrund von Änderung des Lagergutes

Alexander Schierenberg B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Uwe Strakeljahn

Datum des Kolloquiums: 30. August 2011

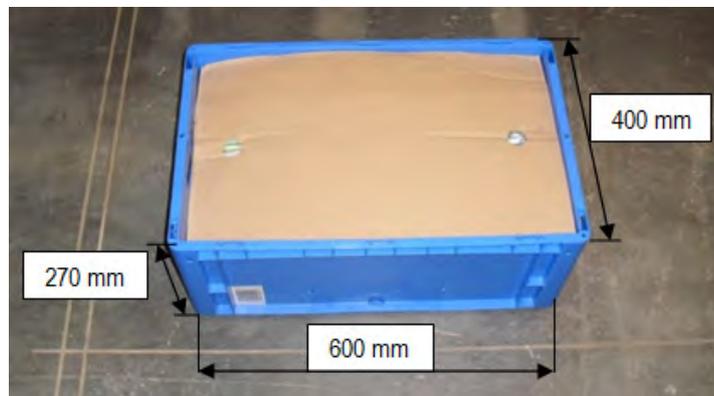
Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: Planungsbüro Unnebrink, Raesfeld

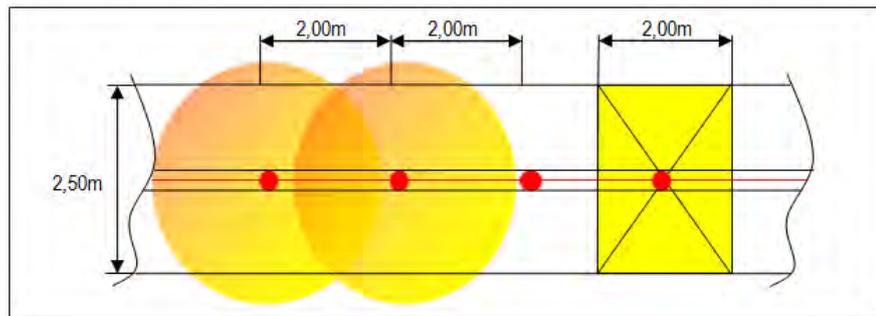


Brandschutz ist ein weites Feld mit vielen Facetten und Varianten. Sprinkleranlagen stellen dabei einen wichtigen Baustein dar, der in vielen Bereichen des vorbeugenden Brandschutzes unabdingbar ist, um sowohl Leib und Leben als auch Sachwerte zu schützen. Der Sprinklerschutz im Hochregallager ist eine weitere spezialisierte Disziplin aus diesem Arbeitsfeld. Es gibt verschiedene Regelwerke, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzen. Dabei steht als oberstes Ziel immer die Umsetzung eines funktionierenden und wirkungsvollen Schutzkonzeptes im Vordergrund.

Mit aktuellen Richtlinien, speziell in Anlehnung an das Regelwerk CEA 4001 vom VdS – Schadensverhütung, sind in dieser Arbeit verschiedene Schutzkonzepte für eine Hochregalsprinklerung anhand eines projektspezifischen Beispiels erläutert und verglichen worden. Die Aufgabenstellung verlangte, da es sich um eine Bestandsanlage handelt, eine optimale Anpassung für das System zu finden, die den Ansprüchen an eine ganzheitliche Lösung in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Brandschutz gerecht wird. Die Anpassung der bestehenden Sprinklerung wird erforderlich, da sich aufgrund von verändertem Lagergut die Brandlast erhöht hat. Die eingelagerten KLT-Behälter aus dem Kunststoff Polypropylen stellen ganz spezielle Anforderungen an den Brandschutz, der mit konstruktiven und konzeptionellen Ideen umgesetzt werden muss. In der folgenden Darstellung ist solch ein gefüllter Kunststoffbehälter mit seinen Abmessungen abgebildet, wie er im Regelfall in gestapelter Form in dem Hochregallager vorhanden ist.



Anhand zur Verfügung stehender Brandversuche, die das Verhalten von Kunststoffen bei Bränden schildern, konnten die verschiedenen Varianten der Hochregalsprinklerung in ihrer Effektivität beurteilt und verglichen werden. In der folgenden Darstellung ist in der Draufsicht die Anordnung der bestehenden Sprinklerung zwischen den Regalzeilen abgebildet. Dabei stellen die gekennzeichneten Flächen im linken Bereich die wirkliche Sprühcharakteristik der Sprinklerköpfe dar und entsprechend im rechten Teil ist die in der Berechnung zu berücksichtigende Wirkfläche abgebildet.



Bei der Auswahl und der Festlegung auf ein bestimmtes System sind immer mehrere Kriterien zu berücksichtigen, die häufig in jedem Einzelfall zu prüfen und abzuwägen sind. Bei der Bestandsanlage hat eine Anpassung der Sprinklerabstände zu erfolgen, um der erhöhten Brandlast gerecht zu werden. Bei den untersuchten Varianten, die ein mögliches Schutzkonzept zur Lösung der Fragestellung vermuten ließen, standen folgende Systeme zur Auswahl:

Einziehen von Blechbarrieren

Ausführung als „Hochdruckanlage“

Einsatz von Schaumlöschmitteln

Bei der Empfehlung, die nach den Vergleichen der verschiedenen Systeme zu treffen gewesen ist, haben sowohl die brandschutztechnischen als auch die wirtschaftlichen Aspekte Berücksichtigung gefunden. Grundsätzlich ist der Einsatz von Schaumlöschmitteln immer eine denkbare und sinnvolle Variante zur Sicherstellung des Brandschutzes. Jedoch sind die Umsetzung und der Betrieb dieser Anlagen sehr aufwendig und kostenintensiv. Die Variante des „Einziehens von Blechbarrieren“ oberhalb jeder Sprinklerebene ist eine der bestehenden Installation sehr nah kommende Variante, die einen hohen Schutz in Bezug auf die vertikale Brandausbreitung erreicht. Ebenso fördert das System ein frühes Ansprechen der Sprinklerköpfe aufgrund der Eindämmung von Rauchgasen. Weiterhin ist bei der Umsetzung dieser Variante eine entsprechende Anpassung der horizontalen Abstände der Sprinklerköpfe erforderlich.

Dipl.-Ing. Frank Schmidt M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Datum des Kolloquiums:	18. Januar 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Gebr. Kemper GmbH & Co. KG, Olpe



Der Anlass zu dieser Masterarbeit war die Erweiterung des für Produkte der Trinkwasserinstallation der Firma Gebr. Kemper GmbH & Co. KG. Es sollte herausgefunden werden, ob die Software „Kemper Dendrit“ die Vermarktung von Produkten in Großbritannien und Ländern in denen die britischen Standards für Trinkwasserinstallationen gelten unterstützen kann. Hierfür war ein Vergleich der normativen Berechnungsweisen zur Auslegung von Trinkwasser-Installationen in Deutschland und Großbritannien notwendig, um deren Unterschiede festzustellen. Dies geschah unter der Berücksichtigung der in den beiden Ländern anzuwendenden Gesetze und technischen Regeln, in denen die zu verwendenden Installationstypen, Bauteile, Berechnungsparameter und Berechnungsformeln vorgeschrieben sind.

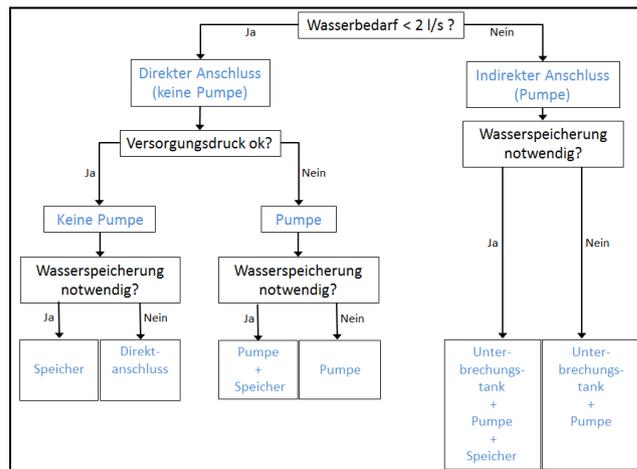
Auf europäischer Ebene wird der gesetzliche bzw. normative Rahmen unter anderen von der „Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (98/83/EG)“, der Normenreihe „EN 806 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen“ und der „EN 1717 - Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen“ vorgegeben. In Deutschland werden diese Schriften durch die „Trinkwasserverordnung“ und die „DIN 1988 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen“ umbesetzt, bzw. ergänzt. Des Weiteren sind in Deutschland noch die DVGW-Arbeitsblätter W 551 und W 553, die VDI 6023 und die Energieeinsparverordnung (EnEV) zu beachten.

In Großbritannien werden die europäischen Vorschriften durch die „Water Supply (Water Quality) Regulations 2000“ und den BS 6700 umgesetzt, bzw. ergänzt. Letzterer soll bei Erscheinen der EN 806 Teil 5 durch den neuen BS 8558 ersetzt werden. Weitere, bei der Planung von Trinkwasser-Installationen in Großbritannien zu beachtende Regelwerke sind BS 5442, WRAS Guide inklusive des Fittings and Materials Directory, ACoP L8, TM 13, HTM 04 und der CIBSE-Guide G.

Im Gegensatz zu Deutschland, wo nur Installationen des Typs A (geschlossen) zugelassen sind, können in Großbritannien auch Installationen des Typs B (offen) installiert werden. Dies führt zu einer Vielfalt von unterschiedlichen Installationen und Installationstyp-Kombinationen.

Die in Großbritannien gültigen Regelwerke führen im Vergleich zu deutschen Planungen viel häufiger zur Verwendung von Druckerhöhungsanlagen bzw. Pumpenanlagen nach den Hausanschlüssen. Die Entscheidungskriterien für

einen passenden Trinkwasser-Installationstypen zeigt die folgende Abbildung.



Die Auslegung von Trinkwasser-Installationen wird in Großbritannien anhand der im BS 67000 abgebildeten Nomogramme und vorgegebener Kennwerte durchgeführt. Die bei dieser Art der Auslegung zugrunde gelegten Annahmen basieren auf der sogenannten „Probability Theory“. Hierbei handelt es sich um eine Wahrscheinlichkeitsrechnung zum Auftreten einer gleichzeitigen Nutzung von Verbrauchern die auf den drei Parametern „übliche Dauer einer Nutzung“, „üblicher Volumenstrom bei Nutzung“ und „üblicher Zeitraum zwischen zwei Nutzungsperioden“ eines Verbrauchers basiert.

Die Recherche nach den in Großbritannien verwendeten Regelwerken zur Auslegung von Trinkwasser-Installationen ergab somit, dass dort Installationstypen, Bauteile, Berechnungsparameter und Berechnungsformeln verwendet werden, die nicht den deutschen Regelwerken entsprechen. Daraufhin wurden die Auslegungsergebnisse anhand eines Beispiels verglichen, welches zum einen nach britischen Regeln ausgelegt wurde und zum andern nach deutschen Regelwerken ausgelegt wurde. Die Ergebnisse unterschieden sich in den Versorgungsleitungen nicht wesentlich. Einzig in den Einzelzuleitungen war zu erkennen, dass es hier nach den britischen Regelwerken eine um eine Nennweite größere Dimension ergab.

Zur Auslegung von Zirkulationsleitungen werden in Großbritannien keine Standards mit Berechnungen vorgegeben. Hier gibt es nur Vorgaben zur maximalen Temperaturdifferenz zwischen Warmwasseraustritt und Zirkulations-eintritt am Speicher. Dieser sollte nicht größer als 10 °C sein. Eine übliche Auslegung unter Berücksichtigung der zu verwendenden Dämmung für Rohrleitungen ergab dennoch einen höheren Wärmeverlust der Warmwasser- und Zirkulationsleitung als eine Auslegung nach DVGW W 553.

Um die Kemper Dendrit Software auf dem britischen Markt verwenden zu können muss somit eine zweite Berechnungsweise programmiert werden, in der alle in Großbritannien verwendeten Systemtypen, deren Komponenten und alle Kennwerte als Variablen verfügbar gemacht werden. Es ist jedoch zu überlegen den kommenden BS 8558 abzuwarten, um diesen zu berücksichtigen.

Alternativ kann durch weitere Vergleichsberechnungen an verschiedensten Objekten festgestellt werden ob die Unterschiede in den Berechnungen nach deutschen und britischen Regelwerken in einem akzeptablen Rahmen liegen.

Hydraulische Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Schulgebäudes nach einer Fassadensanierung

Dipl.-Ing. Sarah Schmidt

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Hubert Rüschemschmidt

Datum des Kolloquiums: 01. Juli 2011

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

In Kooperation mit: Ing.-Büro Rüschemschmidt, Werne



Bestehende Gebäude, die vor 1970 erbaut wurden, verbrauchen bis zu dreimal so viel Energie wie gut isolierte, und mit der neusten Technik ausgestattete, Neubauten. Deshalb macht es Sinn, genau an diesem Punkt anzusetzen und die Energieeinsparmaßnahmen an Gebäuden zu verfolgen.

Ziel der Diplomarbeit war es anhand einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Energieeinsparung, die aufgrund der energetischen Sanierung entstanden ist, zu ermitteln und dabei die Anlagentechnik hydraulisch so zu optimieren, dass sie entsprechend an die neue Situation angepasst werden kann.

Bei dem betrachteten Gebäude handelt es sich um eine Grundschule in Lünen. Das Gebäude der Viktoria Schule wurde Anfang des 19. Jahrhunderts erbaut. Im Jahr 2010 erfolgte dann die energetische Sanierung, die durch das Konjunkturpaket 2 unterstützt wurde. Im Zuge dieser Sanierung wurde eine Dämmung der Außenfassade sowie der Austausch der Fenster vorgenommen. Mit dieser Maßnahme erhofft sich die Stadt eine deutliche Verringerung der Heizkosten.

Damit die Räume optimal beheizt werden können, und die Heizungsanlage keine unnötige Energie verbraucht, ist es wichtig, das System hydraulisch zu optimieren. Dazu gehört u. a. die Einregulierung der Heizkörperleistungen auf die entsprechende neue Heizlast des Raumes, das Anpassen der Volumenströme, sowie die Leistungsanpassung des vorhandenen Wärmeerzeugers. All diese Werte galt es in der Diplomarbeit zu berechnen und festzulegen.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bot sich die Berechnung eines EnEV-Nachweises, vor und nach der Sanierung, an damit vergleichbare Energiebedarfwerte ermittelt werden konnten. Die Berechnung ergab eine Amortisationszeit von ca. 21 Jahren bis sich nicht nur die energetischen Sanierungsmaßnahmen, sondern auch die vorgeschlagenen Veränderungen der Anlagentechnik amortisiert haben würden. Die Ergebnisse zeigen allerdings auch, dass eine solch große Investition eigentlich nur mit Hilfe von staatlicher Unterstützung (wie hier dem KP 2) möglich ist.

Alles in allem konnte die Heizenergie aufgrund der beschriebenen Maßnahmen um ca. 50 % reduziert werden. Das ist gerade im öffentlichen Bereich, in Zeiten ständig steigender Energiepreise, von großer Bedeutung.

Optimierung der Aufnahme und Wiedergabe von Daten bei Deponiebegehungen nach VDI 3860 am Beispiel einer ausgewählten Deponie

Martin Schneider B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Datum des Kolloquiums:	16. Februar 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	UCL GmbH



Auf der Grundlage gesetzlich geregelter Maßgaben, wie der Deponieverordnung, hat die Überprüfung von Methanemissionen von Deponien regelmäßig zu erfolgen. Luftverunreinigende Emissionen müssen zum Schutz des Menschen und der Umwelt begrenzt werden. Die Einhaltung von Emissionsbegrenzungen setzt eine gezielte Überprüfung und Kontrolle der Methanausgasung auf Deponien voraus.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Deponie unter Zuhilfenahme eines GPS-Gerätes mit Speicherfunktion begangen. Die Nutzung dieses sogenannten PDA ermöglichte die digitale Speicherung der aufgenommenen Messdaten. Die Aufnahme der Daten sowie der Ablauf der Emissionskartierung konnte so effektiver gestaltet werden. Insgesamt wurden durch diese Optimierung ungefähr 20 Arbeitsstunden bei Deponiebegehung und anschließender Auswertung eingespart.

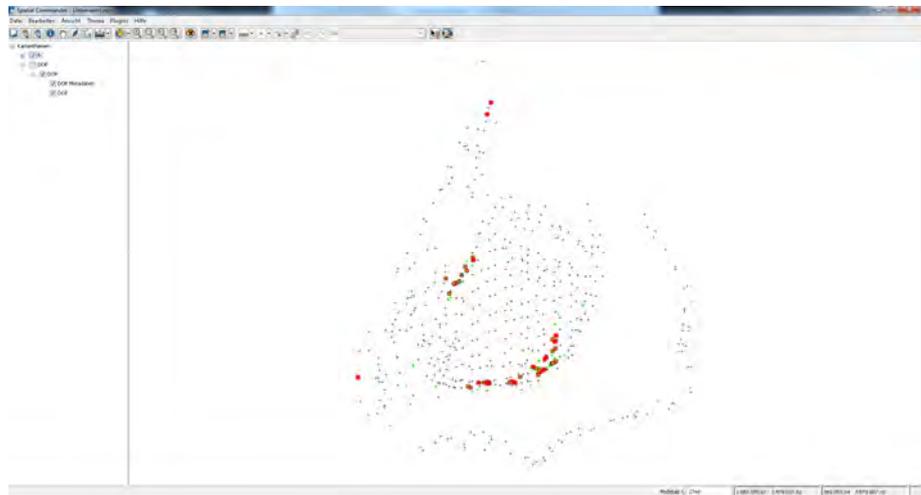


Abbildung 17: Messpunkte in GIS-Programm

Die hier testweise durchgeführte Messmethode stellt im Sinne der Wirtschaftlichkeit und des optimalen Zeitmanagements eine Optimierung dar. Nutzbar sind die vielfältigen Möglichkeiten der digitalen Emissionskartierung auch in anderen Bereichen, da so neben einer ansprechenden Visualisierung auch eine Vereinfachung der aufeinanderfolgenden Arbeitsschritte ermöglicht wird.

Auslegung und Simulation einer solarthermisch unterstützten Wärmepumpe am Beispiel eines Mehrfamilienhauses

Santino Schneider B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 16. September 2011

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

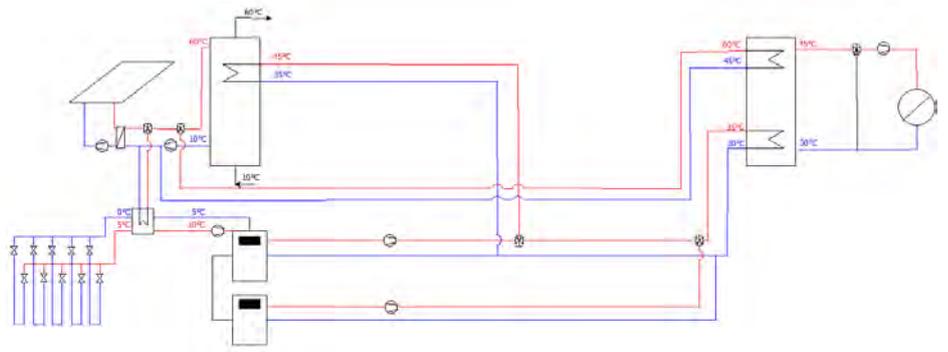
In Kooperation mit: HSE AG, Darmstadt



Der drohende Klimawandel, der stetig ansteigende Weltenergiebedarf, die gleichzeitige Verknappung und Preissteigerung fossiler Rohstoffe zwingt die Menschheit zum Umdenken sowie Handeln. In den letzten Jahren wurde daher der Ausbau der regenerativen Energien forciert. Allerdings findet der größte Energieverbraucher in deutschen Haushalten – die Heizung – in der Öffentlichkeit kaum Beachtung.

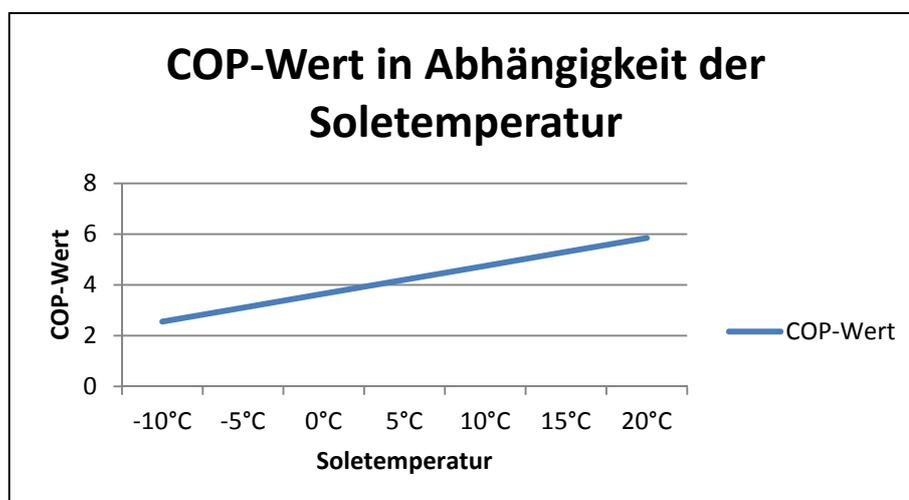
Ziel meiner Bachelorarbeit war es zu untersuchen, inwieweit es ökonomisch wie ökologisch sinnvoll ist eine Solarthermieanlage dazu einzusetzen, durch Einspeisung der Sonnenenergie in den Solerücklauf, die Quelltemperatur der Wärmepumpe zu erhöhen, um damit deren Effizienz zu steigern. Die Kombination dieser beiden regenerativen Energieerzeugungsanlagen ist zum einen mit einer potenziellen Effizienzsteigerung, einer Senkung des Primärenergiebedarfes und einer Verringerung der Betriebskosten verbunden. Zum anderen erhöht sich dadurch jedoch auch das Investitionsvolumen deutlich, zumal eine umfangreiche sowie kostenintensive Systemintegration notwendig wird.

Das folgende Anlagenschema zeigt vereinfacht die in der Bachelorarbeit untersuchte Anlage. Sie besitzt zwei Betriebsweisen. In den Monaten April – September speist die Solarthermieanlage ihre Energie in den Puffer- und Warmwasserspeicher ein. In den Monaten Oktober – März kann die Solaranlage jedoch nur noch an wenigen Tagen, die für den Warmwasserspeicher benötigten Temperaturen liefern. Daher wird sie während dieser Monate mit wesentlich niedrigeren Temperaturen um die 20 °C betrieben, um diese solaren Erträge in den Solevorlauf der Wärmepumpe einzuspeisen und dadurch die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe zu erhöhen.



Im Verlauf der Bachelorarbeit wurde erörtert, ob die Solarthermieanlage besser mit Flach- oder mit Vakuumröhrenkollektoren ausgerüstet werden sollte.

Unter Zuhilfenahme der Simulationsprogramme „Erdwärmesonden“ von Prof. Bernd Glück sowie T*Sol 4.5 Professional konnte belegt werden, dass die Solarthermieanlage die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe durchschnittlich um 1,06 bzw. 1,25K abhängig davon, ob die Solaranlage mit Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren ausgerüstet ist, erhöhen kann. Dadurch konnte der COP-Wert der Wärmepumpe in den Monaten Oktober – März um 0,116 bzw. 0,137 gesteigert werden. Darüber hinaus war festzustellen, dass trotz eines Deckungsgrades des Warmwassers von 78 bzw. 80 % in den Sommermonaten keine überschüssige Energie vorhanden ist, um diese in den Boden zu leiten, diesen dadurch zu regenerieren und somit einer Auskühlung des Erdreiches entgegenzuwirken.



Zudem wurde deutlich, dass die solarthermisch unterstützte Wärmepumpenanlage mit Vakuumröhrenkollektoren ausgerüstet, trotz der leicht höheren Erträge nicht ausreicht, um die Mehrkosten in Höhe von 13.968 € auszugleichen. Es ist zu erkennen, dass Vakuumröhrenkollektoren ertragreicher sind, allerdings aus wirtschaftlicher Sicht die Flachkollektoren vorzuziehen sind, da diese im Gegensatz zu der Anlagenvariante mit einem Vakuumröhrenkollektorfeld einen positiven Kapitalwert von 18.410 € besitzen.

Fenja Schonebeck M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: April 2012

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz



In Deutschland sind seit 1962 Kernkraftwerke in Betrieb, die zur kommerziellen Stromerzeugung genutzt werden. Insgesamt gab es im Laufe der Jahre 26 deutsche Kernkraftwerke, von denen noch neun in Betrieb sind (Stand August 2011). Unabhängig von dem politisch beschlossenen Atomausstieg sind bei der Stromerzeugung bereits heute große Mengen an radioaktiven Abfällen entstanden, die entsorgt werden müssen. Weitere zusätzliche Abfallströme entstehen zudem beim Rückbau der Kernkraftwerke. Die Frage der Entsorgung von radioaktiven Abfällen stellt sich jedoch nicht nur aufgrund der eingesetzten Kernkraftwerke, sondern auch durch den Einsatz von Radionukliden in Forschung, Industrie und Medizin. Die jährlich entstehenden radioaktiven Abfälle stellen wegen ihrer Eigenschaften eine besondere Herausforderung in der Entsorgung dar.

Gegenwärtig ist in Deutschland geplant, die radioaktiven Abfälle im eigenen Land in tiefegeologischen Endlagern zu entsorgen, wobei ein Zwei-Endlager-Konzept verfolgt wird. Im Endlager Schacht Konrad, das wahrscheinlich 2019 in Betrieb gehen wird, sollen die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle eingelagert werden. Als möglicher Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle wurde bisher der Salzstock Gorleben erkundet. Derzeit wird überlegt, auch andere Standorte in Deutschland auf ihre Eignung als Endlager für hochradioaktive Abfälle zu untersuchen. Wenn die Erkundungsarbeiten am Salzstock Gorleben weitergeführt werden, kann eine Aussage zur Eignung bis 2020 erfolgen. Bei der Umorientierung auf einen anderen Standort ist mit einem späteren Zeitpunkt zu rechnen.

In der Vergangenheit wurden bereits schwach- und mittelradioaktive Abfälle im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben und in der Schachanlage Asse II entsorgt sowie 80 Fässer mit radioaktiven Abfällen im Atlantik versenkt. Die restlichen radioaktiven Abfälle werden derzeit in Zwischenlagern aufbewahrt, bis die Endlager ihren Betrieb aufnehmen.

Die bei der Zwischen- und Endlagerung zu beachtenden rechtlichen Bedingungen reichen von dem internationalen über den europäischen bis zum nationalen Rahmen. Dabei wird unter anderem durch die Strahlenschutzverordnung gefordert, dass die Menge, der Verbleib, der Behandlungszustand und die Verpackung der radioaktiven Abfälle lückenlos feststellbar sein müssen.

Von radioaktiven Abfällen gehen aufgrund der Strahlung besondere Gefährdungen aus. Zudem müssen bei der Endlagerung je nach Halbwertszeit der Radionuklide sehr lange Zeiträume beachtet werden, weshalb künftige Generationen mit Kenntnis vom Endlager nach etwa 500 Jahren verloren gegangen sein wird. Schon an diesem Teilaspekt wird deutlich, dass eine rein natur-

wissenschaftliche Betrachtung zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen nicht ausreicht, da dieses Thema in weitere Bereiche wie z. B. Kommunikations- und Informationswissenschaften hineinreicht. So zeigt z. B. der Verlauf der Endlagererkundung in Argentinien, wie wichtig die soziale Kommunikation und die öffentliche Meinung für ein Endlagerprojekt sind.

Zudem verdeutlichen die Beispiele von Tschernobyl und Fukushima, dass sich, abgesehen von den gesellschaftlichen Auswirkungen, auch das prognostizierte Abfallvolumen betroffener Länder durch einen Unfall innerhalb kürzester Zeit erhöhen kann und entsprechende Lagerkapazitäten geschaffen werden müssen.

Neben der Endlagerung von radioaktiven Abfällen in tiefengeologischen Formationen gibt es auch andere Entsorgungsstrategien, die auf internationaler Ebene diskutiert wurden. So wurden neben einer Entsorgungsstrategie mit Überwachung auch alternative Orte wie das Meer oder das Eis in Betracht gezogen. Besonders das Weltall wird von Laien als anderer möglicher Endlagerort angesehen, um die Abfälle dauerhaft aus der Biosphäre zu entfernen. Aus Gründen der Sicherheit und des Umweltschutzes wurden jedoch alle drei alternativen Endlagerorte verworfen. Eine technische Alternative wäre die Partitionierung und Transmutation, die sich jedoch nach heutigem Stand der Technik bisher nicht realisieren lässt.

Darüber, ob künftige Forschungsergebnisse die bisherigen Lösungsansätze zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle bestätigen oder getroffene Entscheidungen als falsch herausstellen werden, kann derzeit nur spekuliert werden.

Hilfe einer Dokumentation über das Endlager informiert werden sollen. In Sicherheitsbetrachtungen wird jedoch davon ausgegangen, dass die

Schlammwasserbehandlung zur Stickstoffelimination am Beispiel der Trübwasserbehandlungsanlage Kamen-Körnebach

Stefan Schramm B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Karl-Georg Schmelz
Datum des Kolloquiums:	21. Oktober 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Lippeverband, Dortmund



Die Kläranlage Kamen-Körnebach ist eine im Jahre 1999 und im Rahmen des Sesekeprogramms vom Lippeverband neu errichtete Anlage. Sie ist mit einer Kapazität von 160.000 Einwohnerwerten (EW) ausgelegt worden und umfasst als Einzugsgebiete die Stadt Kamen sowie zu Unna und Dortmund gehörende Bezirke. Die anfallenden Abwässer stammen dabei zu 80 % aus Haushalten, die restlichen prozentualen Anteile sind gewerblichen Institutionen zuzuordnen. Bei Trockenwetter kann die Anlage Zuflusswassermengen von etwa 760 Liter pro Sekunde (l/s), bei Regenwetter mehr als das Doppelte der Abwasserströme aufnehmen.

Jenes auf der Kläranlage Kamen-Körnebach und innerhalb der Schlammwasserbehandlung anfallende Schlammwasser erzeugt im Zulauf der Belebung erhöhte Stickstofffrachten (N), die sogenannten internen Rückbelastungen. Das von den Kläranlagen Lünen-Sesekemündung und Dortmund-Schamhorst dem Standort Kamen zusätzlich zu gepumpt anaerob stabilisierte Faulschlammgut zeichnet sich ebenfalls durch hohe N-Konzentrationen aus, die im Maximum Größenordnungen von bis zu 2.500 Milligramm pro Liter (mg/l) aufweisen, sodass sich mit der Rückbelastung ein reduziertes Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis (C-N) einstellt.

Damit eine Reduzierung der N-relevanten Frachten und eine für den Standort ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Schlammwässer verfahrenstechnisch umgesetzt werden konnte, plante der LIPPEVERBAND im Jahr 2006 den Bau einer Trübwasserbehandlungsanlage, die auf dem Betriebsgelände der Kläranlage Kamen-Körnebach errichtet und im Mai 2010 erstmals betrieben wurde. Zu den baulichen Komponenten zählen unter anderem ein zusätzlicher Trübwasserzweischenspeicher, der als Vorlagebehälter zum Auffangen von Spitzenvolumenströmen dient, 2 stoßweise beschickte Reaktoren (SBR) mit einem Auslegungsvolumen von jeweils 800 Kubikmeter (m³), in denen das aus der Schlammmentwässerung vom Schlammgut abgeschiedene Filtrat zyklusgesteuert behandelt wird, und ein Vorlageschacht, des Weiteren grenzt ein Ablaufpumpwerk direkt an die Bauwerke an. Um in beiden SBR ein für die Bakterienstämme ausreichendes C-N-Verhältnis während der biologischen Umsetzungen zur N-Elimination einhalten zu können, wurde ein Speichertank für eine externe C-Dosierung errichtet, der eine 70-prozentige Glycerinlösung enthält.



Abbildung 1: Lage der SBR auf dem Betriebsgelände der Kläranlage

Das Hauptziel der Arbeit bestand darin, auch unter Zuhilfenahme der verfügbaren Monatsberichte zu untersuchen, ob seit der erstmaligen Inbetriebnahme der Trübwasserbehandlungsanlage und im Zuge zweier Versuchsreihen eine Umstellung der SBR von der konventionellen Nitrifikation/Denitrifikation auf die Verfahrensstufen der Nitritation/Denitritation oder der Deammonifikation stattgefunden hat.

Die modifizierten Prozesse gelten in der Abwasserreinigung als zukunftsorientierte Verfahren, da sie in erster Linie für eine Betriebskostenreduzierung in Form von eingesparten Sauerstoffeinträgen (O_2) und der nahezu vollständigen Einstellung der externen C-Dosierungen im Zuge der biologischen Schlammbehandlung sorgen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit sollte die zyklische Untersuchung der N-relevanten Kenngrößen des nach dem Prozess der Schlammbehandlung in den SBR vorliegenden Filtrats mit Aufnahme der für den Zyklus notwendigen Glycerin-Dosierung in jeweils 2 Versuchsreihen erfolgen. Für die Bewertung aller N-Parameter sollte dabei während eines Zyklus am SBR sowohl zu jeder Phase als auch im halbstündigen Wechsel im Zuge der alternierenden Rühr- und Belüftungsphasen je eine Filtratprobe entnommen, diese anschließend mit Küvettentests nach Dr. Lange (Ammoniumstickstoff (NH_4-N), Nitratstickstoff (NO_3-N), Nitritstickstoff (NO_2-N), Gesamtstickstoff (Gesamt) und Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)) analysiert und zum Ende der Versuchsreihe photometrisch ausgewertet werden.

Die Resultate der ersten Versuchsreihe wiesen auf eine zu diesem Zeitpunkt durchgeführte Umstellungsphase des SBR 1 auf den Nitritations- und Denitritionsprozess hin. Dies wiederum belegten einerseits die niedrigen NO_3-N -Konzentrationen nach Ablauf der Reaktionsphase im Bauwerk, andererseits wurden im Gegensatz zu SBR 2 keine externen C-Einträge durchgeführt.

Die Ergebnisse der zusätzlich im Labor durchgeführten Trockensubstanz-Bestimmungen (TS) zur Ermittlung des Schlammalters (tTS) ließen während der zweiten Messreihe sogar auf eine Deammonifikation schließen. Es fanden erneut keine C-Zugaben zur Aufrechterhaltung der biologischen Prozessbedingungen statt, zudem wurden erhöhte NO_3-N -Umsatzleistungen festgestellt. Die TS-Gehalte konnten als realistisch eingeordnet werden, die Größenordnungen der tTS hingegen nicht, da nicht genau bekannt war, ob gegenwärtige Überschussschlammabzüge aus den Reaktoren, unter anderem zum Ausgleich der Feststoffgehalte dienend, vorgenommen wurden.

Boris Schulze B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums:	15. September 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energietechnik
In Kooperation mit:	EMSA GmbH, Emsdetten

In Zeiten steigender Energiepreise und den damit verbundenen steigenden Kosten in der Industrie wird es immer wichtiger, die zur Verfügung stehenden Ressourcen möglichst wirtschaftlich einzusetzen. Vor allem unter Berücksichtigung des Konkurrenzdrucks sind Kosten in der Produktion möglichst gering zu halten. Auch die Umweltfreundlichkeit spielt in den letzten Jahren eine immer wichtigere Rolle.

Die Ausgangssituation zu Beginn der Bachelorarbeit bestand darin, dass die EMSA GmbH in Emsdetten sich Gedanken über ihre Energieverbrauchsstruktur gemacht hat.

Die EMSA GmbH ist ein kunststoffverarbeitendes Unternehmen in der Verbrauchsgüterindustrie. Aufgabe war es, möglichst umfassend die vorliegende Energieverbrauchsstruktur zu erfassen. Von dieser Datenbasis ausgehend sollte ein Maßnahmenkatalog zur Steigerung der Energieeffizienz des Unternehmens ermittelt werden, wobei die einzelnen Maßnahmen auch hinsichtlich Ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten sind. Hierbei spielt in der Industrie auch die Amortisationszeit der Maßnahmen eine entscheidende Rolle. Die zu ermittelnde Energieverbrauchsstruktur sollte die Produktionsprozesse sowie Energieumwandlungsprozesse zur Bereitstellung von Wärme und Kälte beinhalten. Somit fielen die Hallen für Produktion und Lagerung sowie das Kesselhaus in den Fokus der Untersuchungen. Das Verwaltungsgebäude sollte von den Untersuchungen unberücksichtigt bleiben.

Anhand der erfassten Möglichkeiten zur Optimierung des Energieverbrauchs ließ sich, vor allem im Bereich der Wärmeversorgung, ein großes ungenutztes Potenzial erkennen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde somit ein besonderes Augenmerk auf die Möglichkeit der Kälteversorgung über eine Absorptionskälteanlage die über ein BHKW mit Wärme versorgt wird gelegt. Der Hauptpunkt war somit die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung. Des Weiteren wurde das Einsparpotenzial bezüglich der Wärmeverluste über die Gebäudehülle untersucht.

Zur Thematik der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Hierbei wurden zwei Varianten verglichen. Die erste Variante war die Erneuerung der bestehenden Kompressionskälteanlagen. Die zweite Variante war eine Grundlastversorgung über eine Absorptionskälteanlage gespeist über ein BHKW und eine Spitzenlastversorgung über eine Kompressionskälteanlage. Diese Berechnungen wurden auf Grundlage von Erfahrungswerten bei den Investitionskosten durchgeführt.

Bei den Ermittlungen der Wärmeverluste über die Gebäudehülle wurde eine detaillierte Erfassung der bestehenden Gebäudeteile durchgeführt. Diese wurden rechnerisch mit besser gedämmten Alternativen verglichen und somit ein Einsparpotenzial bestimmt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war ein realistisches Einsparpotenzial von 26 % bei Erneuerung der Gebäudehülle.

Der Wärmeverlust über die Tore wurde auf zwei Weisen berechnet. Zum einen bei -12 °C Normaußentemperatur wie sie laut DIN EN 12831 für Emsdetten gilt. Zum anderen bei $5,83\text{ °C}$ was laut Wetterdatenbank die durchschnittliche Außentemperatur in Emsdetten während der Heizperiode im vergangenen Jahr war. Diese Wärmeverluste wurden pro Stunde, pro Tag und pro Jahr ermittelt.

Da diesem Wärmeverlust über offen stehende Tore sowohl über organisatorische Maßnahmen als auch über Schleusen entgegengewirkt werden kann beschränkte sich die Untersuchung hier auf die Verluste.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass einige Einsparpotenziale vorliegen, jedoch auch immer die Auswirkungen von Maßnahmen untereinander mitbetrachtet werden sollten.

Florentin Schütte B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	29. August 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Raumluftechnik
In Kooperation mit:	Benteler Automobiltechnik GmbH, Paderborn



Die Klimaschutzpolitik und die Energiewende der Bundesrepublik werden in Zukunft zu weiterhin steigenden Energiekosten führen; das Thema Energieeffizienz gewinnt daher immer mehr an Bedeutung. Für Industrieunternehmen ist es wichtig, Optimierungspotenziale im Energieverbrauch zu erkennen und zu nutzen. Ziel der Arbeit ist die Prüfung mehrerer Konzepte und die Entwicklung einer Entscheidungsgrundlage zur energietechnischen Verwendung des Abwärmepotenzials von Industrieöfen.

Durch Wärmerückgewinnung auf der Abgasseite soll die bislang durch die Abgasleitung an die Umgebung abgegebene Wärme an anderer Stelle im Unternehmen genutzt werden.

Um zunächst das nutzbare Wärmepotenzial festzustellen wurden an allen sechs, auf dem Werksgelände installierten Industrieöfen detaillierte Messungen des Abgasstromes durchgeführt.

Auf der Grundlage dieser Messungen wurden vier verschiedene Konzepte in Bezug auf zwei mögliche Wärmesenken auf dem Werksgelände erarbeitet. Die erste Wärmesenke stellt die Beheizung einer geplanten Hallenerweiterung in der Nähe der Industrieöfen dar. Dazu wurden eine komplette Beheizung der Halle mittels Wärmerückgewinnung durch Bündelung der Abwärme aus mehreren Industrieöfen und eine unterstützende Beheizung aus nur einer Ofenanlage betrachtet.

Als alternative Wärmesenke wurde die Brauchwassererwärmung für zwei Sanitärräume unterschiedlicher Größe betrachtet. Auch hier wurde wieder je ein Konzept für die Nutzung der Abwärme aus einem Ofen oder der Bündelung mehrerer Ofenanlagen in Form eines Nahwärmenetzes betrachtet.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung und anschließender Vergleich der Konzepte hat gezeigt, dass mit einer Amortisationszeit von 5 Jahren und einer CO₂ Einsparung von rund 25 t im Jahr das Konzept zur Brauchwassererwärmung aus einer Ofenanlage die wirtschaftlich interessanteste Möglichkeit zur Nutzung des Abwärmepotenzials der vorhandenen Industrieöfen darstellt.

Auslegung der Klimatisierung eines Büroraums nach VDI 3804 System A: Zentrale maschinelle Lüftung, variabler Volumenstrom, statische Heizung

Weiwei Si B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. M.Eng. Peter Hollenbeck
Datum des Kolloquiums:	05. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kälte- und Raumluftechnik
In Kooperation mit:	Emco, Lingen

In Deutschland existieren eine Menge von Vorschriften hinsichtlich der Auslegungen und Planungen der Klimatisierung für Bürogebäude.

In der Richtlinie VDI 3804 werden erstmals gängige Lüftungs- und Klimakonzepte von der einfachen Fensterlüftung über klassische zentrale Systeme bis hin zur dezentralen Raumklimatisierung vergleichend betrachtet. Am Beispiel von sechs unterschiedlichen Beispielsystemen werden charakteristische Merkmale hinsichtlich Auslegung, Luftkonditionierung, Energietransport, baulicher Anforderungen und Betrieb herausgearbeitet. Die VDI 3804 dient so als Planungshilfe für Planer, Architekten und Anwender zur Findung maßgeschneiderter Klimakonzepte für Neubauten und Revitalisierungsprojekte.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Auslegung der Klimatisierung eines Büroraums nach VDI 3804, System A darzustellen, mit folgenden Schwerpunkten:

- 1) Simulation eines Büroraums, der klimatisiert wird. Dafür wird die Software DesignBuilder genutzt.
- 2) Ermittlung der Ergebnisse einer thermischen Jahressimulation.
- 3) Darstellung und Auslegung der Produkte die zur Auslegung benötigt werden.

Meine Arbeit gliedert sich in fünf Sektionen und ein Literaturverzeichnis. Im darauf folgenden Teil meiner Arbeit stelle ich die Anforderungen und Anwendungen von der Raumluftechnik für Bürogebäude in der Richtlinie VDI 3804 vor.

Darüber hinaus werden die Lage und andere Informationen zur Beschreibung des Büroraums vorgestellt. Es wird eine thermische Simulation für dieses fiktive Büro mit Hilfe von DesignBuilder durchgeführt. Hieraus werden die Heizlast und Kühllast abgeleitet, die erforderlich sind, um die Produkte zur Klimatisierung auszuwählen und auszulegen.

Ein Teil dieser Arbeit ist es, die Produkte von Emco für die Auslegung der Klimatisierung vorzustellen und deren Vorteile und Einsatzbereiche darzustellen, insoweit sie für meine Arbeit relevant sind.

Im weiteren Verlauf meiner Arbeit werden die konkreten Prozesse zur Auslegung erläutert, die am wichtigsten für diese Bachelorarbeit sind.

In den Kapiteln 2 bis 4 habe ich die VDI 3804 inhaltlich vorgestellt, den Raum eines fiktiven Büros beschrieben, verschiedene Produkte zur Klimatisierung dieses Raumes erläutert, sowie die erforderlichen Lastberechnungen für den vorgestellten Raum durchgeführt. Aus den Ergebnissen einer dynamischen thermischen Gebäudesimulation wurden dabei die Randbedingungen für die weitere Auslegung der Komponenten nach VDI 3804 Typ A abgeleitet.

Als Endergebnis dieser Bachelorarbeit werden zwei Drall durchlässe vom Typ DAL 358, Nenngröße von DN 600/625 im Kühlfall und zwei Bodenkonvektoren vom Typ K3, Länge 3.950 mm im Heizfall, für das entworfene Büro ausgewählt.

Eine Überprüfung auch der akustischen Vorgaben nach VDI 2081 ergaben optimale Betriebsbedingungen für den Raum, der mittels VDI 3804 Typ A klimatisiert wird.

Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse – Potenzial zur effizienten Umsetzung im Gemeindegebiet Senden

Markus Siethoff B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
 Datum des Kolloquiums: 10. Oktober 2011
 Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft
 In Kooperation mit: ages GmbH, 48143 Münster



In dieser Arbeit wird das Potenzial für die Erzeugung von Strom und Wärme im Gemeindegebiet Senden aus Biomasse untersucht. Dies geschieht im Zuge eines Klimaschutzkonzeptes mit Unterstützung der ages GmbH.

Diese Arbeit befasst sich auch mit den verschiedenen definierten Potenzialbegriffen. Es werden die Biomassen Getreide, Gülle, Stroh und Holz als Energieträger untersucht.

Zuerst wird das theoretische Potenzial ermittelt, d. h., es wird die maximal mögliche Energiemenge ermittelt, die durch Biomasse erzeugt werden kann.

Hierbei wird ausschließlich der physikalisch mögliche Nutzen beschrieben, d. h. ökologische, ökonomische und technische Hindernisse werden vernachlässigt. Somit wird mit Hilfe von allgemeinen Kennwerten eine theoretische Obergrenze dargestellt.

Im weiteren Verlauf wird das technische Biomassepotenzial ermittelt, was den Teil des theoretischen Potenzials beschreibt, der unter Berücksichtigung von technischen Verlusten und anderen Faktoren, wie die Erschließbarkeit der Regionen tatsächlich umgesetzt werden kann. Hierbei wurden verschiedene technische Anlagen ausgesucht und untersucht.

Als Nächstes wird das ökonomische Gesamtpotenzial, was den Teil des technischen Potenzials beschreibt, der unter aktuellen wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich ist, dargestellt. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Förderung, Substratpreise, etc.) können variieren, somit ist dies ein Potenzial was zum aktuellen Zeitpunkt, im September 2011 realisierbar ist.

Als Abschluss wird ein Erwartungspotenzial ermittelt, was mithilfe der politischen Situation und dem Engagement abgeschätzt wird. Des Weiteren werden die, im Vergleich zu Erdgas unwirtschaftlichen Anlagen ausgeschlossen.

Somit werden als Fazit mögliche Lösungsstrategien ausgearbeitet und aufgeführt.

Konzept zur Implementierung einer energieeffizienten KWK-Anlage am Standort Halle (Westfalen) der August Storck KG

Dipl.-Ing. Sascha Simon M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Datum des Kolloquiums:	09. September 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	August Storck KG, Halle (Westfalen)



Das Unternehmen Storck, mit Hauptsitz in Berlin, zählt heute zu den größten Süßwarenherstellern im weltweiten Markt der Zucker- und Schokoladenwaren. Bekannte Marken, wie nimm2, Werther's Original, Campino, RIESEN, Knoppers, Dickmann's, merci, oder Toffifee sind in vielen Teilen der Welt erhältlich.

Die Erfolgsgeschichte begann im Städtchen Werther in Westfalen. Heute führt Axel Oberweland das mittlerweile in vierter Generation geführte moderne Familienunternehmen. Inzwischen gehören zur August Storck KG neben den drei deutschen Produktionsstandorten in Berlin, Halle (Westfalen), Ohrdruf (Thüringen), zwei weitere Produktionsstätten in Großbritannien und Dänemark sowie 20 ausländische Vertriebsorganisationen.

Die August Storck KG verfolgt mit dieser Masterarbeit am Standort Halle eine Untersuchung hinsichtlich des Einsatzes einer energieeffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage im näheren Bereich der vorhandenen Energiezentrale. Die erzeugte Nutzwärme soll als 16 bar_v-Sattdampf in die vorhandenen Fernleitungen gespeist und der Strom selbst verbraucht werden.

Nach der Darstellung und Auswertung der Energiebedarfsprofile hat sich die Studie einen Überblick über am Markt etablierte KWK-Techniken verschafft. Der ORC-Prozess, der Stirlingmotor, sowie das Thema Brennstoffzellenanlagen und Mikrogasturbinen wurden ausgeklammert. Die betrachteten KWK-Anlagen werden in ihren einzelnen Funktionsweisen sowie ihrer Gesamteffizienz vergleichend beschrieben.

BHKW und Gasturbinen beschrieben die KWK-Techniken mit den höchsten elektrischen Wirkungsgraden und den höchsten Nutzwärmepotenzial für den ermittelten Wärme- und Strombedarf. Die Gasturbinen-Technik wurde letztendlich ausgewählt, weil BHKW ihr größtes Nutzwärmepotenzial im Nieder-temperaturbereich zu verzeichnen haben. Aufgrund der Energiebedarfsprofile erfolgte die Auslegung in wärmegeführter Fahrweise.

Im Rahmen der Recherche wurden begrenzende Einflussfaktoren des Gasturbinenbetriebs aufgezeigt. Bei der weiteren Betrachtung wurden zwei Anlagenvarianten mit nachgeschaltetem Abhitzekegel ohne Zusatzfeuerung analysiert.

Die erste Variante beschreibt eine Gasturbineneinheit als Grundlastmaschine

für den vollständigen Eigenverbrauch der erzeugten Wärme und den erzeugten Strom. Die zweite Variante verfolgt den Einsatz einer leistungsstärkeren Turbineneinheit, die einen gewissen Teil des erzeugten Stroms ausspeist.

Beide Anlagenvarianten begründeten steuerliche Positiveffekte, wie die Energiesteuerbefreiung beim Erdgasbezug und Stromvergütungssätze gemäß Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz für 4 Jahre, bzw. 30.000 Betriebsstunden. Ein mögliches Potenzial bei der Brennstoffbeschaffung wurde im Rahmen des EEG ermittelt.

Ferner konnten CO₂-Einspareffekte im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme ausgewiesen werden. Der Standort Halle ist bereits mit seiner Bestandsanlage emissionshandelspflichtig.

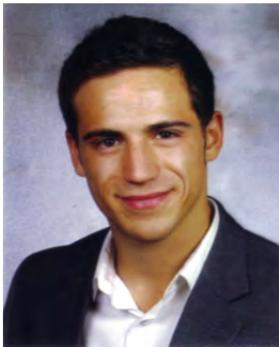
Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergab die Vorteilhaftigkeit der leistungsstärkeren Gasturbineneinheit und berücksichtigte Kostensteigerungen bei den betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten von drei Prozent. Die Grundlastturbine erzielte unter den vorgenannten Prämissen einen negativen Kapitalwert.

Die abschließende Sensitivitätsanalyse unterstrich die Wichtigkeit, die Energiepreisentwicklung bei der Brennstoffversorgung und dem Strombezug stets im Fokus zu behalten.

Untersuchung der Kreissporthalle Ibbenbüren auf Energieeinsparpotenziale mit Hilfe von thermischer Gebäudesimulation

Cihan Sönmez B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums:	28. September 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Wärmetechnik
In Kooperation mit:	Kreis Steinfurt

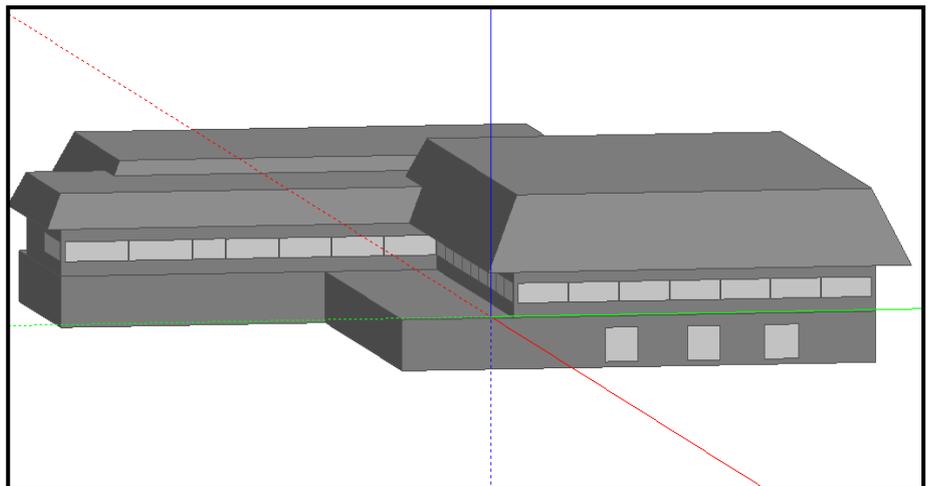


Seit Jahren kämpfen Kommunen mit steigendem Energieverbrauch und drastisch erhöhten Energiepreisen. Hinzu kommt, dass aufgrund von knappen Kassen jahrelang Gebäudesanierungen hinausgeschoben wurden und sich jetzt als großer Faktor in den Energiekosten widerspiegeln. Der Kreis Steinfurt hat sich vorgenommen, den stetig wachsenden Energiekosten ein Ende zu setzen und bis zum Jahr 2050 energieautark zu werden. Das Projekt Zukunftskreis Steinfurt - Energieautark 2050 wird in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik und weiteren Partnern gestaltet.

Ein Baustein zum Erreichen dieses Vorhabens ist die Steigerung der Energieeffizienz von eigenen Gebäuden, denn hier bestehen die größtmöglichen Einsparpotenziale. Durch gezielte Maßnahmen können Energieeinsparungen von bis zu 50 % und mehr erreicht werden.

Als Nächstes soll die energetische Sanierung der Kreissporthalle Ibbenbüren erfolgen. Durch eine dynamisch thermische Simulation der Kreissporthalle und den Sanierungsmaßnahmen kann der Kreis gezielt und genau die Wirtschaftlichkeit seines Vorhabens beurteilen.

Als Hilfsmittel dazu soll eine energetische Simulation mittels DesignBuilder dienen.



Kreissporthalle in DesignBuilder

Um eine gesamte Sanierung zu simulieren, werden am Modell des Ist-

Zustandes in DesignBuilder alle Änderungen bezüglich der Verglasung, des Daches, der Beleuchtung und der Deckenstrahlheizung vorgenommen. Durch den Einbau des mit Biofestbrennstoffen betriebenen Kessels mit einem Jahresnutzungsgrad von 0,82 werden die Änderungen komplettiert.

Als Brennstoff wird in der Simulation Biomasse gewählt. Die Biomasse steht für alle nachwachsenden Festbrennstoffe.

Ein weiterer Vorteil einer gemeinsamen Simulation aller Maßnahmen ist, dass nun die gegenseitige Beeinflussung mitberücksichtigt wird.

Mit einer Reduktion von über 50 % hat die Strombedarfseinsparung das größere Potenzial. Die Wärmebedarfseinsparung schlägt mit 22,37 % zu Buche. Dieser Wert jedoch gibt die Einsparung ohne eine Änderung an der Infiltration an. Man muss berücksichtigen, dass im Zuge der Sanierung des Daches und der Fenster die Infiltration gesunken ist.

Mit einer dynamischen thermischen Simulation der Kreissporthalle Ibbenbüren konnten wirklichkeitsgetreue Ergebnisse bezüglich der Effektivität einer Sanierung ermittelt werden. Diese sollen dem Kreis bei der Entscheidung, diese Maßnahmen durchzuführen, als Entscheidungshilfe dienen.

Die thermische Simulation der Kreissporthalle zeigt deutlich, dass ein erhebliches Energieeinsparpotenzial besteht und eine umfassende Sanierung des Gebäudes dringend notwendig ist. Durch die Sanierung des Daches und Erneuerung der Verglasung nach heutigem Standard lassen sich über 22 % der benötigten Heizenergie einsparen. Zudem sinkt der Stromverbrauch über 50 % durch die Modernisierung der Beleuchtungstechnik und dem Wegfall der mechanischen Lüftung in der kleinen Halle.

Thomas Steinacker B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums: 13. Juli 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: EnviTec Biogas AG, Lohne



In den meisten Fällen wird produziertes Biogas in Blockheizkraftwerken verstromt und nicht zu Biomethan veredelt und in das öffentliche Erdgasnetz eingespeist. Die im BHKW entstehende Abwärme wird dabei wegen fehlender Abnehmer selten effektiv genutzt, sondern entweicht als Energieverlust. Daher wird der Gedanke aufgegriffen, Biogas zu Biomethan zu veredeln und in das öffentliche Erdgasnetz einzuspeisen. So kann es an dezentraler Stelle wärmeäquivalent dem Netz entnommen und an geeigneten Wärmesenken in BHKW eingesetzt werden, sodass die bei der Stromproduktion freiwerdende Abwärme für Produktionsprozesse genutzt werden kann. Die klimafreundliche Wärme aus KWK-Anlagen wird dabei im Rahmen eines Contracting-Projektes für den jeweiligen Kunden angeboten. Die wichtigsten Faktoren stellen dabei die Effizienzsteigerung durch Kraft-Wärme-Kopplung, die Realisierung von Einsparpotenzialen bei den Energiekosten sowie der Einsatz von klimafreundlichen Brennstoffen dar.

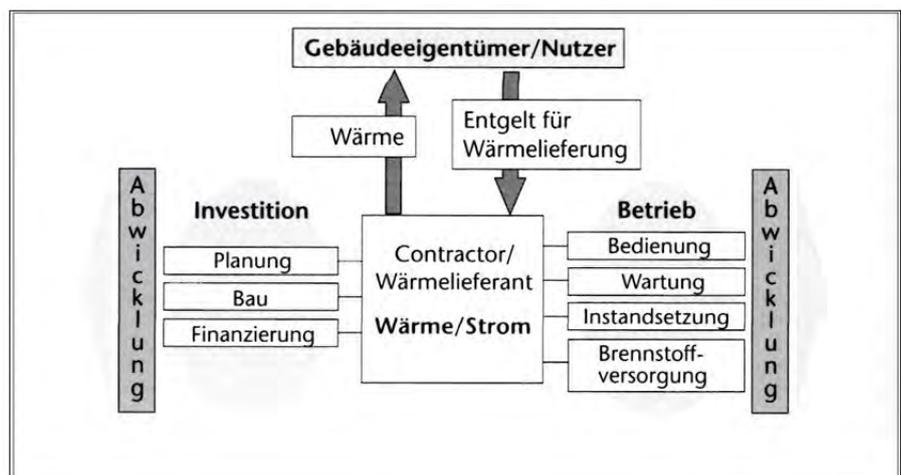


Abb. 1: Energieliefer-Contracting: Beispiel Wärmelieferung

Für die Realisierung dieses Konzeptes und die Ziele der Bundesregierung, bis 2020 eine Biomethanmenge von 6 Mrd. m³ pro Jahr einzuspeisen und den Anteil an KWK-Strom auf 25 % zu verdoppeln, besteht jedoch Optimierungsbedarf in der Förderung, um langfristig Wettbewerbsfähigkeit gegenüber fossiler Heizungsversorgung zu erlangen. Vielfältige Vorteile wie Speicherbarkeit des Biomethans, Unabhängigkeit von klimatischen Einflüssen bei dessen Produktion, CO₂-Neutralität des Brennstoffes und das Schaffen neuer Arbeitsplätze innerhalb des Energiewandels, generieren einen Pionierstatus bei

der Weiterentwicklung der Energieversorgung.

Des Weiteren wird der Weg von der Biogaserzeugung bis zur Gasnetzeinspeisung dargelegt und rechtliche Rahmenbedingungen durch die Gasnetzzugangsverordnung erläutert.

In der Arbeit wird außerdem die energetische Verwertung von Lebensmittelrohstoffen zur Energieversorgung aus ethischer Betrachtungsweise untersucht. Dabei wird zu dem Schluss gelangt, dass die zahlreich genannten Vorwürfe, wie „Vermaisung“, Verdrängung von Nutzflächen zur Lebensmittelproduktion und die Verteuerung von Nahrungsmitteln faktisch bereinigt werden können.

Bei der Analyse der Marktpotenziale für biomethangespeiste KWK ergeben sich vor allem Chancen in der Industrie. Es werden daher, anhand einer Wirtschaftlichkeitsberechnung für einen konkreten Kunden, Kosteneinsparpotenziale bei den Energiekosten des Unternehmens herausgearbeitet. Die aus zwei Kesseln bestehende, heizölbefeuerte Wärmeversorgung soll dabei durch eine biomethangespeiste KWK-Anlage ersetzt werden.

Temporäre Wärmekosten [€/a]	235.017,75	
	Kessel 1	Kessel 2
Kosten mit Contracting Projekt [€/a]	219.802,06	200.882,84
Ersparnis [€/a]	15.215,69	34.134,91
Gesamtes Kosteneinsparpotential [€/a]	49.350,60	

Tab. 1: Jährliche Kostenersparnis durch das Contracting-Projekt für den Kunden

Es wird zu dem Ergebnis gelangt, dass der Kunde mit dem Contracting-Projekt mehrere Zehntausend Euro pro Jahr einsparen kann und keine liquiden Mittel für die Errichtung und Finanzierung der KWK-Anlage aufwenden muss.

Ergebnisse:

- Fossile Brennstoffe werden durch klimafreundliches Biomethan ersetzt.
- Minderung von Importabhängigkeiten fossiler Brennstoffe
- Effizienzsteigerungen auf Wirkungsgrade von 80 % im Vergleich zur reinen Stromerzeugung ohne Wärmenutzung (40 %)
- Kosteneinsparpotenziale für den Contracting-Nehmer bei den Energiekosten von mehreren Zehntausend Euro pro Jahr
- Keine Bindung liquider Mittel für den Kunden durch Erneuerung der Heizungsanlage

Ermittlung von Faktoren zur Skalierung der Investitionskosten solarthermischer Kraftwerke

Sebastian Stermann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

30. August 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Flagsol GmbH, Köln



Die Flagsol GmbH mit Sitz in Köln ist Technologiegeber und Generalunternehmer für Parabolrinnenkraftwerke. In Forschungs- und Entwicklungsprojekten entwickelt Flagsol die Parabolrinne ständig weiter, um den Marktvorsprung weiter auszubauen.

Solarthermische Kraftwerke werden schon seit den frühen 1980er Jahren konventionell betrieben. Diese Kraftwerke weisen aber eher geringe Leistungsklassen auf. Erst seit dem Bau der ANDASOL Projekte in Spanien hat ein erneuter Technologieschub eingesetzt. Tendenziell werden immer größere Parabolrinnenkraftwerke geplant bzw. gebaut, um so in stärkere Konkurrenz zu konventionellen Kraftwerken zu gehen.

Eine Schwierigkeit bei der Planung dieser neuen, großen Kraftwerke ist die Abschätzung der Investitionskosten. Diese können mehrere Hundert Millionen Euro betragen. Aber nur eine wirtschaftlich zu betreibende Anlage kann genügend Investoren für ihren Bau gewinnen. Bisher befinden sich nur wenige solarthermische Kraftwerke in Betrieb. Es fehlt an Erfahrung, um von den gebauten Anlagen verlässliche Rückschlüsse auf die Investitionskosten geplanter Anlagen zu ziehen.



(Quelle: Flagsol GmbH)

Ziel der Bachelorarbeit war es deshalb, die Kostenermittlung von Parabolrin-

nenkraftwerken zu verfeinern. Dazu wurden Faktoren zur Skalierung der Investitionskosten ermittelt.

Lernkurveneffekte bilden die Basis für Kostendegression und den darauf basierenden Skalierungen der Investitionskosten. Um dies bei einem Parabolrinnenkraftwerk nachzuweisen, wurde in einem ersten Schritt nach geeigneten Ermittlungsmethoden für solch eine Berechnung gesucht. Durch Kombination verschiedener Methoden konnte eine Anpassung an die Problemstellung erfolgen. Dazu wurden in einem zweiten Schritt die Hauptkostenträger eines Parabolrinnenkraftwerks ermittelt. Diese Kostenpositionen wurden schließlich auf das Auftreten von Skalierungseffekten hin untersucht.

Insgesamt kommt diese Bachelorarbeit zu dem Schluss, dass es – aus Sicht der Investitionskosten – sinnvoll ist, Parabolrinnenkraftwerke in großen Dimensionen zu bauen. Je größer die Parabolrinnenkraftwerke werden, desto stärker tritt der Effekt der Kostendegression auf. Dieser Effekt wurde auch von weiteren Studien belegt.

Abschließend ist festzuhalten, dass im Rahmen dieser Arbeit viele Kostenskalierungen für Elemente eines Parabolrinnenkraftwerks entwickelt werden konnten. Mithilfe dieser Skalierungen wurde die Qualität der Kostenermittlung der Flagsol GmbH gesteigert.

Entwicklung und Implementierung energetischer Berichte als Grundlage des Anlagenbetriebes und als Unterstützungsfunktion für unternehmerische Planungen am Beispiel der Wärmesparte der E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH

Roland Stiene B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

08. Juli 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie und Umwelttechnik
Energietechnik und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH, Kirchlingern



Energiemanagement ist eine Kernkompetenz. Jedes Unternehmen muss seine Energieverbräuche kennen, verstehen und wenn möglich senken. Energiemanagement spielt hierbei eine wichtige Rolle im unternehmerischen Prozess. Zurzeit sind Begriffe wie intelligente Systeme und smarte Messgeräte die Schlagwörter auf der Hannover-Messe 2011 und in den energiewirtschaftlichen Medien wie z. B. dem Fachmagazin BWK.

Das Ziel der Bachelorarbeit war die detaillierte Entwicklung und Implementierung von energetischen Berichten als Teil des Energiedatenmanagementsystems in Form einer Excel Datei für weitergehende Auswertungen der Zielgruppe aus der selbstentwickelten relationalen Energiedatenbank bzw. weiterentwickelten Energiedatenmanagement der Praxisphase. Teilziele waren u. a. die Verbrauchsdatenermittlung, die Energiebilanzierung sowie Emissionsberechnungen.

Es existieren interne und externe Zielgruppen, die an den Berichten sehr interessiert sind. Zu den internen Gruppen zählen das technische Anlagencontrolling, das wirtschaftliche Controlling, das operative und das strategische Unternehmensmanagement. Allgemein tragen die Berichte zum Reporting sowie zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung bei, indem sie die Verbräuche und Spitzen darstellen, welche es zu senken gilt. Externe Gruppen lassen sich in zwei Vorgabegruppen unterscheiden: vertragliche Vorgaben und gesetzliche Regulationsvorgaben. Zu den vertraglichen gehören Kunden, z. B. Betriebe und Kommunen.

Die E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH hat sich im Jahr 2010 dazu entschlossen ihr ineffizientes Energiedatenmanagement in der Messung für Ihre Anlagen, wie BHKW-Anlagen, Heizkessel-, Wasserkraft-, Druckluft-, Biogas-, Windkraft- und Photovoltaikanlagen, zu verbessern.

Dies erfolgte durch die Einführung einer selbstentwickelten Energiedatenbank mit dazugehörigem Handbuch, Dokumentationen, Messapparaturbezeichnungen und vielen Anlagenskizzen.

Vor der Implementierung benötigte ein erfahrener Mitarbeiter beispielsweise. Für die Auswertung von fünf Zählerständen mit büroalltäglichen Unterbrechungen, nach Befragung von Mitarbeitern und Korrektur der Messwerte insgesamt 30 min seiner Arbeitszeit. Mithilfe des jetzigen Energiedatenmanagementsystems benötigt er 3 min.

Die Bachelorarbeit hat gezeigt, dass energetische Berichte aus der Energiedatenbank effizient erfolgen können. Wesentliche Schritte des Energiedatenmanagementprozesses mussten erklärt werden, um das tiefere Verständnis für die Berichte zu erhalten. Der Prozess beginnt mit der Datenerhebung und der Dateneingabe und geht über die Energiedatenbank bis hin zur Auswertung der Excel Datei.

Alle BHKW-Anlagen der E.ON Westfalen Weser Energie-Service GmbH können durch eine einzige Excel Vorlage ausgewertet werden. Eine Datei für alle Anlagen: schnell, umfassend transparent und sicher.

Insgesamt sind über 1.200 Pivot Tabellen mit 500 realen Zählern, 7 Strom- und Wärmeabnehmern und 45 „Virtuellen Zählern“ in den Berichten enthalten. Alle Messapparaturen wurden mit Bildern kenntlich gemacht. In der Datei muss der Mitarbeiter nur drei einfache Eingaben in der Excel Vorlage tätigen: Anlagenabkürzung, das Anfangsdatum und das Enddatum. Anschließend sind alle wesentlichen Wirkungsgrade und Emissionsminderungen auf einen Blick ersichtlich.

Die untere Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Zusammenfassung der Energiebilanzierung.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Zusammenfassung Energiebilanzierung										
2			Brennstoff Hi	Leistung Thermisch	Leistung Elektrisch	Elektrischer Wirkungsgrad	Thermischer Wirkungsgrad	Verluste		Kopplungswirkungsgrad	Stromkennzahl
3						Hi	Hi	Hi	Hi	Hi	
4		Durchschnitt	kW	kW	kW	in %	in %	in %	in %	in %	
5		BHKW 1	58560	498	363	37,81	51,88	10,31	51,875	10,31	
6		BHKW 2	58560	498	363	37,81	51,88	10,31	51,875	10,31	
7		BHKW 3	58560	498	363	37,81	51,88	10,31	51,875	10,31	
8		Gesamt BHKW	175680	1494	1089	37,81	51,88	10,31	51,875	10,31	
9		Kessel 1	17572,27	314	-	0,00	109,00		109,00	0	
10		Kessel 2	17572,27	314	-	0,00	109,00		109,00	0	
11		Kessel 3	17572,27	314	-	0,00	109,00		109,00	0	
12		Kessel 4	17572,27	314	-	0,00	109,00		109,00	0	
13		Kessel 5	17572,27	314	-	0,00	109,00		109,00	0	
14		Gesamt Kessel	87861,35	1570	-	0,00	109,00		109,00	0	
15		Anlage	263541,35	3064	1089	37,81	92,02		92,02	0	
18			Exergetischer Wirkungsgrad	elektrischer Exergetischer Wirkungsgrad	thermisch Exergetischer Wirkungsgrad	exergetische Nutzwärme	exergetische Nutzwärme	Primärenergieeinsparung absolut		Primärenergieeinsparung relativ	
19		Durchschnittswerte	Hi	Hi	Hi	Hi	Hi	Brennstoffeinsparung abs		Brennstoffeinsparung relativ in %	
20											
21		BHKW 1	46,63	37,81	0,09	84,66	84,66	41.611,76		58,06	
22		BHKW 2	46,63	37,81	0,09	84,66	84,66	41.611,76		58,06	
23		BHKW 3	46,63	37,81	0,09	84,66	84,66	41.611,76		58,06	
24		Gesamt BHKW	46,63	37,81	37,8125	253,98	253,98	124.835,29			

Weitere Einsparpotenziale im Rahmen eines Energie-Contracting-Modells am Beispiel der Wärmeversorgung der Winkelmann Gruppe in Ahlen/Westf.

Ralf Sundermann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Robert Meier
Datum des Kolloquiums:	21. September 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Imtech Contracting GmbH, Osnabrück



Im Rahmen eines bestehenden Contracting-Vertrages zwischen der Winkelmann Gruppe (WiG) und Imtech Contracting (ICO) beschreibt diese Bachelorarbeit weitere Energieoptimierungen für die Wärmeversorgung des Stammwerkes der WiG in Ahlen. Passend zu den dabei im Dezember 2009 abgeschlossenen energetischen Sanierungsmaßnahmen sichert ICO die effiziente Bereitstellung von Nutzenergie bei vertraglich reduziertem Gesamtverbrauch. Die Nutzenergie setzt sich aus Wärme, Kälte und Druckluft zusammen. Im ersten Jahr nach Umsetzung der Maßnahmen konnten große Energiekosteneinsparungen erzielt werden. Diese Bachelorarbeit beschreibt die bereits umgesetzten Maßnahmen für die Wärmeversorgung und deren Einfluss auf den Gasverbrauch sowie Maßnahmen zur weiteren Erdgasreduktion.

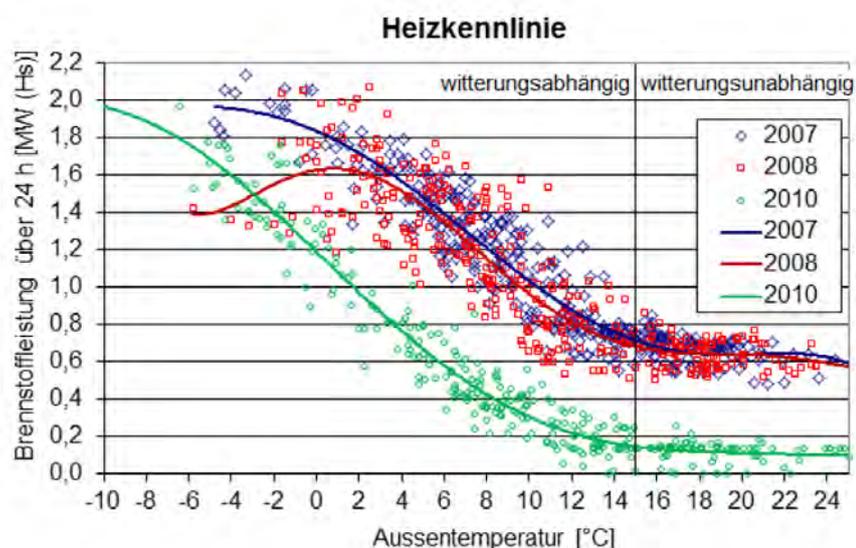
Das Stammwerk der WiG gliedert sich wesentlich in zwei Produktionshallen und der Hauptverwaltung. Diese Bachelorarbeit bezieht sich hauptsächlich auf die beiden großen Produktionshallen. Es wird L-Gas für Prozesszwecke und zur Deckung des Wärmebedarfs verwendet. Um die Wärmeversorgung sicherzustellen, stehen zwei Kessel bereit. Mit den ersten Energieeinsparmaßnahmen konnte der Erdgasgrundbezug deutlich um etwa 44 % verringert werden. Diese Einsparung ist maßgeblich auf die Netzsanierung und die konsequente regelungstechnische Zonierung und die Wärmerückgewinnung aus der zentralen Druckluftherzeugung zurückzuführen. Durch die damit einhergehende Reduzierung der Rücklauftemperatur wird durch die Nachrüstung eines Brennwertwärmetauschers auch die Kondensationswärme genutzt. Der Strombedarf für die Wärmeversorgung wurde ebenfalls reduziert, da die unregulierten Pumpen durch Hocheffizienzpumpen mit einer Proportionaldruckregelung ersetzt wurden, dennoch konnte auch hier noch weiteres Einsparpotenzial ermittelt werden.

Zunächst werden in der Bachelorarbeit die Stränge, die die beiden großen Produktionshallen mit Wärme versorgen, auf weitere Einsparpotenziale analysiert. Dazu wurde der Verlauf der Hallentemperaturen und die Strangwärmeleistung über ein Zeitraum von einem Jahr ausgewertet, wodurch nachgewiesen wurde, dass die Hallentemperaturen teilweise noch deutlich höher als gefordert sind. Durch die neu berechneten Einstellstufen der verbauten Rücklauf-temperaturbegrenzer kann eine Wärmeeinsparung von weiteren 8-9 % erzielt werden.

Weiteres Energieeinsparpotenzial steckt in dem Betrieb von zwei Lötöfen. Zurzeit wird dort prozessbedingt Erdgas verbrannt, ohne die Abwärme zu nutzen. Die Installierung von Wärmetauschern kann eine Reduzierung des Erdgasbezuges zwischen 13 und 14 % nach sich ziehen.

Als Alternative zum ausschließlichen Bezug von Kesselwärme kann ein Blockheizkraftwerk in Betrieb genommen werden, welches zwar aufgrund der geringen Grundlast nach den weiteren Energieeinsparmaßnahmen nur auf kurze Jahresbetriebsstunden kommt aber dafür den Nutzungsgrad der Anlage deutlich steigern kann. Es kann so je nach Größe des Moduls bis zu 270 t CO₂ eingespart werden.

Diese Bachelorarbeit belegt, dass es sich auch nach bereits umgesetzten Energieeinsparmaßnahmen auszahlt, die Entwicklung des Energiebedarfs unaufhörlich zu dokumentieren und zu analysieren. Angesichts der kontinuierlichen Aufzeichnung der Daten war es überhaupt möglich, weitere Optimierungspotenziale zu erkennen und diese äußerst effizient an die bestehende Energieversorgung anzupassen und zu integrieren. Je besser das Zusammenspiel sämtlicher Medien zur Energiebereitstellung abläuft, desto ökonomischer und wirkungsvoller kann eine Anlage betrieben werden. So lässt sich nicht nur viel Geld sparen, sondern auch ein erheblicher Beitrag zum Umweltschutz leisten.



Torsten Syndicus B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl. Wirt.-Ing. Jakob Sattelmanier
Datum des Kolloquiums:	21. Juli 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	DB Energie GmbH, Frankfurt am Main



Als Teil der strategischen Ziele der DB AG ist unter anderem der Ausbau des regenerativen Stromanteils im eigenen Stromportfolio vorgesehen. Seit März 2010 bezieht die DB Energie GmbH (DBE) als Energieversorger der DB AG über die Direktvermarktung Strom aus einem Windpark in Märkisch Linden. Ein weiterer Windpark ist Januar 2011 hinzugekommen. Die DBE gehört damit zu den ersten Lieferanten, die die Direktvermarktung zur Beschaffung von Grünstrom nutzen.

Die Aufgabenstellung der Bachelorarbeit bestand aus zwei Teilen: Im ersten Teil sollte die Position einzelner Marktteilnehmer in Bezug auf die Direktvermarktung untersucht werden. Im zweiten Teil galt es die Herausforderungen entlang des Windstrom-Beschaffungsprozesses, denen sich die DBE im Rahmen der Direktvermarktung bisher stellen musste, herauszuarbeiten. Zu diesen Herausforderungen sollten Lösungsansätze gefunden und zu bereits bestehenden Lösungsansätzen Verbesserungsvorschläge gemacht werden.

Unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen der gültigen Fassung des EEG und der ab 01.01.2012 gültigen EEG-Novelle, wurden durch Literaturrecherche die Positionen der einzelnen Marktteilnehmer untersucht. Dabei wurden ausschließlich Marktteilnehmer untersucht, zu denen die DBE im Rahmen der Direktvermarktung geschäftliche Beziehungen unterhielt und weiterhin unterhält.

Anlagenhersteller
Anlagenbetreiber
Bilanzkreisverantwortlicher Lieferant
Netzbetreiber
Letztverbraucher

Abb.1: untersuchte Markttrollen

Die DBE hat bei der Strombeschaffung mittels Direktvermarktung die Marktrolle des bilanzkreisverantwortlichen Lieferanten inne. Als wichtigste Erkenntnis für die DBE stellte sich heraus, dass die zwei neuen Arten der Direktvermarktung in der EEG-Novelle 2012 - das abgeänderte Grünstromprivileg und das Marktprämienmodell - von der DBE nicht wirtschaftlich verwertbar genutzt werden können.

Die Untersuchung der einzelnen Stufen des Beschaffungsprozesses zeigte, dass die größte Herausforderung, bei der wirtschaftlichen Beschaffung von Windstrom über die Direktvermarktung, im kontinuierlichen Datenaustausch liegt. Dieser erfolgt automatisch und bildet die Grundlage für die Durchführung des Dayaftergeschäftes. Aus diesem Grund ist eine pünktliche Lieferung des Vortages-Lastgangs im richtigen Format unerlässlich. Das Dayaftergeschäft dient der Minimierung des Risikos hoher Ausgleichsenergiekosten: Bleibt das Dayaftergeschäft aus, so erhöhen sich die die Ausgleichsenergiekosten. Dies zeigte die Erfahrung, die mit dem Ausfall der Datenlieferung von einem der zwei Windparks gemacht wurde. Um die Auswirkungen genauer zu untersuchen, wurden im Rahmen der Analyse des Beschaffungsprozesses verschiedene Möglichkeiten zur Minimierung des Risikos hoher Ausgleichsenergiekosten verglichen. Mithilfe der ermittelten Ausgleichsenergiekosten wurde zudem die Kostenstruktur für den Strom aus der Direktvermarktung untersucht, um so Potenziale für zukünftige Einsparungen zu finden.

Den Abschluss des zweiten Teils der Arbeit bildete die Bewertung des Imagegewinns in der Wahrnehmung der nichtprivilegierten Letztverbraucher (z. B. private Haushalte), der sich für die DB AG durch die Direktvermarktung erzielen lässt. Da die DBE zum einen Schienenbahnen mit Strom beliefert, zum anderen das Grünstromprivileg nicht nutzt und zudem durch den Strombezug mittels Direktvermarktung die Strommenge verringert, die gemäß der gesetzlich vorgegebenen EEG-Vergütungssätze vergütet wird, ist die Nutzung der Direktvermarktung durch die DBE seitens der nichtprivilegierten Letztverbraucher grundsätzlich als positiv zu bewerten, da sich auf diese Weise die Strombeschaffung über die Direktvermarktung senkend auf die EEG-Umlage auswirkt. Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang zwischen der EEG-Vergütung und der letztlich resultierenden EEG-Umlage.

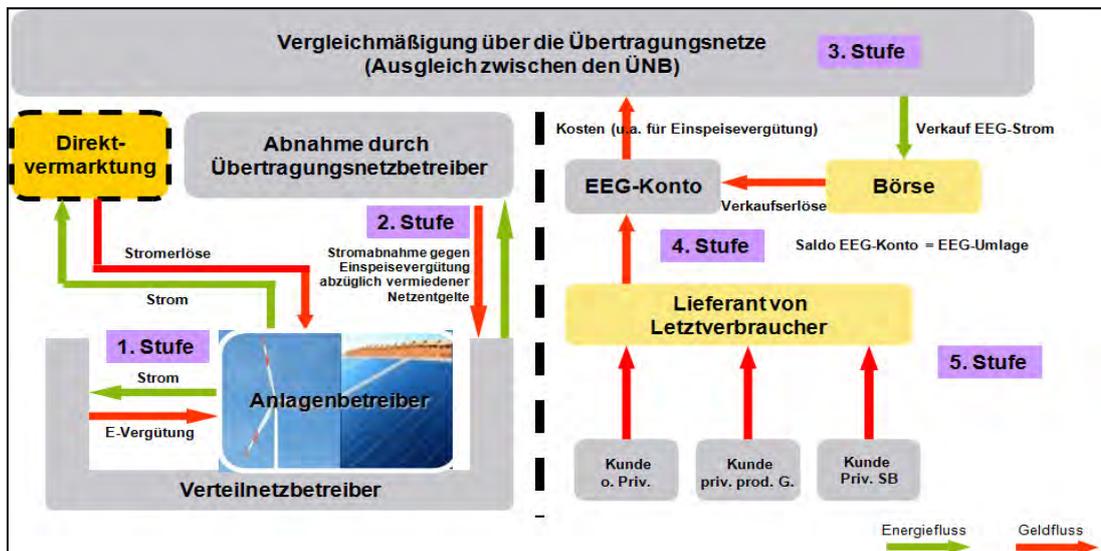


Abb.3.1: Umwälzungsmechanismus; Quelle: Präsentation: Grundlagen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) 2009 (Novelle), DB Netze, Eino Tank

Erstellung eines Leitfadens für die Implementierung eines Umweltmanagementsystems

Jens Tadick B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. pol. Petra Teitscheid

Datum des Kolloquiums:

12. Juli 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Beckum



Nach einer 5-monatigen Implementierung eines Umweltmanagementsystems bei der Firma BEUMER, bestand das Ziel dieser Bachelorarbeit darin, einen allgemeingültigen Leitfaden für die Implementierung eines Umweltmanagementsystems zu erstellen.

Eine Implementierung bedeutet, dass ein vorhandenes Qualitätsmanagementsystem (QMS) durch ein Umweltmanagementsystem (UMS) ergänzt wird. Das Ergebnis ist ein integriertes Managementsystem (s. Abb. 1).



Abbildung 18: Implementierungsprozess von einem Umweltmanagementsystem

Das Umweltmanagementsystem orientiert sich an der DIN EN ISO 14001:2004, „Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“. Eine Implementierung hat unter anderem das Ziel, dass das Unternehmen ein weltweit anerkanntes ISO 14001 Zertifikat besitzt.

Von dem Jahr 2001 bis zum Jahr 2008 hat sich die Anzahl der weltweit ausgestellten ISO 14001 Zertifikate von 36.464 Stück auf 188.815 Stück mehr als verfünffacht (s. Tab. 1).

Tabelle 2: Anzahl an Organisationen mit ISO 14001 Zertifikaten

Jahr	2001	...	2005	2006	2007	2008
Weltweit	36.464	...	111.162	128.211	154.572	188.815
Deutschland	3.380	...	4.440	5.415	4.877	5.709

Das Prinzip jedes Managementsystems heißt Plan-Do-Check-Act (s. Abb. 2). Es ist ein Regelkreis, welcher die kontinuierliche Verbesserung gewährleisten soll. Die in der Bachelorarbeit vorgestellten Prozesse sind hauptsächlich Bestandteil der Planung (Plan). Da ein Qualitätsmanagementsystem (QMS) ähnlich wie das Umweltmanagementsystem aufgebaut ist, werden die Schritte Do, Check und Act schon weitestgehend durch das QMS ausgeführt: Die eingebundenen Dokumente werden Personen zugewiesen welche für die Aus-

führung (Do), die Kontrolle (Check) und ggf. die Korrektur (Act) der Dokumente verantwortlich sind.

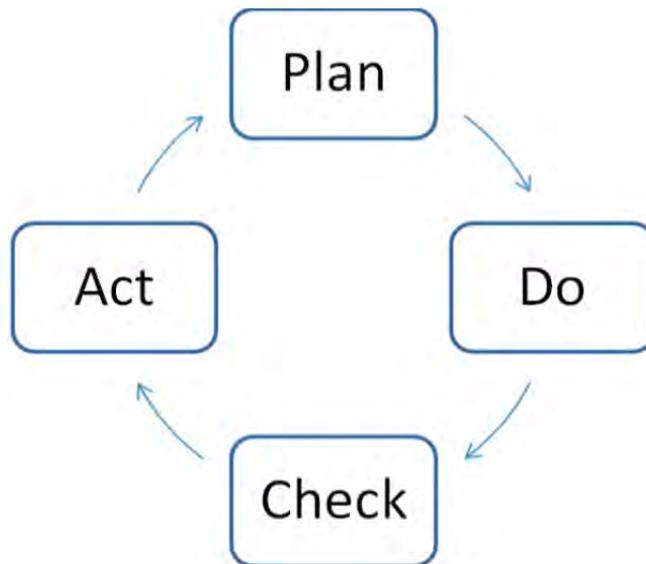


Abbildung 19: Plan-Do-Check-Act-Prinzip

Nach der erfolgreichen Implementierung und der Ausstellung des ISO 14001 Zertifikats, wurden die praktischen Tätigkeiten in einen allgemeinen theoretischen Leitfaden übertragen.

Die bereits vorhandene Literatur an Leitfäden für Umweltmanagementsysteme zeichnet sich oft durch umfangreiche Informationen aus. Durch die Literaturrecherche ergab sich das Ziel, einen kompakten und einfachen Leitfaden zu erstellen, der sich vorwiegend auf die Planung der Implementierung bezieht.

Der Leitfaden wurde in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil richtet sich an die Geschäftsleitung und die ihr damit verbundenen Aufgaben. Der zweite Teil ist für den Umweltmanagementbeauftragten gerichtet, der für die Einführung, Ausführung und Aufrechterhaltung des Umweltmanagementsystems verantwortlich ist.

Aufbau und Gestaltung eines Projektmanagementsystems für ein Ingenieurbüro der TGA

Andreas Terwei M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums:	19. Oktober 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Ingenieurbüro Nordhorn, Münster



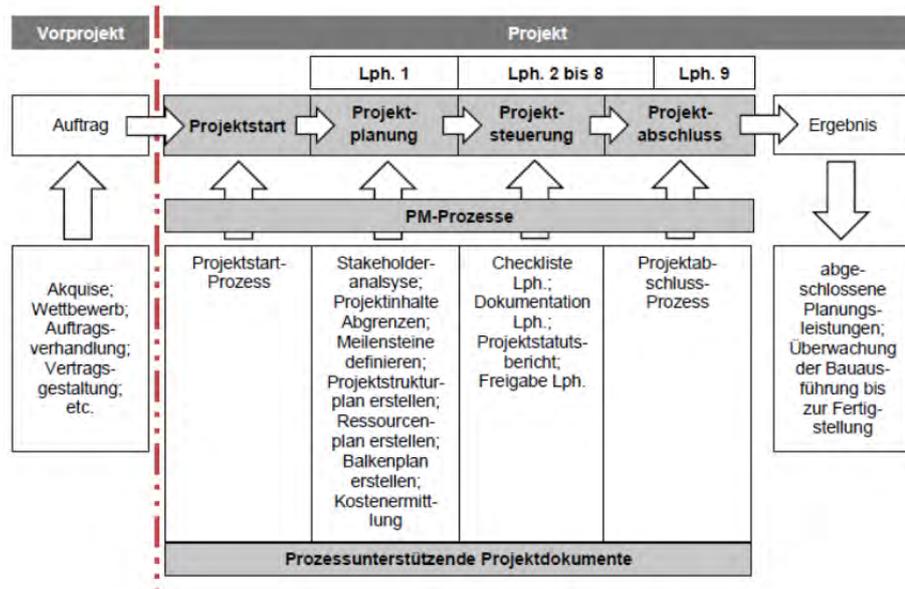
Die Arbeit in einem Ingenieurbüro für Technische Gebäudeausrüstung umfasst i.d.R. die Planung sowie die Überwachung der Bauausführung gebäudetechnischer Anlagen aus den Bereichen der Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Kälte- und Elektrotechnik im Hochbausektor. Sämtliche Tätigkeiten werden in den neun Leistungsphasen nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure durchgeführt.

Die Vielzahl der einzelnen Arbeitsschritte, die innerhalb eines Kundenprojekts in den neun Leistungsphasen zu erledigen sind, müssen geplant werden. Drei wesentliche Größen, die zur Erzielung eines wirtschaftlichen Projektergebnisses betrachtet werden müssen, sind die Qualität der Arbeit, die Zeitintervalle die für die Durchführung der einzelnen Tätigkeiten benötigt werden bzw. vom Auftraggeber vorgegeben sind und die Kosten (Material, Personal...) die zur Erzeugung der Leistungen zur Verfügung stehen.

Die Managementdisziplin die sich mit diesem Thema beschäftigt, wird als Projektmanagement (kurz PM) bezeichnet. Auch die im Rahmen dieser Arbeit betrachtete Organisation hat erkannt, dass sich ein gewünschtes Projektergebnis effizienter erreichen lässt, wenn Tätigkeiten und dazugehörige Ressourcen als Prozesse geleitet und gelenkt werden. Das betrachtete Ingenieurbüro ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Das betrifft die Auftragsgrößen wie auch die Mitarbeiterzahl. Die Strukturen, die für eine parallele Abwicklung mehrere Projekte notwendig sind, um Ressourcen gezielt und im Hinblick auf Qualitäten, Termine und Kosten einzusetzen, wurden bislang nur geringfügig betrachtet und verändert bzw. angepasst.

Mit dieser Arbeit wurde ein PM-System aufgebaut und gestaltet, mit Hilfe dessen grundlegende Strukturen des Unternehmens festgelegt wurden. Das PM-System soll den Mitarbeitern als Verfahrensanweisung in der Projektarbeit dienen. Als Leitfaden für den Aufbau des Systems wurde die Normreihe der DIN 69901 - PM, PM-Systeme - ausgewählt, die neben einigen weiteren internationalen Interessenverbänden zum Thema PM einen PM-Standard darstellt.

Das entwickelte System besteht aus insgesamt vier PM-Phasen, die in einem zeitlichen Zusammenhang zu den neun Leistungsphasen (Projektphasen) gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure stehen.



Die erste PM-Phase bildet den „Projektstart“. Hier wird ein Projekt intern durch die Unternehmensführung an einen ausgewählten Projektleiter übergeben. Es folgt die PM-Phase „Projektplanung“, in der die grundsätzlichen Inhalte des Projektes und die dadurch betroffenen Personen ermittelt werden. Es müssen alle benötigten Tätigkeiten zur Durchführung des Projektes gelistet und in einen zeitlichen Zusammenhang gebracht werden. Die Durchführung der einzelnen Projektphasen wird mit Hilfe der PM-Phase „Projektsteuerung“ gelenkt und kontrolliert. Im Einzelnen sollen Termine, Ressourcen, Risiken, Qualitäten, Ziele usw. für einen erfolgreichen Projektausgang gesteuert werden. Innerhalb der PM-Phase „Projektabschluss“ wird ein Projekt offiziell beendet. Der Projektverlauf wird besprochen und gewertet, alle Unterlagen zum Projekt werden ausgelagert.

Inhaltlich wurden die einzelnen PM-Phasen mit PM-Prozessen gefüllt. Ein PM-Prozess beschreibt wie Ressourcen oder Informationen genutzt werden müssen, damit mit ihnen ein Projektergebnis erzielt werden kann.

Als Beispiel soll hier lediglich der Prozess zur PM-Phase Projektstart genannt werden, der als Projektstartprozess bezeichnet wurde. Dieser Prozess beschreibt, wie anhand eines Dokumentes die interne Projektübergabe zu erfolgen hat, damit der Projektleiter alle benötigten Informationen erhält, die zum Zeitpunkt des Projektstarts bekannt sind. In ähnlicher Art und Weise wurden mehrere Prozesse je PM-Phase aufgestellt. Damit diese wirkungsvoll in Szene gesetzt werden können, gibt es für alle Prozesse mitgeltende Projektdokumente (Checklisten, Kostenpläne, Statusberichte etc.).

Als abschließendes Ergebnis der Arbeit wurde das gesamte entwickelte System in einem PM-Handbuch als Verfahrensanweisung für die Mitarbeiter des Unternehmens übersichtlich zusammengefasst. Damit PM innerhalb einer Organisation auch langfristig funktioniert, ist die Erstellung eines Handbuches jedoch erst der Anfang. Das gesamte System muss den Mitarbeiter bekannt gemacht werden, muss geübt werden und es sollte min. an einem Pilotprojekt erprobt werden, bevor es flächendeckend eingesetzt wird. Darüber hinaus ist ein Mitarbeiter der Organisation als PM-Beauftragter zu benennen, der sich um die Weiterentwicklung des Systems langfristig und nachhaltig kümmert.

Fridtjof Thönes B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Datum des Kolloquiums:	15. November 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	REMONDIS Assets & Services, Lünen



In dieser Arbeit wurde die Aufnahme des Regelbetriebes der Teilstromvergärungsanlage der Kompostwerk Warendorf GmbH nach Beenden des Probebetriebes begleitet. Anhand der Betriebsdaten aus der Vergärung und der Nachrotte sowie anhand eigener Untersuchungen wurde die Maximierung des Anlagendurchsatzes überwacht und ausgewertet.

Als Ausgangssubstrat für die Vergärung wird Bioabfall verwendet. Der anaeroben Biozönose wird durch die Grundlast an Küchenabfällen ein ausreichendes Nährstoffangebot geschaffen, in den Sommermonaten verringert sich infolge des erhöhten Grünanteiles im Bioabfall die Gasausbeute, da pflanzliche Stoffanteile im Vergleich zu den Kohlenhydrat- und Proteinreichen Speiseresten nur schwer abbaubar sind.

Die Vergärung des Bioabfalls ist ein anaerober Prozess, bei dem Mikroorganismen durch Aufspaltung der organischen Stoffe Methan und Kohlendioxid produzieren.

Der bei der Vergärung anfallende Gärrest muss entwässert werden, um ihn als Sekundärrohstoffdünger verwerten zu können. Bei der Kompostierung wird durch den mikrobiellen Abbau in dem Material eine starke Wärmefreisetzung bewirkt. Die dadurch bewirkte Verdunstung führt zur Trocknung des Materials.

Der Bioabfall wird für die Teilstromvergärung aufbereitet und in einem Zwischenbunker gelagert. Zusammen mit Anmischwasser wird der Bioabfall in den Pfropfenstromfermenter eingetragen. Dieser wird in der thermophilen Trockenfermentation betrieben, was einen Trockensubstanzgehalt von rund 31 % erfordert sowie eine konstante Temperatur von 54 °C. Durch den kontinuierlichen Eintrag wird das sich im Fermenter befindliche Gärgut zu der Auszugsseite geschoben und dort nach rund 21 Tagen Verweilzeit im Fermenter zum Logistiktunnel befördert. Im Logistiktunnel wird der Gärrest mit Beimischmaterial aus Bioabfall, Siebüberlauf und Grünabfall vermischt und von dort zur Trocknung in die Nachrottetunnel eingelagert.

Pro Tonne eingetragenen Bioabfall werden rund 106 m³ Biogas erzeugt bei einem mittleren Methangehalt von 56 %. Das Biogas wird in Blockheizkraftwerken vor Ort in Wärme und Strom umgewandelt. Die Wärme wird zum Beheizen des Fermenters sowie für die Trocknung in der Nachrotte genutzt, der Überschuss an Wärme und Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist.

Zur Bestimmung der Trocknungsleistung der Nachrotte wurden Rotteversuche durchgeführt. Hierfür wurden Proben aus den Inputmaterialien sowie den Rottechargen entnommen. Für die Rottechargen wurden verschiedene Zusammensetzungen der Inputmaterialien berechnet, um die bestmögliche Trocknungsleistung zu ermitteln.

Aus dem Gärrest wurden ebenfalls Proben entnommen, um Abbauleistung und Trockensubstanzgehalt zu überprüfen. Ebenso wurde ein Schnelltest zur Überwachung der Prozessstabilität eingeführt.

Durch verschiedene Optimierungen sowie in der Vergärung als auch in der Nachrotte wurden bessere Ergebnisse im Anlagenbetrieb erzielt.

Untersuchung eines Klein-Blockheizkraftwerkes in Kombination mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe

Simon Tyzler B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Datum des Kolloquiums:	27. Mai 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	2G Energietechnik GmbH, Heek



Das Bestreben der Abschlussarbeit ist, mögliche Energieeinsparungspotenziale durch die Nutzung und Kombination endlicher und alternativer Energiequellen aufzuzeigen.

Für die theoretische Untersuchung zur Einbindung eines BHKWs in Kombination einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ist hierzu ein großes Freizeitbad herangezogen worden.

Voraussetzung für die Kombination mit der Wärmepumpe ist die G-Box 50, ein erdgasbetriebenes Klein-BHKW.

Ein einzelnes BHKW mit ähnlicher Nutzwärmeleistung dient als zusätzlicher Vergleich, um eine weitere Einbindungsmöglichkeit aufzuzeigen.

Beide Möglichkeiten sind in der Abschlussarbeit im Hinblick auf Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit geprüft und berechnet worden.

Mithilfe des Jahresenergieverbrauchs des Freizeitbades ist die Grundlastabdeckung für den Betrieb der beiden Einbindungsmöglichkeiten definiert worden.

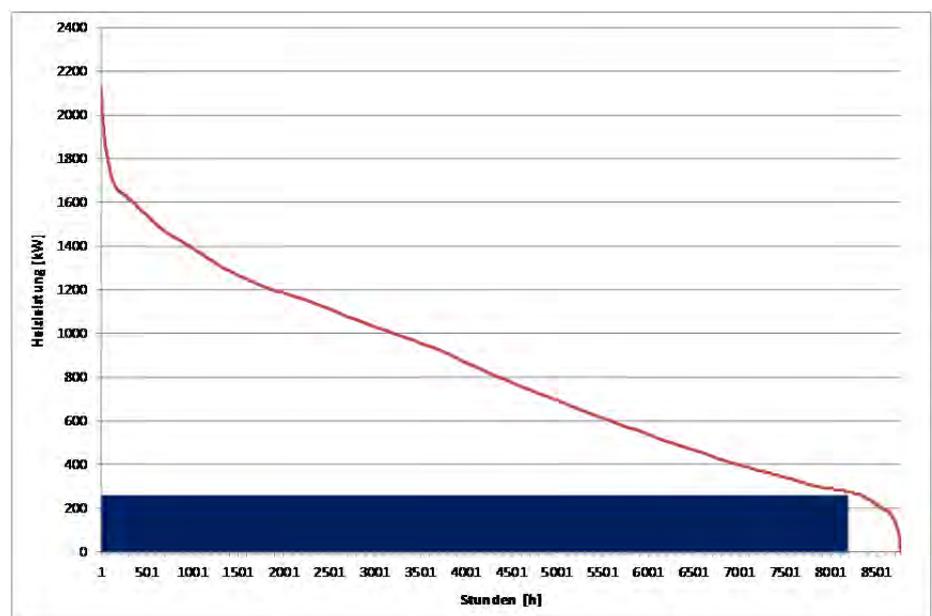


Abbildung 20: Grundlastabdeckung Agenitor 206

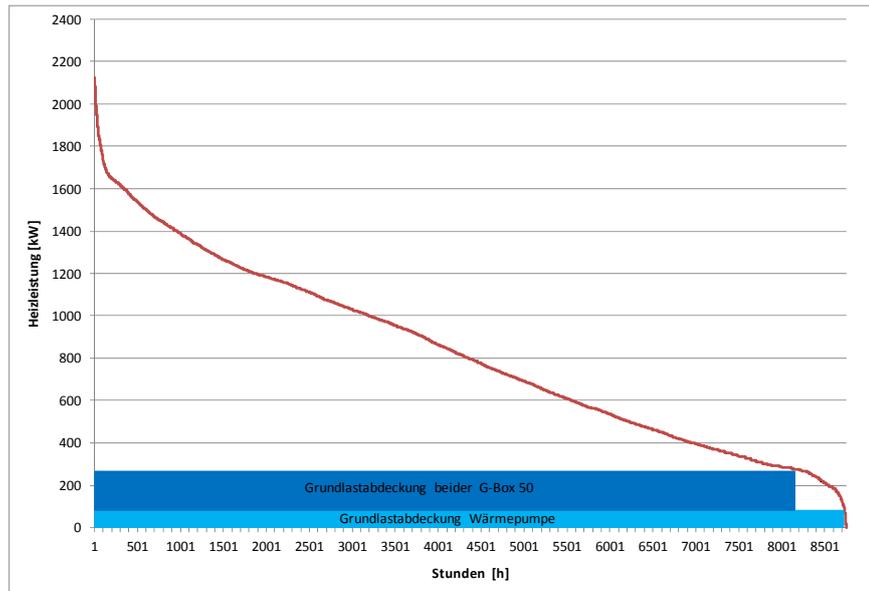


Abbildung 21: Grundlastabdeckung beider G-Box50 und Luft/Wasser-Wärmepumpe

Der hohe Wärmebedarf des Freizeitbades hat gezeigt, dass eine Grundlastabdeckung durch eine zusätzliche G-Box 50 in Kombination mit der Wärmepumpe sinnvoll erscheint. Die Wärmepumpe ist einerseits für die Rücklauf-temperaturerhöhung eingesetzt worden, da diese die vorgegebene Soll-Vorlauftemperatur nicht erreichen kann. Andererseits ist zudem eine einfache hydraulische und regelungstechnische Einbindung möglich. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind zunächst die Energiebezugskosten der Bestandsanlage im alleinigen Betrieb bestimmt worden. Durch den Einsatz der beiden Einbindungsmöglichkeiten und die daraus neu entstehenden Energiebezugskosten lassen sich nun die Energiebezugskostenersparnisse berechnen. Da von einem optimalen Dauerbetrieb ausgegangen worden ist, fällt die Energiebezugskostenersparnis sehr positiv aus. Die Berechnung hat gezeigt, dass sowohl die Grundlastabdeckung durch ein einzelnes BHKW als auch die Grundlastabdeckung durch die Kombination von BHKW und Luft/Wasser-Wärmepumpe wirtschaftlicher ist, als der alleinige Betrieb der Bestandsanlage. Bei genauerer Betrachtung im vorliegenden Untersuchungsfall ist jedoch zu erkennen, dass BHKW und Luft/Wasser-Wärmepumpe in direkter Kombination nicht sinnvoll betrieben werden können. Grund dafür ist, dass BHKW und Luft/Wasser-Wärmepumpe eine optimale Nutzung auf unterschiedlichen Temperaturniveaus erreichen. Ein unabhängiger Betrieb beider Systeme in unterschiedlichen Einsatzbereichen ist durchaus denkbar. Die Wärmepumpe kann beispielsweise im Sommerbetrieb zur Außenbeckentemperaturerwärmung, zur Fußbodenbeheizung im Sanitärbereich der Duschen und im Umkleidebereich eingesetzt werden. Anzumerken ist, dass es sich in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich um eine theoretische Berechnung einer Einbindung von BHKW und Wärmepumpe handelt. Die Grundlagen einzelner Berechnungsschritte beruhen zum Teil auf Annahmen. Dennoch zeigt die Abschlussarbeit tendenziell das Energieeinsparpotenzial in der parallelen Nutzung endlicher und alternativer Energiequellen.

Thomas Überall M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Datum des Kolloquiums: 24. November 2011

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

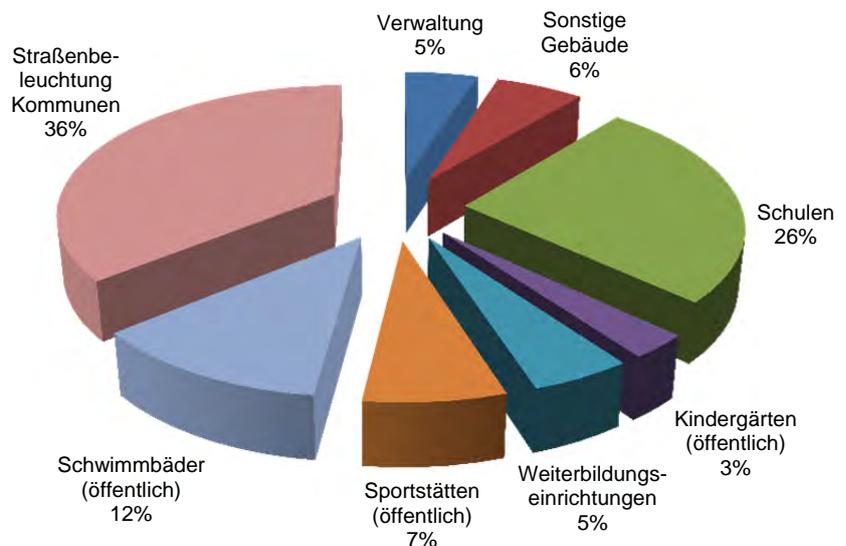
In Kooperation mit: Stadtwerke Coesfeld GmbH, 48653 Coesfeld



Die Straßenbeleuchtung hat verschiedene Aufgaben wie die Verbesserung der Sicherheit im Straßenverkehr, die Erhöhung der allgemeinen Sicherheit der Bürger und die dekorative Verschönerung der Städte und Gemeinden. Weiterhin sind aufgrund der Verkehrssicherungspflicht und der Daseinsfürsorge der Kommunen für den Bürger die Städte und Kommunen für die Straßenbeleuchtung verantwortlich.

Mit etwa 4 TWh verursacht die Straßenbeleuchtung nicht einmal ein Prozent des gesamten Energieverbrauchs in ganz Deutschland, wobei zu erkennen ist, dass bei dieser Menge sicherlich Einsparpotenziale und Optimierungsmöglichkeiten vorhanden sind. Der Anteil von einem Prozent scheint augenscheinlich nicht sehr viel zu sein; bei dem gesamten kommunalen Energieeigenbedarf kann, wie in Abbildung 1-1 zu sehen, die Straßenbeleuchtung aber mehr als 30 % des Bedarfs einnehmen. Dazu kommen die wirtschaftlichen Aspekte, da in den Haushalten der Kommunen meist viel gespart werden muss und dabei die Straßenbeleuchtung immer mehr in den Fokus für Einsparungen rückt.

Aufteilung des durchschnittlichen kommunalen Stromverbrauchs in Deutschland



Als Ergebnis ist die Straßenbeleuchtung oft veraltet und in Europa zu ca. 60 % mit Technologien aus den 1960er Jahren ausgerüstet. Durch diese alte Technologie wird natürlich viel mehr Energie verbraucht als mit aktuell modernen Systemen. So nimmt die Straßenbeleuchtung neben den öffentlichen Schulen den größten Teil des kommunalen Stromverbrauchs ein. Deshalb besteht bei den Städten und Kommunen die Notwendigkeit zu Investitionen in die Straßenbeleuchtung und zu der Optimierung der Instandhaltungsprozesse, um letztendlich die Kosten zu verringern. Bisher wurden lediglich ungefähr 3 % pro Jahr der alten Betriebsmittel in der Straßenbeleuchtung in Deutschland gegen neue Systeme ausgewechselt.

Bei näherer Betrachtung der Kosten stellte sich als Hauptproblematik in der Straßenbeleuchtung heraus, dass in manchen Städten und Kommunen ein Investitionsstau aufgrund von zu geringen Investitionen in der Vergangenheit entstanden ist. Als Konsequenz sollte dieser Investitionsstau, der sich mit den Jahren aufgebaut haben könnte, gelöst werden, indem der Anlagenwert der Straßenbeleuchtung erhalten und weiterhin aufgebessert wird. Dies kann mithilfe eines gut organisierten Instandhaltungsprozesses und der Wahl der richtigen Betriebsmittel für den Austausch alter Komponenten erreicht werden. Um diesen Instandhaltungsprozess aufzubauen, war die Bestandsaufnahme aller Betriebsmittel und Umstände der Straßenbeleuchtung in Coesfeld nötig. Durch diese Daten konnte ein Prozess über einen Zeitraum von 15 Jahren dargestellt werden, der alle Betriebsmittel berücksichtigt. Für diesen Instandhaltungsprozess müssen allerdings einige grundsätzliche Prämissen und Voraussetzungen gegeben sein, die in der Masterarbeit aufgezeigt wurden. Diese liegen im Bereich der Dokumentation, der Vertragsgestaltung und des Betriebsmanagements für die Straßenbeleuchtung.

Eine letzte Betrachtung mithilfe der Kapitalwertmethode gab Aufschluss darüber, welche neuen Leuchtköpfe innerhalb des Instandhaltungsprozesses für die im Moment eingesetzten Leuchten am besten verwendet werden können. Der Instandhaltungszeitraum wurde mit einer Dauer von 15 Jahren angenommen. Dabei stellte sich heraus, dass es durchaus einige Einsparungsmöglichkeiten und auch Optimierungspotenzial bezüglich der Technik gibt. Dabei wurden die Investitionskosten in manchen Fällen über den betrachteten Zeitraum durch die Einsparungen kompensiert.

Ebenfalls wurde die LED-Technik betrachtet, die sehr hohe Einsparungen im Energie- und Wartungsbereich verspricht, allerdings noch einige Verunsicherungen bezüglich der wartungsfreien Zeit von bis zu 12 Jahren aufwirft. Es ist bisweilen noch unbekannt, wie die LED-Leuchten auf die realen äußeren Umstände reagieren und ob wirklich eine Wartungsfreiheit über 12 Jahre erreicht werden kann. Darüber hinaus wurden in aktuellen Messungen konventionelle mit LED-Leuchten verglichen. Dabei ergab sich, dass die LED-Leuchte bessere Beleuchtungsstärken erreicht als die veralteten Leuchten und aus Sicht der Lichttechnik ohne Bedenken als Ersatz eingesetzt werden könnte.

Bewertung von Alternativverfahren der Stickstoffelimination für die Sickerwasserreinigungsanlage Hannover-Lahe

Lars Varelmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Datum des Kolloquiums:	14. Oktober 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	aqua consult Ingenieur GmbH, Hannover aha Zweckverband Abfallwirtschaft Region Hannover



Die Behandlung von Sickerwasser aus Abfalldeponien erfolgt meist im Verfahren der Nitrifikation mit vorgeschalteter Denitrifikation. Für dieses Verfahrensprinzip ist das Verhältnis von leicht abbaubarem Kohlenstoff zu Stickstoff im Sickerwasser für die Behandlungskosten ein wichtiger Faktor. Das typischerweise geringe C/N-Verhältnis zieht in der Stufe der Denitrifikation die Dosierung von großen Mengen externem Kohlenstoff nach sich.

Fortschrittliche Verfahren der Stickstoffelimination versprechen eine Einsparung von Kohlenstoff und Sauerstoff, verglichen mit der Denitrifikation. Die dadurch zu erzielende Verminderung der Betriebskosten gibt Anlass, im Rahmen dieser Bachelorarbeit die Möglichkeiten für Alternativverfahren am Standort Hannover aufzuzeigen und Vorteile darzustellen. Abb. 1 zeigt den schematischen Vergleich zwischen der herkömmlichen Nitrifikation/Denitrifikation und dem DEMON[®]-Verfahren, als eines der in Frage kommenden Verfahren.



Abb. 1: Darstellung der Verfahrensvorteile des DEMON[®]-Verfahrens [www.cyklar.ch]

Das Sickerwasser der Großdeponie Hannover wird im Verfahren der Nitrifikation/Denitrifikation gereinigt und weist ein geringes mittleres Verhältnis von leicht abbaubarem Kohlenstoff und Stickstoff von BSB5/N = 1/1,2 auf. Die erforderliche Kohlenstoffdosierung macht einen Anteil von etwa 15 % der Betriebskosten aus.

Die Einsparpotenziale für eine Umstellung des Prozesses zu Nitritation/Denitritation (8 %) und Deammonifikation (>20 %) lassen sich über die stöchiometrische Betrachtung der Stoffwechselprozesse herleiten.

Ein Nachteil von Nitritation/Denitritation und Deammonifikation sind die erforderlichen Betriebstemperaturen, die für die Hemmung der Nitrit-Oxidation und einen stabilen Betrieb der Verfahren erforderlich sind. Zur Temperierung und Aufheizung des Sickerwassers ist ein hoher Energieeintrag erforderlich. Dieser Wärmeeintrag kann die Betriebskosten signifikant steigern.

Auf dem Gelände der Deponie Hannover befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft ein Komplex aus Blockheizkraftwerken (BHKWs), deren Abwärme zurzeit ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird.

Aufgrund des großen Einsparpotenzials einer Deammonifikation wurde eine Verfahrensumstellung zum DEMON®-Verfahren vorgeschlagen. Für das neue Verfahren wurden die Nutzung von vorhandenen Becken sowie die Umstellung im weitestgehend fortlaufenden Betrieb der Anlage dargestellt.

Darüber hinaus wurden die Investitionskosten für die Umrüstung der vorhandenen Becken und die Errichtung einer Wärmeversorgung aus der Abwärme der BHKWs geschätzt. Abschließend wurden die Betriebskosten einer DEMON®-Anlage am Standort Hannover-Lahe geschätzt.

Die Amortisationszeit der Investition für die vorgeschlagene Umstellung des Behandlungsverfahrens für das Sickerwasser der Großdeponie Hannover beträgt nur etwa 3,6 a. Darüber hinaus ist eine Verringerung der Betriebskosten um etwa 10 %, bezogen auf die aktuelle Verfahrensweise zu erwarten.

Dieses Ergebnis wird durch die zur Verfügung stehende Abwärme aus den BHKWs begünstigt. Darüber hinaus können durch die Nutzung vorhandener Anlagentechnik und die Einbindung vorhandener Becken, sowie dem unverändert fortgeführten Betrieb der Aktivkohleadsorption und der Ultrafiltration große Bereiche der Anlage bestehen bleiben. Eine Umstellung und die Inbetriebnahme des DEMON®-Verfahrens scheinen darüber hinaus im weitestgehend fortgeführten Betrieb möglich.

Aufgrund der genannten Vorteile und Einsparungen ist eine Umstellung des Behandlungsverfahrens am Deponiestandort Hannover-Lahe zu empfehlen.

Das Ergebnis dieser Arbeit dient dem Betreiber der Sickerwasserreinigungsanlage als Entscheidungshilfe, weitere Schritte für eine Umstellung der Verfahrensweise einzuleiten.

Regenerative Wärmeversorgung durch biogasgespeiste Blockheizkraftwerke am Beispiel der Fachklinik Bad Bentheim

Dipl.-Ing. Stefan Ventker M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

05. März 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit:

agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren



Die Arbeit zeigt am Projektbeispiel, wie eine Umstellung eines Großteils der Wärmeversorgung von konventionellen auf erneuerbare Energieträger bei Liegenschaften mit hohem Wärmebedarf (hier 10 Millionen kWh/a) umsetzbar ist.



Satellitenbild der Fachklinik Bad Bentheim

Im Kern wird dabei die Integration von biogasgespeisten Blockheizkraftwerken (BHKW) in vorhandene Versorgungsstrukturen erläutert und im Hinblick auf ökonomische und ökologische Faktoren untersucht.

Das Ziel bei der Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger besteht in erster Linie in einer Verbesserung der Gesamtwirtschaftlichkeit für die Fachklinik infolge geringerer Energiekosten der Wärmebereitstellung.

Der Wärmebezug durch die Fachklinik findet im Rahmen eines Contracting-Verhältnisses statt. Ein regionaler Biogasanlagenbetreiber installierte mit teils hohem Aufwand die entsprechenden BHKW-Aggregate am Ort der Fachklinik.

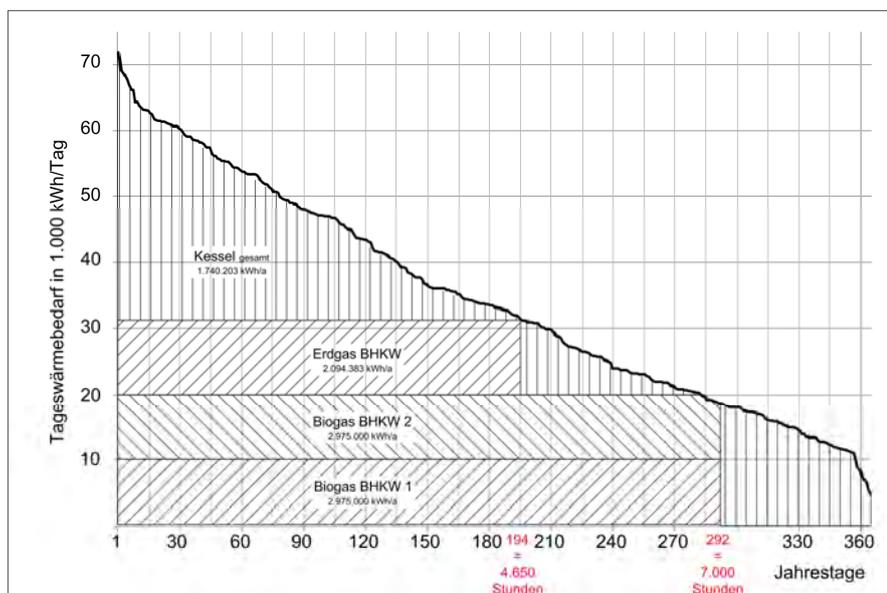
Die Gesamtleistung der Aggregate beträgt 850 kW thermische und 740 kW elektrische Leistung.

Über eine eigens verlegte Mikrogasleitung werden diese BHKW's mit Biogas gespeist. Der produzierte elektrische Strom wird nach den Gegebenheiten des Erneuerbaren Energiegesetzes in das öffentliche Stromnetz eingespeist und vergütet. Zusätzlich kann die anfallende Abwärme der Aggregate nahezu vollständig durch die Fachklinik abgenommen und vergütet werden. Der Wärmepreis wird dabei zu einem Geringerem, als dem Wärmepreis aus konventionellen Energieträgern angeboten. Dadurch ergibt sich ein Kostenvorteil für die Fachklinik.

Aufgrund der verhältnismäßig hohen Aufwendungen zur Erschließung der „Satelliten-BHKWs“ fernab der Biogasanlage war eine hohe Wärmeabnahme und die damit verbundene Vergütung aus Sicht des Betreibers die Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb und für die Umsetzung des Projekts.

Damit die Fachklinik die Kostenvorteile für Wärme aus Biogas nutzen konnte, musste das dezentrale Wärmenetz in ein zentrales Wärmenetz umgestaltet werden, sodass die Wärmeabnahme am Ort der regenerativen Wärmeerzeugung entsprechend angehoben wird. Somit ergibt sich für beide Parteien der wirtschaftliche Vorteil. Aus Sicht der Fachklinik ist unter Berücksichtigung der getätigten Investitionen und der Laufzeit des Wärmeliefervertrages von 20 Jahren, mit einer Kosteneinsparung von etwa 166.000 € pro Jahr zu rechnen.

Der ökologische Vorteil ist vor allem in einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu sehen. Durch die Substitution von Erdgas durch Biogas ergibt sich eine Verringerung der CO₂-Emissionen von etwa 140 %. Dieser Wert ist durch die ganzheitliche Bewertung von gekoppelter Strom- und Wärmeproduktion durch die biogasgespeisten BHKW's möglich. Der eingespeiste elektrische Strom ersetzt dabei den in konventionellen Kraftwerken erzeugten Strom, der mit hohen Anteilen fossiler Energieträger erzeugt wird. Durch die CO₂-neutrale Verbrennung von Biogas und der gekoppelten Energiebereitstellung stellt sich daher eine Emissionseinsparung von über 100 % gegenüber der getrennten Bereitstellung von Wärme und Strom ein.



Wirtschaftlicher und Ökologischer Vergleich von Systemen zur Wärmebereitstellung im Einfamilienhaus

Jürgen Volbert B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Marcel Hartmann
Datum des Kolloquiums:	20. Mai 2011
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	2G Home GmbH, Heek



Im Rahmen der Arbeit wurden verschiedene Heizungssysteme im Einfamilienhaus auf entstehende Kosten, als auch auf ihre verursachten Emissionen, untersucht.

Hierfür wurde ein Referenzgebäude als Bestandsgebäude und als Neubau betrachtet.

Die untersuchten Heizungssysteme sind ein Gas-Brennwertgerät mit solarer Trinkwassererwärmung, einer Sole-Wasser-Wärmepumpe, eine Zeolith-Gaswärmepumpe und eine Mikro-KWK-Anlage mit Stirlingmotor.

Die Brennwerttechnik gilt als Standardlösung und wird im Einfamilienhaus in Kombination mit einer Solaranlage eingesetzt. Ihr großer Vorteil ist die hohe Marktreife und die vergleichsweise günstige Investition in die Anlagentechnik.

Seit Jahren erfährt die Wärmepumpentechnik vorwiegend im Neubau wachsende Anwendung. Sie nutzt regenerative Energie und verspricht hohe Anlageneffizienz. Für die Wärmepumpe muss im Vorfeld Strom produziert werden.

Hier versucht die neue Anlagentechnik der Zeolith-Gaswärmepumpe anzusetzen. Durch die Gerätekombination von Gas-Brennwertgerät, Solarthermie und der Nutzung des Zeolithwerkstoffs wird eine sehr hohe Anlageneffizienz erreicht. Die Kombination von regenerativer Energie mit Erdgas verursacht somit sehr geringe verbrauchsgebundene Kosten. Die hohen Anschaffungskosten, der gerade auf dem Markt erschienen Technik, sind jedoch nicht wirtschaftlich vertretbar.

Das Mikro-BHKW nutzt durch die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme im Kraft-Wärme-Kopplungsprozess den Brennstoff Erdgas sehr gut. Durch den Eigenverbrauch bzw. den Verkauf des erzeugten Stroms sind die verbrauchsgebunden Kosten dieser Heizungstechnik am geringsten. Auch die erhöhten Investitionskosten können durch die geringen Energiekosten, über die Lebensdauer der Anlage aufgefangen werden.

Nach 15 Jahren ist das Brennwertgerät für den Neubau die günstigste Anlagenvariante. Schon im darauffolgenden Jahr wird das Mikro-BHKW die günstigste Heizungstechnik. Die Wärmepumpentechniken haben zu hohe jährliche Kapitalkosten, welche nicht ausreichend durch geringere verbrauchsgebundene Kosten kompensiert werden können.

Die Mikro-BHKW-Technik ist im Bestandsgebäude die günstigste Anlagenvariante gefolgt von dem Gas-Brennwertgerät und der Sole-Wasser-Wärmepumpe. Die Zeolith-Wärmepumpe kann die benötigte Heizungsvorlauf-temperatur im Bestandsgebäude nicht leisten und wird daher nur im Neubau dem Vergleich unterzogen.

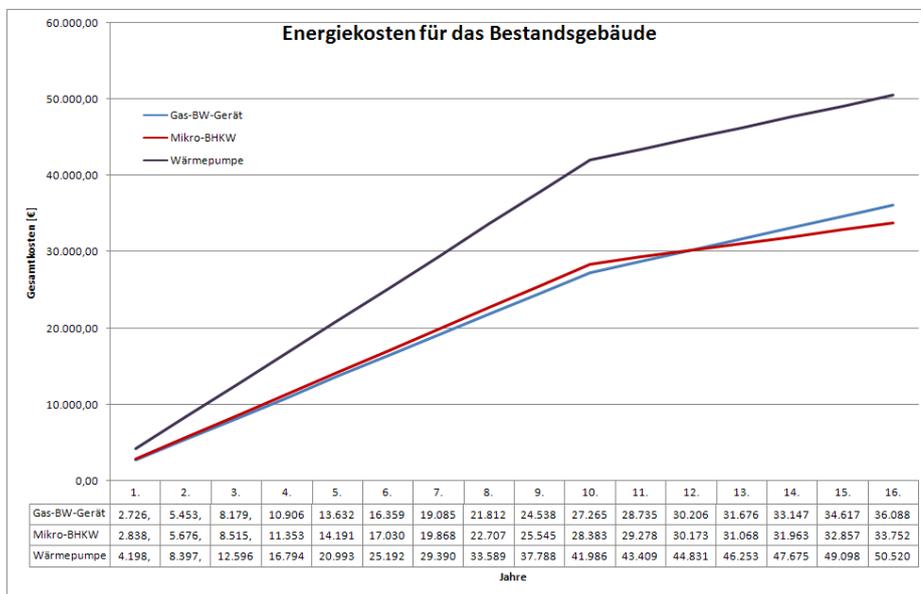


Abbildung 5-2: Energiekosten, Bestandsgebäude

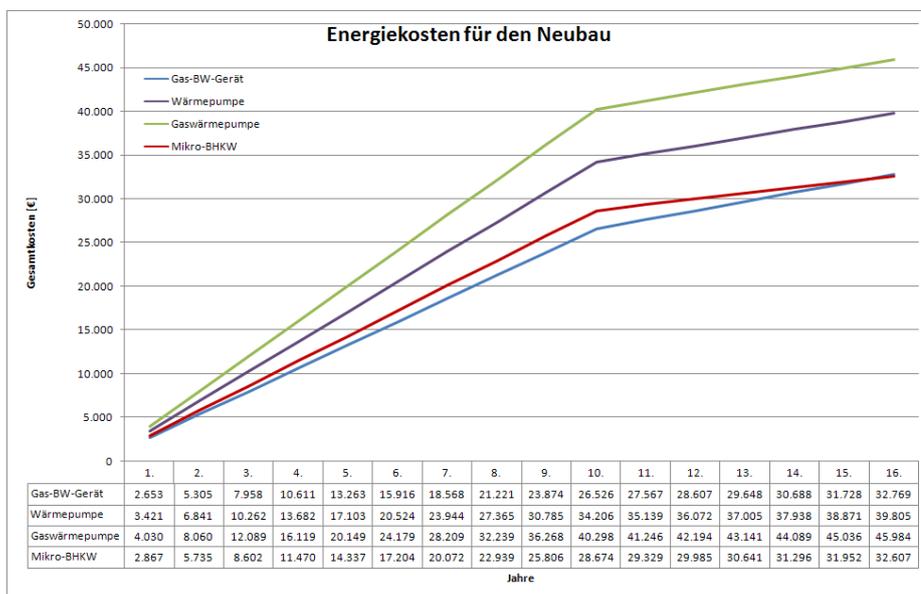


Abbildung 5-1: Energiekosten, Neubau

Auch bei den entstehenden Emissionen kann das Mikro-BHKW aufgrund der Stromproduktion punkten. Der Schadstoffausstoß ist bei den Anlagentechniken am geringsten.

Rauchfreihaltung von Flucht- und Rettungswegen Differenzdruckanlagen nach DIN EN 12101-6 im Kontext einer integrierten Ingenieurplanung -Schutzziele, physikalische und genehmigungsrechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen, Umsetzung -

Dipl.-Ing. Tobias von der Heyden

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums:

20. Juli 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluft- und Kältetechnik



Im Rahmen dieser Ausarbeitung wird unter dem Thema „Rauchfreihaltung von Flucht- und Rettungswegen Differenzdruckanlagen nach EN 12101-6 im Kontext einer integrierten Ingenieurplanung, -Schutzziele, physikalische und genehmigungsrechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen, Umsetzung-, entlang der EN 12101-6, „Rauch- und Wärmefreihaltung, Teil 6, Festlegungen für Differenzdrucksysteme, Bausätze“ in der Fassung des Weißdrucks 2005 anhand eines konkreten Planungsbeispiels die Auslegung eines Differenzdrucksystems zur Überdruckhaltung in einem Fluchttreppenhaus praktisch vorgeführt.

Diese Systeme gelten für Bauvorhaben, die unter die einschlägigen Regelungen der „Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern“ bzw. die in den Bundesländern daraus adaptierten Richtlinien als pflichtmäßig vorzusehende Lösung für den Schutz vor Verrauchung in notwendigen Treppen und Fluren fallen. Wie ist die Wirkungsweise dieser Anlagen, wie sind sie auszulegen, wie grenzen sie sich funktionell zu den natürlichen Rauchabzugsanlagen „NRA“ ab, die in den Bauordnungen der Länder bis auf die vorzitierten Sonderbauten bis dato als Standardlösung für die Rauchfreihaltung von notwendigen Treppen bauordnungsrechtlich fest- und vorgeschrieben sind?

Um die Auslegung herum wird anhand und entlang des Normtextes der Bezug zu geltendem deutschem Baurecht hergestellt. Es wird der praxisnahe Bezug zur historischen Entwicklung dargestellt, da der Fachplaner heute im Zuge von Umbauarbeiten im Bestand nicht selten mit Fragen konfrontiert wird wie: Welche Brandschutzkonzeption liegt im Bestand vor, entspricht diese noch dem Stand der Technik, ist der vorhandene Schutz vor Verrauchung von Fluchtwegen noch zeitgemäß und zu verantworten, sind Mischformen aus natürlich entrauchten und druckbelüfteten Systemen sinnvoll bzw. überhaupt möglich?

Nachdem der Normtext selbst diese Kapitel umfassend behandelt, wird des Weiteren auf die Verantwortlichkeiten der an Planung und Ausführung Beteiligten eingegangen, die Einbettung der eigentlichen Lüftungstechnischen Komponenten von Anlagen nach EN 12101-6 in die zum sicheren Betrieb notwendigen Fremdgewerke wie das Baugewerk, die Gewerke Schwach- und Starkstrom einschl. Netzersatzstromversorgung, Mess-, Schalt-, und Regel-

technik, Alarmtechnik, Lautsprechanlagen ELA, funktionserhaltende Verkabelung, usw. dargestellt.

Nur bei einem funktionierenden Ineinandergreifen aller beteiligten Gewerke kann eine Anlage nach EN 12101-6 nach dem Prinzip einer differenzierten Überdruckhaltung im betreffenden Fluchtweg, notwendigen Treppenhaus sowie Aufzugsschächten wirksam verhindern, dass im Brandalarmfall Rauch aus einem brandbeaufschlagten Nutzungsbereich in die Flucht und Rettungswege eindringt. Die Wirksamkeit ist von einem Sachverständigen erstmalig und wiederkehrend entlang der einschlägigen Vorgaben der EN 12101-6 zu überprüfen und zu bestätigen. Der Betreiber ist verpflichtet, die Funktionsfähigkeit der Anlagen durch regelmäßige Kontrollen und Wartung aufrechtzuerhalten. Auch hierauf geht die Ausarbeitung ein, indem die Zuständigkeiten nach deutschem Baurecht dargelegt werden.

Der Leser möge ferner im Umfang der Ausarbeitung sensibilisiert werden, welche Gefahren und Unwägbarkeiten in der Praxis der Planung und in der Ausführungsphase lauern, welche Kompetenzen und Grenzen derselben gerade der Fachplaner raumluftechnischer Anlagen in Abgrenzung zu Architekten, Behörden und Brandschutzsachverständigen zu berücksichtigen hat, aber auch welche Verantwortung für Leib und Leben der Nutzer eines Gebäudes, der Einsatzkräfte im Brandfall, aber auch des Budgets des Bauherren er wahrzunehmen und zu berücksichtigen hat. Weitere Probleme in Umgang und Anwendung der EN 12101-6 können darin begründet sein, dass diese als europaweit gültige Produktnorm allenfalls einen Kompromiss aller in den Normenausschüssen mitsprache- und stimmberechtigten EU-Länder darstellen kann, rein sprachlich zunächst ins Deutsche zu übertragen war, aber auch nach Möglichkeit berechnete nationale Interessen, namentlich die Einbettung in bewährtes, über Jahre entwickeltes geltendes Baurecht, zu berücksichtigen hat.

Kann eine EU-weit gültige, erstmals eingeführte Produktnorm auch hinreichende Auslegungskriterien für die Bemessung solcher Anlagen leisten? Inwieweit ist es sinnvoll, auf dem Rechtsgrundsatz zu bestehen, dass EU Recht vorrangig zu möglicherweise anderslautendem nationalem Recht anzuwenden ist? Oder ist es vor allem vor dem Hintergrund, dass die EN 12101-6 zunächst der Normierung eines Bauprodukts mit dem Ziel der Erlangung einer EU weit gültigen CE-Kennzeichnung dienen soll, sinnvoll und angezeigt, die Norm dahingehend weiter zu entwickeln, dass eine weitreichendere Implementierung und Einbettung in bestehendes Baurecht geleistet wird, die Norm künftig in Bezug auf Schwestergewerke auf eigenständige, spezifische Normen lediglich noch verweist und damit verschlankt wird?

Macht es Sinn, in ein und derselben Norm Anliegen der Normierung eines Bauprodukts mit dem Ziel der Erlangung der CE Kennzeichnung für einen Bausatz mit der Normierung von Auswahl-, Anwendungs- und Bemessungsvorgaben und damit mit Inhalten zu vermengen und zu überfrachten, die typischerweise in einer eigenständigen Bemessungsnorm in komprimierter Form zu erwarten wären? Last, but not least: Kann die EN 12101-6 überhaupt Vorgaben zum Inhalt haben, in welchen Bauvorhaben die darin vorgestellten Bausatzlösungen -die Norm spricht von „Anlagenklassen“ einzusetzen sind- oder bleibt dies sinnvollerweise hierzulande Obliegenheit des länderspezifischen Bauordnungsrechts?

Abfallmanagement im Rahmen eines Umweltmanagementsystems unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und rechtlicher Aspekte bei einem international tätigen Büromöbelhersteller

Karsten von der Ohe B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Zweitprüfer: Dipl. Geogr. Frank Harnacke

Datum des Kolloquiums: 23. September 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: WESSLING, Altenberge



Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde die Produktionsstätte eines großen Möbelherstellers hinsichtlich ihres Abfallmanagements auf Wirksamkeit und Effizienz überprüft. Dies geschah sowohl vor dem Hintergrund der gesetzlichen Grundlagen in Deutschland als auch um zu verifizieren, ob der aktuelle Standard den Anforderungen des eingeführten Managementsystems und hier insbesondere denen der Umweltmanagementnorm DIN EN ISO 14001 entspricht. Die Ergebnisse dieser Betrachtung sollen in Form von Optimierungsvorschlägen als Grundlage dafür dienen, den hohen umweltpolitischen Ansprüchen der Konzernleitung gerecht zu werden und gleichzeitig den Standort wirtschaftlich zu entlasten.

Die Abfallsituation wurde in mehreren Vor-Ort-Begehungen aufgenommen und eine Pareto-Analyse der Behälterinhalte durchgeführt. Die bestellten Entsorgungsfachbetriebe wurden nach Konditionen und genauen Entsorgungswegen angefragt. Als Ergebnis ist festzustellen, dass keine Produktionsabfälle deponiert werden, wie von der Geschäftsführung vorgesehen („zero waste to landfill“). Sämtliche Produktionsabfälle werden entweder einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt.

Grundsätzlich hält das Unternehmen die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Normanforderungen ein. Nach Analyse der Abfallsituation wurden einige Optimierungsvorschläge erarbeitet, die unter anderem das Bereitstellungssystem und die innerbetriebliche Entsorgungslogistik betreffen. So kann das Unternehmen beispielsweise durch getrennte Erfassung und Entsorgung einer bestimmten zusätzlichen Abfallfraktion bis zu 25 % ihrer Abfallentsorgungskosten sparen.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass sich das untersuchte Unternehmen mit seinem Abfall- und Umweltmanagement bereits auf einem erfolgversprechenden Weg befindet. Mit den in dieser Arbeit vorgestellten Optimierungsmaßnahmen kann in Zukunft die weltweit vorbildliche Stellung in diesen Managementsektoren weiter ausgebaut werden.

Thomas Voß B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Sven Nefigmann

Datum des Kolloquiums: 26. Oktober 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Energietechnik

In Kooperation mit: NEST Anlagenbau GmbH, Steinfurt



In der Bauernschaft Hollich in Steinfurt befinden sich ein Bürgerwindpark mit einer Anschlussleistung von 27 MWel und eine Gemeinschaftsbiogasanlage mit einer Anschlussleistung von knapp 2,3 MWel. Um Mehrerlöse ausnutzen zu können und den Gemeinschaftsgedanken weiter zu fördern wurde eine Direktvermarktung des zuvor über die EEG-Vergütung vermarkteten Stroms an die Stadtwerke Steinfurt angestrebt. Dabei sollten die Biogas-BHKW die fluktuierende Stromerzeugung der Windenergieanlagen ausgleichen. Hierzu wurden in der Bachelorarbeit die verschiedenen Möglichkeiten, die das EEG für die Direktvermarktung bietet, auf ihre wirtschaftliche Umsetzbarkeit geprüft.

Das EEG 2012 erlaubt drei verschiedene Möglichkeiten den erzeugten Strom außerhalb der EEG-Vergütung zu vermarkten.

Grünstromprivileg: Das Energieversorgungsunternehmen kann die EEG-Umlage, die an den Letztverbraucher weitergegeben wird, um 2 Cent/kWh verringern.

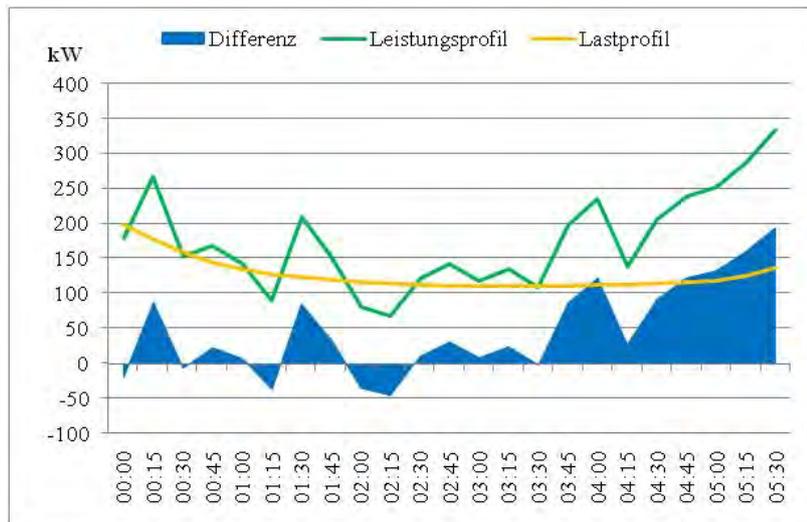
Marktprämie: Die Differenz aus der EEG-Vergütung und dem Stromerlös wird durch den Netzbetreiber ausgeglichen.

Vermarktung

Außerhalb des EEG: Der Strom wird wie konventioneller Strom gehandelt.

Die Anlagenbetreiber möchten auch mit der Direktvermarktung mindestens einen Erlös in Höhe der EEG-Vergütung erreichen. Die EEG-Vergütung ist für Biogas-BHKW in vielen Fällen mehr als doppelt so hoch ist, wie die EEG-Vergütung für Windkraftanlagen. Für das Grünstromprivileg und die Direktvermarktung ist deshalb die optimale Aufteilung der Wind- und Bioenergie wichtig, da Strom aus Windenergie so auch im Einkauf deutlich günstiger ist als aus Biomasseanlagen.

Die optimale Aufteilung ließ sich anhand der Leistungsdaten der Windkraftanlage in den vergangenen Jahren und dem von der RWE Westfalen Weser Ems Verteilnetz GmbH zur Verfügung gestellten Standardlastprofil ermitteln. Die auftretenden Differenzen müssen entweder durch Strom aus den BHKW bereitgestellt werden oder es müssen Überschüsse an der Börse vermarktet werden. Beides ist mit Kosten beziehungsweise Verlusten verbunden.



Bei der Auswertung der Leistungsdaten und der Analyse der verschiedenen Vermarktungsmodelle ergaben sich folgende Preise für den Letztverbraucher:

	Marktprämie	Grünstromprivileg	Direktvermarktung
Einkaufspreis	ca. 4,30 ct/kWh	16,69ct/kWh	16,69ct/kWh
EEG-Umlage	3,50 ct/kWh	1,50 ct/kWh	3,50 ct/kWh
Netzentgelt	5,09 ct/kWh	5,09 ct/kWh	5,01 ct/kWh
Stromsteuer	2,05 ct/kWh	0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh
Konzessionsabgabe	1,59 ct/kWh	1,59 ct/kWh	1,59 ct/kWh
KWK-Umlage	0,03 ct/kWh	0,03 ct/kWh	0,03 ct/kWh
Marge	1,50 ct/kWh	1,50 ct/kWh	1,50 ct/kWh
Überschussvermarktung		4,29 ct/kWh	4,29 ct/kWh
Umsatzsteuer	3,43 ct/kWh	5,42 ct/kWh	5,78 ct/kWh
Endpreis	21,49 ct/kWh	37,06 ct/kWh	39,34ct/kWh

Die Bachelorarbeit empfiehlt die Vermarktung des Stroms im Marktprämien-Modell, da eine alternative Vermarktung für den Anlagenbetreiber zu Verlusten gegenüber der EEG-Vergütung führt.

Auswertung der Anlageneffizienz von landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Gerrit Vowinkel genannt Vögeling B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Jörg Meyer zu Strohe
Datum des Kolloquiums:	22. Juni 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	PlanET Biogastechnik GmbH



Ziel dieser Arbeit war es, die Anlageneffizienz von 25 landwirtschaftlichen Biogasanlagen (BGA) auszuwerten und miteinander zu vergleichen.

Nach der Vorstellung des gegenwärtigen Kenntnisstandes wurde im Verlauf dieser Arbeit eine Vorgehensweise zur Datenaufnahme entwickelt. Mithilfe dieser eigens konzipierten Datenaufnahme für die Auswertung zur Anlageneffizienz, welche aus den verschiedenen Teilen Datenaufnahme mittels eines Aufnahmebogens, Messung der Stromaufnahme, Auswertung der Betriebsstagebücher und der Probenahme der biologischen Proben besteht, wurden alle für die Auswertung der Anlageneffizienz erforderlichen Daten berechnet.

Der wesentliche Kern dieser Bachelorarbeit war es, die Ergebnisse aus den Berechnungen zu vergleichen, um so festzustellen, in welchen Kriterien die Anlagen den Erwartungen entsprechende Leistungen erbringen oder Defizite aufweisen. Um die Effizienz der Biogasanlagen zu bestimmen, wurde daraufhin ein Punktesystem entwickelt, das die für einen Biogasbetrieb relevanten Kriterien erfasst. Somit konnten die Best Practice Anlagen ermittelt werden. Die beste Platzierung erreicht die Biogasanlage Nr.12 mit 30 von 36 möglichen Punkten. Die Substratkosten sowie die Prozessenergiekosten (Abbildung 1), die aufgrund der flüssigen Konsistenz des Substrats, geringere Rührzeiten der Rührwerke erfordern, sind durch hohen Einsatz von Gülle und Mist (82 %) sehr gering. Die Größe des Faulraumsvolumens von 3.808 m³ der Anlage 12 und die geringe Substratmenge begünstigen die Dauer der Verweilzeit. Die hohe Verweilzeit führt jedoch nicht, wie angenommen, zu einem hohen biologischen Abbaugrad. Denn durch den hohen Anteil an Gülle und Mist, Produkte eines tierischen Abbaus, steigt prozentual der Anteil an schwerabbaubaren Bestandteilen (z. B. Lignin). Leicht abbaubare Bestandteile wurden bereits durch die Tiere verstoffwechselt. Dennoch ist der Gasertrag mit 233,6 m³/d größer als der berechnete Gasertrag mit den Werten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. All diese Faktoren machen die Biogasanlage 12 zur effizientesten der untersuchten Anlagen. Das Fazit dieses Punktesystems lautet: „Eine Best Practice Anlage überzeugt durch ein perfektes Zusammenspiel zwischen Kosten und Ertrag (Auslastungsgrad und Biogasertrag). Um einen hohen Biogasertrag zu erzielen, sind die biologischen Gesichtspunkte Verweilzeit und biologischer Abbaugrad von großer Bedeutung.“ Im Anschluss an die Effizienzermittlung wurden Vorschläge zur Effizienzsteigerung dargestellt. Diese lassen sich exemplarisch auf die Biogasanlage 2 anwenden, die in der Rangliste den letzten Platz mit

14 von 36 Punkten belegt. Durch den Einsatz eines Aufschlussverfahrens könnten langfristig die hohen Substratkosten gesenkt werden. Durch eine zusätzliche Vorzerkleinerung wird der biologische Abbaugrad erhöht, was zu einem besseren Gasertrag und somit zu einer Substratreduzierung führt. Zudem könnte ein langsam laufendes Tauchmotorrührwerk eingesetzt werden, welches einen höheren Schub und einen geringeren Stromverbrauch aufweist, um so den Stromverbrauch der Rührwerke effizienter zu gestalten. Jedoch sollte in jeder Biogasanlage ein schnelllaufendes Rührwerk vorhanden sein, um Schwimmdecken im Behälter zu zerstören. Des Weiteren besitzt die Biogasanlage 2 eine Feststoffeinbringung, die im Vergleich zu den anderen vier verglichenen Einbringtechniken den höchsten Stromverbrauch pro Tonne Substrat aufweist.

Weitere generelle Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bei Biogasanlagen bestehen in der Vereinfachung der Wartungstechnik und der Verbesserung der Visualisierung.

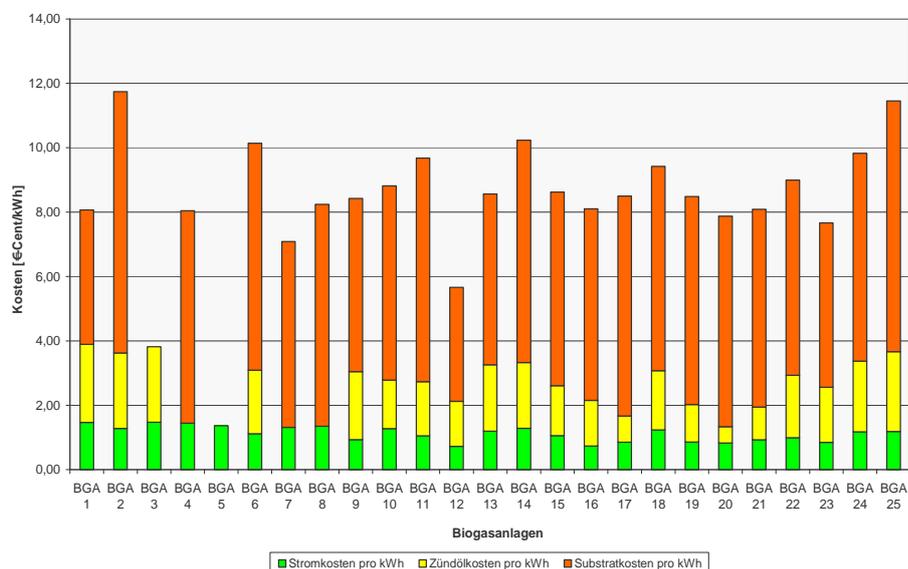


Abbildung 22: Prozessenergiekosten und Substratkosten pro Kilowattstunde

Auslegung eines Klimatisierungssystems für einen Büroraum nach VDI 3804 System C: zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, Induktionsgeräte**Yuting Wang B.Eng.**

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	08. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Firma Emco, Lingen

In dieser Bachelorarbeit mit dem Thema: „Auslegung eines Klimatisierungssystems für einen Büroraum nach VDI 3804, System C: Zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, Induktionsgeräte“ wird zunächst die Richtlinie VDI 3804, die typische Beispielssysteme für die Klimatisierung von Bürogebäuden zusammenstellt und in diesem Anwendungsbereich den Stand der Technik definiert, erläutert.

Dem anschließend wird die Beschaffenheit von System C, in dem Bodenkonvektoren für die Klimatisierung des Büroraums eingesetzt werden beschrieben und die entsprechenden Produkte der Fa. emco Klima vorgestellt. Außerdem werden einige Angaben zum untersuchten Beispielbüro sowie Wetterdaten, Geometrie und interne Lasten angegeben, um dann in einem thermischen Gebäudesimulationsprogramm (DesignBuilder) die Wärmeleistung und Kühlleistung zu berechnen.

Danach wird die Auslegung des Systems C dargestellt. Abschließend wird im letzten Kapitel ein Fazit über die Bachelorarbeit gezogen.

Vergleichsstudie von μ KWK-Brennstoffzellensystemen anhand von standardisierten Lastprofilen

Lasse Sebastian Weber B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Oliver Posdziech
Datum des Kolloquiums:	14. September 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	EBZ Entwicklungs- und Vertriebsgesellschaft Brennstoffzelle mbH, Dresden



Der Ruf nach neuen Technologien zur effizienteren Nutzung der Brennstoffe wird in den letzten Jahren immer lauter. Ein Konzept zur Verminderung des Brennstoffbedarfs, das immer öfter in den Mittelpunkt der Medien rückt, ist die dezentrale Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (μ KWK) mit Hilfe von Brennstoffzellen. Unter dem Begriff μ KWK-Brennstoffzellensystem verbirgt sich ein Blockheizkraftwerk für den Bereich der Hausenergieversorgung mit einem Leistungsbereich von 5 kW_{el}. Speziell der Markt für Ein- und Zweifamilienhäuser mit einem kleinen Energiebedarf wird von den hohen Brennstoffausnutzungsgraden profitieren. Durch die direkte Umwandlung von chemisch gebundener Energie in nutzbare elektrische und thermische Energie sind selbst im kleinen Leistungsbereich elektrische Wirkungsgrade von bis zu 60 % und Gesamtwirkungsgrade von bis zu 90 % möglich.

Die EBZ Entwicklungs- und Vertriebsgesellschaft Brennstoffzelle mbH in Dresden leistet auf diesem Gebiet seit ihrer Gründung 2002 wichtige Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Dabei kann sie auf jahrelange Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten zurückblicken. Mittlerweile betreibt die EBZ GmbH bereits die vierte Generation von Demonstrationssystemen auf Basis von Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) und möchte anhand von standardisierten Lastprofilen die bereits in Feldversuchen befindlichen μ KWK-Brennstoffsysteme untersuchen.

Die bisher bekannten Systeme verwenden Festoxidbrennstoffzellen oder Polymermembranbrennstoffzellen (PEMFC) und werden ständig weiterentwickelt. Es wurden in den letzten Jahren rasante Fortschritte erzielt, weshalb ein Vergleich der verschiedenen μ KWK-Brennstoffzellensysteme in Bezug auf ihre Serienreife notwendig ist. Dabei geht es neben der Bezahlbarkeit auch um die Erfüllung von Versorgungsaufgaben im elektrischen und thermischen Betrieb. Es werden Standardprofile für die verschiedenen Jahreszeiten entwickelt, anhand derer, zwei Betriebsführungskonzepte, wärmegeführt und stromgeführt, für die optimale Versorgung der Haushalte getestet werden. Drei μ KWK-Brennstoffzellensysteme, das Galileo 1000 N der Hexis AG, BlueGen der Ceramic Fuel Cells Limited und Gamma 1.0 der BAXI Innotech GmbH, werden auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht und miteinander verglichen. Die ökonomischen Einsparungen der μ KWK-Brennstoffzellensysteme im Vergleich zu einer gewöhnlichen Versorgung, mit Gastherme zur Wärmebereitstellung und Vollstrombezug von einem Energieversorgungsunternehmen werden ebenfalls aufgezeigt und liefern einen möglichen Zielpreis.

Dabei zeigt sich, dass der bivalente Betrieb der μ KWK-Brennstoffzellensysteme in Kombination mit einem Zusatzbrenner zurzeit die wirtschaftlichsten Ergebnisse erzielt. Die Notwendigkeit eines Wärmespeichers ist ebenfalls gegeben, wobei die Größe und damit die erforderliche Speichermenge von System zu System stark variiert. Derzeit machen μ KWK-Brennstoffzellensysteme mit dem Verkauf von elektrischer Energie Gewinn, da die KWK-Förderung vonseiten der Bundesregierung gegeben ist. Auf lange Sicht wird die KWK-Förderung allerdings wegfallen, die KWK-Einspeisevergütung sich verringern und in Richtung der Direktvermarktung entwickeln. Das μ KWK-Brennstoffzellensystem ist dann auf die Erzeugung von elektrischer Energie für den Eigenverbrauch angewiesen, der bereits heute den größten Anteil des Gewinns ausmacht. Der stromgeführte Betrieb könnte sich im Zuge dessen als der Wirtschaftlichste herausstellen.

Die ökologischen Effekte der μ KWK-Brennstoffzellensysteme mit dem Brennstoff Erdgas werden ebenfalls betrachtet. Das als Treibhausgas bekannte Kohlendioxid (CO_2) steht im Rahmen dieser Arbeit im Vordergrund der Untersuchungen. Die Emissionen werden zum einen mit dem Energiemix Deutschland zur Erzeugung der elektrischen Energie und einem Brennwertkessel mit 109 % Wirkungsgrad als Wärmelieferant verglichen. Zum anderen werden die CO_2 -Emissionen eines Braunkohlekraftwerks als elektrischer Energielieferant und einer alten Gastherme mit einem Wirkungsgrad von 78 % zur Wärmebereitstellung herangezogen und die Emissionsminderung dargestellt. Der bessere ökologische Effekt ist bei allen μ KWK-Brennstoffzellensystemen gegeben und wird die Markteinführung zusätzlich beeinflussen.

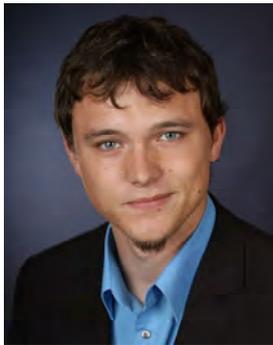
Daniel Wehmeier M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Datum des Kolloquiums: 17. Oktober 2011

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

In Kooperation mit: SIEMENS Building Technologies, Zug, Schweiz



In Zeiten knapper Ressourcen, der Weiterentwicklung regenerativer Energien und des Ausstiegs aus der Atomkraft nimmt vor allem die Gebäudetechnik bei der Reduktion des allgemeinen Energiebedarfs eine wesentliche Rolle ein. Die Aufgabe der Gebäudetechnik ist es hier, den immensen Energiebedarf in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden zu senken und somit die flächendeckende Einführung regenerativer Energien erst zu ermöglichen. So haben beispielsweise allein die Heizungspumpen in Deutschland heute einen jährlichen elektrischen Energiebedarf von 15,6 Milliarden Kilowattstunden. Dies ist Grund genug, die etablierte Regelung der hydraulischen Netze in Heizungsanlagen und Kälteanlagen zu überdenken.

Derzeitige hydraulische Netze arbeiten mit einer zentralen Pumpe und Regelventilen in jedem Fließweg. Bei dieser Art der Regelung wird zentral eine Druckdifferenz erzeugt, die an anderer Stelle wieder abgebaut werden muss. Vergleicht man die Vorgehensweise einer unregelmäßigen Heizungspumpe mit dem Automobil, so würde man im Auto kontinuierlich beschleunigen, während man die Geschwindigkeit mit der Bremse reguliert. Die Absurdität wird umgehend deutlich. Es liegt also nahe, ein hydraulisches Netz bedarfsorientiert zu betreiben und somit keine unnötige Pumpenenergie zu verschwenden. Ein Ansatz ist hier beispielsweise, das Regelventil gegen eine dezentrale Pumpe zu tauschen und nur entsprechend des Bedarfs Wasser zum Verbraucher zu fördern.

In der Masterarbeit wurde ein Simulationstool aufgebaut, mit dem dezentrale Pumpensysteme und unterschiedliche Systeme zur Regelung zentraler Pumpen analysiert und simuliert werden konnten. Der Fokus lag hier nicht nur auf den hydraulischen Verhältnissen im Netz, sondern auch auf den benötigten Pumpenleistungen der unterschiedlichen Systeme.

Abschließend lässt sich zu den Erkenntnissen der Masterarbeit sagen, dass dezentrale Pumpensysteme interessante Lösungsansätze zur Regelung hydraulischer Netze sind. Zu den relevanten Anwendungsbereichen zählen hier große Anlagen mit komplexen hydraulischen Systemen, hohen Fördermengen und großen Pumpenleistungen. Die Anwendung von dezentralen Pumpen an Heizkörpern, in Einfamilienhäusern und kleinen hydraulischen Netzen erscheint allerdings mit Fokus auf die Einsparung von Pumpenenergie und den Aufwand, der mit der Installation von dezentralen Pumpen verbunden ist, als nicht sinnvoll. Eine Amortisation einer solchen Anlage über die eingesparte Pumpenenergie ist über die gesamte Lebensdauer nicht zu erkennen.

Research and design of abrasion resistant additives in the chemical barrier of fibreglass reinforced plastic equipment

Christopher Wendt B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums: 05. September 2011

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz

In Kooperation mit: atea Composite (Shanghai) Ltd.; Shanghai, P.R.China



This bachelor thesis focuses on the research and development of an abrasion resistant additive for the chemical barrier of fibreglass reinforced plastic (FRP) equipment. As FRPs are mostly used in the chemical industry, they are meant to withstand highly corrosive media such as alkalis or acids. It is the chemical barrier of FRPs that protects the load bearing structural layer against these influences. An even higher exposure to the equipment are solid containing fluids which accelerate the steady abrasion process of the chemical barrier and thus open the way for corrosive media to attack the FRP's structural layer.

Starting with a general introduction of the structure and properties of FRP equipment, this thesis provides sufficient basic knowledge that enables the reader to follow and understand the motives and procedures that are necessary to implement the examinations.

Subsequently, the selection process of the different additives is described. The practical applicability of every additive is tested by means of miscibility- and lamination tests. Only after having passed these examinations, considered materials get confirmed as adequate test objects of this thesis.

In the following, all additives are subjected to an abrasion test following the norm "ASTM D-4060 01:2010 - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser". Each additive is tested at different mass fractions with a Taber Abraser in order to perceive an understanding of the change of properties among the different additions of powder.

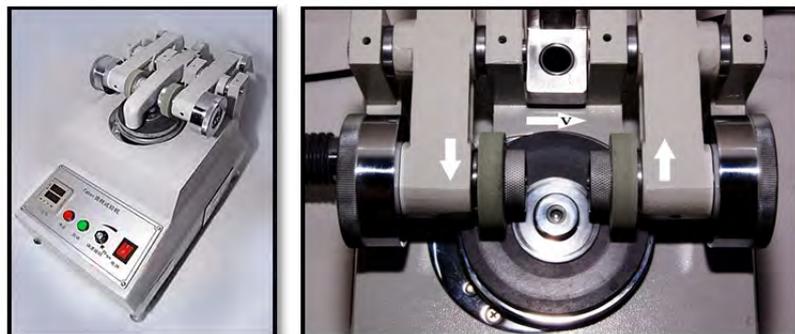


Figure 1: Taber Abraser Side View (left) and Top View (right)

Concluding the results, it is recognizable that two of the powders are inappro-

priate additives for the purpose of providing abrasion resistance to the chemical barrier due to forming inclusions or too high brittleness. Nevertheless, both other powders show very encouraging results. Whereas one of them provides for an advancement of the abrasion resistance of more than 48 %, the other one achieves an enhancement of 40.16 % compared to the features of regular laminates.

Afterwards, the applicability of each additive for the usage in pipes or tanks gets examined and described by means of a tensile test, a bending test and a burst test. All trials are executed and the results are subsequently reviewed concerning their correspondence with the requirements of atea and its clients. Concluding the results, it is to say that all additives fulfil the technical requirements of atea and their clients.



Figure 2: Tensile Test (left) and Cracked Burst Test Pipe (right)

The final result of the thesis leads therefore to a powder that has proven to be the most adequate additive for the motives of atea. Added to the chemical barrier at a determined mass fraction, it provides the most favourable results of increased abrasion resistance to the chemical barrier of fibreglass reinforced plastic equipment.

Ein Beitrag zur vorausschauenden Erkennung von Netzengpässen in der Netzleittechnik durch Entwicklung eines Frameworks für die Aufbereitung von Wetterprognosen

Nils Weniger B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Datum des Kolloquiums:	15. August 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	ABB AG, Mannheim



Die Liberalisierung des europäischen Elektrizitätsmarktes schreitet voran: Die Entflechtung vertikal integrierter Unternehmen und der Zutritt neuer Marktteilnehmer haben die Anzahl der Akteure und die Komplexität der Marktprozesse deutlich erhöht. Die Probleme im Stromsektor, die sich aus der Leitungsgelassenheit und der nach wie vor stark begrenzten Möglichkeit, große Mengen an elektrischer Energie zu speichern, ergeben, haben sich dadurch verstärkt. Parallel dazu nimmt die Dezentralisierung der Energieerzeugung zu.

Während früher der Lastfluss vom Großkraftwerk unidirektional über alle Spannungsebenen bis zum Endverbraucher gerichtet war, so kommt es mittlerweile in Gebieten mit hoher dezentraler Einspeisung bereits zur Umkehr des Lastflusses vor allem von der 0,4-kV-Ebene hinein ins 20-kV-Netz, in manchen Gebieten sogar in höhere Spannungsebenen.

Dies stellt die Netzbetreiber vor große Herausforderungen bei der Erfüllung der Anforderung, den Laststrom unter dem thermisch zulässigen Betriebsstrom zu halten und für eine ausreichende Spannungshaltung zu sorgen, wobei Letzteres die am häufigsten auftretende technische Herausforderung darstellt.

Zur Verhinderung einer Grenzwertüberschreitung müssen oft die dezentralen Erzeugungsanlagen, die den Engpass verursachen, abgeschaltet werden.

Dies steht jedoch im Konflikt mit dem Ziel der EU-Richtlinie Erneuerbare Energien, die einen Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien auf 20 % bis zum Jahr 2020 vorsieht. Es muss also ein Weg gefunden werden, Engpässe zu beseitigen, ohne dezentrale Stromerzeugungsanlagen abzuschalten.

Ein Ansatz, in dessen Kontext auch diese Bachelorarbeit entstanden ist, ist das Konzept intelligenter Netze (Smart Grids). Ein wesentliches Prinzip des intelligenten Netzes ist ein variabler Strompreis, der von dem Angebot an (erneuerbarer) Energie einerseits und dem Strombedarf der Konsumenten andererseits bestimmt wird. Dies soll die Verbraucher motivieren, variabel einsetzbare Verbraucher dann einzusetzen, wenn der Strom günstig ist, also viel Energie aus erneuerbaren Quellen verfügbar ist. Hierdurch wird die Nachfrage dem Angebot angepasst anstatt -wie bisher- umgekehrt.

Die Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Quellen ist eine Eingangsvariable des variablen Strompreises und muss folglich bekannt sein.

Eine wesentliche Herausforderung bei der Realisierung intelligenter Netze. Besteht also darin, einen Weg zu finden, die Einspeiseleistung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen vorherzusagen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit entstand eine Softwarelösung, welche diese Vorhersage bewerkstelligt.

Diese Software wird auf einem Windows-Rechner installiert und besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen. Ein Windows Service steuert zyklisch die Berechnung der Leistungsprognose an. Der zweite Teil besteht aus einer graphischen Benutzeroberfläche. Sie dient dazu, Anlagenstammdaten pflegen zu können. Für die Speicherung der Anlagenstammdaten wurde eine Datenbank angelegt, welche von der Software verwaltet wird.

Neben den Anlagenstammdaten werden für die Berechnung der Leistungsprognose verschiedene Wettervorhersagedaten, Wettermesswerte und Leistungsmesswerte intelligenter Stromzähler verwendet. Diese Daten sind bereits in einer Prozessdatenbank gespeichert. Um sie der Berechnung zur Verfügung zu stellen, sind daher Datenbankzugriffe auf verschiedene Datenbanksysteme ermöglicht. Dies gewährleistet eine breite Verwendbarkeit der Softwarelösung.

Nachdem alle relevanten Daten ausgelesen sind, werden sie an die Berechnung übergeben, welche über einen Matlab-Code erfolgt, der in die Software eingebunden ist. Der Berechnungscode kann jederzeit aktualisiert werden, sollten sich im Laufe der Zeit bessere Berechnungsverfahren ergeben.

Die Berechnungsergebnisse werden in eine Datei geschrieben, welche anschließend in das Netzleitsystem importiert wird. Dort erfolgt die Lastflussberechnung für zukünftige Zeitpunkte. Netzengpässe werden erkannt und Empfehlungen für die Behebung dieser Engpässe können ausgesprochen werden, bevor es zu einer Abschaltung der dezentralen Erzeugungseinheiten kommt.

Energieversorgung einer Rotorblattproduktion durch ein regeneratives Kraftwerk

Jens Wilkens B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Stefan Lütkemeyer

Datum des Kolloquiums:

13. Januar 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Energie- und Umwelttechnik
Energietechnik

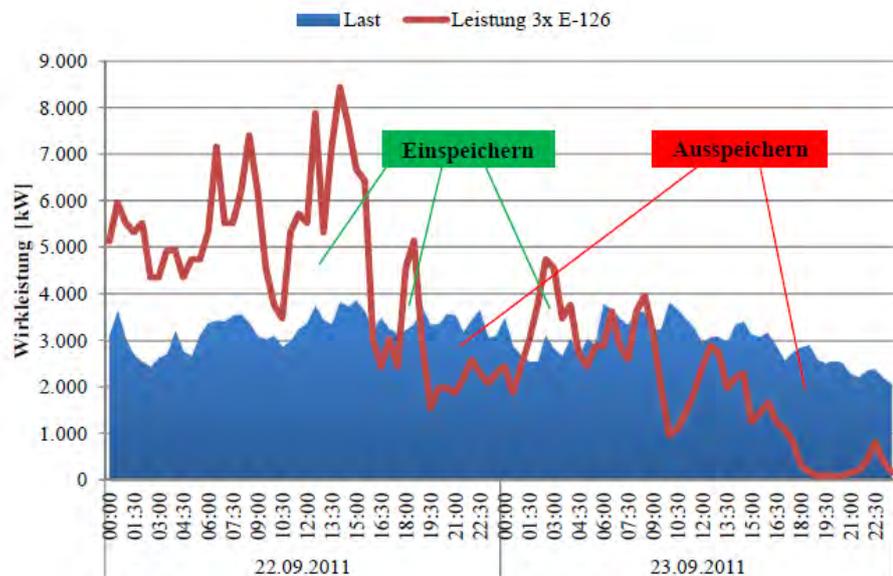
In Kooperation mit:

ENERCON GmbH, Aurich



Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, zu prüfen, ob eine autarke, regenerative und gleichzeitig sichere Energieversorgung einer Rotorblattproduktionsstätte der ENERCON GmbH am Standort Haren/Ems realisiert werden kann.

Zunächst wurde untersucht, wie sich die elektrische Energieerzeugung durch Windkraftanlagen mit dem Energiebedarf einer Rotorblattproduktionsstätte deckt. Während der Leistungsbedarf der Produktionsstätte an Werktagen relativ gleichmäßig verläuft, fluktuiert die Stromproduktion der Windkraftanlagen mit der Windgeschwindigkeit. Daher müssen prinzipiell Energieüberschüsse gespeichert werden, um sie bei geringem Windangebot zur Versorgung der Produktionsstätte einsetzen zu können.



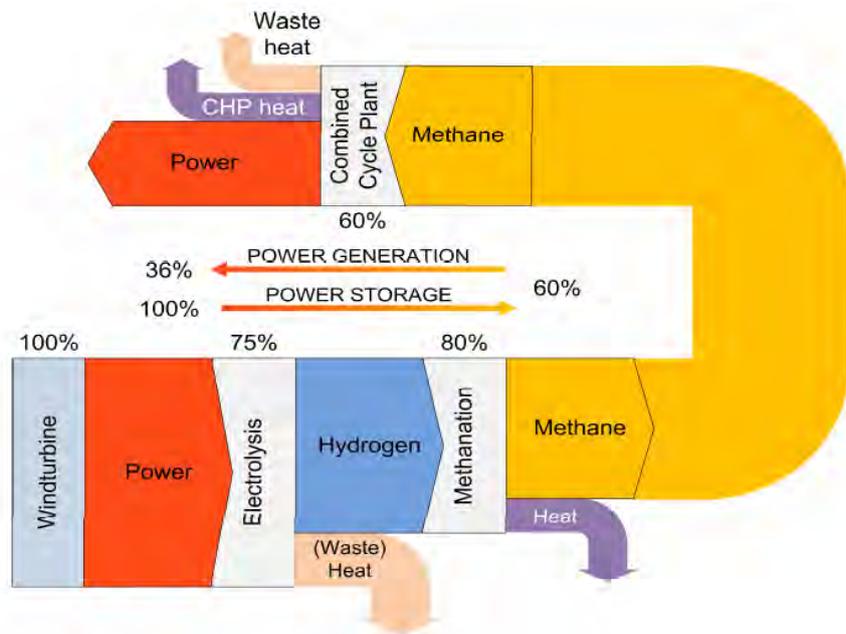
Die Analyse des jährlichen Strom- und Gasverbrauchs und der Spitzenlasten der Produktion sowie die Ermittlung der Stromproduktion einer Windkraftanlage vom Typ E-126 mit 7,5 MW Nennleistung ergaben, dass eine langfristige Speicherung der Energieüberschüsse zum Ausgleich von saisonalen Schwankungen der Windgeschwindigkeit nötig ist.

Hierfür wird die elektrische Primärenergie von drei E-126 zur Versorgung der Produktionsstätte mit einer „Power-to-Gas“-Anlage, einem Röhrengasspeicher und einer GuD-Anlage kombiniert.

Bei dem Speicherverfahren „Power-to-Gas“ handelt sich um ein von der Solar Fuel GmbH entwickeltes Verfahren, bei dem zunächst mit überschüssigem Windstrom eine Elektrolyse betrieben wird. Der als Produkt anfallende Wasserstoff wird anschließend zusammen mit Kohlenstoffdioxid zum Betrieb einer Methanisierungsstufe verwendet. Hierbei kommt der sogenannte Sabatier-Prozess zum Einsatz. Als Produkt erhält man synthetisches Erdgas mit dem Hauptbestandteil Methan, welches sich problemlos speichern und wie bei einem konventionellen Gaskraftwerk zur Stromproduktion einsetzen lässt.

Durch die Kombination dieser einzelnen Komponenten ist möglich, elektrische Energie bedarfsgerecht anzubieten und zu jeder Zeit die Energieversorgung der Produktionsstätte sicherzustellen.

Die Gasversorgung der Fabrik zum Betrieb von Heizkesseln kann durch die direkte Entnahme des Windgases aus dem Speicher erfolgen.



Weitere Überlegungen zur Umsetzung dieses Konzepts sind hinsichtlich der Dimensionierung des Speichers sowie der Anpassung aller Einzelkomponenten an die Eigenschaften der Windenergie und an die Produktionsintensität der Fertigung erforderlich.

Energetische und wirtschaftliche Bewertung der Nutzung von Grubenwasser zur Wärmeerzeugung am Projektbeispiel

Dipl.-Ing. Jens Willmes M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. (FH) Adem Mengü, M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

27. Februar 2012

Studiengang:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

ISW Ingenieur GmbH Schmidt und Willmes



Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Projekt „Grubenwasserwärme Bochum“ energetisch und wirtschaftlich bewertet. Basis der Bewertung war eine Erläuterung der technischen und gesetzlichen Grundlagen und eine Objekt- und Anlagenbeschreibung.

Am Schacht Arnold im Industriegelände Robert Müser wird die im Grubenwasser enthaltene Wärme ausgekoppelt und als Wärmequelle über ein „kaltes Nahwärmenetz“ zu den folgenden Heizzentralen gefördert:

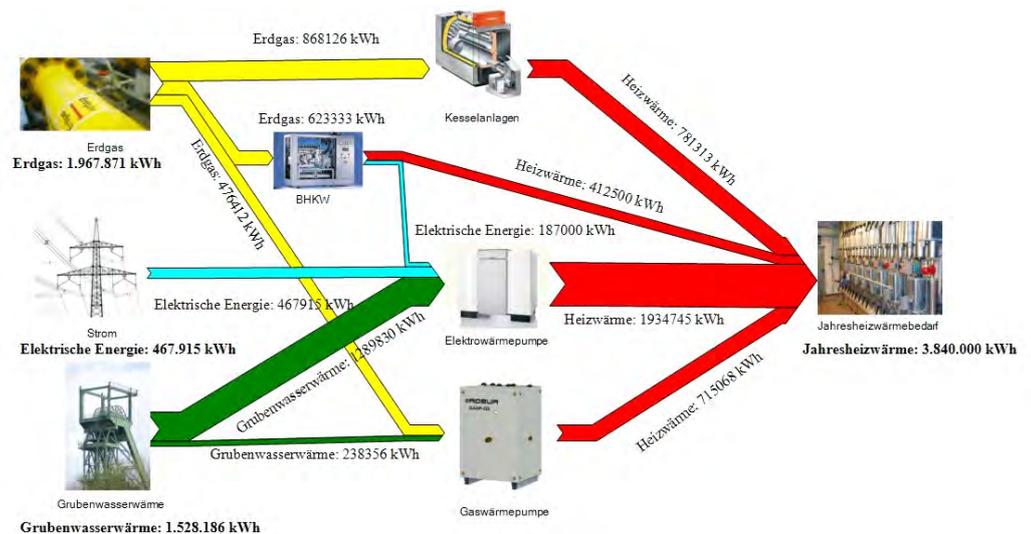
Hauptfeuerwache Bochum

Willy-Brandt-Gesamtschule Heizzentrale I

Willy-Brandt-Gesamtschule Heizzentrale II

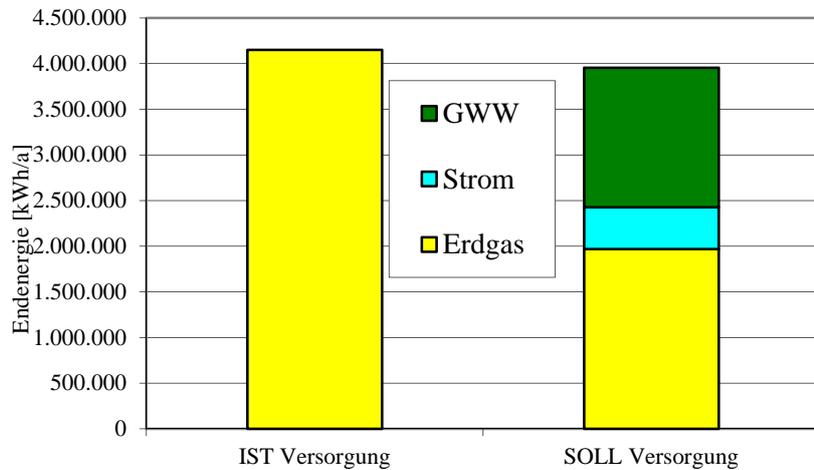
Von-Waldthausen Grundschule

Sie dient für Wärmepumpen als Wärmequelle zur Heizwärmebereitstellung. Parallel zu den Wärmepumpen werden Gasheizkessel zur Spitzenlastabdeckung und Trinkwassererwärmung eingesetzt. Die geplante Anlagentechnik stellt sich in der energetischen Bewertung wie folgt dar:

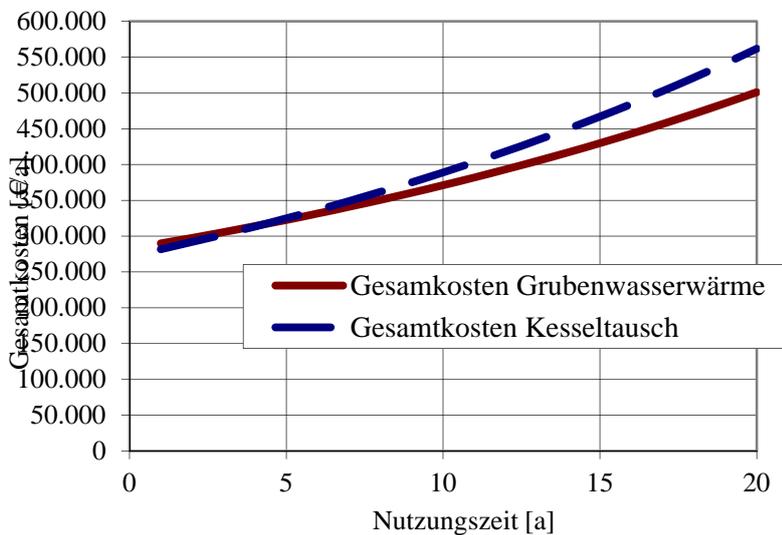


Die energetische Bewertung belegt eine signifikante Reduzierung des Primärenergiebedarfs im Vergleich zu der aktuellen Versorgung der Gebäude. Durch den Einsatz der Grubenwasserwärme wird die benötigte Primärenergie

zur Beheizung der am Projekt beteiligten Gebäude um 26 % reduziert. Der Anteil der aus dem Grubenwasser ausgekoppelten Wärme an der bezogenen Endenergie beträgt ca. 40 %.



Der finanzielle Aufwand für die technisch anspruchsvolle Anlagentechnik zur Nutzung der im Grubenwasser enthaltenen Wärme, so zeigt die wirtschaftliche Bewertung dieses Vorhabens, ist betriebswirtschaftlich gerechtfertigt. Die Basisberechnung zeigt konkurrenzfähige Wärmegestehungskosten. Absichert wurden die Untersuchungen zum wirtschaftlichen Nutzen dieses Vorhabens mit verschiedenen Sensitivitätsbetrachtungen und einem Vergleich mit einer konventionellen Variante. In allen variierten realistischen Betrachtungen empfiehlt sich die Umsetzung dieser Maßnahme aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten.



Die obige Abbildung zeigt den Gesamtkostenvergleich des Grubenwasserwärmeprojektes im Vergleich zur konventionellen Variante bei welcher die vorhandenen Kessel in den Heizzentralen durch neue ersetzt werden.

Folgerichtig kann die Realisierung des Projekt Grubenwasserwärme Bochum auf Grundlage des dargelegten energetischen und wirtschaftlichen Nutzens empfohlen werden.

Entwicklung eines Berechnungsmodells zur Bestimmung der Schallemissionen von Luftdurchlässen

Matthias Winkelhaus M.Eng.

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer:	Dipl.-Ing. Frank Bolkenius
Datum des Kolloquiums:	06. Mai 2011
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	emco, Lingen



Zur Herstellung eines angenehmen Raumklimas mit einer Lüftungstechnischen Anlage bedarf es einer detaillierten Planung des Anlagensystems und der Komponenten. Luftdurchlässe bilden den letzten Baustein einer Lüftungsanlage vor Eintritt der Luft in den Raum. Durch Bauart, Funktionsweise und Design beeinflussen sie die Luftführung im Raum, wie auch den Geräuschpegel und können somit großen Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden der Nutzer ausüben.

Der Schalldruckpegel im Raum setzt sich zusammen aus den Schalleistungen der unterschiedlichen Schallquellen sowie der Pegelminderung durch den Abstand zur Quelle und den Absorptionseigenschaften des Raumes.

Um bereits während der Planung den sich einstellenden Schalldruckpegel im Raum mit hinreichender Genauigkeit abschätzen zu können, bedarf es einer detaillierten Berechnung der Schallausbreitung. Moderne Berechnungsprogramme bieten die Möglichkeit unter Verwendung von Eingangsparametern, wie den Raumdimensionen, Materialien der Einrichtung und Schallemissionen der einzelnen Quellen den zu erwartenden Schalldruckpegel im Raum für einzelne Oktav- oder Terzbandfrequenzen zu berechnen. Voraussetzung hierfür ist eine genaue Kenntnis der Schalleistungspegel und Absorptionseigenschaften in den einzelnen Oktav- oder Terzfrequenzbändern.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Schallemissionen von Luftdurchlässen im Oktav- und Terzspektrum in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, wie der Durchlassgröße und dem Luftvolumenstrom. Im Rahmen der Masterarbeit wurden die in der VDI-Richtlinie 2081 beschriebenen Näherungsrechnungen, zur Abschätzung der Schalleistungspegel von Luftdurchlässen, auf Ihre Anwendbarkeit zur Berechnung der emco-Produkte überprüft und darauf aufbauend ein neues Berechnungsmodell entwickelt.

Hierzu wurden die Schalleistungspegel verschiedener Standard-Luftdurchlässe aus dem Produktprogramm der Firma emco Klimatechnik nach im Akustikprüfstand DIN EN ISO 3741 ermittelt. Aus den Ergebnissen der Messreihen wurden für die einzelnen Gruppen der Dralldurchlässe, Schlitzdurchlässe, Quellaftdurchlässe und Rundrohrdurchlässe mathematische Beziehungen abgeleitet, die es ermöglichen die Schalleistungspegel im Terz- und Oktavspektrum in Abhängigkeit einfacher Eingangsgrößen zu berechnen.

Untersuchung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Wärmeerzeugungs- und Beheizungsarten am Beispiel einer Wohnanlage in Emsdetten

Julian Wöstmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

03. April 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Winkels Behrens Pospich Ingenieurbüro für Haustechnik GmbH, Münster



Welche Art der Wärmeerzeugung ist in der heutigen Zeit die wirtschaftlichste und ressourcenschonendste Form?

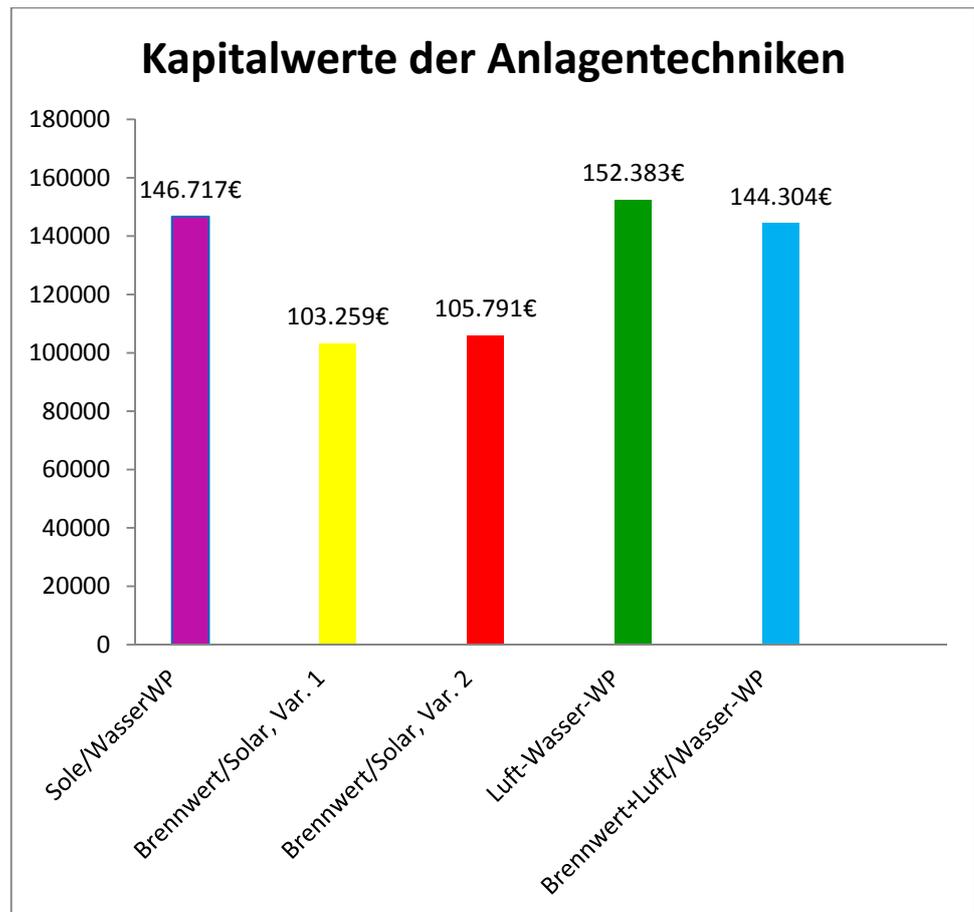
In Zeiten des Klimawandels, der stetig steigenden Rohstoff- und Energiepreise unter Berücksichtigung der Einhaltung der Gesetze zur Energieeinsparung sowie der Minimierung des CO_2 -Ausstoßes, stellt sich für jeden Hauseigentümer oder Gebäudebetreiber die Frage nach der für seine Zwecke wirtschaftlichsten und zugleich umweltschonendsten Wärmeversorgungsanlage. Die Bundesregierung gibt durch die Vorgaben in der Energieeinsparverordnung von 2009 und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes grundlegende Rahmenbedingungen für umweltschonende Feuerungsanlagen vor.

Bei der Auswahl einer heizungstechnischen Anlage sind viele Dinge von großer Bedeutung. Ein wichtiger Punkt ist mit Sicherheit die Wirtschaftlichkeit, denn kein Betreiber möchte in eine Anlage investieren, deren Kosten untragbar und unwirtschaftlich sind. Damit eine Aussage in diesem Hinblick getroffen werden kann, muss eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit erfolgen, die genau aufführt, bei welcher Anlage die größten Kostenersparnisse jetzt und auch in Zukunft erreicht werden können. Um alle Ziele gleichermaßen zu erreichen, muss das Verhältnis von Investitionskosten in Hinblick auf ressourcenschonende Wärmeversorgungsanlagen stimmen.

Diese Arbeit soll zeigen, welche Art der Wärmeversorgungsanlage für das Beispiel einer Wohnanlage in Emsdetten die beste Lösung für Investoren hinsichtlich wirtschaftlicher Ziele darstellt. Die Betrachtung der Umweltfreundlichkeit wird in der Auswahl der zu untersuchenden Anlagen berücksichtigt. Die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit erfolgt unter den Aspekten der Investitions- und Betriebskosten unter Einbeziehung der Entwicklung der Energiepreise sowie den gesetzlichen vorgeschriebenen Maßnahmen zur Einhaltung der Energieeinsparverordnung und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes.

Bei den untersuchten Bauvorhaben in Emsdetten werden die Beheizungsarten der Geothermie mit einer Wasser-Sole Wärmepumpe, die Luftwärmepumpe, eine Verbindung aus einer Luftwärmepumpe mit Brennwerttherme und der Anlagenverbindung aus Brennwertanlage mit Solarthermie bevorzugt. Die ausgewählten Wärmepumpen werden lediglich zur Beheizung des Gebäudes und zur Bereitstellung des warmen Trinkwassers genutzt.

Für das Mehrfamilienhaus in Emsdetten ist nach Berechnung der Kosten eine Gas-Brennwertanlage mit solarer Unterstützung die wirtschaftlichste Entscheidung. Die Betrachtung der Kosten zeigt, dass sowohl von den Betriebskosten als auch von den Investitionskosten es sinnvoll ist, sich für eine Gasbrennwertanlage mit solarer Unterstützung zu entscheiden. In diesem Fall kann sowohl die Variante mit Heizkörpern als auch die Variante mit einer Fußbodenheizung zur Ausführung kommen, da diese fast kostenneutral sind. Das Einsparpotenzial liegt gegenüber den anderen Anlagentechniken bezogen auf die Kapitalwerte der Anlagen zwischen 28-32 %.



(Kapitalwerte der Anlagentechniken abgezinst über 30 Jahre mit einem Zinssatz von 5%)

Sebastian Julien Wollny B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Datum des Kolloquiums:	2. November 2011
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Akustik
In Kooperation mit:	2G Energietechnik GmbH, Heek



Die Firma 2G Energietechnik ist eine der führenden Anbieter für BHKWs in dem Bereich von einem Kilowatt bis vier Megawatt elektrischer Leistung. Dies gilt für Erdgas und Biogas. Das Unternehmen wurde 1995 gegründet und hat seitdem das Bestreben, seine Produktentwicklungsarbeit in den Technologien kontinuierlich zu verbessern und auszubauen. Infolgedessen wurden Standorte in Italien, Spanien, USA und Kanada errichtet. Seit 2009 vertreibt die Firma verbesserte MAN-Motoren unter der Hausmarke **agenitor®**. Heute arbeiten ca. 250 Mitarbeiter in der Firma und ihren Zweigstellen.

Für eines dieser optimierten Blockheizkraftwerke, dem **agenitor® 306** mit einer elektrischen Leistung von 250kW_{el} , sollte eine Überprüfung der Einhaltung der Schallemissionen durchgeführt werden. Das BHKW ist verbaut in einer Betonschallhaube und steht in einem Wohngebiet in Besse (Edermünde). In einem Wohngebiet ist nach der TA-Lärm ein Grenzwert nachts von 35dB(A) und tags von 50dB(A) am nächsten Immissionsort gefordert. Da das BHKW 24 Stunden täglich laufen soll, muss der niedrigere Wert eingehalten werden. Vertraglich ist von 2G Energietechnik GmbH ein Schalldruckpegel von 35dB(A) in 10m Entfernung zugesichert worden, den es einzuhalten gilt.

Bestandteil der Untersuchung war nicht nur die Betonschallhaube selber, sondern auch die akustische Vermessung der einzelnen Komponenten. Diese sind: Zugangstür, Abgaskamin inkl. Schalldämpfer, Notkühler, Gemischkühler, Zu- und Abluftkulissen.



Der von der Firma zugesicherte Schalldruckpegel von 35dB(A) ist ein Mittelwert in Freifeld.

Aufgrund der in der Arbeit gefundenen Ergebnisse ist es wichtig zukünftig verwendete Betonschallhauben und verwendeter Komponenten noch emissionsärmer auszulegen. Weiterhin ist eine Umstellung von Schalldruckpegel auf Schalleistungspegel, bei der Definition von Randbedingungen, sinnvoll um rechtliche Klarheit zu schaffen. Denn wie in diesem Fall kann häufig die Umgebung nicht als Freifeld bezeichnet werden. Durch diese Situation können Unterschiede im Schalldruckpegel entstehen. Nur der Schalleistungspegel bringt Klarheit, weil er ortsunabhängig ist.

Die Ausbildung zum Kraftwerksingenieur Analyse aktueller Informationstechnologien als Potenzial in der Ausbildung

Dipl.-Ing. Hendrik Woltering
Dipl.-Ing. Mike Woltering

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Hans-Werner Otte

Datum des Kolloquiums:

07. Juni 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Kraftwerksschule e. V., Essen



Ziel dieser Diplomarbeit war, die Ausbildung zum Kraftwerksingenieur, speziell die Vertiefung an der Kraftwerksschule Essen, bezüglich ihres Optimierungspotenzials durch den Einsatz der Neuen Medien zu analysieren. Dazu wurde das Vertiefungssemester mit seinen Modul-Inhalten und verschiedene New-Media-Systemen hinsichtlich ihrer technischen und didaktischen Vor- und Nachteile vorgestellt. Da es verschiedene Lerntypen gibt (auditiv, visuell, motorisch und kommunikativ) bietet sich ein medienpädagogisches Ausbildungskonzept an, das möglichst umfassend alle Lerntypen anspricht. Hier bieten sich Neue Medien aufgrund ihrer Multimedialität, Multicodalität, Multimodalität und Interaktivität an. Zu den in dieser Arbeit betrachteten Systemen gehören Smartboards und eBeam-Systeme als digitale Whiteboards, Tablet-PCs sowie ein erweiterter Funktionsumfang des Netzwerkes der Kraftwerksschule. Letzteres zum einen durch die Erstellung eines Wiki-Projektes, zum anderen durch ein Forum und Bereitstellung von Aufgabensammlungen und Fragenkatalogen.

Die Ist-Stand-Feststellung zeigte, dass einige der vorgestellten System bereits im Einsatz sind, die Möglichkeiten dieser Systeme jedoch noch nicht in vollem Umfang genutzt werden. Die bereits vorhandenen Smartboards und eBeam-Systeme werden in den Unterrichten bisher kaum eingebunden. Durch Nutzung der Smartboards oder eBeam-Systeme sind erstellte Tafelbilder leichter zu archivieren und somit in späteren Unterrichtseinheiten weiterhin verfügbar. Da die Technik durchaus schon vorhanden ist, ist der Einsatz kurzfristig umsetzbar. Tablet-PCs werden im Rahmen der Simulatorschulung schon genutzt, bieten aber auch für die Ausbildung von Kraftwerksingenieuren durchaus Vorteile. Mit ihnen lässt sich die Ausbildung räumlich völlig flexibel gestalten und auch auf Exkursionen erweitern.

Die Kraftwerksschule verfügt auch bereits über ein Wiki-Projekt für die Simulatoren. Dieses lässt sich mit geringem Aufwand für die Ausbildung weiterentwickeln. Die Themen-Strukturen werden dabei grob vorgegeben und durch die Studenten aufgefüllt. Alternativ bzw. optional ist das Wiki-Projekt auch als hochqualitatives Nachschlagewerk durch die Dozenten denkbar. Für Wiki, Smartboard bzw. eBeam und Tablet-PC ist als Grundlage eine Digitalisierung der Skripte sinnvoll. Dies bietet ein großes Potenzial bei gleichzeitig geringem Aufwand. Da die Skripte alle bereits im Word-Format vorliegen und von der Medienabteilung gepflegt werden, ist die Einbindung von navigationsfähigen

Inhaltsverzeichnissen oder Multimedia-Dateien ebenso einfach zu realisieren wie die Verknüpfung von Schlagworten mit dem Wiki der KWS oder weiteren Skripten. Das Forum ist in einer vorbereiteten Version ebenfalls schon im Rahmen des Internetauftritts der KWS vorhanden. Dies fördert nicht nur den Erfahrungsaustausch unter den Studenten, sondern auch den mit Alumni. Auch Stellenangebote oder Themen für Projekt-, Bachelor- oder Masterarbeiten können so kommuniziert und an talentierten Nachwuchs vermittelt werden. Denkbar ist zudem, das bereits für die Kraftwerksmeister eingesetzte E-Learningangebot auf Multiple-Choice-Fragebögen zu erweitern. Durch variierenden Aufbau der Fragen kann eruiert werden, welcher Lerntyp beim jeweiligen Studenten vorliegt und zudem ein Benchmark erstellt werden. Dieser kann dann für die Gestaltung der Module in weiteren Semestern eine Hilfestellung geben.

All diese Optionen sind nicht zeitkritisch und können somit stufenweise implementiert werden. Auch der Aufwand ist sehr gering, da vieles schon vorbereitet ist. Die Umsetzung kann, aufgrund der benötigten Fachkenntnisse, durch einen Experten des Hauses vorgenommen werden, beispielsweise ein Fachinformatiker. Die Betrachtung der Resultate erfolgt über die übliche Software wie Internet Explorer und Acrobat Reader. Da die Lehrhefte weiterhin vermarktet werden sollen, empfiehlt es sich, die Dateien ausschließlich als „read-only“-Dateien auf den Tablet-PCs an die Studenten herauszugeben. Für die Dozenten wäre der Zugriff auf Digitalskripte auch für die Vorbereitung sinnvoll.

Durch geringen Aufwand ließe sich die Ausbildung folglich noch weiter optimieren. Dies führt, bei guter Kommunikation der Verbesserungen, zu steigenden Teilnehmerzahlen durch stetig steigende Qualität in der Ausbildung.

Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Blockheizkraftwerks für das Schulzentrum „Sportallee“ der Gemeinde Laer

Pascal Wüller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Andreas Pfeifer
Datum des Kolloquiums:	10. Januar 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energietechnik
In Kooperation mit:	Gemeinde Laer



Die Gemeinde Laer nimmt seit dem 24.09.2008 am Qualitätsmanagementprogramm, dem European Energy Award (EEA) teil. Das Programm unterstützt Kommunen ihre Energie- und Klimaschutzpolitik umzusetzen. In erster Linie sollen die Einsparung von fossilen Brennstoffen sowie die Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien erreicht werden. In diesem Zusammenhang wurde über ein zentrales Blockheizkraftwerk nachgedacht, welches die Grundlast der benötigten Wärme des Schulzentrums, bestehend aus sechs Gebäuden, abdeckt. Mit dieser Arbeit wurde die wirtschaftliche Seite einer zu tätigen Investition betrachtet und bewertet.

Als erster Schritt erfolgte die Ermittlung der Jahresbetriebsstunden der einzelnen Heizkessel, dabei wurde eine Jahresbetriebsstundenzahl von 1.200 als wirtschaftlich betrachtet. Mit diesem ersten Schritt konnte anschließend eine Aussage über die Dimensionierung der Heizkessel getätigt werden. Nachdem die Nennwärmeleistung für die Heizkessel der beiden Sporthallen korrigiert wurde, folgte die Erstellung der Jahresdauerlinien für die einzelnen Heizkessel.

Die einzelnen Jahresdauerlinien wurde anschließend zu einer gemeinsamen Linie aufsummiert, mit der die benötigte Wärmeleistung eines Blockheizkraftwerks ermittelt wurde.

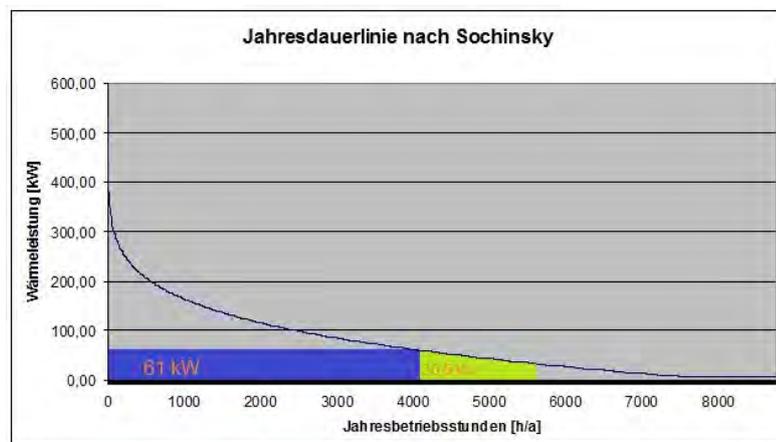


Abbildung 1: Jahresdauerlinie zur Blockheizkraftwerkbestimmung

Es ergab sich eine Wärmeleistung von 61 kW, bei einer Jahresbetriebsstundenzahl in Volllast von 4.028 h und in Teillast von 1.722 h. Die Leistung von

61 kW_{th} kommt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugute, da ein separater Aufstellplatz mit Container und Versorgungsanschlüssen entfällt.

Um die Wärme zu den einzelnen Gebäuden zu befördern, wurde ein Versorgungsnetz geplant und in drei Varianten ausgelegt. Eine Wärmeübertragung sollte dabei hydraulische getrennt erfolgen, da dies mehrere Vorteile hat. Nachdem alle Kosten für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zusammengetragen wurden, erfolgte diese nach der VDI Richtlinie 2067. Dabei stellt die Annuitätenmethode den einzelnen Auszahlungen die Einzahlungen gegenüber. Bei den Einzahlungen handelt es sich um die Vergütung des eingespeisten Stroms nach KWK-Gesetz, Erlöse für den substituierten Brennstoff und eine Rückerstattung der Mineralölsteuer. Die daraus erfolgte Annuitätenrechnung fiel so aus, sodass von dem geplanten Konzept abzuraten ist. Ein Hauptgrund hierfür sind die hohen Investitionskosten für das Wärmenetz, durch das eine eher geringe Energiemenge transportiert würde.

Auslegung der Klimatisierung eines Büroraums nach VDI 3804 System B: Zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, statische Heizung, Kühldecke

Chenan Yang B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums: 05. August 2011

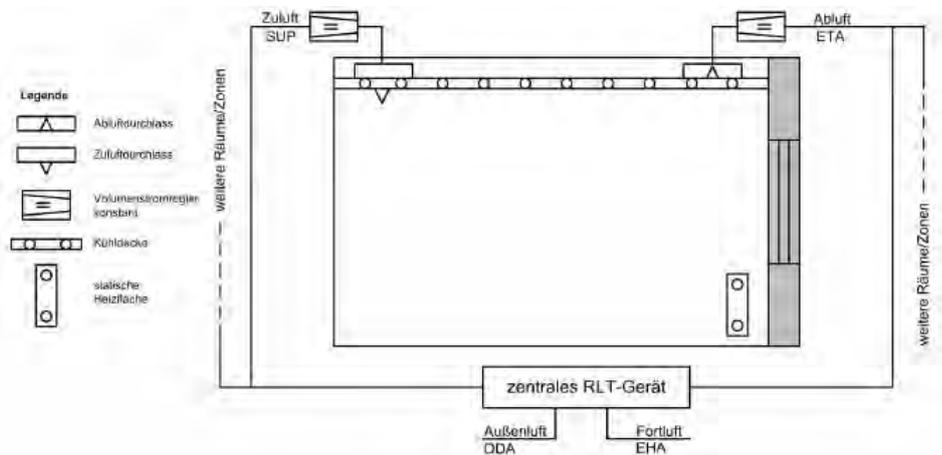
Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Gebäudetechnik
Laborbereich: Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit: emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, Lingen



In meiner Bachelorarbeit wird ein Beispielbüroraum nach VDI 3804 System B zentral belüftet. Dazu wurden Luftdurchlässe, Bodenkonvektoren und Klimadecken ausgelegt und dimensioniert. Eine zuvor durchgeführte thermische Gebäudesimulation lieferte dazu die benötigten Randbedingungen. Zusätzlich erfolgte eine akustische Überprüfung der Schalldruckpegel im Raum nach VDI 2081.

Bild: System B: zentrale maschinelle Lüftung, konstanter Volumenstrom, statische Heizung, Kühldecke



Quelle: VDI 3804 März 2009

Die Klimatisierung des Büroraumes kann auch mit alternativen dezentralen Systemen erfolgen. Emco stellt für diese Variante dezentrale Konvektorsysteme her. emcovent z. B. bietet Lösungen zur dezentralen Raumklimatisierung zum Lüften und Temperieren direkt an der Fassade.

Wenn ein Klimasystem, zentral oder dezentral geplant wird, sind ein angestrebter niedriger Energiebedarf und hoher Komfort immer das Ziel der Planung. Dabei führt der Ingenieur immer eine Überprüfung der Investitions- bzw. Betriebskosten durch, um diese so weit wie möglich zu vermindern.

Untersuchung der Schallentstehung und Maßnahmen zur Schallreduzierung des Füllventils

Ruiyan Zhang B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Wolfgang Seidel

Datum des Kolloquiums:

15. August 2011

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Sanitäre Haustechnik

In Kooperation mit:

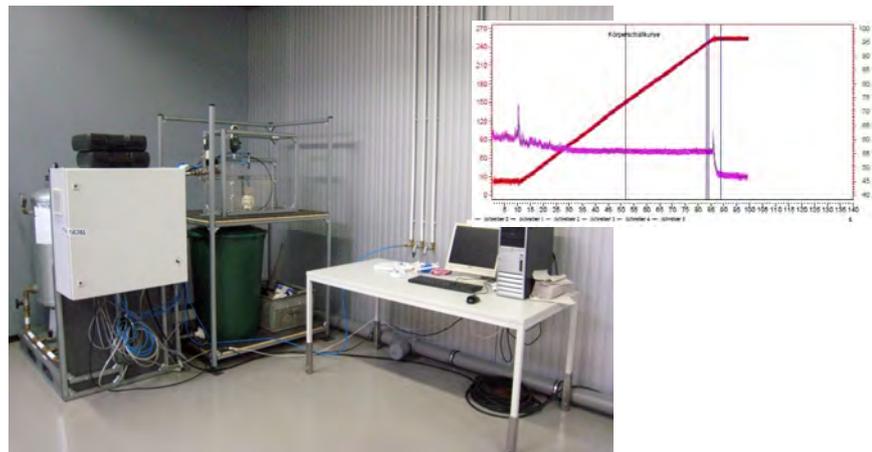
TECE GmbH, Emsdetten



Die TECE GmbH aus Emsdetten stellt unter anderem Unterputzspülkasten her, die mit Füllventilen ausgerüstet werden. Um das Geräusch der Füllventile zu reduzieren, werden eine Reihe von Untersuchungen über die Ursachen der Schallentstehung und die möglichen Maßnahmen zur Schallreduzierung durchgeführt. Die Untersuchungen und Analysen werden in dieser Bachelorarbeit niedergeschrieben.

Die Schallmessungen der Füllventile werden mit einem vorhandenen Prüfstand in der TECE GmbH durchgeführt. Der Aufbau und der Praxishintergrund dieses Prüfstandes wurden bereits ausgiebig in einer Diplomarbeit mit dem Thema „Entwicklung und Konstruktion eines Prüfstandes für Füllventile sowie Durchführung erster Messreihen“ thematisiert.

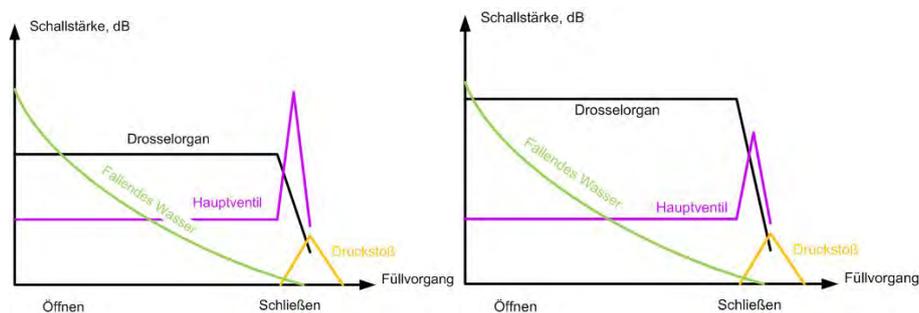
Die Schallpegel werden während des stationären Durchflusses und der Schließphase getrennt gemessen. Das Messprogramm ergibt zwei Statistikergebnisse, um die Ursachen der Schallentstehung besser zu unterscheiden.



Die Geräusche des Füllventils treten als Strömungs-, Druckstoß, und Füllgeräusche auf. Sie werden von der Schallquelle als Luftschall direkt in den Raum abgestrahlt und durch die Rohre als Körperschall fortgeleitet. Der Schallpegel von diesen Schallquellen ändern sich vom Öffnen bis zum Schließen des Ventils.

Nach dem Versuch werden die Schallkurven unterschiedlicher Füllventile in 2 Typen getrennt. Typ I erzeugt ein großes Geräusch beim Schließen. Typ II

erzeugt ein gleich großes Geräusch in der stationären Durchflussphase. Das Geräuschverhalten hängt ab der Druckverteilung an der Drossel und dem Hauptventil.



Das Füllventilgeräusch entsteht durch Drosselorgan, Hauptventil, Druckstoß und fallendes Wasser. Ein längeres Einlaufrohr oder ein Einlaufrohr mit einstellbarer Länge kann das Geräusch des fallenden Wassers reduzieren.

Das Strömungsgeräusch des Hauptventils entsteht während der Schließphase, wenn der Hub sehr klein ist. Zu dieser Zeit ist der Einzelwiderstand am Hauptventil sehr groß. Vermutlich ist das Geräusch kleiner, wenn diese Schließphase kürzer ist. Dann aber ist der Schall aufgrund des Druckstoßes vergleichsweise groß. Um diese Erscheinung zu vermeiden, wird nur die Öffnungsdauer des kleinen Wasserfließquerschnitts bei der Membran verkürzt, somit der schrill Ton unbeträchtlich ist. Aber diese Methode ist schwer zu realisieren.



Die meisten Füllventile haben Drosselorgane, die zur Schallreduzierung dienen. Die Drosseln können den Volumenstrom reduzieren und damit das Geräusch aus den anderen Schallquellen reduzieren. In der Bachelorarbeit werden zur Reduzierung des Schallpegels geprüft.

Auslegung eines Klimatisierungssystems für einen Büroraum nach VDI 3804 System D: Dezentrale maschinelle Lüftung mit Zu- und Abluft, WRG, Bauteilaktivierung

Yunyang Zhao B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck

Datum des Kolloquiums: 05. August 2011

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

In Kooperation mit: emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, Lingen (Ems)



Bei der Errichtung oder Revitalisierung eines Bürogebäudes muss eine optimale Arbeitsplatzsituation im Zusammenhang mit einer wirtschaftlich guten Raumnutzung realisiert werden. Das angenehme Arbeitsklima ist eine entscheidende Voraussetzung für die hohe Leistungsfähigkeit und Zufriedenheit eines jeden Mitarbeiters. Deswegen steht die Klimatisierung des Bürogebäudes im Vordergrund.

In meiner Bachelorarbeit wird beschrieben, wie ein Beispielbüroraum mittels der Systemvariante D der VDI 3804 klimatisiert wird.

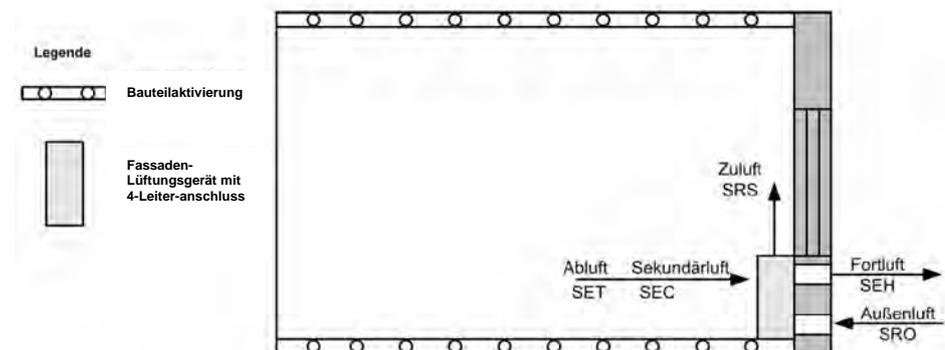


Abb.1 System D: Dezentrale maschinelle Lüftung mit Zu- und Abluft, WRG, Bauteilaktivierung

Quelle: VDI 3804 März 2009

Zuerst wurde ein Beispielbüroraum mithilfe der Software Design Builder erstellt. Dieses Beispiel wurde entsprechend der deutschen Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) und der Richtlinie (VDI 3804) ausgelegt. Eine Simulationsberechnung für die Festlegung der benötigten Kühl- und Heizleistung des Raums wurde danach mit den eingegebenen Daten durchgeführt. Mit den Berechnungsergebnissen wurden geeignete emco Produkte und eine thermoaktive Decke entsprechend dem System D gewählt und dimensioniert. Für die dezentrale maschinelle Lüftung wurde ein emcovent Fassadenlüftungsgerät Typ FLH eingesetzt. Dieses Gerät verfügt auch über eine Wärmerückgewinnung. Für die Raumheizung und -kühlung wurden emcotherm Bodenkonvektoren vom Typ KQKL und eine thermoaktive Decke (TAD) gewählt. Nach der Auslegung der Komponenten erfolgte eine akustische Überprüfung der Schalldruckpegel im Raum nach VDI 2081 Blatt 1.

Im Vergleich zu den anderen Beispielsystemen in der VDI 3804 verfügt das System D über eine dezentrale maschinelle Lüftung, die zu geringerem Flächenbedarf und größerer Fläche für die Raumnutzung beiträgt, wegen des Wegfalls der Luftkanalleitungen in dem Gebäude sowie dem Raum.

Mit dem Einsatz des Systems D und einer richtigen Auslegung der entsprechenden Klimakomponenten wird ein angenehmes Raumklima geschaffen. Ein primäres Ziel der Systemvariante VDI 3804 (D) ist ein niedrigerer Primärenergieverbrauch. Das eingesetzte wasserführende System minimiert für die Raumtemperierung den elektrischen Energiebedarf für den Energietransport. Die Bauteilaktivierung lässt sich direkt mit dem Temperaturniveau erneuerbarer Energiequellen und natürlicher Energiequellen betreiben. Der Einsatz der Wärmerückgewinnung in den dezentralen Lüftungsgeräten ermöglicht eine weitere Reduzierung der Primärenergie für die Temperierung der Außenluft.

Ein weiterer Vorteil des Systems D ist es, dass dieses System dem Nutzer größtmögliche Flexibilität gestattet.

Unter Berücksichtigung der steigenden Energiepreise und der an die Architektur gestellten unterschiedlichen Ansprüche erhält der Einsatz des Systems D für die modernen Gebäude eine zunehmende Bedeutung.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Stegerwaldstr. 39
48565 Steinfurt
Tel +49 (0)2551-962197
Fax +49 (0)2551-562706
www.fh-muenster.de/egu**

