



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Akademisches Jahrbuch



2016/2017

EGU

FB Energie · Gebäude · Umwelt
Energy · Building Services ·
Environmental Engineering

Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,
wieder ist ein Studienjahr vergangen und ein weiterer Jahrgang unserer Studierenden hat das Studium in unserem Fachbereich erfolgreich absolviert. Viele Bachelor- und Masterarbeiten wurden verfasst und damit wissenschaftliche Forschung an unserem Fachbereich dokumentiert. Dieses Jahrbuch enthält die jeweiligen Zusammenfassungen und bietet einen Überblick über den Jahrgang 2016 / 2017.

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

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

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

Mein Dank gilt allen, die zur Erstellung des Akademischen Jahrbuchs beigetragen haben, besonders aber den Absolventinnen und Absolventen, denen ich auf diesem Weg die besten Wünsche des Fachbereiches für ihre berufliche und private Zukunft aussprechen möchte.

Steinfurt im April 2017

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt, Dekan

Verzeichnis der Abschlussarbeiten

1	Erarbeitung von einheitlichen Anforderungen für Planungs-, Material- und Baustandards für die Fernwärmenetze der Stadtwerke Münster Florian Adämmer B.Eng.	14
2	Energiekonzept eines Freizeit- und Hotelkomplexes auf Langeoog Rikus Antons B. Eng.	15
3	Steigerung der Energieeffizienz von Liegenschaftsportfolios zur Senkung der Unternehmenskosten und Einhaltung politischer Zielvorgaben Maximilian Bayer-Eynck M.Eng.	17
4	Ermittlung der Geruchsemissionen und Durchführung einer Geruchsimmissionsprognose für ein Futtermittelwerk Julian Beckhaus B.Eng.	18
5	Entwicklung eines Softwaretools zur Abbildung von Dralldurchlässen unter FDS/CFD Eva Beermann M.Eng.	20
6	Entwicklung eines Excel Tools zur Berechnung der Wärmestrom- verteilung in Fußbodenheizungs-Nass-Systemen mit unterschiedlichen Aufbauten Matthias Besseling B.Eng.	22
7	Eine sichere Betriebsweise bei auftretenden Lastsprüngen der Blockheizkraftwerke des NDR Alexander Blom B.Eng.	24
8	Erstellung einer Entscheidungsmatrix zur Auswahl des Wärmeerzeugers anhand eines erarbeiteten Nutzungsprofils für Pflegeheime Fabian Blomberg M.Eng.	25
9	Untersuchung und Beurteilung eines Kühlkonzeptes anhand des thermischen Komfort eines Verwaltungsgebäudes Marc Blümel B.Eng.	27
10	Ökologische und ökonomische Verbesserung der Versorgung einer Reitanlage im Bereich Wärme, Wasser und Strom durch Einsatz regenerativer Maßnahmen Sarah Theresa Böntrup M.Eng.	29
11	Ermittlung der Einspeisevergütung von elektrischer Energie aus Windenergieanlagen auf Grundlage des Ausschreibungsverfahrens nach dem EEG 2017 Andrea Börgermann B.Eng.	31
12	Motivation und Voraussetzungen zur Einführung der BIM-Methodik in einem bauausführenden Unternehmen am Beispiel einer Produktionshalle Jan Brandhove B.Eng.	32
13	Energieeinsparungen resultierend aus einem Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001:2011 Anne Breimhorst B.Eng.	34
14	Wirtschaftlichkeitsanalyse zukünftige Wärmeversorgung auf dem Gelände der Alexianer GmbH in Münster-Amelsbüren Burghard Brüning M.Eng.	35
15	Bewertung und Entwicklung von zukünftigen BIM Standards in einem Ingenieurbüro Markus Burbank M.Eng.	37

16	Entwicklung eines Computerprogramms zur Visualisierung der 2-dimensionalen, anisothermen Raumluftrömung von Luftdurchlässen Dechuang Chen B.Eng.	39
17	Wärmedämmung von Trinkwasserinstallationen in China: Einflussparameter und Bewertung für den Einsatz in unterschiedlichen Dämmklimazonen Yusheng Chen B.Eng.	40
18	Spannungsstabilisierung im Mittelspannungsnetz mit Hilfe verschiedener Spannungsregelungsverfahren und deren gegenseitige Beeinflussung Martin Cox M.Eng.	41
19	Vergleich der energetischen und wirtschaftlichen Effizienz verschiedener Heizsysteme im Neubau Michael Deitmar B.Eng.	43
20	Strömungstechnische Untersuchung mittels CFD an druckbelüfteten Treppenhäusern nach DIN EN 12101 Teil 6 Anatoli Dick M.Eng.	45
21	Entwicklung von Kaltwasserversorgungskonzepten für die Lebensmittelproduktion der August Storck KG am Standort Halle (Westf.) Christian Diekmann M.Eng.	46
22	Betriebsverhalten und Wirkung des Technischen Regenwasserfilters (TRF) „Fleute“ in Wuppertal Eva Dierkes B.Eng.	48
23	Untersuchung von Konzepten zur Qualitätssicherung in der Gebäudeautomation Daniel Diestelhorst B.Eng.	50
24	Entwicklung eines Konzepts zur Steigerung der Energieeffizienz eines Klinikums, auf der Basis einer energetischen Bewertung. Philipp Dissel M.Eng.	51
25	Nachhaltigkeit und Monitoring des Raumluftsystems eines Operationssaals Maximilian Driessen B.Eng.	53
26	Untersuchung von Funksystemen für die Gebäudeautomation Bowen DU B.Eng.	55
27	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von regenerativen Energieversorgungskonzepten zum Kühlen und Heizen von Verwaltungsgebäuden Daniel Dücker B.Eng.	56
28	Kostenanalyse des Sterilisationsbetriebs in einer Augenklinik mit Bewertung der Wirtschaftlichkeit Johannes Dunsing, M.Eng.	57
29	Solare Strom- und Wärmeversorgung einer Siedlung Thomas Eckstein B.Eng.	59
30	Windmessung mittels Ballon Christoph Eienkel B.Eng.	61
31	Optimierungen in der technischen Betriebsführung von Windenergieanlagen Henning Elsbernd B.Eng.	62
32	Dimensionierung einer Abwasserwärmenutzungsanlage und Vergleich mit anderen Wärmequellen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit einer Elektrowärmepumpe für den Neubau eines Messe- und Kongresszentrums Andreas Fabian M.Eng.	63

33	Demand Side Management – Technische Beschreibung und regulatorische Rahmenbedingungen anhand einer realen Gas- Druckregel- und Messanlage im Netz der Open Grid Europe GmbH Florian Fellmann M.Eng.	65
34	Verstetigung und Speicherung von Windenergie zur Anpassung an den regionalen Bedarf Andreas Fischbach M.Eng.	66
35	Optimierung und Absicherung der Verfügbarkeit des BHKWs am Standort des BMW Werk Leipzig Alan Fischer B.Eng.	68
36	Alternative Energiekonzepte in Abhängigkeit der Ressourcenverfügbarkeit – ein Ländervergleich Maximilian Fleischhacker B.Eng	70
37	Dimensionierung eines Blockheizkraftwerks einer Logistikhalle der arvato / Bertelsmann AG am Standort Harsewinkel Klaus Flottmann B.Eng.	72
38	Geschäftsmodelle für den Einsatz von Speicherheizkraftwerken bei Industriekunden Katrin Frey M.Eng.	74
39	Untersuchung des Einflusses von Verschmutzung auf die Effizienz von trockenen Rückkühlwerken Felix Frie B.Eng.	76
40	Entwicklung eines Excel-Tools für Vertriebsmitarbeiter und Partnerunternehmen der Waterkotte GmbH zur Konzeptionierung von Wärmepumpenanlagen und automatischen Angebotserstellung für Endkunden Björn Fritsche M.Eng.	77
41	Sanierung eines Krankenhauses im Betrieb hinsichtlich einer hygienischen Trinkwasserinstallation Lena Funkenmeier B.Eng.	79
42	Fördermittel zur Steigerung der Energieeffizienz für einen klimaneutralen Gebäudestand von Nichtwohngebäuden Michael Galgus B.Eng.	81
43	Durchführung eines Energieaudits nach DIN EN 16247-1 am Beispiel einer Pflegeheimgruppe Julian Glaßmeyer B.Eng.	83
44	Het volgende waterstoffreinstation is Muenster - Einsatz wasserstoffbetriebener Schienenfahrzeuge versus Elektrifizierung der Bahnstrecke Münster - Enschede Eric Golbs M.Eng.	85
45	Energetischer und wirtschaftlicher Vergleich für die Wärmeversorgung einer ca. 24.000m2 großen Produktionshalle mit Sozialräumen Andre Gräb B.Eng.	87
46	Analyse der Großhandelstruktur in der SHK- & Elektrobranche zur Entwicklung von Zukunftsszenarien für Smart Home Dominik Greiwe B.Eng.	89
47	Einführung eines Energiemanagementsystems am Beispiel eines Krankenhauses Michael Grewe M.Eng.	91

48	Simulation einer Lüftungsanlage mit Modelica Stefan Griesse M.Eng.	93
49	Energetischer und wirtschaftlicher Vergleich von zwei Kälteerzeugungskonzepten auf Basis des Einsatzes natürlicher Kältemittel für einen Food-Logistiker Sebastian Groß-Hardt M.Eng.	94
50	Kritische Würdigung des Ausgangszustandsberichtes nach der europäischen Industrieemissionsrichtlinie Florian Hansen M.Eng.	96
51	Analyse der vertraglichen Leistungsinhalte zur Optimierung von GA Projekten Max Harder B.Eng.	97
52	Energetischer und wirtschaftlicher Vergleich von verschiedenen Wärmeerzeugungssysteme für ein Feuerwehrgerätehaus Nina Hartkemeyer B.Eng.	99
53	Flexibilisierung bestehender Biogasanlagen Tobias Heidrich B.Eng.	101
54	Thermische Gebäudesimulation einer Seniorenresidenz zur Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes Jens Heilek B.Eng.	103
55	Effizienzuntersuchung eines Hotels – Analyse der Ist-Situation und Evaluierung geeigneter Optimierungsmaßnahmen Niklas Heinemann M.Eng.	105
56	Energiemonitoring einer Milchtrocknung mit automatisiertem Wärmerückgewinnungssystem Hendrik Heller B.Eng.	107
57	Handlungsempfehlung für die zukünftige Entwässerung eines Wohngebietes einer Stadt in NRW Ivo Raphael Hemsing B.Eng.	109
58	Optimierung des Arbeitsablaufes bei einem Heizungsprojekt im BIM- Gebäudemodell Rene Hendrix B.Eng.	111
59	Einfluss der Novelle 2016 des KWKGs auf Betrieb und Dimensionierung von KWK-Anlagen Henschel, Marc-Philipp B.Eng.	112
60	Auslegung eines Erdkollektorfeldes für eine Gewerbeimmobilie nach VDI 4640 Alexander Hering B.Eng.	114
61	Untersuchungen zum Rückhalt feinpartikulärer Substanzen durch Regenwasserfiltration Victor-Felix Hilgers B.Eng.	116
62	CNG als alternativer Kraftstoff für den Fernlast- und Verteilverkehr, die erforderliche Betankungsinfrastruktur und deren Versorgung aus dem deutschen Erdgashochdrucknetz Marvin Hippler B.Eng.	118
63	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu einem Heizungskonzept/-system, welches mittels PV-Anlage Wärme erzeugt und speichert. Gregor Hoffmann M.Eng.	119

64	Entwicklung von Kalkulationsmethoden für die TGA im Rahmen von Building Information Modeling Julian Hollands B.Eng.	121
65	Energetische Untersuchung eines industriellen Wasserkühlkreislaufer René Hollmann B.Eng.	122
66	Rehabilitierung der Wasseraufbereitungsanlage in Mtwara, Tansania Henryk Holstein B.Eng.	123
67	Sensitivitätsanalyse des TYNDP2016 mit Fokus auf die Interkonnektoren der Regional Group North Sea Sören Honsel M.Eng.	125
68	Ertragsoptimierung einer Windenergieanlage mittels einer modernen Windmesstechnik Fabian Hopp B.Eng.	126
69	Weiterentwicklung eines Reflektometers für die Integration in ein Reinigungssystem für Heliostate von solarthermischen Turmkraftwerken Steffen Johannes Jochim B.Eng.	127
70	Optimierung der Heizungsanlage im Büro und Fertigungsgebäude der Sinusverteiler GmbH Felix Jordan B.Eng.	128
71	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Wärmepumpenanlage zur Unterstützung der Wärmeversorgung und Kühlung einer Seniorenwohnanlage Simon Judith B.Eng.	130
72	Untersuchung kommunaler dänischer Wärmekonzepte und deren Übertragbarkeit auf Deutschland Julian Kaiser B.Eng.	132
73	Analyse von Mensch Maschine Interfaces in der Gebäudeautomation Timo Kappius B.Eng.	133
74	Cost Comparison of the Operational Expenditures between the Offshore Substation Platform – Traditional Solution and Two Offshore Transformer Modules in Form of a Benchmark Test Alina Kaufmann B.Eng.	135
75	Energieeffizienzpotenziale bei der Herstellung von Butter und Milchkonzentraten Dennis Kehlenbeck B.Eng.	136
76	Netzzrückwirkungen in einer Niederspannungsverteilung durch nicht lineare Verbraucher Lukas Kerfers B.Eng.	138
77	Alternative Notstromversorgung von Feuerwehrgerätehäusern im Katastrophenfall Tim Kintrup B. Eng.	139
78	Smart Home aus der Perspektive eines Ingenieurbüros Jascha Kloß B.Eng.	141
79	Analyse des Abflussverhaltens eines Entwässerungsgebietes in Wuppertal Alexander Knoll B.Eng.	142
80	Entwicklung von Strategien und Standardisierungen für einen zukunftsorientierten Stromverteilnetzbetreiber mit Hilfe eines Netzleitsystems Daniel Kollbach M.Eng.	144
81	Potential für den Einsatz von Blockheizkraftwerken in Bolivien Larissa Köster B.Eng.	146

82	Instandhaltungssystem für die Gewerke Heizung, Sanitär, Lüftung und Kälte Niklas Krause B.Eng.	147
83	Optimierung des bestehenden Nahwärme-Arealnetzes Amelsbüren David Philipp Kröger B.Eng.	148
84	Energetische und hydraulische Optimierung des Wärmenetzes für das Freizeitbad Linus Lingen Lennart Krüssel B.Eng.	149
85	Vergleich verschiedener Beheizungskonzepte für Doppelhaushälften hinsichtlich EnEV 2016 und Energieeffizienz Johannes Küper B.Eng.	151
86	Einführung eines Strommanagements für die EGW-Anlagen am Standort Gescher Thorsten Lamche B.Eng.	153
87	Planungstechnische Grundlagen für Strahlungskühldecken mit Latentspeichermaterial Janike Lang M.Eng.	155
88	Überschussschlammbehandlung aus biologischen Abwasserbehandlungsanlagen und Behandlung von Kokslöschwasser in Kokereien Simon Lange B.Eng.	157
89	Technischer und wirtschaftlicher Vergleich von Klärschlamm Trocknungsverfahren Christoph Lauer B.Eng.	159
90	Entwicklung von Anforderungen an eine Wärmerückgewinnung aus Schmutzwasser in kleinen und mittelgroßen Gebäuden Pascal Lehmler M.Eng.	161
91	Möglichkeiten der CO ₂ -Emissionsminderung durch energetische Effizienzsteigerung im Rahmen einer Quartieranalyse Danja Leiers B.Eng.	163
92	Entwicklung einer grafischen Oberfläche zur Erstellung von FDS-Programm- Codes für die strömungstechnische Simulation von Torluftschieleanlagen Daniel Leisen M.Eng.	165
93	Entwicklung eines Konzeptes für die Digitalisierung des Niederspannungsnetzes Benedikt Leiting M.Eng.	167
94	Monitoring und Analyse einer Vollklimaanlage Xiyao Li B.Eng.	169
95	Leitfaden zur Erstellung eines Zwei-Ebenen Wasser-Audits in Entwicklungsgebieten des Raumes Middle East North Africa (MENA) Christian Lieske B.Eng.	170
96	Vergleich von Trinkwassererwärmungsanlagen am Beispiel eines Wohnbauprojektes in Berlin Dominik Lindebaum M.Eng.	172
97	Konzeptionierung und Bau eines Prüfstandes zur Leistungsmessung von thermischen Energiespeichern auf der Basis von PCM Vincent Linnemann B.Eng.	174
98	Messtechnische Untersuchung der Trinkwasser-Installation eines Klinikums Alexander Löber B.Eng.	175

99	Feinkonzept zur Wärmeversorgung eines Freibades durch Nutzung der Abwärme einer Molkerei Christian Lohmann M.Eng.	177
100	Hydraulische und planungstechnische Überprüfung der Trinkwasser-Installation einer Dreifachsporthalle Max-Laurin Losemann B.Eng.	179
101	Messtechnische Untersuchungen im Rahmen der Entwicklung eines aktiven Deckenkühlpaneels Alexander Lühn B.Eng.	181
102	Entwicklung eines branchenspezifischen Maßnahmenkataloges zur Senkung der Energiekosten auf Basis eines Kennzahlenvergleiches Nadine Mallau B.Eng.	183
103	Simulation eines Umluftklappensystems für Schwimmhallen-Lüftungsgeräte Daniel Meierhöfer M.Eng.	185
104	Entwicklung eines Berechnungs-Algorithmus zur Simulation wasserbasierter Latentspeichersysteme Fabian Meißen B.Eng.	187
105	Optimierung des zentralen Energiemanagementsystems der Nagel-Group durch die Konzeptionierung eines Kennzahlensystems Till Mensing M.Eng.	189
106	Technische und wirtschaftliche Analyse von Energieeffizienzmaßnahmen und Energieeinsparpotenzialen in Baumärkten Eva Mesenhöller M.Eng.	191
107	Entwurf eines Geschäftsmodells zur Vermarktung einer Dienstleistung Daniel Moers B.Eng.	193
108	Photovoltaik und Elektromobilität in den Wildreservaten Afrikas Janis Mollemeier B.Eng.	194
109	Projektierung und Inbetriebnahme eines Versuchsstandes zur Ermittlung hydraulischer Parameter von Entnahmearmaturen Lukas Müller B. Eng.	196
110	Maßnahmenkatalog zur Einhaltung der Kaltwassertemperatur in Gebäuden aus der Produktpalette des Generalunternehmens Goldbeck Marius Nienaber M.Eng.	197
111	Monitoring – System zur kontinuierlichen Überwachung gebäudetechnischer Anlagen Thorsten Nöll M.Eng.	199
112	Entwicklung eines Energieversorgungskonzepts für zwei Schulen Katharina Oelerich B.Eng.	201
113	Analyse von Optimierungspotentialen eines Niederspannungsnetzes am Beispiel der münsterNETZ GmbH Thomas Oennigmann M.Eng.	203
114	Energetische und wirtschaftliche Optimierung des Kaltwassersatzes des Verwaltungsgebäudes der Firma Kampmann Markus Oldekamp B.Eng.	205
115	Wirtschaftlichkeitsprüfung eines Gasspeichers zur Lastspitzenreduzierung Dominik Oleff B.Eng.	207
116	Trinkwassererwärmungsanlagen für Sportstätten – ein kritischer Vergleich aktueller Systeme Mario Olliges B.Eng.	209

117	Entwicklung eines Leitfadens zur Implementierung eines Energiemanagementsystems beim Abwasserwerk der Stadt Coesfeld Jens Overkämping M.Eng.	211
118	Kostenvergleich zweier Sanierungsvarianten eines Hochbehälters am Beispiel des Hochbehälters Harderberg der Stadt Osnabrück Stefanie Pickel B.Eng.	213
119	Die Einbruchmeldeanlage im Smart Home System: Potential- und Anforderungsanalyse Hendrik Plagemann B.Eng.	215
120	Erstellung eines Energiekonzeptes für die öffentlichen Gebäude der Stadt Gescher an der Armland-/ Lindenstraße in Gescher Markus Plesker M.Eng.	217
121	Auswirkungen des geplanten Ausbaus von regenerativen Energieerzeugungsanlagen auf die Netzstabilität in der Niederspannungsebene Felix Probst B.Eng.	218
122	Untersuchung des bestimmungsgemäßen Betriebs von Trinkwasser-Hausinstallationen durch Wasseraustausch am Beispiel von Hotelgebäuden Benjamin Puckert M.Eng.	220
123	Energetische Sanierung von Logistikimmobilien Rawa Rashed M.Eng.	222
124	Alternative Vorwärmkonzepte zur Effizienzsteigerung einer GDRM-Anlage Jonas Rau M.Eng.	224
125	Strukturierung und Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur Implementierung eines Energiemanagementsystems bei einem Großklinikum Frank Rawe M.Eng.	226
126	Möglichkeiten zur Kraftstoffnutzung aus Power to Gas Anlagen Jens Rebinski B.Eng.	228
127	Optimierung von RLT-Anlagen – Eine wirtschaftliche und energetische Betrachtung der RLT-Anlagen eines Krankenhauses Dennis Rosenbohm B.Eng.	230
128	Entwicklung und Aufbau eines Versuchsstandes zur Untersuchung von Druck- und Temperaturunterschieden an einem Verbraucher in Stockwerksleitungen Christian Röser B. Eng.	232
129	Planung einer Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung in einer ländlichen Schule in La Paz - Bolivien Natalia Claros Ruiz B.Eng.	234
130	Vergleich unterschiedlicher Systeme zur Trinkwassererwärmung unter Berücksichtigung von energetischen und hygienischen Aspekten in einem Mehrfamilienhaus Mathias Rymer M.Eng.	236
131	Einführung eines CAFM Gebäudeinstandhaltungsmoduls unter Betrachtung der gesetzlichen Grundlagen und der Schnittstellen zwischen Management und Dienstleister am Beispiel eines Industrieunternehmens Patrick Schlüter B.Eng.	238
132	Schmutzfrachtsimulation zur Ermittlung des Frachteintrages durch Fehllanschlüsse in der Trennkanalisation Christian Schmidt M.Eng.	240

133	Untersuchungen zur chemisch-physikalischen Wirksamkeit von Filtersubstraten in der Regenwasserbehandlung Thorsten Schmitz M.Eng.	242
134	Rückbaukosten des Offshore-Windparks Riffgat Nico Schüdde B.Eng.	244
135	Untersuchung zur Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Lackierung von Kunststoffteilen Romina-Eileen Schulz B.Eng.	246
136	Optimierung der Rechengutbehandlung des Ruhrverbands Philip Schulze Buschoff B.Eng.	248
137	Analyse von Systemlösungen für die Raumautomation aus der Perspektive eines Generalsbauunternehmens Marvin Schürmann B.Eng.	249
138	Entwicklung eines Lüftungskonzeptes für die Aula der Stadtteilschule Winterhude in Hamburg Axel Schütt B.Eng.	250
139	Anforderung an eine Software zur Integralen Planung auf Basis eines BIM Models René Selker M.Eng.	251
140	Wärmeversorgung durch ein kaltes Nahwärmenetz mit Eisspeicher Valentin Sommer M.Eng.	252
141	Möglichkeiten der Integration einer Wärmepumpenanlage zur Erzeugung von Fernwärme in einem großen Heizkraftwerk Maike Spilger B.Eng.	254
142	Experimentelle Untersuchung der selbstgenerierten Druckschwankungen der Anschlussleitung auf ein Entwässerungssystem Tom Spring B.Eng.	255
143	Bedeutung der technischen Selbstverwaltung für Energie (Gas)anlagen – Technisch- wirtschaftliche Evaluierung für Errichtung und Betrieb von Gasinfrastrukturen im Kontext verschiedener Ordnungsrahmen Johanna Stäsch M.Eng.	257
144	BIM für Hersteller – Entwicklung eines Dateiformates für das Bereitstellen von Produktinformationen Lukas Stegemann B.Eng.	259
145	Messtechnische Untersuchungen an einer Dunstabzugshaube, nach DIN EN 61591 und Ökodesignrichtlinie Alexander Steiner B.Eng.	261
146	Potenzielle Standorte von Langzeitwärmespeichern im Münsterland Maja Kristina Suchsland B.Eng.	263
147	Entwicklung und wirtschaftliche Betrachtung eines Kältekonzeptes für ein bestehendes Industrieunternehmen mit Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung Ralf Sundermann B.Eng.	265
148	Entsorgungskonzept für die Stationen im geplanten Zentralklinikum Nord des Universitätsklinikums Münster David Symanzik B.Eng.	267
149	Numerische Berechnung der Luftströmung einer industriellen Absaugung Felix Terbrüggen M.Eng.	268

150	Wirtschaftlichkeitsanalyse verschiedener Stromnutzungsmodelle von Kleinwindenergieanlagen für die Deponie Coesfeld-Höven Lamine Ingmar Traoré B.Eng.	270
151	Schallpegelanalyse von Entladegeräuschen an außenliegenden Laderampen Martin Tulatz B.Eng.	272
152	Behandlung von Abgaskondensat bei Einsatz von Blockheizkraftwerken Sebastian Urban B.Eng.	274
153	Theoretische Betrachtung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Klimatisierungskonzepte für ein Rechenzentrum Marco Vorpahl B.Eng.	276
154	Optimierung der Strom- und Wärmeerzeugung einer Biogasanlage Thomas Voß M.Eng.	278
155	Einfluss der Elektromobilität auf das Verteilnetz - Leistungsflussrechnungen im Niederspannungsnetz Bastien Vuong B.Eng.	280
156	Effizienzanalyse eines Heizkraftwerks bei der Firma WESSLING GmbH Marc-André Wächter B.Eng.	282
157	Untersuchung einer Wohnanlage bezüglich der Trinkwasserhygiene und Wirtschaftlichkeit der Trinkwassererwärmung Daniel Wansing B.Eng.	283
158	Zustandsanalyse und Untersuchungen zur Prozesswasserbehandlung auf der Kläranlage Duisburg-Rheinhausen Clemens Wassenberg M.Eng.	284
159	Entwicklung und wirtschaftliche Beurteilung unterschiedlicher Sanierungskonzepte einer Grundschule Kai Weidner M.Eng.	286
160	Erstellung eines Programms zur Berechnung des Wärmebedarfs von Schwimmbädern Marco Wennemers M.Eng.	288
161	Auswirkungen des Designs von Elektroautomobilen auf den Verkauf, am Beispiel des BMW i3 Eric Wermke B.Eng.	290
162	Auswirkungen der Neuerungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) Lukas Wettwer, B.Eng.	292
163	Konzeptionierung einer effizienten und nachhaltigen Wärmeerzeugung zur Nahwärmeversorgung Patrick Wierling B.Eng.	294
164	Überprüfung des Einflusses der Rücklaufschlammozonierung auf die Belebtschlammigenschaften der Kläranlage Bottrop Raphael Wiesmann B.Eng.	295
165	Versuch und Bestimmung von Gleichungen zur Raumluftströmungen aus Drallluftdurchlässe Zixuan Zhao B.Eng.	297

Lektorat und Satz: Anne Bödding & Tobias Ausländer

© 2017 Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Namensverzeichnis

A	
Adämmer, Florian	14
Antons, Rikus	15

B	
Bayer-Eynck, Maximilian	17
Beckhaus, Julian	18
Beermann, Eva	20
Bessling, Matthias	22
Blom, Alexander	24
Blomberg, Fabian	25
Blümel, Marc	27
Böntrup, Sarah Theresa	29
Börgermann, Andrea	31
Brandhove, Jan	32
Breimhorst, Anne	34
Brüning, Burghard	35
Burbank, Markus	37

C	
Chen, Dechuang	39
Chen, Yusheng	40
Cox, Martin	41

D	
Deitmar, Michael	43
Dick, Anatoli	45
Diekmann, Christian	46
Dierkes, Eva	48
Diestelhorst, Daniel	50
Dissel, Philipp	51
Driessen, Maximilian	53
Du, Bowen	55
Dücker, Daniel	56
Dunsing, Johannes	57

E	
Eckstein, Thomas	59
Einenkel, Christoph	61
Elsbernd, Henning	62

F	
Fabian, Andreas	63
Fellmann, Florian	65
Fischbach, Andreas	66
Fischer, Alan	68
Fleischhacker, Maximilian	70
Flottmann, Klaus	72
Frey, Katrin	74
Frie, Felix	76
Fritsche, Björn	77
Funkenmeier, Lena	79

G	
Galgus, Michael	81
Glaßmeyer, Julian	83
Golbs, Eric	85
Gräb, Andre	87
Greiwe, Dominik	89
Grewe, Michael	91
Griese, Stefan	93
Groß-Hardt, Sebastian	94

H	
Hansen, Florian	96
Harder, Max	97
Hartkemeyer, Nina	99
Heidrich, Tobias	101
Heilek, Jens	103
Heinemann, Niklas	105
Heller, Hendrik	107
Hemsing, Ivo Raphael	109
Hendrix, Rene	111
Henschel, Marc-Philipp	112
Hering, Alexander	114
Hilgers, Victor	116
Hippler, Marvin	118
Hoffmann, Gregor	119
Hollands, Julian	121
Hollmann, René	122
Holstein, Henryk	123
Honsel, Sören	125
Hopp, Fabian	126

J	
Jochim, Johannes	127
Jordan, Felix	128
Judith, Simon	130

K	
Kaiser, Julian	132
Kappius, Timo	133
Kaufmann, Alina	135
Kehlenbeck, Dennis	136
Kerfers, Lukas	138
Kintrup, Tim	139
Kloß, Jascha	141
Knoll, Alexander	142
Kollbach, Daniel	144
Köster, Larissa	146
Krause, Niklas	147
Kröger, David Philipp	148
Krüssel, Lennart	149
Küper, Johannes	151

L

Lamche, Thorsten	153
Lang, Janike	155
Lange, Simon	157
Lauer, Christoph	159
Lehmle, Pascal	161
Leiers, Danja	163
Leisen, Daniel	165
Leiting, Benedikt	167
Li, Xiyao	169
Lieske, Christian	170
Lindebaum, Dominik	172
Linnemann, Vincent	174
Löber, Alexander	175
Lohmann, Christian	177
Losemann, Max-Laurin	179
Lühn, Alexander	181

M

Mallau, Nadine	183
Meierhöfer, Daniel	185
Meißen, Fabian	187
Mensing, Till	189
Mesenhöller, Eva	191
Moers, Daniel	193
Mollemeier, Janis	194
Müller, Lukas	196

N

Nienaber, Marius	197
Nöll, Thorsten	199

O

Oelerich, Katharina	201
Oennigmann, Thomas	203
Oldekamp, Markus	205
Oleff, Dominik	207
Olliges, Mario	209
Overkämping, Jens	211

P

Pickel, Stefanie	213
Plagemann, Hendrik	215
Plesker, Markus	217
Probst, Felix	218
Puckert, Benjamin	220

R

Rashed, Rawa	222
Rau, Jonas	224
Rawe, Frank	226
Rebinski, Jens	228
Rosenbaum, Dennis	230
Röser, Christian	232
Ruiz, Natalia Claros	234
Rymer, Mathias	236

S

Schlüter, Patrick	238
Schmidt, Christian	240
Schmitz, Thorsten	242
Schüdde, Nico	244
Schulz, Romina-Eileen	246
Schulze Buschoff, Philip	248
Schürmann, Marvin	249
Schütt, Axel	250
Selker, René	251
Sommer, Valentin	252
Spilger, Maike	254
Spring, Tom	255
Stäsch, Johanna	257
Stegemann, Lukas	259
Steiner, Alexander	261
Suchsland, Maja Kristina	263
Sundermann, Ralf	265
Symanzik, David	267

T

Terbrüggen, Felix	268
Traoré, Lamine Ingmar	270
Tulatz, Martin	272

U

Urban, Sebastian	274
------------------	-----

V

Vorpahl, Marco	276
Voß, Thomas	278
Vuong, Bastien	280

W

Wächter, Marc-André	282
Wansing, Daniel	283
Wassenberg, Clemens	284
Weidner, Kai	286
Wennemers, Marco	288
Wermke, Eric	290
Wettwer, Lukas	292
Wierling, Patrick	294
Wiesmann, Raphael	295

Z

Zhao, Zixuan	297
--------------	-----

Erarbeitung von einheitlichen Anforderungen für Planungs-, Material- und Baustandards für die Fernwärmenetze der Stadtwerke Münster

Florian Adämmer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Daniel Schumacher B.Eng.

Datum des Kolloquiums:

31. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Stadtwerke Münster GmbH, Münster



Die Stadtwerke Münster ist als Eigentümer der Fernwärmenetze im Raum Münster für dessen kontinuierlichen und störungsfreien Betrieb zuständig. Neben dem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk werden verschiedene Heizwerke sowie Blockheizkraftwerke für die dezentrale Versorgung der Abnehmer mit Wärmeenergie bereitgestellt.

Für den Ausbau und die Instandhaltung der Fernwärmenetze in Münster werden jährlich neue Baumaßnahmen durchgeführt. Die Planung sowie Ausführung dieser Maßnahmen übernehmen unterschiedliche Abteilungen sowie externe Unternehmen. Durch die unterschiedliche Bearbeitung entstehen Differenzen bei der Materialauswahl, in der Planung sowie in der Bauausführung.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, einheitliche Anforderungen für Planungs-, Material- und Baustandards für die Fernwärmenetze der Stadtwerke Münster zu entwickeln. Diese Anforderungen sollen als Leitfaden für Fernwärmenetzbaumaßnahmen bei den Stadtwerken Münster dienen.

Zu diesem Zweck wurden die Anforderungen für die Material-, Planungs- und Baustandards für die Fernwärmenetze der Stadtwerke Münster erarbeitet.

Die für die Fernwärmenetzbaumaßnahmen verwendeten Materialien wurden auf Grundlage von unternehmensinternen Vorgaben erfasst. Die Planungsstandards wurden mithilfe der internen Planungsmanagementunterlagen und den allgemeinen Vorgaben der Stadtwerke Münster entwickelt. Dabei erfolgte ein kontinuierlicher Vergleich der Anforderungen der Stadtwerke Münster mit den Vorgaben der Richtlinien und Regelwerke.

Die Aufgaben der Anlagenverantwortlichen während einer Fernwärmenetzbaumaßnahme, die notwendigen Prüfungen sowie die In- und Außerbetriebnahme von Rohrleitungsabschnitten in Fernwärmenetzen der Stadtwerke Münster wurden in den Bauausführungsanforderungen erarbeitet. Durch die Entwicklung und Anpassung der Anforderungen an die Standards der Stadtwerke Münster durch die Ergänzungen aus den Regelwerken und Herstellerunterlagen konnten die bisherigen Anforderungen für Planungs-, Material- und Baustandards für die Fernwärmenetze der Stadtwerke Münster erweitert und verbessert werden. Durch die Überarbeitung und Aufstellung der Abläufe in dieser Arbeit wurden die Standards übersichtlich und einheitlich dargestellt.

Rikus Antons B. Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Frank Veenhuis
Datum des Kolloquiums:	09. Mai 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	john becker ingenieure, Worpswede



Die Inselgemeinde Langeoog plant derzeit den Bau bzw. Umbau eines Freizeit- und Hotelkomplexes auf Langeoog. Dabei sollen 3 von der Gemeinde betriebene Gebäude verkauft und als Hotelgebäude umgenutzt werden. Die insgesamt 7 Gebäude, verteilt um das gerade sanierte Erlebnisbad, können über ein Quartierskonzept mit einem Nahwärmenetz besonders effizient und wirtschaftlich mit Energie versorgt werden. Dies beinhaltet, einen großen Anteil an Wärme und Strom regenerativ zu erzeugen und eine Energieerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu erreichen. Durch die Insellage sind außerdem eine lange Lebensdauer und die hohe Ausfallsicherheit wichtige Aspekte zur Einschätzung der einzusetzenden Technologien.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, für das zukünftige gesamte Quartier bestehend aus:

- Freizeit- und Erlebnisbad mit Kur- und Wellnessangebot
- Sport- und Familienzentrum mit Außensportanlagen, Fitnessangebot und Bistro
- Kindergarten mit 5 Betriebswohnungen
- Spielhaus mit 2 Betriebswohnungen
- Hotelanlage mit ca. 120 Betten
- Hotelanlage mit ca. 120 Betten
- Hotelanlage mit ca. 240 Betten

ein Energiekonzept zu entwickeln, dass den inseltypischen Voraussetzungen Rechnung trägt. Saisonale Schwankungen, meteorologische Bedingungen sowie naturschutzrechtliche Einschränkungen und Möglichkeiten sind wichtige Parameter bei der Projektierung. Die derzeitig vorhandenen Energieerzeuger sollen mit einbezogen und der Einsatz regenerativer und CO₂-vermeidender Erzeugungstechniken wirtschaftlich und zukunftsfähig geplant werden.

Dafür wurden die Energiebedarfszahlen der einzelnen Parteien ermittelt und zu einem Gesamtenergiebedarf unter Berücksichtigung des tageszeitlichen/jahreszeitlichen Verlaufs des Quartiers zusammengeführt.

Mit diesen Kennzahlen und durch vorgegebene rechtliche und politische Bedingungen wurden mögliche Energieerzeuger ausgewählt und in den Punkten Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit bewertet.

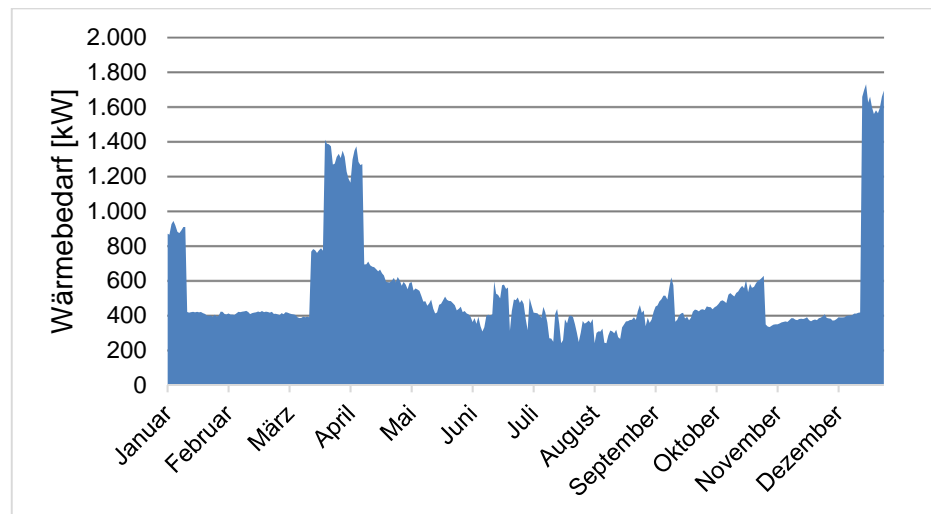


Abb. 1: Wärmebedarf des gesamten Quartiers

Im Fazit konnte nachgewiesen werden, dass sich durch die unterschiedlichen Benutzerprofile und den durchgehend hohen Wärmebedarf über das gesamte Jahr der Einsatz eines Blockheizkraftwerks bestens eignet. Dieses kann einen Großteil des Grundbedarfs an Wärme bereitstellen. Die vorhandenen Gaskessel reichen dabei vollkommen aus, den restlichen Bedarf zu decken.

Der Einsatz einer Photovoltaik-Anlage ist deshalb sinnvoll, weil sie so ausgelegt werden kann, dass sie einen Großteil des hohen Strombedarfs in der Mittagszeit deckt und mit dieser Auslegung wirtschaftlich zu betreiben ist.

Insgesamt würde man durch den Einsatz dieser beiden Technologien über 450 Tonnen CO₂-Emissionen im Jahr vermeiden.

Steigerung der Energieeffizienz von Liegenschaftsportfolios zur Senkung der Unternehmenskosten und Einhaltung politischer Zielvorgaben

Maximilian Bayer-Eynck M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

22. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
MSR-Technik und Gebäudeautomation



Durch die gesetzliche Verpflichtung zur Durchführung von Energieaudits nach DIN EN 16247-1 wurden viele deutsche Großunternehmen sensibler für Themen und Kosten rund um die Bewirtschaftung eigener Immobilien. Durchgeführte Audits ermöglichen eine transparente Darstellung der Energie- und Kostensituation und geben Handlungsempfehlungen für Optimierungsmaßnahmen. Ein Großteil der über 400 Sparkassen in Deutschland zählt per Definition zu diesen Großunternehmen. Aufgrund der anhaltenden Niedrigzinsphase, der fortschreitenden Digitalisierung und dem damit einhergehenden veränderten Kundenverhalten, stehen Sparkassen vor einigen Herausforderungen.

Die Standortportfolios verschiedener Sparkassen sind vergleichbar aufgebaut. Der Abbau von Flächenüberhängen, der Umsetzung von Umbau- und Sanierungsmaßnahmen, dem nachkommen gesetzlicher Verpflichtungen und der wirtschaftliche Gebäudebetrieb sind aktuelle Themen der handelnden Personen. Verantwortlich für den Betrieb der Immobilien sind oftmals gelernte Banker, die nicht über das nötige Know-how und ausreichende Ressourcen verfügen. Diese bankübergreifenden Ähnlichkeiten ermöglichen es, allgemeingültige Analysen und Konzepte zu erarbeiten.

Durch systematische Managementprozesse lassen sich neben den Gesamtennergiekosten, die kapitalgebundenen Kosten, die betriebsgebundenen Kosten und die kaufmännischen Kosten der Gebäudebewirtschaftung positiv beeinflussen. Das sogenannte Energiemanagement ist ein solcher Prozess. Die Implementierung eines Energiemanagementsystems erfordert eine organisatorische Verankerung des Prozesses in die Unternehmensstruktur. Verantwortlichkeiten und die Interaktion der Entscheidungsträger sollten klar definiert werden. Der Prozess muss hierbei durch die Unternehmensführung unterstützt und begleitet werden. Diese Punkte zählen zu den organisatorischen Voraussetzungen eines funktionierenden Energiemanagementsystems. Darüber hinaus muss eine technische Infrastruktur an Messstellen und einer Energiemanagement-Software, zur automatischen Erfassung der Energief-lüsse, in den Gebäuden installiert werden.

Technologisch steht der Einführung solcher Energiemanagementsysteme nichts im Weg. Kommunikationsfähige Messeinrichtungen, Energiemanagement-Software sowie Regelwerke, die den Prozess erklären und beschreiben, sind verfügbar. Die Herausforderungen liegen vielmehr in dem Aufbau von organisatorischen und technischen Infrastrukturen.

Ermittlung der Geruchsemissionen und Durchführung einer Geruchsimmisionsprognose für ein Futtermittelwerk

Julian Beckhaus B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Isabelle Franzen-Reuter
Dipl.-Ing. Andreas Sowa M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

10. Januar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Immissionsschutz + Umwelttechnik (LIU)

In Kooperation mit:

Wenker & Gesing Akustik und Immissionsschutz GmbH, Gronau



Gerüche sind in unserem Alltag allgegenwärtig. Eine Geruchsbelastung kann sowohl von industriellen und gewerblichen Anlagen, als auch von kommunalen Einrichtungen wie Klär- oder Kompostierungsanlagen ausgehen.

In der Umgebung solcher Anlagen kann es für Anwohner zu Geruchsbelästigungen kommen. Die Immissionsschutzbehörden der Kreise und Städte achten auf eine Einhaltung der Kriterien der Geruchsimmisions-Richtlinie (GIRL) zur Bewertung von Geruchsimmisionen und können vom Anlagenbetreiber die Erstellung einer Prognose durch einen Gutachter fordern.

Die Franz Koops Landhandel KG betreibt in 49456 Bakum-Hausstette eine Anlage zur Produktion von Tierfuttermitteln und beabsichtigt eine Kapazitätserweiterung im Bereich der Mischfutterproduktion von 299 Tonnen pro Tag auf maximal 800 Tonnen pro Tag. Nach der vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV) ist ein Genehmigungsverfahren durchzuführen. Zur Charakterisierung des Emissionsverhaltens erfolgten Geruchsprobenahmen an den Abluftkaminen der Presse, des Hammermühlenfilters und des Aspirationsfilters nach der Richtlinie VDI 3880. Dabei wurden mithilfe eines Probenehmers mit integrierter Vakuumpumpe Probenbeutel über einen Zeitraum von 10 oder 30 Minuten konstant befüllt. Anschließend erfolgte die Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration im Labor mithilfe der dynamischen Olfaktometrie nach DIN EN 13725.

Ein Olfaktometer ist eine Verdünnungseinheit, die einem Prüferkollektiv von vier Personen die Probenluft in verschiedenen Verdünnungsstufen zur Verfügung stellt. Die Verdünnung erfolgt mit Neutralluft, die vorab über ein Filtersystem geleitet wird. Anhand der Ja-/Nein-Methode ermittelt sich die Geruchsstoffkonzentration aus den Antworten der Prüfer, ob ein Geruch wahrgenommen wurde oder nicht. Unter Verwendung von meteorologischen Daten in Form einer repräsentativen Jahreszeitreihe (AKTerm) und einer Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen nach Klug / Manier und die dazugehörige Schichtung der Atmosphäre wurde beispielhaft eine Ausbreitungsbeurteilung der emittierenden Geruchsfracht auf Basis der Abgasrandbedingungen und Jahresproduktionsstunden in Anlehnung an die Geruchs-Immissionsrichtlinie (GIRL) durchgeführt.

Die sich aus den untersuchten Abluftquellen ergebende Zusatzbelastung im Umkreis des Betriebes wird in Prozent der Jahresstunden an Geruch angegeben und unterschreitet das Kriterium der Irrelevanz einer Zusatzbelastung (anlagenbezogener Geruch $\leq 2 \%$) nach GIRL. Die erneute Untersuchung des Emissionsverhaltens der jeweiligen Abluftquellen gab Aufschluss über verschiedene Betriebszustände und eine damit in Verbindung stehende Variation der Geruchstoffkonzentration.

Eva Beermann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

04. Mai 2016

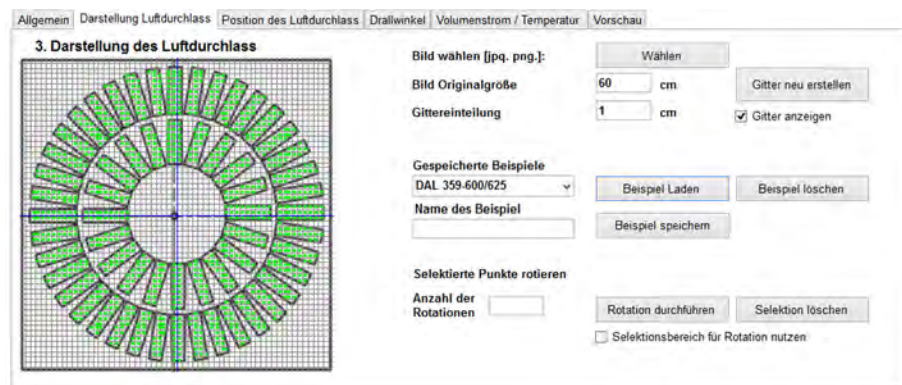
Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Fire Dynamics Simulator ist ein Programm, das zur Simulation von brand-schutztechnischen Anwendungen entwickelt wurde. FDS simuliert Brände und brandinduzierte Strömungen auf Grundlage der Navier-Stokes-Gleichung. Es können Raumlufstromsimulationen mittels Computational Fluid Dynamics erstellt werden (CFD). Seit FDS 6 besteht die Möglichkeit Filter, Lamel-lenschlitze und das Heizen/Kühlen von HLK-Anlagen hinzuzufügen.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde ein dialoggestütztes Computerpro-gramm entwickelt werden, welches die Möglichkeit bietet, die benötigten Be-fehlszeilen zur Simulation von Luftdurchlässen mit wenig Zeitaufwand zu er-stellen.

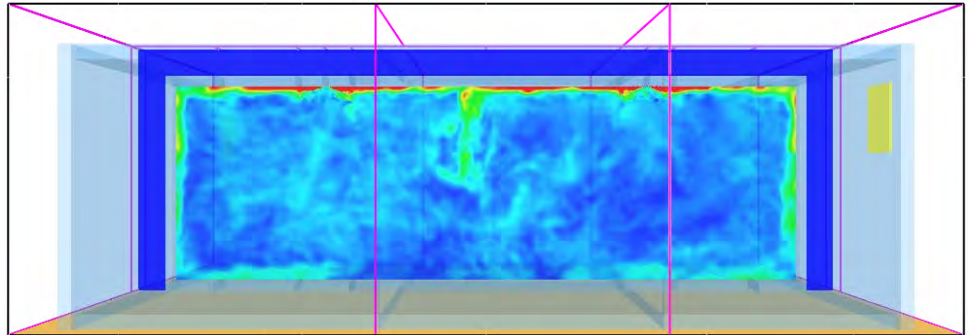


Es werden zwei Luftdurchlässe auf Deckenhöhe mittig im Raum in einem Ab-stand von 6 m zueinander platziert. Die Luftdurchlässe werden jeweils mit ei-nem Luftvolumenstrom von 1500 m³/h beaufschlagt. Das gesamte Simulati-onsgebiet wurde in insgesamt 18 MESH (Teilbereich) unterteilt, um ein paral-leles Rechnen mit mehreren CPUs zu ermöglichen.

Die Simulation erfolgte auf dem Großrechner der Fachhochschule Münster mittels 18 Prozesskernen. Dabei wurde für eine Simulationszeit von ca. 180 Sekunden eine Rechenzeit von ca. 21 Tage benötigt.

Anschließend wurden die Ergebnisse der Strömungssimulation anhand von Literaturwerten und Herstellerangaben überprüft.

Die Auswertung anhand der Visualisierung der Simulationsergebnisse mittels Smokeview erfolgte anschließend. Weiterhin wurden Auswertungen der Aufzeichnungen von den platzierten Messsonden durchgeführt.



Anhand der Ergebnisse konnte festgehalten werden, dass durch die Simulation der Luftdurchlässe mit FDS trotz einiger Abweichungen eine ausreichend gute Übereinstimmung mit den Literaturwerten und den Herstellerangaben erreicht wurde.

Es kann mitgeteilt werden, dass durch das Computerprogramm mit geringem Zeitaufwand Befehlszeilen zur Berücksichtigung von Luftdurchlässen in der Simulation erstellt werden kann. Die Handhabung ist leicht mit wenig Zeitaufwand zu erlernen.

Die aufwendige Eingabe der MESH sowie die zahlreiche Positionierung der Messsonden erfolgt derzeit noch manuell und erfordern einen erhöhten Zeitaufwand.

Allerdings ist das Programm aufgrund der langen Rechenzeit nicht praxistauglich und kann für Detailuntersuchungen, bei denen oft einzelne Angaben verändert werden sollen, um dann die Resultate anhand der Simulation zu bewerten, nicht erfolgen.

Zusammengefasst wurde zwar ein funktionsfähiges Computerprogramm erstellt, welches aber aufgrund der langen Rechenzeit der Simulation in der Praxis keine Anwendung finden wird.

Entwicklung eines Excel Tools zur Berechnung der Wärmestromverteilung in Fußbodenheizungs-Nass-Systemen mit unterschiedlichen Aufbauten

Matthias Besseling B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Wirt.-Ing (FH) Tobias Glanerschulte

Datum des Kolloquiums:

17. März 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

emcal, Emsdetten



In Deutschland und auch weltweit werden bei Neubauvorhaben immer häufiger Fußbodenheizungssysteme verbaut. Dies passiert aus Behaglichkeitsgründen und weil dieses System mit geringen Systemtemperaturen betrieben werden kann, wodurch sich Energie sparen lässt. Energie lässt sich nicht nur durch geringe Systemtemperaturen einsparen, sondern auch durch eine bessere Dämmung der Gebäudehülle. Die Grenzwerte für diese werden in der EnEV wiedergegeben und sollen zu den energiepolitischen Zielen der Bundesregierung beitragen.

Da bis zum Jahr 2050 ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden soll, werden die Dämmstandards für Gebäude regelmäßig verschärft. Hieraus lässt sich die Frage ableiten, wie viel Wärme bei verschiedenen Dämmungen verloren geht, beziehungsweise wie groß diese Unterschiede sind.

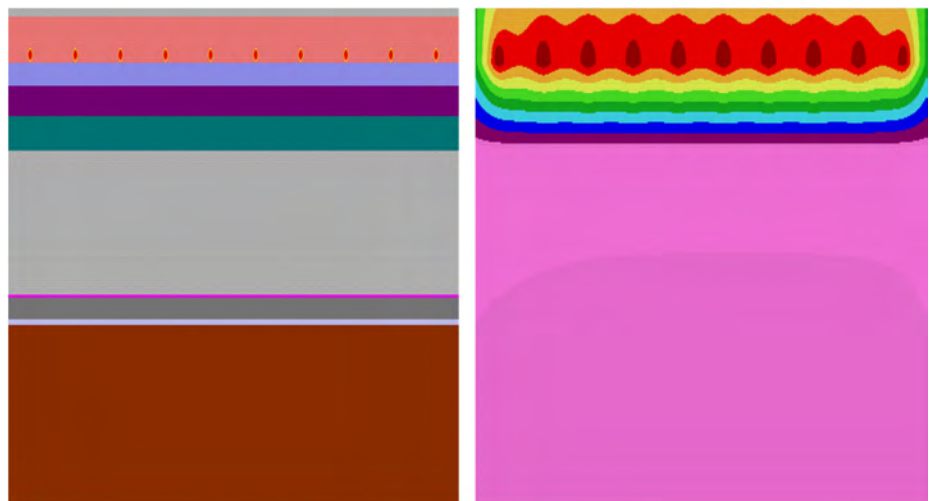
Während meines Praktikums bei der Firma emcal stellte sich die Frage, wie groß die Einsparmöglichkeiten bei der Verwendung von Rolldämmungen, wie sie bei Fußbodenheizungssystemen, die getackert werden, zum Einsatz kommen, mit unterschiedlichen Wärmeleitgruppen sind. Um dies herauszufinden, wurde ein Exceltool mittels VBA entwickelt, mit dem in einem adiabaten System die Temperaturen über finite Differenzen berechnet werden können. Über die programmierten Funktionen können die Wärmestromdichten bei verschiedenen Aufbauten bestimmt werden und daraus der Verlust an das Erdreich. Dazu wird ein Schnitt durch den Bodenaufbau gemacht, in dem die Temperaturverteilung zweidimensional im stationären Zustand betrachtet werden. Dazu müssen die für den Wärmetransport relevanten Differenzialgleichungen auf Differenzengleichungen überführt werden. Des Weiteren wird auf die Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten auf der Fußbodenoberseite und die Berechnung der Wärmeströme eingegangen.

Anhand von Fallbeispielen wurde die Funktionalität des Programmes überprüft. Es hat sich gezeigt, dass das Exceltool präzise Berechnungen durchführt und zufriedenstellende Ergebnisse erzielt.

Was den Unterschied der Verlustleistungen der untersuchten Dämmungen betrifft, konnte anhand der Berechnungen gezeigt werden, dass sich das zwar besser dämmende, aber dafür teurere Roll- und Faltelement aus rein wirtschaftlicher Sicht, bezogen auf die Wärmeverlustleistung, nicht rentiert. Außerdem wurde festgestellt, dass sich die Verlustleistung bei einer höheren Raumtemperatur nur minimal verändert.

Die Arbeit mit Excel ist praktisch, da die grafische Darstellung der Untersuchungsgebiete, sowie die Erstellung von Diagrammen zu Auswertungszwecken gut und unkompliziert möglich ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass eine Entwicklungsumgebung bereits integriert ist und keiner weiteren Installation von Drittprogrammen erfordert.

Zur Verbesserung des Programmes könnte der Wärmeübergang vom Heizmedium an das Rohr genauer berechnet werden. Aus die Aufteilung der Temperaturen im Rohr könnte dahingehend verbessert werden, dass nicht mit einer mittleren Temperatur gerechnet wird, sondern realitätsnäher, je nach Verlegeform, mit abwechselndem Vor- und Rücklauf und den entsprechenden ab- beziehungsweise aufsteigenden Temperaturen. Auch die Berechnung eines Kühlfalles könnte



Eine sichere Betriebsweise bei auftretenden Lastsprüngen der Blockheizkraftwerke des NDR

Alexander Blom B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

12. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Hamburg Gas Consult GmbH, Hamburg
Norddeutscher Rundfunk, Hamburg



Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Erstellung eines Ersatzstromkonzepts der neu zu planenden BHKW-Module beim Norddeutschen Rundfunk (NDR).

Es wird der Untersuchungsfrage nachgegangen, ob die unterschiedlichen Betriebsbedingungen der BHKW-Module die geltenden Betriebsgrenzwerte der Norm einhalten oder ob Peripheriegeräte als Maßnahme in das neue Konzept integriert werden. Hintergrund ist, dass die Kaltwasserkreisläufe mit den dazugehörigen Maschinen und Pumpen auch bei einem öffentlichen Netzausfall unterbrechungsfrei mit Strom versorgt werden. Ziel der Arbeit ist es, aus den gewonnenen Erkenntnissen ein Anforderungsprofil für das Ersatzstromkonzept zu entwickeln.

Hierzu werden in den theoretischen Grundlagen die Ursachen der auftretenden Lastwechsel sowie die Norm „Anforderungen der Stromerzeugungsgregate“ erklärt. Mit einem Referenz-BHKW soll ein Bezug zur Praxis hergestellt werden. Die Höhe der Lastwechsel ist mit einer rechnerischen Methode ermittelt und in Diagrammen dargestellt worden. Im Ergebnis wird deutlich, dass die BHKW-Module bei niedrigem Strombedarf der zu versorgenden Verbraucher die Betriebsgrenzwerte im Ersatzstrombetrieb nicht einhalten.

Schlussendlich sind neben der Änderung des Regelkonzepts verbraucherseitig Lastwiderstände einzubauen. Diese sollen dann in der Praxis den Strombedarf erhöhen, damit die Betriebsgrenzwerte der BHKW-Module eingehalten werden und die angesprochene Aufgabe erreicht wird.

Fabian Blomberg M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

29. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Köster GmbH, Osnabrück



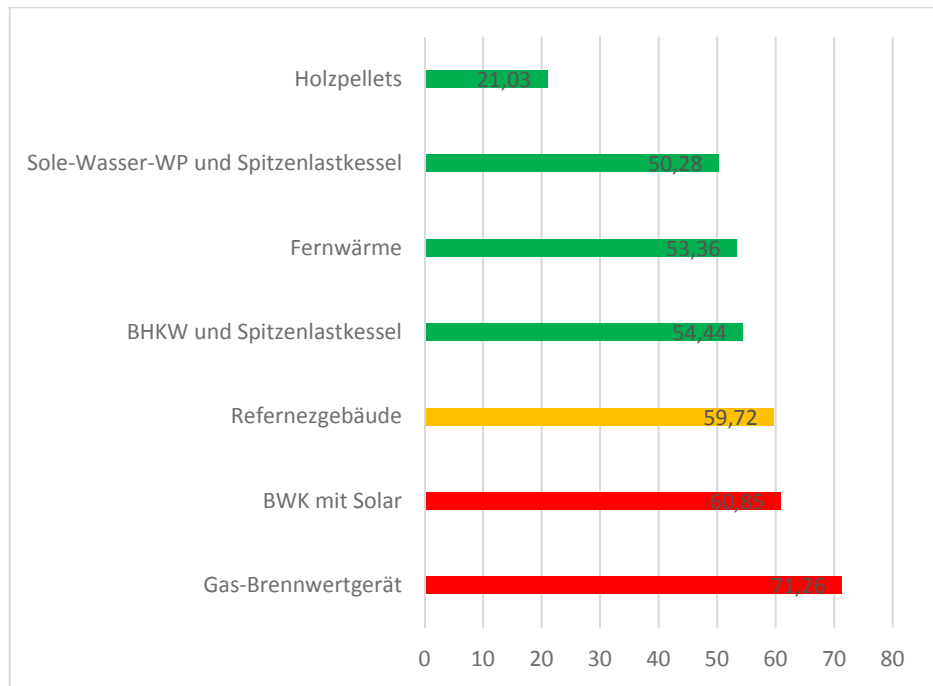
Im Verlauf der Masterarbeit wurde das Ziel verfolgt, zu überprüfen, welche Möglichkeiten der Wärmeerzeugung im Größenformat einer typischen Pflegeeinrichtung aus Sicht der Energiesparverordnung und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes möglich sind und welche unter ökologischen Gesichtspunkten am meisten Punkten können.

Dabei wurde zunächst anhand der Datenbank vergangener Projekte der Köster GmbH im Bereich Pflegeeinrichtungen nach einem Standard bezüglich Gebäudegröße, technischen Anforderungen und Anzahl der Bewohnerzimmer geforscht. Dieser konnte anhand von neun ausgewählten und vergleichbaren Projekten in einer Excel-Liste ermittelt werden. Eines dieser Objekte wurde für die darauffolgenden Berechnungen des anlagentechnischen Teils der Energieeinsparverordnung (EnEV) mit Stand 2016 gemäß der zugehörigen Normengrundlage, der DIN V 4701-10, als Referenzobjekt verwendet.

Für die anlagentechnische Berechnung des EnEV-Nachweises inklusive der Erfüllung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) wurden fünf gängige Techniken ausgewählt. Dabei wurde versucht, zum einen die in der Praxis am häufigsten verwendeten Möglichkeiten einzusetzen und zum anderen auch regenerative Quellen aus allen Richtungen zu berücksichtigen. Dabei entstanden folgende Kombinationen:

- Fernwärme
- Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Gas-Brennwertkessel zur Spitzenlastabdeckung
- Gas-Brennwertkessel mit Solarthermie
- Holzpelletkessel
- Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwertkessel zur Spitzenlastabdeckung und Trinkwassererwärmung

Diese Varianten mussten für das Genehmigungsverfahren den fiktiven Grenzwert des Referenzgebäudeverfahrens unterschreiten:



Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Berechnung des spezifischen Jahres-Primärenergiebedarfs für den EnEV-Nachweis nach DIN V 4701-10 in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr [kWh/(m²*a)]. Daraus geht hervor, dass Gas-Brennwertgeräte allein für Projekte dieser Größenordnung nicht mehr in Frage kommen. Auch mit einer Solarunterstützung reicht es in diesem Falle nicht, den Schwellenwert zu unterschreiten.

Auch wenn der Holzpelletkessel in diesem Falle ein eindeutiger Sieger ist, muss auch die Wirtschaftlichkeit in Betracht gezogen werden. In diesem Bereich siegt die Kombination mit dem Blockheizkraftwerk, da es neben der Wärmebereitstellung Strom produziert, der selbst genutzt oder eingespeist werden kann und entsprechend vergütet wird.

Zentrale Aussage über die Ergebnisse der EnEV-Entscheidungshilfe und der anschließenden Betriebskostenbetrachtung ist, dass gute Ergebnisse des EnEV-Nachweises zwar eine ausgerichtet am Primärenergiefaktor ökologisch gute Bilanz aufweisen, jedoch nicht einhergehen mit der Wirtschaftlichkeit in Bezug auf die Betriebskosten. Sehr günstige Betriebskosten müssen dabei durchaus größere Investitionskosten, zum Beispiel für einen Spitzenlastkessel oder eine Brennstoffzuführung wie bei der Pelletanlage kompensieren. Auch die Wartungskosten und die Betriebssicherheit sind mitunter wichtige Faktoren und je nach Anlagentyp sehr unterschiedlich.

Marc Blümel B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

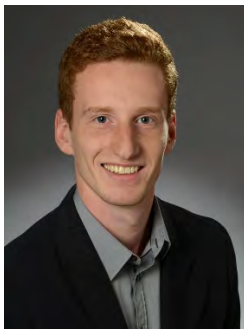
17. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Planungsbüro Rohling AG, Osnabrück



Der thermische Komfort in Verwaltungsgebäuden hat einen großen Einfluss auf die Nutzerzufriedenheit und auf die Arbeitsmoral. Aus diesem Grund ist es wichtig, nicht nur im Winter, sondern auch im Sommer für angenehme Temperaturen am Arbeitsplatz zu sorgen.

Die Umgebungstemperaturen haben zwar einen großen Einfluss auf den thermischen Komfort, bestimmen ihn aber nicht allein. Weitere Faktoren wie Luftgeschwindigkeiten, Luftfeuchte, Strahlungstemperaturen und Temperaturverteilung wirken sich auf das thermische Empfinden aus.

In der Bachelorarbeit wird ein sieben stöckiges Verwaltungsgebäude im Ruhrgebiet untersucht. Aufgrund von Mitarbeiterbeschwerden wegen zu hoher Temperaturen am Arbeitsplatz wurde u. a. in einem Gebäudeabschnitt eine Lüftungsanlage für eine sommerliche Kühlung installiert.

Um den Erfolg der Sanierung abschließend bewerten zu können, werden die thermischen Zustände vor und nach der Maßnahme untersucht und mit den Richtwerten der DIN EN 15251, DIN EN ISO 7730 und der Arbeitsstättenrichtlinie verglichen. Schließlich erfolgt eine Bewertung und eine Empfehlung zur Umsetzung einer weiterführenden Sanierungsmaßnahme in den anderen Gebäudeteilen.

Bei dem betrachteten Gebäude traten vor der Sanierungsmaßnahme in den Übergangs- und Sommerzeiten enorm hohe Raumtemperaturen von über 35 °C auf. Solche thermischen Zustände sind laut den einschlägigen Regelwerken nicht zulässig, 2012 wurde aus diesem Grund der außenliegende Sonnenschutz optimiert.

Die Temperaturen konnten zwar reduziert werden, allerdings traten vor allem an der Südfassade weiter hohe Temperaturen in den Büros auf. Daher wurden sieben Varianten simuliert, um die thermischen Zustände zu verbessern.

Das Ergebnis der Simulation ist, dass sich die Temperaturen im Gebäude erst durch die Verbesserung der Heizungsregelung und den Einbau einer Lüftungsanlage in Verbindung mit einer Erhöhung der thermisch wirksamen Gebäudemasse mittels PCM dauerhaft unter 26 °C halten lassen.

Bei der durchgeführten Sanierung 2014 wurde schließlich auf den Einbau von PCM verzichtet, dafür wurden Lüftungsanlagen mit aktiver Zuluftkühlung eingesetzt. Um den Erfolg der Maßnahme zu beurteilen, werden repräsentative Verläufe der Raumtemperaturen von 2013 bis 2015 verglichen.

Des Weiteren werden die Zeiten, in denen diese Räume die Grenztemperaturen der Regelwerke überschreiten, dargestellt und bewertet. Bei der Auswertung wird deutlich, dass in den sanierten Bereichen eine deutliche Verbesserung der thermischen Behaglichkeit stattgefunden hat.

Einzig der Erfolg in dem südlichen Referenzraum des 3. OGs blieb 2014 deutlich hinter den Erwartungen zurück, die anderen Referenzräume nahmen annehmbare Zustände ein. In dem besagten Raum wird eine weiterführende Untersuchung der Temperaturverläufe angeraten.

Um ein ruhiges Arbeitsklima und eine hohe Zufriedenheit der Mitarbeiter zu sichern, wird schließlich eine Erweiterung der Sanierung analog zu der durchgeführten Maßnahme empfohlen.

Ökologische und ökonomische Verbesserung der Versorgung einer Reitanlage im Bereich Wärme, Wasser und Strom durch Einsatz regenerativer Maßnahmen

Sarah Theresa Böntrup M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

28. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Ziel dieser Masterarbeit war es, die Versorgung einer Reitanlage im Bereich Wärme, Wasser und Strom durch Einsatz regenerativer Maßnahmen ökologisch und ökonomisch zu verbessern.

- Wie und wo kann Wärme, Wasser und Strom bei der gesamten Reitanlage ohne Komforteinschränkungen und Einbuße an Lebensqualität für Mensch und Tier gespart werden?
- Welche geeigneten technischen Systeme gibt es und können bei einer Reitanlage umgesetzt werden?
- Welchen wirtschaftlichen Nutzen bringen sie und in welchem Zeitraum amortisieren sie sich?

Um eine Grundlage für die Wirtschaftlichkeits- und Amortisationsbetrachtung zu schaffen, wurde zunächst eine detaillierte Analyse der verschiedenen Verbraucher der hier betrachteten Reitanlage durchgeführt. Wird der tägliche Wasserverbrauch von zurzeit 1.073 Liter pro Tag auf die einzelnen Tätigkeiten auf gesplittet, so wird deutlich, dass 88 % des Trinkwasserverbrauchs für Verwendungszwecke gebraucht werden, die nicht die Qualität des 'Lebensmittels Trinkwasser' erfordern, wie z. B. die Bewässerung der Reitböden oder die Spülung der Toiletten. Zu den größten Stromverbrauchern gehört die Beleuchtung mittels herkömmlicher Leuchtstoffmittel. Hier werden rund 6.000 kWh pro Tag benötigt. Der Energieverbrauch der alten Gastherme ohne Warmwasseraufbereitung liegt bei rund 13.250 kWh pro Jahr.

Bevor regenerative Anlagen, die Einsparungen im Bereich des Wärme-, Wasser- und/oder Stromverbrauches erzielen können, eingesetzt werden, sollte als erstes mittels konventioneller Techniken und Maßnahmen der jeweilige Verbrauch reduziert werden. Nicht nur ein Nachrüsten von wassersparenden Techniken, wie z. B. Durchflussmengenregler und Spülkästen mit einem 6 Liter-Spülvolumen, sondern auch von strom- bzw. energiesparenden Techniken, wie z. B. der Einsatz von LEDs bzw. einer neuen Gasbrennwerttherme, sind Voraussetzung für den Einsatz von regenerativen Anlagen und Techniken.

Um für die Wirtschaftlichkeits- und Amortisationsbetrachtung bzw. –Berechnung eine Vergleichsgröße zu erlangen, werden die Varianten zum einen mit dem aktuellen Stand der Reitanlage und zum anderen mit der bereits mit wasser-, strom- und energiesparenden Techniken nachgerüsteten Reitanlage verglichen. Bei dem Variantenvergleich mit dem aktuellen Stand der Reitanlage wird ein gleichzeitiges Nachrüsten von konventionellen Techniken und Maßnahmen unterstellt. Die möglichen Verbrauchskostenersparnisse werden den jeweiligen Investitions- und Wartungskosten in einem Zeitraum von 12 Jahren gegenübergestellt und somit der Amortisationszeitpunkt bestimmt.

Zum einen sind wassersparende Varianten, wie der Einsatz von Regen-, Grau- und/oder Brunnenwassernutzung, und zum anderen stromsparende Varianten, wie Photovoltaik- und/oder Windkraftanlagen mit/ohne Speicher betrachtet worden.

Die Auswertung der Arbeit ergab, dass die hier betrachtete Reitanlage den größten kumulierten Gewinn nach 12 Jahren mit der Kombination von Brunnenwassernutzung und Photovoltaik bei gleichzeitigem Nachrüsten von wasser-, strom- und energiesparenden Techniken erzielen kann. Diese Variante amortisiert sich unter den hier betrachteten Voraussetzungen innerhalb von 6-7 Jahren. Das bedeutet, dass ab dem 7. Jahr jährlich Überschüsse von rund 2.300 € zu erwarten sind. Die Verbrauchskosten werden um 80 % reduziert.

Eine Verallgemeinerung für die effizienteste und kostensparendste Anlage ist, ohne genaue Betrachtung der örtlichen Grundvoraussetzungen und –kosten, kaum möglich. Die Wirtschaftlichkeit und Amortisation von regenerativen Anlagen, wie z. B. Photovoltaik- und Brunnenwasser- bzw. Regenwassernutzungsanlagen, hängen von der Nutzung und dem damit verbundenen Verbrauch im Bereich Wärme, Wasser und Strom ab. Je höher die Verbrauchskosten, desto wirtschaftlicher sind regenerative Anlagen. Allerdings ist ein wasser-, strom- und energiesparendes Nachrüsten von konventionellen Techniken und Maßnahmen in jedem Fall unabhängig von einer Verbrauchskostensteigerung wirtschaftlich und amortisieren sich bereits nach kurzer Zeit.

In der für die Wirtschaftlichkeits- und Amortisationsberechnung erstellte Excel-Tabelle können die variablen Grundvoraussetzungen und –kosten für die örtlichen Gegebenheiten angepasst und somit die optimalste Investition für ein individuelles Energiekonzept, bezogen auf ihre Wirtschaftlichkeit und Amortisation, gefunden werden. Dieses Tool lässt sich universell auch bei anderen Randbedingungen einsetzen, um auch zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich entsprechend untersuchen zu können.

Ermittlung der Einspeisevergütung von elektrischer Energie aus Windenergieanlagen auf Grundlage des Ausschreibungsverfahrens nach dem EEG 2017

Andrea Börgermann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Datum des Kolloquiums: 20. Januar 2017

Studium: Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Labor Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit: IPEK energy GmbH, Rheine



Durch das im EEG 2017 neu eingeführte Ausschreibungsverfahren zur Ermittlung der Einspeisevergütung, muss sich die deutsche Windenergiebranche auf maßgebliche Veränderungen einstellen.

Bisher konnten die Betreiber und Investoren von Windenergieanlagen auf eine festgelegte Vergütung zählen. Durch die Änderung werden die Vergütungen nun durch den Wettbewerb reguliert. Soll ein Windparkprojekt umgesetzt werden, muss dieses an einer Ausschreibung teilnehmen. Diejenigen Projekte mit der geringsten angebotenen Einspeisevergütung erlangen den Zuschlag.

Thema der Abschlussarbeit war es, die zu bietende Einspeisevergütung abschätzen zu können. Dazu wurde ein Kalkulationstool entwickelt, mit dem das Projekt sowohl auf seine Wirtschaftlichkeit untersucht werden kann, aber auch die minimal zu bietende Vergütung ermittelt wird.

Um eine Einschätzung der Entwicklung der deutschen Wettbewerbssituation abgeben zu können, wurden sechs verschiedene Länder untersucht, die bereits erste Erfahrungen mit Ausschreibungsverfahren gemacht haben. Der Erfolg dieser Verfahren wurde in Hinblick auf die im EEG festgelegten Ziele untersucht: Die Zielerreichung, Kosteneffizienz, Akteursvielfalt und Investitionssicherheit.

Auf Grundlage dieser Daten würde eine Prognose für Deutschland erstellt. Dabei konnte festgestellt werden, dass Deutschland vermutlich seine im EEG festgelegten Ziele in Bezug auf die Anteile am Bruttostrom- und –Endenergieverbrauch erreichen wird. Auch die Investitionssicherheit wird voraussichtlich durch die politischen Umstände gegeben sein und die Kosteneffizienz wird verbessert durch das Ausschreibungsverfahren.

Ob und inwiefern die Akteursvielfalt in der deutschen Windenergiebranche erhalten bleiben kann, bleibt fraglich aufgrund vieler Markteintrittsbarrieren für kleinere Unternehmen.

Motivation und Voraussetzungen zur Einführung der BIM-Methodik in einem bauausführenden Unternehmen am Beispiel einer Produktionshalle

Jan Brandhove B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Christian Schlegel

Datum des Kolloquiums:

08. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Louis Opländer Heizungs- und Klimatechnik GmbH, Dortmund



Wer an die Baubranche denkt, der wird sehr schnell an Projekte wie den Flughafen Berlin Brandenburg oder die Elbphilharmonie in Hamburg denken und daran, dass sowohl hinsichtlich der Bauzeit als auch den Kosten das kalkulierte Maß häufig weit überschritten wird. Obwohl dies kein neues Phänomen der letzten Jahre ist, wurde über lange Zeit in Deutschland nicht viel dagegen unternommen. Dabei gibt es schon über 10 Jahre den Ansatz des Building Information Modeling, kurz BIM. Dieser soll durch eine strukturelle Änderung der Vorgehensweisen das Bauwesen revolutionieren und die Prozesse dahinter grundlegend optimieren. Einige Länder sind mit der Implementierung dieser Methode in ihre Baubranche schon weit fortgeschritten und machen positive Erfahrungen damit.

Nun kommt auch in Deutschland immer mehr Bewegung in diese Thematik und auch die Politik fordert jetzt die Einführung von BIM. Die Louis Opländer Heizungs- und Klimatechnik GmbH hat diese Entwicklung erkannt, möchte aktiv an ihr teilnehmen und davon profitieren. Dafür wurde ein überschaubares Bauvorhaben ausgewählt, um es dahingehend als Pilotprojekt zu nutzen.

Häufig wird BIM im Gesamtkontext oder aus der Sicht der Fachplaner betrachtet. Aber wie sieht es mit der Motivation eines bauausführenden Unternehmens aus, für das - im Gegensatz zu Bauherren - Nachträge in einem Projekt ein lohnendes Geschäft sind? Und was muss es überhaupt für Voraussetzungen für die Einführung einer Methode erfüllen, für die es noch keine einheitliche Definition oder offizielle Richtlinien in Deutschland gibt?

Der Verlauf des Pilotprojektes zeigte, dass der Umfang der Einführung von BIM innerhalb eines Projektes leicht unterschätzt werden kann und betonte die Notwendigkeit einer vertragspartnerschaftlichen Herangehensweise aller Projektbeteiligten. Die Analyse des Projektes konnte viele wichtige Erkenntnisse zu den Voraussetzungen einer BIM-Einführung hervorrufen.

Bei der Einführung von BIM handelt es sich um einen Veränderungs-Prozess, der alle Abteilungen betrifft. Die Voraussetzungen dafür sind so vielseitig wie die Methode BIM selbst. Eine der wichtigsten ist jedoch, zu Beginn eine Strategie zu entwickeln und die Ziele zu definieren, die mit BIM erreicht werden sollen. Darüber hinaus ist es von großer Bedeutung, das Personal für die Veränderungen zu motivieren, sie über die Auswirkungen zu informieren und adäquat zu schulen.

Des Weiteren müssen die firmeninternen Prozesse auf die Grundgedanken von BIM umgestellt werden. Dabei gilt es besonders darauf zu achten, dass einmal digital erfasste Daten von allen benötigten Anwendungen weiterverarbeitet werden können und nicht mehrfach händisch übertragen / eingepflegt werden müssen. Ebenso müssen Richtlinien erstellt werden, welche die neuen Vorgehensweisen für alle verbindlich regeln und es sind die technologischen Voraussetzungen zu erfüllen, um die gesetzten Ziele erfüllen zu können. Dazu zählen BIM-fähige Software und die entsprechende Hardware im Büro sowie vor allem auf der Baustelle. Insbesondere den Schnittstellen zwischen den Geräten und den einzelnen Programmen ist dabei Beachtung zu schenken.

Die folgenden acht Punkte geben einen Leitfaden zur Einführung und enthalten die wesentlichen Voraussetzungen dafür:

1. Entwickeln einer BIM-Strategie / Definition von Zielen & Umfang
2. Anschaffung geeigneter Software / Hardware
3. Ausbildung, Schulung und Motivation der Mitarbeiter
4. Bildung einer BIM-Expertengruppe
5. Erarbeitung einer BIM-Richtlinie / Arbeiten nach dieser
6. schrittweise Anpassung der internen Prozesse / Optimierung
7. Durchführung von Pilotprojekten / Umfang vertraglich vereinbaren
8. konsequente Reflexion und Optimierung aller Einführungsschritte

Trotz der neuen Vorgehensweise werden sich jedoch die zu erbringenden Leistungen und Aufgaben im Unternehmen grundsätzlich nicht ändern. Es ändert sich jedoch die Art und Weise, wie diese Leistungen erbracht und Aufgaben ausgeführt werden. Beispielsweise wird ein Großteil der projektbegleitenden Dokumente, welche bisher erstellt und benötigt wurden, auch mit BIM notwendig sein. Es ändert sich jedoch die Tatsache, dass sie dabei ausschließlich aus dem Gebäudemodell erzeugt werden. Kurz gesagt ändert sich nicht das, was gemacht wird, jedoch wie es gemacht wird.

Energieeinsparungen resultierend aus einem Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001:2011

Anne Breimhorst B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums:

20. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Laboratorium für Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Medice, Arzneimittel Pütter GmbH & Co. KG - Iserlohn



Nach der Novellierung des EDL-Gesetzes sind Firmen, die nicht als kleines oder mittelständisches Unternehmen gelten, dazu verpflichtet, Energieaudits durchzuführen oder alternativ ein Energiemanagementsystem einzuführen.

Die Firma Medice hat sich dazu entschlossen, ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 zu implementieren.

Dafür wurden Daten über den Energieverbrauch erhoben. Da nicht genug Messgeräte vorhanden waren, um ein Abbild der Firma zu erstellen, wurden zusätzliche Geräte installiert. Danach war es möglich, teils durch Zähler, teils durch Schätzung (Überschlagsrechnung), die Energieverteilung zu beurteilen.

Hieraus konnten unterschiedliche Einsparmaßnahmen abgeleitet werden. Zunächst wurden die Hauptenergieverbraucher betrachtet und Maßnahmen, die schnell umsetzbar waren, zuerst berücksichtigt. Z. B. das Installieren von Präsenzmeldern in Fluren oder eine neue Regelung der Teilklimaanlage für den Nachtbetrieb.

Die ISO Norm schreibt neben den Einsparmaßnahmen vor, ein Managementsystem aufzubauen, in dem Dinge wie Schulungen der Fremdfirmen und Mitarbeiter sowie Lieferanteninformationen zum Thema Energie nachgehalten werden. Mit der Zertifizierung verpflichtet sich die Firma außerdem, regelmäßig Berichte zu generieren und weitere Einsparmaßnahmen umzusetzen.

Die ersten Einsparmaßnahmen wurden in der vorliegenden Bachelorarbeit erarbeitet. Dabei wurde klar, dass manche Maßnahmen schnell umzusetzen sind und wenig Kosten verursachen, bei manchen lohnt sich die Umsetzung aufgrund der Kosten nicht und bei anderen gilt es abzuwägen, wie hoch die CO₂-Einsparungen sind im Vergleich zu den Kosten.

Burghard Brüning M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Wirt.-Ing. Peter Cosanne

Datum des Kolloquiums:

20. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Cosanne Ingenieure, Dorsten-Lembeck



Vor dem Hintergrund, dass der bestehende Contracting-Vertrag zwischen den Alexianern Münster und den Stadtwerken Münster ausläuft und die Energiezentrale saniert und erweitert werden soll, wurde die Masterarbeit erstellt um zu prüfen, wie die Energiezentrale saniert und wirtschaftlich optimal betrieben werden kann.

Nach Angaben des BDEW, dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., wurden in Deutschland im Jahr 2014 rund 94,9 Mrd. kWh Strom durch KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen) erzeugt. Der Anteil des in KWK-Anlagen erzeugten Nettostroms betrug damit 16,2 Prozent.

Die Bundesregierung hat sich mit dem „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWK) gem. §1 des Gesetzes das Ziel gesetzt:

„im Interesse der Energieeinsparung, des Umweltschutzes und der Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung einen Beitrag zur Erhöhung der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in der Bundesrepublik Deutschland auf 25 Prozent bis zum Jahr 2020 durch die Förderung der Modernisierung und des Neubaus von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen), die Unterstützung der Markteinführung der Brennstoffzelle und die Förderung des Neu- und Ausbaus von Wärme- und Kältenetzen sowie des Neu- und Ausbaus von Wärme- und Kältespeichern, in die Wärme oder Kälte aus KWK-Anlagen eingespeist wird, zu leisten.“

Die Ausführungen der Masterarbeit zeigen, dass sich seit Abschluss des Wärmeliefervertrages mit den Stadtwerken Münster und der Errichtung der Energiezentrale auf dem Gelände des Alexianer-Krankenhauses Mitte der 1990er Jahre nicht nur das Alexianer-Krankenhaus deutlich verändert, sondern auch der komplette Energiemarkt. Der Abschluss eines Energieliefervertrages mit den Stadtwerken Münster war zum damaligen Zeitpunkt eine aus wirtschaftlicher und strategischer Sicht sinnvolle Entscheidung. Nebenbei konnten außerdem noch deutlich positive ökologische Aspekte erzielt werden, da der Brennstoff Erdgas eine deutlich bessere Ökobilanz besitzt als die zum damaligen Zeitpunkt bestehenden Alternativen der Heizöl- bzw. Kohleverbrennung.

Durch die damals erstellte BHKW-Anlage der Stadtwerke Münster wurde eine für damalige Verhältnisse innovative und zukunftsweisende Technik eingesetzt, die auch nach heutigen Gesichtspunkten noch als sinnvoll und förderwürdig betrachtet wird. Daher wird aktuell eine derartige Technik über das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz gefördert.

Aus v.g. Gründen ist heute für das Alexianer-Krankenhaus, wie auch die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der Masterarbeit zeigen, die Eigenwärmeerzeugung sowie der Betrieb eines eigenen Blockheizkraftwerkes deutlich wirtschaftlicher als die Fortführung des bisherigen Contracting-Modells.

Die durchgeführten Berechnungen ergeben einen erheblichen Kostenvorteil bei Eigenbetrieb der Energieerzeugungsanlagen. Im Vergleich zu den heutigen Energiebezugskonditionen lässt eine Umstellung auf Eigenbetrieb hohe Einsparungen erwarten.

Die Investitionskosten sind bereits nach wenigen Jahren eingefahren. Das Risiko ist aufgrund der Laufzeit eines BHKWs als sehr gering zu bezeichnen und die Investition somit als sehr empfehlenswert.

Daher empfahl es sich, den Contracting-Betrieb in seiner damaligen Form zu beenden und möglichst kurzfristig die Energiezentrale zu erneuern, da das novellierte KWK-Gesetz und Fachveröffentlichungen eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erwarten ließ.

Seit den 01.01.2016 gilt das novellierte KWK-Gesetz.

Markus Burbank M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Jens Willmes M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

20. Januar 2017

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

In Kooperation mit:

ISW Ingenieur GmbH Schmidt und Willmes, Arnsberg



Die Arbeitsweise in einem Ingenieurbüro für die Technische Gebäudeausrüstung besteht schon seit vielen Jahren aus einer weitgehend computergestützten Tätigkeit. Was international schon seit einigen Jahren praktiziert wird, ist in Deutschland noch nicht sehr weit verbreitet. Es handelt sich um das Building Information Modeling, kurz BIM.

In vielen Bereichen der Industrie sind die Grundprinzipien der BIM-Methode schon Stand der Technik, im Bauwesen aber noch nicht. Der Vergleich zwischen deutschen und internationalen Bauvorhaben, die nach der BIM-Methode geplant wurden, lassen Defizite in den Methoden der deutschen Baubranche erkennen. Diese Defizite entstehen durch eine Aneinanderreihung von Versäumnissen, Planungsfehlern, nicht aufeinander angepasster und abgestimmter Planungen unterschiedlicher Fachrichtungen sowie nicht erreichbare Zeit- und Budgetvorgaben.

Durch die Einführung der BIM-Methode soll diesen Defiziten entgegengewirkt werden. Der „BIM Leitfaden für Deutschland“ sowie der Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ sind die ersten Veröffentlichungen, die sich mit der Einführungs- und Umsetzungsthematik in der Bundesrepublik Deutschland befassen.

Die heutige Projektabwicklung erfolgt ausnahmslos in digitaler Form. Daher ist es für ein Ingenieurbüro von großer Bedeutung, frühzeitig auf die veränderten Planungsvorgaben einzugehen und die Arbeitsweise den gestellten Anforderungen anzupassen.

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit werden Arbeitsabläufe und Softwareanwendungen in einem Ingenieurbüro analysiert. Ziel dieser Analyse soll es sein, die Bereiche aufzudecken, die aktuell schon BIM Potenzial haben und solche, die auf den bevorstehenden Managementwandel noch vorbereitet werden müssen. Zudem wird ein Umsetzungsplan zur Umstellung der bisherigen Arbeitsweisen auf die BIM-Methode entwickelt.

Die gesammelten Erkenntnisse im Zuge der ersten Umsetzungsstufe aus dem BIM Leitfaden für Deutschland „Analyse der vorhandenen Standards und Strukturen“, lassen bei der ISW GmbH BIM ähnliche Strukturen in der Projekt- abwicklung erkennen. Die 3D Konstruktion aller versorgungstechnischer Gewerke sowie der interne Kollisionsabgleich zur Elektroplanung verstärken den BIM Gedanken einer ganzheitlichen Planung, auch wenn dies nur den BIM Prinzipien des Little BIM entspricht.

Aus technischer Sicht ist die ISW GmbH mit den aktuell angewandten Kon- struktionsprogrammen AutoCAD MEP und LT sowie der Vielzahl an Berech- nungsprogrammen an einer Grenze angekommen, an der eine Intensivierung der Projektabläufe nach der BIM-Methode nicht möglich ist. Die Einführung einer neuen BIM fähigen Software ist unumgänglich um den politischen Vor- gaben der ganzheitlichen BIM Planung mit vertretbarem Aufwand zu entspre- chen. Durch die Einführung einer kombinierten Konstruktions- und Berech- nungssoftware kann auf diverse separate Berechnungsprogramme verzichtet werden, die zurzeit im Rahmen der Projektierung benötigt werden.

Neben der Einführung einer neuen Software sollte die ISW GmbH auch ihre Projektabwicklung neu strukturieren. Durch die Analyse der vorhandenen Standards und Arbeitsweisen konnten Verbesserungspotenziale aufgedeckt werden. Durch die Definition von einheitlichen Standards und Umsetzungs- strategien im Rahmen der zweiten Umsetzungsstufe zur BIM Einführung, konnten Empfehlungen erarbeitet werden, um die zuvor aufgedeckten Ver- besserungspotenziale in der Projektabwicklung zu berücksichtigen.

Dechuang Chen B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

29. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, Lingen (Ems)



Die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich von Personen hat einen großen Einfluss auf die menschliche Behaglichkeit im Raum. Um die Behaglichkeit zu gewährleisten, sollte die Geschwindigkeit der von Luftdurchlässen erzeugten Luftstrahlen im Aufenthaltsbereich von Personen kleiner als $\sim 0,2$ m/s bleiben.

Diese Arbeit konzentriert sich darauf, wie man die Grenzen der von Luftdurchlässen erzeugten Luftstrahlen bestimmt und mittels Java die Luftstrahlen grafisch darstellt.

Um die Grenzen der Luftstrahlen zu bestimmen, werden unterschiedliche Berechnungsgleichungen benötigt. Mit den in dieser Bachelorarbeit bestimmten Berechnungsgleichungen wurden die Grundlagen ermittelt, mit denen das Strahlbild in Java, mit den darin verfügbaren Grafikfunktionen, programmiert werden kann. Nach der Bestimmung der theoretischen Zeichenmethode wurde in Java das Strahlbild programmiert. Im endgültigen Computerprogramm wurden Möglichkeiten integriert, den Luftdurchlasstyp und die Dimensionen wählen zu können.

Außerdem kann man auch im Programm den Volumenstrom, die Temperaturdifferenz, die Raumgröße und die Einbausituation des Luftdurchlasses variieren. Nach der Definition aller notwendigen Werte zeichnet das Programm dann das Strahlbild. Nachdem das Programm mit Java erstellt wurde, erfolgte eine Validierung. Dazu wurden die Werte des Strahlbilds aus dem Programm, mit den Werten aus den Auslegungsdiagrammen der Firma EMCO verglichen.

Mit dem oben aufgeführten Ablauf meiner Arbeit, wurde ein Computerprogramm zur Visualisierung einer 2-dimensionalen, anisothermen Raumluftrömung von Luftdurchlässen entwickelt.

Wärmedämmung von Trinkwasserinstallationen in China: Einflussparameter und Bewertung für den Einsatz in unterschiedlichen Dämmklimazonen

Yusheng Chen B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Frank Kasperkowiak

Datum des Kolloquiums:

22. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

Viega GmbH & Co. KG, Attendorn



Das Ziel der Bachelorarbeit war es, Einflussparameter von Dämmungen zum Schutz vor Wärmeübertragung bei Rohrleitungssystemen für Kalt- und Warmwasserleitungen von Trinkwasser-Installationen zu ermitteln, und für den Einsatzbereich in unterschiedlichen „Dämmklimazonen“ bei marktüblichem Rohrdämmmaterial in China zu bewerten.

Dazu wurden zuerst die Notwendigkeiten der Dämmungen für Trinkwassersysteme und die Dämmvorschrift in den deutschen und chinesischen Regelwerken aufgezählt. Zunächst wurde der Einfluss unterschiedlicher Parameter auf Dämmwirkung mit Hilfe einiger Berechnungsbeispiele untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die richtige Auswahl des Dämmmaterials und der Dämmstärke bei der Planung der Dämmung entscheidend ist. Nach der Vorstellung einiger marktüblicher eingesetzter Dämmmaterialien in China wurden die Dämmstärken nach den Regelwerken für Deutschland und für China ermittelt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Dämmmaßnahmen in unterschiedlichen Umgebungstemperaturen, bezogen auf die Klimazonen, unterschiedlich durchgeführt werden sollten. Zum Schluss wurde analysiert, wie die Wärmeverluste (Wärmegewinne) in unterschiedlichen Klimazonen in China aussehen.

Daraus könnte abgeleitet werden, dass in unterschiedlichen Klimazonen die Anforderungen an Dämmstärken unterschiedlich betrachte und geplant werden müssen.

Die Bachelorarbeit kann als Grundlage für eine Vorlage einer zu überarbeiteten Version einer chinesischen Norm zur Dämmung von Rohrleitungssystemen dienen.

Spannungsstabilisierung im Mittelspannungsnetz mit Hilfe verschiedener Spannungsregelungsverfahren und deren gegenseitige Beeinflussung

Martin Cox M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Christoph Walgenbach M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

29. September 2015

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Westnetz GmbH, Wesel



Die Zunahme der regenerativen Einspeiser im Verteilnetz, stellt immer größere Herausforderungen, unter anderem daran, die geforderte Spannungsqualität sicherzustellen. Zum Beispiel kann es zu Zeitpunkten, in denen viel Energie dezentral eingespeist und wenig verbraucht wird, vorkommen, dass das Spannungsband nach DIN EN 50160, mit der vorhandenen Netzkonstellation, an bestimmten Übergabepunkten im Netz nicht mehr eingehalten werden kann. Die Spannung am Ende eines Versorgungsstranges nimmt dann zu hohe Werte an. Dies wird darüber hinaus dadurch begünstigt, dass die Spannung im Mittelspannungsnetz, an der Sammelschiene der Umspannanlage im allgemeinen fest auf einen Wert geregelt wird und sich nicht der Last- oder Einspeisesituation anpasst.

Übergeordnetes Ziel eines Energieversorgers, ist die Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Kosten für den Netzausbau, durch bestmögliche Ausnutzung der vorhandenen Netzinfrastruktur. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Eignung innovativer Verfahren, als Alternative zum kostenintensiven Netzausbau zu untersuchen. Daher soll im Rahmen dieser Arbeit geprüft werden, wie verschiedene Spannungsregelungsverfahren an der Umspannanlage funktionieren. Zusätzlich wird das Blindleistungsregelungsverfahren einer Erzeugungsanlage, die an das untersuchte Mittelspannungsnetz angeschlossen ist, auf die $Q(U)$ – Regelung umgestellt und untersucht.

Durch eine Vielzahl von Messpunkten im Mittelspannungsnetz konnte die Spannung an einzelnen Punkten während des Versuches untersucht und überwacht werden. Darüber hinaus wurden auch Messwerte von der Windkraftanlage und aus der Umspannanlage für die Untersuchung mit herangezogen.

Aufgrund von Fehlfunktionen bei der Spannungsregelung an der Umspannanlage konnten nicht alle Fragen abschließend beantwortet werden, sodass dieser Versuch nach dieser Arbeit weitergeführt wird.

Dennoch konnten einige Erkenntnisse aus den Messwerten gewonnen werden. So funktioniert der Einfluss des Sonnensensors in Netzen mit viele dezentral eingespeister Leistung von PV-Anlagen sehr gut.

In Zeiten hoher Einspeisung sorgte der Sonnensensor für eine Reduzierung der Spannung an der Sammelschiene, wodurch die Spannung am Ende des Netzes weniger schwankte. Durch den Einfluss des Sonnensensors steigt die Spannung bei gleicher Wirkleistungseinspeisung am Ende einer Leitung nicht mehr so stark an. In der nachfolgenden Abbildung 1 zu ist der Spannungs- und Wirkleistungsverlauf mit und ohne Sonnensensor dargestellt. Die orange markierten Bereiche zeigen die Stellen, an denen der Einfluss des Sonnensensors zu erkennen ist.

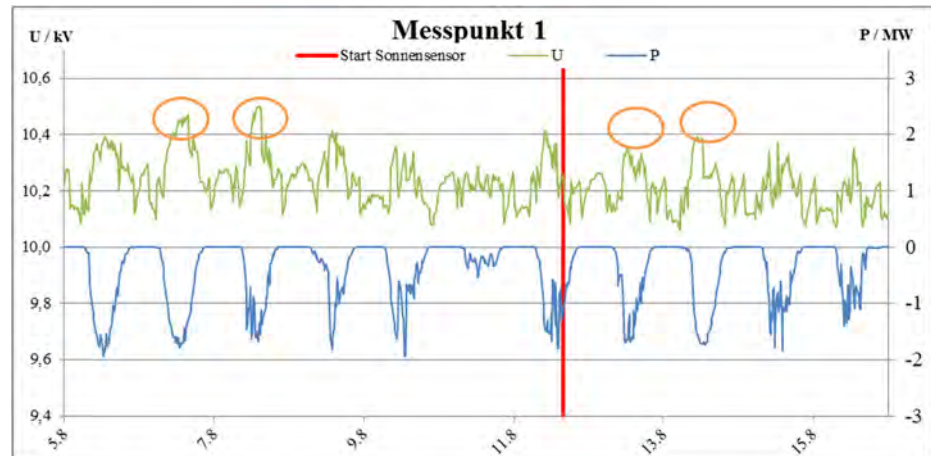


Abbildung 1: Spannungsverlauf Messpunkt 1

Zusätzlich zeigten die Messungen in dieser Arbeit, dass die maximal gemessenen Spannungen sehr nah bei den, mit einem Netzberechnungsprogramm, theoretisch ermittelten Spannungen liegen.

Abschließend war bei dieser Untersuchung keine gegenseitige Beeinflussung von der Spannungsregelung an der Umspannanlage und der Spannungsregelung an der Windkraftanlage zu erkennen. Dennoch sollte dies bei einem weiteren Zubau von Erzeugungsanlagen mit einer Q(U) Regelung überprüft werden.

Michael Deitmar B.Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner

Datum des Kolloquiums:

23. März 2016

 Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Heizungstechnik


Die Energieverbräuche in Deutschland sind ein wichtiges Thema der Klimapolitik. Da die Verbräuche von privaten Haushalten etwa 30 % vom Gesamtverbrauch ausmachen (2014), spielt dies auch für die Bundesregierung eine zentrale Rolle. Ziel ist ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050.

Die Energieeinsparverordnung ist hier das zentrale Instrument, das die einzuhaltenden Grenzwerte vorgibt. Sie richtet sich zum einen an den baulichen Wärmeschutz der Gebäudehülle und zum anderen an die Energieeffizienz der eingesetzten Anlagen. Im Januar 2016 wurden mit der EnEV 2016 die Anforderungen an Gebäude nochmals erhöht.

Für den Endverbraucher stellt sich neben den klimapolitischen Zielen auch die Frage nach den damit für ihn verbundenen Kosten. Die Arbeit greift das Spannungsfeld zwischen ökologischen und ökonomischen Interessen auf. Es wird für die drei am häufigsten in Deutschland im Neubau verwendeten Heizsysteme (Gasbrennwertkessel mit solarthermischer Anlage, Luftwärmepumpe und Erdwärmepumpe) die energetische und wirtschaftliche Effizienz untersucht. Im Fokus steht auch die Frage, ob sich die Investition in ein höherwertiges Heizsystem erst bei einem höheren Energiebedarf rechnet. Deshalb wird hier zwischen Neubauten unterschiedlicher Größenklassen differenziert. Sowohl die energetischen als auch die wirtschaftlichen Analysen orientieren sich an den relevanten Verordnungen und Normen. Weiterhin werden staatliche Förderungen berücksichtigt.

Der Energieausweis ist dabei das zentrale Mittel, um Gebäude energetisch zu bewerten und Energiebedarfe zu berechnen. Darum werden die Berechnungsgrundlagen des Energieausweises detailliert beschrieben. Ergänzend zur energetischen Effizienz wird im Weiteren die Wirtschaftlichkeit der Heizsysteme analysiert. Basis der Berechnungen ist die VDI 2067.

Unter Berücksichtigung des Standortes Potsdam und den angenommenen Parametern der Referenzobjekte und Heizsysteme, zeigte sich bei der energetischen Betrachtung der Systeme klar, dass die Wärmepumpen gegenüber dem Gasbrennwertkessel mit solarthermischer Anlage bessere Ergebnisse

erzielen, da der Endenergieverbrauch der Anlagen bedeutend geringer ausfällt.

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit hat bei den aktuellen Energiepreisen und staatlichen Förderungen gezeigt, dass die Luftwärmepumpen durchgehend die höchsten annuitätischen Kosten aufweisen. Die annuitätischen Gesamtkosten von Erdwärmepumpen und Brennwertkesseln mit solarthermischer Anlage liegen insgesamt auf einem Niveau.

Die Betrachtung der Preisentwicklung der Energieträger hat zusätzlich gezeigt, dass hier ein entscheidender Faktor für die wirtschaftliche Bewertung der Systeme liegt und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen stark von den nicht vorhersehbaren Preisentwicklungen der Energieträger und der Förderpolitik abhängt.

Anatoli Dick M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

11. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor für Raumluftechnik

Als übergeordnetes Ziel meiner Arbeit wurde gesetzt, Druckbelüftungssysteme nach DIN EN 12101 Teil 6 zur Rauchfreihaltung eines notwendigen Treppenhauses strömungstechnisch mittels Computational Fluid Dynamics (CFD) zu untersuchen. Zur Simulation wurde das Programm Fire Dynamics Simulator (FDS) verwendet. Um eine Simulation durchzuführen muss dem Programm eine Input-Datei bereitgestellt werden, die FDS alle Parameter zum Simulationsmodell über Befehlszeilen im ASCII-Format mitteilt. Zur Erstellung dieser Input-Datei wurde ein Excel-Programm erstellt, das in Abhängigkeit von den Parametern zum Gebäudeaufbau, dem Brand und dem Differenzdrucksystem automatisch die entsprechenden Befehlszeilen variabel generiert. Auf der Eingabeoberfläche des Programms erfolgt die Auslegung des Differenzdrucksystems unter Verwendung der hinterlegten Berechnungsformeln und unter Berücksichtigung der Auslegungsparameter aus der Norm.

Die durchgeführten Simulationen haben gezeigt, dass Brandszenarien gemäß des vorher definierten Modells in FDS abgebildet und berechnet werden können. So findet ein Brand in einem Geschoss statt, der fortwährend Rauch erzeugt. Die mehrstufige Druckbelüftungsanlage erzeugt phasenabhängig die berechneten Volumenströme. Auch die Flucht aus dem Brandgeschoss und dem Treppenhaus nach außen lässt sich durch die jeweilige Türöffnung simulieren.

Die strömungstechnische Untersuchung anhand der Simulationsergebnisse hat gezeigt, dass durch die Einhaltung der Anforderungen an ein Differenzdrucksystem aus der Norm Rauchschutz im notwendigen Treppenraum gewährleistet werden kann. Wichtig ist, dass genügend Volumenstrom bereitgestellt wird und dieser auch den Weg in das Brandgeschoss findet, um den Rauch zu verdrängen. Wird von der Norm abgewichen, wie z.B. mit einer zentralen Zuluftöffnung bei Treppenhäusern größer 11 m, ist die Funktionalität des Systems nicht garantiert. In diesem Szenario fand zum einen eine Ver Rauchung des Treppenhauses statt, zum anderen entstanden lokal unzulässig hohe Drücke, die eine Flucht aus den Geschossen bestenfalls erschweren.

Die Simulation zur Untersuchung der Funktionalität einer Druckbelüftungsanlage zum Rauchschutz erweist sich als hilfreiches Werkzeug und kostengünstige Alternative zu Realbrandversuchen. Mit Hilfe des erstellten Programmes lassen sich nun weitere Szenarien in eine Input-Datei überführen und mit FDS simulieren und auswerten.

Entwicklung von Kaltwasserversorgungskonzepten für die Lebensmittelproduktion der August Storck KG am Standort Halle (Westf.)

Christian Diekmann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Jens Bruch M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

24. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

August Storck KG, Halle (Westf.)



Die industrielle Lebensmittelproduktion erfordert heute eine sichere Bereitstellung von Kälte für die Kühlung der Produkte während der Herstellung und Lagerung sowie parallel dazu auch konstante Temperaturen und Luftfeuchten in den Produktions- und Lagerräumen. Nur so können hochwertige Lebensmittel in immer gleichbleibender Qualität produziert und Verluste durch Verderb oder unerwünschte Eigenschaften vermieden werden.

Die Entwicklung und Empfehlung von Kaltwasserversorgungskonzepten umfasst neben den rein technischen Aspekten, wie z.B. der Wahl des passenden Verdichtertyps, zunächst die genaue Auseinandersetzung mit den zu versorgenden Gebäuden und den darin bereitzustellenden Klimabedingungen. Besonders Produktionsgebäude mit natürlichen Gütern wie Lebensmitteln oder auch Verpackungsmaterialien stellen aufgrund der Vielzahl an vorherrschenden Temperatur- und Feuchteniveaus im Produktionsprozess hohe Anforderungen an Kälteerzeugung und Verteilung.

Weiterhin unterliegen, wie in vielen anderen Industriebereichen auch, die Produkte der August Storck KG einer schwankenden Nachfrage. Deshalb werden kontinuierlich neue Produkte entwickelt und bestehende in der Produktionsmenge angepasst. Somit verändern sich die bereitzustellenden Klimabedingungen in den Produktionsgebäuden analog zu den verschiedenen Rohstoffen und Herstellungsverfahren. Ein Schwerpunkt dieser Ausarbeitung liegt daher in der Ermittlung der Produktions- und Klimabedingungen der betrachteten Rohstoffe und Produkte, bisher aufgetretener Probleme in der Produktion sowie die durch Herstellungs- und Verpackungsprozesse verursachten innere Lasten in den Produktionsgebäuden der August Storck KG.

Hierfür sind Messungen von Temperatur und Feuchte für eine Vielzahl der aktuell vorhandenen Produktionsprozesse der August Storck KG durchgeführt worden. Dabei wurde auch ein Überblick über den aktuellen Stand der Technik und eine Übersicht über die aktuelle Normung mit dem Schwerpunkt Kältemitteln erarbeitet. Ebenso wurde durch umfangreiche Bestandsaufnahmen in den betrachteten Produktionsgebäuden eine Zusammenfassung der vorhandenen

Kälteerzeugung und Verteilung erstellt. Um eine Abschätzung der durch Produktionsprozesse entstehenden inneren Lasten zu erhalten sind Aufzeichnungen über Stromverbräuche ausgewertet, sowie Thermografie- und Oberflächentemperaturmessungen an Produktionsanlagen durchgeführt worden.

Die Untersuchungen der prozessspezifischen Anforderungen der August Storck KG an das Raumklima und die Produktionskälte zeigen deutlich auf, dass individuelle Versorgungskonzepte, die speziell auf die Anforderungen eines Produktes oder einmalig bestimmter Kühllasten ausgelegt wurden schnell an Kapazitätsgrenzen stoßen. Auch die Festlegung von pauschalen Kältebedarfen, wie sie bei der Planung und Auslegung der Kälteerzeugung und Übergabesysteme für Neubauten häufig vorgenommen werden, unterliegen Beschränkungen.

Die ermittelten Kühllasten zeigen die großen Lastunterschiede zwischen den einzelnen Produktionsschritten auf und verdeutlichen, wie wichtig eine genaue Abstimmung der Verfahrens- und Verpackungstechnik mit der Versorgungstechnik bei der Gestaltung und Anordnung der einzelnen Prozessschritte ist. Hierzu gehört auch die Empfehlung zu einer stärkeren räumlichen Trennung von Prozessschritten, um die Ausbreitung von hohen Temperatur- und Feuchtelasten in nachgeschaltete Produktionsschritte zu verhindern.

Eva Dierkes B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
 Dipl.-Ing. Andreas Giga

Datum des Kolloquiums:

17. November 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Umwelttechnik
 IWARU Institut für Wasser · Ressourcen · Umwelt

In Kooperation mit:

Dr. Pecher AG, Erkrath



Seit Jahren ist eine zunehmende Flächenversiegelung in der Bundesrepublik Deutschland zu beobachten. Dadurch wird zunehmend die Versickerung des Niederschlagsabflusses und letztendlich die Grundwasserneubildung erschwert. Gleichzeitig bewirkt die Versiegelung, dass immer mehr Niederschlag gesammelt in die Kanalisation fließt und dort, entweder getrennt oder vermischt mit Schmutzwasser, weitergeleitet wird. Das Wasserhaushaltsgesetz schreibt vor, dass Niederschlagswasser entweder ortsnah versickern oder, ohne Vermischung mit Schmutzwasser, über die Kanalisation in ein Gewässer eingeleitet werden muss. Ist Niederschlagswasser stark verschmutzt, kann es nicht ohne Behandlung in ein Gewässer eingeleitet werden. Aus diesem Grund wurden in den vergangenen Jahren technische Filter entwickelt, um Oberflächenabflüsse wirksam zu behandeln.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Technischer Regenwasserfilter untersucht, der erstmalig 2014 in einem Stadtteil von Wuppertal errichtet wurde. An diesem Filter ist ein Einzugsgebiet mit einer Fläche von 27 ha, wovon 17 ha abflusswirksam sind, angeschlossen. Aufgrund bisher geringer Erfahrungswerte mit solch einer Anlage war das Ziel dieser Arbeit, das Betriebsverhalten und die Wirkung dieses Technischen Regenwasserfilters zu untersuchen, sowie den Aufwand der Betriebsbegleitung und die Kosten zu ermitteln.

Der Filter wurde als unterirdisches, rechteckiges Betonbecken im Hauptschluss des Regenwasserkanals liegend gebaut. Der zu behandelnde Zufluss gelangt über einen Sedimentationsraum unter die drei Filterstraßen. Diese haben insgesamt eine Fläche von 23,4 m². Im Laufe der Betriebszeit wurde der Filter drei Mal ausgerüstet, dabei wurden verschiedene Filtermaterialien und -aufbauten verbaut und getestet. Durch die Anordnung der Korngrößenverteilung kommt es zu einer Tiefenfiltration des Niederschlagswassers und anschließender Einleitung in die Regenwasserkanalisation, bzw. in das Gewässer.

Durch regelmäßige Wartungsarbeiten und Überprüfung des Filterverhaltens über vor Ort installierter Messtechnik konnten zahlreiche Erkenntnisse gesammelt werden. So sind im Verlauf der Betriebszeit des Filters verschiedene Probleme aufgetreten und behoben worden. Zum Beispiel kam es zur biologischen Kolmation aufgrund von Fehlan Schlüssen oder Randumläufigkeiten und daraus folgende Ausspülung von Filtermaterial. Diese Erfahrungswerte wurden zur immer weiteren Optimierung des TRF genutzt.

Neben der Ermittlung des Aufwandes der Betriebsbegleitung und den Arbeitsabläufen bei den Filteraus- und einbauten, konnten auch detailliert Angaben zu den Kosten, die beim Betreiben eines Technischen Regenwasserfilters anfallen, abgeleitet werden.



Mehrlagiger Aufbau des Regenwasserfilters

Ein weiterer Aspekt dieser Bachelorarbeit bestand in der Auswertung der Daten, die vor Ort durch die verbaute Messtechnik erfasst wurden. Dies lieferte unter anderem Angaben zu den zugeflossenen, behandelten und nicht behandelten Volumenanteilen und es konnte ein Wirkungsgrad des Rückhaltes der Abfiltrierbaren Stoffe (AFS) festgestellt werden. Allerdings sind vor allem in diesem Bereich noch weitere Untersuchungen erforderlich, da bisher nur die gesamten Abfiltrierbaren Stoffe berücksichtigt worden. Vor allem in der Betrachtung der Feinfraktion (AFS₆₃: Größen von 0,45 bis $\leq 63 \mu\text{m}$), wie in dem Entwurf des Arbeitsblattes DWA-A 102 mit dem Titel „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ gefordert, liegt in Zukunft ein Schwerpunkt, da dies vermutlich ein Kriterium für die künftigen Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung sein wird.

Ergebnis der Arbeit ist, dass der Technische Regenwasserfilter „Fleute“, seine Aufgabe, die Reinigung der Niederschlagsabflüsse erfüllt und dass seit Inbetriebnahme viele Erfahrungen und Optimierungsmöglichkeiten gesammelt wurden, auf die Zukunft aufgebaut werden kann.

Daniel Diestelhorst B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

15. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

Es gibt sowohl diverse als auch zahlreiche individuelle Anforderungen und Ziele eines Bauherrn in dem Bereich der Gebäudeautomation. Zu diesen gehören beispielsweise die genaue Umsetzung der erstellten Planung auf Grundlage der Anforderungen, die Einhaltung der kalkulierten Kosten sowie der erstellten Terminpläne und Fristen. Die individuellen Anforderungen sind zudem ein hoher Nutzerkomfort bei höchster Flexibilität, vollständige Kontrolle und Übersicht von Verbräuchen und Kosten, ebenso wie Zertifizierungen nach LEED oder DGNB. Unterstützt wird die Qualitätssicherung durch die Anforderungen der DIN EN ISO 9001. Unternehmen, die gemäß dieser Norm zertifiziert sind, verpflichten sich beispielsweise dazu alle relevanten Prozesse und Tools im gesamten Unternehmen einzusetzen, eine Reihenfolge und Abhängigkeit der Prozesse untereinander festzulegen, diese Tools und Prozesse ständig zu überwachen und zu verbessern sowie all diese Schritte zu dokumentieren und zu archivieren.

Die Qualitätssicherung bei der Umsetzung der Bauherrnanforderungen beginnt bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses. Wichtig bei dieser Erstellung sind eine exakte und eindeutige Definition und Beschreibung der geforderten Leistung, Qualität und Umsetzung. Dies ist in allen Bereichen, von der Feldebene über die DDC bis zur GLT, zwingend zu berücksichtigen. Zusätzlich bilden abgeforderte Zertifikate und Nachweise über die eingesetzte Technik und Programmierung die erste Grundlage. Eine zusätzliche Absicherung stellt ein Interoperabilitätstest vor der Vergabe der Leistungen sicher. Auf der Seite der Auftragnehmer wird eine hohe Güte und Sicherung der geforderten Qualität durch diverse Prozesse und Genehmigungen sichergestellt. Zentralisierte Tools, an denen alle Projektbeteiligte arbeiten und wichtige Informationen für das weitere Vorgehen teilen um fundierte Projektentscheidungen treffen zu können, sind fester Bestandteil des qualifizierten Ablaufs.

All diese Prozesse und Tools zur Qualitätssicherung, von der ersten Idee bis zur Realisierung, haben ihre Schwachstellen und bergen Möglichkeit umgangen zu werden. Mögliche Lösungsansätze zur effektiven Qualitätssicherung sind eindeutige und detaillierte Beschreibungen der geforderten Leistungen im Leistungsverzeichnis, Versuchsaufbauten zum Nachweis der Interoperabilität, Überarbeitung von firmeninternen und gegensätzlichen Zwängen und Zielen die in den Bereichen des Vertriebs und der Ausführung.

Philipp Dissel M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

20. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor für Raumluf- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

Katholisches Klinikum Lünen/Werne GmbH, Lünen



Angesichts der steigenden Energiepreise für die Primärenergien Gas, Öl, Strom und Wasser ist eine nachhaltige Energienutzung in der heutigen Gesellschaft unabdingbar. Da die Energiekosten an den Gesamtkosten einer Immobilie einen großen Anteil haben, hat eine effiziente Betriebsweise von gebäudetechnischen Anlagen oberste Priorität. Der Energiebedarf eines Krankenhausbettes pro Jahr ist in etwa gleichzusetzen mit dem Verbrauch von drei Einfamilienhäusern.

Circa zwei bis drei Prozent der Gesamtausgaben eines Krankenhauses sind den Energie- und Wasserkosten zuzuschreiben. Bezogen auf die Sachkosten sind dies ungefähr sechs bis neun Prozent. Im Falle des Gebäudetyps „Krankenhaus“ handelt es sich um große Sonderbauten, verbunden mit einem enormen Technikanteil, der sich in großen Varianzen beim Energieverbrauch der einzelnen gebäudetechnischen Anlagen widerspiegelt. In Anbetracht dieser Tatsache ist ein umfassendes Energiemanagement von Nöten. Der immer weiter steigende Kostendruck im Kliniksektor, insbesondere nach der Einführung der Vergütungsregelung der DRG im Jahre 2003, erfordert zunehmend ein Umdenken in Anbetracht einer angemessenen Energienutzung sowie der Optimierung der Betriebskosten.



Abbildung 1: Luftbild St. Marien-Hospital-Lünen

In der Arbeit wird der Energieverbrauch eines Klinikums untersucht und im Nachgang anhand von realen und durch ein Excel-Tool ermittelten Daten bewertet. Ziel ist es aus den ermittelten Daten geeignete Energieeffizienzmaßnahmen abzuleiten und auf ihre Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Durch die ständige Weiterentwicklung der medizinischen Diagnose- und Therapieverfahren, in Verbindung mit dem demografischen Wandel, verlagert sich der Aufgabenschwerpunkt eines Klinikums sehr stark. Es führt zu stetig steigenden Fallzahlen mit geringerer Verweildauer. In Folge dessen kommt es dazu, dass immer mehr Patienten bei gleicher Bettenzahl behandelt werden können.

Die technischen Neuerungen haben nicht nur Einfluss auf den medizinischen Sektor eines Krankenhauses, sie stellen auch immer weiter steigende Anforderungen an das Gebäude selbst, sowie an dessen Versorgung mit Energieträgern wie beispielsweise Wärme, Strom und Kälte. Spezialgeräte wie MRTs und Cts (fordern einen erheblichen Raumanteil, der wiederum mit speziellen versorgungstechnischen Anlagen versorgt werden muss. Aus den Besonderheiten der einzelnen Abteilungen eines Klinikums resultieren auch verschiedene Versorgungsstrukturen der Räumlichkeiten. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die verschiedenen Abteilungen auf Grundlage ihrer Nutzungsart gemäß DIN 13080:2003-07 in Funktionsbereiche unterteilt werden. Durch die Einteilung in die verschiedenen Funktionsbereiche kann im Nachgang durch das Eingeben der NGF (Nettogrundflächen) in ein Excel Tool, der spezifische Energieverbrauch für den zugeteilten Funktionsbereich ermittelt werden.

Durch die spezifischen Verbräuche der einzelnen Funktionsbereiche des Klinikums können somit Aussagen über die Energieeffizienz der einzelnen Abteilung getroffen werden. Vorrangiges Ziel dieser Arbeit ist es, die energetischen Schwerpunkte eines Klinikums aufzudecken und eine Empfehlung hinsichtlich der Verbesserung des energetischen Zustandes zu geben. Weiterer Bestandteil dieser Betrachtung soll es sein die Versorgungsstruktur des Klinikums näher zu betrachten und diese hinsichtlich der Nutzung eines BHKWs zur Energiebereitstellung zu überdenken. Durch die bereitgestellten Daten des Excel-Tools und gemessenen Verbrauchswerten wird eine wirtschaftliche Betrachtung dieser Struktur durchgeführt.

Durch Steigerung der Energieeffizienz lässt sich ein großer Kostenvorteil für das „Unternehmen“ Krankenhaus generieren. Ein weiteres Potential liegt in der Energiebeschaffung, indem durch eine durchdachte Beschaffungs- und Versorgungsstruktur wesentliche Einsparungen generiert werden können.

Im Rahmen dieser Master Thesis wird daher ein Energieeffizienzkonzept entwickelt, welches nachhaltig, den Energieverbrauch und damit einhergehenden Energiekosten senkt. Außerdem wird ein Überblick über den derzeitigen Anlagenzustand gegeben und in Verbindung mit diesen Einsparpotentiale aufgezeigt. Des Weiteren wird ein Energieversorgungskonzept mittels KWK auf seine Wirtschaftlichkeit untersucht. Abschließend wurde eine Empfehlung für das St. Marien-Hospital erarbeitet, welche einen Überblick über die beschriebenen Energieeffizienzmaßnahmen gibt.

Maximilian Driessen B.Eng.

Erstprüfer:	Herr Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	19.08.2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation

Die Energiewende ist ein in Deutschland und weltweit mittlerweile unumgängliches Thema. Das macht sich unter anderem auch in der Bau- und Facility Management-Branche bemerkbar. Zu den großen Energieverbrauchern im Gebäudesektor gehören Krankenhausliegenschaften. Durch politische und gesetzliche Änderungen sind Kliniken einem immer größeren Konkurrenzkampf und daraus resultierendem Kostendruck unterworfen. Daher macht es Sinn sich mit Einsparpotenzialen im Alltagsbetrieb der Anlagentechnik eines Krankenhauses auseinanderzusetzen

Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten liegt zwar aktuell „nur“ bei etwa 2-3% die Tendenz weist aufgrund des steigenden Energiepreises aufwärts. Energieeffiziente Technologien gibt es in Krankenhäusern bereits viele, was jedoch bisher wenig Aufmerksamkeit in diesem Zusammenhang erfahren hat, sind Operationsbereiche.

Da der größte Energiebedarf in Operationsbereichen von der aufwändigen Raumlufthtechnik herrührt, wurde in dieser Arbeit die nachhaltige Gestaltung der Anlagentechnik untersucht.

Dazu wurden verschiedene, in Münster ansässige Krankenhäuser besucht, Gespräche mit dem Betriebspersonal geführt, sowie bei Besichtigungen der anlagentechnischen Komponenten und auch der Operationsbereiche selber Material und Informationen gesammelt.

Zusätzlich wurden verschiedene Automationsunternehmen kontaktiert und zur aktuellen Lage im Bereich der OP-Regelung, sowie der technischen Möglichkeiten befragt.

Aus den gesammelten Informationen ging hervor, dass es im Bereich der Überwachung einiges an Nachholbedarf gibt. Sind zum Beispiel Filter nicht ausreichend drucküberwacht, so können diese bei zu starker Verunreinigung zu einem kippenden Druckverhältnis im OP führen. Ein Verkeimungsrisiko und eine aufwändige Nachregelung sind die Folge.

Eine andere Problematik ergibt sich durch nicht ausreichenden Installationsbereiche für die Raumluftechnik. Durch Platzmangel müssen Kompromisse eingegangen werden, die sich durch unnötige Formstücke oder sogar Kanalverlegungen an der Außenwand bemerkbar machen. Beides ist aus energetischer Sicht nicht sinnvoll und bei einer besser koordinierten Planung zu vermeiden.

Ein großes Problem stellt die Interoperabilität der verbauten Hard- und Softwarekomponenten dar. Es werden immer noch viele proprietäre Systeme verbaut, die bei einem sich ständig verändernden Komplex wie einem Krankenhaus nicht flexibel in neue technische Lösungen eingebunden werden können. Dadurch sinkt die Effizienz der gesamten Anlage.

Als Verbesserungsvorschlag wurde eine Art hierarchische Ordnung der Konzeption und des späteren Betriebes erarbeitet. Erstens sollte bereits bei der Planung des Rohbaus darauf geachtet werden genug Platz für die Anlagentechnik einzukalkulieren, sowie die Räume möglichst ohne Fensteröffnungen zu gestalten, da diese eine große thermische Last darstellen.

Des Weiteren gibt es im Bereich der Raumluftechnik viele moderne und innovative Lösungen, die einen nachhaltigen Betrieb ermöglichen. Dazu zählt unter anderem das „dessicant and evaporative cooling system“ (DEC). Dieses basiert auf einem Adsorptionsprozess zwischen der Ab- und der Zuluft, bei der Enthalpie in Form von Wasser ausgetauscht wird. Dieses System funktioniert nach thermodynamischen Grundprinzipien und arbeitet sehr nachhaltig. Außerdem gibt es neben vielen anderen großen und kleinen Maßnahmen noch die Möglichkeit Solarenergie in den die Aufbereitung der Luft mit einzubinden; entweder zur Stromerzeugung oder direkt zur Erwärmung beispielsweise im Adsorptionsprozess.

Damit all diese Technologien optimal arbeiten, ist es unabdingbar sich mit einer sinnvoll konzipierten Automation und Regelung auseinanderzusetzen. Neben verbesserten Sensortechniken ist es vor allem wichtig eine flexible und ausbaufähige übergeordnete Kommunikationsebene aufzuziehen. Dazu eignet sich das BACnet-Protokoll, das beliebig erweiterbar ist und sich als zertifizierter Standard durchgesetzt hat. Damit die Geräte untereinander reibungslos funktionieren können, sollte der ebenfalls standardisierte LON-Bus verwendet werden. Dieser ist sehr leistungsfähig und in der Lage die vielen Parameter, die in der Raumluftechnik gebraucht werden, zu verarbeiten. Zur Erfassung und Zählung von Energieströmen hat sich mittlerweile der M-Bus durchgesetzt.

Was nützt allerdings die beste Regelung, wenn sie nicht optimal genutzt wird? Dazu empfiehlt sich bei Krankenhausliegenschaften die Implementierung eines nach der ISO 50001 zertifizierten Energiemanagementsystems, das in der Lage ist Einsparpotenziale zu erkennen und Lösungsvorschläge zu erarbeiten und an die betreffenden Stellen weiterzuleiten. Nutzt man solch ein Managementsystem, so kann man sich zertifizieren lassen, was finanzielle Vorteile bietet.

Voraussetzung aller genannten Maßnahmen ist jedoch immer, dass das Wohl des Patienten an oberster Stelle steht.

Bowen DU B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

15. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor MSR-Technik und Gebäudeautomation



Diese Bachelorarbeit bietet hauptsächlich einen Überblick auf die Verwendung der Funktechnik „EnOcean“ in der Gebäudeautomation. In dieser Bachelorarbeit wird auch ein Temperaturregler für die Lüftungsanlagen durch EnOcean-Technik in dem kleinen Rechner „Raspberry Pi 3 Modul B“ mittels Software des Hausautomationsservers „FHEM“ aufgebaut.

Das Gebäudeautomationssystem spielt immer eine große Rolle im modernen Liegenschaft. es wird zum komfortablen, sicheren und energieeffizienten Betrieb des Gebäudes eingesetzt. Ein komplettes System besteht funktional aus drei Teilsystemen, Management-, Automations- und Feldsystem. Um sie miteinander bidirektional vernetzen zu können bevorzugen die heutigen Ingenieure wegen der einfachen Installation und Verwaltung keine Kabel-, sondern Funksysteme.

Die 868 MHz-Funktechnologie „EnOcean“ arbeitet mit dem Prinzip „Energy Harvesting“, also der Energienutzung aus der Umgebung. Der geringe Betriebsstrom für EnOcean-Geräte wird durch Solareinstrahlung, Linearbewegung des Schalters oder Temperaturunterschiede erzeugt, was den batterie-lose Betrieb des EnOcean-Geräts ermöglicht.

Der Aufbau des Temperaturreglers bzw. Datenloggers wird mittels Software für Hausautomation-Server „FHEM“ auf einem Mini-Rechner „Raspberry Pi 3 Modul B“ durchgeführt, der eine hohe Leistungsfähigkeit besitzt, obwohl sein Äußeres nur einer Bankkarte gleicht. Als Gateway wird das auf der Hauptplatine des „Raspberry Pi 3 Modul B“ aufsteckbare Hardware „EnOcean Pi“ verwendet, das die Kommunikation und Datenübertragung zwischen EnOcean-Geräten und dem „Raspberry Pi 3 Modul B“ unterstützt.



Abbildung 1 EnOcean Pi und Raspberry Pi 3 Modul B

Daniel Dücker B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

20. Oktober 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Labor für Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

KLIMAhaus Klima- und Gebäudetechnik GmbH, Quickborn-Heide



Das Ingenieurbüro KLIMAhaus Klima- und Gebäudetechnik GmbH – Ingenieure für TGA- wurde mit der Planung eines Verwaltungsgebäudes der Krankenkasse IKK beauftragt. Anhand dieses Fallbeispiels werden drei Energieversorgungskonzepte miteinander verglichen. Im Zentrum jeder Variante steht entweder eine Luft/Wasser-, Sole/Wasser-, oder Gas-Absorptionswärmepumpe. Es werden sowohl die Investitionskosten, als auch die laufenden Betriebskosten und die Effizienz in Bezug auf den CO₂ Ausstoß betrachtet.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit, sowie der CO₂ Emissionen und deren Entwicklung geben zu können. Es wird erörtert, ab wann sich investitionsintensivere aber effizientere Versorgungskonzepte gegenüber günstigeren Versorgungskonzepten durchsetzen.

Am Ende des Betrachtungszeitraums von 25 Jahren ist die Sole/Wasser-Wärmepumpenvariante am günstigsten. Ihre Investitionskosten sind im Vergleich zu den anderen Varianten ca. 50% höher, diese Mehrkosten werden nach 8 Jahren (Luft/Wasser) bzw. nach 14 Jahren (Gas-Absorption) amortisiert.

Auch bei der ökologischen Betrachtung schneidet die Variante mit Sole/Wasser-Wärmepumpe am besten ab. Die CO₂-Emissionen der beiden anderen Varianten sind ca. 60 % höher als bei der Variante Sole/Wasser-Wärmepumpe.

Zusammenfassend hat die Sole/Wasser Variante sowohl ökologisch als auch ökonomisch Vorteile. Die hohen Investitionskosten bringen jedoch ein Risiko für den Betreiber, welches er bis zur Amortisierung dieser Variante zu tragen hat.

Durch den zunehmenden regenerativen Anteil im deutschen Strom-Mix werden Primärenergiefaktoren und der CO₂-Footprint weiter sinken und damit die ökologische Bewertung von elektrischen Wärmepumpen gegenüber Öl- und Gaskesseln zusätzlich verbessern.

Johannes Dunsing, M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

Datum des Kolloquiums:

23. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Augen-Zentrum Nordwest, Ahaus; Aurelios Augenklinik, Recklinghausen



Krankenhäuser und große Arztpraxen sind ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Gewerke. Um einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen, ist es erforderlich, dass jeder Arbeitsschritt fachlich geplant sowie zuverlässig durchgeführt wird und jegliche Funktion gewährleistet ist. Personaleinsparungen und Konkurrenzkampf zwischen verschiedenen Kliniken haben zu mehreren Krankenhausverbünden auf der einen und Schließungen auf der anderen Seite geführt. Dass Personaleinsparungen und zuverlässiger Betrieb nicht immer miteinander einhergehen, zeigen verschiedene Beispiele aus der Industrie. Einsparpotentiale gibt es in fast jedem Bereich.

Gerade bei wiederkehrenden, dauerhaft Kosten verursachenden Aufgaben kann es Sinn machen, diese zu verbessern oder auszulagern. Wenn damit gleichzeitig Qualitätssteigerungen einhergehen, sollte diese Möglichkeit in solch einem umkämpften Sektor in Betracht gezogen werden. Ein wichtiges Arbeitsmittel in der Medizin ist das Operationsbesteck. Dieses muss frei von Bakterien und Keimen, d.h. steril sein. Für medizinische Betriebe ist es wichtig, einen optimalen Sterilisationsbetrieb zu entwickeln und sicherzustellen. Dabei spielt neben der Qualität auch die Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle.

Für diese Arbeit wurden nahezu alle Informationen aus Betrieben gewonnen, da der spezielle Bereich der Sterilisation in der Augen Chirurgie kaum in der einschlägigen Fachliteratur vertreten ist. Hier stehen vielmehr große Zentralsterilisationen der Krankenhäuser im Fokus. Der Ablauf unterscheidet sich jedoch von dem in einer Augenklinik und der Instrumentenzulauf ist vielfältiger und großvolumiger.

Ziel der Arbeit ist die Ermittlung der Kosten, die bei der Sterilisierung von Operationsbesteck in diesem Bereich anfallen und der anschließenden Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Sterilisationsbetriebs. Die Kostenanalyse dient der besseren Einzelkostenabrechnung für OP-Bestock, die dem Patienten oder der Krankenkasse als Nachweis vorgelegt werden. Weiterhin wird geprüft, in welchem Fall der Sterilisationsbetrieb optimiert werden kann und welche Alternativen möglich sind. Hierfür werden die ermittelten Werte zweier Augenkliniken verglichen und zusätzlich den Kosten von Einmalbesteck gegenübergestellt.

Für die Datenerhebung wurden Hospitationen in beiden Augenkliniken durchgeführt und die Abläufe der Sterilisation dokumentiert. Weitere Informationen wurden durch Gespräche und Telefonate gewonnen. Diese werden in dieser Arbeit als Quellen herangezogen.

Zunächst werden die Grundlagen der Sterilisation erläutert, diese sind durch verschiedene Rahmenbedingungen und Gesetze für die Betriebe bindend. Mit einer kurzen Darstellung der beiden untersuchten Kliniken, das Augen-Zentrum Northwest am Standort Ahaus sowie das Augenzentrum Aurelios am Standort Recklinghausen, wird ein Überblick darüber gegeben, welche Faktoren einen reibungslosen Ablauf gewährleisten.

Anschließend werden die in den untersuchten Kliniken angewandten Verfahren detailliert dargestellt. Anhand der Darstellungen werden die Betriebskosten und Investitionskosten errechnet. Aus diesen Bereichsergebnissen wird der monatliche Kostenaufwand des OP-Betriebes bestimmt. Mit dem Mittelwert der gesamten Operationen und der am häufigsten durchgeführten, der Katarakt-Operation, werden die einmaligen Kosten einer Sterilisation ermittelt. Um ein vergleichbares Ergebnis zu bekommen, wird das erzielte Resultat mit den Kosten der Verwendung von Einweginstrumenten für diesen Bereich verglichen.

Thomas Eckstein B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Armin Raatz
Datum des Kolloquiums:	30. März 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Regenerative Strom- und Wärmeversorgung
In Kooperation mit:	MUT – Energiesysteme, Kassel

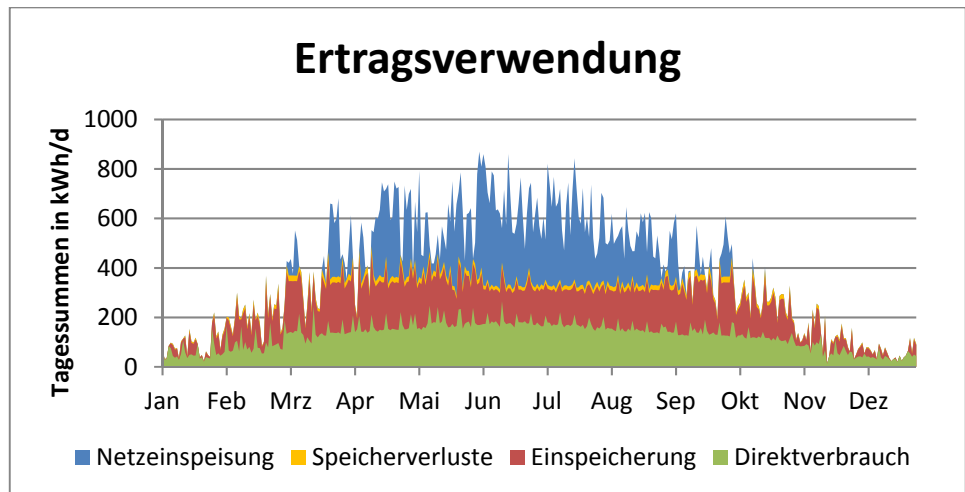


Die Arbeit bezieht sich auf die Erfassung solarer Energieströme im räumlichen Bezug. Damit wendet sich die Betrachtung weg vom Einzelgebäude, hinzu mehreren räumlich-verbundenen Gebäuden. Die Ergebnisse dienen der (Potential-)Bewertung solarer Energieversorgungssysteme in Siedlungen und Quartieren. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Abstimmung des solaren Ertrages aus Photovoltaik und Solarthermie mit dem anfallenden Energiebedarf. Dazu werden verschiedene Einflüsse, wie die Orientierung der Solarfläche, Strom- und Wärmespeicher und die Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe für Solarthermie und Photovoltaik Anlagen untersucht. Eine ökonomische Analyse beschließt die fachliche Ausarbeitung.

Die Berechnungen werden anhand einer Sechzigerjahre Reihenhaussiedlung aus 25 Haushalten in der Nordstadt von Hameln durchgeführt. Dazu werden folgende Parameter stundenweise für ein Jahr bestimmt:

- Einstrahlung auf die Solarfläche
- Strom- und Wärmebedarf
- Erzeugungsleistung der Solaranlagen
- Verhalten von Speichersystemen
- Strombedarf einer Wärmepumpe

Die Auswertung der Parameter führt zu einer detaillierten Darstellung des Jahresverlaufs eines solaren Energieversorgungssystems. Die Ausrichtung einer Photovoltaik Anlage nach Südosten mit einer Neigung von 35° führt zu folgender Darstellung:



Die Photovoltaik-Anlage mit einer Nennleistung von 174 kWp erzielt eine Stromerzeugung von 140 MWh (Gesamtfläche). Dem steht ein Gesamtwärmebedarf von 131 MWh gegenüber. Ein Drittel des Stromertrages kann direkt verbraucht werden. Demnach werden zwei Drittel in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Es sei denn man installiert einen Stromspeicher mit einer Kapazität von 10 kWh je Haushalt. Dann verdoppelt sich der Eigenverbrauch auf 67 %. Dies führt dazu, dass im Sommer der Strombedarf komplett über die Solaranlage gedeckt werden kann. Der gesamte Autarkiegrad beträgt dann 73 %. Eine weitere Vergrößerung der Speicherkapazität hat dagegen nur noch eine marginale Auswirkung auf den Eigenverbrauch. Da der Tagesbedarf bereits vollständig gedeckt werden kann, würde die zusätzliche Speicherkapazität nur wenige Speicherzyklen durchlaufen. Der Strombedarf einer Wärmepumpe kann den Eigenverbrauch weiter erhöhen und dabei den Wärmebedarf decken. Dies hat den Vorteil, dass der Wärme- und Haushaltsstrombedarf nur noch in der Energieform Strom vorliegt und so Kosten zusätzlicher Heizsysteme gespart werden.

Die erzielten Ergebnisse und das erstellte Solar-Tool dienen der (Potential-) Bewertung solarer Energieversorgungssysteme in Siedlungen und Quartieren. Außerdem können die erforderliche Größe von Solaranlagen und Energiespeichern abgeschätzt und die Auswirkungen bestimmt werden.

Christoph Einenkel B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Datum des Kolloquiums:

14. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Strom- und Wärmeerzeugung



Die Messung der Windgeschwindigkeit in mehreren 100 m Höhe ist sehr aufwendig und teuer. Die Daten werden von Messmasten ermittelt und auf die benötigte Höhe umgerechnet. Eine günstige Alternative ist die Windgeschwindigkeitsmessung mittels Ballon.

Die Windgeschwindigkeit ist eine vektorielle Größe deren Betrag die Windstärke und deren Richtung die Windrichtung ist. Die Herkunft des Windes beschreibt die Windrichtung. Unterschiedliche Messgeräte messen die Windstärke und die Windrichtung. Einige Messgeräte wie das Ultraschallanemometer messen beide Größen. Zudem ist es möglich, die Windgeschwindigkeit mit einem Wetterballons zu messen. Diese erstellen ein vertikales Windprofil in mehreren km Höhe. Ein anderes Verfahren ist die Windmessung mit einem Ballon in bodennahen Schichten. Dazu wird der Auftrieb des gasgefüllten Ballons über eine Spule gemessen und in eine Windgeschwindigkeit umgerechnet.

Bei dem aktuellen Versuch untersucht man den Zusammenhang zwischen der Position des Ballons und der gemessenen Windgeschwindigkeit der Wetterstation. Dazu wird ein mit Helium gefüllter Latexballon an einer 18 m langen Flechtschnur befestigt. Die Position des Ballons wird mit einer Kamera gefilmt und anschließend mit den Daten der Wetterstation verglichen. Die beiden aufgenommenen Messwertreihen werden in einem Diagramm grafisch dargestellt. Mit Hilfe der Methode der kleinsten Fehlerquadrate wird die Kurve des Ballons verschoben.

Eine Punktwolke resultiert aus der Verschiebung. Mit der Bestimmung des Korrelationskoeffizienten wird die Punktwolke auf Linearität untersucht. Die Untersuchung ergibt keine Linearität. Gründe dafür sind:

- Der Abstand zwischen Ballon und Wetterstation
- Verwirbelung der Luft durch das Gebäude und den Wald
- Die Trägheit des Schalensternanemometers
- Der Höhenunterschied zwischen dem Schalensternanemometer und dem Ballon

In weiteren Versuchen kann die Messung optimiert werden. Die Position des Ballons kann mit Abstandssensoren gemessen werden. Das Vergleichsmessgerät kann durch ein Ultraschallanemometer oder durch ein LIDAR-Messgerät ersetzt werden. Die Verwirbelung der Luft durch den Wald oder durch das Gebäude minimiert man durch eine höhere Lage des Ballons.

Henning Elsbernd B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

31. März 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Firmengruppe Max Bögl, Neumarkt



Ziel dieser Arbeit ist zum einen die Ermittlung des gegenwärtigen Zustandes (Ist-Zustandes) in Bezug auf den Arbeitsaufwand der Aufgaben in der technischen Betriebsführung von Windenergieanlagen bei der Firmengruppe Max Bögl, die Analyse der daraus resultierenden Daten und zum anderen die Ausarbeitung von Optimierungsstrategien zur Verbesserung der Arbeitsabläufe.

Zunächst musste ein Excel-Tool entwickelt werden, um den Arbeitsaufwand der vorher definierten Aufgaben aufzunehmen. Die Aufgaben wurden in allgemeine und windparkbezogene Aufgaben gegliedert. Die nun gewonnenen Daten wurden mithilfe von Balken- und Kreisdiagrammen ausgewertet, sodass eine erste Einschätzung über den Arbeitsaufwand der definierten Aufgaben aufgezeigt werden konnte. Zur Klassifizierung der Aufgaben wurde eine betriebswirtschaftliche Analyse-Methode (ABC-Analyse) verwendet, um die Aufgaben mit dem höchsten Arbeitsaufwand zu kategorisieren

Aus dieser Analyse wurden für die Aufgaben mit dem höchsten Arbeitsaufwand Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt, die zu einer Reduzierung der Arbeitsstunden und zu verbesserten Arbeitsabläufen führen sollen. Für die allgemeine Aufgabe „Überwachung der WEA“ wurde ein Flussdiagramm mithilfe von Verknüpfungsarten von Prozessen erstellt, um zum einen die Anlernzeiten für die Mitarbeiter zu verkürzen und zum anderen können durch die standardisierten Modellierungssprachobjekte (z.B. UND-, ODER-Verknüpfung) mögliche Fehler beim Kommunikationsaustausch vermieden werden. Für die windparkbezogene Aufgabe „Gutachten und externe Auflagen“ konzentrierte ich mich auf die Verbesserung der Restmängelbeseitigung, die durch Zustandsprüfungen von externen Gutachtern durchgeführt wurden.

Damit eine Restmängelbeseitigung an den Windenergieanlagen schnellstmöglich koordiniert und abgearbeitet werden kann, erstellte ich eine Excel-Tabelle als Hilfsmittel, um die Restmängelbeseitigung schnellstmöglich von den technischen Betriebsführern koordiniert und abgearbeitet werden kann.

Leider konnten diese Optimierungsmöglichkeiten nicht anhand einer Durchführungsphase getestet werden, da die Bearbeitungszeit der Abschlussarbeit festgesetzt ist. Dementsprechend wird es in Zukunft sinnvoll sein, diese Möglichkeiten der Optimierung in der Praxis anzuwenden, um mögliche Schwachstellen oder im besten Fall Verbesserungen bei der Bearbeitung der Aufgaben aufzuzeigen.

Andreas Fabian M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

20. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

WBP – Ingenieure für Haustechnik GmbH, Münster



Fossile Ressourcen wie Kohle oder Erdöl werden im Rahmen der Energiewende immer weiter durch erneuerbare Energien substituiert. Die Wärmepumpe nimmt dabei eine entscheidende Rolle ein. Sie speichert elektrische Energie in Form von Wärme oder Kälte in thermischen Systemen und Gebäuden. Ein bisher weitestgehend ungenutztes Potential stellt dabei das kommunale Abwasser dar. Abwasser als Wärmequelle /-senke weist im Vergleich zu konventionellen Erdwärmesonden oder Luftwärmetauschern im Jahresmittel gesehen konstant hohe Jahresmitteltemperaturen von 10 bis 15 °C auf, wodurch ein besonders wirtschaftlicher Betrieb mit einer Wärmepumpe erreicht wird.

Die Emschergenossenschaft beispielsweise hat unter Förderung des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV) die Erstellung einer „Energiekarte“ mit potentiellen Standorten für eine Abwasserwärmenutzungsanlage initiiert.

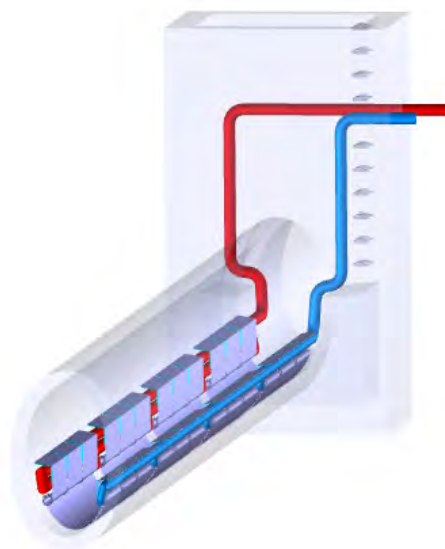


Abb.1 Abwasserwärmetauscher im Kanal eingebaut

Aufgrund besonders hoher Abwassertemperaturen in der Landeshauptstadt Wiesbaden und der räumlichen Nähe zu einem Hauptabwassersammelkanal wurde die Beheizung und Kühlung eines Messe- und Kongresszentrums mittels Abwasserwärmetauscher untersucht. Die Länge des Wärmetauschers beträgt im vorliegenden Fall circa 104 m. Unterstützt wird die Wärmeversorgung durch eine Fernwärmeanbindung des örtlichen Energieversorgers aus einem Biomassekraftwerk, sowie Kompressionskälteanlagen mit Luftwärmetauscher. Der Anteil der Wärmepumpe an der Grundheizlast des Gebäudes von rund 750kW beträgt in der Untersuchung circa 305kW.

Die Kälteleistung der Wärmepumpe liegt bei maximal 285kW. Der Vergleich dieser Anlagentechnik erfolgte mit einer konventionellen Luftwärmepumpe und einer Erdwärmepumpe hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit über einen Betriebszyklus von 20 Jahren.

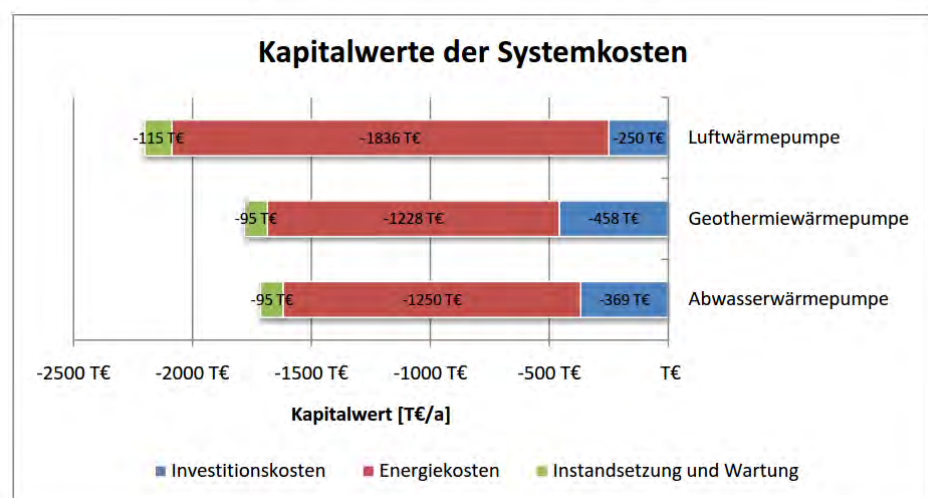


Abb.2 Kapitalwerte der Systemkosten über 20 Jahre

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass bei ausgewogenem Heiz- und Kühl-lastanteil der Abwasserwärmetauscher die wirtschaftlichste Variante darstellt. Je größer der Heizlastanteil, desto wirtschaftlicher stellt sich die Abwasser-wärmepumpe im Vergleich zur Erdwärmepumpe dar. Die Erdwärmepumpe ist bei steigendem Kühllastanteil aufgrund der Freikühlung im Vorteil.

Die Luftwärmepumpe hingegen weist die höchsten Energiekosten auf und ist als unwirtschaftlichste Lösung zu sehen. Im Sanierungsfall oder wenn die anderen Systeme zum Beispiel auf Grund beengter Platzverhältnisse nicht zum Einsatz kommen können, ist sie im Vorteil.

Florian Fellmann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Dr. Arnd Schmücker

Datum des Kolloquiums:

23. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Master-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Open Grid Europe GmbH, Essen



Durch den immer weiter voranschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien fehlt es derzeit an Möglichkeiten den Strom zu speichern oder an den geografischen Verbrauchsschwerpunkten anzubieten, die sich von den Orten der Stromproduktion häufig unterscheiden. Hier könnte das Erdgasnetz ein potenzieller Partner werden. Das Erdgasnetz bietet drei verschiedene Möglichkeiten zur Energieverschiebung. Das ist zum einen die Power-to-Heat-Technologie, als zweites die Power-to-Compression-Technologie, und die Power-to-Gas-Technologie.

Stellvertretend für diese drei Möglichkeiten wird in dieser Masterarbeit eine bivalente GDRM-Anlage mit einer elektrischen Vorwärmanlage beschrieben. Die elektrische Vorwärmung kann negative Sekundärregelenergie (SRL) anbieten und dadurch überschüssigen Strom aufnehmen und fossiles Erdgas einsparen.

Dazu wird der Regelenergiemarkt in seiner Funktionsweise, Entwicklung und Präqualifikation näher beschrieben. Da die Open Grid Europe GmbH (OGE) ein Transportnetzbetreiber ist und von der Bundesnetzagentur (BNetzA) überwacht wird, müssen die regulatorischen Rahmenbedingungen für Gastransportanlagen eingehalten werden.

Zur Auswahl einer geeigneten GDRM-Anlage werden die Auswahlkriterien beschrieben und anhand dieser im Netz der OGE die erste geeignete GDRM-Anlage Niederbonsfeld ausgewählt. Diese entspricht den geforderten Anforderungen am besten.

Da eine bivalente GDRM-Anlage, also eine Anlage die leistungsfähiger als erforderlich ist und damit nicht die günstigste Lösung darstellt, durch die BNetzA nicht genehmigt werden kann, müssen die finanziellen Aspekte allein durch die Teilnahme am Regelenergiemarkt erarbeitet werden.

Ein Ergebnis der Masterarbeit war, dass eine bivalente GDRM-Anlage ein erster guter Schritt zur Kopplung der Strom- und Erdgasnetze ist. Allerdings kann die Realisierung einer solchen Anlage noch an gesetzlichen und wirtschaftlichen Hürden scheitern. Hier gibt es allerdings Möglichkeiten diese aus dem Weg zu schaffen, um das Erdgasnetz in Zukunft als wirklichen Partner der Energiewende zu etablieren.

Andreas Fischbach M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

13. Mai 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

ENERCON GmbH, Aurich



Der mittel- bis langfristige Umbau der heutigen Energieversorgungsstruktur in Deutschland, hin zu einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Energieinfrastruktur, ist erklärtes Ziel der Bundesregierung. Im Stromsektor wurden hierbei in den vergangenen Jahren schon gute Fortschritte erzielt. Für das Jahr 2015 weisen vorläufige Angaben einen Anteil der erneuerbaren Energien von 30,1 % an der Bruttostromerzeugung in Deutschland aus. Der starke Zubau neuer dezentraler Stromerzeugungsanlagen führt jedoch zu Engpässen im Stromnetz. Für das Jahr 2015 wird davon ausgegangen, dass sich die Ausfallarbeit, welche durch Einspeisemanagement-Maßnahmen verursacht wurde, auf mehr als 3 % der gesamten erneuerbaren Nettostromerzeugung beläuft. Damit hätte sich diese Ausfallarbeit in den Jahren 2014 und 2015 jeweils verdreifacht.

Vor diesem Hintergrund und den damit verbundenen Herausforderungen ist der Bedarf an Technologien und Konzepten zur Speicherung offensichtlich. Ebenso schlüssig ist die zukünftige Notwendigkeit der Verstetigung erneuerbarer, volatiler Stromerzeugung, wie der Wind- und Sonnenenergie. Angesichts der Entwicklungen und der Zielausrichtung muss schon jetzt der Weg bereitet werden, um in den kommenden Jahren marktreife und einsatzfähige Lösungen aufweisen zu können.

In dieser Arbeit werden mögliche Lösungsansätze aufgewiesen. Anlass hierfür ist ein konkretes Projekt in der Stadt Haren, in welchem die Errichtung eines Windparks, verbunden mit einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der Verstetigung und Speicherung von Windenergie, geplant ist. Für die Stadt Haren ist dieses Projekt Teil ihres langfristigen Zieles: der hundertprozentigen Versorgung aus erneuerbaren Energien. Zusätzlich zu den theoretischen Lösungsansätzen der oben genannten Herausforderungen behandelt diese Arbeit also auch den konkreten Bezug einzelner Lösungsansätze auf die Situation in der Stadt Haren.

Die Arbeit bietet einen ersten Einstieg in die Thematik über eine Darstellung bereits realisierter Stromspeicherprojekte. Anschließend erfolgt die theoretische Beschreibung verschiedener Technologien und Betriebsweisen zur Verstetigung und Speicherung von Strom.

In Folge wird die aktuelle Stromversorgungssituation der Stadt Haren am Referenzjahr 2014 dargestellt und es wird die Änderung der Versorgungssituation durch den geplanten Windpark und das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben simuliert (s. Abb. 1).

Als ein wesentlicher Kennwert der Anpassung der Stromerzeugung an den regionalen Bedarf wird hier der zeitliche Deckungsgrad verwendet. Der zeitliche Deckungsgrad gibt den Prozentsatz der Jahresviertelstunden an, während derer die Stromnachfrage in der Stadt Haren durch die Stromerzeugung in der Stadt Haren vollständig gedeckt werden kann. Dieser zeitliche Deckungsgrad lässt sich durch die Realisierung des geplanten Projektes von 45 % auf 70 % anheben.

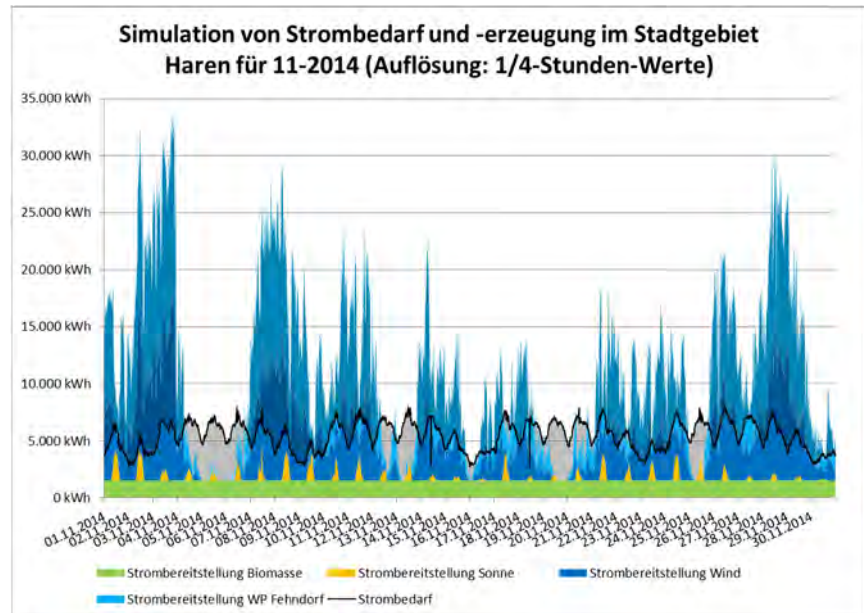


Abbildung 1: Simulation von Strombedarf und -erzeugung im Stadtgebiet Haren für November 2014 inklusive des geplanten Windparks Haren-Fehndorf mit Viertelstundenwerten in kWh

Als Ergebnis der Arbeit lässt sich festhalten, dass wesentliche Techniken der Verstetigung und Speicherung erneuerbarer, volatiler Stromerzeugung bereits vorhanden sind. Es wird weiterhin deutlich, dass es nicht etwa einer einzelnen Technologie bedarf, sondern dass die Lösung in einer Mischung unterschiedlicher Technologien liegt, deren Vorteile sich gegenseitig ergänzen. So werden zum Beispiel „Energiespeicher“ benötigt, welche über eine hohe Speicherkapazität verfügen und dadurch Strom über einen längeren Zeitraum speichern können. Gleichzeitig besteht ein Bedarf an „Leistungsspeichern“, welche eine hohe installierte Leistung aufweisen und damit innerhalb von kurzer Zeit große Energiemengen bereitstellen können, zum Beispiel zur Glättung von Leistungsgradienten von Windenergieanlagen. Nicht zuletzt bedarf es auch Technologien, die es ermöglichen, die Stromüberschüsse aus erneuerbaren Energien auch für andere Anwendungsbereiche, wie etwa dem Wärme- oder Verkehrssektor, zugänglich zu machen.

Auch wenn die technologischen Lösungsmöglichkeiten grundsätzlich vorhanden sind, beinhalten sie jedoch auch noch ein großes Optimierung- und Kostensenkungspotenzial. Nur wenn die Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen vorangetrieben wird, kann auch gewährleistet werden, dass der Weg hin zu einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Energieversorgungsinfrastruktur verzögerungsfrei und kostensparend vollzogen werden kann.

Alan Fischer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner

Datum des Kolloquiums:

05. Januar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

BMW Werk, Leipzig



Die heutige Energieversorgung befindet sich mitten im Wandel von einer hauptsächlich zentralen Versorgungsstruktur hin zu einer Versorgung aus zentralen und dezentralen Anlagen. Dadurch ist es vor allem für große Industrieunternehmen bedeutsam, auf eine dezentrale Energieversorgung zu setzen. Zum einen ist dies im Vergleich zur herkömmlichen Energieerzeugung wirtschaftlicher und zum anderen kommt BMW damit den Forderungen der Politik nach.

Im BMW Werk Leipzig sind bereits dezentrale Energieerzeugungsanlagen in Form von Windkraftanlagen, Photovoltaikkollektoren und Blockheizkraftwerken installiert. Um die internen Energieziele erreichen zu können, ist es notwendig, eine hohe Anlagenverfügbarkeit der Energieerzeugungsanlagen zu gewährleisten. Aus diesem Grund ist die Verfügbarkeit des BHKWs, mit Schwerpunkt auf die strukturellen Aspekte, untersucht worden.

Von Jenbacher, dem Hersteller des BHKWs, ist eine Verfügbarkeit des BHKWs von 90 % pro Jahr vorgegeben worden. Das bedeutet, dass das BHKW jedes Jahr mindestens ca. 7 900 Stunden ohne Störung in Betrieb sein sollte. Jedoch hat sich die Verfügbarkeit des BHKWs in den letzten Jahren bei um 80 % eingeordnet.

In den ersten neun Monaten im Jahr 2016 hat die Verfügbarkeit nur noch bei 65 % gelegen. Das BHKW am Standort Leipzig wird von einem Dienstleister betrieben und überwacht. Dadurch hat BMW keinen exakten Überblick über Anlagenstillstände und die daraus resultierende Verfügbarkeit.

In dieser Bachelorarbeit ist vor allem der Ablauf bei einer Störung des BHKWs beschrieben und optimiert worden. Dabei haben die Aspekte Dokumentation, Kommunikation und Instandhaltung im Mittelpunkt gestanden.

Die Kommunikations- und Dokumentationsprozesse während und nach einer Anlagenstörung wurden so optimiert, dass in Zukunft eine bessere Übersicht der Störungen entsteht und zukünftige Anlagenstillstände vermieden werden können.

Des Weiteren ist die Instandhaltungsstrategie den Anforderungen an einer hohen Verfügbarkeit angepasst worden. Schon bei der Auswahl der zu optimierenden Aspekte lag der Fokus darauf, dass eine Steigerung der Verfügbarkeit schnell und unkompliziert möglich ist.

Darüber hinaus ist darauf geachtet worden, dass diese Optimierungen auch einer Absicherung der Verfügbarkeit des BHKWs dienen

Ein Großteil der Optimierungen betrifft dabei den Dienstleister. Um die Umsetzung der Optimierungen gewährleisten zu können, ist ein Anreizsystem erstellt worden. Dabei wird der Dienstleister bei einer Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit im Vergleich zu den Vorjahren belohnt.

Die Ergebnisse dieser Bachelorarbeit dienen dazu, die Anlagenverfügbarkeit des BHKWs durch strukturelle Maßnahmen zu optimieren und abzusichern.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

16. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik



Der Energieverbrauch der Weltbevölkerung wird mindestens bis zum Jahr 2050 weiter steigen. Bereits jetzt ist die Reichweite fossiler Energieträger absehbar. Das zwingt die Länder sich nach Alternativen umzusehen. Dafür wurden zunächst die regenerativen und fossilen Energieträger beschrieben und die Vor- und Nachteile jedes einzelnen aufgelistet. Um die Möglichkeiten eines Landes herauszuarbeiten wurde auf die globalen Vorkommnisse und Intensitäten der Energieträger eingegangen.

Nachfolgend wurden aus Verbrauchs- und Produktionszahlen der Energiemix und die Importabhängigkeit nach Energieträgern von 13 ausgewählten Ländern im Bezugsjahr 2014 bestimmt. Mithilfe dieser Werte wurde der EIF „Energy-Independent-Factor“ berechnet, der einen Aufschluss über die Energieabhängigkeit von Drittländern gibt.

Die Formel lautet:

$$\text{„EIF“} = \sum (\text{Importabhängigkeit } \{I\}) \cdot (\text{Anteil am Primärenergieverbrauch } \{P\})$$

Ausgeschrieben:

$$\text{„EIF“} = \{(I_{\text{Erdöl}} \cdot P_{\text{Erdöl}}) + (I_{\text{Erdgas}} \cdot P_{\text{Erdgas}}) + (I_{\text{Braunkohle}} \cdot P_{\text{Braunkohle}}) + (I_{\text{Uran}} \cdot P_{\text{Uran}})\}$$

Anhand dieser Messwerte wurden für eine dynamische Analyse 4 Länder ausgewählt, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausgangspositionen ein besonders differenziertes Bild ergeben. Dafür wurden ein energiereiches Land (Norwegen), ein energiearmes Land (Japan), ein Vorreiter in der Energiewende (Dänemark) und als Referenzland Deutschland ausgewählt.

Anhand politischer Beschlüsse und klimatischen Zielen wurden die Energieverbräuche und -produktionen nach Energieträgern für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 prognostiziert. Mit Hilfe dieser prognostizierten Werte wurden die Analysen aus dem vorherigen Kapitel wiederholt und der Energiemix, die Importabhängigkeit und der EIF bestimmt.

Durch die grafische Darstellung des Wandels von Energiemix und EIF konnten erste Tendenzen erkannt und herausgearbeitet werden. Diese Ergebnisse wurden nach Stärken und Schwächen analysiert und kritisch durchleuchtet.

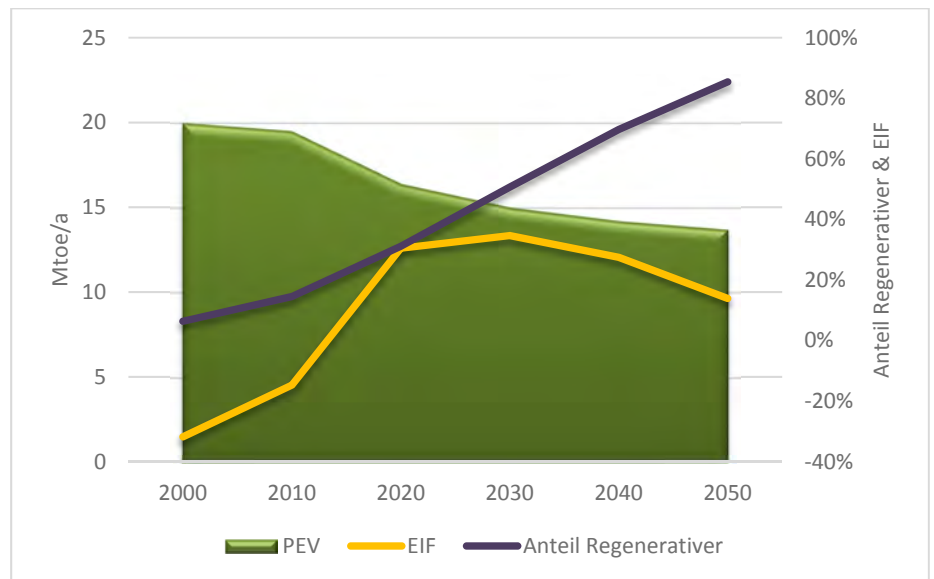


Abb. 1 Primärenergieverbrauch (PEV) in Mtoe/a; Anteil regenerativer Energien in % und Energieabhängigkeit (EIF) in % von Dänemark von 2000 bis 2050

In Abbildung 1 zeigt, wie die Energieabhängigkeitslinie (EIF, gelb) erst aufgrund des Exportüberschusses von Öl und Gas negativ ist. Mit dem Rückgang der Förderung wird Dänemark zunehmend von Drittländern abhängig und der EIF steigt im Jahr 2030 auf über 30 %. Nur durch den Ausbau der regenerativen Energien kann die Abhängigkeit reduziert und die energetische Versorgungssicherheit bei immer knapper werdenden Ressourcen gewährleistet werden.

Klaus Flottmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

26. August 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

arvato AG / Bertelsmann SE & Co. KGaA, Gütersloh



Im Jahr 1999 wurde der Bereich Druck und Industrie der Bertelsmann AG in arvato AG umbenannt und entsprechend umstrukturiert. Damit wurde der Dienstleistungsbereich des Verlags auch für externe Kunden geöffnet. Das Ziel der Firma wurde unter dem Slogan zusammengefasst: „High-Tech und Medienproduktion und Multimedia Dienstleistungen“

In diesen Bereich fällt die arvato distribution GmbH mit Sitz in Harsewinkel, Gottlieb-Daimler-Str. 1 bis 3. Dieses ist ein Logistikstandort an dem u.a. Mobilfunk- und Healthcare- Produkte (Medikamente) gelagert und kommissioniert werden. Für die Dimensionierung des BHKW soll hier eine der drei Hallen betrachtet werden. Intern wird die Halle mit HW1 bezeichnet. Diese Halle besteht aus insgesamt zehn Halleneinheiten (Modul A – J) mit vier Ebenen. HW1 wurde 1995 gebaut. Die Nutzfläche liegt bei 49.765 m².

Zur Wärmeerzeugung stehen der Halle zwei NT-Kessel Baujahr 1994/1998 zur Verfügung. Aufgrund des Alters der Kessel soll ein neues Konzept der Beheizung und der Energieersparnis im Bereich von HW1 eingesetzt werden.

Aus dem Grund, dass die alte Heizungsanlage saniert werden soll, wird mit dieser Bachelorarbeit untersucht, wie ein Blockheizkraftwerk dimensioniert sein sollte, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten. Zum anderen wird die Kostenentwicklung der kommenden Jahre untersucht und die allgemeine Wirtschaftlichkeit der Entscheidung BHKW dargelegt.

Zwei BHKW-Modelle eines Herstellers wurden ausgesucht, die gut in das Datenschema der Lastgangauswertung passten.

Das eine Model, **2G® agenitor 206**, mit einer Höchstleistung von 253kW_{th} und 220kW_{el} moduliert bis 50% und kann dadurch eine Wärmearbeit von 1,22 GWh/a ca. 69 % des Wärmebedarfs decken, die Deckung des Stromanteils liegt bei etwa 30%.

Beim zweiten Model, **2G® agenitor 404c**, liegen die Werte der eigenen Leistung bei 168kW_{th} und 160kW_{el} bei einer Deckung von ca. 53%_{th} und 27,5%_{el}.

Der „Return on Investment“ ist beim **agenitor 206** nach ungefähr 3 Jahren und 3 Monaten erreicht. Ab diesem Punkt kann mit einer **Einsparung zum bisherigen System** von bis zu **73.000€ pro Jahr** bei einer Steigerungsrate von ca. 3.2% pro Jahr gerechnet werden, wenn man die jetzige Konstellation der Energiewirtschaft betrachtet.

Beim **agenitor 404c** ist der „Return on Investment“ nach etwa 3 Jahren und 4 Monaten erreicht. Danach beträgt die **Einsparung ca. 63.000€ pro Jahr** bei ähnlicher Steigerungsrate.

Es zeigt sich durch diese Berechnung, dass die Investition in ein BHKW eine sehr gute Variante zur Modernisierung der bestehenden Heizungsanlage ist. Zur Abdeckung der Spitzenleistungen, die das BHKW nicht abfangen kann, wird weiterhin einer der vorhandenen NT-Kessel benötigt.

Für die Zukunft könnten sich mit dieser Investition weitere, möglicherweise noch kostensparendere Konstellationen ergeben. Da in dem Objekt auch große Bereiche unterschiedliche Kälteleistung benötigt wird, wäre auch der Einsatz einer Absorptions-Kältemaschine eine Erweiterung, bei dem das BHKW weiter ausgelastet werden kann.



Katrin Frey M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
 Franz Beckmann M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

13. September 2016

 Studium:
 Studienrichtung:

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

In Kooperation mit:

eta.hoch.zwei GmbH, Münster



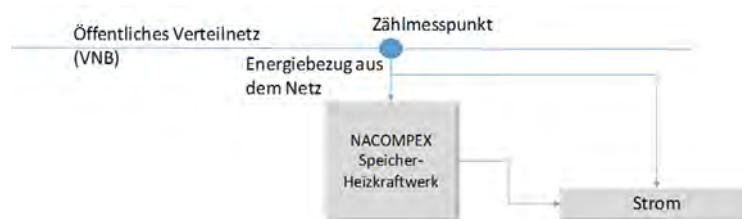
Der Klimaschutz als eines der Hauptziele der Energiewende kann nur durch eine Reduzierung von Treibhausgasen erreicht werden. Dem Ausbau von erneuerbaren Energien wird dabei eine Schlüsselrolle zugeteilt, da durch dessen Einsatz ein erheblicher Anteil der CO₂-Emissionen gesenkt werden kann. Aufgrund der fluktuierenden Erzeugung dieser Anlagen gibt es zwischen Produktion und Bedarf eine zeitliche Diskrepanz, die es auszugleichen gilt.

Ein weiteres Problem zeigt sich im Betrieb eines BHKWs, deren Potenzial aufgrund der gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion nicht vollständig genutzt werden kann. Zudem gibt es, bedingt durch verschiedene Prozesse ein großes Dargebot an Abwärme in der Industrie, die nicht genutzt und zum Teil über Rückkühlwerke unter Energieeinsatz gekühlt werden muss. Ein Energiespeicher, der zur Lösung dieser Problematiken eingesetzt werden kann, ist das NaCompEx-Speicherheizkraftwerk. Dieses Verfahren bietet aufgrund einer flexiblen Fahrweise die Möglichkeit zur Aufnahme von Strom und Wärme sowie einer anpassungsfähigen und bedarfsgerechten Auspeisung dieser.

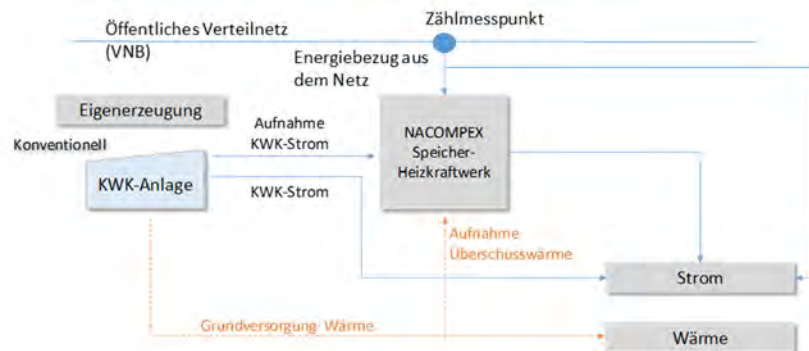
Diese Flexibilität schafft die Voraussetzung für individuelle und angepasste Einsatzmöglichkeiten des Speichers in Industrieunternehmen. So lässt sich mit diesem Verfahren nicht nur die fluktuierende Erzeugung ausgleichen, sondern zusätzliche Wertschöpfungspotenziale durch Aufnahme von Abwärme erwirtschaften.

Ziel der Arbeit war es, eine Wegrichtung aufzuzeigen, bei denen technische und wirtschaftliche Lösungsansätze für den Einsatz des NaCompEx-Speicherheizkraftwerks für Industriekunden ergründet und Bedingungen aufgestellt werden, unter denen der Speicher wirtschaftlich einsetzbar ist. Dabei konnten folgende Geschäftsmodellen erarbeitet und anschließend dimensioniert sowie wirtschaftlich untersucht werden:

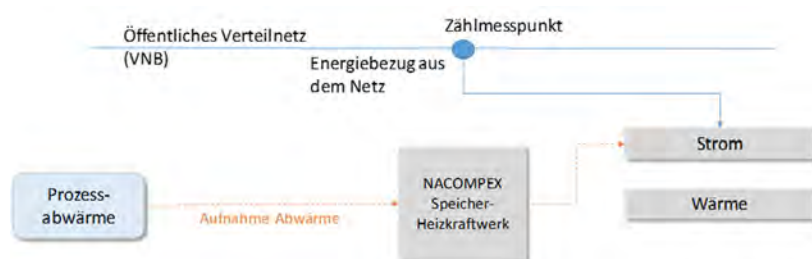
Modell 1: Einsatz des Speichers zum Ausgleich von Lastspitzen bei Strombezug aus dem Netz



Modell 2: Einsatz des Speichers in Kombination mit einem BHKW zur Erhöhung der Laufzeit des BHKWs



Modell 3: Einsatz des Speichers zur Aufnahme von Abwärme aus Prozessen im Unternehmen



Mit Hilfe eines selbst erstellten Dimensionierungs- und Kalkulationstools konnten folgende Kapitalwerte und Amortisationsdauern der Modelle ermittelt werden.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Kapitalwert	1.406.144 €	1.627.900 €	1.624.640 €
Dynamische Amortisationszeit	9,9 Jahre	10,6 Jahre	3,8 Jahre

Eine Steigerung des dritten Modells kann durch Teilnahme am Regelenergie-markt erreicht werden, wodurch die dynamische Amortisationszeit auf 3,4 Jahre reduziert werden kann.

Insgesamt ließ sich feststellen, dass das NaCompEx-Verfahren in den untersuchten Modellen wirtschaftlich einsetzbar und somit empfehlenswert ist. Der Einsatz des Speichers muss jedoch, aufgrund der flexiblen Einsatzmöglichkeiten, für jeden Kunden unter Betrachtung der derzeitigen politischen Gesetzeslage und der an dem jeweiligen Standort gegebenen Voraussetzungen individuell geprüft und angepasst werden. Es gibt somit keine Standardlösung und keine fest definierten Kosten und Einsparungen. Darüber hinaus bedarf es weiterem Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der es ermöglicht Berechnungen auf gesicherten Daten sowie Kalkulationen im konkreten Einsatz durchzuführen.

Felix Frie B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

01. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor Raumluf- und Kältetechnik



Mit Hilfe von Klimageräten, die unter anderem Heiz- und Kühleinrichtungen enthalten, ist es möglich, unabhängig von der Außentemperatur in geschlossenen Räumen jedes gewünschte Klima herzustellen. Viele Erzeugnisse unserer modernen Wirtschaft lassen sich dadurch überhaupt erst bearbeiten und herstellen.“ Daher ist es wichtig, dass jede Komponente der Kälteanlagen möglichst ohne große Einschränkungen zu jedem Zeitpunkt die ihr zugeordnete Aufgabe erfüllt.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Untersuchung des Einflusses der Verschmutzung auf die Effizienz von trockenen Rückkühlwerken. Diese haben die Aufgabe, die aufgenommene Wärme aus einem Kälteprozess abzuführen.

Luftgekühlte Verflüssiger, die im Freien aufgestellt werden, sind häufig starker Verschmutzung ausgesetzt. Staub und Schmutz, die in der Luft vorhanden sind, können sich in unterschiedlicher Zusammensetzung auf den Lamellen (Wärmeübergabeflächen) der Verflüssiger festsetzen. Im Frühjahr und im Sommer sind viele Pollen und Gräser in der Luft. Im Herbst fällt Laub von den Bäumen und kann daher für Verschmutzungen sorgen. Auch Abgase aus der Industrie, von Automobilen und durch Haushalte können zu der Verschmutzung an den Verflüssigern beitragen. Bei Verflüssigern mit größerem Lamellenabstand reicht der Luftvolumenstrom oft aus, um den Schmutz durch den Verflüssiger zu transportieren.

Der meist geringe Lamellenabstand bei zwangsbelüfteten Verflüssigern hat hingegen zur Folge, dass sich ein Schmutzfilm auf den Lamellenblöcken bildet (s. Abbildung 16), der die Wärmeübergabe an die Luft verringert. Zusätzlich erzeugt der Schmutzfilm einen Druckverlust, der die Verflüssigerleistung meist stärker beeinflusst, als der eigentliche Schmutz. Oft genügt ein einfaches Absaugen an der Lufteintrittsfläche des Lamellenblocks, da die Verschmutzung im Inneren der Verflüssiger meist gering ist. Der Grund dafür ist, dass der Schmutzfilm wie eine Art Filtermatte wirkt und weiteren Schmutz davon abhält, sich im Inneren des Lamellenblocks abzusetzen.

Ist der Schmutz-/Staubfilm mit Fetten oder Ölen versetzt, müssen Dampfreinigungsgeräte eingesetzt werden, um diesen zu entfernen. Durch die Reinigungsvorgänge, die intervallweise mehrmals im Jahr durchgeführt werden, können auf Dauer minimale Beschädigungen an den Wärmetauscheroberflächen entstehen, die somit die Verflüssigerleistung verringern.

Entwicklung eines Excel-Tools für Vertriebsmitarbeiter und Partnerunternehmen der Waterkotte GmbH zur Konzeptionierung von Wärmepumpenanlagen und automatischen Angebotserstellung für Endkunden

Björn Fritsche M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

08. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Waterkotte GmbH, Herne



In politischen und wissenschaftlichen Kreisen herrscht Konsens darüber, dass für das Gelingen der Energiewende ein weitgehender Umbau der Wärmeverversorgung unabdingbar ist. Zukünftig sollen elektrisch angetriebene Wärmepumpen eine zentrale Rolle bei der Gebäudebeheizung spielen.

Die Waterkotte GmbH als innovativer Wärmepumpenhersteller wird von der Entwicklung des Marktes profitieren. Neben dem Kundenkreis, den Installations- und Planungsunternehmen der technischen Gebäudeausrüstung darstellen, erweitert das expandierende Unternehmen den eigenen Innen- und Außendienst. Dadurch wächst ständig die Zahl der Akteure, die für die Planungsarbeit von Wärmepumpenanlagen bei Waterkotte zuständig sind.

Als Grundlage hierzu dient bisher ein Planungsordner in gedruckter Form, der technische Daten zu den Wärmepumpen, die am häufigsten verwendeten Hydraulikschemata und allgemeine Fachinformationen enthält. Zusätzlich wird eine Preisliste in gedruckter Form verwendet, die neben den Wärmepumpen auch sämtliches Zubehör auflistet. Da sich die Schritte bei der Planung einer jeden Anlage wiederholen und prinzipiell gleichen, entstand bei der Waterkotte GmbH die Idee, diese in einem Tool zu automatisieren, welches die Verwendung von Planungsordner und Preisliste überflüssig macht. Mit einem solchen Tool ließe sich die Planungsarbeit einfacher, schneller und sicherer gestalten, wodurch es vor allem für neue Mitarbeiter, Planungs- und Installationsunternehmen eine große Hilfestellung wäre.

Die Entwicklung eines Tools auf Excel-Basis zur Konzeptionierung von Wärmepumpenanlagen bildete den Hauptbestandteil der Kooperation mit der Waterkotte GmbH während der Anfertigung der Masterarbeit. Das erste Arbeitsblatt des entstandenen Tools verfügt über einen Eingabebereich, der den Anwender mit typischen Abfragen aus der Planungsarbeit konfrontiert. Dort sind unter anderem die Temperaturen von Wärmequelle und -senke im Auslegungspunkt anzugeben, die Heizlast des Gebäudes, eventuell gewünschte Kühlfunktionen sowie der Warmwasserbedarf.

Die Eingabefelder steuern Filter und Berechnungen, die im Hintergrund die den Anforderungen am besten entsprechenden Wärmepumpen aus dem Produktportfolio auswählen und dem Anwender vorschlagen.

Aus maximal zwei Vorschlägen kann dieser ein Gerät wählen, mit dem weiter verfahren wird.

Die getätigten Eingaben zur Hydraulik führen in Kombination mit der gewählten Wärmepumpe zu einem bestimmten Hydraulikschema, das aus einer hinterlegten Matrix ausgelesen und dem Anwender neben dem Eingabebereich dargestellt wird. Auch weitere zur Wärmepumpenanlage gehörige Komponenten, wie z. B. Pufferspeicher, Wärmetauscher und Motorkugelhähne werden automatisch bestimmt, aus einer Datenbank ausgelesen und unter dem Hydraulikschema mit Artikelnummern und Preisen aufgelistet.

Installationsunternehmen können auf einem zweiten Arbeitsblatt ihre Rabatte angeben, die ihnen die Waterkotte GmbH auf die Listenpreise der Komponenten gewährt. Die rabattierten Komponenten können in Form einer Bestellliste gedruckt oder als PDF gespeichert werden. Ein drittes Arbeitsblatt bietet eine Wirtschaftlichkeits- und CO₂-Betrachtung, in der die konfigurierte Wärmepumpenanlage einer Gasbrennwerttherme gegenübergestellt werden kann. Automatisch berechnet und berücksichtigt werden die staatliche Investitionsförderung für die Wärmepumpe sowie eventuelle Erschließungskosten für die Wärmequelle.

Wird die Planungsarbeit für eine bestimmte Wärmepumpenanlage zu Testzwecken zunächst mit Planungsordner und Preisliste durchgeführt und im Anschluss erneut mit dem Excel-Tool, zeigt sich sofort dessen Potential. Während im ersten Durchgang noch die Wasser/Wasser-Wärmepumpe mit einer bestimmten Heizleistung in den Unterlagen gesucht wird, stehen im zweiten Durchgang bereits die passende Durchflussmengenüberwachung, der Zwischenkreiswärmetauscher, der Pufferspeicher und das Anschlusszubehör fest. Ein großer Vorteil ist, dass der Anwender im Tool wesentlich weniger Abfragen beantworten muss, weil vieles über Verknüpfungen im Hintergrund automatisch zugewiesen wird. Komponenten falsch auszuwählen oder zu vergessen ist damit unmöglich.

Der Anlagenkonfigurator bietet der Waterkotte GmbH eine enorme Zeitersparnis bei der Konzeptionierung von Wärmepumpenanlagen und erhöht darüber hinaus die Planungssicherheit.

Lena Funkenmeier B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

09. Mai 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Sanitärtechnik

In Kooperation mit:

Hubert Niewels GmbH, Bad Lippspringe



In den aktuellen Ereignissen und auch im täglichen Geschehen der Gesundheitspolitik ist die Trinkwasserqualität noch nie so stark im Fokus gewesen wie in den letzten Jahren. So beurteilt das Unternehmen Viega GmbH & Co. KG: „Schließungen von Nobel-Hotels, Austausch neuer Installationen und Regressforderungen sind nur ein Teil der Folgen, die auf eine mikrobiologische oder chemische Verunreinigung folgen können.“

Hieran wird deutlich, welche täglichen Herausforderungen die Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser mit sich bringt. Es ist das Lebensmittel mit den strengsten Vorschriften und höchsten Qualitätsanforderungen. Deshalb sollte der Schutz des Trinkwassers als oberste Priorität bei Trinkwasserinstallationen angesehen werden.

Diesem Leitsatz folgend war es das Ziel dieser Arbeit, ein Sanierungskonzept für ein Trinkwassersystem für ein sich im Betrieb befindendes Krankenhaus zu erarbeiten. Denn gerade in Krankenhäusern gibt es eine ganze Reihe von Gefahrenquellen, die eine einwandfreie Trinkwasserqualität beeinträchtigen können. Der Grund dafür liegt in der stetig wachsenden Komplexität der Trinkwasser-Rohrleitungsnetze, die mehrfach umgebaut und erweitert werden. Außerdem zählen die immunschwachen Patienten zu den Risikogruppen für wasserassoziierte Infektionen. Infolgedessen kommt gerade in Krankenhäusern der Trinkwasserqualität eine erhöhte Wichtigkeit zu.

Zu Beginn der Arbeit erfolgte die Bestandsaufnahme, in welcher der Istzustand des Systems vorgestellt und Gründe für eine Sanierung herausgearbeitet wurden. Basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, wurde der Umfang der Sanierung ausgemacht. Final wurde ein theoretischer Ausblick über die Umsetzung des Sanierungskonzepts während des Krankenhausbetriebes gegeben.

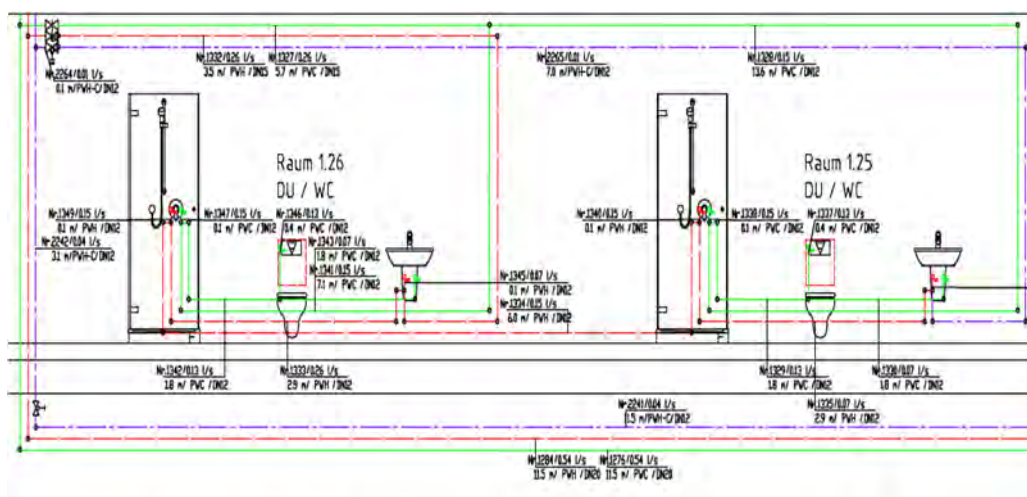
Die Bestandsanalyse zeigte, dass eine Sanierung des gesamten Trinkwassernetzes zwingend erforderlich ist. Angesichts der Anzahl der Mängel und deren Tragweite war keine Erhaltungswürdigkeit auszumachen. Das Ziel der neu ausgearbeiteten Trinkwasserinstallation ist ein hygienisch einwandfreies Trinkwassernetz, aufgebaut nach den anerkannten Regeln der Technik.

Die Planung der neuen Trinkwasserinstallation wurde mithilfe der Viptool Engineering Software der Firma Viega GmbH & Co. KG durchgeführt. Das Programm diente zur Zeichnung, Berechnung und Massenermittlung für die neu

geplante Trinkwasserinstallation. Die Berechnung erfolgte dabei nach DIN 1988-300.

Den Schwerpunkt des Sanierungsvorschlages bildeten verschiedene Konzepte, bezüglich der Anbindung von Entnahmestellen, um den regelmäßigen Wasseraustausch sicherzustellen. Da ein Krankenhaus auch einem gewissen Kostendruck unterliegt, soll die neue Trinkwasserinstallation weitestgehend auf kostspielige Spülstationen und auf einen hohen personellen Aufwand zur Einhaltung von Spülplänen verzichten können. Stattdessen soll der Wasseraustausch größtenteils auf natürlichem Wege, durch den täglichen Krankenhausbetrieb, sichergestellt werden. Diesem Gedankengang folgend, ergab sich ein neues Strangschemata (siehe Abbildung). Aus diesem wurden exemplarisch einzelne Trinkwasserinstallationen herausgegriffen, um das gewählte Konzept zum Erhalt der Trinkwassergüte illustrieren zu können.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eins der Konzepte (Beispiel Patientenzimmer) in Form des berechneten Strangschemas.



Michael Galgus B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

25. November 2016

Studium:
Studienrichtung:

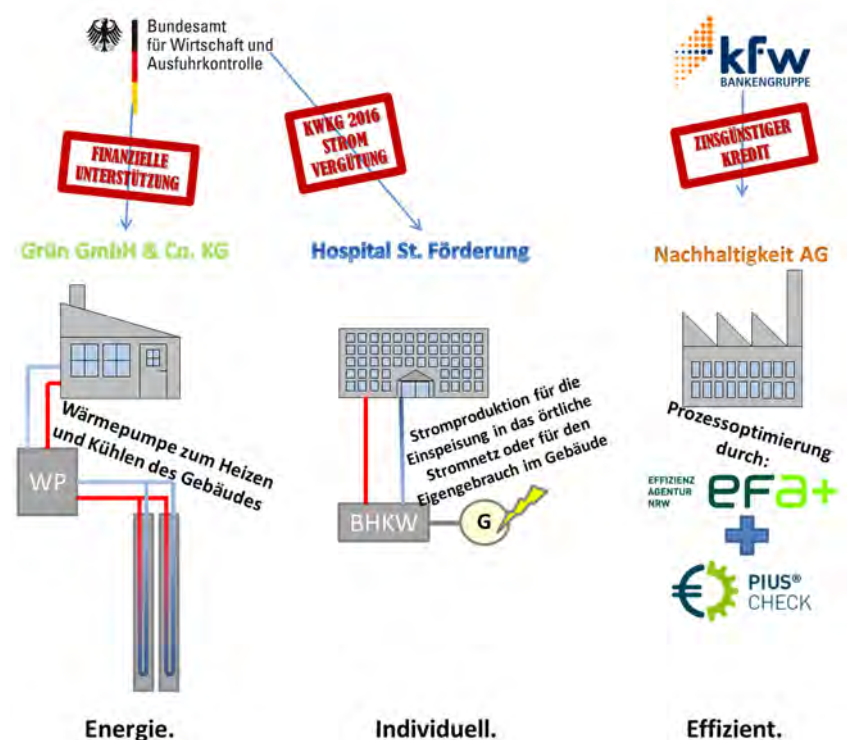
Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

encadi GmbH, Münster



Das Thema Klimaschutz hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Naturkatastrophen, die aufgrund von Umweltverschmutzung entstanden sind, haben für Mensch und Tier gravierende Folgen. Stetiges Wachstum von Industrie, Bevölkerung und Städte sind der Grund hierfür. Nach permanenter Belastung der Umwelt hat der Mensch endlich einen Handlungsbedarf erkannt und Gegenmaßnahmen ergriffen. Ziele mit zeitlichen Limits wurden formuliert und die Umsetzung mit gesetzlichen Verordnungen geregelt. Dadurch will der Mensch den bereits entstandenen Schaden eingrenzen und eine Ausweitung verhindern. Diese Arbeit ermöglicht einen Einblick in die deutsche Förderungspolitik und beschreibt die Struktur der Förderungsmöglichkeiten und -programme.



Förderungen spielen im Rahmen der Umsetzung verschiedener Projekte eine wesentliche Rolle. Dabei sollen Unternehmen und private Personen zum Handeln animiert werden. Zuschüsse für energieeffiziente Vorhaben bilden die

Grundlage. Somit war das Ziel dieser Arbeit, einen Leitfaden im Förderungsbereich zu entwickeln.

Angefangen mit entsprechenden Gesetzgebungen, Ministerien und Institutionen wurden Grundlagen für die Entwicklung der Förderungen geschaffen. Der Fokus wurde auf die Deutsche Bundesregierung gelegt, da sich diese im Rahmen des Kyoto-Protokolls zum Handeln verpflichtet hat.

In einem selbst entwickelten Mind-Map Arbeitstool wurden anschließend relevante Daten und Fakten zusammengetragen. Die Grundidee bestand darin, einem Antragsteller die wichtigsten Informationen für die Beantragung darzulegen. Dabei wurde eine einfache und leicht überschaubare Struktur für das Arbeitstool vorausgesetzt. Die Idee lag nahe, relevante Förderungen in eine Mind-Map zu verpacken.

Dieses Verfahren wird in vielen Unternehmen schon lange angewandt, um Strukturierungen von unternehmerischen Hierarchien oder Planung von Arbeitsprozessen darstellen zu können. Es liefert jede Menge Möglichkeiten der Strukturierung und ist simpel wie auch effektiv. Kunden und Mitarbeiter können sich infolgedessen eine schnelle Erstinformation einholen und ihre Projekte besser planen. Hier wurde der Fokus auf laufende Projekte und bestehende Kunden der Firma encadi GmbH gelegt.

Im Rahmen einer exemplarischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde anschließend der Nutzen des Mind-Map Arbeitstool vorgestellt. Durch einen Vergleich zwischen einer Investition mit Förderungen und ohne Förderungen, wurde der wirtschaftliche Nutzen für Unternehmen eindeutig beziffert.

Durchführung eines Energieaudits nach DIN EN 16247-1 am Beispiel einer Pflegeheimgruppe

Julian Glaßmeyer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

24. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

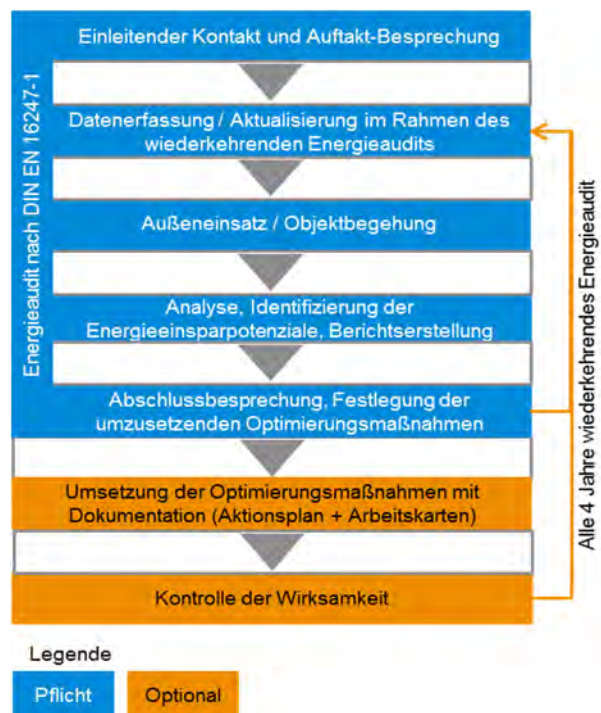
In Kooperation mit:

Bilfinger HSG FM GmbH, Neu-Isenburg



Seit Jahren ist der Umweltschutz ein zentrales Thema der Weltpolitik. Besonders die europäische Union nimmt bei diesem Thema eine zentrale Rolle ein und setzt sich für den Klimaschutz ein. Um einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz zu leisten, hat die europäische Union die am 04. Dezember 2014 in Kraft getretene Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU erlassen. Unter anderem ist in Art. 8 der Energieeffizienzrichtlinie geregelt, dass alle Mitgliedstaaten die Verpflichtung für Unternehmen, die kein kleines und mittleres Unternehmen (KMU) sind, ein Energieaudit durchzuführen, vorsehen müssen. Das Energieaudit muss dabei den Anforderungen der DIN EN 16247-1, entsprechen.

Gemäß der DIN EN 16247-1 ist ein Energieaudit eine „systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse und das Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen zu identifizieren und über diese zu berichten.“ Es besteht aus folgenden Schritten:



Ziel der Bachelorarbeit ist die Analyse und Validierung eines Energieaudits nach der DIN EN 16247-1 in einer Pflegeheimgruppe. Durch den Praxisbezug soll die Sinnhaftigkeit der Durchführung und die Praxistauglichkeit validiert werden. Zusätzlich soll sichergestellt werden, dass die betrachtete Pflegeheimgruppe der Energieauditpflicht nach Art. 8 des EDL-G nachkommt. Dabei werden die Energieeinsätze und Energieverbräuche des Unternehmens aufgenommen und analysiert. Darauf basierend werden anschließend Maßnahmen zur Einsparung von Energie und zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert. Diese Maßnahmen werden monetär durch Investitions-/ Wirtschaftlichkeitsberechnungen bewertet.

Das betrachtete Unternehmen ist eine Pflegeheimgruppe, die über 15 Pflegeeinrichtungen verfügt und etwa 1.700 Mitarbeiter beschäftigt. Aufgrund der hohen Anzahl an vergleichbaren Standorten wurde das Multi-Site-Verfahren angewendet. Gemäß diesem Verfahren wurden vier Standorte mittels einer Vor-Ort-Begehung analysiert. Während der Begehungen wurden der technische Ist-Zustand und die Energieverbraucher aufgenommen. Dabei ergaben sich die Verbrauchergruppen Lüftung, Kälte, Heizung, Beleuchtung, Bürogeräte und Küchen- und sonstige Geräte.

Die Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs des Unternehmens erfolgte anhand der Strom- und Gasrechnungen. Im Rahmen der Energiedatenanalyse wurden dem Stromverbrauch die Verbraucher zugeordnet. Dabei wurde festgestellt, dass die Bereiche der Beleuchtung (44 %) und der Büro- und Küchengeräte (35 %) den Großteil des Stromverbrauchs des Unternehmens ausmachen

Auf Basis der Energiedatenanalyse und der Vor-Ort-Begehungen wurden Energieeinsparpotenziale identifiziert. Anhand der Potenziale konnten 30 konkrete Maßnahmen konzipiert werden, die sich auf die vier begangenen Standorte beziehen. Konzipierte Energieeinsparmaßnahmen sind dabei unter anderem Leuchtmittelaustausch, Austausch Umwälzpumpen, Installation Blockheizkraftwerk, Prüfung der Temperaturen und Schaltzeiten der Heizkreise.

Durch die Wirtschaftlichkeitsanalyse aller Maßnahmen wurde deutlich, dass das Unternehmen Energiekosten in Höhe von 138.146 € pro Jahr einsparen kann. Bezogen auf die Gesamtenergiekosten des Unternehmens aus dem Jahr 2014, in Höhe von 2.017.639,45 €, machen diese Maßnahmen ein Einsparpotenzial von 7 % aus. Die Investitionskosten für alle Maßnahmen betragen 603.043 €. Bezogen auf die Einsparungen von 138.363 € pro Jahr ergibt sich eine Gesamtamortisationszeit von 4,36 Jahren. Durch die Umsetzung aller Maßnahmen kann das Unternehmen die CO₂-Emissionen um insgesamt 441 Tonnen pro Jahr reduzieren.

Mit der Durchführung des Energieaudits nach DIN EN 16247-1 wurde das Unternehmen zertifiziert und ist der Energieauditpflicht nachgekommen.

Het volgende waterstoffreinstation is Muenster - Einsatz wasserstoffbetriebener Schienenfahrzeuge versus Elektrifizierung der Bahnstrecke Münster - Enschede

Eric Golbs M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

19. Januar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik



Für das Gelingen der Energiewende sind neben den Anstrengungen im Bereich der Erneuerbaren Energien und Steigerung der Energieeffizienz auch Maßnahmen im Verkehrssektor notwendig. Mit einem Anteil von 30,4 % am gesamten Endenergiebedarf besitzt der Verkehrssektor in Deutschland einen großen Einfluss.

Insbesondere im Personenverkehr gibt es zahlreiche Möglichkeiten einen Beitrag zur Senkung des Energiebedarfs. Neben dem Ausbau des Schienenverkehrs und einem verbesserten Angebot zur Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs, bietet insbesondere die stärkere Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energie im Bahnverkehr ein großes Potenzial. In Deutschland sind erst 59 % der Bahnstrecken mit einer Oberleitung elektrifiziert. Die weiteren Strecken werden mit Dieselfahrzeugen betrieben. Im Münsterland betrifft es mehrere Bahnstrecken, darunter auch die RB64 zwischen Münster und Enschede. Für die Elektrifizierung dieser Bahnstrecke wären Investitionskosten von über 96 Mio. Euro notwendig. Den hohen Investitionskosten stehen mehrere betriebliche Vorteile, wie günstige Betriebs- und Wartungskosten, keine lokale CO₂-Emissionen sowie gute Leistungseigenschaften gegenüber.

Seit dem Jahr 2014 gibt es in Deutschland öffentliche Bestrebungen von Politik und Wirtschaft den Einsatz von elektrischen Eisenbahnen ohne Oberleitung voranzutreiben. Mit Hilfe des Einsatzes von Wasserstoff und Brennstoffzellen zum Betrieb einer Eisenbahn können die Vorteile elektrischer Bahnen genutzt werden, ohne dass hohe Investitionskosten in die Oberleitungsinfrastruktur notwendig sind. Diese Brennstoffzelleneisenbahnen werden auch „Hydrail“ genannt. Die Bestrebungen waren bisher eher im Bereich von Forschung und Entwicklung sowie die Überlegungen zum flächendeckenden Einsatz von Wasserstoffeisenbahnen eher theoretischer Natur. Im Herbst 2016 wurden durch das Unternehmen Alstom und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur konkrete Pläne für ausgewählte Strecken und dem zukünftigen Betrieb vorgestellt. Daraus lassen sich für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur für Brennstoffzelleneisenbahnen im Münsterland Investitionskosten in Höhe von etwa 12 Mio. Euro ermitteln, die in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung den Investitionskosten einer Elektrifizierung der Strecke gegenüberstehen.

Für den weiteren wesentlichen Punkt, der Beschaffungskosten für die Brennstoffzelleneisenbahn, gibt es noch keine Angaben, da es sich um Fahrzeuge im Testbetrieb handelt und die Produktion der Fahrzeuge noch nicht von Skaleneffekten profitieren kann.

Für den Betrieb der Brennstoffzelleneisenbahnen auf der Bahnstrecke Münster-Enschede mit einer jährlichen Streckenleistung von etwa 1,1 Mio. km werden pro Jahr etwa 4,0 Mio. Nm³ Wasserstoff benötigt. Zur Herstellung des Wasserstoffs im Elektrolyseverfahren sind 16,8 GWh elektrischer Strom notwendig.

Damit Brennstoffzelleneisenbahnen auch im Betrieb keine indirekte CO₂-Emissionen besitzen, muss der Wasserstoff mittels Elektrolyse und Strom aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt werden. Hierzu besteht im Münsterland ein sehr großes Windenergiepotenzial mit derzeit über 900 MW, welche noch durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz bis zu 20 Jahre lang gefördert werden. Ab dem Jahr 2021 fallen jährlich über 50 MW Windenergiekapazitäten aus der EEG-Förderung und deren Stromproduktion stehen für eine Weiternutzung zur Verfügung. Bereits ein einzelner Windpark kann die erforderliche Menge elektrischen Stroms zur Verfügung stellen. Der Weiterbetrieb der Anlagen zur Wasserstoffproduktion, über den Förderzeitraum hinaus, erfordert zusätzliche Maßnahmen für Instandhaltung, strom- und baurechtliche Prüfungen.

Es wurden verschiedene Szenarien der Produktion und Bereitstellung von Wasserstoff kurz diskutiert. Für die Produktion des Wasserstoffs in räumlicher Nähe der Windenergieanlagen sprechen Vorteile, wie das Platzangebot und Faktoren bei den Stromkosten, wie Netznutzungsentgelte sowie weitere Umlagen und die Möglichkeit übergreifend zu produzieren. Dem steht jedoch der Transportaufwand gegenüber. Für die Produktion des Wasserstoffs in räumlicher Nähe der Betankungsanlage der Wasserstoffeisenbahnen sprechen vor allem organisatorische Gründe und der sehr geringe Transportaufwand. Als Nachteil sind hier ungeklärte rechtliche Fragestellungen und Benachteiligungen im Bereich Stromkosten zu nennen. Umlagen und Steuern benachteiligen die Produktion von Wasserstoff klar.

Grundsätzlich wurde in der Arbeit gezeigt, dass es große Fortschritte im Bereich der wasserstoffbetriebenen Eisenbahnen gibt und dass ein großes Potenzial zur Wasserstoffproduktion durch Windenergieanlagen im Weiterbetrieb nach der EEG-Förderung besteht. Auf den bereits geplanten Hydrail-Versuchstrecken werden ab 2018 Erfahrungen zu Brennstoffzelleneisenbahnen gesammelt. In Zukunft können die gewonnen Erfahrungen auf die Bahnstrecke Münster-Enschede übertragen werden, damit hier die ökologischen und technologischen Vorteile von Hydrail genutzt werden können.

Andre Gräb B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
 Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

25. Oktober 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Laborbereich Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

GMG Gebäudetechnik Mantel GmbH & Co. KG, Attendorn



In dieser Arbeit werden energetische und wirtschaftliche Vergleiche von fünf individuell zusammengestellten Varianten zur Beheizung und Warmwasserbereitung für ein Industrie-, Büro- und Sozialgebäude erstellt.

Diese gesamten Berechnungen und Vergleiche beruhen alle auf einer, sich in der Entwurfsplanung befindlichen Industriehalle mit ca. 24.000 m² sowie einem Büro- und Sozialgebäude mit ca. 1.100 m². Es wurden einige Annahmen über Daten, die das Gebäude betreffen, getroffen, da diese noch nicht vorhanden oder für den Vergleich nicht ausschlaggebend waren.

Für die Beheizung der Industriehalle und des Büro- und Sozialgebäudes wurden Varianten ausgewählt, die aus den gängigsten Beheizungssystemen bestehen. Für drei Varianten wurden Systeme zur zentralen Wärmeerzeugung betrachtet. Die anderen beiden Varianten bestehen aus den gängigsten dezentralen Varianten zur Wärmeerzeugung in Industriehallen.

Es wurde eine Auslegung der Wärmeübertragungssysteme und der Wärmeerzeugungssysteme durchgeführt. Die ausgelegten Geräte und deren technischen Daten wurden dazu verwendet, um die für die Vergleiche benötigten Daten zu erhalten, um so eine bessere Qualität der Ergebnisse zu erreichen.

Des Weiteren wurde für den energetischen Vergleich mit dem Programm ZUB Helena ein kompletter Variantenvergleich erstellt, in dem die gesamten Daten über die Wärmeerzeugung, -verteilung und -übergabe sowie die Warmwasserbereitung eingetragen wurden.

Dieses Programm berechnet nach der DIN V 18599 die Energiebedarfswerte für die gesamten Systeme und die Energiekosten der einzelnen Varianten. Zuletzt wurden noch die Kosten für die Anschaffungen mit Hilfe der Auslegung und den erstellten Grundrissplanungen für die Massenermittlungen durchgeführt.

Das Fazit für das hier vorliegende Gebäude, mit allen getroffenen Annahmen und Festlegungen ist, dass die sinnvollste Variante die ist, die aus einer Kaskade von zwei Hackschnitzelkesseln zur Wärmeerzeugung und Deckenluftheizer zur Wärmeübergabe besteht. Für die Wärmeübergabe im Büro- und Sozialgebäude wurden in dieser Variante Heizkörper gewählt. Diese Variante ist energetisch die sinnvollste auf Grund des geringen Primärenergiefaktors durch den Einsatz der Holzhackschnitzel.

Zusätzlich, zu dem guten energetischen Ergebnis, ist diese Variante in der Anschaffung sehr günstig durch die geringen Kosten für Deckenluftheritzer und Heizkörper.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass durch weitere Kombination der einzelnen Komponenten ein optimaleres Ergebnis erzeugt werden kann. Mit Hilfe der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zu den Komponenten kann die beste Lösung für das vorliegende Gebäude im weiteren Planungsprozess ermittelt werden.

Als abschließendes Fazit kann gesagt werden, dass die optimalste Lösung immer von den Randbedingungen abhängt und lediglich eine Aussage zu den hier betrachteten Gebäuden möglich ist. Die Zusammensetzung der optimalen Lösung für die individuellen Aufgaben zu planen und diese auch umzusetzen wird immer die Aufgabe von Fachplanern und Ingenieuren sein, welche nach den gegebenen Grundlagen abwägen, was für den Kunden und dessen Bauvorhaben am besten ist.

Dominik Greiwe B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Michael Jüdiges, M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

24. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit:

iEXERGY GmbH, Münster



Im Zeitalter der Digitalisierung und des „Internet of things“ gewinnt das Thema Smart Home immer mehr an Bedeutung. Nachdem sich das Smartphone als eine Art „Allzweckwaffe“ bereits im Alltag etabliert hat und auch die Bedienkompetenz von Tag zu Tag steigt, geht nun der Trend zum intelligenten Zuhause, das per App von überall auf der Welt mit Hilfe einer Internetverbindung erreicht werden kann und so die verschiedenen Gewerke von der Beleuchtungs- bis hin zur Heizungssteuerung miteinander vernetzt.

Obwohl sich der Smart Home Markt noch in den Anfängen befindet, gibt es bereits eine Vielzahl verschiedener Anbieter aus den unterschiedlichsten Branchen und Bereichen. Dabei unterscheiden sich die verschiedenen am Markt verfügbaren Systeme hinsichtlich ihres Komplexitätsgrades erheblich. Das Spektrum reicht von simplen „Plug-and-Play“-Lösungen, die im Einzel- oder Onlinehandel für jedermann zugänglich sind, bis hin zu kostspieligen Profi-Lösungen, die ausschließlich über den Fachhandwerker (Fachhandel), also dreistufig, zu beziehen sind.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das aktuelle Geschäftsmodell des institutionellen Großhandels vor dem Hintergrund der sich ändernden Umweltbedingungen grundlegend zu erfassen und auf seine Zukunftsfähigkeit bezüglich der Vermarktung immer komplexer werdender Produkte am Beispiel des Megatrends Smart Home zu untersuchen. Um dieses Ziel erreichen zu können, war die Untersuchung des bisherigen Geschäftsmodells des institutionellen Großhandels unumgänglich. Mit Hilfe des Business Model Canvas sowie der Befragung externer Experten konnte demnach ein vereinfachtes und allgemeingültiges Geschäftsmodell entwickelt und visualisiert werden, welches im Anschluss einer kritischen Analyse unterzogen werden konnte.

Dabei machte die Analyse der internen Einflussfaktoren besonders deutlich, dass das Geschäftsmodell des institutionellen Großhandels im Vergleich zu anderen auf den Markt drängenden Akteuren, wie Online-Händlern oder vorwärtsintegrierenden Herstellern, erhebliche Schwächen aufweist. Große Vorteile aufgrund der Reduzierung der Transaktionskosten bietet die Einschaltung des Großhandels in den betrachteten Branchen vor allem für kleine bis mittlere Unternehmen.

Darüber hinaus zeichnet sich der Großhandel durch eine außerordentlich hohe Kundenbindung und Marktkenntnis aus, die für seine Lieferanten von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind.

Die Analyse der externen Unternehmensumwelt ergab eine extreme Wettbewerbsintensität, wodurch sich Großhandelsunternehmen aktuell zahlreichen Bedrohungen ausgesetzt sehen. Dabei sind vor allem grundlegende Trends wie die fortschreitende Internationalisierung sowie die Deregulierung und Liberalisierung bisher abgeschirmter Märkte zu nennen. Darüber hinaus sind aber auch die Markteintrittsbarrieren für neue Anbieter durch die zunehmende Digitalisierung und den immer geringer werdenden Differenzierungsgrad der angebotenen Produkte gesunken.

Alles in allem lässt sich festhalten, dass das aktuelle Geschäftsmodell des Großhandels den rasanten Veränderungen in seinem Umfeld derzeit nicht gewachsen ist. Schafft es der Großhandel, die sich ihm vor allem durch die Digitalisierung bietenden Chancen zu nutzen und sein Geschäftsmodell entsprechend der zunehmenden Dienstleistungsorientierung seiner Kunden anzupassen, ist davon auszugehen, dass dieser auch weiterhin als kompetenter Partner des Handwerks bei der Vermarktung komplexer Technologien wahrgenommen wird und eine führende Rolle im Bereich Smart Home einnehmen kann.

Michael Grewe M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Datum des Kolloquiums:

13. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Ingenieurbüro Becker und Henze GbR, Büren



Mit dem Energiedienstleistungsgesetz hat der Gesetzgeber alle Nicht-KMU-Unternehmen verpflichtet, ein Energiemanagementsystem oder ein alternatives System einzuführen.

Im Rahmen dieser Abschlussarbeit werden einzelne Energiemanagementsysteme gegenübergestellt. Dabei werden folgende Systeme miteinander verglichen:

- Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001
- Umweltmanagementsystem nach EMAS
- Energieaudit gemäß der DIN EN 16247-1
- Alternatives System gemäß SpaEFV Anlage 2

Während der praktischen Ausarbeitung ist ein alternatives Energiemanagementsystem gemäß der DIN EN 16247-1 für ein Krankenhaus (Nicht-KMU-Unternehmen) aufgebaut worden. Dazu sind alle energieverbrauchenden Prozesse und Verbraucher der Liegenschaft erfasst, dargestellt und im Rahmen einer energetischen Bewertung zugeordnet worden.

Durch die Auswertungen der Energieverbräuche und der Analyse der Strom- und Gaslastgänge konnten Energieeinsparmaßnahmen entwickelt und beschrieben werden. Für die Betreiber ist es wirtschaftlich sinnvoll, ein weiteres Blockheizkraftwerk zu installieren. Der Einsatz einer Mikrogasturbine stellt sich wirtschaftlich nicht so positiv dar, da die Abwärme nicht optimal genutzt werden kann. Zur Reduzierung der Strombezugskosten wurde der Einsatz einer Photovoltaikanlage mit Stromspeicher und der Einsatz von LED – Beleuchtung näher betrachtet. Beide Varianten stellten sich wirtschaftlich und ökonomisch positiv dar.

Die verpflichtende Einführung eines Energiemanagementsystems sorgt jedoch auch für Kritik bei den betroffenen Unternehmen. Der Gesetzgeber hat alle Nicht-KMU-Unternehmen unter der Androhung einer Strafe von 50.000 € gezwungen, ein Energiemanagementsystem einzuführen. Die Akzeptanz seitens der Unternehmen ist daher sehr gering.

Besser wäre es, wenn die Unternehmen nicht verpflichtet wären, ein solches System einzuführen. Ein Anreizsystem, wie es bei der DIN EN ISO 50001 für Industrieunternehmen der Fall war, würde bewirken, dass die Bereitschaft und die Akzeptanz für die Einführung eines solchen Systems steigen. Zur Erlangung einer höheren Akzeptanz empfiehlt es sich daher, auf ein Anreizsystem anstatt auf ein Strafsystem zu setzen.

Des Weiteren sollten nicht alle Nicht-KMU-Unternehmen pauschal über die KMU-Kriterien zur Einführung eines Systems verpflichtet werden. Unternehmen mit technischem Personal, wie in Krankenhäusern, kennen sich gut in ihren Gebäuden aus. Die Kosten für die Einführung eines Management- oder alternativen Systems könnten besser für die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen eingesetzt werden. Die Beurteilung nach den KMU-Kriterien ist nicht spezifisch genug.

Es gibt somit ein Jahr nach dem Inkrafttreten des Gesetzes (22. April 2015) Optimierungsbedarf seitens des Gesetzgebers, damit die Nicht-KMU-Unternehmen motiviert das System eines Energiemanagementsystems oder eines alternativen Systems umsetzen und „leben“.

Stefan Griesse M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dr. Elisabeth Bauma

Datum des Kolloquiums: 22. Februar 2017

Studium: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Raumluf- und Kältetechnik

In Kooperation mit: DEOS AG, Rheine



Zur Beheizung, Kühlung und Lüftung von Gebäuden gibt es zahlreiche verschiedene technische Umsetzungen. Die dabei eingesetzten Komponenten werden immer komplexer. Es kommen oftmals neue Technologien zum Einsatz wie Wärmepumpen, Heiz- und Kühldecken oder Latentwärmespeicher. Zentraler Bestandteil sind dabei in der Regel Lüftungsanlagen in verschiedensten Ausführungen. Die Steuer- und Regelung aller Anlagen wird von Direct-Digital-Controls (DDCs) übernommen. Die dort programmierten Regelfunktionen sollen mit einer Simulation bewertet werden.

Dazu wurde eine Simulation mit Hilfe von Modelica erstellt. Bei Modelica handelt es sich um eine Programmiersprache zur Erstellung von physikalischen Modellen. Dabei kann es sich beispielsweise um Anwendungen aus der Mechanik, Elektrotechnik, Wärmetechnik, Hydraulik, Pneumatik, Fluidtechnik oder Steuerungs- und Regelungstechnik handeln. Diese Teildisziplinen können auch in gemeinsamen Modellen miteinander verbunden werden. Dadurch ist es möglich, ganzheitliche Simulationen durchzuführen. Dies ist auch bei einer Lüftungsanlage notwendig. Hier sind Gesetze aus der Thermodynamik, der Elektrotechnik und der Hydraulik anzuwenden.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden einige Komponenten einer Lüftungsanlage modellhaft abgebildet. Zur Überprüfung dieser Modelle sind entsprechende Messwerte an einer realen Lüftungsanlage aufgenommen worden. Anschließend wurden die Messwerte mit den Ergebnissen der Simulation verglichen. Es konnte festgestellt werden, dass die Modelle für den gewünschten Anwendungszweck ausreichend genau die Realität abbilden.

In die Simulation wurde nun die Steuer- und Regelungstechnik integriert. Ziel sollte es sein, einen kalten Raum möglichst schnell aufzuheizen. Die Lüftungsanlage wurde so angesteuert, dass die Zuluft zunächst mit einer konstanten Temperatur von 25°C in den Raum eingebracht worden ist. Wurde die gewünschte Raumlufthtemperatur erstmalig erreicht, ist diese mit einem PI-Regler auf einem konstanten Niveau gehalten worden. Mit der Simulation konnte gezeigt werden, dass sich der Raum mit dieser Art der Ansteuerung schneller erwärmen lässt, als bei der Verwendung eines reinen PI-Reglers.

Energetischer und wirtschaftlicher Vergleich von zwei Kälteerzeugungskonzepten auf Basis des Einsatzes natürlicher Kältemittel für einen Food-Logistiker

Sebastian Groß-Hardt M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

16. August 2016

Studium:
Studienrichtung:

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

In Kooperation mit:

emutec GmbH - Dipl.-Ing. Knut Hilbertz, Bocholt



Ein Food-Logistiker errichtet ein neues Stützpunktlager, das in fünf Bereiche unterteilt ist: Trockenlager, Kühllager, Fleischkühllager, Tiefkühllager sowie Bürotrakt. Für dieses Objekt wird eine energiesparende und betriebssichere Kälteanlage benötigt. Aufgrund des Nachhaltigkeits- und des Umweltschutzgedankens, die durch die fachliche Beratung über das Ingenieurbüro emutec eingebracht worden sind, wird die Kälteerzeugung mit natürlichen Kältemitteln umgesetzt.

Bei der Auslegung der Kältetechnik haben sich im Wesentlichen zwei Kälteerzeugungskonzepte als praktikable Lösungen herausgestellt. Das erste System ist eine transkritische CO₂-Booster-Anlage vom Fabrikat Carrier und das zweite System eine CO₂-Propen-Kaskade der Firma Peters aus Krefeld.

Im Rahmen dieser Masterarbeit ist ein umfassender Vergleich der beiden Kälteerzeugungskonzepte aufgestellt worden. Die Grundlagen aller Berechnungen und Analysen sind dabei die speziellen Betriebsabläufe des Betreibers und die klimatischen Bedingungen am Anlagenstandort. Der Anlagenbetrieb der möglichen Konzepte ist mit der Simulationssoftware Pack Calculation Pro und einem speziell im Rahmen der Masterarbeit programmierten Excel-Tool durchgeführt worden.

Das natürliche Kältemittel CO₂ ist als nicht toxisch, nicht brennbar und nicht wassergefährdend eingestuft. Es weist die höchste volumetrische Kälteleistung aller Vergleichssysteme auf und ist als natürliches Kältemittel sehr umweltverträglich sowie günstig in der Beschaffung. Sowohl aufgrund hoher Verdichtungsendrücke als auch bei langen Stillstandzeiten entstehen Einschränkungen. Diese Nachteile sind bei beiden untersuchten Systemen in der Anlagenauslegung berücksichtigt worden und technisch sehr gut beherrschbar. Das Kältemittel Propen ist ebenfalls nicht toxisch, nicht wassergefährdend sowie günstig in der Beschaffung. Einschränkungen bei der Nutzung von Propen treten aufgrund seiner Brennbarkeit auf. Doch auch dieser Nachteil ist durch die Aufteilung der benötigten Kälteleistung auf vier separate Kältekreisläufe technisch sehr gut beherrschbar. Die Kältekreisläufe befinden sich in einem separaten ex-geschützten Maschinenraum mit zusätzlicher Abluftvorrichtung.

Der Vergleich der beiden Kälteerzeugungskonzepte erfolgt energetisch, betriebswirtschaftlich und ökologisch. Die genauen Anlagenausführungen basieren auf Angeboten der Firmen Carrier und Peters. Beide Systemanbieter arbeiten mit gleichwertigen Herstellern, wodurch keine Qualitätsdifferenzen der Komponenten ausgemacht werden können. Bei allen Komponenten handelt es sich um Serienbauteile mit einer gesicherten Ersatzteilversorgung. In den insgesamt zehn durchgeführten Simulationen ergibt sich ein geringer energetischer Vorteil der Kaskadenanlage gegenüber dem CO₂-Booster-System. Auch der betriebswirtschaftliche Vergleich fällt geringfügig zu Gunsten der Kaskade aus. Je stärker die Wärmerückgewinnung genutzt wird, desto gleichwertiger sind die Systeme sowohl energetisch, ökologisch als auch betriebswirtschaftlich.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Kaskadenanlage ein etwas sichereres Betriebsverhalten gegenüber der Booster-Anlage vermuten lässt. Dies wird durch den Einsatz mehrerer getrennter, relativ einfacher Kältekreisläufe und durch geringere Betriebsdrücke begründet. Somit entsteht ein positiver Effekt auf die Instandhaltungs- und Reparaturkosten. Aufgrund der indirekten Betriebsweise ist eine flexible Erweiterung ebenfalls leichter umzusetzen.

In der Arbeit handelt es sich um theoretische Berechnungen. Da sich jedoch eine Änderung im Nutzerverhalten unmittelbar auf die Anlagen-Effizienz auswirkt, sind die Ergebnisse kritisch zu betrachten. Vor dem Hintergrund der Simulationsergebnisse, einer nachhaltigen Kundenzufriedenheit, im Sinne von Betriebssicherheit und Lebenszykluskosten und dem technisch sicheren Betrieb der Kälteanlage, ist die CO₂-Propen-Kaskade der CO₂-Booster-Kälteanlage für dieses Bauvorhaben vorzuziehen.

Florian Hansen M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Prof. Dr. rer. nat. Isabelle Franzen-Reuter

Datum des Kolloquiums:

03. Mai 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Umwelttechnik
 Labor Umwelttechnik

In Kooperation mit:



Im Rahmen der zunehmenden Industrialisierung unserer Gesellschaft wird dem Schutz unserer Umwelt ein immer größer werdender Stellenwert zugesprochen. Die Definition von Umweltschutzzielen geschieht nicht mehr allein auf Ebene der Länder, sondern ist zunehmend Aufgabe der Europäischen Union. Deren Rechtssystem ist simpel. Prinzipiell gibt es zwei Arten von Rechtsvorschriften. Verordnungen gelten in der gesamten EU unmittelbar. Richtlinien hingegen müssen erst in nationales Recht umgesetzt werden. Sie definieren lediglich ein Kernziel, welches die Europäische Gemeinschaft erreichen möchte. Jeder der 28 Mitgliedstaaten entscheiden auf nationaler Ebene, wie diese europäischen Kernziele erreicht werden sollen.

Nicht immer ist es jedoch möglich, einheitliche Einigungen zwischen den Mitgliedstaaten zu erzielen. Manchen Staaten gehen die Richtlinien zu weit, anderen gehen sie nicht weit genug und wiederum anderen fällt es aus finanziellen Gründen schwer, eine Richtlinie in nationales Recht umzuwandeln.

Eines der zuvor dargestellten Rechtsinstrumente ist die europäische Industrieemissionsrichtlinie. Diese sieht neben verschärften anlagenspezifischen Regelungen unter anderem den Schutz des Bodens sowie des Grundwassers auf einem industriellen Anlagengrundstück in der gesamten Europäischen Union vor. Erreicht werden soll dieser Schutz durch einen sogenannten Ausgangszustandsbericht, dessen Ziel es ist, eine umfangreiche Bestandsaufnahme der Boden- und Grundwasserbeschaffenheit auf einem Grundstück anzufertigen. Auf dessen Basis soll bei einer späteren Anlagenstilllegung das gesamte Grundstück in den zuvor definierten Zustand zurückgeführt werden.

Ob dieser europäische Schutzgedanke mittels eines Ausgangszustandsberichtes in Nord- Rhein Westfalen erreicht werden kann sollte die angefertigte Thesis klären. Weiter wurden Defizite aufgezeigt, die die Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes massiv erschweren und die an dessen Sinnhaftigkeit zweifeln lassen. Im Fokus stand dabei unter anderem die Klärung technischer, organisatorischer sowie juristischer Fragestellungen.

Max Harder B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Markus Ahrens

Datum des Kolloquiums:

24. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit:

DEOS AG, Rheine



Mit der steigenden Bedeutung der Gebäudeautomation in der technischen Gebäudeausrüstung nehmen aber auch die Anforderungen an die Planung und Ausführung solcher Anlagen zu. Die Weiterentwicklung und Veränderung von Systemen und Kommunikationsmöglichkeiten fordern zwangsläufig eine einheitliche Herangehensweise an die Ausführung von GA-Projekten.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Grundlagen für eine effiziente Projektleitung zur Abwicklung von GA-Projekten erarbeitet werden. Grundlage aller Projekte sind die vertraglich vereinbarten Leistungen. Neben dem Vertrag und den darin explizit enthaltenen Leistungen gehören hierzu aber auch die anerkannten Regeln der Technik, welche in verschiedenen Normen und Richtlinien festgehalten sind. Daher sollen im ersten Schritt die für die Ausführung von GA-Projekten relevanten Normen und Richtlinien näher untersucht werden. Ohne Kenntnis der Normen und Richtlinien ist eine ordnungsgemäße Abwicklung von GA-Projekten nicht möglich.

Neben den Normen und Richtlinien muss ein Projektleiter aber auch Kenntnis über die verschiedenen Vertragsarten besitzen. Dazu sollen im Rahmen dieser Arbeit die möglichen Vertragsarten analysiert und entscheidende Unterschiede herausgestellt werden. In vielen Fällen wird bei Bauprojekten die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (im Folgenden: VOB) als Grundlage für Verträge genommen. Die VOB sieht verschiedene Vertragsarten vor, die jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Projektleitung stellen.

Aus der Kombination von normativen und vertraglichen Grundlagen ergibt sich die Frage, wie diese Erkenntnisse in der Abwicklung von Projekten genutzt werden können. Vor allem soll eine Gegenüberstellung des Ist-Zustandes bei der Deos AG mit dem Soll-Zustand aus normativen und vertraglichen Grundlagen erarbeitet werden.

Im Weiteren sollen in dieser Arbeit die Möglichkeiten analysiert werden, anhand der Erkenntnisse zu den vertraglichen Leistungsinhalten den wirtschaftlichen Erfolg von GA-Projekten zu verbessern.

Dabei steht das Erkennen von zusätzlichen Leistungen und damit zusätzlicher Vergütung im Fokus. Die VOB bietet dem Auftragnehmer Möglichkeiten, seine Ansprüche auf besondere Vergütung von Leistungen geltend zu machen.

Ziel der Arbeit soll es sein, eine Grundlage zu schaffen, um alle an der Ausführung von Projekten beteiligten Abteilungen – im Besonderen aber die Projektleiter – über die vertraglichen Leistungsinhalte zu informieren und zu schulen.

Die gewonnenen Erkenntnisse können genutzt werden, um den wirtschaftlichen Erfolg von GA-Projekten zu optimieren. Durch die unterschiedlichen Schnittstellen in der Projektabwicklung und die normativ und vertraglich festgelegten Leistungen ergeben sich in nahezu jedem Projekt Behinderungen. Diese bieten der Projektleitung verschiedene Möglichkeiten zur Stellung von Nachträgen. Durch Nachträge wird ein Anspruch auf über den Vertrag hinausgehende Vergütung geltend gemacht.

Zur Stellung von Nachträgen gibt es verschiedene Anspruchsgrundlagen, die jedem Projektleiter bekannt sein müssen. Nur so hat ein Projektleiter die Möglichkeit, alle Ansprüche auf zusätzliche Vergütung durchzusetzen und so den wirtschaftlichen Erfolg von Projekten zu sichern.

Nina Hartkemeyer B.Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M. Sc.

Datum des Kolloquiums:

10. November 2016

 Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

IG Jager + Partner, Osnabrück



Das Ziel der Arbeit bestand darin, auf Grundlage eines energetischen und wirtschaftlichen Vergleiches verschiedener Heizungsanlagen und damit eingeschlossen verschiedener Wärmeerzeugungssysteme, ein energetisch und wirtschaftlich günstiges System für den im Frühjahr 2017 zu errichtenden Neubau „Feuerwehrgerätehaus Engter“ auszuwählen.

Hierzu wurde in einem ersten Schritt ein Einblick in das Bauvorhaben gegeben. In diesem Zusammenhang erfolgte eine Beschreibung des Feuerwehrgerätehauses, eine Aufführung der verschiedenen Anforderungen und eine Ermittlung der Norm-Heizlast.

Nachfolgend fand eine Betrachtung der Heizungsanlage, welche die Komponenten der Wärmeerzeugung, -verteilung und -übergabe beinhaltet, statt. Den Anforderungen zufolge konnte die Beheizung des Feuerwehrhauses nur auf Basis einer Luft/Wasser-Wärmepumpe oder eines BHKWs mit Brennwertkessels erfolgen. Diese beiden Systeme wurden in ihrer Funktionsweise, ihren Eigenschaften und ihrer Betriebsweise erläutert. Im Anschluss daran fand eine Vorstellung der aus den Anforderungen resultierenden Wärmeübergabesysteme statt.

Die Betrachtung der Betriebsweise der Heizungsanlage bildete den Abschluss des Kapitels. In diesem Zusammenhang konnte aufgezeigt werden, dass die einzelnen Komponenten einer Heizungsanlage Abhängigkeiten voneinander bilden. Schlussfolgernd ist bei einem Vergleich hinsichtlich der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit eines Wärmeerzeugungssystems eine Betrachtung der gesamten Heizungsanlage notwendig. Zudem ist die Festlegung der Vorlauftemperatur der Systeme von Bedeutung.

Im Anschluss wurden die Vergleiche von sechs aus den Anforderungen resultierenden Heizungsanlagen durchgeführt.

Tabelle 1: Varianten im energetischen und wirtschaftlichen Vergleich

Variante	Systeme der Varianten
1	Kompressor-Luft/Wasser-Wärmepumpe, Dunkelstrahler
2	Kompressor-Luft/Wasser-Wärmepumpe, Deckenstrahlplatten
3	Absorptions-Luft/Wasser-Wärmepumpe, Dunkelstrahler
4	Absorptions-Luft/Wasser-Wärmepumpe, Deckenstrahlplatten
5	BHKW, Brennwertkessel, Dunkelstrahler
6	BHKW, Brennwertkessel, Deckenstrahlplatten

In dem energetischen Vergleich erfolgte nach Erläuterung des Berechnungsverfahrens eine genaue Untersuchung der Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen. In diesem Zuge wurde die Auswahl der sechs Varianten auf drei Varianten reduziert. Nachfolgend fand eine Vorstellung der in Abbildung 1 aufgeführten Ergebnisse der energetischen Bewertung statt. In diesem Zusammenhang wurde aufgezeigt, dass die Heizungsanlage der Variante 6 (BHKW+BW-K+DSP) das energetisch günstigste System darstellt.

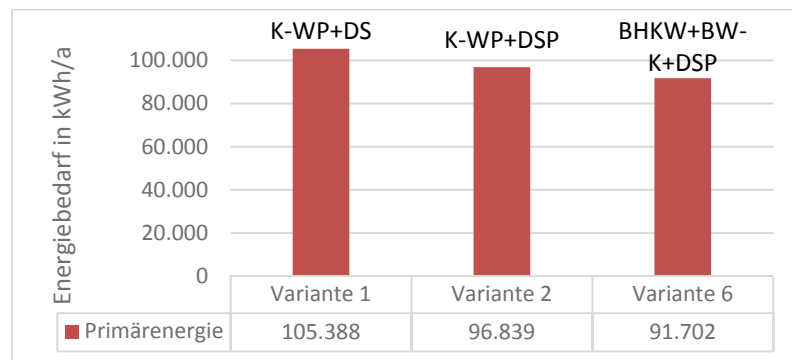


Abbildung 1: Primärenergiebedarfe der Varianten der Varianten 1, 2 und 6

Im Anschluss erfolgte der wirtschaftliche Vergleich. Die Heizungsanlage der Variante 1 (K-WP+DS) weist, wie in Abbildung 2 ersichtlich, die geringsten Annuitäten auf und stellt demzufolge die wirtschaftlichste Heizungsanlage dar.

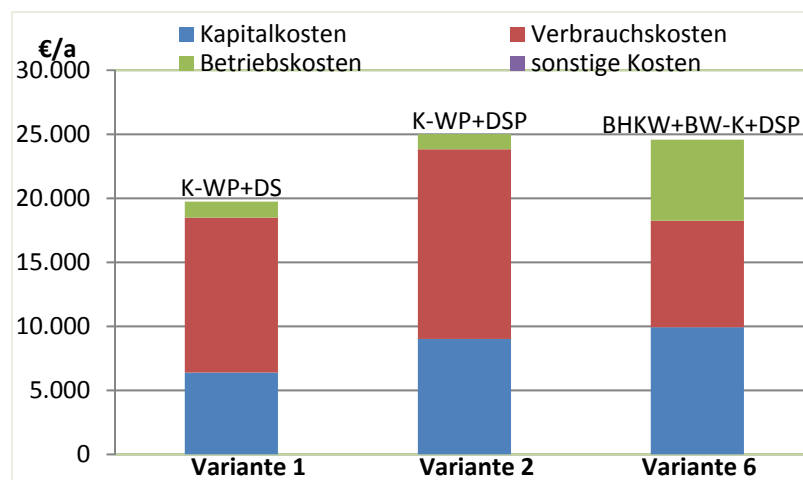


Abbildung 2: Summe der Kosten und der gesamten Annuitäten

Aus den Ergebnissen der Vergleiche ist keine Heizungsanlage in beiden Kriterien die günstigste und damit eindeutig auszuwählen. Da der Bauherr den Faktor der Wirtschaftlichkeit vor dem der Energieeffizienz setzt, wird die Heizungsanlage der Variante 1 (K-WP+DS) für das vorliegende Bauvorhaben ausgewählt und realisiert.

Tobias Heidrich B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Zweitprüfer:	Christoph Hanrott M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	23. September 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	energielenker GmbH, Münster



Die energielenker GmbH betreibt Biogasanlagen für die Strom- und Wärme-gewinnung. Das Anlagenportfolio umfasst ca. 50 Anlagen. Mit der EEG-Novelle 2012 wurde die Flexibilitätsprämie für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Biogas eingeführt. Für flexibel bereitgestellte Leistung kann dieser Bonus generiert werden. Der Bonus wird über zehn Jahre gezahlt. In der Praxis wurde die Flexibilisierung aufgrund von mangelnder Erfahrung und Unsicherheiten im EEG bisher nur wenig umgesetzt.

Ziel der Arbeit war die wirtschaftliche Flexibilisierung von Bestands-Biogasanlagen. Der Schwerpunkt lag hierbei auf der Umsetzung des Anlagenportfolios der energielenker GmbH.

Die Anlagen der energielenker GmbH mit standardisierter Modulbauweise des Herstellers EnviTec haben eine elektrische Bemessungsleistung von 500 kW. Die täglich produzierte Gasmenge der Biogasanlagen ist über das ganze Jahr konstant. Der Grundlastbetrieb benötigt keinen Wärmespeicher. Die Flexibilisierung erfordert die Speicherung des Biogases und ggf. auch der erzeugten Wärme. Die maximale zusätzliche Leistung hängt auch von der Speicherauslegung ab. Bestandteil der Arbeit ist eine Aufstellung von erforderlichen Planungs- und Umsetzungsschritten einer Flexibilisierung.

Die Flexibilisierung ist in zwei Teile gestaffelt. Der erste Teil befasst sich mit der Planung. In der Planungsphase werden als erstes die zu flexibilisierenden Standorte erfasst, kategorisiert und die Berechnungen der Rahmenbedingungen der zusätzlichen Leistung durchgeführt. Daraufhin werden die Zubau-Konzepte festgelegt und die Wirtschaftlichkeit geprüft. Nach Auswertung der Berechnungen und der wirtschaftlichen Prüfung beschränkt sich der Zubau für das Portfolio auf zwei Konzepte. Für diese Zubau-Konzepte wurden von verschiedenen Herstellern Angebote eingeholt und ausgewertet. In der weiteren Planungsphase wurde in Absprache mit dem jeweiligen Betriebsleiter der Biogasanlage ein geeigneter Stellplatz für das neue BHKW ausgewählt. Die Flexibilisierung der Biogasanlagen bedeutet eine höhere eingespeiste Leistung in das Betreibernetz. Beim zuständigen Netzbetreiber muss anschließend eine Netzverträglichkeitsprüfung beantragt werden.

Mit dem Erstellen von standortspezifischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Investitionsanträgen folgt auf die Planungsphase der Umsetzungsteil.

In der Umsetzungsphase wurden die ersten BHKW bestellt. Außerdem müssen Bestandsdokumente wie Explosionsschutzpläne an den Zubau angepasst werden. Externe Planungsbüros erstellen die Genehmigungsunterlagen, die anschließend durch die energielenker GmbH eingereicht werden. Im weiteren Verlauf der Umsetzung müssen Nachunternehmer für den Anschluss der BHKW und die Anpassung der bestehenden Anlagenperipherie beauftragt werden. Schlussendlich folgt nach Lieferung der Anlagenteile die Installation und Inbetriebnahme mit abschließendem Probetrieb und Beantragung der Flexibilitätsprämie.

Neben der erzielbaren Flexibilitätsprämie sollen zusätzliche Einnahmen durch bedarfsorientierte Einspeisung generiert werden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung und Sensitivitätsanalyse zeigt für den Zubau der 549 kW-BHKW eine Mindeststeigerung der Einnahmen, abzüglich Finanzierungskosten, von etwa 12.000 Euro pro Jahr und maximal etwa 27.900 Euro pro Jahr. Das 901 kW-BHKW würde eine Mindeststeigerung von 25.800 Euro pro Jahr und eine maximale Steigerung von 71.500 Euro pro Jahr bedeuten. Aus Sicht der energielenker GmbH ist die Flexibilisierung eine wirtschaftlich sinnvolle Investition und bedeutet für die Biogasanlagen einen technischen Fortschritt, um auch in Zukunft auf Veränderungen des Energiemarktes reagieren zu können.

Jens Heilek B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

24. August 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Raumluftechnik

In Kooperation mit:

Architektenbüro Varwick



Bei der Planung und Ausführung eines Bauprojektes entsteht bei der Gebäudekühlung die Frage, ob auf kostengünstige passive Maßnahmen zurückgegriffen oder eine mechanische Kühlung installiert wird.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit dem Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes für eine Seniorenresidenz, wobei durch eine freie Lüftung auf maschinelle Kühlanlagen im Sommer verzichtet wird. Entsprechende thermisch-dynamische Simulationen erfolgen durch das Programm DesignBuilder. Die originale Seniorenresidenz wird bauphysikalisch abgeändert und sofern möglich durch Vorgaben der EnEV überprüft.

Die Durchströmung wurde durch eine, das gesamte Appartement umfassende, Zone simuliert. In der Seniorenresidenz würde die Zufuhr der kühlen Außenluft über den Wohnbereich erfolgen. Die Luft aus Küche, Bad und Schlafzimmer könnte durch entsprechende Öffnungen der Türen nachströmen.

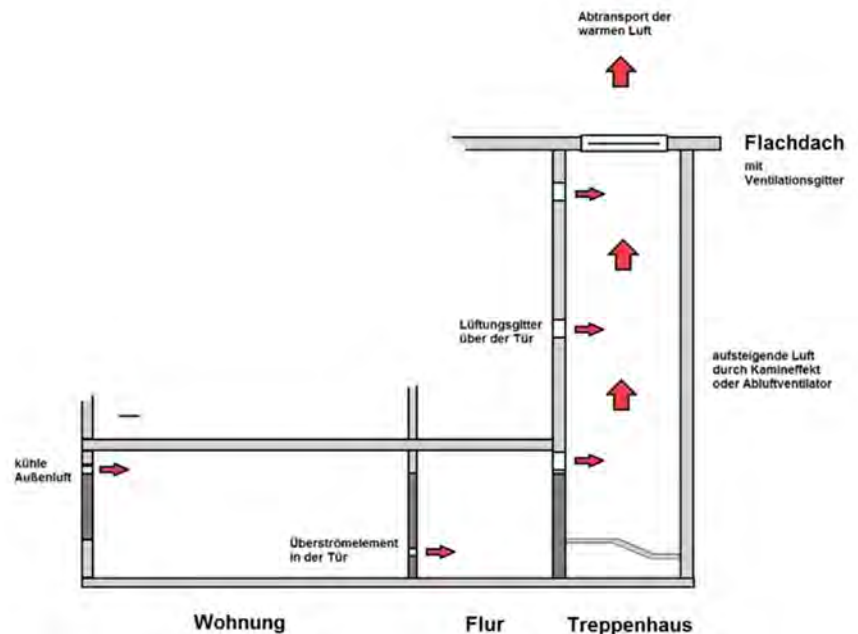


Abb. 1: Durchströmung der Seniorenresidenz

Die erste simulierte und zugleich effektivste passive Maßnahme ist eine nach Sonneneinstrahlung gesteuerte, außenliegende Beschattung. Die solare Einstrahlung wird im Vergleich zu der unbeschatteten Seniorenresidenz um 75 % reduziert. Die durch eine Jahressimulation ermittelten Stunden über 26 °C liegen nur noch bei einem Viertel der Überhitzungsstunden des Referenzgebäudes.

Die zweite Maßnahme ist die ventilatorgestützte nächtliche Kühlung durch Ventilationsöffnungen in der Gebäudehülle mit Luftwechselraten zwischen 1 h⁻¹ und 3 h⁻¹. Mit einfachem Luftwechsel können die Stunden oberhalb des Grenzbereiches von 26 °C um 28 % verringert werden.

Durch einen dreifachen Luftwechsel werden die Überhitzungsstunden bereits halbiert. Ein analysierter Temperaturverlauf zeigt, dass die Appartements nachts um durchschnittlich 2 °C gekühlt werden können. Durch die Kombination von Beschattung und Nachtkühlung mit einem Luftwechsel von 3 h⁻¹ ergibt sich schließlich der beste sommerliche Wärmeschutz. Diese Variante wird mit Hilfe drei verschiedener Verfahren analysiert und mit der DIN 15251 auf Energieeffizienz geprüft.

Nach dem Verfahren des gleitenden Mittelwerts der Außentemperatur wird die zulässige operative Temperatur in der simulierten Kombination der passiven Maßnahmen an nur einem Tag des Jahres überschritten. Nach dem Verfahren der Überhitzungsstunden liegen 166 Stunden des Jahres über dem Grenzwert von 26 °C.

Nach dem Gradstunden-Kriterium erreicht diese Variante 228 Übertemperaturgradstunden. Damit liegt die Variante unter dem durch die DIN 4108-2 geforderten Grenzwert von 1200 Übertemperaturgradstunden. Der darauf durch die EnEV 2014 Bezug nehmende Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist somit erfüllt. Ein direkter Vergleich zwischen den Verfahren kann aber nicht hergestellt werden, da unterschiedliche Bezugsparameter und Grenzwerte zu Grund liegen.

Trotz der guten Wirksamkeit einer nächtlichen Kühlung kann diese bei Wohngebäuden nur angewandt werden, falls ein moderates Klima herrscht, die Außenluftqualität hinnehmbar ist und Brand-, Einbruchs-, Witterungs- und akustische Belastungen sowie Geruchsstoffübertragungen berücksichtigt werden. Da die einfache Fensterlüftung oft nicht genügt oder die eben genannten Bedingungen nicht erfüllt werden können, müssen selbstregelnde Nachströmsysteme und Ventilationsöffnungen simuliert werden.

Nach einem aktuellen richterlichen Beschluss ist es nicht länger die Aufgabe des Bewohners für einen ausreichenden Luftwechsel zu sorgen, da dies durch eine zunehmende Gebäudedichtheit immer schwieriger wird. Daher finden kontrollierte Lüftungssysteme für den Wohnraum immer häufiger Anwendung.

Abschließend kann bei der Seniorenresidenz jedoch auf kontrollierte Wohnraumlüftung durch maschinelle Anlagen verzichtet werden. Ein hoher thermischer Komfort und der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes sind auch durch die aufgeführten passiven Maßnahmen zu erreichen.

Niklas Heinemann M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

27. Januar 2017

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

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


Im Rahmen dieser Master-Arbeit wurde der Energieverbrauch einer größeren Hotelanlage, sowie dessen Bau- und Anlagentechnik analysiert und hinsichtlich vorhandener Schwachstellen untersucht.

Die Strom- und Wärmekosten waren in den vergangenen Jahren kontinuierlich steigend, sodass zunächst eine Analyse des Verbrauchs durchgeführt wurde. Parallel hierzu wurde der Stromlastgang untersucht, wodurch in Erfahrung gebracht werden konnte, dass die dauerhafte Grundlast unerwartet hoch ist. Nach der Analyse des Energieverbrauchs wurde der Fokus im weiteren Verlauf der Arbeit auf den Stromverbrauch und dessen Ursachen gelegt. Da die Stromverbrauchskosten gegenüber den Wärmekosten (für Trinkwarmwasserbereitung und Raumbeheizung) um ein Vielfaches höher waren, wurde die Annahme getroffen, dass im Stromsektor ein höheres Optimierungspotential vorhanden ist.

Um die Hauptverbraucher weiter eingrenzen zu können, wurde der Stromverbrauch mittels möglichst realistischer Annahmen für die tägliche und jährliche Betriebszeit auf die während der Datenaufnahme erfassten Anlagen und Verbraucher mit den entsprechenden Leistungsaufnahmen zugeordnet. Auf diese Weise konnten drei Bereiche ermittelt werden, in denen der höchste Stromverbrauch vorliegt und somit auch das höchste Einsparpotential zu erwarten ist. Dies waren die Bereiche Beleuchtung, Kälteerzeugung und die Pumpen der Heizungs- und Kältetechnik.

Nachdem Klarheit darüber bestand, in welchen Bereichen im Hotel der hohe Energieverbrauch verursacht wird, konnten die technischen Schwachstellen im Betrieb der Anlagentechnik identifiziert werden. Diese sind hauptsächlich auf einen unregelmäßigen Betrieb, eine hohe Anzahl an Betriebsstunden pro Jahr und eine teilweise nicht ausreichend durchgeführte Wartung und Instandsetzung einzelner Anlagen zurückzuführen.

Auf Basis dieser erkannten Schwachstellen konnten diverse Optimierungsmaßnahmen vorgestellt werden, welche wirtschaftlich und mit kurzer Amortisationszeit umsetzbar sind. Diese Optimierungsmaßnahmen betreffen regelungstechnische und organisatorische Bereiche sowie den Austausch bzw. die Erneuerung einzelner Anlagenkomponenten. So wurden beispielsweise eine Beleuchtungsmodernisierung, die Regelung einer der Kälteanlagen oder eine Optimierung der zwei vorhandenen Stromverträge erarbeitet.

Somit bestanden die wesentlichen Arbeitsschritte zur Erarbeitung der technischen Optimierungsmaßnahmen aus:

1. einer Analyse des Energieverbrauchs und des Stromlastgangs
2. einer Zuordnung des Verbrauchs zur Identifizierung von Großverbrauchern
3. der Erkennung der vorhandenen Schwachstellen im Hotelbetrieb und
4. der Formulierung und technischen/wirtschaftlichen Untersuchung von Optimierungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen.

Mit dieser Masterarbeit konnten dem Hotelbetreiber die vorhandenen Schwachstellen vorgelegt und geeignete Maßnahmen zur Optimierung aufgeführt werden. Zukünftig sollte jedoch der Hotelbetrieb und die technischen Anlagen regelmäßig auf Schwachstellen und Optimierungspotential hin untersucht werden, um weiteres, bisher nicht bekanntes, Einsparpotential identifizieren zu können.

Hendrik Heller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Prof. Dipl.-Ing. Andreas Grübel
Datum des Kolloquiums:	17. September 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Sanitäre Haustechnik
In Kooperation mit:	DMK GROUP, Zeven



In der industriellen Produktion von Gütern spielt die Energieeffizienz eine immer größer werdende Rolle. Die verfahrenstechnischen Prozesse werden fortwährend weiterentwickelt. Entsprechend komplexe Produktionsprozesse erreichen somit immer bessere Wirkungsgrade, die es nachhaltig zu prüfen und weiter zu verbessern gilt.

In meiner Abschlussarbeit sind zu Beginn die grundlegenden Vorgehensweisen in industriellen Molkereibetrieben beschrieben. Der Schwerpunkt der Thesis liegt jedoch auf der energetischen und thermodynamischen Betrachtung des Wärmerückgewinnungssystems und der damit betriebenen verfahrenstechnischen Anlagentechnik. Beleuchtet sind demnach primärenergetische Faktoren, Einflüsse und Wirkungsweisen.

Beinhaltet ist eine vereinfachte Darstellung des Wärmerückgewinnungssystems der Milchtrocknung in Zeven. Die vereinfachte Darstellung wurde auf Basis des R&I-Fließbildes erstellt, welches die Realisierung der verfahrenstechnischen Anlage dokumentiert. Das „vereinfachte Strangschema“ soll der verständlichen Funktionsbeschreibung dienen. Erklärt ist das Zusammenspiel von Wärmesenken und Wärmequellen innerhalb der Wärmerückgewinnung, welches Grundlage für die energetische Optimierung des Prozesses ist.

Schematisch dargestellt sind auch die einzelnen Stoffströme innerhalb der einzelnen Prozessschritte. Anhand der beschriebenen Stoffströme wurde eine Berechnungsgrundlage zur Erfassung der abgefragten thermischen Leistung gebildet. Die beschriebenen Formeln können in einem Datenbanksystem hinterlegt werden und schaffen so die Grundlage zur präzisen Leistungserfassung und einem Monitoring einzelner Prozessschritte. Durch Mittelung von gemessenen, momentanen Werten wurde händisch eine temporäre Leistungsaufnahme errechnet und so die Funktion des Wärmerückgewinnungssystems analysiert. Die durchgeführte Analyse ist grafisch dargestellt und die analytische Leistungsaufnahme wurde mit den gemessenen temporären, thermischen Leistungsaufnahmen verglichen.

Die Funktionalität konnte fundiert, mittels den gemessenen Temperaturniveaus, Volumenströmen und die sich daraus ergebenden thermischen Leistungen, als Bilanzgröße nachgewiesen werden. Methodik, Datenbanksystem und Herangehensweise sind exemplarisch abgebildet.

In Abbildung 1 sind die Vor- und Rücklauftemperaturen der interagierenden Aggregate über der Leistung aufgetragen. Hierdurch wird die regenerative Wirkung der einzelnen Prozessschritte und damit die Symbiose im Wärmerückgewinnungssystem grafisch dargestellt.

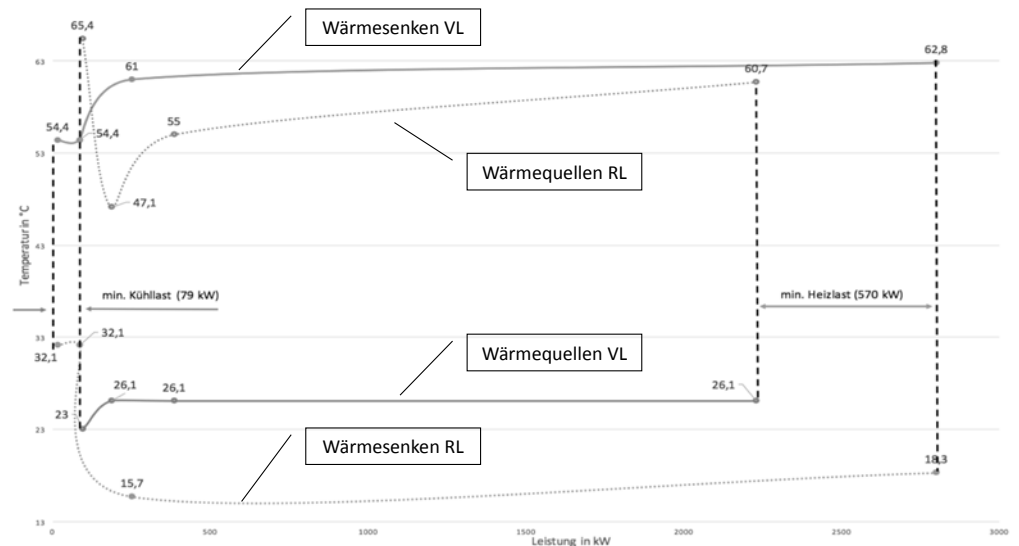


Abbildung 2: Pinch-Analyse; WRG-System Quelle: Eigene Darstellung

Ebenfalls aufgelistet sind die größten elektrischen Lasten mit der höchsten Jahreslaufleistung, welche als Hauptverbraucher gewertet werden können, da sich hieraus der Hauptbezug der elektrischen Arbeit des Trocknungskomplexes ergibt.

Zusammenfassend sind die Monatsverbräuche der benötigten Energiemedien und –Mengen erfasst worden und tabellarisch dargestellt.

Auf Basis aller Energiedaten wurde Energieleistungskennzahlen entsprechend „DIN EN ISO 50001 Energiemanagementsysteme“ gebildet. Die Bildung dieser Kennzahlen ist in drei Kapitel gegliedert. Diese umfassen „globale Energieleistungskennzahlen“, „Produktionsbenchmarks“ und „produkt-spezifische Energieleistungskennzahlen“. Die Unterscheidung erfolgte aus Gründen der Beeinflussbarkeit durch Anlagen-, Rohstoff- und Produktspezifische Faktoren welche im Kapitel beschrieben sind.

Das Kapitel „thermisches Optimierungspotenzial“ beleuchtet verschiedene energetische Unstimmigkeiten und Möglichkeiten zur Abstellung jener. Diese wurden empirisch mittels Datenbanksystem erfasst, grafisch dargestellt und analysiert.

Abschließend stellt das Kapitel „Schlussbetrachtung“ eine Prognose über das Erreichen des Energiesparplans da und bestätigt dieses Ziel auf Grundlage der in der Arbeit beschriebenen Messungen und thermodynamischen Betrachtungen.

Ivo Raphael Hemsing B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Datum des Kolloquiums:

27. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Ingenieurbüro Rummler + Hartmann GmbH, Havixbeck



Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine fundierte Handlungsempfehlung für die Sanierung des Entwässerungssystems eines Wohngebietes in einer nordrhein-westfälischen Kleinstadt als Unterstützung für die Verantwortlichen der Stadt zur Entscheidungsfindung zu erstellen. Um die Frage zu beantworten, welche Sanierungsvariante im Hinblick auf technische, rechtliche, wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte zu empfehlen ist, werden drei alternative Konzepte entwickelt.

Es werden konzeptionelle Planungen erstens zur Sanierung des Mischsystems, zweitens für einen Umbau des Entwässerungsnetzes zu einem Trennsystem sowie drittens für eine Umstrukturierung zu einem modifizierten Entwässerungssystem durch Versickerungsanlagen angefertigt.

Dazu wird eine allgemeine Zustandsklassifizierung auf Grundlage von optischen Inspektionen vorgenommen, die jeweils zu einer konkreten Sanierungsmaßnahmenzuordnung führt.

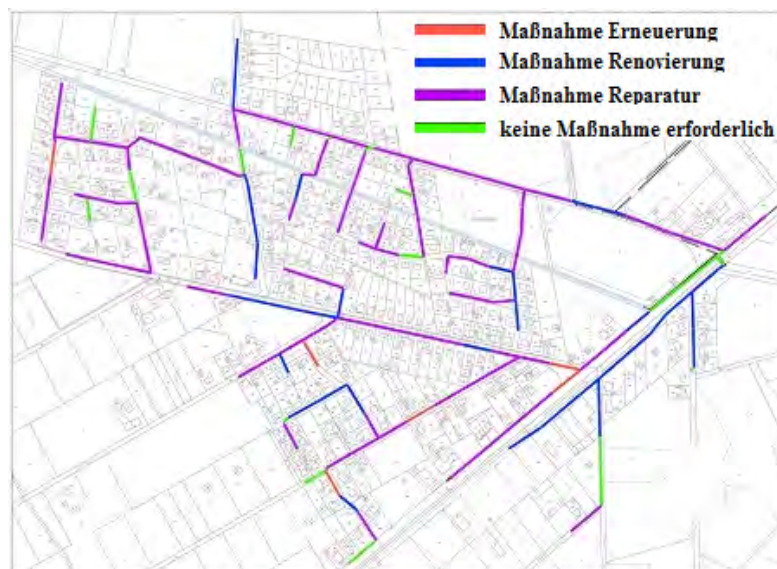


Abbildung 1: Sanierungsmaßnahmen für das Entwässerungssystem

Anhand dieser Zuordnung werden Sanierungsstrategien mit dazugehöriger Variantenbeschreibung erstellt, welche die Basis für eine Diskussion der Ergebnisse sowie die abschließenden Handlungsempfehlungen bilden. Grundlage für diese Entscheidung sind betriebswirtschaftliche Faktoren wie zum Beispiel Investitionskosten und Betriebskosten. Auch die Konzeption des bereits bestehenden Systems in der Stadt ist von großer Bedeutung für eine Entscheidungsfindung. Zusätzlich können je nach Entwässerungssystem unterschiedliche Fördermöglichkeiten des Bundeslandes zum Erhalt und Ausbau der abwassertechnischen Infrastruktur zum Schutz der Gewässer und der Umwelt genutzt werden.

Ein wesentlicher Punkt ist die Auswirkung auf die Gewässer durch urbane Entwässerungssysteme. Gemäß dem Wasserhaushaltsgesetz § 55 (2) soll Niederschlagswasser ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden. Die Auswahl eines Entwässerungsverfahrens ist bezüglich der resultierenden Gewässerbelastung fachlich nicht pauschal entschieden und meistens im konkreten Fall zu bewerten.

Angeichts der aktuellen Überflutungsproblematik durch Starkregenereignisse im urbanen Raum, die durch den Klimawandel durchaus als zunehmend einzustufen ist, kann eine unverminderte Relevanz für die Entwicklung sinnvoller Abwasserkonzepte festgestellt werden.

Die Diskussion der erarbeiteten Ergebnisse und ihre Bewertung mithilfe eines Punktwertverfahrens führen schließlich zur konkreten Handlungsempfehlung im Falle des behandelten Wohngebietes.

Obwohl die Beibehaltung des Mischsystems aus wirtschaftlicher Sicht insgesamt sinnvoller ist, weist auch das Trennsystem beachtenswerte positive wirtschaftliche Aspekte auf. Darüber hinaus sprechen besonders die ökologischen Vorteile sowie die positiven Effekte auf nachgeschaltete Kanalnetze und die Überflutungssicherheit für eine Umstellung auf das Trennsystem.

Rene Hendrix B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner
 Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

25. November 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Heizungstechnik

In Kooperation mit:

3-Plan Haustechnik AG, 8404 Winterthur, Schweiz



Die zukunftsweisende Planungsmethodik des BIM (Building Information Modeling) bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für alle Gewerke. Durch die konsequente Vernetzung aller Elemente untereinander und die Möglichkeit, beliebig viele Informationen über Parameter direkt an die Bauteile zu binden, können relevante Daten nahezu überall in jeder Form abgerufen werden. Dieser erhebliche Vorteil gegenüber der herkömmlichen meist zweidimensionalen CAD Planung sorgt aber auch für einen Informationsüberfluss, wodurch sich die Frage nach einem strukturierten Ablauf für einen gezielten Informationsfluss ergibt.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, diese Struktur anhand eines realen Heizungsprojektes zu erarbeiten und den Informationsfluss gezielt zu drosseln. So konnten die einzelnen Bauteil-Daten über gezielte, phasenweise Filterung in Übersichtslisten in eine geordnete Struktur gebracht werden.

Unterschieden wird hier zwischen fünf Stufen, Abschätzung, Nutzungsvereinbarung, Bestellung, Montage, und Einregulierung/Messung. Dabei soll in der Frühphase eines Projektes über einen relativ geringen Arbeitsaufwand das Erstellen von Gebäudeabschnitten bzw. Räumen und das zuweisen vordefinierter Nutzungsarten eine Abschätzung über die Größenordnung des Projektes möglich sein. Außerdem soll eine Vorlage geboten werden, mit welcher der Bauherr dem TGA Planer deutlich machen kann welche Voraussetzungen die jeweiligen Abschnitte oder Räume besitzen sollen. Diese Werte für z.B. Raumtemperatur, Raumluftfeuchte, Heizflächen und interne Wärmelasten werden dann in einer Nutzungsvereinbarung festgehalten und stellen die Grundlage für die weitere Gebäudetechnikplanung dar. Im Rahmen der Submissions- und Ausführungsphase sollten dann die jeweiligen Informationen für die Bestellung und Montage bereitgestellt werden.

Des Weiteren wurde erstmals ein Zusatzprogramm eingesetzt, welches über eine Schnittstelle mit dem Gebäudemodell verbunden ist und Informationen zu Leitungsnetzen, Bauteilen sowie dem Modell selber, extrahieren kann. Dabei wurde die Heiz – und Kühllastberechnung, die Heizflächenauslegung und die Dimensionierung des im Modell erstellten Leitungsnetzes vorgenommen.

Die Erkenntnisse und Arbeitsabläufe bei diesen Auslegungen und Berechnungen in diesem Programm sowie die Funktionsweise des Datentransfers zwischen Modell und externer Software, wurden in einem Handbuch niedergeschrieben.

Henschel, Marc-Philipp B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Dipl.-Ing. (FH) Michael Gebhardt MBA

Datum des Kolloquiums:

21. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

infas enermetric Consulting GmbH, Greven



Die Kraft-Wärme-Kopplung verfügt über ein großes Leistungsspektrum. Dadurch kann sie vielseitig eingesetzt werden. Dabei verwenden Anlagen bis in den Megawattbereich modifizierte Otto- und Dieselmotoren. Diese werden mit Gas betrieben. Die Technologie ist effizient: Sie generiert Primärenergieeinsparungen von überwiegend 20 % und nutzt die Exergie im Brennstoff besser als ein konventioneller Heizkessel. Dabei steigt der exergetische Wirkungsgrad mit der Temperatur der genutzten Abwärme an.

Jedoch ist die wirtschaftliche Situation der Anlagen oft diffizil. Dazu tragen die hohen Investitionskosten sowie zahlreiche, externe Faktoren bei. Ein Faktor ist die gesetzliche Förderung von KWK-Anlagen. Diese wird im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) geregelt. Die KWKG Novelle 2016 verändert die Fördersituation der Anlagen. Sie vermindert die Förderung für selbst verbrauchten Strom und streicht diese bei Anlagen mit einer Leistung von mehr als 100 kWel ganz. Damit beeinflusst sie den wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen und die Dimensionierung. Eine Dimensionierung berücksichtigt den zeitlichen Verlauf des Verbrauchs. Den zeitlichen Verbrauch erfasst eine registrierende Lastgangmessung. Allerdings ist diese nicht immer vorhanden. Standardlastprofile dienen als Ersatz. Die Auswahl der Anlagenleistung orientiert sich meist am Wärmebedarf der Liegenschaft. Eine konventionelle Auslegung sieht dabei eine möglichst hohe Eigenbedarfsdeckung und Laufzeiten über 5 000 Stunden vor. Pufferspeicher entkoppeln temporär die Produktion vom Bedarf und verbessern damit die erreichbaren Laufzeiten.

Anhand von zwei Verbrauchssituationen untersucht die Arbeit den Einfluss der veränderten gesetzlichen Bedingungen auf die Dimensionierung von KWK-Anlagen. In der zweiten Verbrauchssituation verlängern sich die Förderzahlungen beider KWK-Anlagen. Dabei zeigt die überdimensionierte Anlage unter der KWKG-Novelle 2016 einen Vorteil gegenüber der konventionell dimensionierten Anlage. Innerhalb eines jährlichen und zehnjährigen Vergleichs ist die überdimensionierte Anlage wirtschaftlicher. Gegensätzliches zeigt sich unter der Novelle 2012. Schlussfolgernd kompensiert eine erhöhte Netzeinspeisung die verminderte Förderung. Zusätzlich gleicht sie die Mehrkosten aus, die durch die größere Anlage entstehen. Dagegen ist das Ergebnis der Wirtschaftlichkeit im Leistungsbereich bis 100 kWel ein anderes.

In diesem Leistungsbereich wird ebenfalls selbst verbrauchter Strom vergütet. Verglichen mit der Novelle 2012 ist der gezahlte Förderbetrag jedoch geringer.

In der ersten Verbrauchssituation gleicht die erhöhte Netzeinspeisung eine verringerte Förderung aus. Sie kompensiert allerdings nicht die entstehenden Mehrkosten durch eine größere Anlage. Dadurch besteht weiterhin eine bessere Wirtschaftlichkeit für die konventionell ausgelegte Variante. Dies steht auch mit der gleichbleibenden Förderdauer in Zusammenhang. Die Förderung verlängert sich für beide Anlagen nicht, da die KWKG-Novelle 2016 den gesamten Strom vergütet.

Schlussfolgernd steigert die KWKG Novelle 2016 die Attraktivität von größeren Anlagen bei der Dimensionierung. Die größeren Anlagen können eine verminderte oder ausbleibende Förderung des selbst verbrauchten Stroms ausgleichen. Ein verbesserter wirtschaftlicher Betrieb zeigt sich allerdings erst bei größeren Anlagenleistungen. Hierbei lässt sich auch ein Zusammenhang mit den Ausbauzielen der Bundesregierung in Bezug auf die KWK herstellen. Die Ausbauziele sind noch nicht erreicht. Größere Anlagen verbessern allerdings die Chance diese einzuhalten.

Auslegung eines Erdkollektorfeldes für eine Gewerbeimmobilie nach VDI 4640

Alexander Hering B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

18. März 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluftechnik

In Kooperation mit:

AIR-ING Technology GmbH, Nordwalde



Wärme und Kälte zum richtigen Zeitpunkt verfügbar zu machen, stellt eine enorme Herausforderung der modernen Gebäudetechnik dar. Dabei spielen regenerative Energien eine zunehmend größere Rolle.

Keine andere Quelle eignet sich dazu so unbegrenzt und kostengünstig wie das Erdreich.

Mit dieser Thematik habe ich mich in meiner Bachelorarbeit auseinandergesetzt. Konkret wurde die Auslegung eines Erdkollektorfeldes zum Betreiben einer Wärmepumpe für eine Gewerbeimmobilie zum Gegenstand gemacht.

Hierbei wurden die Schritte von der Planung bis zur Fertigstellung des Erdkollektors dokumentiert. Anhand dessen konnte ich verdeutlichen, dass schon im Vorfeld umfangreiche und vorausschauende Überlegungen anzustellen sind.

Einleitend wurde die Gewerbeimmobilie kurz vorgestellt, damit die Anforderungen und Wünsche an die Gebäudetechnik, respektive Wärmeversorgung, besser nachvollzogen werden können.



Ich stellte verschiedene Arten der Wärmeversorgung vor und wog diese gegeneinander vor dem Hintergrund der Gebäudeverwendung ab.

So konnte ich zeigen, dass die verschiedenen Varianten zur Wärmeversorgung je nach Zweck des Gebäudes besser oder schlechter geeignet sind und wie viel Planung im Vorfeld nötig ist, um das optimale Ergebnis zu erzielen. Diese Betrachtung von Zweck und Nutzen ist, losgelöst von der hier vorgestellten Gewerbeimmobilie, insbesondere im Hinblick auf Dienstleistungsorientierung ein wichtiges Instrument.

In diesem Fall stellte sich heraus, dass die Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe die am besten geeignete Variante ist.

Im weiteren Verlauf habe ich einige in Betracht kommende Arten von Flächenkollektoren aufgezeigt und schließlich das Hauptaugenmerk auf die Auslegung der Erdkollektoren gelegt. Hierzu waren sodann komplexe Berechnungen vorzunehmen:

Im ersten Abschnitt wurden die Parameter Heizlast/ Wärmebedarf und Kühllast berechnet.

Dabei konnte ich deutlich zeigen, wie sich die Ausstattung mit energieeffizienten Komponenten positiv auf den Gesamtenergieverbrauch auswirkt.

Im Anschluss war ein geeigneter Erdkollektor auszuwählen. Hierbei wurde zunächst die Bodenbeschaffenheit betrachtet, da diese für die Auswahl der Kollektorart ein maßgebliches Kriterium darstellt. Abhängig von der Zusammensetzung des Bodens können sich Unterschiede ergeben. Es stellte sich heraus, dass die vorliegenden Bodeneigenschaften zusammen mit der zur Verfügung stehenden Grundstücksfläche die ideale Basis für einen Flächenkollektor bilden. Für diesen wurden abschließend die Berechnungen erstellt.

Victor-Felix Hilgers B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Thorsten Schmitz M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

10. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Urbanhydrologie und Wasserversorgung



Im Jahr 2013 wurden von dem ca. 357.000 km² großen Gebiet der Bundesrepublik Deutschland etwa 13,6 % (48.482 km²) als Siedlungs- und Verkehrsflächen genutzt. Der Anteil der befestigten Flächen steigt täglich um ca. 100 ha weiter an. Die Steigerung an Siedlungs- und Verkehrsflächen führt zu einer kontinuierlichen Veränderung des natürlichen Wasserhaushaltes und gleichzeitig zu einem Anstieg des Oberflächenabflusses.

Beim Abfließen von befestigten Flächen lösen und transportieren Oberflächenabflüsse vorhandene Schmutz- und Schadstoffe und können daher erheblich verunreinigt sein. Die Verunreinigung der Oberflächenabflüsse ist dabei stark von den jahreszeitlichen Bedingungen und der Flächennutzung abhängig. Ein typisches Beispiel für Verunreinigungen können belastete Staubniederschläge aus der Atmosphäre, aber auch Verbrennungsrückstände und Abriebprodukte von Verkehrs- und Dachflächen sein. Diese Verunreinigungen enthalten eine Vielzahl an Schadstoffen wie z. B. Schwermetalle, organische Schadstoffe oder auch Verbindungen aus der Klasse der polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK).

Durch den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsflächen fallen so bei Regenerignissen zunehmend Abflüsse an, die gespeichert und behandelt werden müssen. Unter ökonomischen als auch ökologischen Gesichtspunkten ist eine Behandlung von Oberflächenabflüssen vor Ort bzw. im Einzugsgebiet vorteilhaft.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, ein Filtermodell zu konstruieren und mit dieser Modellanlage die Reinigungsleistung von Oberflächenabflüssen zu untersuchen (Abbildung 1). Da es in Behandlungsanlagen zur Ablagerung von ungelösten Stoffen kam, wurde sowohl in einem Vorversuch die Absetzbarkeit von ungelösten Stoffen als auch bei Versuchen mit der Modellanlage ohne Filter der Einfluss der Sedimentation auf die Reinigungsleistung betrachtet.

Bei dem anschließend untersuchten Filter handelte es sich um einen Mehrschichtfilter aus Zeolith, gebrochenem Blähton und einer Japan-Filtermatte mit einem asymmetrischen Porengefüge. Insgesamt hatte der Mehrschichtfilter eine Höhe von 0,17 m. Als Prüfmedium kam Millisil W4 der Quarzwerke GmbH zum Einsatz. Die Ermittlung der Reinigungsleistung erfolgte anhand der zurückgehaltenen Partikelanzahl.

Hierzu kam das Partikelmesssystem Syringe der Firma Klotz zum Einsatz.



Abbildung 3: Modellanlage

Die Ergebnisse zur Sedimentation ließen den Schluss zu, dass Millisil W4 als Prüfmedium für Anlagen zur Regenwasserbehandlung nur bedingt geeignet ist. Der Vorversuch zur Sedimentation von feinpartikulären Substanzen zeigte, dass die fein sichtbaren Teilchen beim Millisil sich viel schneller absetzen konnten, als die Partikel von Straßenkehricht und Filterschlamm. Die Ursache hierfür ist die im Vergleich höhere Dichte von Millisil. Demzufolge ist eine Aussage zum Sedimentationsverhalten in der Betriebspraxis nur eingeschränkt möglich.

Die Versuche zur Filtration zeigten, dass die Reinigungsleistung des Mehrschichtfilters bei einem hohen Durchfluss stark abnimmt. Der Grund könnte mit einer zu geringen Kontaktzeit und hydrodynamischen Effekten im Filtermaterial zusammenhängen. Bis heute ist es nicht möglich, bei der Filtration eine Brücke von der Theorie zur praktischen Umsetzung zu schlagen. Es lassen sich lediglich Angaben basierend auf Erfahrungswerte, gewonnen aus der Betriebspraxis, machen.

Es zeigte sich, dass anhand der Filtratqualität entschieden werden kann, ob das Filtrationsergebnis den Anforderungen der betrieblichen Praxis entspricht. Damit aber ein einheitliches Filtrationsergebnis erreicht wird, müssen die Betriebsbedingungen der Behandlungsanlage optimiert werden. Da in der Praxis aufgrund des dynamischen Niederschlagsgeschehens keine konstanten Betriebsbedingungen vorliegen, besteht hier Optimierungsbedarf. Eine mögliche Optimierung könnte darin liegen, dass vor die Filtrationsanlage ein Becken zur Vermeidung von hydraulischen Schwankungen sowie zur Vorbehandlung der Abflüsse geschaltet wird, von wo aus ein gedrosselter Durchfluss in die Filteranlage geleitet wird.

CNG als alternativer Kraftstoff für den Fernlast- und Verteilverkehr, die erforderliche Betankungsinfrastruktur und deren Versorgung aus dem deutschen Erdgashochdrucknetz

Marvin Hippler B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Dr.-Ing. Arnd Schmücker

Datum des Kolloquiums:

23. September 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Open Grid Europe GmbH, Essen



Aus Erdgas werden sowohl Raumwärme und Warmwasser, als auch Prozesswärme für den industriellen Einsatz erzeugt. Zusätzlich wird es als Rohstoff für die chemische Industrie benutzt und im geringen Umfang als Kraftstoff für den Verkehr. Prognosen gehen davon aus, dass dieser Bedarf in den kommenden Jahrzehnten abnehmen wird. Insbesondere durch den verstärkten Einsatz moderner Heizungstechnologien sowie einer besseren Wärmedämmung soll der Raumwärmebedarf bei privaten Haushalten sinken.

Um diesen Rückgang zu kompensieren, muss die Erdgasindustrie alternative Absatzmärkte erschließen. In diesem Zusammenhang ist besonders der Verkehrssektor mit einem Endenergieverbrauch von 2628 PJ/a von Relevanz.

Seit über 60 Jahren wird CNG, d.h. auf 200 bar komprimiertes Erdgas, in PKWs als Kraftstoff eingesetzt. Mit einer Zahl von 81.423 angemeldeten Kraftfahrzeugen (Stand 1. Januar 2015) hat sich Erdgas als Kraftstoff aber bisher nicht durchsetzen können. Hinzu kommt, dass sich im Personenstraßenverkehr mit den Elektrofahrzeugen eine direkte Konkurrenz entwickeln könnte und sich Erdgas PKWs langfristig nicht durchsetzen werden.

Im Güterstraßenverkehr zeichnet sich ein anderes Bild ab. Besonderes Augenmerk wird hier auf den Bereich der schweren Nutzfahrzeuge (34-40t) gelegt, da dort drei Viertel der gesamten Lkw- Fahrleistung und Kraftstoffnachfrage anfällt und in absehbarer Zeit kein alternativer Kraftstoff, außer Erdgas, in Aussicht ist. Hierbei wird zurzeit LNG als Treibstoff für den schweren Nutzfahrtverkehr in der öffentlichen Diskussion Vorrang vor CNG eingeräumt.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, einen möglichst realistischen Vergleich zwischen CNG und LNG, als alternative Kraftstoffe für den schweren Nutzfahrtzeugsektor, zu ziehen.

Als Vorteil von LNG wird häufig die Diversifizierung der Bezugsquellen genannt und die im Verhältnis zu komprimierten Erdgas höhere Reichweite. Die Fragen nach der Wirtschaftlichkeit und der ökologischen Perspektive stehen eher im Hintergrund oder werden je nach den gewählten Rahmenbedingungen unterschiedlich beantwortet.

Zu diesem Zweck wurden die beiden Kraftstoffe aus ökonomischer und ökologischer Perspektive betrachtet werden, um zu ermitteln, ob sich für CNG im Schwerlastverkehr eine Perspektive bietet.

Gregor Hoffmann M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

18. Januar 2017

Studium:
Studienrichtung:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

Mit steigenden Energiepreisen und der zunehmenden Knappheit der fossilen Brennstoffe findet in vielen Bereichen der Gebäudetechnik ein Umdenken statt. Nach neuen, alternativen Möglichkeiten zur Konditionierung der heutigen und zukünftigen Gebäude wird gesucht.

Bei diesen Überlegungen spielen neue Techniken, Systeme und Materialien eine zunehmend wichtige Rolle, da ohne diese die gesteckten Energieeinsparungsziele nicht erreicht werden können.

Der regenerative Gedanke im Bereich der Heizungstechnik hat derzeit etwas nachgelassen. Dies liegt insbesondere an den momentan vergleichsweise geringen Kosten für fossile Brennstoffe.

Im direkten Vergleich zwischen Wärme aus fossilen Brennstoffen und einer Wärmepumpe sind die fossilen Brennstoffe günstiger. Außerdem sind die Anschaffungskosten von Anlagen für fossile Energieträger günstiger und in der Regel auch weniger komplex. Der entscheidende Vorteil von Wärmepumpen besteht jedoch darin, dass diese die Wärme aus einer Umweltquelle erschließen (Luft- oder Erdwärme).

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Luft/Wasser-Wärmepumpe steht im Zentrum dieser Arbeit. Sie ist begründet durch geringe Anschaffungskosten dieser Systeme und der potentiellen Möglichkeit zur Nach- oder Umrüstung.

Weder Tiefenbohrungen noch Erdkollektoren werden benötigt, welche speziell im Bestand und in dicht besiedelten Gebieten nachträglich nicht realisiert werden können. Zur Laufzeitoptimierung der Wärmepumpe wird zudem eine Speicherung der Wärmeenergie empfohlen.

In dieser Masterthesis ist ein Versuch der Negierung der Nachteile durch schlechte Betriebszustände gemacht worden. Es erfolgte eine ausführliche Betrachtung der Speicherung bei günstigen Betriebsbedingungen.

Eine höhere und notwendige Speicherfähigkeit gegenüber Wasser als Medium bieten dabei Phasenwechsel-Materialien (PCM). Diese sind in der Lage, durch latente Speicherung bei einer geringen Temperaturdifferenz, große Mengen an Wärmeenergie zu speichern.

Ein zusätzlicher Einspar-Faktor stellt eine geplante Photovoltaikanlage dar. Es wird dadurch möglich, die WP phasenweise autark zu betreiben und somit die Stromkosten zu senken, sowie die gespeicherten Wärmemengen zu erhöhen.

Anhand des Testreferenzjahres des Deutschen Wetterdienstes wird die konzipierte Anlage simuliert.

Die resultierenden Betriebskosten ermöglichen den Vergleich zu konventionellen Systemen und führen durch Einbezug der Investitionskosten zur Darstellbarkeit der Amortisation. Aus den Ergebnissen konnte geschlussfolgert werden, dass das untersuchte Konzept einen technologischen Fortschritt darstellt.

Die Wirtschaftlichkeit von PCM-Speichern konnte, aufgrund zu hoher Anschaffungskosten, nicht eindeutig bestätigt werden, eine Photovoltaikanlage zu Eigenversorgung jedoch als lohnenswert eingestuft werden.

Julian Hollands B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. André Steiner

Datum des Kolloquiums:

16. Februar 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit:

GOLDBECK Nord GmbH, Bielefeld



Diese Bachelorarbeit behandelt die Kostenermittlung für Technische Anlagen mittels der Methode Building Information Modeling (BIM). Das BIM-Verfahren dient im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Bauwirtschaft einer Verbesserung der Konzeptionierungsqualität. Durch diesen Prozess sollen die Effizienz und Produktivität gesteigert werden. Da BIM in Deutschland immer mehr Anklang findet, soll nun auch die Kostenschätzung mit dieser Arbeitsweise realisiert werden.

International hat BIM bereits einen hohen Stellenwert eingenommen und wird zum Teil verbindlich bei Großprojekten vorgeschrieben. Auch hierzulande ist diese Arbeitsweise angekommen und soll durch einen dreiteiligen Stufenplan bis 2020 im Infrastrukturbereich implementiert werden. Damit stehen die Unternehmen in der Herausforderung, sich auf diese neue Kultur einzustellen, um den Aufgaben gewachsen zu sein.

Das Hauptaugenmerk dieser Abschlussarbeit liegt auf der Einbindung eines Gebäudedatenmodells in ein Kalkulationsprogramm. Dieses Datenmodell wird mithilfe der BIM-Technologie erstellt. Um die Aufgabenstellung zu veranschaulichen, wurden einem Pilotprojekt in der Vorplanung Attribute zugewiesen, mit denen unter Randbedingungen eine automatisierte Kostenermittlung durchgeführt werden kann.

Um BIM auch in der Kostenermittlung durchgängig einzusetzen, muss die konventionelle Kalkulationsmethode neugestaltet werden. Derzeit verläuft die Ermittlung von Kosten häufig so ab, dass Gebäude manuell in Kalkulationsprogramme eingetragen werden. Dies ist mühselig und kann unter Umständen Fehleintragungen mit sich bringen. Die Folgen sind Kostenunsicherheiten und ein hoher Zeitaufwand in der Angebotsphase. Damit die Kommunikation zwischen den Beteiligten und den Softwareprogrammen gegeben ist, müssen Richtlinien gestaltet werden, die für eine nachhaltige Arbeitsweise mit BIM von Bedeutung sind.

René Hollmann B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Theodor Gerwe

Datum des Kolloquiums:

11. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik

In Kooperation mit:

OKE Automotive GmbH & Co. KG in Hörstel



Der nachhaltige und effiziente Einsatz von Ressourcen ist für die Erfüllung der weltweiten Klimaschutzziele von hoher Bedeutung und ein wichtiger Bestandteil des Umweltschutzes. Das Umweltbundesamt setzt zur Erfüllung der Klimaschutzziele für 2020 und 2050 neben dem Ausbau der regenerativen Energien auf den effizienten Einsatz von Energie.

Für die Wirtschaft gewinnt die Effizienzsteigerung bei der Ressourcenverwendung nicht nur zum Zweck einer verbesserten öffentlichen Darstellung an Bedeutsamkeit, sondern auch zur Steigerung der eigenen Wirtschaftlichkeit.

Besonders die auf Produktion ausgerichtete Industrie beherbergt ein großes Potenzial die wirtschaftlichen Kennwerte der Unternehmung zu verbessern, indem sie ihre energetisch anspruchsvollen Prozesse optimiert. Vor diesem Hintergrund wurden zwei bestehende Wasserkühlkreisläufe für Extrusionsanlagen der OKE Automotive GmbH & Co. KG untersucht.

Im Rahmen der Arbeit sollten vorhandene Verbesserungspotenziale durch eine energetische Untersuchung bestimmt und deren Möglichkeiten zur Nutzung dargestellt werden. Darüber hinaus wurden die wirtschaftlichen Aspekte dieser Optimierungsmaßnahmen dargelegt.

Hierzu wurden zwei etwa 15 Jahre alte und mehrfach erweiterte Wasserkühlkreisläufe für Extrusionsanlagen untersucht und vermessen. Das Hauptaugenmerk lag auf der Vermessung zur Bereitstellung von verlässlichen Daten. Aus den ermittelten Daten wurden auf der Berechnungsgrundlage der Wärmemenge und des Wärmeübergangs Bilanzen für das System erstellt und ausgewertet. Die daraus zu erkennenden Verbesserungspotenziale des Systems wurden anschließend aufgezeigt und mit möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Systemleistung dargestellt.

Neben dem Erstellen einer Datenbasis, die es den verantwortlichen Personen der OKE Automotive ermöglicht auch über diese Arbeit hinaus den Zustand des Systems zu analysieren, konnten mehrere Optionen zur Effizienzsteigerung gefunden werden. Darüber hinaus konnte ein Ausblick auf die Kosten und die Amortisationszeit der einzelnen Maßnahmen gegeben werden, um den Entscheidungsträgern vor Ort fundierte Grundlagen zu den einzelnen Maßnahmen zur Verfügung zu stellen.

Henryk Holstein B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Datum des Kolloquiums:	10. Juni 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Umwelttechnik
In Kooperation mit:	CES Consulting Engineers Salzgitter GmbH



Die Bachelorarbeit handelt von der unzureichend arbeitenden Wasseraufbereitungsanlage in Mtwara, Tansania. Das Wasser, welches von der Wasseraufbereitungsanlage bereitgestellt wird, hält nicht die Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO), ebenso wenig wie die der lokalen Behörde der Tanzanian Energy and Water Utilities Regulatory Authority (TEWURA) ein.

Der Wasserversorger ist jedoch verpflichtet Wasser in einer ausreichenden Qualität sicherzustellen, um die Menschen zu schützen und eine gut funktionierende Wasserversorgung zu garantieren. Mtwara ist eine Küstenstadt in Südtansania unweit der Grenze zu Mosambik. Das zu erwartende Bevölkerungswachstum ist hoch. Mtwara hat momentan im Jahre 2016 eine Einwohnerzahl von 114.000. Diese soll im Jahre 2030 auf 200.000 Einwohner ansteigen. Die in Mangamba liegende Wasseraufbereitungsanlage (s. Abb. 1) wurde im Jahre 1993 gebaut. Die Wasseraufbereitungsverfahren sind: Belüftung, Koagulation, Flockung, Klärung, Chlorierung und eine anschließende Wasserspeicherung. Geplant wurde die Wasseraufbereitungsanlage mit einer Filtrationseinheit in Form eines Schnellsandfilters. Zweck der Filtrierung ist die Entfernung suspendierter Partikel aus dem Wasser sowie die Reduzierung von Eisen und Mangan.

Der ursprünglich geplante Sandfilter wurde jedoch niemals gebaut. Gründe für das Nichtbefolgen der ursprünglichen Planung sind unklar. Die Wasserqualität der Wasseraufbereitungsanlage ist ungenügend. Das Wasser enthält hohe Eisen- und Mangankonzentrationen und hat zudem einen zu niedrigen pH-Wert. Die Richtwerte der WHO und TEWURA für die genannten Parameter werden nicht eingehalten. Der von der Wasseraufbereitungsanlage bereitgestellte pH-Wert und die zu hohe Eisen- und Mangankonzentrationen stellen generell keine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Die bereitgestellte Wasserqualität verursacht jedoch vor allem Schäden in dem Versorgungsnetzwerk durch korrosives Verhalten und Verockerungen. Die Bachelorarbeit hat aus diesem Grund das Ziel, die beste Lösung zu finden, um die Qualität des von der Wasseraufbereitungsanlage bereitgestellten Wassers zu verbessern.

Die Richtwerte der oben genannten Behörden sollten durch die Rehabilitation eingehalten werden. Es werden die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt, um die Wasseraufbereitung zu verbessern. Diese helfen, eine gut funktionierende Anlage zu konstruieren.

Die Arbeit kommt zu dem Ergebnis, nach Aufführen und Abwägen der verschiedenen Ausbauoptionen eine neue Dosiereinheit und einen Schnellsandfilter zu konstruieren. Mit der neuen Dosiereinheit kann ein pH-Wert des erwünschten Bereichs eingestellt werden. Der Schnellsandfilter kann das Problem der Eisen- und Manganentfernung lösen, sodass die gewünschte Wasserqualität sichergestellt werden kann.

Die vorgeschlagene Erweiterung amortisiert sich durch das Einsparen von Elektrizität und Chemikalien innerhalb von 11 Jahren und erwirtschaftet während 15 Jahren zusätzlich etwa 470.000 US Dollar.



Abb. 1: Teil der Wasseraufbereitungsanlage in Mtwara

Sören Honsel M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Dipl. Ing. Thomas Rzepczyk M.Sc

Datum des Kolloquiums:

12. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Amprion GmbH, Dortmund



Die Schaffung eines europaweiten Energiebinnenmarkts verfolgt das Ziel, die Potenziale zur Erzeugung elektrischer Energie in Europa optimal zu nutzen sowie Preisunterschiede für elektrische Energie zwischen den Ländern in Europa anzugleichen. Dies hat einen erhöhten Handel elektrischer Energie zwischen den Ländern in Europa zur Folge. Um mögliche Engpässe im grenzübergreifenden Handel zu vermeiden, hat die Europäische Kommission die Übertragungsnetzbetreiber dazu aufgefordert, in einem regelmäßigen Turnus einen Netzentwicklungsplan zu erstellen. In Rahmen dieses sogenannten Ten-Year Network Development Plan (TYNDP) werden verschiedene zukünftige Entwicklungen des europäischen Energiemarkts prognostiziert. Auf Basis dieser Prognosen wird der langfristige Ausbau- und Investitionsbedarf des grenzübergreifenden Übertragungsnetzes beurteilt.

Die hier vorgestellte Masterarbeit hat zum Ziel bisher im TYNDP2016 nicht betrachtete langfristige grenzübergreifende Ausbauprojekte des Übertragungsnetzes zu identifizieren und energiewirtschaftlich zu bewerten. Dafür werden für Deutschland und im speziellen für das Übertragungsnetz der Amprion GmbH mögliche energiepolitische Entwicklungen in Europa beleuchtet. In vier Sensitivitäten werden Prognosen bezüglich der Kernkraft in Belgien und Frankreich, des europäischen Emissionshandels sowie der Elektromobilität in Europa entwickelt, modelliert und ausgewertet. Die Sensitivitätsuntersuchung erfolgt dabei auf Datenbasis und nach Vorbild des TYNDP2016 und wird mit Hilfe eines Marktsimulationsverfahrens durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigen, dass sich die vier Sensitivitäten unterschiedlich stark auf den europäischen Energiemarkt und das grenzübergreifende Übertragungsnetz auswirken. Die Ergebnisse werden detailliert beschrieben und im Rahmen von weiterführenden Analysen werden langfristige Ausbauprojekte des grenzübergreifenden Übertragungsnetzes mit Fokus auf das Netzgebiet der Amprion GmbH identifiziert sowie wirtschaftlich bewertet. Auf Grundlage dieser Analysen wird eine Empfehlung zur zukünftigen Dimensionierung des europäischen Übertragungsnetzes unter verschiedenen energiepolitischen Entwicklungen gegeben. Die hier vorgestellte Masterarbeit liefert somit einen Beitrag zur Sicherung der zukünftigen Versorgung der europäischen Bevölkerung mit elektrischer Energie.

Fabian Hopp B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

03. Mai 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Stadtwerke Münster GmbH



Die Stadtwerke Münster GmbH sind derzeit Betreiber von 17 Windenergieanlagen, die auf 8 verschiedene Windparks in NRW und Niedersachsen verteilt sind. Bei 15 der Anlagen sind die Stadtwerke zugleich Betriebsführer und somit auch dafür verantwortlich, inwieweit das jährliche Windenergiepotenzial eines Standortes genutzt wird. Vor allem an Binnenlandstandorten mit mittleren bis schwachen Windverhältnissen kann dieser Faktor über die Wirtschaftlichkeit einer Windenergieanlage entscheiden.

Die verfasste Arbeit behandelt in diesem Zusammenhang drei verschiedene Themen rund um das Thema Optimierung von Windenergieanlagen. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Problematik der Gondelfehlausrichtung.

Nach einer kurzen Übersicht über die Grundlagen der Energiewandlung werden die allgemeinen Optimierungsmöglichkeiten an Windenergieanlagen analysiert und an konkreten Beispielen dargestellt. So soll dem Leser ein Überblick über die Komplexität des Themas und die Vielfältigkeit der Möglichkeiten verschafft werden.

Der zweite Teil befasst sich speziell mit der sehr aktuellen Problematik der Gondelfehlausrichtung. Damit ist die fehlerhafte Ausrichtung des Rotors zur Windrichtung gemeint. Verursacht wird diese durch die fehlerhafte Windrichtungsmessung der standardmäßigen Windsensoren, die hinten auf der Gondel installiert sind. Durch den laufenden Rotor oder andere strömungsbedingte Einflüsse können die Windmesswerte hinter dem Rotor verfälscht werden und es kann zu einer Fehlausrichtung kommen. Zur Optimierung dieser Problematik werden drei moderne Windmesstechniken vorgestellt und verglichen, die den Wind messen können, bevor dieser durch den Rotor gestört wird.

Im letzten Teil der Arbeit wird eine Messdatenanalyse eines Windparks der Stadtwerke Münster mit 7 Windenergieanlagen vom Typ E-82 von Enercon durchgeführt. Hintergrund der Datenanalyse ist eine geplante Optimierung des Windparks mittels einer, in Teil zwei aufgeführten modernen Windmesstechnik. Die Analyse soll Aufschluss über die Produktivität der einzelnen Anlagen geben und bei der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Optimierung helfen. Außerdem werden die zwei ertragsschwächsten Anlagen im Windpark ermittelt, die im Falle einer Optimierung als Pilot-Anlagen dienen und mit der modernen Windmesstechnik ausgestattet werden sollen.

Steffen Johannes Jochim B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums:

24. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg



Um dem Klimawandel entgegenzuwirken, ist es wichtig, von fossilen Brennstoffen zur Energieversorgung Abstand zu nehmen und so die 2016 in Paris vereinbarten Klimaziele zu erreichen. Mit dieser Energiewende sind, kurzfristig betrachtet, hohe Investitionskosten verbunden. Deswegen ist es wünschenswert, auf einen Energieträger zurückzugreifen, der unentgeltlich zur Verfügung steht. Die Sonne rückt so in den Fokus.

Um die Sonnenenergie optimal zu nutzen, ist es nötig die bestehenden Technologien effizient, ökonomisch sowie ökologisch korrekt einzusetzen. Am Beispiel der konzentrierenden Solarthermie (engl: Concentrated Solarthermal Power CSP) kann dies verdeutlicht werden. Der Wirkungsgrad eines Solarkraftwerks mit konzentrierenden Kollektoren ist direkt abhängig vom Reflexionsgrad seiner Spiegel. Aus diesem Grund besteht eine hohe Anforderung an die Sauberkeit der Spiegel. Diese wiederum ist mit einem erheblichem Energie- und Wasserverbrauch und damit auch mit hohen Kosten verbunden. Da die konzentrierende Solarthermie in ariden Regionen optimal betrieben werden kann, ist es erstrebenswert den Wasserverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren.

In dem EU Projekt zur Minimierung des Wasserverbrauchs konzentrierender Solarthermie Kraftwerke, kurz MinWaterCSP (Minimized water consumption in CSP plants), arbeitet das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) zusammen mit Projektpartnern aus der Industrie daran, den Wasserverbrauch bei der Reinigung von Solarspiegeln effizienter zu gestalten. Im Rahmen dieses Projekts entstand die Aufgabenstellung für diese Abschlussarbeit, die Weiterentwicklung eines Reflektometers für die Integration in ein Reinigungssystem von Heliostaten für solarthermische Turmkraftwerke. Hierzu soll ein am Fraunhofer ISE entwickeltes Hand-Reflektometer weiterentwickelt werden um in ein Reinigungssystem integriert werden zu können.

Das Reflektometer soll dazu eingesetzt werden, die Sauberkeit der Spiegel zu überwachen und dem Reinigungssystem mitzuteilen wann eine Reinigung notwendig wird. Dazu sollen auf der elektronischen Seite des Hand-Reflektometers Vereinfachungen vorgenommen, Schutzfunktionen hinzugefügt und Korrekturfunktionen eingeführt werden. Auf der optischen Seite soll ein Konzept entwickelt werden den Reflexionsgrad, ohne eine direkte Berührung von Messkopf und Spiegeloberfläche, bestimmen zu können.

Felix Jordan B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner
 Dipl.-Ing. Christian Matzker

Datum des Kolloquiums:

08. März 2017

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Heizungstechnik

In Kooperation mit:

Sinusverteiler GmbH, Wettringen



Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Analyse einer betrieblichen Heizungsanlage und der darauf aufbauenden Ausarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen. Im Rahmen des vorgelegten Berichtes wird ein besonderer Schwerpunkt auf die Fußbodenheizung im Verwaltungsgebäude gelegt.

Im ersten Schritt der Bachelorarbeit wurden alle geometrischen Daten der Gebäude Sinusverteiler GmbH am Standort Wettringen aufgenommen. Dies ermöglichte die Erstellung eines Grundrissplanes, sowie weiterer benötigter Zeichnungen. Danach erfolgte im zweiten Schritt die Aufnahme aller Objektdaten. Mit Hilfe dieser Daten und den zuvor erstellten Plänen, ließ sich eine Heizlastberechnung mit Dendrit Studio 2015 durchführen. Anschließend wurde eine komplette Dokumentation des verlegten Heizungsrohrnetzes erstellt. Dabei wurden sowohl Nennweiten, als auch Einbauten erfasst. Darüber hinaus wurden mit Hilfe von AutoCAD Pläne des gesamten Rohrnetzes sowie der einzelnen Heizkreise erstellt.

Mit der so erstellten Dokumentation konnten die Druckverluste aller Teilstrecken, die ungünstigsten Fließwege und die Anforderungen an die Pumpen und Differenzdruckregler bestimmt werden. Es zeigte sich, dass die Pumpe, die die Versorgung der Fußbodenheizkreise sicherstellen soll, den Anforderungen nicht gerecht wird.

Daher wurden alternative Konzepte für die Fußbodenheizung erarbeitet. Dabei stand im Vordergrund, dass möglichst viel der bestehenden Anlage weiterhin genutzt werden kann. Im Rahmen der bevorzugten Alternative wird vorgeschlagen die Mehrzahl der Räume mit zusätzlichen Heizkörpern auszustatten, sodass ein Drittel der Heizlast durch die Fußbodenheizung und zwei Drittel durch die Heizkörper erbracht werden kann. Die Investitionskosten für die Maßnahme belaufen sich auf ca. 17218 €. Der Vorteil dieser Änderungsmaßnahme ist vor allem darin zu sehen, dass sich die Raumtemperaturen mit Hilfe eines weniger trägen Systems an die individuellen Erfordernisse anpassen lassen.

Vermutlich trägt diese Maßnahme auch zu einer gewissen Einsparung an Energiekosten bei, da überversorgte Räume nicht durch Lüften auf eine angenehme Temperatur eingeregelt werden müssen.

Abschließend wird auf Basis dieser vorgeschlagenen Lösung der hydraulische Abgleich für die Fußbodenheizung, sowie die Auslegung der einzelnen Ventile der Heizschlangen durchgeführt.

Bei der Analyse der bestehenden Heizungsanlage fiel zusätzlich zu den Schwachstellen der Fußbodenheizung auf, dass insbesondere die in einigen Hallen installierten Deckenlüfter nicht zufriedenstellend arbeiten. Es zeigte sich, dass dieses insbesondere durch Staubablagerungen verursacht wird. Um häufige Reinigungsarbeiten zu vermeiden und trotzdem die Wärmeversorgung sicherzustellen, wird daher der Austausch der Deckenlüfter gegen Deckenstrahlplatten betrachtet. Dabei wurden sowohl die daraus resultierenden Vorteile, als auch die wirtschaftlich wissenswerten Daten erarbeitet. Besonders hervorzuheben ist hier die Energieeinsparung durch Einsatz der Deckenstrahlplatten, die einer jährlichen Heizöleinsparung von ca. 9200 l entspricht. Allerdings ist diese Maßnahme mit einer relativ großen Investition von ca. 160000 € verbunden.

Abschließend wurde im letzten Schritt der Austausch der Ölkessel gegen Pelletkessel dargestellt und die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme betrachtet. Auf Basis der Heizlastberechnung wurde von der Firma KWB eine aus drei Kesseln bestehende Anlage angeboten. Bei Verwendung von Holzackschnitzeln ergeben sich die größten Heizkosteneinsparungen im Vergleich zum Erdöl. Im günstigsten Fall kann auf der Basis aktueller Preise für Energieträger eine Payback-Period von knapp 9 Jahren berechnet werden.

Mit dieser Arbeit werden einige Hinweise auf Verbesserungsmaßnahmen an der Heizungsanlage der Sinusverteiler GmbH gegeben. Insbesondere stellt die vorgeschlagene Umrüstung der Fußbodenheizung eine Maßnahme zur nachhaltigen Verbesserung der Wärmeversorgungssituation im Verwaltungstrakt bei überschaubarem Investitionsaufwand dar und sollte umgesetzt werden.

Da ein Großteil der Heizlast durch die Zusatzheizlast hervorgerufen wird, wird empfohlen über Möglichkeiten zur Verringerung in Zukunft stärker nachzudenken. Das hätte allerdings den Rahmen der vorliegenden Arbeit, deren Schwerpunkt auf der Hydraulik der Heizungsanlage liegt, gesprengt.

Die Umrüstung auf Deckenstrahlplatten scheint aufgrund des Investitionsvolumens zunächst nicht in Frage zu kommen. Es sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass zur Gewährleistung der korrekten Funktion der Heizlüfter regelmäßige, zeit- und kostenaufwändige Reinigungen durchzuführen sind.

Da ein Ersatz für die Kesselanlage ohnehin ansteht, ist schließlich festzustellen, dass die Umrüstung, auf eine Pellet/Hackschnitzelfeuerung zu empfehlen ist.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Wärmepumpenanlage zur Unterstützung der Wärmeversorgung und Kühlung einer Seniorenwohnanlage

Simon Judith B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Uwe Gerdes

Datum des Kolloquiums:

11. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Ingenieurbüro Temmen, Rheine



Der größte Teil der heutzutage zum Heizen und Kühlen verwendeten Brennstoffe sind als gespeicherte Sonnenenergie aus Pflanzen- und Tierresten entstanden und somit begrenzt. Den Preis dieser fossilen Brennstoffe für die kommenden Dekaden zu kalkulieren ist unmöglich, nicht nur deswegen ist es sinnvoll nach Alternativen zu konventionellen Heizungsanlagen zu suchen.

Eine Wärmepumpenanlage nutzt die im Erdreich, im Grundwasser oder in der Luft gespeicherte Sonnenenergie. Die Erdkruste stellt eine, mindestens für Jahrtausende, nicht abnehmende Wärmequelle dar. Diese regenerative Energie gilt es so effizient wie möglich zu nutzen. Durch das kontinuierliche Energieniveau, welches vom Erdreich bereitgestellt wird, kann auch in den Wintermonaten davon ausgegangen werden, dass die Erdtemperatur in 100 m Tiefe auf einem nutzbaren Niveau bleibt.

Die Gebäudeklimatisierung gewinnt, auch für den privaten Wohnbereich, an immer größerer Bedeutung. Erdwärmesonden-Anlagen haben den Vorteil, dass während der Heizperiode Kälteenergie (Abfallenergie) gespeichert wird, welche in den Sommermonaten zur Gebäudekühlung genutzt werden kann.

Diese Vorteile einer Wärmepumpenanlage werden, bei dem von mir betrachteten Projekt des Ingenieurbüro Temmen, verwirklicht. Im Zuge der Umbau- und Sanierungsmaßnahmen einer Altenwohnanlage am Niederrhein, wird die Heizzentrale um eine Erdwärmepumpe mit den Funktionen Heizen und Kühlen erweitert.

Ziel der Ausarbeitung war es, die Wirtschaftlichkeit dieser zusätzlichen Anlage gegenüber der bestehenden Gaskesselanlage zu betrachten. Durch die Gegenüberstellung der jeweiligen Betriebskosten, konnte festgestellt werden, dass beide Anlagenvariationen zu fast identischen Kosten betrieben werden können. Ein entscheidender Faktor stellen die Energiekosten dabei dar. Eine Verdopplung der aktuellen Energiekosten zeigt die Tendenz, dass die Wärmepumpenanlage deutlich günstiger betrieben werden kann, als die bestehende Anlage.

Diese Verdopplung stellt keine Prognose dar, sondern zeigt lediglich die Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit bei steigenden Energiepreisen.

Eine Grundlegende Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpenanlage hat die Bewertung der Kühlfunktion. Dieser Zusatznutzen wurde in der Amortisationsrechnung berücksichtigt. Die eigentliche Wirtschaftlichkeit der Anlage wird durch drei Faktoren erreicht:

- Die Funktion der Kühlung kann im Bereich der Altenpflege lebensverlängernd sein. Die alten, geschwächten Bewohner dieser Liegenschaft sind durch hohe Temperaturen im Sommer stark belastet. Für den Betreiber der Altenwohnanlage stellt daher diese Funktion einen doppelten Nutzen in pflegerischer und finanzieller Sichtweise dar.
- Die Investitionssumme der Wärmepumpenanlage kann als Vorabinvestition für die Zukunft verstanden werden. Im Zuge der Umstrukturierung können Forderungen der EnEV gestellt werden, welche durch die bivalente Anlagennutzung bereits abgedeckt sein können.
- Alle fossilen Brennstoffe sind endlich. Tendenziell wird bei steigender Nachfrage und begrenztem Angebot der Energiepreis steigen. Durch die Wärmepumpenanlage ist der Betreiber flexibler bei Marktpreisveränderungen. Zukunftsweisend wird der CO₂-neutrale Betrieb einer Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage angestrebt.

Julian Kaiser B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

Datum des Kolloquiums:

30. März 2017

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik



Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 die Emissionen von Treibhausgasen gegenüber 1990 um 80 bis 95 % zu senken. Um dieses Ziel zu erreichen, wird in Deutschland die Energiewende umgesetzt, bei der die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Dafür muss sich auch die Wärmeerzeugung in Deutschland ändern. Um die fossilen Energieträger abzulösen braucht Deutschland wirtschaftliche Alternativen zu Erdgas, Erdöl und Steinkohle.

Um zu klären, ob die Übertragbarkeit möglich ist, wurde zuerst die Situation in Dänemark dargelegt. Daraus ergab sich, dass die Energiewende in Dänemark in einer anderen Form als in Deutschland umgesetzt wird. Zum Beispiel wurden in Dänemark die erneuerbaren Energien nicht subventioniert, sondern die Steuern auf die fossilen Energieträger erhöht. Außerdem werden in Dänemark die Kommunen zum großen Teil durch ein Fernwärmenetz mit Wärme versorgt und nicht mit einzelnen Heizkesseln in den einzelnen Wohngebäuden. In Dänemark wird das Konzept der Fernwärme als Lösung für die Wende im Bereich Wärme genutzt. Zusätzlich wurden in Dänemark im Jahre 2013 der Einbau von Öl- und Gasheizungen in neuen Gebäuden verboten und ab 2016 dürfen auch in Bestandsgebäuden keine Ölheizungen mehr eingebaut werden.

Deutschland hat im Vergleich die Steuern auf fossile Energieträger nicht stark erhöht und setzt mehr auf die Subventionierung der erneuerbaren Energien. Auch wurden in Deutschland keine Verbote ausgesprochen was Öl- und Gasheizungen angeht.

Das Fernwärmekonzept der dänischen Kommune Gram ist eine KWK-Anlage die mit einem Solarthermiefeld gekoppelt ist. Zusätzlich wurde ein Saisonspeicher errichtet. Der Wärmebedarf der Kommune wird nun zu etwa 60 % aus Solarthermie gedeckt. Dies sind aber nicht die einzigen Möglichkeiten, um die Wärme für ein Fernwärmenetz zu erzeugen. Die weiteren Möglichkeiten, ob fossil oder erneuerbar, wurden in dieser Arbeit zusätzlich erklärt.

Die Übertragbarkeit wurde beispielhaft an der Übertragung des Wärmekonzeptes der dänischen Kommune Gram auf die deutsche Kommune Nordwalde geprüft. Dabei wurde erarbeitet, dass die Übertragbarkeit theoretisch und wirtschaftlich umsetzbar ist. Eine realistische Variante wäre die, das Konzept in einzelnen Schritten umzusetzen. Damit würde im ersten Schritt nur ein Solarthermiefeld errichtet, das einen Deckungsgrad von 25 % hat. ohne Saisonspeicher errichtet.

Timo Kappius B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Yaohuan Zeng M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

27. 02.2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor MSR-Technik und Gebäudeautomation

In Kooperation mit:

DEOS AG, Rheine



Als Unternehmen in der Gebäudeautomationsbranche verfolgt die DEOS AG das Ziel Produkte mit dem höchstmöglichen Kundennutzen anzubieten, um so die Attraktivität der vertriebenen Hard- und Software zu gewährleisten. Zur Förderung des Kundenbezugs wird die über Jahre gewachsene Anwendersoftware neu aufgelegt. Diese soll angepasst werden, um noch besser auf die Bedürfnisse der Kunden einzugehen.

Im Rahmen der Neuentwicklung ihrer Anwendersoftware ist in der DEOS AG der Bedarf nach einer Analyse ihrer bestehenden Software aufgekommen. Diese soll im Hinblick auf Darstellung und Benutzerfreundlichkeit erfolgen.

Hierfür wurde das Mensch Maschine Interface, auch Human Machine Interface (HMI), der Anwendersoftware untersucht. Dabei handelt es sich um die Schnittstelle zwischen Mensch und Technik, die ihre Interaktion ermöglicht. Realisiert wird dies über eine Bedienoberfläche. Auf ihr werden Anlagengrafik und Informationsfenster dargestellt sowie Möglichkeiten des Eingriffs in Gebäudeautomation und die von ihr geregelten versorgungstechnischen Anlagen gegeben. Um auf die unterschiedlichen Qualifikationen und Aufgaben von Nutzergruppen einzugehen, die Gebäudeautomation bedienen, nutzt die Software Zugriffsebenen. Diese Ebenen können via Passworteingabe geöffnet werden und enthalten jeweils angepasste Bedienumfänge.

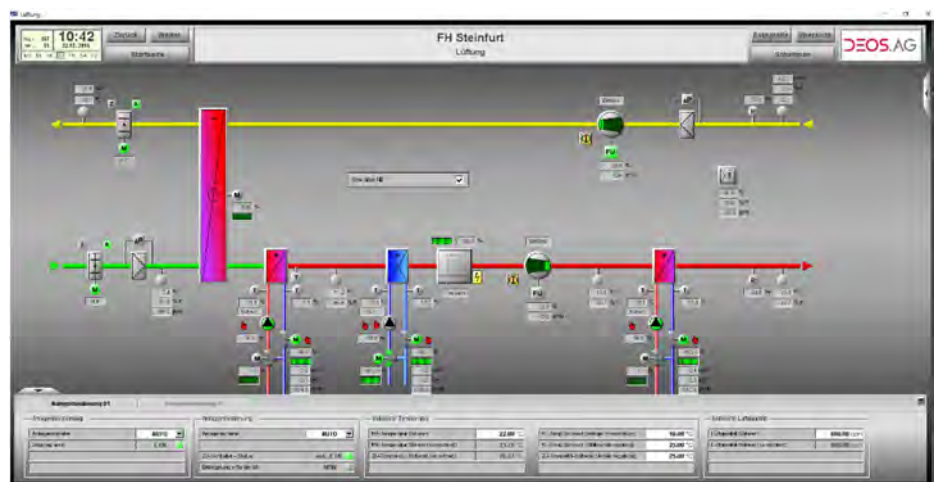


Abb. 1: Anlagenschema der bearbeiteten Lüftungsanlage

Ziel dieser Arbeit war die Analyse der verwendeten Zugriffsebenen auf sinnvollen Praxis- und konsistenten Aufgabenbezug. Zudem sollte die Darstellung im Rahmen der Benutzerfreundlichkeit überprüft werden. Für die Analyse wurde beispielhaft eine Bedienoberfläche des Systems „OPENview“ der DEOS AG verwendet, welche die Bedienung der Lüftungsanlage des MSR-Labors der FH Münster in Steinfurt ermöglicht. Tiefergehend wurde die Temperaturregelung untersucht.

Für die Überprüfung der Darstellung wurden die verwendeten Symbole und Farben der Anlagengrafik nach den geltenden Normen überprüft und bei gefundenen Abweichungen ein Änderungsvorschlag gegeben. Durch die Umsetzung der Vorschläge kann eine durchgängige und verständliche Anlagengrafik erstellt werden, die dem Nutzer bei der Bedienung der Anlage unterstützt.

Zur weiteren Analyse wurde die Zugriffsebenen und ihre Bedienumfänge geprüft. In einem ersten Schritt wurden sämtliche Anzeigen und Einstellmöglichkeiten aufgelistet und ihr Zugriff den jeweiligen Nutzergruppen zugeordnet. Darauf aufbauend wurden die Bedienumfänge der Temperaturregelung gesondert betrachtet und den bisher genutzten Zugriffsebenen, basierend auf ihren Bedienumfängen, Aufgaben zugeordnet. Diese wurden auf durchgängigen Aufgabenbezug geprüft. Durch Gespräche mit Nutzern der Software wurde Bedarf an einer weiteren Zugriffsebene ermittelt. Darüber hinaus sind die verwendeten Ebenen in ihren Aufgaben und Bedienumfängen neu definiert worden, um sie, den Erkenntnissen der Arbeit entsprechend, auf die Nutzergruppen anzupassen.

Die Ergebnisse durch Überprüfung der Anlagengrafik geben einen Rahmen vor, der die Abteilung Design bei der Neuerstellung unterstützt. Die neue Einteilung der Zugriffsebenen besitzen strukturierte Aufgaben und sind an die Qualifikation der Nutzer angepasst. Die Einteilung ist außerdem auf andere Gewerke übertragbar.

Insgesamt helfen die erarbeiteten Vorschläge dieser Arbeit, die Benutzerfreundlichkeit der Bedienoberfläche zu verbessern.

Cost Comparison of the Operational Expenditures between the Offshore Substation Platform – Traditional Solution and Two Offshore Transformer Modules in Form of a Benchmark Test

Alina Kaufmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. pol. Klaus-Ulrich Remmerbach
Prof. Dr. rer. pol. Dirk Dresselhaus

Datum des Kolloquiums:

28. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Institut für Technische Betriebswirtschaft

In Kooperation mit:

Siemens Transmission & Distribution Limited, Manchester, UK



Im vereinigten Königreich wird der auf See produzierte Strom aufgrund der Nähe zur Küste mittels Wechselstrom transportiert. Die Offshore-Umspannplattformen werden in Offshore-Windparks benötigt um den dort generierten Strom der Windkraftanlagen (Spannung 33 oder 66 kV) auf 110 bis 220 kV zu transformieren, um ihn so möglichst verlustarm zur Küste zu transportieren. Das Offshore Transformer Modul erfüllt den gleichen Zweck wie die traditionelle Lösung ist dabei aber kleiner, leichter und schneller in der Fertigstellung, was zu Kosteneinsparungen führt.

Im Rahmen des Produkt- und Innovationsmanagements für Offshore-Umspannplattformen der Siemens Transmission & Distribution Limited befasste ich mich mit dem Thema der operativen Ausgaben der traditionellen Lösung für Offshore-Umspannplattformen und der neuen Lösung, zwei Offshore Transformer Module. Das Ziel der Thesis war mithilfe eines Benchmarkings herauszufinden wie hoch die Einsparungen der neuen Lösung im Vergleich zu der traditionellen Lösung tatsächlich sind. Dies ist nicht nur von Bedeutung um Aufträge zu gewinnen, sondern auch um nach gewonnenem Auftrag sicherzustellen, dass die entstehenden Kosten mit den vorher vertraglich vereinbarten Erlösen gedeckt werden können. Hierbei wurden die Unterschiede zwischen beiden Varianten bezüglich der Ausstattung genau identifiziert, sowie auch Wartungspläne und der tatsächliche Ablauf der Wartungen betrachtet.

Um bei dieser Thesis zu einem fundierten Ergebnis zu gelangen war es nötig sich mit Kollegen aus verschiedenen Bereichen zusammenzusetzen und Informationen sowie Unterlagen zu beschaffen. Diese Daten wurden anschließend so aufbereitet, dass ein Benchmarking durchgeführt werden konnte und durch Einsatz selbsterstellter KPIs ein ganzheitliches Bild entstand. Mithilfe dieses Benchmarkings war es dann nicht nur möglich die Kosteneinsparungen des Offshore Transformer Modules gegenüber der traditionellen Offshore-Umspannplattform aufzuzeigen, sondern auch weitere mögliche Einsparungen für das Offshore Transformer Modul, die in der Zukunft umgesetzt werden könnten, wurden erarbeitet.

Dennis Kehlenbeck B.Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Dipl.-Ing. Bernhard Viefhues

Datum des Kolloquiums:

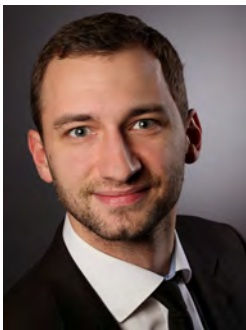
22. April 2016

 Studium:
Studienrichtung:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Molkerei Wagenfeld Karl Niemann GmbH & Co. KG, Wagenfeld



In dieser Bachelorarbeit werden Energieeinsparpotenziale bei der Herstellung von Butter und Milchkonzentraten anhand eines Musterbetriebs, der sich auf die Herstellung von Butter, Butterspezialitäten und Milchkonzentraten spezialisiert hat, untersucht.

Der Musterbetrieb ist die Molkerei Wagenfeld Karl Niemann GmbH & Co. KG und wird zu Beginn vorgestellt. Zu dieser Vorstellung gehören die Entwicklung des Betriebs, Vorstellung der Produktpalette, die betriebswirtschaftlichen Daten, der Betriebsablauf und der Produktionsablauf.

Der Produktionsprozess beginnt im Wesentlichen mit der Abholung der Rohmilch bei den Milcherzeugern mit den molkeereigenen Milchsammelwagen und wird anschließend über eine Pumpstation in der Molkerei angenommen und in einen Lagertank gefördert. Bevor die Rohmilch in den Lagertank gefördert wird, durchläuft sie einen Plattenwärmetauscher und wird mittels Eiswasser auf ca. 4 °C gekühlt. Aus dem Lagertank wird die Rohmilch auf die Prozesslinie im Betriebsraum gefördert und wird dort in einem Separator gereinigt und entrahmt. Anschließend werden die Bestandteile Magermilch und Rahm abgeführt und pasteurisiert. Nachdem Pasteurisieren werden die Produkte direkt wieder auf ca. 4 °C gekühlt und in Zwischenlagertanks gefördert.

Der Rahm wird nach einer Reifungsphase, in einer kontinuierlich arbeitenden Butterungsmaschine zu Butter verarbeitet. Diese kann anschließend in den Verpackungsanlagen verpackt werden oder sie wird vor dem Verpacken mit einer Kräutermischung vermischt und zu einer Butterspezialität verarbeitet.

Die beim Entrahmen entstandene Magermilch wird überwiegend in der Eindampferanlage konzentriert, indem der Magermilch durch Verdampfen Wasser entzogen wird. Zum Verdampfen des Wassers in der Magermilch muss die Temperatur der Milch annähernd der Siedetemperatur von Wasser entsprechen. Diese liegt bei Normdruck bei 100 °C. Da die Milch bei 100 °C beschädigt und eine große Menge an Energie benötigen würde, um auf diese Temperatur gebracht zu werden, wird der Druck in der Eindampferanlage herabgesetzt, wodurch auch die Siedetemperatur sinkt. Die Milch wird bevor sie der Eindampferanlage zugeführt wird mittels eines Vorwärmers auf die nötige Temperatur vorgewärmt. In der Eindampferanlage wird die Milch in mehrere Rohrbündel geleitet.

In den Zwischenräumen der Rohrbündel wird Dampf eingeleitet, der die Milch

in den Rohren überhitzt und dadurch wird das enthaltene Wasser verdampft.

Der Brüdendampf enthält annähernd so viel Energie, wie zum Verdampfen des Wassers notwendig war, um diese Energie nutzbar zu machen wird der Brüdendampf verdichtet und auf ein höheres Temperatur- und Druckniveau gebracht. Der verdichtete Brüdendampf wird dann zum Verdampfen wieder eingesetzt. Die mechanische Brüdenverdichtung ist die wirtschaftlichste Weise, die in den Brüdendämpfen enthaltene Energie zu nutzen.

Für die Produktionsprozesse in der Molkerei Wagenfeld wird hauptsächlich elektrische Energie für die elektrischen Antriebe, der Produktpumpen (hauptsächlich Kreiselpumpen, aber auch Verdrängerpumpen für Butter und Saurrahm), des mechanischen Brüderverdichters, des Separators, der Förderschnecken und der Butterungsmaschine benötigt. Weitere Energie wird in Form von:

- Sattdampf benötigt, der in einer Erdgasbetriebenen Dampfkesselanlage erzeugt wird, zum Erwärmen bzw. Pasteurisieren des Produkts.
- Kälte benötigt, die durch zwei Kompressionskälteanlagen (Kältemittel: Ammoniak) bereitgestellt wird und als Eiswasser in einem Eiswassersilo und einem Eiswasserbecken gespeichert und zum Kühlen des Produkts oder der Kühllager genutzt wird.
- Druckluft benötigt (Betriebsdruck: 8 bar), die in einem drehzahlgeregelten Schraubenkompressor erzeugt wird und hauptsächlich zum Ansteuern von Stellventilen in den Produktleitungen genutzt wird.
- Heizwärme benötigt, die durch einen Heizölkessel erzeugt wird und zum Reinigen der Milchsammelwagen dient.

Die Analyse der eingesetzten Energieträger ergab, dass sich der Bezug aus 58 % Erdgas, 30 % elektrische Energie, 11 % Diesel und 1 % Heizöl zusammensetzt und insgesamt 8.636.706 kWh im Jahr 2015 betrug.

Anhand der Erkenntnisse, die sich aus der Bestandsaufnahme der Verbraucher ergaben wurden Maßnahmen zur Energieeinsparung ausgearbeitet.

Diese Maßnahmen gliedern sich in Maßnahmen in der Antriebstechnik und in der Beleuchtungstechnik. Durch den Einsatz von hocheffizienten Motoren, die mit Frequenzumrichter geregelt werden und den Einsatz von LED-Beleuchtung lassen sich etwa 4 % des Strombezugs einsparen.

Ein weiteres Potenzial wird in der bestehenden Dampfkesselanlage vermutet, die durch ein BHKW mit Abhitzeessel und Absorptionskälteanlage ersetzt werden könnte. Dadurch ließe sich der Primärenergiebedarf verringern, indem der erzeugte Strom direkt genutzt wird und die anfallende Wärme kann als Prozesswärme und als thermischer Verdichter in einer Absorptionskälteanlage eingesetzt werden, wodurch die benötigte elektrische Energie für die Verdichterarbeit in einer Kompressionskälteanlage eingespart werden kann.

Lukas Kerfers B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Dipl.-Ing. Michael Utermann

Datum des Kolloquiums:

26. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

TIGEV Ingenieure, Münster



In der heutigen Zeit erfahren elektrische Energienetze sowohl in der Industrie, als auch in den Haushalten eine zunehmende Belastung durch nicht lineare Verbraucher. Diese können in Form von Frequenzumrichtern für große Antriebe auftreten. Folge solcher Betriebsmittel sind Oberschwingungsströme, die durch resultierende Oberschwingungsspannungen zu einer Verzerrung der Netzspannung führen. Durch solche kommt es des Weiteren zu Schäden an elektrischen Verbrauchern und zu einer Mehrbelastung der elektrischen Netze.

In einem durch die TIGEV Ingenieure betreuten Unternehmen ist es in der Vergangenheit zu vermehrten Ausfällen elektrischer Komponenten an Produktionseinheiten gekommen. Eine Netzanalyse ergab im Vorfeld eine unzulässig hohe Belastung durch Oberschwingungsspannungen an einer Unterverteilung der Produktion.

Ziel der Abschlussarbeit war es, durch weitere Netzanalysen die Oberschwingungsspannungen einem Verbraucher zuzuordnen und eine entsprechende Filterungsmaßnahme zu entwickeln. Im Vorfeld kam es zur Eingrenzung einer Produktionseinheit, dessen Antriebe durch Frequenzumrichter angesteuert werden. Um ein Bild der Verbreitung von Oberschwingungsspannungen zu bekommen, wurde ein zweiter Messpunkt an einer Maschine gewählt, die keinen Einfluss durch nicht lineare Verbraucher erfährt.

Grundlage für die Auswertung der Messergebnisse geschieht hier durch die DIN EN 61000-2-4:2003-05. Die Norm befasst sich mit Umgebungsbedingungen und Verträglichkeitspegeln für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen.

Nach Auswertung der Messergebnisse konnten die ermittelten Oberschwingungsspannungen der analysierten Produktionseinheit nicht zugeordnet werden. Überschreitungen von Grenzwerten fanden sowohl am ersten, als auch am zweiten Messpunkt statt. Dem Ziel, eine Filterungsmaßnahme an der Netzurückwirkenden Maschine zu entwickeln, konnte so nicht nachgekommen werden.

Da es durch die Unterverteilung zur Versorgung weiterer nicht linearer Verbraucher kommt, können Folgemessungen zur Ermittlung der schadhaften Betriebsmittel beitragen.

Tim Kintrup B. Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Johannes Baackmann M.Sc.,

Datum des Kolloquiums:

20. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Feuerwehr Münster



Ziel der Arbeit war es, eine Machbarkeitsanalyse vor dem Hintergrund von Kosten und Nutzen zu erstellen. Es sollte abgewogen werden, inwieweit es möglich ist, zu den derzeit bestehenden Konzepten eine alternative Notstromversorgung für die 20 im Stadtgebiet Münster verteilten Feuerwehrgerätehäuser aufzubauen.

Als Katastrophenszenario wurde ein Blackout, eine überregionale, aber dennoch räumlich und zeitlich begrenzte Unterbrechung der Stromversorgung, gewählt. Dies hat wesentliche Auswirkungen auf die kritischen Infrastrukturen und dadurch bedingt auf den Komfortbereich der Bevölkerung.

Grundlage für die Nutzung der Feuerwehrgerätehäuser im Krisenfall ist ein Projekt der Feuerwehr Berlin, das vorsieht, die Gebäude als Anlaufstelle für die Bevölkerung und als Teileinsatzleitung zu verwenden. Hier können Notrufe abgesetzt werden und die Bevölkerung kann sich über die aktuelle Situation informieren. Um dieses Konzept zu nutzen, ist auf eine funktionierende und sichere Notstromversorgung nicht zu verzichten.

Derzeit ist für die Notstromversorgung ein mobiles Aggregat mit Ottomotor vorgesehen, das dauerhaft am Standort stationiert ist. Im Einsatzfall wird es außerhalb des Gebäudes aufgestellt und über eine externe Einspeisung angeschlossen. Diese herkömmliche Variante überzeugt durch den günstigen Preis, die einfache Bedienung und gute Regeleigenschaften. Negativ wirken sich die relativ komplizierte Umstellung auf den Notbetrieb, sowie der große Personalaufwand während des Betriebes aus.

Um den Personalaufwand zu verringern, sollten Alternativen gesucht werden, die im Notbetrieb weitestgehend autonom funktionieren und im Regelbetrieb eine andere Aufgabe, z. B. die Wärmeversorgung, erfüllen. Zur Untersuchung wurden drei verschiedene Techniken ausgewählt, eine Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher, ein Gas-Otto-Motor-BHKW und ein Brennstoffzellen-BHKW.

Zunächst wurden die jeweiligen Anlagen auf die entsprechende Größe ausgelegt, anschließend Angebote eingeholt und zuletzt die Vor- und Nachteile miteinander verglichen.

Maßgebende Nachteile bei der Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher sind der extrem hohe Preis, sowie die Baugröße des Speichers, der etwa dem eines Fahrzeugstellplatzes entspricht.

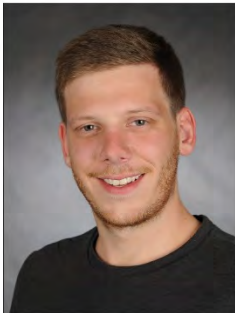
Das Gas-Otto-BHKW fiel durch die schlechten Regeleigenschaften, bedingt durch die träge Regelstrecke, die fehlende Abdeckung des gesamten benötigten Leistungsbereiches, dem hohen Anschaffungspreis und die nur geringen Betriebsstunden auf Grund der überdimensionierten Auslegung für den wärmegeführten Regelbetrieb heraus. Außerdem muss, um den Notstrombetrieb zu gewährleisten, eine Abführung der Wärme über einen Rückkühler erfolgen, was jeglichen Konzepten der Kraft-Wärme-Kopplung widerspricht.

Bei den Brennstoffzellen Blockheizkraftwerken handelt es sich um eine noch neue Technik, die für den entsprechenden Leistungsbedarf derzeit nicht verfügbar ist. Die vorhandenen Systeme können zudem nur von wenigen Spezialfirmen gewartet werden, wodurch die Wartungskosten extrem in die Höhe schießen. Nach Informationen verschiedener Hersteller wird in diesem Bereich aber intensiv geforscht, wodurch diese Technik in einigen Jahren eventuell für eine solche Notstromversorgung in Frage kommen kann.

Das Ergebnis der Arbeit ist, dass die gewählten alternativen Techniken zum heutigen Zeitpunkt das herkömmliche Notstromaggregat nicht ersetzen können.

Jascha Kloß B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Andreas Terwei M.Eng.
Datum des Kolloquiums:	21. September 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Ingenieurbüro Nordhorn GmbH & Co. KG, Münster



Um das Geschäft im Bereich des Wohnungsbaus abzurunden, sollte eine Grundlage erstellt werden, die es ermöglicht, die Planung von Smarthome-Systemen als Dienstleistung in das Leistungsspektrum des Ingenieurbüros zu integrieren.

Die Inhalte geben Aufschluss darüber, welchen Nutzen und Mehrwert diese Systeme bieten können. Es konnte erläutert werden, welche Anwendungsbe-reiche und -möglichkeiten es gibt, wobei die Arbeit ausschließlich auf jene Funktionen aufgebaut wurde, welche als nützlich einzustufen sind.

Um ein Verständnis dafür zu entwickeln, welche Lösungen für welche Art von Kunden in Frage kommen, wurden unterschiedliche Kundengruppen betrach-tet. Des Weiteren wurden erforderliche technische Grundlagen aufgearbeitet. Diese Grundlagen bilden das Fundament für das Verständnis eines im weite-ren Verlauf der Arbeit dargestellten Planungsleitfadens.

Im Leitfaden wurde beschrieben, wie anhand eines Fragebogens eine nutzer-gerechte Bestimmung der Anforderungen erfolgen kann. In einem weiteren Schritt wurde dargestellt, wie die daraus resultierenden Funktionen mithilfe einer Checkliste ermittelt werden können. Anschließend wurde erläutert, wie eine konkrete Bestimmung von Sensoren und Aktoren anhand von zuvor er-mittelten Funktionen zu erfolgen hat.

Es konnte erörtert werden, wie als Ergebnis einer Mengenplanung, Sensoren und Aktoren im Grundrissplan und einer Materialliste aufgenommen werden sollten. Aufbauend darauf wurde beschrieben, wie als Resultat der sogenann-ten Funktionsplanung ein Raumbuch zu erstellen ist. Abschließend wurde dargestellt, wie der Prozess für unterschiedliche Lösungsvarianten durchzu-führen ist.

Es wurde beschrieben, wie Investitions- und Betriebskosten für Smarthome-Systeme geschätzt beziehungsweise berechnet werden können. Außerdem wurde dargestellt, wie das Jahreseinsparpotenzial (hinsichtlich einer Wirt-schaftlichkeitsbetrachtung) ermittelt werden kann.

Eine Definition von Komfortstufen ist im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls er-folgt. Es wurde eine Orientierungshilfe ausgearbeitet, welche es ermöglicht, diverse Planungsschritte den Leistungsphasen der HOAI zuzuordnen. Die erstellten Dokumente für eine Smarthome-Planung, wurden dem Unterneh-men als Hilfsmittel für den Planungsalltag bereitgestellt. Das Konzept wird von der Unternehmensführung unterstützt und befindet sich im Einsatz.

Alexander Knoll B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Christian Schmidt M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

26. September 2016

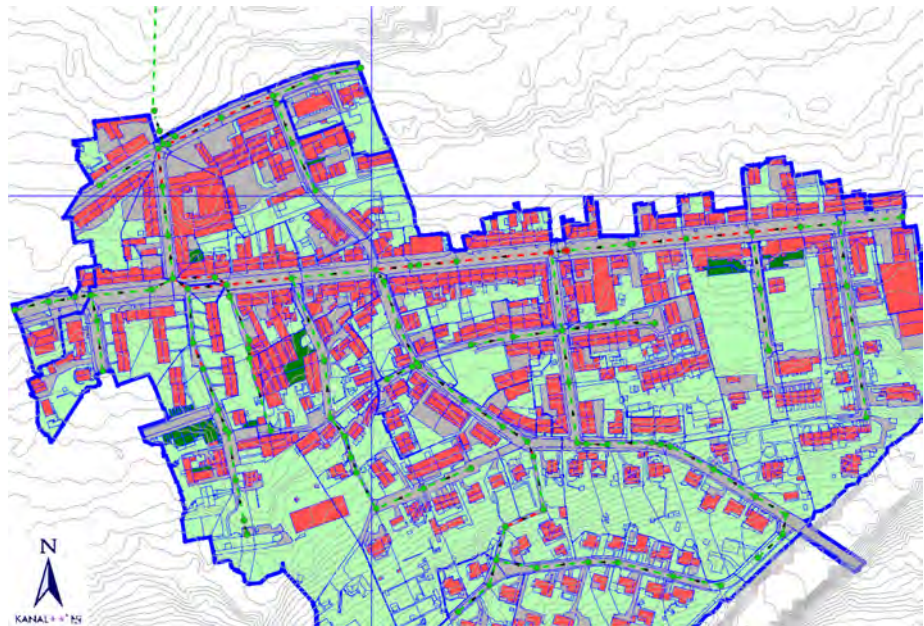
Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik



In den letzten Jahrzehnten nahm die Ausdehnung der Städte und somit der Anteil der Bodenversiegelung zu. Die Bodenversiegelung führt zu einer was-serdichten Befestigung der Oberfläche. Dadurch kann das Regenwasser nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen versickern. Zu den Siedlungs- und Verkehrsflächen zählen nicht nur die Gebäude, sondern auch unbebaute Flächen wie Freiflächen, Betriebsflächen und Erholungsflächen. In den 19 Jahren von 1992 bis 2011 hat die Bodenversiegelung in Deutschland um insgesamt 3.008 km² zugenommen.

Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen unterschiedlicher Niederschläge auf ein Entwässerungssystem in Wuppertal in Verbindung mit der Anwendung der Software KANAL++ Hydraulik und KOSTRA-DWD 2000 zu überprüfen.



Darstellung der unterschiedlich befestigten Flächenanteile des Modellgebietes

Es wurden die verwendeten Modellregen mit der Software KOSTRA-DWD 2000 generiert und in KANAL++ importiert. KOSTRA („Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung“).

Das Programm KANAL++ besteht aus den zwei Grundmodulen FLUT und DYNA. FLUT wird in der Regel für hydrologische Modelle verwendet. DYNA hingegen bietet dem Anwender die Möglichkeit hydrodynamische Modelle zu berechnen. Dabei können komplexe Abflusszustände wie Rückstau, Ein- und Überstau und Fließumkehr berücksichtigt werden

Zudem wurde eine Plausibilitätsprüfung des modellierten Einzugsgebiets „In der Fleute“ durchgeführt. Bei den Modellregen wurden 72 Regen des EULER TYP II eingesetzt. Hierbei wurden verschiedene Wiederkehrzeiten und Dauerstufen kombiniert. So sollten unterschiedlich starke Belastungen des Kanalnetzes durch Starkniederschläge simuliert werden. Statt Modellregen wurden unterschiedlichste gemessene Niederschläge aus dem Jahr 2015 verwendet. Hierbei wurden 132 verschiedene Niederschläge eingesetzt.

Die Untersuchung der Großfilteranlage gestaltete sich dahingehend als schwierig, da die Abbildung eines solchen Sonderbauwerkes in dem Modell nicht vorgesehen ist. So wurden lediglich die Abmessungen der Anlage modelliert. Sämtliche Filterfunktionen und Eigenschaften mussten vernachlässigt werden. Jedoch konnte festgestellt werden, dass die Größe der Anlage in Verbindung mit der Auslegung der Drossel nur bei 25 von den 132 eingesetzten Niederschlägen, eine Entlastung von unbehandeltem Regenwasser ausgelöst hat

Um eine Aussage über das Abflussverhalten des Kanalnetzes treffen zu können, wurde ein Regenereignis ausgewählt und intensiver betrachtet. Der Modellregen mit der Wiederkehrzeit von $T = 3$ a und einer Dauer von $D = 240$ min hat bei dem Kanalnetz 40 Haltungen überlastet und 15 Schächte überstaut. Hierbei wurde ein Überstauvolumen von ca. 507 m³ festgestellt.

Im Rahmen der Interpretation der Ergebnisse wurde eine Ursachenforschung durchgeführt. Es konnten mögliche Ursachen, wie eine Querschnittsreduzierung in Fließrichtung oder stark unterschiedliches Gefälle der Zu- und Abflusshaltungen festgestellt werden.

Zudem wurden mittels KANAL++ Hydraulik einige Sanierungsvorschläge ausgearbeitet und überprüft. Eine Sanierungsvariante wäre ein einfaches Anpassen der Rohrdurchmesser. Bereits bei der zweiten durch KANAL++ vorgeschlagenen Anpassung wurde das Abflussverhalten dahin positiv verändert, dass nur noch drei Schächte überstaut wurden

Eine weitere Variante wäre die Abkopplung von Dachflächen. Hierbei soll das anfallende Regenwasser vor Ort versickert werden. Im Modell wurden ausgewählte Dachflächen vom Kanalnetz abgekoppelt und somit der Oberflächenabfluss ins Kanalnetz verringert. Der betroffene Schacht wurde nicht mehr überstaut

Das weitere Vorgehen sollte damit beginnen, dass die Modelldaten auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft werden. Zudem sollte das Modell kalibriert werden. Hierbei werden die berechneten Ergebnisse mit realen Messwerten verglichen und anschließend die Berechnungsparameter angepasst. Können die Ergebnisse durch eine Ortsbegehung und weiteren Überprüfung der „hot spots“ bestätigt werden, müsste anschließend ein weitergehendes Sanierungskonzept erstellt werden.

Daniel Kollbach M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

01. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Masterstudiengang Netzingenieur der Versorgungstechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Stadtwerke Gronau GmbH



Die Energiewende ist für Deutschland die größte Herausforderung seit dem Wiederaufbau in der Nachkriegszeit. Allein diese Aussage vom damaligen Bundesumweltminister sowie heutigem Bundesminister für besondere Aufgaben, Peter Altmaier, verdeutlicht die hohe Komplexität und Aufgabenvielfalt in der Energiebranche.

Nicht nur in der Politik, sondern auch in der Forschung und Entwicklung, wird die Energiewende als große Herausforderung gesehen. Das unter dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik titulierte „Herkulesprojekt Energiewende“ spiegelt die Vielschichtigkeit dieser Thematik wider.

Im Gegensatz zu früher treten heutzutage in den Niederspannungs- bis zu den Höchstspannungsnetzen bidirektionale Lastflüsse auf. Aus diesen strukturellen Veränderungen resultieren auch für Verteilnetzbetreiber neue Aufgaben. Unter anderem wird die Unterstützung der Verteilnetzbetreiber bei der Systemsicherheit des Stromnetzes eine bedeutende Rolle einnehmen. Aus § 13 Abs. 2 EnWG gilt gemäß § 14 Abs. 1 EnWG, dass ein Verteilnetzbetreiber die Verantwortlichkeit über die Sicherheit und Zuverlässigkeit in seinem Netz besitzt. Des Weiteren besteht die Verpflichtung für alle Verteilnetzbetreiber nach § 14 Abs. 1 EnWG die Vorgaben des Übertragungsnetzbetreibers zur Stabilisierung der Systemsicherheit durch eigene Maßnahmen zu unterstützen.

Die derzeit größten Herausforderungen im Verteilnetz der Stadtwerke Gronau entstehen durch die Dezentralisierung der Stromerzeugung. Einhergehend mit der dezentralen Einspeisung kann in einem Großteil des Verteilnetzes der Stadtwerke der tatsächliche Lastfluss höchstens geschätzt, aber nicht bestimmt definiert werden. Dies hat zur Folge, dass die Netzqualität nicht bewusst eingehalten werden kann.

Seit über 100 Jahren war bei der Stadtwerke Gronau der Bedarf einer Online-Lastflussberechnung nicht nötig. Im Stadtnetz der Stadtwerke Gronau kommt es schon heute vor, dass zu gewissen Zeiten zurück ins vorgelagerte Hochspannungsnetz gespeist wird.

Zudem wird mittlerweile häufig elektrische Energie vom Niederspannungsnetz über die Mittelspannungstransformatoren in das Mittelspannungsnetz eingespeist.

Dadurch muss eine Mittelspannungsstation nicht mehr nur als Lastknoten, sondern auch als Generatorknoten betrachtet werden. Außerdem kann es durch die Einspeisung in das Mittelspannungsnetz an einzelnen Spannungsknoten zu Spannungsbandverletzungen kommen. Schwierig gestalten sich durch die bidirektionalen Lastflüsse die im Vorfeld durchzuführenden Beurteilungen der Auswirkungen von Schaltmaßnahmen (z. B. Abschaltung eines Kabels) im Mittelspannungsnetz ohne eine Lastflussberechnung.

Des Weiteren sind für die Netzführung HEO-Funktionen in einem Netzleitsystem für eine schnelle und sichere Störungsidentifizierung sowie -lokalisierung äußerst wichtig. Unter der Berücksichtigung von dezentralen Erzeugungsanlagen sowie eines dezentralen Detektionsansatzes können Optimierungen in den HEO-Funktionen der Erd- und Kurzschlussuche vermutet werden. Im Rahmen der Arbeit wurden zukunftsorientierte Strategien für die Erd- und Kurzschlussuche sowie der Lastflussberechnung unter der Berücksichtigung der neuen Herausforderungen durch die Energiewende entwickelt.

Hierbei sind besonders die Optimierung des notwendigen Ressourceneinsatzes sowie der einbindungsfähigen entwickelten Algorithmen zur Erd- und Kurzschlussuche in einem Netzleitsystem herauszustellen.

So konnte gezeigt werden, unter welchen Bedingungen die Installation eines kombinierten Meßsystems zur Erd- und Kurzschlussrichtungsanzeige sowie zur Messungen der Leistungen auf der Mittelspannungsseite lediglich in jeder zweiten Mittelspannungsstation ausreichend ist. Diese wirtschaftliche Optimierung ist von besonders hoher Bedeutung, da die Kosten von Sekundärtechnik nicht immer bei der Bundesnetzagentur angerechnet werden.

Ein interessanter Aspekt, der Stadtwerke Gronau betreffend ist, der Vergleich der sich aus den Auswertungen der Fragebögen ergebenden Prioritäten mit den vorhandenen Möglichkeiten und Strategien. Dieser zeigt, dass viele Funktionen zu Erreichung eines Smart Grids bereits gegeben sind. Zusammen mit den in dieser Arbeit entwickelten Strategien erscheinen die aktuellen Herausforderungen als lösbar. Die Erkenntnisse zum Ressourceneinsatz sowie der Algorithmen können allgemeingültig auf alle Versorger mit ähnlichen Netzstrukturen angewendet werden.

Ergänzend zu den primären Zielen wurde die Vorteilhaftigkeit verschiedener Messprinzipien dargelegt. Ableitend aus diesen Ergebnissen wird das von der Stadtwerke Gronau angewandte Messprinzip der Erdschlussuche (wattmetrische Erdschlussrelais) in Mittelspannungsstationen auf Erdschlusswischerrelais umgestellt.

Larissa Köster B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

23. September 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Consulting Engineers Salzgitter GmbH, Santa Cruz de la Sierra in Bolivien



Der plurinationale Staat Bolivien ist geprägt von Vielfalt – sowohl in geographischer als auch in kultureller Sicht. Die Energiepolitik ist unter der Führung des Präsidenten Evo Morales seit 2006 verstaatlicht.

Die Bevölkerung wächst kontinuierlich und mit ihr der Energiebedarf pro Kopf. Die Stromnetze sollen ausgebaut – und der ländliche Raum flächendeckend mitversorgt werden. Das stellt die Regierung vor große Herausforderungen. Bolivien verfügt über große Erdgasvorkommen, die nicht nur für die eigene Energieversorgung wichtig sind, sondern auch ein Hauptexportgut und wichtiger Wirtschaftsfaktor sind. Aus Gründen hoher Verfügbarkeit und niedriger Preise wird der Energiebedarf des Landes zu einem Großteil mit fossilen Energieträgern gedeckt. Auch Biomasse spielt bei der Energieversorgung eine Rolle, wird aber momentan eher ineffizient und nicht nachhaltig genutzt, bietet aber Potential zur Biogaserzeugung

Blockheizkraftwerke (BHKW) schonen durch ihre Effizienz die endlichen Ressourcen und können mit Alternativkraftstoffen wie z. B. Biogas betrieben werden. Damit werden sie auch in ferner Zukunft Thema für dezentrale Energieversorgungssysteme bleiben.

Niedrige Gaspreise und eine ungünstige Tarifstruktur der Stromversorger begünstigen die Rahmenbedingungen für den Einsatz von BHKW in Bolivien. Eingeschränkt wird das Potential durch die fehlenden Möglichkeiten Überschussstrom ins Nationale Netz einzuspeisen. Aber auch dadurch, dass die häufig energieversorgungstechnisch schlecht ausgestatteten Gebäude kaum Abnehmer der beim BHKW-Betrieb erzeugten Wärmeenergie bieten.

So beschränken sich die Anwendungsmöglichkeiten für BHKW in Bolivien eher auf industrielle Betriebe mit Strom- und Wärmebedarf. Mögliche Betriebsweisen sind die Grundlastabdeckung des Strombedarfs oder der an den Strombedarf angepasste Teillastbetrieb.

Für die konkret betrachtete Brauerei Prost in Santa Cruz, ergaben die erstellten Kalkulationen, dass sich der Betrieb für den Einsatz der betrachteten Mikroturbinen mit Flüssiggasbetrieb aufgrund zu hoher Betriebskosten nicht lohnt. Der Betrieb der Mikroturbinen mit dem günstigeren Erdgas erzielt in den durchgeführten Kalkulationen

Ersparnisse gegenüber dem Betrieb ohne Mikroturbine. Für realitätsnähere Ergebnisse müssen jedoch der Verlauf des Energiebedarfs über die Zeit, die dadurch entstehenden Teillastwirkungsgradverluste und die geographisch bedingten Wirkungsgradverluste mit einbezogen werden.

Niklas Krause B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Stephan Willers

Datum des Kolloquiums:

07. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor für Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

Gebrüder Willers GmbH & Co. KG, 48432 Rheine



Die Funktionssicherheit und Energieeffizienz sind die Hauptaufgaben des Facility Management von gebäudetechnischer Anlagen. Hierzu ist eine periodisch durchgeführte Instandhaltung erforderlich.

Der Kunde erwartet bei hohen Investitionskosten in eine anspruchsvolle Technik den sicheren und effizienten Betrieb der Anlage, ein störungsfreier Betrieb wird vorausgesetzt. Hieraus resultieren hohe Anforderungen an den Wartungskundendienst.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Erstellung eines Instandhaltungssystems, welches die Planung, Durchführung und Abrechnung einer Wartung systematisieren soll.

Basis hierfür wird die Instandhaltungsstruktur sowie Erfahrungsberichte des mittelständischen SHK-Betriebes „Gebrüder Willers GmbH & Co. KG“ aus Rheine sein.

Bestandteile des Systems sind Kunden- und Anlageninformationen, durchzuführende Arbeiten, zu protokollierende Messwerte und die Auflistung von den eingesetzten Materialien und des erbrachten Stundenaufwandes.

Das erstellte Konzept soll in die Softwarestruktur des Unternehmens integriert werden. Zudem wird ein beispielhafter Wartungsdurchlauf einer Anlage simuliert.

David Philipp Kröger B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfer
Dipl.-Ing. Reiner Bosse

Datum des Kolloquiums:

26. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

münsterNETZ GmbH, Münster



In einem Baugebiet in Amelsbüren betreibt die münsterNETZ GmbH ein Nahwärmenetz, dessen Netzverluste im Jahr 2015 bei circa 39 % lagen.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Gründe für die hohen Netzverluste zu finden und aufgrund dieser Basis Konzepte für eine Optimierung des Netzes zu erarbeiten. Diese Optimierung soll anhand des Rechenprogrammes PSS SINCAL (Siemens) erfolgen. Basierend auf dem Rechenmodell werden verschiedene Optimierungsmöglichkeiten präsentiert und bewertet.

Die Analyse des Nahwärmenetzes Amelsbüren hat gezeigt, dass es Optimierungspotenziale bei Planung und Betrieb des Nahwärmenetzes gibt. Die hohen Netzverluste entstehen aufgrund folgender Umstände:

- Der Wärmebedarf der Verbraucher ist zu gering, bezogen auf die Größe des Nahwärmenetzes.
- Die absoluten Netzverluste entstehen hauptsächlich durch den Einsatz des verwendeten Rohrleitungssystems und die mangelhafte Verlegung der Rohrleitungen.
- Die Überdimensionierung der Rohrleitungen führt zu überhöhten Netzverlusten.
- Zu hohe Rücklauftemperaturen der Verbraucher tragen ebenfalls zu hohen absoluten Netzverlusten bei.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass die fehlerfreie Planung von Hausanschlüssen und die fehlerfreie Wärmemengenmessung großen Einfluss auf das Verhalten des Wärmenetzes haben. Deswegen ist es sinnvoll, die Wärmemengenmessung in Zukunft näher zu untersuchen.

Größte Wirkungsgradverbesserungen lassen sich durch die Bündelung mehrerer Optimierungsmaßnahmen erreichen. Dadurch lassen sich Netzverluste von circa 15% realisieren. Die nachträgliche Optimierung des bestehenden Netzes in Amelsbüren ist jedoch wirtschaftlich und technisch nicht umsetzbar.

Abschließend kann aufgrund der vorliegenden Untersuchung festgestellt werden, dass die Effizienzpotenziale bei der Konzeption, Planung, Umsetzung und im Betrieb von Nahwärmenetzen ausgeschöpft werden sollten.

Lennart Krüssel B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Sören Möller M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

16. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Wirtschaftsbetriebe Lingen GmbH, Lingen



Bereits seit über 100 Jahren nutzen die Menschen fossile Brennstoffe als Energiequelle für die Erzeugung von Strom und Wärme. Für die Gebäudebeheizung werden hauptsächlich Kohle, Gas oder Öl verwendet. Bei der Energieerzeugung durch fossile Brennstoffe wird das umweltbelastende Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Die kontinuierliche und zudem ansteigende Freisetzung von Kohlenstoffdioxid ist Mitverursacher der fortschreitenden globalen Erwärmung. Daraus resultiert ein gesteigertes öffentliches Interesse an energieeffizienten Anlagentechniken mit verringertem Kohlenstoffdioxidausstoß, um diesem Prozess entgegenzuwirken.

Einen großen Anteil des Endenergieverbrauches in Deutschland nimmt der Gebäudebestand mit der dazugehörigen Gebäudebeheizung sowie der Trinkwassererwärmung ein. Durch Modernisierung von Heizungssystemen und Nutzung erneuerbarer Energien können Senkungen des Kohlenstoffdioxidausstoßes erreicht werden. Zudem können durch Sanierungsmaßnahmen häufig Energiesparpotentiale genutzt werden.

Durch §1a des EEWärmeG kommt besonders den öffentlichen Gebäuden eine Vorbildfunktion bezüglich nachhaltiger und effizienter Energieversorgung zu. Im Rahmen effizienter Energieversorgung in Wärmenetzen kommt der Hydraulik eine bedeutende Rolle zu, da eine effiziente Hydraulik Ersparnisse des Nutzenergiebedarfs bewirkt.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist, das Wärmenetz des Freizeitbades Linus Lingen hinsichtlich der effizienten Energieversorgung zu überprüfen. Das energetische Problem, dass die Fernwärme im Wärmenetz des Linus Lingen aktuell nicht genutzt werden kann, gab Anstoß zur Überprüfung der Anlage.

Über Wochen wurden die Systemtemperaturen der einzelnen Wärmeerzeuger, die Speicherschichtungen sowie die Hauptwärmeverteilung zu den Wärmeverbrauchern analysiert. Unter Berücksichtigung der zu fördernden Volumenströme der einzelnen Wärmeerzeuger und der Hauptverteilung wurde deutlich, dass im Wärmenetz ein Knotenpunkt existiert, in dem die Umwälzpumpen hydraulisch nicht abgeglichen sind.

Dies ist auf die fehlende hydraulische Entkopplung zwischen den Wärmeerzeugern und Verbrauchern zurückzuführen.

Die gelieferte Fernwärme verfügt nicht über das erforderliche Temperaturniveau für den Wärmetransport, weshalb sie nicht genutzt werden kann. In den Pufferspeichern besteht eine ungleichmäßige Temperaturschichtung, die aus energetischer Sicht in besonderen Fällen einen unnötigen Betrieb des Führungskessels bewirkt.

Zur Behebung des Problems der fehlenden hydraulischen Entkopplung und der Fernwärmeeinbindung wird als Optimierungsvariante 1 die Realisierung einer hydraulischen Weiche vorgestellt. Ein zweiter Optimierungsansatz (Variante 2) beschreibt einen Weg zur Nutzbarkeit der Fernwärme durch Änderung der Fernwärmeeinbindung.

Grundsätzlich sind beide Optimierungsansätze „Hydraulische Weiche“ und „Änderung der Fernwärmeeinbindung“ positiv zu bewerten, da beide Einsparpotenziale beinhalten.

Die Realisierung der Optimierungsmaßnahme „Hydraulische Weiche“ erzielt mit einer zu erwartenden 3 – 5 %igen Einsparung an den gegebenen Primärenergiekosten das höhere Einsparpotential und bedeutet die weitgehende Behebung der in der Analyse ermittelten Probleme, durch die der effiziente Betrieb der Anlage verhindert wird. Zudem bietet sich diese Optimierungsmaßnahme aufgrund der geringen Amortisationszeit von bis zu 3,5 Jahren an. Problematisch für die Realisierung sind die beengten räumlichen Gegebenheiten in der Heizzentrale. Die Heizzentrale mit den darin installierten Wärmeerzeugern und dem Speichersystem bietet wenig Platz für die erforderlichen Rohrleitungsänderungen.

Die Realisierung der Optimierungsmaßnahme "Änderung der Fernwärmeeinbindung" ermöglicht eine Nutzung der Fernwärme. Sie ist einfach umzusetzen, zudem sind die Investitionskosten und Amortisationszeit gering. Zu beachten ist, dass die Fernwärme auch nach Änderung der Einbindung nicht unbegrenzt nutzbar ist, da eine Wärmeübertragung nicht stattfinden kann, wenn das Temperaturniveau in Speicher 2 das gleiche Niveau wie das der Fernwärme erreicht.

Aufgrund der Erhöhung der Wirkungsgrade der Wärmeerzeuger, der gleichmäßigen Temperaturschichtung im Speichersystem, dem effizienteren Betrieb der Umwälzpumpen, der vereinfachten Regelung und der Nutzung der Fernwärme ist die Realisierung einer hydraulischen Weiche der Änderung der Fernwärmeeinbindung vorzuziehen. Die geringeren Betriebskosten dieser Variante im Anschluss an die Amortisationszeit stellen einen weiteren Vorteil dar.

Die Optimierungsmaßnahme „Hydraulische Weiche“ leistet mit ihrer umfassenden positiven Einwirkung auf den Anlagenbetrieb des Linus Lingen einen wichtigen Beitrag im Sinne der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude bezüglich nachhaltiger und effizienter Energieversorgung.

Johannes Küper B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner
Zweitprüfer:	Miguel Haparta B.Eng.
Datum des Kolloquiums:	24. August 2016
Studiengang:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Heizungstechnik
In Kooperation mit:	TePmA GmbH, Borken



Nach den heutigen energetischen Standards wird es immer schwieriger für Mehrfamilien- und Einfamilienhäuser eine geeignete heizungstechnische Anlagenkonstellation zu erwählen. Gerade durch meist niedrige Geschosshöhen der Aufstellräume wird eine Auswahl moderner Geräte problematisch. Der Abbau der erzeugten Wärme einer heizungstechnischen Anlage ist in Bezug auf eine wirtschaftliche Laufzeit bzw. auf eine Mindestlaufzeit häufig schwierig.

Diese Arbeit beschränkt sich dabei auf ein im Jahre 2002 geplanten Doppelhauses, das noch nicht errichtet worden ist. Dennoch soll dieses Projekt zukünftig umgesetzt werden.

Um sich einen ersten Überblick über den heutigen Wärmebedarf dieses Doppelhauses zu bilden, wurden die notwendigen Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß EnEV 2016 ermittelt. Anhand dieser Werte wurde mit den vorhandenen Grundrisszeichnungen und Schnittansichten der EnEV-Nachweis für das Gebäude durchgeführt. Anknüpfend folgte die Erstellung einer Heizlastberechnung, eine Lüftungskonzept Bestimmung, sowie die notwendige Ermittlung der Wärmeleistung zur Deckung des Wärme- und Trinkwasserbedarfs.

Im Anschluss darauf, wurde ein Vergleich des derzeitigen Gebäudes zu einem vergleichbaren Gebäude nach EnEV 2002 anhand einer weiteren Heizlastberechnung durchgeführt. Dies spiegelte enorme Unterschiede zu dem derzeit geplanten Doppelhaus dar.

Es folgte eine Vorstellung der unterschiedlich erwählten Beheizungssysteme für dieses Bauvorhaben. Bei diesen Systemen handelte es sich, um eine separate Versorgung der entsprechenden Gebäudehälften mittels einer Luft/Wasser-Wärmepumpe oder eines Brennwertgerätes mit Luft/Wasser-Wärmepumpenwarmwasserbereitung und als dritte Variante eine zentrale Versorgung des Gebäudes mittels einer Pelletanlage.

Nachkommend erfolgten eine Prüfung der Anlagen nach den Anforderungen der derzeitigen Energieeinsparverordnung 2016 bezüglich ihrer Energieeffizienz, sowie die Möglichkeit ihrer Verwendbarkeit. Anhand dieser Daten entstanden eine direkte Gegenüberstellung der verwendbaren Systeme, sowie ein Vergleich ihrer Wirtschaftlichkeit.

Schlussendlich fiel die Auswahl eines geeigneten Wärmeversorgungssystems für dieses Bauvorhaben.

Das Ergebnis dieser Arbeit war eine separate Versorgung der jeweiligen Gebäudehälften mittels einer Luft/Wasser-Wärmepumpe des Unternehmens Buderus Typ WPLS 11.2 RT mit integriertem Warmwasserspeicher. Diese bieten unter den Vergleichsvarianten den bestmöglichen Nutzen, bei einem geringen Platzbedarf.



Thorsten Lamche B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

24. Mai 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH, Gescher



Die Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH (EGW) ist für die Verwertung und Beseitigung der anfallenden Abfälle des Kreises Borken zuständig. Zu diesem Zweck betreibt das Unternehmen am Hauptsitz Gescher mehrere Abfallbehandlungsanlagen. Dazu zählen das Bioabfallkompostwerk (BAK), die Mechanisch-Biologische Abfallbehandlungsanlage (MBA) und die Vergärungsanlage (VGA).

Im BAK und der MBA durchlaufen Bioabfälle einen Rotteprozess (Kompostierung) und werden zu Kompost verwertet, indem diese zunächst mechanisch vorbehandelt und anschließend einer biologischen Stufe zugeführt werden. Der technische Unterschied der beiden Anlagen liegt dabei vor allem in der Ausführung der biologischen Stufe. Im BAK findet der Rotteprozess in Mieten in einer ca. 5.000 m² großen Rottehalle statt, wobei die Mieten mit einem automatischen Schaufelradumsetzer regelmäßig umgesetzt werden. Bei der MBA werden die Bioabfälle durch eine Kombination aus Intensivrotte (Tunnelkompostierung) und Nachrotte (Mieten) zu Kompost verwertet. In beiden Anlagen wird der Rotteprozess durch Belüftung und Bewässerung unterstützt.

In der VGA werden flüssigere Abfallreststoffe, mit hohem organischen Anteil, in einem anaeroben Prozess (Vergärung) abgebaut. Dabei wird Biogas erzeugt, das im angeschlossenen BHKW verstromt wird.

Für die Behandlung der Abfälle wird unter anderem Strom benötigt. Dabei lag der Stromverbrauch des Standortes Gescher im Jahr 2015 bei ca. 4.4 Mio. kWh. Das Ziel der EGW ist es den Stromverbrauch zu optimieren, wobei Einsparpotenziale genutzt werden sollen.

Das Ziel dieser Arbeit war es daher ein Strommanagement einzuführen, mit dessen Hilfe eine Grundlage geschaffen werden soll, geeignete Maßnahmen abzuleiten.

Zu Beginn wurde der Ist-Zustand der Stromversorgung ermittelt. Dazu wurden die Punkte Stromverteilung, Stromdatenerfassung, Eigenstromversorgung und Fremdbezug des Standortes untersucht. Ebenso wurden die Technik und die Prozesse der Anlagen untersucht.

Anschließend wurden die Stromverbräuche des Jahres 2015 untersucht, um festzustellen wo sich in den Anlagen die größten Verbraucher befinden. Die Untersuchung ergab, dass die MBA der größte Stromverbraucher mit 60 Prozent (ca. 2.7 Mio. kWh) am Standort ist. Aufgrund einer unzureichenden Datenbasis, konnten in der MBA keine Bereiche oder Anlagenkomponenten hinsichtlich ihres Stromverbrauches im Einzelnen analysiert werden.

Durch den Einsatz eines Datenerfassungsprogrammes konnte hingegen im BAK (ca. 1 Mio. kWh) und in der VGA (ca. 0,55 Mio. kWh) der Strombedarf einzelner Anlagenbereiche detaillierter untersucht werden. Den größten Stromverbraucher im BAK bildet mit 38 Prozent der Bereich Lüftung. In der VGA ist der Bereich Biologie mit 61 Prozent der Bereich mit dem größten Verbrauch.

Um der EGW später eine Möglichkeit zur Überprüfung der Strombedarfsentwicklung und der Wirksamkeit von eingeleiteten Maßnahmen zur Verbesserung der Stromeffizienz in den Anlagen zu geben, wurde das Jahr 2015 als Vergleichsjahr festgelegt. Des Weiteren wurde der spezifische Strombedarf pro eingesetzter Tonne Abfall als Energiekennzahl eingeführt.

Abschließend wurden in der Bachelorarbeit erste Maßnahmen vorgeschlagen, wie die EGW sowohl die Datengrundlage (z. B. in der MBA) als auch den Strombedarf der Anlagen optimieren könnte.

Mit Hilfe des Strommanagements und dessen regelmäßig erneuten Durchführung ist die EGW in der Lage, die Entwicklung des Stromverbrauches am Standort Gescher positiv zu beeinflussen.

Die über den Offlumer See abgeführte Abwärme soll zur Erwärmung des Freibades genutzt werden. Um die Möglichkeiten einer Abwärmeeinbindung abschätzen zu können, wurde zunächst die Privatmolkerei Naarmann GmbH (Wärmequelle) konkret betrachtet, um so einen Überblick über die Entstehung der Abwärme und die Zu- und Abführung des Kühlwassers innerhalb des Unternehmens zu erhalten. Weiter wurden die grundlegenden Daten (Temperaturverhältnisse und Wassermengen) aufgeführt. Darauf aufbauend konnten dann die eingeleiteten Wärmemengen aus den letzten drei Jahren bestimmt werden.

Danach wurde dann das Naturfreibad Neuenkirchen (Wärmesenke) tiefergehend betrachtet. Es wurde die geografische Lage sowie der aktuelle Aufbau des Bades beschrieben. Für die weitere Betrachtung wird die bestehende Technik in ihrer Funktion dargestellt und erläutert.

Zur Einbindung der Prozesswärme muss die Wärmeenergie vom erwärmten Kühlwasser an das Freibad Neuenkirchen übertragen werden. Es werden verschiedene technische Varianten für eine mögliche Umsetzung der Abwärmeeinbindung in das Freibad Neuenkirchen vorgeschlagen, weiter konkretisiert und hinsichtlich ihres Aufbaus vor Ort bemustert und tiefergehend projektiert.

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

Datum des Kolloquiums:

17. Januar 2017

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

Durch den steigenden Einsatz von Technik nimmt der Energiebedarf zu. Dies ist auch an Hand des Gebäudesektors erkennbar, da auch hier der Energiebedarf durch beispielsweise die Klima- und die Kältetechnik im Vergleich zu früher gestiegen ist.

Da die Thematik des Lüftens, des Kühlens und des Heizens von solch großer Bedeutung ist und der Energiebedarf für diese Vorgänge enorm ist, entstehen immer mehr Konzepte, die auf erneuerbare Energien zurückgreifen. Besonders die Speicherefähigkeit von Energie ist ein wichtiges Thema. Neben der Speicherung von Strom ist auch die Speicherung von Wärme und Kälte von Bedeutung.

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Kühldeckentechnologie mit Latentspeichermaterial (PCM-Kühldecken). Diese Materialien sind in der Lage bei einer bestimmten Temperatur Wärme zu speichern und wieder abzugeben. Es ist demnach möglich, Räume mithilfe des Latentspeichermaterials regenerativ zu kühlen oder zu heizen.

Im Rahmen der Arbeit wurden die Kühldecken mit integriertem Latentspeichermaterial auf die erzielbare Kälteenergie und die Kosteneinsparungen pro Jahr im Vergleich zu einer herkömmlichen Kühldecke mit Kältemaschine hin untersucht. Hierfür wurde ein Regelkonzept für die Gipskarton-PCM-Kühldecke entwickelt, anhand dessen die Berechnungen durchgeführt wurden.

Des Weiteren wurde der regenerative Anteil des Systems bestimmt, um eine Aussage darüber treffen zu können, ob die PCM-Kühldecke den im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) geforderten prozentualen Anteil an erneuerbaren Energien für den Neubau decken kann, sodass Investitionen in andere Technologien ersetzbar gemacht werden können.

Das entwickelte Regelkonzept beruht darauf, den Wasserdurchfluss durch die PCM-Kühldecke wenige Stunden vor dem Ende eines Betriebstages des Gebäudes zu deaktivieren, um die PCM-Kühldecke so passiv, also über das Latentspeichermaterial zu betreiben.

Die Regeneration des Latentspeichermaterials erfolgt nachts über die freie Kühlung. Auf der Grundlage dieses Konzeptes haben die Berechnungen ergeben, dass die PCM-Kühldecke eine jährliche Kosteneinsparung von $1,80 \frac{\text{€}}{\text{a} \cdot \text{m}^2}$ gegenüber der herkömmlichen Kühldecke erwirkt.

Die Untersuchung des regenerativen Anteils ergab einen Prozentsatz von 39,73 %. Der gesamte jährliche Kälteenergiebedarf kann zu diesem Anteil durch die Kühldecke mit Latentspeichermaterial gedeckt werden.

Damit kann die PCM-Kühldecke nicht die nach dem EEWärmeG geforderten 50 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs bei der Nutzung von Geothermie und Umweltwärme decken. Jedoch handelt es sich um einen erheblichen Beitrag, der durch die Kombination mit anderen erneuerbaren Technologien für die Erfüllung der Forderung ausreichen kann.

Simon Lange B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

07. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, Duisburg



Die Kokerei der Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH (HKM) dient zur Herstellung von Koks aus Kokskohle durch Verkokung. Dazu wird die Kokskohle in Brennkammern unter Luftausschluss für 22 Stunden bei 1.200 °C gebrannt. Bei diesem Vorgang entsteht Koksgas, welches in die Kohlenwertstoffanlage geleitet wird. Nach dem Verkokungsprozess muss der dann glühende Koks abgekühlt werden.

Dies geschieht mit Nasslöschverfahren in zwei Löschtürmen, die mit Emissionsschutzeinbauten versehen sind. Zur Löschung des Kokses wird Wasser verwendet, das sogenannte Kokslöschwasser. In der Kohlenwertstoffanlage findet die Kühlung und Reinigung des Koksgases statt. Benzol, Teer und Schwefelwasserstoff werden hier abgeschieden. Der Schwefelwasserstoff wird in Claus-Anlagen zu flüssigem Schwefel verarbeitet und anschließend so wie Benzol und Teer vermarktet. Dabei fällt Prozessabwasser an, das in zwei biologischen Abwasserbehandlungsanlagen gereinigt wird.

Verfahrenstechnische Prozesse zur Behandlung des Prozessabwassers aus der Kohlenwertstoffanlage und des Kokslöschwassers werden oftmals durch die Anwesenheit von Feststoffen in ihrem Betrieb kompliziert.

Bei der biologischen Abwasserbehandlung entstehen Schlämme, von denen ein Teil als Überschussschlamm entfernt werden muss, da es ansonsten zu Problemen im Betriebsablauf kommen kann. Die beiden unterschiedlichen biologischen Abwasserbehandlungsanlagen führen zu unterschiedlich charakterisierten Schlämmen. Bei der konventionellen Beckenbiologie, auch bezeichnet als Bestandsbiologie, erfolgt der Abbau der Abwasserinhaltsstoffe in Rundbecken mit großem Volumen, in denen eine gute Durchmischung stattfindet und eine hohe Verweilzeit erreicht werden kann.

Die Strahlzonen-Schlaufenreaktor-Biologie (SZR-Biologie) ist eine abweichende Entwicklung des Verfahrens der Bestandsbiologie, bei der in verhältnismäßig kleinen Reaktoren die Abbauprozesse optimiert und intensiviert werden sollen. Bei der Bestandsbiologie ist die Schlammbehandlung ohne größere technische Komplikationen möglich und seit Jahren erprobt. Die SZR-Biologie erfordert den Einsatz von mechanischen Einrichtungen (Membranen), um den Schlamm zu trennen. Die Schlammbehandlung ist deutlich stör anfälliger und muss den Langzeittest noch bestehen

Mit dieser Arbeit werden die Eigenschaften des Überschussschlammes der jeweiligen Behandlungsanlage bestimmt und verglichen. Dadurch können die Unterschiede gut dargestellt werden und Maßnahmen erläutert werden, die die Schlammbehandlung der SZR-Biologie in der Zentrifuge weitgehend sichern. Auf diese Weise sollten auch die Betriebsabläufe verbessert und die Anzahl der Störungen verringert werden.

Das zur Löschung des Kokses eingesetzte Kokslöschwasser wird im Kreislauf verwendet. Nach dem Löschvorgang ist das Kokslöschwasser mit Kokspartikeln verunreinigt, welche in Absetzbecken durch Sedimentation aus dem Wasser entfernt werden. Ist dabei der Anteil der schwer oder nicht sedimentationsfähigen Feinpartikel bzw. Schwebstoffe zu hoch, kann es zu Betriebsstörungen am Löschurm kommen. Die Feststoffabtrennung ist wichtig, um die Löschtürme einschließlich Emissionsminderungseinbauten betreiben zu können.

Der Feststoffgehalt im Kokslöschwasser muss also reduziert werden. Dazu gibt es geeignete Flockungshilfsmittel zur Entfernung der Schwebstoffe, welche in Betriebsversuchen auch teilweise eingesetzt werden. Dafür werden die Feststoffgehalte im Kokslöschwasser mit und ohne Flockungshilfsmittel bestimmt.

Diese Untersuchungen zeigen, dass Flockungshilfsmittel durchaus zur Reduzierung des Feststoffgehalts im Kokslöschwasser geeignet sind. Je nach Flockungshilfsmittel ergeben sich unterschiedliche Feststoffgehalte, aufgrund verschiedener Wirkungsweisen. Zusätzlich spielen auch betriebliche Faktoren eine Rolle, die es bei der Auswahl eines Flockungshilfsmittels zu berücksichtigen gilt. Dabei sind das Mittel, die Dosiermengen und der Dosierort zu optimieren.

Christoph Lauer B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dr.-Ing. Günter Fehr

Datum des Kolloquiums:

14. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Umwelttechnik

In Kooperation mit:

BioSolid GmbH, Nordhorn



Durch die Abwasseraufbereitung in kommunalen Kläranlagen fällt in Deutschland jährlich eine Klärschlamm-masse von ca. 1,8 Millionen Tonnen Trockensubstanz an. Durch die Bindung an das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) gilt es, diesen zu behandeln und zu entsorgen. Im Jahr 2013 wurde im Koalitionsvertrag der Bundesregierung beschlossen, die bis dahin übliche Klärschlammausbringung zu Dünge-zwecken einzustellen. Zusätzlich werden Kläranlagenbetreiber der Größenklasse 4 und 5 ab dem Jahr 2025 durch die Novellierung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV), die bislang als Entwurf vorliegt, verpflichtet, den im Klärschlamm enthaltenen Phosphor zurückzugewinnen. Der aktuelle Stand der Technik zur Phosphorrückgewinnung ist derzeit noch nicht ausreichend wirtschaftlich und erfordert zunächst die Zwischenlagerung phosphatreicher Aschen.

Die Herstellung von lagerfähigen Aschen setzt eine thermische Behandlung der Klärschlämme in Monoverbrennungs- oder in Pyrolyseanlagen voraus, wodurch die thermische Klärschlamm-trocknung als notwendige Vorstufe an Stellenwert gewinnt. Ziel der Klärschlamm-trocknung ist, die Verringerung des Schlammwasseranteils um die anfallenden Entsorgungskosten zu begrenzen.

Die BioSolid GmbH verfolgt zukunftsorientiert die Realisierung eines Klärschlamm-trocknungskonzepts mit darauf folgenden innovativen Ansätzen zur thermischen und stofflichen Verwertung, die den neuen gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Empfehlung für die BioSolid GmbH erarbeitet, um ein energetisch optimales und wirtschaftlich effizientes Trocknungskonzept für die Trocknung kommunaler Klärschlämme zu realisieren.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde aus den in der Praxis üblich angewendeten Trocknungsverfahren das Verfahren evaluiert, dass hinsichtlich der Anforderungen der BioSolid GmbH aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am besten geeignet ist. Aus dieser Gegenüberstellung ging das Verfahren der Band-trocknung als Ergebnis hervor.

Nach Festlegung des Trocknungsverfahrens veranlasste die BioSolid GmbH eine Marktsondierung, mit deren Ergebnis ein Hersteller beauftragt wurde, einen Konzeptentwurf für das Projekt zu erstellen.

Hinsichtlich des vorgeschlagenen Anlagenkonzepts wurde durch Berechnung des Wärmeenergiebedarfs und der Massenströme die Herstellerangaben geprüft sowie ein Maschinenaufstellplan für das Trocknungskonzept ausgearbeitet. Auf die Ergebnisgrundlage der Wärmeenergiebedarfsrechnung und der Massenbilanzen konnten anschließend verschiedene Szenarien zur wirtschaftlichen und technischen Optimierung rechnerisch angewendet werden.

Im Wesentlichen geht aus diesen Optimierungsansätzen hervor, dass durch die Nutzung eines Abwärmestroms für die Erwärmung der zugeführten Trocknerfrischluft, der Bedarf an thermischer Energie reduziert werden kann. Eine weitere Optimierung des Trocknungsverfahrens kann durch die Verwendung einer alternativen Variante der Abluftbehandlung erzielt werden, in dem durch die Verwendung einer chemischen Abluftbehandlung, anstelle der zuvor geplanten biologischen Abluftbehandlung, eine Reduzierung der aufzuwendenden Investitionssumme zu erreichen ist.

Durch die kombinierte Anwendung dieser Optimierungsvarianten ist für das erarbeitete Konzept der Bandtrocknung sowohl eine Reduzierung des thermischen Energiebedarfs, als auch eine Ersparnis der aufzuwendenden Investitionskosten zu erzielen.

Im Ergebnis dieser Bachelorarbeit ist festzustellen, dass bei der Projektumsetzung der Trocknungsanlage mit der Anlagenkonzeption als Plattenbandtrockner mit Frischluftvorerwärmung, in Kombination mit chemischer Abluftbehandlung, eine innovative Optimierung in technischer und wirtschaftlicher Sicht erzielt werden kann.

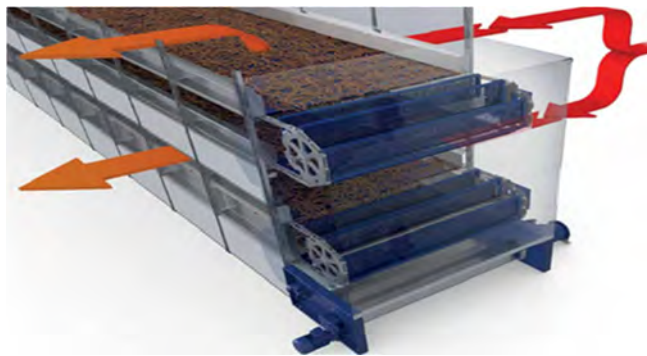


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Plattenbandtrockners der Firma Dorset

Pascal Lehmler M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dr.-Ing. Abdullah Öngören

Datum des Kolloquiums:

19. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Geberit International AG, Jona, Schweiz



Wärmerückgewinnungssysteme aus Abwasser gehören zu der Gruppe der regenerativen Energien, die die Energiebilanz des Gebäudes verbessern sollen, indem sie den Energiebedarf für die Warmwasserbereitung reduzieren. Man unterscheidet zwischen passiven und aktiven Wärmerückgewinnungssystemen, die zentral und dezentral ausgeführt werden können.

Diese Arbeit untersucht die Problematik, dass Wärmerückgewinnungsanlagen aus Abwasser lediglich in Industrie, Turnhallen, Spitälern, Schwimmbädern und großen Wohngebäuden als Großanlagen zum Einsatz kommen. Die Chancen, Potentiale und Risiken für einen wirtschaftlichen Einsatz in kleinen und mittelgroßen Gebäuden sollen in dieser Arbeit genauer untersucht werden.

Für die Untersuchung sind die normativen und gesetzlichen Grundlagen zu diskutieren und die auf dem Markt befindlichen Produkte auf diese Grundlagen zu überprüfen.

Anfallende Abwassermengen und Temperaturen, die für die Wirtschaftlichkeit einer Wärmerückgewinnung entscheidend sind, sind individuell vom Nutzer abhängig und müssen deshalb im Vorfeld festgelegt werden. Mit Hilfe von Amortisationsrechnungen und einer Kosten-Nutzen-Analyse sollen die Systeme unter festgelegten Randbedingungen miteinander verglichen werden.

In bisherigen Studien und Analysen wird ein großes Potential in Wärmerückgewinnungsanlagen aus Abwasser gesehen. Die Untersuchungen basieren häufig auf falschen Temperaturangaben für abfließendes Abwasser und ankommendes Kaltwasser.

Basierend auf einem täglichen Warmwassergebrauch von 40 Litern pro Person und Tag werden in dieser Arbeit die Systeme unter realen Randbedingungen auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht und miteinander verglichen. Die Systeme mit den größten Potentialen werden zusammengefasst und analysiert.

Die sich ergebenden Stärken und Schwächen der einzelnen Systeme werden für die weitergehende Modellentwicklung betrachtet.

Das Ziel der Arbeit, Anforderungen an eine Wärmerückgewinnungsanlage aus Abwasser in kleinen und mittelgroßen Gebäuden zu entwickeln, wurde erreicht. Die Arbeit zeigt, dass bei derzeitigen Energiepreisen keine Wärmerückgewinnungsanlage in kleinen und mittelgroßen Gebäuden wirtschaftlich betrieben werden kann.

In einer Modellentwicklung konnte ein passives System, das die größten Potentiale für einen Einsatz darstellt, weiterentwickelt werden. Das finale Modell erfüllt die Anforderungen an die Trinkwasserhygiene, die normativen und gesetzlichen Vorgaben und stellt eine Verbesserung zu den auf dem Markt befindlichen Produkten im Mehrfamilienhaus dar.

Danja Leiers B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfner

Datum des Kolloquiums:

23. August 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Energietechnik
 Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Gemeinde Neuenkirchen, Kreis Steinfurt



Im Rahmen dieser Arbeit wurde das mögliche CO₂-Emissionsminderungspotenzial in einem Quartier in der Gemeinde Neuenkirchen untersucht, welches durch die energetische Sanierung der Bestandsgebäude und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien (Solarenergie, Geothermie, feste Biomasse) freigesetzt werden kann. Die Potenzialanalyse und die damit einhergehende Bestandsaufnahme des Quartiers sollen der Gemeinde als Grundlage eines Antrags für das Förderprogramm KfW 432 (Energetische Stadtsanierung) dienen. Mit Hilfe der energetischen Sanierung soll die Attraktivität des betreffenden Quartiers gesteigert und eine nachhaltige Reduzierung der CO₂-Emissionen erzielt werden.

Im Vorfeld der Betrachtung wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen, die an die energetische Gebäudesanierung gestellt werden, näher betrachtet. Hierzu zählen die Energieeinsparverordnung und das Programm KfW 432, das die Erstellung eines Quartierkonzeptes und die mögliche Einstellung eines oder mehrerer Sanierungsmanagers fördert. Es schloss sich das Praxisbeispiel einer Gemeinde an, die das KfW-Programm bereits in Anspruch genommen hat.

Als Einstieg in die konkrete Betrachtung wurde die Situation Neuenkirchens unter demografischen und energetischen Gesichtspunkten abgebildet. Zudem wurde auf die derzeitige Nutzung erneuerbarer Energie im Gemeindegebiet eingegangen.

Im Folgenden wurde die Ist-Situation des zu untersuchenden Quartiers beschrieben. Auch hier wurde zunächst auf die demografische und die bauliche Situation eingegangen. Die Daten zum Sanierungszustand der Gebäude stammen dabei aus einer Befragung der Eigentümer der Quartiersgebäude. Danach wurde die energetische Ausgangssituation erfasst. Hierzu zählen unter anderem die gebäudebezogenen Energieverbräuche, die Kesseldaten, die Nutzung erneuerbarer Energien und das Mobilitätsverhalten der Einwohner. Für die genannten Bereiche wurden die CO₂-Emissionen ermittelt.

Anschließend wurde die Potenzialanalyse der CO₂-Emissionsminderung vorgenommen. Hierfür wurde zum einen davon ausgegangen, dass jedes Quartiersgebäude nach den Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung saniert wird, sofern es diesen nicht schon entspricht. Weiterhin wurde angenommen, dass sämtliche geeigneten Dachflächen genutzt werden, um 30 % des Warmwasserbedarfs des jeweiligen Gebäudes mit Solarthermie zu decken. Die übrige Fläche sollte für Photovoltaikanlagen zur Verfügung gestellt werden. Durch Umsetzung dieser Maßnahmen ist eine CO₂-Emissionsreduktion von 702 t/a vorstellbar und die Minderung der CO₂-Emissionen, die bei der Warmwasserbereitstellung entstehen, um 33 % möglich. Abb. 1 zeigt diesen Zusammenhang.

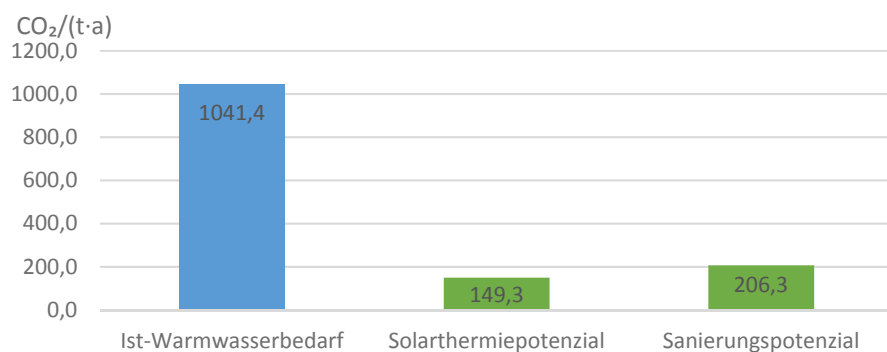


Abb. 1: CO₂-Emissionen zur Deckung des Warmwasserbedarfs und deren Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen und den Einsatz von Solarthermie im zu untersuchenden Quartier

Zusätzlich wurde eine pauschale Annahme bezüglich der Mobilität und des Einsatzes von Geothermieranlagen getroffen. Hier lassen sich zwar Einsparungen erzielen, diese sind aber nur näherungsweise quantifizierbar.

Auf der Basis der im Vorfeld erarbeiteten Erkenntnis konnte schließlich eine Empfehlung für das weitere Vorgehen der Gemeinde ausgesprochen werden. Diese beinhaltet die Umsetzung baulich-technischer Maßnahmen an den Quartiersgebäuden und die Möglichkeit eines oder mehrerer kleiner BHKW-Betriebener Nahwärmenetze für eine effiziente Wärmeversorgung. Für den Einsatz erneuerbarer Energien empfiehlt sich vor allem eine vermehrte Nutzung von Solaranlagen und eine Orientierung zum Energieträger Holz beim Heizkesselbetrieb.

Größte Relevanz für eine erfolgreiche Potenzialumsetzung hat in allen Bereichen eine effektive zielgruppenorientierte Öffentlichkeitsarbeit. Hier lassen sich sehr gut schon vorhandene Strukturen nutzen, wie beispielsweise der Verein Haus im Glück e. V., welcher die am KfW 432-Programm teilnehmenden Kommunen koordiniert und ein breites Beratungsangebot für Hausbesitzer bietet.

Im Zusammenhang mit dem genannten Programm der KfW kann es für die Gemeinde auch sinnvoll sein, einen Sanierungsmanager einzustellen, der für die Öffentlichkeitsarbeit für das Quartier zuständig wäre und Ansprechpartner für Einwohner und Gebäudebesitzer darstellen könnte.

Entwicklung einer grafischen Oberfläche zur Erstellung von FDS-Programm-Codes für die strömungstechnische Simulation von Torluftschleieranlagen

Daniel Leisen M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Matthias Winkelhaus M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

29. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Technisches Management
Raumluftechnik



Torluftschleieranlagen gehören bei Industrie- und Verkehrsgebäuden seit vielen Jahren zum Ausrüstungsstandard, um den Innenraum gegen die Außenluft abzusichern oder die Verkaufsflächen in Warenhäusern bis in die Eingangszone nutzbar zu machen. Demgegenüber stehen häufig hohe Heizleistungen von bis zu 100 kW je m Türbreite, sodass hier ein erhebliches Einsparpotential vorhanden ist.

Grund für die hohen Energieverbräuche ist häufig ein ganzjähriger konstanter Betrieb der Anlagen, unabhängig von den vorliegenden klimatischen Verhältnissen. Der Torluftschleier sollte deshalb in der Lage sein, sich auf verschiedene Wind- sowie Temperatur-Situationen einzustellen und nur die gerade erforderliche Luftmenge mit entsprechender Lufttemperatur einzublasen. Torluftschleieranlagen können auf Grundlage der ISSO-publicatie 110 ausgelegt werden, die hierfür ein Schema mit den einzelnen Auslegungsschritten zur Verfügung stellt. Eine Überprüfung auf Funktionsfähigkeit des berechneten Luftschleiers erfolgt jedoch in der Regel erst im Betrieb.

Hier bietet die numerische Strömungsmechanik oder CFD, die sich mit der Lösung von strömungstechnischen Problemen befasst, die Möglichkeit einer Überprüfung der Auslegungsparameter vor dem Praxiseinsatz. Dabei werden die Erhaltungssätze der Mechanik für Masse, Impuls und Energie in Form von partiellen, nicht linearen Differenzialgleichungen zugrunde gelegt. Diese Gleichungen können dann von speziellen CFD-Programmen mit numerischen Methoden gelöst werden. Vereinfacht wird darunter verstanden, dass für ein festgelegtes Gebiet mit bekannten Bedingungen an den Rändern das Strömungsfeld in diskreten Punkten im Gebiet bestimmt wird. Mittlerweile existiert eine Vielzahl von CFD-Programmen, die abhängig von ihrem Anwendungsgebiet unterschiedliche numerische Methoden und physikalische Modelle verwenden. In dieser Arbeit wurde das Programm Fire Dynamics Simulator (FDS), welches die Navier-Stokes-Gleichungen zugrunde legt, verwendet.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer grafischen Oberfläche zur dialoggeführten Abbildung von Torluftschleieranlagen in FDS. Die entwickelte Anwendung wurde auf Funktionsfähigkeit durch Simulationen überprüft und die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität bewertet.

In einem ersten Schritt wurde die Anwendung hinsichtlich ihrer Funktionalität validiert. Hierfür wurde zunächst ein isothermer Freistrahls simuliert und die Geschwindigkeit in verschiedenen Abständen gemessen. Die Messergebnisse zeigten dabei eine hohe Übereinstimmung mit den empirischen Literaturwerten. Die durch die grafische Oberfläche erzeugte FDS-Datei führte folglich zu sinnvollen und realistischen Simulationsergebnissen, sodass eine Übertragung auf komplexere Strömungen erfolgen konnte.

Anhand von realen Randbedingungen wurden dann die Auslegungsparameter eines Torluftschleiers entsprechend ISSO-publicatie 110 ermittelt. Die Ergebnisse der Simulation wurden grafisch visualisiert und hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft. Dabei wurde zum einen deutlich, dass die Austrittsgeschwindigkeit und damit auch der Impuls entscheidend sind, ob eine Trennung von Außen- und Raumluft überhaupt erreicht wird (Abbildung 1). Zum anderen hat die Simulation gezeigt, dass neben der Geschwindigkeit auch die Zulufttemperatur wichtig ist. Nur so wird eine Trennung von der Außenluft bei gleichzeitigem Ausgleich der Wärmeverluste, die durch die Abkühlung des Luftstrahls auftreten, erreicht.

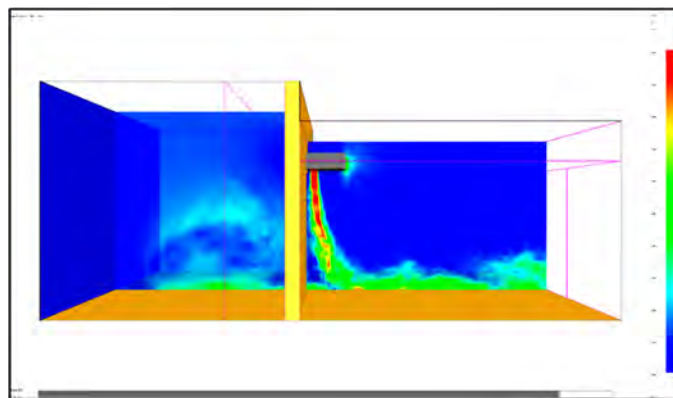


Abbildung 1: Geschwindigkeitsverlauf am Torluftschleier

Ein ganzjähriger konstanter Betrieb der Anlagen, unabhängig von den vorliegenden klimatischen Verhältnissen, hat weiterhin hohe Energieverbräuche zur Folge. Der Torluftschleier sollte deshalb immer in der Lage sein, sich auf verschiedene Wind- sowie Temperatur-Situationen einzustellen und nur die gerade erforderliche Luftmenge mit entsprechender Lufttemperatur einzublasen. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte grafische Oberfläche bietet hier die Möglichkeit einer Überprüfung verschiedener Auslegungsparameter vor einem Praxiseinsatz des Torluftschleiers.

Zusammengefasst zeigen die ermittelten Messergebnisse zunächst, dass die in die grafische Oberfläche eingegebenen Parameter in einen funktionsfähigen Code übersetzt werden. Die Simulationen lieferten weiterhin auch die erwarteten Temperatur- und Geschwindigkeitsverläufe am Torluftschleier. Dementsprechend sind die Ergebnisse als plausibel einzustufen und die entwickelte, grafische Oberfläche zur dialoggeführten Abbildung von Torluftschleieranlagen als funktionsfähig zu bewerten.

Benedikt Leiting M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

01. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

Westnetz GmbH



Ortsnetzstationen werden zu intelligenten Knoten. Ihre Funktionalitäten erweitern sich um neue Eigenschaften von der Netzqualitätsanalyse über die Störungserkennung, Fehlerortung, bis hin zur Fernsteuerung und schließlich der Automation. Diese Veränderung wirkt zum größten Teil auf das Niederspannungsnetz. Dort werden kritische Betriebszustände und Überlastungen entstehen, weil die konventionell geplanten Netze für die Integration der erneuerbaren Energien nicht ausgelegt wurden. Im Zuge der Energiewende wird es deshalb immer wichtiger, insbesondere das Niederspannungsnetz genauer und zeitnah beobachten zu können.

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Frage, ob das derzeitige Standardprodukt, das Schleppzeiger-Amperemeter, weiterhin optimal zur Messung des Stromes in den Niederspannungsverteilungen der ca. 60.000 Ortsnetzstationen der Westnetz GmbH ist oder ob digitale Messgerät mit Blick auf die Entwicklung der Verteilnetze hin zu intelligenten Stromnetzen besser geeignet sind.

Im Grundlagenteil ist die Auswahl geeigneter digitaler Messgeräte anhand der Anforderungen die sich für den Einsatz in Ortsnetzstationen ergeben bestimmt. Die Messgeräte müssen idealerweise 60 € Investitionskosten besitzen, keine Betriebskosten aufweisen, 40 Jahre Nutzungsdauer überstehen und dabei Wartungsfreiheit sein, mit einem großen Anzeigeinstrument versehen sein, kompakte Abmaße besitzen, einfach Bedienbar sein, geringen Montageaufwand verursachen und auch unter Spannung eingebaut werden können um keine Versorgungsunterbrechung vornehmen zu müssen und geringen Parametrierungsaufwand zu verursachen. Zudem müssen sie 910 A Nennstrom messen können, Normkonformität besitzen, Betriebstemperaturen von -30°C bis 70°C vertragen und betauungsverträglich sein.

Auf der Grundlage dieser Anforderungen werden innerhalb des Innovations-Projektes „Digitalisierung der Messgeräte im Niederspannungsnetz“ im Regionalzentrum Ruhr in Essen 4 digitale Messgeräte ausgewählt und in Ortsnetzstationen im Bestand verbaut. Die Investitionskosten im Nachrüstungsfall durch einen Netzmonteur können dadurch auf 1150 € bemessen werden. Die Investitionskosten im Falle des vorteilhafteren Herstellereinbaus in neue

Station können auf 470 € berechnet werden.

Im Weiteren wird der Einsatz von fernwirktechnischer Messwertübertragung mittels verschiedener Informations- und Kommunikationstechnologien untersucht. Hierfür werden vier verschiedene funktechnische Telemetriessysteme die heute bei Westnetz eingesetzt werden betrachtet. Die Long-Range-Technologie kann innerhalb neuer Netze für Internet-of-Things-Anwendungen für 4 € pro Messpunkt und Jahr betrieben werden.

In einer Kosten-Nutzen-Analyse werden in drei verschiedenen Szenarien die derzeitige Situation, der Einbau von digitalen Messgeräten in neuen Stationen und der Rollout der Messgeräte betrachtet. Verschiedene Nutzeneffekte die bei digitalen Messgeräten in Ortsnetzstationen einen Mehrwert liefern können werden erläutert, sie lassen sich jedoch nicht exakt monetarisieren. Es zeigt sich, dass der Einbau der digitalen Messgeräte nur dann einen positiven Kapitalwert liefert, wenn heute noch nicht vorhandene Mechanismen eine Steigerung der Nutzeneffekte um 16 % ermöglichen. Diese Mechanismen könnten aufgrund der Zunahme von dezentralen Erzeugungsanlagen, E-Mobilität und Speichern im Verteilnetz notwendig werden und damit die Wirtschaftlichkeit dieses Anwendungsfalles begünstigen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass das derzeitige Standardprodukt, das Schleppzeiger-Amperemeter, über Jahrzehnte erprobt und gut für den Einsatz in Ortsnetzstationen geeignet ist, es angesichts der Energiewende jedoch zu einer weiteren Zunahme der Informations- und Kommunikationstechnik im Verteilnetz kommen wird. Aufgrund dieser Entwicklung wird es langfristig unumgänglich sein, digitale Messgeräte in der Niederspannungsverteilung von Ortsnetzstationen zu verwenden, weil die Fernauslesung der Messwerte durch neue Technologien zu sehr geringen Betriebskosten darstellbar ist und sich eine Steigerung der Nutzeneffekte einstellen wird.

Xiyao Li B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Peter Hollenbeck M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

15. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:



Momentan besetzt der Gebäudeenergieverbrauch in China ungefähr 1/3 des kompletten Energieverbrauchs. Beim gesamten Energieverbrauch ist der Gebäudeenergieverbrauch der größte Bestandteil, nämlich 66 %. Deshalb sollte man nachdenken, wie kann man diesen Energiebestandteil verkleinern könnte.

Um den Energieverbrauch einer Klimaanlage zu verkleinern, muss man die Betriebsdaten von Klimaanlage bekommen. Danach muss man noch die Betriebsdaten von Klimaanlage analysieren. Deshalb sollte man die Klimaanlagen sehr genaue überwachen.

Nach der Überwachung kann man die Steuerungsmethode verbessern. Um den Prozess von Analysierung und Monitoring für Klimaanlagen besser zu verstehen, wurde eine Vollklimaanlage im Labor analysiert.

Diese Klimaanlage benutzt openWeb als ihre Monitoring Software. Aber es kann nur sehr viele Daten exportieren und manche einfache Diagramm darstellen.

Deshalb bestand die Aufgabe darin, die Daten von dieser Klimaanlage zu verarbeiten. Ebenso wird eine Zeichnung der Betriebspunkte im h-x Diagramm erstellt. Wenn man die Daten von dieser Klimaanlage wirksam anzeigen kann, kann man die Lösung für effizienteres Energiesparen finden.

Christian Lieske B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

05. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Dorsch International Consultants GmbH, München



Die Betrachtung von Wasserversorgungsstandards im Hinblick auf Quantität und Qualität zeigt, dass weltweit immer mehr Länder Probleme mit der sicheren Bereitstellung dieser lebenswichtigen Ressource haben. Eine von Wasserknappheit besonders betroffene Gegend ist die Region Middle East North Africa (MENA). Hier haben im Schnitt nur 87 % der Bevölkerung Zugang zu einer verbesserten aber intermittierenden Wasserversorgung und nur 80 % haben Zugang zu verbesserten Sanitäranlagen. Außerdem findet eine Ausbeutung der Grundwasserressourcen über die Grenze der Neuaneicherung hinaus statt, so dass in naher Zukunft eine Erschöpfung dieser eintreten kann (siehe Abbildung).



Groundwater resources and recharge (mm/a):

MAJOR GROUNDWATER BASINS

medium (20 - 100)
low (2 - 20)
very low (< 2)

area of low rainfall (< 200 mm/a)

area of saline groundwater (> 5 g/l TDS)

area of groundwater mining

area of heavy groundwater abstraction with over-exploitation

Übersichtskarte der Grundwasserressourcen, -neubildung und -entnahme in einem Bereich der MENA-Region (WHYMAP)

Entwicklungs- und Hilfsorganisationen initiieren und finanzieren eine Vielzahl an Hilfsmaßnahmen, um die Wasserversorgungsunternehmen in den betroffenen Regionen bei der nachhaltigen Bewirtschaftung zu unterstützen.

Die gezielte Umsetzung der Maßnahmen kann jedoch nicht ohne eine ausreichende Datenbasis und Kenntnis der Netzzustände erfolgen. Hier ist die Durchführung eines Wasser-Audits nach der International Water Association¹ oder nach dem DVGW Arbeitsblatt W 392 notwendig, welche eine solche Datengrundlage schaffen.

In Regionen, die sich mit zunehmendem Bevölkerungswachstum und starker Urbanisierung bei gleichzeitig begrenzten Wasserressourcen konfrontiert sehen, muss zusätzlich auch das Verhalten der Verbraucher analysiert und bewertet werden.

Der Ansatz dieser Arbeit war es, einen Leitfaden zur Erstellung eines solchen Wasser-Audits auf zwei Ebenen – der Netzwerk- und der Haushaltsebene – zu formulieren. Dabei wurde der Anwendungsbereich auf kleine Gemeinden in der MENA-Region gelegt, da hier Projektdaten aus einem aktuell abgeschlossenen Projekt der GIZ in Nord-Jordanien vorlagen. Ziel des Leitfadens war es, ein Verständnis der kulturellen, technischen und organisatorischen Anforderungen an die Durchführung des Wasser-Audits zu vermitteln. Der Leitfaden soll somit in die Lage versetzen, in einem ähnlichen Szenario ein Wasser-Audit auf zwei Ebenen unter Berücksichtigung der zentralen Aspekte erfolgreich durchzuführen.

In der Arbeit wurde gezeigt, dass die Netzwerkebene im Gegensatz zur Haushaltsebene für die Bereitstellung der technischen Hilfsmittel und Genehmigungen mehr Vorlauf benötigt. Die Vorgehensweise und die zu verwendenden Messgeräte bei der Datenerhebung wurden im Leitfaden detailliert beschrieben. Auf Haushaltsebene wurden die Daten nicht durch Messungen, sondern durch eine Umfrage erfasst.

An die Erhebung anknüpfend wurde eine Wasserbilanz auf Netzwerkebene zur Ermittlung der realen Verluste (QVR) und des Non-Revenue-Water (QNR) erstellt. Dies sind zwei wichtige Bilanzgrößen und Indikatoren zur Festlegung des Instandhaltungsumfangs. Zur Bestimmung der umfragebasierten Verbrauchsmengen wird die Nutzung von externen Studienergebnissen zur Quantifizierung empfohlen.

Die Analyse der Wasserverluste und -verbräuche konnte gleichzeitig erfolgen. Basierend auf den gewonnenen Analyseergebnissen wurden mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Wasserverlusten und Wasserverbräuchen vorgeschlagen. Die dafür benötigten finanziellen Mittel wurden durch eine Kostenprognose am Beispiel einer Gemeinde mit 544 Haushalten in Nordjordanien veranschaulicht.

Das Zwei-Ebenen Wasser-Audit bietet somit eine gute Möglichkeit zur Bestimmung der aktuellen Situation der Wasserversorgung und des Wassernutzungsverhaltens der Bevölkerung. Gerade hinsichtlich des Klimawandels und der sich verschärfenden Wasserproblematik in vielen Regionen, stellt das Wasser-Audit ein flexibel anpassbares Werkzeug dar, welches gleichzeitig die Kommunikation von Wasserversorgern und Verbrauchern mit dem Auftraggeber stärkt. Basierend auf den festgestellten Mängeln im Versorgungssystem und bei der Wassernutzung kann der Auftraggeber mit Hilfe der vorgeschlagenen Maßnahmen eine gezielte Reduzierung der Wasserknappheit in der MENA-Region erreichen.

Dominik Lindebaum M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Sören Möller M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

23. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Danfoss GmbH



Immer wieder auftretende Fälle von Legionellenbefunden in Trinkwasserinstallationen und höher werdende Anforderungen an die Trinkwasserhygiene führen dazu, dass immer neue Systeme zur Trinkwassererwärmung auf den Markt drängen.

Zurzeit ist die dezentrale Trinkwassererwärmung in großen Wohnbauprojekten ein großes Thema und wird immer öfter als Alternative zur alt bekannten zentralen Trinkwassererwärmung eingesetzt. Ziel dieser Arbeit ist es einen Vergleich verschiedener Trinkwassererwärmungsanlagen, anhand eines konkreten Projektes in Berlin zu erstellen.

Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich um ein Wohnbauprojekt, in welchem eine zentrale Trinkwassererwärmung und eine dezentrale Trinkwassererwärmung mit Zirkulation verbaut werden. Die Untersuchung wird durch die dezentrale Trinkwassererwärmung ohne Zirkulation erweitert.

Die zentrale Trinkwassererwärmung erfolgt über eine Frischwasserstation.

Als dezentraler Trinkwassererwärmer kommt die Wohnungsstation von Danfoss Typ MSS zum Einsatz.

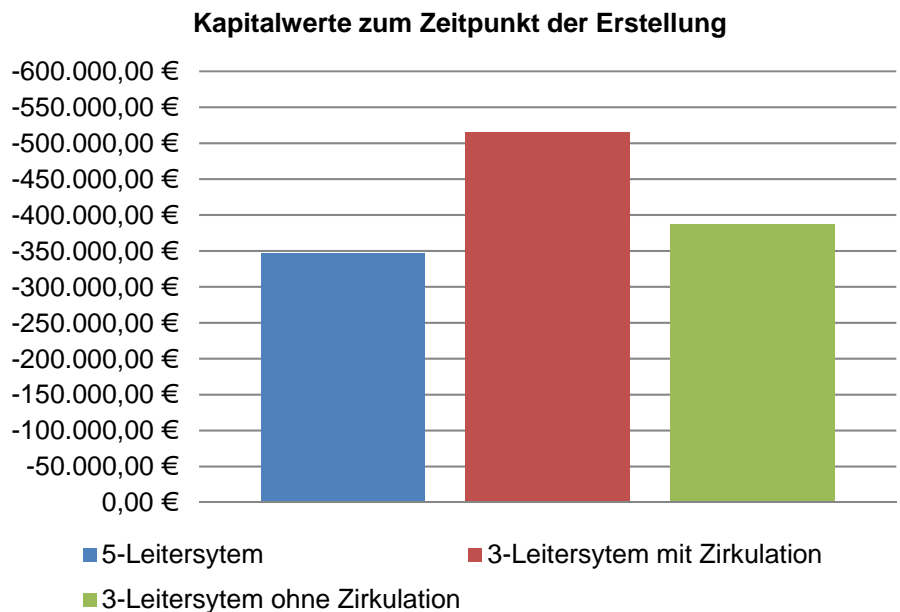


Abbildung 4: Wohnungsstation Danfoss EvoFlat MSS

Zur Gegenüberstellung der verschiedenen Trinkwassererwärmer, samt zugehörigen Rohrnetz, wird eine Kostenermittlung durchgeführt. Diese beinhaltet die Errichtungskosten, sowie die Betriebskosten. Dabei stellte sich heraus, dass das System der zentralen Trinkwassererwärmung die niedrigsten Errichtungskosten aufweist. Dies ist allein den Kosten der Trinkwassererwärmer zuzuordnen. Die Errichtungskosten der zentralen Frischwasserstation betragen gerade mal 10 % der Errichtungskosten der Wohnungsstationen.

Die Analyse der Betriebskosten ergab, dass die dezentrale Trinkwassererwärmung ohne Zirkulation um ca. 8 % unter den Betriebskosten der zentralen Trinkwassererwärmung liegt. Betrachtet man allein die Trinkwassererwärmung ohne Pumpenenergien und Energieverluste zur Bereitstellung des Warmwassers, sind die Kosten der dezentralen Trinkwassererwärmung sogar 20 % unter den Kosten der zentralen Trinkwassererwärmung. Dies liegt daran, dass die Warmwassertemperatur, nach Norm, um 10 Kelvin gesenkt werden darf.

Der Vergleich über die Kapitalwertmethode soll die Wirtschaftlichkeit der Anlagentypen über einen Betrachtungszeitraum darstellen. Dabei erwies sich die zentrale Trinkwassererwärmung als das wirtschaftlichste Anlagenkonzept. Die dezentrale Trinkwasserinstallation mit Zirkulation ist mit Abstand die unwirtschaftlichste Anlagenvariante.



Jedes System bringt in Abhängigkeit der Anforderungen die richtigen Vorteile mit. Die zentrale Trinkwassererwärmung trumps mit den Investitionskosten. Die dezentrale Trinkwassererwärmung ohne Zirkulation sticht durch die geringen Betriebskosten hervor. Die dezentrale Trinkwassererwärmung mit Zirkulation bietet den größten Komfort.

Vincent Linnemann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

05. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Wärmetechnik

In Kooperation mit:

BAM Deutschland AG, Stuttgart



In der heutigen Zeit spielt die effiziente Nutzung von Energie eine immer größere Rolle. Bis vor kurzem war es Gewohnheit, mit Hilfe von fossilen Brennstoffen (Öl, Kohle) oder auch Kernkraft zu jeder Zeit quasi „on demand“ über mehr als ausreichend Energie zu verfügen. Dies geht jedoch zu Lasten der Umwelt, da unnötig große Kraftwerksleistungen vorgehalten werden müssen. In Folge dessen können CO₂-Emissionen nicht weiter sinken und umweltbelastende Faktoren durch Gewinnung, Transport und Entsorgung dieser Energieträger sind unabdingbar.

Heutige Wasserspeicher in Einfamilienhäusern sind zumeist sensible Speicher. Latentspeicher hingegen haben den Vorteil, dass sie sich zusätzlich die Schmelzenthalpie eines Stoffes, häufig Salze oder Paraffine, zu Nutze machen um mehr thermische Energie zu speichern. Aufgrund des konstanten Temperaturverlaufs beim Phasenübergang und der nur geringen Temperaturdifferenz, die benötigt wird um sich die latente Speicherung zu Nutze zu machen, ist diese Anwendung vor allem für die technische Gebäudeausrüstung interessant.

Parallel zu der Entwicklung von neuen PCM-Speichermodule (Phase Change Materials) und der Forschung der Fachhochschule Steinfurt im Bereich der latenten Speicherung von thermischer Energie wird zu diesem Zeitpunkt in Berlin das Haus der Zukunft (Futurium) gebaut. Zentrales Element des Gebäudes ist ein sichtbarer Latentspeicher, der Besucher über mögliche zukünftige thermische Speicher informiert.

Ziel der Bachelor Arbeit war es, im Labor für Wärmetechnik einen Prüfstand zur Leistungsvermessung von vorliegenden und zukünftigen PCM-Objekten zu konzeptionieren und anschließend zu bauen. Die Wärmeversorgung wird dabei über einen Heizstab, die Kühlleistung mit Hilfe eines externen Kaltwasserersatzes sichergestellt.

Dadurch wird gewährleistet, dass der Prüfstand Systemtemperaturen im Bereich von ca. +6°C bis +80°C realisieren kann. Das besondere an der Hydraulik des Prüfstandes ist, dass dieser sowohl vom oberen Speicheranschlusspunkt als auch vom unteren Speicheranschlusspunkt jeweils be- bzw. entladen werden kann. Der eigens für den Versuchsstand konzipierte Speicher fasst ca. 1170 PCM-O Speichermodule der Firma Axiotherm®, die äquivalent zu denen sind, die zukünftig in Berlin eingesetzt werden sollen.

Alexander Löber B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Raimund Peters
Datum des Kolloquiums:	26. Januar 2017
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Viega GmbH & Co. KG, Attendorn

Die Anforderungen an die Trinkwasserhygiene, die Temperaturen und die Wärmeeinträge in Warmwasser- und Zirkulationssystemen erlangen in der Praxis vermehrt an Bedeutung und werden durch Normen und Vorschriften immer weiter verschärft.

Vermehrt treten Krankheiten durch die Verkeimung von Trinkwasseranlagen auf. Durch die Trinkwasserverordnung werden die Krankenhausbetreiber verpflichtet ihre Anlagen auf Fehler bei der Bestandsinstallation zu überprüfen, sowie die Anlagen auf den neusten Stand der Technik zu bringen.

Krankenhäuser müssen zudem vermehrt auf ihre Hygiene achten und Unterliegen durch die Trinkwasserverordnung und die RKI-Richtlinie des Robert Koch Instituts höheren Anforderungen. Durch diese Verordnungen und Richtlinien werden Krankenhäuser, dessen Trinkwassersysteme veraltet sind, vor die Aufgabe gestellt, diese zu untersuchen und zu sanieren, um den Anforderungen der Trinkwasserverordnung sowie den RKI-Richtlinien zu entsprechen. Auf die veralteten Techniken der Trinkwassererwärmung und der Zirkulationssysteme in Krankenhäusern muss besonders geachtet werden, um eine Verkeimung zu verhindern. Die Problemstellung dieser Systeme liegt darin, dass die Trinkwarmwasser- und Zirkulationssysteme falsch dimensioniert und einreguliert wurden.

Thema dieser Abschlussarbeit ist die messtechnische Untersuchung der Trinkwassererwärmung und des Zirkulationssystems eines großen Klinikums. Ziel der Arbeit ist es eine normativ richtige und wirtschaftliche Warmwasserversorgung des Klinikums zu ermöglichen.

Hierfür wurde eine Begehung und eine Inaugenscheinnahme durchgeführt. Des Weiteren wurden anhand des Strangschemas kritische Stellen zur messtechnischen Erfassung ermittelt. An diesen Stellen wurden Volumenstrommessungen durchgeführt, um den tatsächlichen Bedarf zu ermitteln und eventuelles Rückfließen zu erfassen. Ergänzt wurden diese Messungen durch endständige Temperaturmessungen zur Erfassung der Ausstoßzeiten und Temperaturen. Zusätzlich wurden Druckmessungen zur Erfassung der Druckerhöhungsanlage durchgeführt. Anhand des vorhandenen Strangschemas

wurden hydraulische Probleme kenntlich gemacht.

Unter Berücksichtigung dieser, auf Grundlage der Messungen und unter Berücksichtigung der aktuellen Normen, wurde ein Strangschema erstellt, das einen normativ korrekten Betrieb ermöglicht.

Fazit für das vorliegende Gebäude ist, dass ein Umbau der Trinkwasser-Installation erforderlich ist. Die Gefährdung, die durch eine Vorwärmstufe und die Stagnation bedingt durch die fehlende Reguliertechnik der Zirkulation und die geringe Entnahme besteht, gilt es schnellstens zu beheben.

Christian Lohmann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

07. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Wasserversorgung - Abwasser - Abfall - Immissionsschutz

In Kooperation mit:

Privatmolkerei Naarmann GmbH, Neuenkirchen
Gemeinde Neuenkirchen



Im Rahmen dieser Arbeit, wurde die Möglichkeit einer Wärmeversorgung des Freibades Neuenkirchen durch die Nutzung der Abwärme, die in unmittelbarer Nähe bei den Produktionsprozessen der Privatmolkerei Naarmann GmbH anfällt, näher betrachtet und beschrieben (siehe Abbildung 5). Während der Freibadsaison von Mai bis Mitte/Ende September soll, durch Einbindung der Abwärme, eine Beckentemperatur von 24 °C erreicht werden. Durch die Erhöhung der Temperatur soll die Attraktivität des Freibades gesteigert werden. Die Gemeinde Neuenkirchen erhofft sich dadurch steigende Besucherzahlen, längere Tages-Betriebszeiten sowie eine frühere Saisonöffnung und ein späteres Saisonende des Bades.



Abbildung 5: Lage Privatmolkerei Naarmann GmbH, Freibad und Offlumer See

Die Privatmolkerei Naarmann GmbH verarbeitet jährlich über 140 Mio. Liter Milch, die von ca. 200 Landwirten aus der Umgebung abgeholt werden.

Die Erzeugung haltbarer Milchprodukte gehört zu den energieintensivsten Zweigen der Lebensmittelindustrie. Die unbehandelte Rohmilch muss, je nach gewünschtem Endprodukt, eine Vielzahl von Wärmebehandlungsprozessen bei unterschiedlichen Temperaturen und Druckstufen durchlaufen. Nach der Wärmebehandlung ist es notwendig die Milch wieder abzukühlen.

Die Bereitstellung der benötigten Wärmeenergie erfolgt bei der Privatmolkerei Naarmann GmbH durch einen mit Erdgas betriebenen Dampfkessel. Die maximale thermische Leistung des Kessels beträgt 11 Megawatt. Die Energie zum Abkühlen der Milcherzeugnisse wird durch konventionelle Kältetechnik und durch den geografisch naheliegende Offlumer See bereitgestellt.

Der Offlumer See ist ein ca. 45 ha großes und maximal 12 m tiefes Abtragungsgewässer im Kreis Steinfurt, am Rande der Gemeinde Neuenkirchen. Die Auskiesung, durch die Euroquarz GmbH, wurde im Sommer 2004 beendet. Teilbereiche des Sees und der Uferanlagen wurden im Rahmen der „Regionale NRW 2004“ zur Naherholungs- und Freizeitanlage entwickelt.

Das Wasser wird dem Offlumer See über drei Pumpen entnommen und der Privatmolkerei Naarmann GmbH über zwei Druckrohrleitungen zugeführt. Nach der Erwärmung im Unternehmen wird das erwärmte Seewasser über zwei Rohrleitungen - einer Freispiegel- und einer Druckrohrleitung – zum Offlumer See geführt.

Die über den Offlumer See abgeführte Abwärme soll zur Erwärmung des Freibades genutzt werden. Um die Möglichkeiten einer Abwärmeeinbindung abschätzen zu können, wurde zunächst die Privatmolkerei Naarmann GmbH (Wärmequelle) konkret betrachtet, um so einen Überblick über die Entstehung der Abwärme und die Zu- und Abführung des Kühlwassers innerhalb des Unternehmens zu erhalten. Weiter wurden die grundlegenden Daten (Temperaturverhältnisse und Wassermengen) aufgeführt. Darauf aufbauend konnten dann die eingeleiteten Wärmemengen aus den letzten drei Jahren bestimmt werden.

Danach wurde dann das Naturfreibad Neuenkirchen (Wärmesenke) tiefergehend betrachtet. Es wurde die geografische Lage sowie der aktuelle Aufbau des Bades beschrieben. Für die weitere Betrachtung wird die bestehende Technik in ihrer Funktion dargestellt und erläutert.

Zur Einbindung der Prozesswärme muss die Wärmeenergie vom erwärmten Kühlwasser an das Freibad Neuenkirchen übertragen werden. Es werden verschiedene technische Varianten für eine mögliche Umsetzung der Abwärmeeinbindung in das Freibad Neuenkirchen vorgeschlagen, weiter konkretisiert und hinsichtlich ihres Aufbaus vor Ort bemustert und tiefergehend projektiert.

Max-Laurin Losemann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Markus Schröder M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

17. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik



Trinkwasser ist unser wichtigstes Nahrungsmittel, die Versorgung mit diesem sollte als hohes Gut angesehen werden und nicht als selbstverständlich gelten. Die Wasserversorger der Gemeinden und Städte betreiben einen hohen Aufwand, um eine gleichbleibend, gute Qualität des Wassers sicherzustellen und zu liefern. Darum ist es wichtig, dass die Trinkwasser-Installationen in Gebäuden technisch so ausgereift sind, dass sie diese Qualität nicht negativ beeinflussen. Ziel ist es, ein Trinkwasser-System hygienisch einwandfrei nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) zu erstellen und zu betreiben. Wenn die a.a.R.d.T. nicht eingehalten werden, kann es zu sogenannten Kontaminationen kommen, welche die Gesundheit der Nutzer des Trinkwassers gefährden können. Die Trinkwasserverordnung gibt in Deutschland die Beschaffenheit des Trinkwassers vor, sie muss unbedingt eingehalten werden, um dem hohen Standard beizubehalten.

Diese Arbeit hat das Ziel gesetzt, eine bestehende Trinkwasser-Installation hydraulisch und planungstechnisch zu überprüfen. Es wird eine Dreifachsporthalle untersucht, die im Jahr 1982 gebaut wurde. Aufgrund einer Kontamination mit Legionellen wurde im Jahre 2011 eine Sanierung des Trinkwassersystems vorgenommen. Diese Sanierung der Großanlage sorgte nur für einen kurzzeitigen Erfolg. Zusätzlich ließ der Betreiber im Februar 2016 eine chemische Desinfektion des Trinkwasser-Systems durchführen. Nun soll eine spezifische Begutachtung der Trinkwasser-Installation erfolgen. Während dieser Begutachtung wird die Trinkwasser-Installation vollständig aufgenommen werden, außerdem werden Durchfluss- und Temperaturmessungen durchgeführt und durch eine Neuberechnung überprüft. Als Ergebnis sollten Schwachstellen aufgedeckt und benannt werden, weiter sollen praktische Vorschläge zur Systemverbesserung gegeben werden.

Während der Aufnahme des Leitungssystems und der damit verbundenen Begehung wurden Leitungsabschnitte gesichtet, die nicht nach den a.a.R.d.T. betrieben wurden. Dazu wurden Rückbauvorschläge gesammelt und dokumentiert. Die Hauptgründe für den Rückbau sind mit Nicht-Nutzung der Entnahmestellen oder mit zu langen, nicht durchflossenen Anschlussleitungen zu begründen.

Weiter fiel bei der Aufnahme der Leitungen und durch die Überprüfung von der PWC-Temperatur an verschiedenen Entnahmestellen auf, dass die auf der gesetzlichen Grundlage der EnEV und der DIN 1988-200 beruhenden Dämmschichtdicken nicht eingehalten werden. Für diese Anforderung an die Dämmung wurden beispielhaft Fälle aus dem Gebäude beschrieben und durch eine Dämmempfehlung ergänzt.

Während der Temperaturmessungen wurde ersichtlich, dass die Betriebstemperaturen nach DIN 1988-200 für PWC nicht eingehalten wurden. Nach DIN 1988-200 darf die PWC-Temperatur 30 Sekunden nach vollem Öffnen der Entnahmestelle 25 °C nicht überschreiten.

Als einer der Ursachen der Überschreitung der Betriebstemperaturen wurde Stagnation ausgemacht. Um die Stagnation zu verhindern, soll wie in der DIN EN 1717 gefordert, eine Spüleinrichtung in das bestehende Installationssystem eingebaut werden. Die Einbauorte und die Art der Spüleinrichtung, dass bedeutet eine Steuerung über Temperatur oder Zeit, wurden benannt und durch ein Ausschnitt aus dem Strangschema ersichtlich gemacht.

Durch Beobachtungen fiel auf, dass die Systemkomponenten der Warmwassererzeugung nicht aufeinander abgestimmt sind. So ist die Funktion der Solaranlage nicht gegeben. Außerdem muss eine Einstellung der Rücklauftemperatur der Nahwärme erfolgen, da sie niedriger als die Speichertemperatur eingestellt ist.

Alexander Lühn B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Matthias Winkelhaus M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

24. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluftechnik

In Kooperation mit:

Emco, Lingen



Die Emco Klimatechnik gehört zu den führenden Unternehmen Deutschlands, die für die Klima- und Lüftungstechnik verschiedenste Komponenten herstellt. Von einfachen Luftdurchlässen über Kühldecken bis hin zu dezentralen Lüftungsgeräten bietet Emco Klima eine breite Produktpalette. Diese wird in vier verschiedene Bereiche unterteilt, in denen die einzelnen Produkte eingeordnet sind – emcoair, emcovent, emcotherm und emcocool.

Die Produktvielfalt des emcotherm Bereiches umfasst im Wesentlichen Konvektoren mit Heiz-, Kühl- und Lüftungsfunktion. Diese Klimasysteme werden vor allem in den Doppelböden oder den Zwischendecken installiert.

Im Bereich der emcocool Produkte befinden sich hingegen hauptsächlich Kontaktkühl und Heizflächensysteme, die zum Beispiel als Strahlungskühldecken eingesetzt werden.

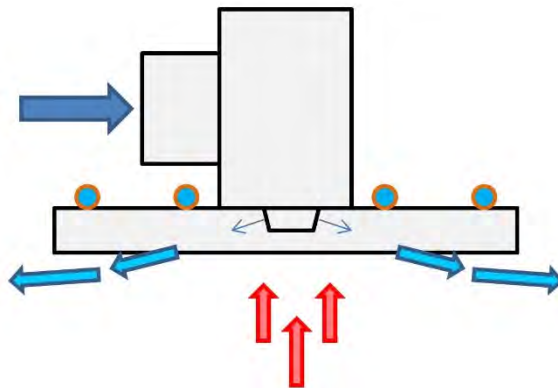
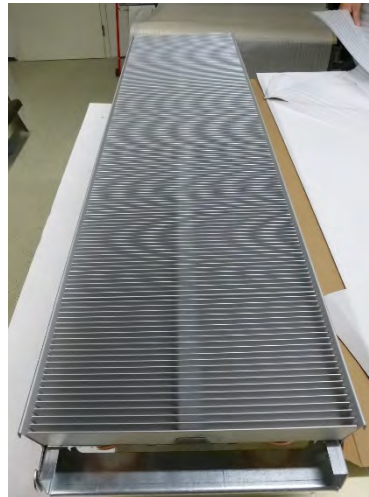
Nachteil der Heiz- und Kühlflächensysteme ist jedoch, dass im Gegensatz zu einigen Produkten des emcotherm Bereiches keine Lüftungsfunktion vorhanden ist. Da jedoch laut der DIN EN 15251 ein bestimmter Mindestluftwechsel für jeden Gebäude- bzw. Raumtypen vorgesehen ist, müssen eventuell zusätzliche Systeme installiert werden.

Darüber hinaus schreibt die Energieeinsparverordnung vor, dass der Primärenergieverbrauch von Wohn- und Nichtwohngebäuden bestimmte Werte nicht überschreiten darf. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Gebäude wärmegeprägter gebaut werden und somit eine dichtere Gebäudehülle bekommen. Dadurch steigen die inneren Wärmelasten deutlich an, welche über die Klimatechnik abgeführt werden müssen.

Um die Produktpalette der Klimakomponenten des Unternehmens Emco Klima zu erweitern, wurde dieser Ansatz verfolgt und umgesetzt. Ein Deckenkühlpaneel (auch Kühlbalken genannt), welches ähnlich wie eine Kühldecke herunter gekühlt wird, bekommt die Funktion der Lüftung, sodass der hygienische Mindestluftwechsel sichergestellt werden kann und die inneren Wärmelasten dennoch über ein wassergeführtes System abgeführt werden können.

Es wurden mehrere Prototypen gebaut und messtechnisch untersucht. Dabei war es sehr wichtig, dass die Geräte immer einer bestimmten Optik und Funktion entsprechen. Des Weiteren waren konkrete technische Daten vorgegeben, die bei speziellen Betriebsbedingungen eingehalten werden sollten.

Im Rahmen der Entwicklung des aktiven Deckenkühlpaneels war es meine Aufgabe alle Prüfaufbauten für die verschiedenen Messungen zu erstellen und vorzubereiten. Ebenso das Ausführen der Messungen, das Interpretieren der Messergebnisse und die daraufhin durchzuführenden Optimierungsmaßnahmen fielen in meinen Aufgabenbereich.



Die obigen Abbildungen zeigen einmal die Optik und die Funktion des Gerätes. Ein Kühldeckenmäander sorgt dafür, dass die einzelnen Rippen heruntergekühlt werden. Über einen Anschlusskasten wird dem Gerät eine Primärluftversorgung ermöglicht, welche durch kleine Düsen, die zwischen den Rippen sitzen, dem Raum zugeführt wird. Dies wird im Diagramm über die blauen Pfeile dargestellt. Aufgrund hoher Luftaustrittsgeschwindigkeiten von über 10 m/s wird warme Raumluft induziert und vermischt sich mit der Primärluft, die sich dann an den Rippen abkühlt.

Um eine mögliche Leistungssteigerung zu erreichen, kann die Düsenkontur verändert werden, um womöglich ein erhöhtes Induktionsverhältnis zu erzielen.

Nadine Mallau B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Maximilian Bayer-Eynck M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

22. September 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Sparkasse Münsterland-Ost, Kreissparkasse Gelsenkirchen, Kreissparkasse Steinfurt



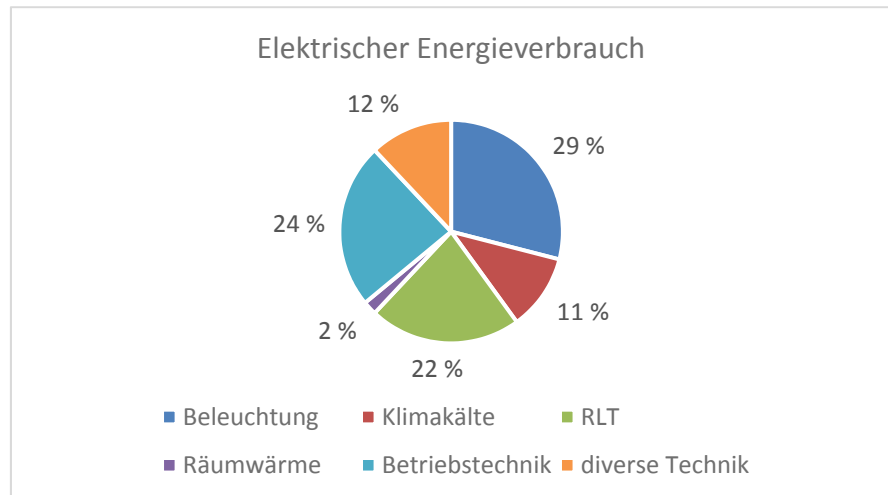
Rund 40 % des Primärenergiebedarfes in Deutschland fallen für den Gebäudebetrieb an. Um den Energieverbrauch in Deutschland zu senken ist es also ratsam den Energieverbrauch der Gebäude zu reduzieren. Die Energiekosten der Gebäude im Sektor Banken haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung dazu gewonnen, durch den sinkenden Leitzins. In Deutschland betreiben Banken rund 38.000 Gebäude. Durch den Kennzahlenvergleich sollen Schwachstellen und Hauptverbraucher der Branche aufgedeckt werden. Als Grundlage zur Bildung der Kennzahlen dienen Energieaudits der Sparkassen, in denen die Energiekosten und -verbräuche der einzelnen Standorte aufgeführt sind.

Ziel der Arbeit ist es, durch den Kennzahlenvergleich bei den Banken ein Bewusstsein zur Einschätzung ihres Energieverbrauches zu schaffen und mit konkreten Maßnahmen die Energieverbräuche und -kosten des Sektors zu senken. Es soll ein branchenspezifischer Überblick der Energiekosten und -verbräuche erlangt werden. Eine Problematik der Banken ist es, die vielen Standorte effektiv zu betreiben, ohne den Überblick über die Energiekosten zu verlieren.

Die Standorte der Banken sind nach Zentralen, Hauptstelle und Filialen unterteilt, da die einzelnen Gebäude je nach Aufgabenbereich, Fläche und Mitarbeiterzahl eine andere technische Ausstattung aufweisen. Die Strukturaufteilung ist für den Kennzahlenvergleich notwendig. Für den Kennzahlenvergleich sind folgende Kennzahlen gebildet worden:

- Fläche pro Mitarbeiter
- Energiekosten pro Fläche
- Energieverbrauch pro Fläche
- Energiekosten pro Mitarbeiter
- Energieverbrauch pro Mitarbeiter
- Anteil Energiekosten an Gesamtkosten
- Energiekosten pro 1 Mio. € Bilanzsumme

Die einzelnen Kennzahlen werden je Standort gebildet und untereinander und mit Benchmarks der Branche verglichen. Der Kennzahlenvergleich der Sparkassen-Standorte bringt zu Tage, dass vor allem die Flächen der Standorte viel zu groß sind. Hinzu kommen hohe relative Energiekosten für Strom, die deutlich über dem Schnitt der Industrie liegen. Im Bereich der Filialen und Hauptstellen könnte als Hauptverbraucher in erster Linie die Beleuchtung identifiziert werden.



Der Maßnahmenkatalog bezieht sich auf die Auffälligkeiten des Kennzahlenvergleichs, es werden konkrete Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten im Sektor Banken gegeben. Beispielsweise die Umrüstung der Beleuchtung von Halogen auf LED. Hinzu kommen verhaltenstechnische Maßnahmen der Mitarbeiter und die Einführung von Raumautomation im Bereich der Zentren. Der Maßnahmenkatalog kann bei 80 % Umsetzung zu einer Energiekostenersparnis von mindestens 25 % führen.

Zukünftig können die Banken über die Einführung eines Energiemanagementsystems zur Kontrolle ihrer Energiekosten nachdenken. Durch das System können die Banken alle Standorte parallel betreiben und versuchen einen optimalen und energieeffizienten Anlagenbetrieb zu erreichen.

Daniel Meierhöfer M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Ralph Berger

Datum des Kolloquiums:

26. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

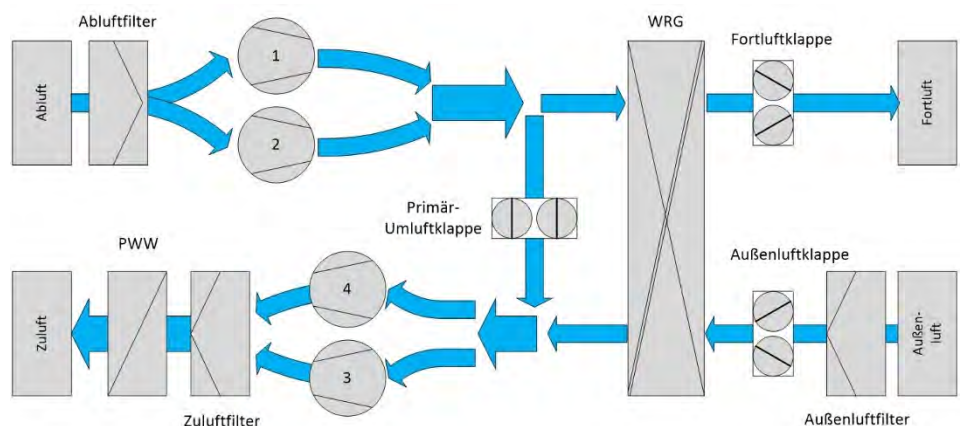
Menerga GmbH, Mülheim an der Ruhr



Die Menerga GmbH ist ein führender Hersteller im Bereich der Schwimmhallenklimatechnik.

Schwimmhallen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Lüftungsanlagen aufgrund der Wasserverdunstung ganzjährig betrieben werden müssen. Infolge dessen, führen bereits kleinste Optimierungen an den Lüftungsanlagen zu spürbaren Energieeinsparungen. Um den Lüftungswärmeverlust möglichst gering zu halten, ist die Bestrebung den Außenluftanteil der Zuluft zu begrenzen. Der Schwimmhalle wird somit gerade der Außenluftvolumenstrom zugeführt, der für die Entfeuchtung der Schwimmhalle notwendig ist. Da die Oberflächen innerhalb der Schwimmhalle vor Kondensation zu schützen sind und ein für die Badegäste ein angenehmes Raumklima sicherzustellen ist, wird der Schwimmhalle ein konstanter Zuluftmassenstrom zugeführt. Die Differenz aus Außenluft- und Zuluftmassenstrom entspricht dem Umluftmassenstrom innerhalb des Lüftungsgerätes.

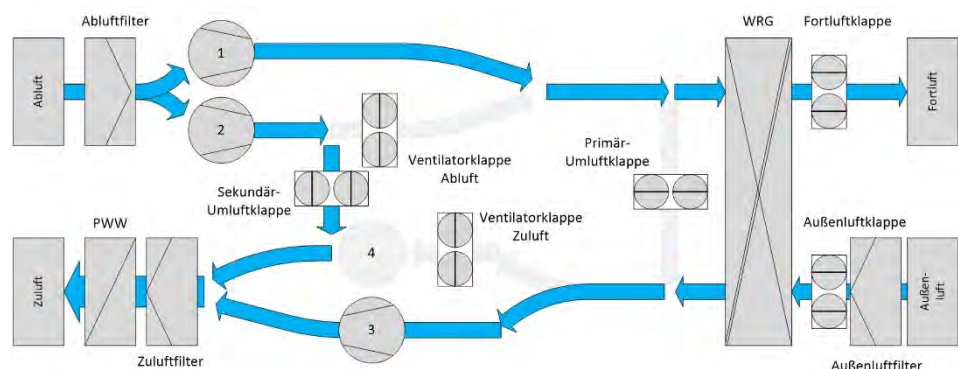
Üblicherweise wird die erforderliche Umluft durch eine Umluftklappe geführt, die die Druckseite der Abluftventilatoren mit der Saugseite der Zuluftventilatoren verbindet. Zur Verdeutlichung ist ein Fließbild eines solchen Lüftungsgerätes dargestellt.



Fließbild Standard Umluftklappensystem Teil-Umluftbetrieb

Das System weist im Umluftbetrieb mehrere Nachteile auf. Zum einen wiederfährt die Umluft zwei Druckerhöhungen und muss von der Umluftklappe künstlich von einem Überdruck in einen Unterdruck gewandelt werden. Der zweite Nachteil hängt mit der Verschaltung der Ventilatoren zusammen. Im Umluftbetrieb werden die Ventilatoren in Reihe betrieben. Dies entspricht nicht dem Betriebspunkt für den die Ventilatoren ausgelegt wurden. Die Folge ist, dass die Ventilatoren in einem Betriebspunkt mit schlechterem Wirkungsgrad betrieben werden. Wie aus dem Fließbild außerdem hervorgeht, müssen selbst im Umluftbetrieb trotz einer insgesamt geringeren Druckerhöhung vier Ventilatoren betrieben werden.

Das neue, erweiterte Umluftklappensystem macht sich zu Nutze, dass durch die effizienten EC-Ventilatoren mehrere kleinere Ventilatoren je Luftweg parallel betrieben werden können. Durch den Einsatz von mindestens zwei Ventilatoren je Luftweg und den Einsatz dreier weiterer Lamellenklappen ist es möglich die Ventilatoren im Umluftbetrieb in einem effizienteren Betriebspunkt zu betreiben. Möglich macht dies die sekundäre Umluftklappe die die Druckseite der Abluftventilatoren mit der Druckseite der Zuluftventilatoren verbindet. Außerdem kann einer der Zuluftventilator stillstehen.



Fließbild erweitertes Umluftklappensystem Teil-Umluftbetrieb

Diese optimierte Prozessführung verspricht erhebliche Betriebskosteneinsparungen im Bereich der Ventilatoren da rund 97 % der Betriebsstunden im Teil-Umluftbetrieb erfolgen. Lediglich 3 % entfallen auf den reinen Außenluft-Fortluft-Betrieb.

Um die Vorteile des neuen Klappensystems zu untersuchen wurde ein Simulationsprogramm in Microsoft Excel erstellt. Für die Simulation wurde eine fiktive Schwimmhalle angenommen. Die Berechnung der Verdunstung und des Außenluftmassenstroms erfolgte nach VDI 2089. Als Klimadaten die Testreferenzjahre verwendet.

Die Simulationen zeigten, dass durch den Einsatz des neuen Klappensystems Einsparungen im Bereich der elektrischen Leistungsaufnahme der Ventilatoren von 10 % möglich sind. Das System ist insbesondere für Lüftungsgeräte interessant, die ohnehin auf mindestens zwei Ventilatoren je Luftweg angewiesen sind. Die Amortisationszeit für ein solches Klappensystem beträgt weniger als drei Jahre.

Fabian Meißer B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

05. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Wärmetechnik

In Kooperation mit:

BAM Deutschland AG, Stuttgart



In Zeiten in denen Energieeffizienz eine zentrale Rolle im Bewusstsein der Öffentlichkeit und auch im Bereich der Gebäudetechnik spielt, stellen Phasenwechselmaterialien (PCM) auf diesem Gebiet eine Möglichkeit dar, Energie auf wirtschaftliche Weise zu speichern. Dabei nutzt man die Tatsache, dass die für den Aggregatzustandswechsel benötigte Energie bewirkt, dass PCM und umgebendes Medium sich in diesem als latent bezeichneten Zeitraum nicht weiter erwärmen. Unter Beachtung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik muss unter Ausschluss von Verlusten nach Außen also die während des Phasenwechsels zugeführte Energie innerhalb des PCM erhalten bleiben. In diesem Falle spricht man von Enthalpie.

Wird dieser Prozess umgekehrt, also in die entgegengesetzte Richtung durchlaufen, wird die eingespeicherte, verfügbare Enthalpie in Form von Wärme freigesetzt. Diesen Vorgang kann man sich in einem Latentenergiespeicher zunutze machen. Der Entladevorgang kann so signifikant verlängert werden. Gegenüber einem rein sensiblen Energiespeicher, wie er in der Heizungstechnik in Form von Schichtladespeichern alltäglich eingesetzt wird, lassen sich so bei gleichbleibendem Speichervolumen Energiemengen einspeichern, die um den Faktor 3 höher sein können.

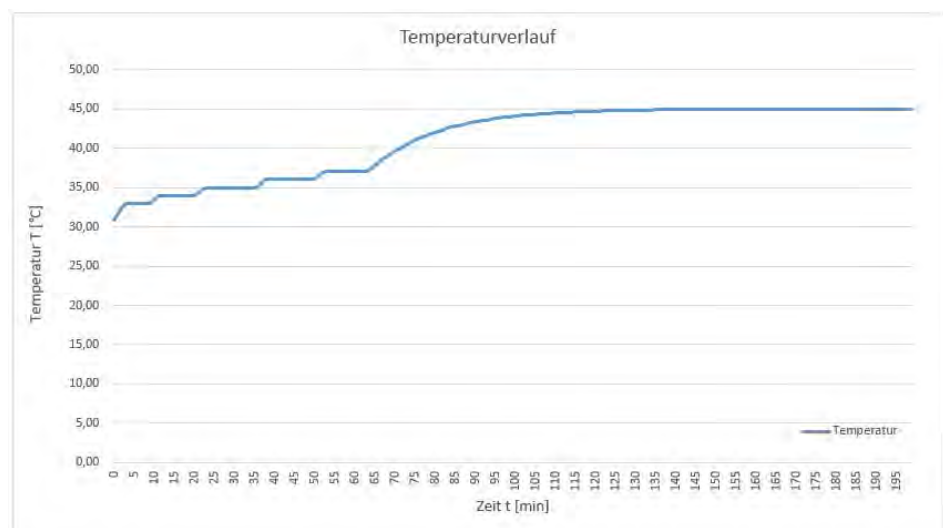
Mit genau diesem Prinzip soll in Berlin im Futurium (Haus der Zukunft) eine möglichst effiziente Kältespeicherung in die Praxis umgesetzt werden. Das Bauprojekt wurde beauftragt durch das Bundesministerium für Forschung und Entwicklung und wird seit Ende 2014 durch die BAM Deutschland AG und die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) umgesetzt. Nach Fertigstellung Ende 2016 sollen hier Veranstaltungen, Ausstellungen und Tagungen rund um das Thema Zukunft stattfinden.

Um für diese latenten Kälteenergiespeicher eine Aussage über Speicherfähigkeit, Temperaturentwicklung und weitere Kennwerte treffen zu können, soll durch die Fachhochschule Münster nun unter anderem eine Leistungserfassung der verwendeten PCM-Speicherobjekte durchgeführt werden. Diese werden hergestellt durch die Firma Axiotherm aus Thüringen.

Es handelt sich dabei um diskusförmige Kunststoffscheiben mit einer Paraffin-gemisch-Füllung. Dieses schmilzt in einem Temperaturbereich um 12°C und soll sich durch seine Form während der Befüllung des Speichers von selbst ausrichten.

Zusätzlich zur Erfassung dieser Elemente am Prüfstand soll mittels einer computergestützten Simulation ein beliebiger Speicher in Kombination mit diesen Elementen abgebildet werden können. In dieser Arbeit wurden die Grundlagen zur Programmierung eines solchen Simulations-Algorithmus erarbeitet. Zu diesem Zweck wurde ein Berechnungstool mittels der Programmiersprache Visual Basic for Applications entwickelt, das unter vereinfachenden Annahmen die Erwärmung oder Abkühlung eines beliebig dimensionierten Speichers als Sprungantwort nach VDI Richtlinie 2164 berechnet. Der Benutzer kann dabei über eine Eingabemaske in einem Assistenten Angaben zur Speichergeometrie, verwendetem PCM und den Randbedingungen des Erwärmungs- oder Abkühlprozesses tätigen. Das Tool berechnet dann unter anderem das Speichervolumen und die Massen der am Wärmeaustausch beteiligten Materialien. Stoffspezifische und temperaturabhängige Werte wie die Dichte und die spezifische Wärmekapazität werden automatisch aus einer Datenbank gelesen und eingesetzt. Die Temperaturänderung der Speichermedien wird im Anschluss auf Grundlage der dem System zugeführten Leistung, deren Parameter anfangs durch den Benutzer festgelegt werden, bestimmt.

Ausgegeben werden die Ergebnisse in Form einer Exceltabelle, in der zum einen Diagramme eine grafische Aufbereitung der Resultate bilden (siehe untenstehende Abbildung), zum anderen auch durch tabellarische Werte eine Nachverfolgung des Prozesses ermöglicht wird.



Temperaturkurve der Erwärmung eines PCM inkl. Schmelzbereich

Till Mensing M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

03. November 2016

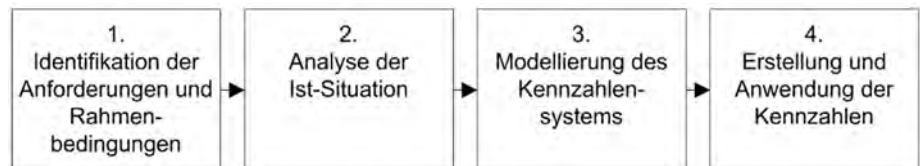
Studium:
Studienrichtung:
In Kooperation mit:Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Nagel-Group, Versmold

Die Zertifizierung nach der internationalen Norm DIN EN ISO 50001 "Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung" nimmt für Unternehmen einen immer höheren Stellenwert ein. Sie basiert auf dem Kerngedanken, einen länderübergreifenden Standard der Anforderungen und gemeinsame Rahmenbedingungen für Energiemanagementsysteme zu schaffen. Dies ermöglicht den Unternehmen, eine zielgerichtete, international gültige Ausrichtung der betrieblichen Maßnahmen und Investitionen zur Optimierung der betrieblichen Energiestruktur zu erreichen. Der Nutzen für die Unternehmen reduziert sich aber nicht allein auf die energetischen und ökonomischen Einsparungen: Die Zertifizierung nach der DIN EN ISO 50001 schafft Transparenz der energetischen Prozesse, sensibilisiert für den bewussten Umgang mit Energie, schützt die Umwelt, verbessert die Außendarstellung und stellt in Geschäftsbeziehungen zunehmend einen Wettbewerbsvorteil dar.

Diesem Gedanken folgt die Nagel-Group und hat die sukzessive Zertifizierung nach DIN EN ISO 50001 für die gesamte Unternehmensgruppe beschlossen. Um die Anforderungen der Norm umzusetzen, sind aussagekräftige Energieleistungskennzahlen (EnPIs) aufzustellen.

Das Ziel der Masterarbeit war es, das Energiemanagementsystem der Nagel-Group durch die Konzipierung eines Kennzahlensystems zu optimieren und darüber hinaus Anwendungshinweise und Analyseansätze zu entwickeln, die sich im Zusammenhang mit den Kennzahlen und Verbrauchswerten ergeben.

Um das zu erreichen, wurden vier Phasen durchlaufen, an deren Abschluss die Kennzahlen des Kennzahlensystems erstellt worden sind.



1. Identifikation der Anforderungen und Rahmenbedingungen

Zunächst wurden die grundsätzlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen definiert, die bei der Erstellung der Kennzahlen und des Kennzahlensystems zu berücksichtigen sind. Dazu zählen zum einen die Anforderungen, welche die Norm an die EnPIs stellt, um die energetische Leistung abbilden zu können. Zum anderen zählen dazu die spezifischen Anforderungen, die seitens der Nagel-Group an die Kennzahlen, das Kennzahlensystem und dessen Anwendung formuliert sind.

2. Analyse der Ist-Situation

Im zweiten Schritt wurde die Ist-Situation analysiert. Dies umfasst alle Tätigkeiten, die im bisherigen Implementierungsprozess des Energiemanagementsystems durchgeführt wurden und die in einem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit stehen, sowie zusätzliche relevante Aspekte der spezifischen energetischen Struktur der Standorte und Niederlassungen. Da Kennzahlen die Operationalisierung der eigenen Zielsetzungen unterstützen und der unternehmerischen Politik entsprechen sollen, müssen für die Erstellung des Kennzahlensystems zusätzlich die Energiepolitik und die Energieziele der Nagel-Group berücksichtigt werden.

3. Modellierung des Kennzahlensystems

Vor dem Hintergrund der in Schritt eins und zwei erlangten Erkenntnisse wurden die Strategiefelder und Hauptziele definiert, die von dem Kennzahlensystem abzudecken sind. Darauf basierend werden die Kennzahlenkategorien abgeleitet, welche die gestellten Anforderungen erfüllen. Darüber hinaus wird geprüft, ob ergänzende Rubriken für eine ganzheitliche Abbildung der relevanten energiewirtschaftlichen Aspekte sinnvoll erscheinen.

4. Erstellung und Anwendung der Kennzahlen

Für die identifizierten Kennzahlenkategorien wurde im nächsten Schritt die Erstellung der Kennzahlen durchgeführt. Je nach Relevanz und Analysepotential der Kennzahlen wurden zusätzliche Anwendungshinweise und Analyseansätze vorgestellt, mit denen sich weiterführende Untersuchungen durchführen lassen.

Das erstellte Kennzahlensystem erfüllt die von der Nagel-Group gestellten Anforderungen vollständig. Durch die unterschiedlichen Kennzahlenbereiche werden alle energetisch relevanten Aspekte erfasst und die beschriebenen Anwendungshinweise und Analyseansätze schaffen die Basis für weiterführende Untersuchungen.

Eva Mesenhöller M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Dipl.-Kfm. David Hobrecht

Datum des Kolloquiums:

22. November 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

OBI Corporate Center GmbH, Wermelskirchen



In deutschen OBI-Baumärkten werden seit dem Jahr 2013 Maßnahmen umgesetzt, durch welche Beleuchtung, Heizungs- und Lüftungstechnik sukzessive effizienter gestaltet werden. Neben neuen Leuchten und Leuchtmitteln werden Steuerungen für Heizung, Lüftung und Beleuchtung sowie Spannungsregelanlagen in den Märkten verbaut. Aufgrund des guten Erfolges der Maßnahmen hat das Projekt „Energiesparmaßnahmen“ mittlerweile auch einen internationalen Rahmen erreicht. Insgesamt wurden bislang mehr als 25 Mio. € für Energiesparmaßnahmen aufgewendet und mehr als 1.000 Einzelmaßnahmen durchgeführt.

Die Art der umgesetzten Maßnahmen entwickelt sich mit dem Technologiefortschritt stetig weiter – so werden beispielsweise seit Ende 2015 die „konventionellen“ Leuchtmittel und Leuchten in den Filialmärkten gegen effiziente LED-Beleuchtung ausgewechselt. Im Bereich Heizung und Lüftung wird die Anlagentechnik im Rahmen des Projektes „Energiesparmaßnahmen“ optimiert und Steuerungen verbaut. Hierdurch können die Märkte und die verbaute Anlagentechnik in einer Leitwarte rund um die Uhr überwacht und bedarfsgerecht betrieben werden.

Der Return on Invest (ROI) liegt trotz sehr günstiger Strompreise im Bereich der Beleuchtungstechnik je nach Maßnahme zwischen ein bis drei Jahren, Spannungsregelanlagen erreichen durchschnittliche ROIs von zwei bis vier Jahren. Aufgrund der geringen Gaspreise (ca. ein Viertel des Strompreisniveaus) liegen die ROIs der Heizungs-/Lüftungsoptimierungen und Steuerungen in etwas gemäßigteren Bereichen von vier bis sechs Jahren.

Verbrauchsvergleich 2011 / 2015: Im Rahmen der Analyse wurden zunächst die durchschnittlichen flächenspezifischen Strom- und Wärmeverbräuche aller deutschen OBI-Filialmärkte zwischen 2011 und 2015 betrachtet. Der flächenspezifische Energieverbrauch der Märkte konnte im Schnitt im Strombereich von 2011 auf 2015 um - 27 % und im Wärmebereich um durchschnittlich - 16 % (witterungsbereinigt) reduziert werden. In diesen Zahlen ist die Umrüstung der Deckenbeleuchtung auf LED in den Bestandsmärkten noch nicht enthalten. Aus diesem Grund ist in den Jahren ab 2016 mit weiteren erheblichen Reduktionen zu rechnen.

Analyse der Energiesparmaßnahmen aus 2013 / 2014: Darüber hinaus wurden die Verbräuche der Märkte analysiert, in welchen 2013 und 2014 Energiesparmaßnahmen durchgeführt wurden, da nur in diesen Fällen volle Jahre

vor Maßnahmenumsetzung mit vollen Jahren nach der Umsetzung verglichen werden können. Die Effekte liegen im Strombereich zwischen + 7 % Verbrauchssteigerung und - 59 % Verbrauchssenkung.

Wichtig ist hierbei zu beachten, dass unterschiedliche Maßnahmen in den Märkten durchgeführt wurden. So wurde in dem Markt mit einer Verbrauchssteigerung von + 7 % lediglich eine Spannungsregelanlage verbaut. Hier lag allerdings ein Fehler im Anlagenbetrieb vor, der für die Verbrauchssteigerung verantwortlich ist. Im besten Markt wurden LED-Regalbeleuchtung, T8 Eco-Leuchtstoffröhren, eine Spannungsregelanlage und eine Tageslichtsteuerung eingebaut.

Durch diese Maßnahmen, insbesondere jedoch durch den Einbau der Tageslichtsteuerung, konnten die Verbräuche in den Sommer- und Übergangsmonaten um mindestens zwei Drittel reduziert werden. Bei dieser Betrachtung wurden insgesamt 147 Märkte hinsichtlich der Auswirkungen der Energiesparmaßnahmen im Strombereich untersucht.

Durch die Maßnahmen konnte über alle betroffenen Märkte eine durchschnittliche Verbrauchssenkung um - 21 % erzielt werden. Im Vergleich zu den konservativ berechneten, potenziellen Einsparungen lagen die Ersparnisse in der Realität um 27 % höher. Insgesamt wurden in den 147 Märkten über 20 GWh Strom eingespart.

Die Analyse der in 2013 und 2014 umgesetzten Heizungs- und Lüftungsoptimierungen inklusive des Einbaus einer Steuerung mit Aufschaltung auf eine Leitwarte ergab eine durchschnittliche Ersparnis von - 24 % (alle Werte witterungsbereinigt). Die berechneten Einspareffekte stimmen im Durchschnitt mit den real erzielten Einsparungen überein. Insgesamt wurden 32 Märkte betrachtet, wovon der beste Markt eine Reduktion von - 58 % und der schlechteste Markt eine Verbrauchssteigerung von 9 % aufweist.

Im besten Markt wurde die Heizung über die Sommermonate vor Einbau der Steuerung nicht abgeschaltet und die Marktemperaturen waren deutlich zu hoch. Im schlechtesten Markt wurde die Heizung auch bereits vor der Umrüstung im Sommer manuell abgeschaltet, jedoch ganzjährig mit einer zu geringen Temperatur betrieben. Für die Maßnahmen ab Umsetzung in 2015 wird von ähnlich hohen Einsparungsniveaus ausgegangen. In den 32 betrachteten Märkten wurden mehr als 9 GWh Wärme (basierend auf witterungsbereinigten Verbräuchen) eingespart.

Weitere Potenziale: Trotz der positiven Ergebnisse gibt es in OBI-Märkten noch weitere Potenziale zur Energieeinsparung. Diese betreffen jedoch weniger den Beleuchtungsbereich, als vielmehr den Bereich der Wärmeversorgung. Durch den Einsatz von Strahlungsheizungen könnten Einsparungen in Verbrauch und Wartungskosten sowie ein deutlich verbessertes Komfortniveau erzielt werden.

Dort, wo Deckenluftherhitzer zur Beheizung der Märkte genutzt werden, sollten Deckenventilatoren verbaut werden, um Warmluftpolstern unter den Hallendächern entgegenzuwirken und damit die Wärmeverluste zu verringern sowie ein gleichmäßigeres Temperaturniveau zu schaffen. Die Warmwasserbereitung sollte grundsätzlich über elektrische Durchlauferhitzer erfolgen, um Wärmeverluste zu verringern und das Wasser bedarfsgerecht zu erwärmen.

Daniel Moers B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. pol. Dirk Dresselhaus
Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Briegel

Datum des Kolloquiums:

17. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

Bosch KWK Systeme GmbH, Lollar



Die Firma Bosch KWK Systeme GmbH bewegt sich durch deren primäres Produkt, dem erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerk (BHKW), in einem durch gesetzliche Subventionen begleiteten Business-to-Business (B2B)-Markt. Da der technische Reifegrad der BHKW wettbewerbsübergreifend nahezu ausge-reift ist, steigt der Wettbewerbsdruck kontinuierlich an und erschwert eine Dif-ferenzierung über das Produkt. Aus diesem Grund rücken produktbegleitende Services immer weiter in den Fokus.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel der Bachelorarbeit, ein Geschäfts-mo-dell zur Vermarktung einer Dienstleistung im Marktumfeld von BHKW zu ent-werfen. Dazu wurden die „7 Ps“ des Marketingmix

- Product: Die Leistungs- oder Produktpolitik
- Price: Die Preispolitik
- Place: Die Distributionspolitik
- Promotion: Die Kommunikationspolitik
- Physical Facilities: Die Ausstattungspolitik
- Personnel: Die Personalpolitik
- Processes: Die Prozesspolitik

einer Dienstleistung genutzt.

Um die Marketinginstrumente im Rahmen der operativen Planung zu gestal-ten, musste zunächst die Zielgruppe identifiziert werden. Daraufhin konnten die Anforderungen an die Dienstleistung, insbesondere durch das für B2B-Märkte charakteristische Buying-Center, herausgestellt werden.

Zunächst galt es, den Umfang der Leistungspolitik zu skizzieren. In diesem Rahmen wurde eine Leistungsbündelung der Kernleistung mit einer Zusatz-leistung konzipiert. Mit diesem Grundkonstrukt konnten die weiteren „Ps“ ge-staltet werden und ein Konzept zur Umsetzung des Geschäftsmodells heraus-gearbeitet werden.

Janis Mollemeier B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 25. Mai 2016

Studium: Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Umwelttechnik

In Kooperation mit: EASE Africa Pty Ltd, Lorey Maschinenbau GmbH, PHT GmbH,
 One for Wildlife



Im Jahr 2014 wurde ein Projekt zur Elektrifizierung eines Safari Geländefahrzeuges in Südafrika initiiert, dessen Akkumulatoren mit Hilfe von Photovoltaikanlagen versorgt werden sollen.

Ein Team aus Mechanikern, Ingenieuren, Wirtschaftlern und Umweltschützern machte sich in Deutschland und Südafrika an die Realisierung dieses Vorhabens. Nach zweijähriger Planungs- und Entwicklungsphase konnte das Projekt im Jahr 2016 vollendet werden.

In den südafrikanischen Wildreservaten werden Touristen, meist in den frühen Morgen- und Abendstunden, von ausgebildeten Rangern auf Pirschfahrten zur Wildbeobachtung durch die Wildnis geführt. Hierzu nutzen die Betreiber der Reservate Flotten von speziell ausgestatteten Geländefahrzeugen. Diese sind so modifiziert, dass die Gäste im Rückraum des Fahrzeuges in mehreren erhöhten Sitzreihen Platz finden. Fenster und Teile der Seitenverkleidung sind zur verbesserten Sicht demontiert.

Das Anforderungsprofil eines solchen Fahrzeuges ergänzt sich hervorragend mit den Stärken und Schwächen des Elektromotors. Pirschfahrten dauern zwar in der Regel mehrere Stunden, jedoch ist die Geschwindigkeit mit der sie durchgeführt werden sehr gering und in der Regel unterhalb von 20 km/h. Verbunden mit längeren Standzeiten zur Wildbeobachtung werden selbst bei einer fünfstündigen Safari selten mehr als 40 km zurückgelegt. Ein Bedarf nach hohen Reichweiten, der oft ein Kritikpunkt an der Elektromobilität darstellt, ist somit nicht existent.

Darüber hinaus senken die fast lautlosen Elektromotoren die Geräuschemission der Fahrzeuge und reduzieren die Auswirkungen des Menschen auf das Ökosystem. Für die Gäste bedeutet dies, dass sie die Natur ungestört genießen können und sich unbemerkt den Tieren der Savanne annähern können.

Durch das Laden der Batterien mittels Photovoltaikanlage wird zudem weniger Schadstoff emittiert. Für die Betreiber der Reservate bedeutet dies einen Imagegewinn in der hart umkämpften Tourismusbranche und Kostenersparnisse; für das ohnehin geschwächte Ökosystem bedeutet es eine wichtige Entlastung.

Die Kostenersparnisse entstehen unter anderem dadurch, dass viele Reservate ihren Kraftstoff von Tankstellen in großer Entfernung beziehen müssen, was die Unterhaltskosten für die Fahrzeugflotten in die Höhe treibt.

Im Gegensatz zu Elektrofahrzeugen, die von der südafrikanischen Bevölkerung durchaus skeptisch betrachtet werden, erfreut sich die Photovoltaiktechnologie einer stetig wachsenden Nachfrage. Auch wenn der Hauptenergieversorger Eskom den Großteil seines Energiemixes noch aus dem Energieträger Kohle bezieht und staatliche Förderprogramme für erneuerbare Energien kaum vorhanden sind, setzen immer mehr Südafrikaner, vor allem in entlegenen Gebieten, auf die Photovoltaik. Auch in Ballungsgebieten werden auf Grund der unzuverlässigen Netzversorgung immer häufiger Anlagen installiert.

Wie bereits angedeutet, gestaltet sich die Situation im Bereich der Elektromobilität divergent. Ende 2015 waren lediglich 300 hybride und rein elektrische Fahrzeuge im Land am Kap zugelassen. In Deutschland sind zum gleichen Zeitpunkt bereits 155.867 Fahrzeuge der beiden Segmente registriert.

Dennoch ist der Markt für den Umbau von Fahrzeugen beachtlich. Neben Fahrzeugbeständen in nationalen und privaten Parks gibt es Fahrzeuge außerhalb dieser Parks, die Passierscheine für Pirschfahrten erhalten. Unseren konservativen Analysen zufolge befinden sich mehr als 1.500 allein in Südafrika. Das diesen Markt umfassende Gebiet erstreckt sich jedoch zusätzlich über Namibia, Botswana, Mosambik, Angola, Sambia, Tansania und Kenia, bis hin in Randgebiete des Kongo. Um dieses Potential zu nutzen, wurde im Anschluss an die erfolgreiche Beendigung des Pilotprojektes das Unternehmen EASE Africa gegründet, welche den entwickelten Umrüstungssatz vertreiben wird.

Die Besonderheit der für dieses Projekt genutzten Komponenten ist, dass zur Erhaltung der Geländegängigkeit der Elektromotor direkt an das vorhandene Getriebe angeschlossen wird. Durch diese Maßnahme ist es dem Fahrer weiterhin möglich die Übersetzung des Fahrzeuges den Gegebenheiten des befahrenen Terrains anzupassen. Gesteuert wird dieser Motor von einem speziellen Controller, welcher die Energiezufuhr reguliert.

Die 30 Lithium-Eisenphosphat Akkumulatoren mit einer Leistung von 17,2 kWh werden von einem Batteriemanagementsystem überwacht, welches auf jeder der Zellen angebracht ist. Die aktuelle Reichweite des Testfahrzeuges liegt mit ca. 50 km noch deutlich hinter den ursprünglich geplanten 70 km. Zur Reduzierung dieser Differenz werden in Zukunft Verbesserungsmaßnahmen, wie z.B. die Aktivierung der Rekuperationsfunktion und Reparaturmaßnahmen am Fahrzeug notwendig sein.

Eine 4,2 kW Photovoltaikanlage übernimmt im Rahmen des Projektes die Aufladung der Batterien. An weniger sonnigen Tagen und während der Nacht kann das Fahrzeug am Projektstandort im Krüger Nationalpark zusätzlich mit Hilfe des Eskom Netzes oder durch einen Generator versorgt werden.

Lukas Müller B. Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dr. rer. nat. Peter Arens

Datum des Kolloquiums:

16. September 2016

 Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

SCHELL GmbH & Co. KG Armaturentechnologie, Olpe



Wasser ist das wichtigste Nahrungs- und Körperpflegemittel des Menschen. Die Qualitätsanforderungen an das Trinkwasser fallen in den meisten Ländern dementsprechend hoch aus und orientieren sich nahezu weltweit an den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Die Anforderungen werden in Deutschland durch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bestimmt. Sie fordert, dass „Trinkwasser so beschaffen sein muss, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Es muss rein und genusstauglich sein. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei der Wasseraufbereitung und der Wasserverteilung mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden“.

Um die Trinkwasserqualität und Funktionsfähigkeit auch an jeder Entnahmestelle in Gebäuden zu gewährleisten ist es notwendig, neben einer hygienisch einwandfreien Installation, auch die Dimension der Kalt- und Warmwasserleitungen richtig zu bemessen.

In Deutschland geschieht dies mit der nationalen Ergänzungsnorm DIN 1988-300, da die europäische Norm EN 806-3 in der Anwendung beschränkt ist und im Anwenderkreis nicht die erforderliche Normungstiefe bzw. Akzeptanz erreicht.

Damit die Funktionalität einer Trinkwasser-Installation gewährleistet werden kann, müssen neben den üblichen Daten zu den Rohrleitungssystemen und Leitungsarmaturen auch Aussagen über den Durchfluss und Fließdruck von Entnahmearmaturen getroffen werden.

Die pauschalen Werte der Entnahmearmaturen in der DIN 1988-300 beruhen auf veralteten Daten, da sich die Armaturentechnik in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt hat und zunehmend auch elektronische Armaturen angeboten werden.

Um diese Datenlücke zu schließen und die neuen Daten möglicherweise in die Überarbeitung der DIN 1988-300 einfließen zu lassen, wurde ein Versuchsstand gebaut. An dem Versuchsstand können, neben den Durchflüssen und Strahlwinkeln, auch Druckdifferenzen ermittelt werden. Da diese Werte vom Druck abhängen, wurden in dieser Arbeit die Durchflüsse und Strahlwinkel bei unterschiedlichen Fließdrücken von Mischarmaturen untersucht.

Marius Nienaber M.Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Sonja Benneker M.Eng

Datum des Kolloquiums:

14. September 2016

 Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

 Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Sanitäre Haustechnik

In Kooperation mit:

Goldbeck Nord GmbH, Bielefeld



In den letzten Jahren wurde vermehrt eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität in Kaltwasserleitungsnetzen festgestellt. Vor allem Legionellen finden sich immer häufiger in den Kaltwasserleitungen, obwohl die Legionellen-Problematik eigentlich in den Warmwasserleitungen vermutet wird.

In Warmwasserleitungen ist jedoch die Einhaltung einer hygienisch unbedenklichen Warmwassertemperatur durch verschiedene Maßnahmen und Systemen weitestgehend problemlos möglich.

Der Einsatz von Warmwasser-Zirkulationssystemen oder von Rohrbegleitheizungen ist auf der Warmwasserseite Stand der Technik und wirksam gegen hygienische Probleme in dem Leitungsnetz. Diese Maßnahmen können sich jedoch durch eine Wärmeübertragung negativ auf die Kaltwassertemperatur auswirken und ideale Bedingungen für ein Legionellenwachstum schaffen.

Dazu kommt, dass das Kaltwasser bereits am Hausanschluss ein hohes Temperaturniveau besitzen kann. Die globale Erwärmung und die daraus folgende Temperaturerhöhung des Bodens lässt die Wassertemperatur vor allem in den Sommermonaten stark ansteigen.

Diese Masterarbeit befasst sich mit der Einhaltung der maximalen Kaltwassertemperatur in Gebäuden aus der Produktpalette des Generalunternehmens Goldbeck. Anhand von Maßnahmenkataloge für Pflegeheime, Bürogebäude und Hallen werden technische und architektonische Maßnahmen definiert, die zu einer hygienischen Trinkwasser-Installation führen.

Dabei wird insbesondere auf Maßnahmen eingegangen, die eine Temperaturerhöhung des Kaltwassers vermeiden und einen regelmäßigen Wasseraustausch in der Trinkwasser-Installation sicherstellen. Zusammen mit einem bestimmungsgemäßen Betrieb der Trinkwasser-Installation lässt sich eine einwandfreie Trinkwasserqualität in Goldbeck Produkten mit Hilfe der Maßnahmenkataloge gewährleisten.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die Temperaturen an einem Hausanschluss in einem Gebäude in Bielefeld gemessen.

Abbildung 1 zeigt die gemessene Kaltwassertemperatur am Hausanschluss und die Raumtemperatur im Hausanschlussraum.



Auch in den Gebäuden erhöht sich die Temperatur des Kaltwassers durch einen unregelmäßigen Wasseraustausch und durch Ausführungsfehler weit über die maximal zulässige Kaltwassertemperatur von 25 °C.

Die sich einstellenden Temperaturbereiche bieten Mikroorganismen in Kombination mit einer Stagnation des Kaltwassers ideale Lebensbedingungen. Es kommt zu einer Verschiebung der Legionellen-Problematik aus dem Warmwasser- in das Kaltwasserleitungsnetz.

Thorsten Nöll M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl. Ing. Bernhard Bürger

Datum des Kolloquiums:

06. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Raumluftechnik

In Kooperation mit:

G-TEC Ingenieure GmbH, Wenden-Rothemühle



Durch die gesetzlich steigenden Anforderungen und zunehmenden Energiepreise im Gebäudesektor rückt das Thema technisches Monitoring von Gebäuden, gebäudetechnischen Anlagen und sonstigen energieverbrauchenden Anlagen bzw. Prozessen immer mehr in den Fokus. Denn erst die kontinuierliche Überwachung der Anlagen und Prozesse ermöglicht eine qualifizierte Aussage über deren Effizienz und bietet die Möglichkeit den optimalen Betrieb zu gewährleisten.

Obwohl die gesetzlichen Grundlagen für Monitoringsysteme geschaffen sind und auch in den aktuellen Normen und Richtlinien zum Energiemanagement immer wieder auftauchen, findet das Thema Monitoring bei neu zu errichtenden Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) noch keine Berücksichtigung. Hierzu wurde die VDI 6041 technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen entwickelt um eine technisch anerkannte Regel zu schaffen.

Im Rahmen der Masterarbeit wurde ein Konzept für die wesentlichen gebäudetechnischen Anlagen entwickelt, welches die folgenden Fragen beantwortet:

- Was ist Monitoring und welche Ziele bzw. Aufgaben haben Monitoring Systeme?
- Was sind die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen?
- Für welche Anlagen ist ein Monitoring sinnvoll, welche sind die wesentlichen Anlagen?
- Welche Parameter (Messkriterien) sind für das Monitoring interessant und wichtig?
- Welche Grenzwerte und zulässigen Abweichungen müssen beachtet werden.
- Welches energetische Einsparpotential bietet ein Monitoring der wesentlichen Anlagen und wie groß ist der Nutzen?
- Welche Kosten erzeugt ein Monitoring System und lässt es sich wirtschaftlich darstellen?

- Wie kann das Monitoring als Dienstleistung vermarktet werden und welche Rahmenbedingungen sind dabei zu beachten?

Wirtschaftliches Endergebnis von Monitoringsystemen

Anlage	Anteil Einsparpotential [%]		Energiekosten-einsparung [€/a]			Kosten/Aufwand [€/a]	Ergebnis [€/a]
	im ersten Jahr	Folgejahre (14 a)	im ersten Jahr	Folgejahre (14 a)	jährlich gesamt (15 a)	jährlich gesamt (15 a)	jährlich gesamt (15 a)
Spalte	1	2	3	4	5	6	7
RLT-Anlage	80	20	5.712	1.428	5.807	978	4.829
Kältetechnische Anlagen	80	20	1.282	320	1.303	1.082	221
Luft-/Wasser Wärmepumpe	80	20	1.075	269	1.093	938	155
Blockheizkraftwerke	90	10	6.525	725	6.573	692	5.881
Brennwertkessel	90	10	522	58	526	547	-21
Holz-Pelletkessel	90	10	509	56	512	637	-125
Solarthermie	70	30	365	156	375	634	-259
Umwälzpumpen (5 Stück)	80	20	124	31	126	78	48

Abbildung: Wirtschaftliches Gesamtergebnis der wesentlichen gebäudetechnischen Anlagen für ein einmaliges Inbetriebnahmemonitoring

Das Ergebnis zeigt, dass die Durchführung des einmaligen Inbetriebnahmemonitorings unter Berücksichtigung des hohen Einsparpotentials im ersten Betriebsjahr eine Wirtschaftlichkeit für mehrere Anlagen dargestellt und für die RLT-Anlagen und Blockheizkraftwerke steigt. Dies ist unter den gewählten Randbedingungen darauf zurückzuführen, dass sich die jährlichen Kosten für die Durchführung des Monitorings stark reduzieren. Das Ergebnis kann vermutlich noch gesteigert werden, indem man davon ausgeht, dass in der Regel ein Anlagenverbund aus mehreren Anlagen zum Einsatz kommt. Dabei ist es dann zusätzlich möglich, die sich ergebenden Synergien zu nutzen, um einerseits die Investitionskosten zu senken und andererseits den personellen Aufwand noch weiter zu reduzieren. Können zusätzlich Fördermaßnahmen für Messinstrumente mit angerechnet werden, wird sich dies nochmals positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

Die Betrachtung zeigt, dass ein einmaliges Inbetriebnahmemonitoring die wirtschaftlichere Lösung ist. Es ist jedoch zu beachten, dass bei der Berechnung die Randbedingungen der durchschnittlichen Anlagen zugrunde gelegt sind. Aus diesem Grund können im Einzelfall die Ergebnisse abweichen und sollten für jeden Anwendungsfall separat untersucht werden.

Katharina Oelerich B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Zweitprüfer:	Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Bennemann
Datum des Kolloquiums:	15. September 2016
Studium:	Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
In Kooperation mit:	Kreis Steinfurt



Das Berufskolleg Tecklenburger Land des Kreises Steinfurt in Ibbenbüren ist seit einigen Jahren sanierungsbedürftig. Besonders die Gebäudehülle weist mehrere Schäden auf. Nun möchte der Kreis im Zuge der geplanten Sanierung auch die energetische Versorgung des Berufskollegs überdenken, die bis jetzt durch einen Strom- und Fernwärmeanschluss sichergestellt wird. Die beiden Anschlüsse werden vom Berufskolleg und der kaufmännischen Schule des Kreises Steinfurt, die sich direkt nebenan befindet, geteilt.

Die Aufgabenstellung der Bachelorarbeit beinhaltet die Entwicklung möglicher Alternativen für die Energieversorgung der beiden Schulen in Ibbenbüren, sowie die kühllasttechnische Berechnung der Serverräume und des Sekretariats im Berufskolleg.

Um passende Energieversorgungskonzepte entwickeln zu können, wurden zuerst überschlägig die bestehenden Strom- und Wärmeverbrauchsdaten an den Zustand des Gebäudes nach der bevorstehenden Sanierung angepasst. Außerdem wurde die benötigte Kühlleistung für die drei Räume im Berufskolleg errechnet.

Für eine alternative Stromversorgung wurden mehrere erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke technisch untersucht und dimensioniert. Außerdem wurde der Einsatz einer Photovoltaik-Anlage betrachtet und diesbezüglich drei verschiedene Anlagenvarianten berechnet.

Aufgrund der Alternativen-Suche für die Wärmeversorgung der Schulen, wurde auch eine Reihe unterschiedlich großer Blockheizkraftwerke untersucht. Außerdem wurde ein Eisspeichersystem als weitere Möglichkeit dimensioniert. Ein Eisspeichersystem besteht aus einer Sole-Wasser-Wärmepumpe, einer Solarthermie-Anlage und einem mit Wasser gefüllten Speicher, in dem Wärme aus der Solarthermie-Anlage zum Heizen gespeichert werden kann. Dem Speicher wird solange Wärme zum Beheizen des Gebäudes entzogen, bis der Inhalt zu Eis gefriert. Dabei wird Kristallisationsenergie freigesetzt, die zusätzlich zum Heizen verwendet werden kann.

Für die Kühlung der Serverräume und des Sekretariats des Berufskollegs werden bis jetzt Klima-Split-Geräte eingesetzt und ein Kühlsystem mit einem Tiefenbrunnen. Dies funktioniert allerdings nicht richtig und wird daher nur eher selten eingeschaltet. Als Alternative dafür wurde das Eisspeichersystem betrachtet und ein Kühldeckensystem, welches dem Speicher im Sommer die Kälte zum Kühlen der Räume entzieht, untersucht.

Das Ziel der Arbeit sollte sein, das wirtschaftlichste Energieversorgungskonzept herauszuarbeiten. Dafür wurden zuerst die gerade beschriebenen Alternativen für die Energieversorgung miteinander kombiniert und mit den schon bestehenden Varianten. Daraus entstanden fünf verschiedene Energieversorgungskonzepte.

Anschließend wurden drei Szenarien erstellt, wie sich die Energiepreise und Vergütungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen bis zum Jahr 2040 entwickeln würden. Danach wurden die Gesamtkostenberechnungen der Konzepte dreimal mit jedem Szenario durchgerechnet.

Das Ergebnis dieser Bachelorarbeit ist, dass das wirtschaftlichste aller betrachteten Energieversorgungskonzepte der Einsatz eines Blockheizkraftwerks mit einer elektrischen Leistung von 40 kW darstellt. Die Kühlung der Serverräume wird weiterhin über die Klimageräte realisiert. Da das Tiefenbrunnensystem allerdings nicht voll funktionstüchtig ist, müsste dieses auch durch zum Beispiel Klimageräte ersetzt werden. Die Gesamtkosten dieses Konzepts würden dadurch noch leicht steigen, aber nicht um so viel, dass ein anderes Konzept günstiger wäre.

Das ausgewählte Energieversorgungskonzept bleibt bei allen betrachteten Entwicklungen der Energiepreise und Vergütungen das wirtschaftlichste.

Thomas Oennigmann M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Matthias Hagedorn M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

13. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit:

münsterNETZ GmbH, Münster



Die von der Bundesregierung, aufgrund der Klimaerwärmung und besonders nach den dramatischen Ereignissen von Fukushima im Jahr 2011, geforderte Umgestaltung der Erzeugungslandschaft, weg von Atom betriebenen und fossil befeuerten zentralen Großkraftwerken hin zu dezentralen erneuerbaren Energien, setzt ein gänzlich anderes Design der Stromnetze voraus.

Ebenfalls zwingt die von der Bundesnetzagentur vorangetriebene Anreizregulierung die Stromnetzbetreiber zur weiteren wirtschaftlichen Optimierungen ihrer Netze.

Somit sind die Netzbetreiber gezwungen ihre Infrastruktur, zur Aufnahme von erneuerbaren Energien, zu erweitern und gleichzeitig den Netzbetrieb wirtschaftlicher zu gestalten.

Da in der Vergangenheit vornehmlich die höheren Spannungsebenen einem kontinuierlichem Verbesserungsprozeß unterzogen wurden, widmet sich diese Ausarbeitung der Optimierung der Niederspannungsebene.

Zu Beginn wurden die möglichen „Netzfahrweisen“ (Strang-, Ring-, vermaschtes Netz sowie das einstrang- und das mehrstranggespeiste Maschennetz) vorgestellt und im Anschluss anhand ihrer Eigenschaften, wie z. B. der Verlustleistung, bewertet. Anhand dieser Ergebnisse konnte eine Empfehlung für die zukünftige Netzbetriebsweise in Münster gegeben werden. Es muss jedoch explizit darauf hingewiesen werden, dass keine pauschale Aussage über eine grundsätzlich richtige Netzfahrweise für alle Netze gegeben werden kann. Vielmehr müssen die Spezifika der jeweiligen Netze berücksichtigt werden.

Weiterhin wurde in der Masterarbeit mit der Erstellung eines Axiomensystems der Netzplanung für die Erschließung von neuen Baugebieten begonnen. Hier werden die Grundsätze und die zwingend zu erreichenden Ziele der Netzdimensionierung und der Netzstruktur postuliert.

Im Rahmen der Arbeit wurde ebenfalls untersucht, ob in der ländlichen Peripherie lange Kabelverbindungen zwischen Ortsnetzstationen, die über keinen Netzanschluss verfügen und nur der Stationsübernahme im Stör- oder Wartungsfall dienen, ein ausreichendes Spannungsniveau zur Verfügung stellen können. Des Weiteren wurde die Wirtschaftlichkeit dieser Kabelverbindungen im Gegensatz zum Einsatz von Netzersatzaggregaten bewertet.

Mit einer abschließenden Untersuchung an realen Niederspannungsnetzen wurde geprüft, ob innovative Netzbetriebsmittel, wie Längsspannungsregler und regelbare Ortsnetztransformatoren, eine technisch sinnvolle und wirtschaftliche Alternative zum konventionellen Netzausbau sein können.

Markus Oldekamp B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Zweitprüfer:	Dipl.-Wirt-Ing. Frank Heidrich
Datum des Kolloquiums:	26. Oktober 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Labor für Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Kampmann GmbH, Lingen (Ems)



Der jährliche Energieverbrauch zur Kälteerzeugung beträgt in Deutschland ca. 66 Mrd. kWh im Jahr. Dieser Wert entspricht 14 % der insgesamt verbrauchten Elektroenergie. Unter Betrachtung der Lebenszykluskosten eines Gebäudes stellen die Betriebskosten mit rund 80 % den Hauptanteil. Hier liegt das größte Energieeinsparpotential. Aufgrund des Controllings im Unternehmen ist eine Kosteneinsparung des Kaltwassersatzes des Verwaltungsgebäudes der Firma Kampmann vorgesehen.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es herauszufinden wie sich Potenziale zur energetischen und wirtschaftlichen Optimierung des Kaltwassersatzes des Verwaltungsgebäudes aufzeigen lassen. Dabei wurde die Betriebsweise des Kaltwassersatzes untersucht und diese auf einen optimierten Betrieb auf das Gebäude abgestimmt.

Dadurch, dass das Verwaltungsgebäude eine Glasfassade aufweist und interne Wärmelasten abgeführt werden müssen, ist die Kühlung des Gebäudes bereits bei relativ niedrigen Außenlufttemperaturen ab 6 °C freigegeben. Aufgrund dieser Gegebenheit und der Tatsache, dass durch den Einsatz der trockenen Kühlung die Systemtemperaturen mit 16/18 °C relativ hoch sind, ist das Prinzip der indirekten freien Kühlung auf die Bestandsanlage berechnet worden.

Bei der indirekten freien Kühlung wird ein Wasser-Glykol-Gemisch in einem Freikühler durch die Außenluft gekühlt. Je nach Außenlufttemperatur ist der Freikühler allein, Kältemaschine und Freikühler gleichzeitig oder nur die Kältemaschine in Betrieb. Abbildung 1 zeigt die Einteilung der jeweiligen Betriebszustände. Die Energie des gekühlten Mediums wird durch einen Plattenwärmeübertrager an den Sekundärkreislauf abgegeben und gelangt dort zum Kaltwasserspeicher zur Versorgung der Innengeräte in den einzelnen Büroräumen.

Über die Gesamtlaufzeit der Verdichter des Kaltwassersatzes konnte mithilfe des Summenhäufigkeitsdiagramms der Jahrestemperatur (siehe Abbildung 1) der Anteil der freien Kühlung bestimmt werden. Durch die Auslegung des Freikühlers nach DIN 18599-7 ist eine Energieeinsparung von 41.107,90 kWh pro Jahr ermittelt worden.

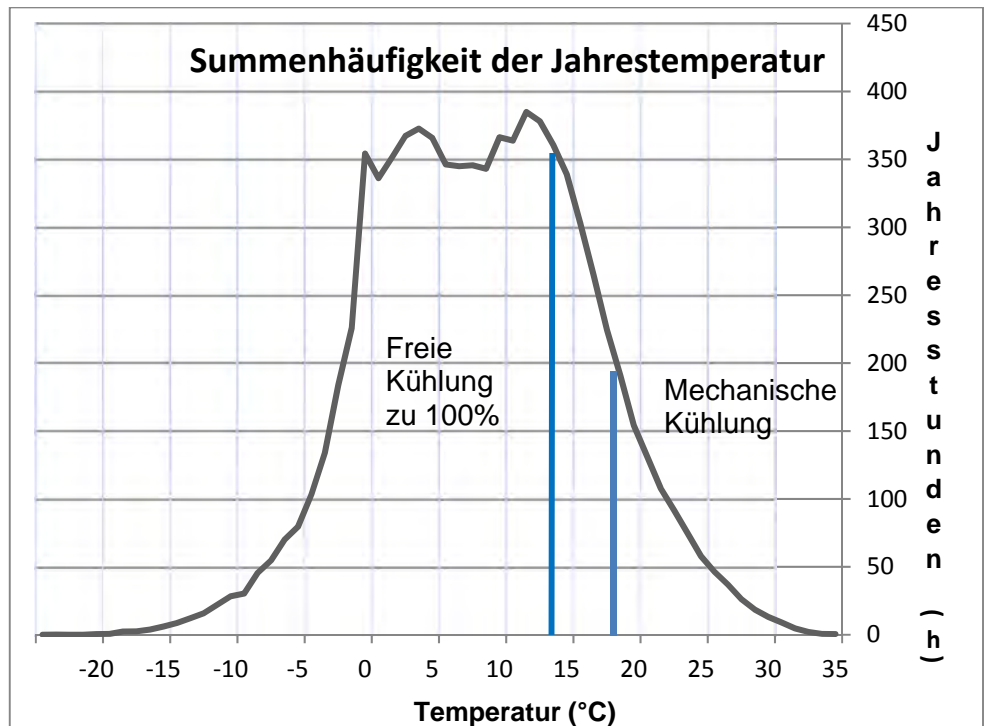


Abbildung 1: Summenhäufigkeit der Jahrestemperatur

Durch die dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung in Anlehnung an die VDI 2067 konnten die Investitionskosten zur Integration der freien Kühlung in den Anlagenstand errechnet werden. Die Amortisationszeit liegt unter 3 Jahren. Durch die Anpassung der Systemtemperaturen stieg die Kälteleistungszahl um 12 % wodurch ein EER-Wert von 3,73 erreicht wird.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Bernd Schlockermann M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

08. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Facility Care AG, Münster
Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Erwitte



Am Standort Erwitte prüft das Materialprüfungsamt, auf hohem Niveau, die brandschutztechnischen Klassifizierungen von Baustoffen und Bauteilen, darunter fallen beispielsweise Wände und Tore. Da brandschutzrelevante Gebäudeteile im Notfall hohen Temperaturen standhalten müssen, stehen dem Amt zu Versuchszwecken mehrere Hochleistungsbrennöfen zur Verfügung.

Die Öfen sind mit einer variablen Befeuerung durch Heizöl oder Erdgas sowie einer thermischen Nachverbrennungseinheit ausgestattet. Letztere ist erforderlich, um die bei der Prüfung entstehenden Schadstoffe in der Abluft so zu reduzieren, dass sie den strengen Umweltvorschriften genügt. Dieser Prozess erfordert einen hohen Einsatz von Energie in Form von Erdgas. Die dadurch hervorgerufenen Leistungsspitzen der Erdgasnutzung sorgen für signifikante Kosten im Bereich der Netzentgelte.

Zu diesem Zweck erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsprüfung zur Installation eines geeigneten Gasspeichers (s. Abb. 1). Auf Grundlage der Lastgangmessungen der vorangegangenen Jahre erfolgte eine Analyse des Verbraucherverhaltens durchgeführt und in Frage kommende Speicherkonzepte. Nach der Ermittlung der Auslegungsdaten wurde ein Angebot durch eine Planungsfirma für das passende Konzept angefordert.

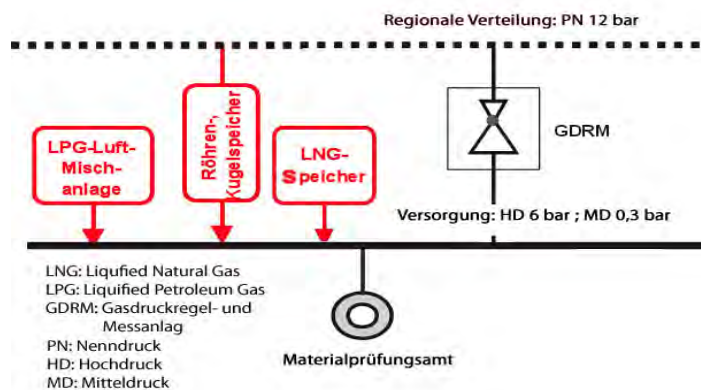


Abbildung 6: Mögliche Speichervarianten und deren Netzanschluss

Daraufhin durchlief die Angebotssumme eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für zwei Zielwertszenarien anhand des dynamischen Verfahrens.

Zudem wurden Wege aufgezeigt, wie eine Entgeltsenkung durch Aushandeln neuer vertraglicher Rahmenbedingungen erzielt werden könnte.

Abgerundet wird diese Arbeit durch eine Kurzanalyse der aktuellen Situation und der prognostizierten Entwicklung des Erdgasmarktes in Deutschland.

Mario Olliges B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
 Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc

Datum des Kolloquiums:

09. Februar 2017

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Sanitäre Haustechnik

In Kooperation mit:

ZWP Ingenieur-AG, Köln



Um die Trinkwasserversorgung in einem Gebäude sicherzustellen, gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Jedoch sind die Anforderungen an eine Trinkwasserversorgung hoch. Das Trinkwasser soll hygienisch einwandfrei und in den gewünschten Mengen sowie der gewünschten Temperatur zur Verfügung stehen. Darüber hinaus soll die Temperatur an den Entnahmestellen je nach Nutzungsart einfach und schnell regelbar sein. Trinkwassererwärmungsanlagen sollen zudem betriebssicher und kostengünstig sowie umweltfreundlich und ressourcenschonend sein.

Diese Arbeit betrachtet eine Sporthalle, die an einer Grundschule angebunden ist, in der sowohl Sportunterricht stattfindet als auch Vereinsmannschaften ihr Training abhalten. Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind acht Duschen sowie drei Ausgussbecken und zwei Teeküchen in dieser Sportstätte von Bedeutung, da hier auch Warmwasser gezapft werden soll, während an anderen Entnahmestellen, wie beispielsweise Toiletten oder Waschtische, nur kaltes Trinkwasser entnommen werden kann.

Es werden sechs verschiedene Varianten für Trinkwassererwärmungsanlagen betrachtet.

Variante A	Heizkessel mit Trinkwarmwasserspeicher
Variante B	Heizkessel mit zwei Speichern und Solaranlage
Variante C	Heizkessel mit Speicher und Frischwasserstation
Variante D	Heizkessel mit zwei Speichern, Frischwasserstation und Solaranlage
Variante E	Durchlauferhitzer, Strom wird eingekauft
Variante F	Durchlauferhitzer mit Photovoltaikanlage

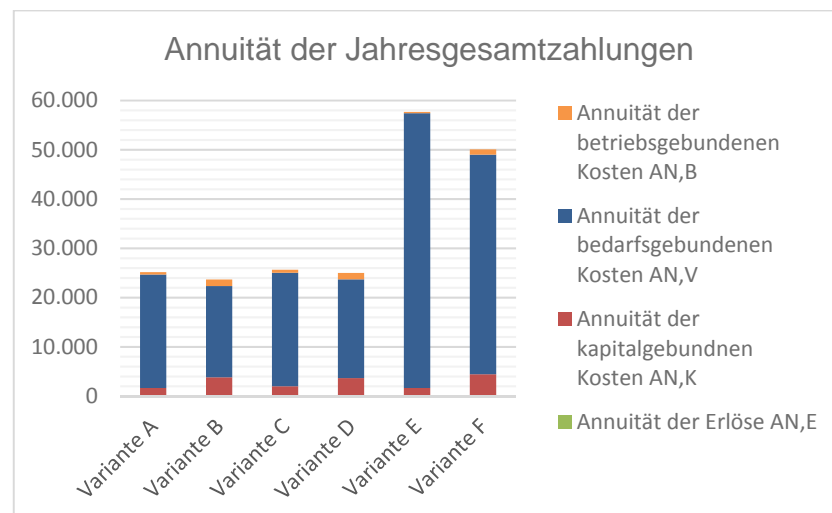
Diese Arbeit prüft die Wirtschaftlichkeit der gebäudetechnischen Anlagen mit der VDI 2067. Mit Hilfe der VDI 2067 wird die Annuitätenmethode angewendet. Hier wird betrachtet, welche Variante die geringste jährliche Zahlung zur Rückzahlung langfristiger Schulden oder Kredite verursacht.

Diese Arbeit zeigt, dass es aus wirtschaftlicher Sicht immer sinnvoll ist, Energie zu speichern. Das kann sowohl ein Trinkwasserspeicher als auch ein Heizungswasserspeicher sein, wie es bei den Varianten A, B, C und D der Fall

ist. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt, dass diese Varianten die niedrigsten Gesamtannuitäten haben. Hierbei sticht vor allem Variante B hervor, die die geringste Gesamtannuität verursacht. Ebenso zeigt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, dass Anlagen ohne ein Speichersystem, wie bei den Varianten E und F, unwirtschaftlich sind. Diese beiden Varianten besitzen mit Abstand die höchste Gesamtannuität und sind somit aus kaufmännischer Sicht nicht vertretbar.

Zudem ist es besonders wirtschaftlich, wenn man einen Teil des Energiebedarfs, beispielsweise mit Hilfe einer Photovoltaik- oder einer Solaranlage, selbst produziert. Dies zeigt vor allem ein Vergleich zwischen den Varianten E und F. Trotz der höheren Anschaffungskosten bei Variante F, die die Photovoltaikanlage verursacht, ist diese Variante wirtschaftlicher als Variante E. Über einen langen Betrachtungszeitraum machen hohe Energiekosten eine Variante unwirtschaftlicher. Reduziert man die Energiekosten, in dem man selbst Strom produziert, rechnet sich eine Photovoltaikanlage trotzdem und rechtfertigen hohe Anschaffungskosten durch geringere Energiekosten.

Darüber hinaus wird bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung deutlich, dass die bedarfsgebundenen Kosten, also die Energiekosten, in dieser Arbeit die größte Rolle spielen. Die Annuität der bedarfsgebundenen Kosten haben zum einen ein so großen Anteil an der Gesamtannuität einer Variante, weil der Warmwasserbedarf an dieser Sportstätte mit 6,45 m³ angenommen wurde und gleichzeitig die Nutzungsdauer einer Trinkwassererwärmungsanlage im Allgemeinen einen sehr langen Zeitraum, beziehungsweise in dieser Arbeit 20 Jahre, umfasst.



Des Weiteren zeigt diese Arbeit, dass ein durchgeschliffenes Rohrleitungssystem aus hygienischer Sicht empfohlen wird, da so Stagnation vermieden wird. Trotzdem entstehen durch Zirkulationsleitungen, wenngleich sie gedämmt sind, Wärmeverluste, was zu einem höheren Rohstoffeinsatz führt.

Zusätzlich wird klar, dass eine Solar- oder Photovoltaikanlage umweltfreundlich und ressourcenschonend ist. Wenn möglich, sollte deshalb immer eine Anlage verbaut werden, die einen Teil der benötigten Energie selbst produziert.

Jens Overkämping M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

31. März 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:



Das Abwasserwerk der Stadt Coesfeld hat sich die Implementierung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001 als Ziel gesetzt. So soll die Grundlage dafür geschaffen werden, den Prozess der Abwasserreinigung systematisch und dauerhaft energetisch zu optimieren. Ziel dieser Masterarbeit war es, einen Leitfaden zu entwickeln, welcher konkrete Anforderungen und Maßnahmen beschreibt, um ein Energiemanagementsystem beim Abwasserwerk der Stadt Coesfeld normkonform zu implementieren.

Die DIN EN ISO 50001 ist eine im Jahr 2011 veröffentlichte Norm, welche weltweit Anwendung findet. In Deutschland wird die Implementierung eines solchen Systems durch Gesetze und Verordnungen gefördert und zum Teil auch gefordert. So ist beispielsweise die Rückerstattung der Strom- und Energiesteuer bzw. die Befreiung von der Zahlung der EEG-Umlage an den Betrieb eines solchen Systems geknüpft. Die Norm basiert auf dem PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) und hat das Ziel eine kontinuierliche Verbesserung der energiebezogenen Leistung zu realisieren.

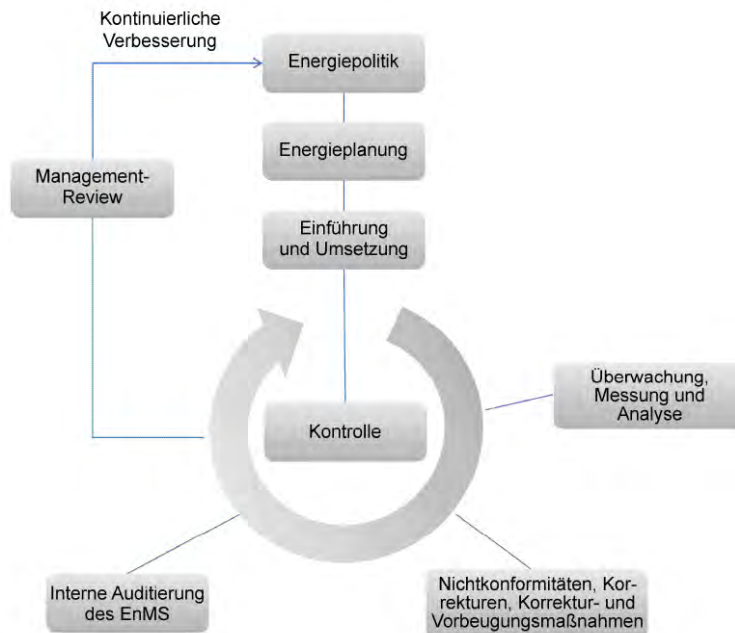


Abbildung 1: Modell des Energiemanagements

Neben der DIN EN ISO 50001 existieren eine Vielzahl weiterer Managementnormen, unter anderem für die Bereiche Umwelt, Qualität sowie Arbeitsschutz und Gesundheit. Da diese Normen hohe Synergieeffekte aufweisen besteht die Möglichkeit ein integriertes Managementsystem zu betreiben, welches beispielsweise die Verknüpfung von Energie-, Umwelt- und Qualitätsmanagementsystemen zulässt. Dies gilt auch für das Abwasserwerk der Stadt Coesfeld, wo bereits seit vielen Jahren ein integriertes Managementsystem für Qualität und Umwelt betrieben wird.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die erforderlichen Schritte und Maßnahmen aufgezeigt, um ein normkonformes Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 beim Abwasserwerk der Stadt Coesfeld zu implementieren und aufrechtzuerhalten. Diese umfassen im Wesentlichen folgende Aspekte:

- Überarbeitung der bestehenden Managementdokumentation
- Aufzeichnung aller erforderlichen Daten gemäß den Anforderungen der DIN EN ISO 50001
- Benennung eines Energiemanagementbeauftragten
- Durchführung einer energetischen Bewertung
- Installation eines Energiemesssystems

Im Ergebnis liegt ein „Leitfaden zur Implementierung eines Energiemanagementsystems beim Abwasserwerk der Stadt Coesfeld“ vor. Durch einen Soll-Ist-Vergleich wurden die bestehenden Managementstrukturen beim Abwasserwerk mit den Inhalten der Norm abgeglichen. Um die Umsetzungen der einzelnen Normanforderungen zu erleichtern, wurden eine Vielzahl an Arbeitshilfen und Vorlagen entwickelt. So wird das Abwasserwerk der Stadt Coesfeld in die Lage versetzt, den Prozess der Abwasserreinigung systematisch und dauerhaft energetisch zu optimieren.

Stefanie Pickel B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Kai Klinksieg
Datum des Kolloquiums:	01. Dezember 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
In Kooperation mit:	SWO Netz GmbH, Osnabrück



Die Aufgabe der Wasserversorgung urbaner Gebiete wird mehrheitlich durch kommunale Versorgungsunternehmen, wie den Stadtwerken, übernommen. Die Stadtwerke Osnabrück sorgen mit den Aufgabenbereichen Wassergewinnung, Wasseraufbereitung und Wasserverteilung für eine einwandfreie Qualität des Trinkwassers und versorgen die ca. 166.000 Einwohnern der Stadt Osnabrück. Zur Realisierung dieser Aufgaben ist der Einsatz verschiedenster Anlagen erforderlich. Aufgrund der unterschiedlichen Höhenlagen in einem Versorgungsgebiet stellt die Gewährleistung eines ausreichenden Drucks für das gesamte Versorgungsnetz eine Herausforderung dar.

Hier bietet die Aufstellung eines Hochbehälters an einem zentralen, hoch gelegenen Ort die Möglichkeit, Bedarfs- und Druckschwankungen auszugleichen. Alternativ werden Druckerhöhungsanlagen für die Versorgung höherer Druckzonen in einem Versorgungsgebiet eingesetzt.

Durch die Anforderungen an die Trinkwasserqualität werden hohe Ansprüche an das Material und die Betriebsweise von Hochbehältern gestellt. Dabei dürfen ausschließlich Materialien, die keine negativen Auswirkungen auf die Trinkwasserqualität haben, zur Anwendung kommen.

Bei der Überprüfung des Hochbehälters Harderberg der Stadt Osnabrück wurden Ablösungen und Fehlstellen auf der zum Schutz aufgetragenen Zementmörtelauskleidung festgestellt. Das Ergebnis eines Gutachtens zeigte, dass eine Sanierung des Hochbehälters notwendig war.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden die beiden Sanierungsvarianten „Sanierung des Hochbehälters Harderberg“ und „Erweiterung der Druckerhöhungsanlage Hettlich“ anhand der „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“ (KVR-Leitlinien) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in einem kostenorientierten Alternativvergleich gegenübergestellt.

Die ermittelten Projektkostenbarwerte (PKBW) der Varianten, die sich aus der Umrechnung der aufgestellten Investitions-, Reinvestitions- und der laufenden Kosten auf den Bezugszeitpunkt 2015 ergaben, um die Vergleichbarkeit der Kosten zu gewährleisten, unterschieden sich annähernd um den Faktor zwei. Ein Zinssatz von 3 % p.a. und ein Untersuchungszeitraum von 50 Jahren lagen dieser Kostenvergleichsrechnung zugrunde.

Variante A: Sanierung des Hochbehälters

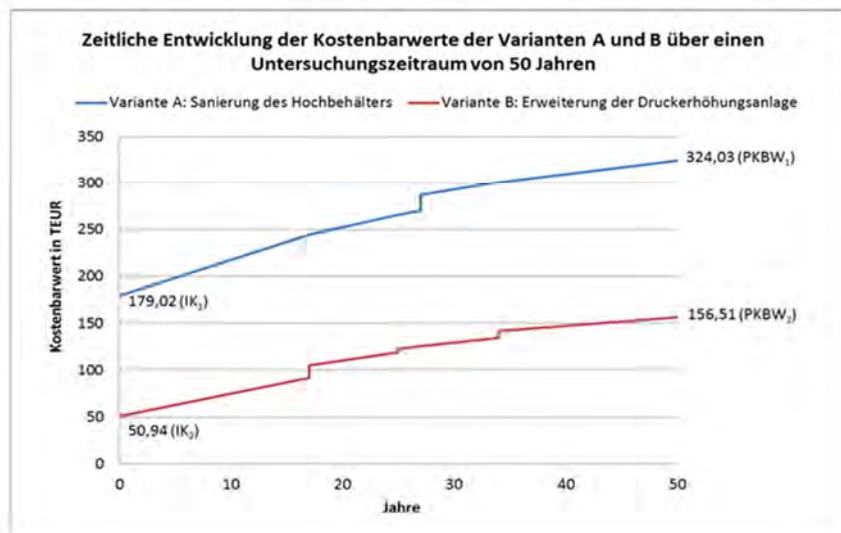


- Oberflächensanierung der Wasserkammer und Schieberkammer
- Erneuerung der Hochbehälterausrüstung und Zauanlage

Variante B: Erweiterung der Druckerhöhungsanlage



- Anschaffung einer frequenzgesteuerten Druckerhöhungsanlage
- Integration in die bestehende Druckerhöhungsanlage
- Umbau des Übergabeschachtes
- Anschaffung eines Notstromaggregates



Damit stellt sich die Druckerhöhungsanlage als kostengünstigere Variante heraus, die ebenfalls bei den veränderten Zinssätzen von 2 und 5 % p.a. und einer Strompreissteigerungsrate von 3 % p.a. Bestand hat. Da die zugrundeliegenden Kosten für die Berechnung der Projektkostenbarwerte teilweise nur auf Kostenschätzungen und Annahmen beruhen, wies das Ergebnis des Kostenvergleichs Unsicherheiten auf, die zu berücksichtigen waren. Zudem waren bei der Entscheidung für oder gegen den Bau einer Druckerhöhungsanlage die Vor- und Nachteile der Varianten abzuwägen.

Hendrik Plagemann B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Dipl.-Ing. Ralf Gernegroß M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

30. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

iEXERGY GmbH, Münster



Das Unternehmen iEXERGY hat das Smart Home-System wibutler auf den Markt gebracht, welches herstellerübergreifend eine intelligente Tiefenintegration in der Gebäudetechnik anstrebt. Hierfür werden vielfältigste Gewerke integriert, um ein möglichst umfassendes Smart Home zu entwickeln. Ein wichtiges Merkmal dieses Systems ist, dass wichtige Kooperationspartner aus der Industrie in der sogenannten wibutler-Allianz vertreten sind und dort ihre Stärken einbringen. Jedes Unternehmen hat andere Schwerpunkte, sodass für jede Lösung ein hochwertiges Produkt angeboten werden kann. Die Komplexität reicht von einfachen Produktintegrationen bis hin zu Verfahren wie der Lüftungsregelung.

In dem Bereich der Sicherheitsfunktionen gab es noch keine hochwertige Lösung für den Einbruchschutz, sodass hier zeitnah ein Prototyp entwickelt werden soll. Die Aufgabe dieser Bachelorarbeit war es, eine Potential- und Anforderungsanalyse einer Einbruchmeldeanlage in einem Smart Home System durchzuführen und daran anschließend diesen Prototyp in seinen Grundzügen zu entwickeln.

Die Potentialanalyse wurde mittels Marktanalysen durchgeführt, um zu evaluieren, wie sich die Märkte für Smart Home im Allgemeinen, und für smarte Einbruchmeldeanlagen im Speziellen, entwickeln. So konnte erarbeitet werden, dass zukünftig die Vernetzung eines Smart Home mit externen Dienstleistungen zu sogenannten Digital Services eine immer größere Bedeutung bekommt und hier große Potentiale vorhanden sind. Gerade die Einbruchmeldeanlage kann einen großen Mehrwert erzielen, indem Alarmer zu Sicherheitsdienstleistern aufgeschaltet werden. So werden Alarmer nicht nur gemeldet, es werden direkt Maßnahmen in die Wege geleitet, um den Einbruch zu verhindern oder zu stören.

Für die Anforderungsanalyse diente die VdS Home-Richtlinie 3438 als Grundlage, welche den Aufbau einer hochwertigen Anlage in Einfamilienhäusern und Wohnungen beschreibt. Diese Vorgaben wurden jedoch nicht komplett übernommen, sondern dienten als Leitfaden, anhand dessen eine

Wibutler-Einbruchmeldeanlage entworfen wurde. So wurden noch weitere Anforderungen aus dem Markt berücksichtigt, um eine möglichst anwendungsorientierte Anlage zu entwickeln.

Das Ergebnis ist ein Lösungsvorschlag, in dem maßgeblich die beiden zuvor genannten Analysen verarbeitet wurden. Dieser Prototyp wird nun innerhalb des Unternehmens für Feldtests entwickelt, um nachfolgend eine hochwertige Einbruchmeldeanlage zu integrieren.

Markus Plesker M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

01. Dezember 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Stadt Gescher



Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz weist öffentlichen Gebäuden eine Vorbildfunktion hinsichtlich regenerativer Wärmebereitstellung zu. Die Masterthesis hat zum Ziel, diesen Anspruch nachzukommen und ein nachhaltiges Wärmeversorgungskonzept für den Gebäudecampus an der Armland-/ Lindenstraße in Gescher darzubieten.

Der zu untersuchende Gebäudecampus besteht aus sieben Gebäuden, welche sich in einem Radius von 75 Metern befinden. Die Heizlast von 339 KW wird derzeit über den fossilen Energieträger Erdgas gedeckt. Der Wärmebedarf beläuft sich auf 415.000 kWh/a.

Als Basis dieses Konzeptes dient die dezentrale Fortnutzung der Bestandsanlagen. Gegenüber dieser Variante werden zentrale Energieversorgungsvarianten untersucht. Im Fokus liegen ein Blockheizkraftwerk, eine Wärmepumpe und ein Pelletkessel. Das städtische Freibad hat durch die Badesaison einen sehr hohen sommerlichen Strom- und Wärmebedarf, wodurch einem mobilen BHKW eine wirtschaftliche Laufzeitverlängerung im Sommer geboten wird.

Bevor eine Handlungsempfehlung ausgesprochen werden kann, müssen die Varianten wirtschaftlich und ökologisch untersucht werden. Kostenfunktionen spiegeln den Verlauf der Investitions- und Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer von 20 Jahren wieder. Des Weiteren zeigt der CO₂-Ausstoß die ökologische Darbietung der Versorgungsvarianten.

Die Sensitivitätsanalyse hinterfragt wie sich die Energiepreise der Zukunft verändern müssen, damit die derzeit wirtschaftliche dezentrale Fortnutzung von einer der zentralen Varianten abgelöst wird.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Wärmebereitstellung durch die dezentrale Fortnutzung der Bestandsanlagen mit Erdgasfeuerung unter den gegebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich ist. Ökologisch betrachtet sind die Varianten des mobilen BHKWs und des Pelletkessels stark im Vorteil. Eine weitere Erkenntnis des Energiekonzeptes legt nahe, dass das mobile BHKW im Winter die Gesamtschule in Gescher und im Sommer das Freibad versorgen könnte. Die idealen Anbindungsvoraussetzungen strom- und heizungsseitig sorgen für eine kürzere Amortisationszeit als am Gebäudecampus der Armland-/ Lindenstraße.

Felix Probst B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums:

23. August 2016

 Studium:
 Studienrichtung:

 Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Energietechnik


Gegenstand der Arbeit ist es zu prüfen, ob der forcierte Ausbau von Photovoltaikanlagen, seitens des Kreises Steinfurt, zu einer Netzüberlastung führen kann. Die Untersuchung bezieht sich auf die Ebenen Straße, Quartier und Landwirtschaft.

Der Kreis Steinfurt nimmt an dem bundesweiten Wettbewerb „Masterplan 100 % Klimaschutz“ mit dem eigens entwickeltem Entwurf „Energiewelt 2050“ teil. Das Konzept sieht vor, im Vergleich zum Bezugsjahr 1990, bis zum Jahr 2050 den Energiebedarf um 50 % und die Treibhausgasemissionen um 95 % zu mindern. Weiterhin wird das Erreichen einer CO₂-Neutralität als Ziel angesehen. Um die forcierten Ziele zu erreichen bedarf es eines Ausbaus regenerativer Energieerzeugungsanlagen, welche den Ausstieg aus der konservativen Energieerzeugung ermöglichen.

In Zahlen ist geplant 70 % des im Solarkataster angegebenen Photovoltaikpotentials auszubauen, was eine jährliche Summe an 847 GWh generieren würde. Da die Leistung einer Photovoltaikanlage witterungsabhängig ist, gestaltet es sich schwierig die Erzeugung bedarfsgerecht anzupassen. Um zu prüfen ob ein Erzeugungsüberschuss aus dem Ausbau von Photovoltaikanlagen entsteht und dieser von hinreichenden Puffern in der anliegenden Netzstruktur aufgenommen werden kann, werden alle Bezugsebenen einzeln betrachtet.

Auf Straßenebene sind Anschlusswerte von 90 kW, ohne elektrische Warmwassererhitzung und 160 kW, mit elektrischer Warmwassererhitzung angegeben. Unter Einbeziehung dessen, dass verlustbedingt die Peakleistung der Anlagen nicht erreicht wird und die Leistungsmaxima der Anlagen nicht gleichzeitig anliegen, verfügt selbst ein niedrig ausgelegtes Netz über ausreichende Puffer.

In dem Quartier Welbergen herrscht ein Zusammenspiel aus Wohnungsnutzung (SLP H0) und gewerblichen Einrichtungen, mit Betriebszeiten von 08:00 bis 18:00 Uhr (SLP G1). Für den Erzeugungsüberschuss aus Wohnungsnutzung und privaten Photovoltaikanlagen, von kleiner Größe, gilt dasselbe wie auf der Ebene Straße. Gewerbliche Einrichtungen verfügen zumeist über größere Dachflächen, welche zum Ausbau von Photovoltaikanlagen genutzt werden können. Folglich ergibt sich hier eine höhere durchschnittlich installierte Peakleistung.

Die Anschlusswerte für gewerbliche Einrichtungen werden anhand der minimalen und maximalen effektiven Leistung seitens der Verbraucher angenommen, für welche der Netzbetreiber den Netzanschluss mindestens ausgelegt haben muss. In Summe ergibt sich eine, nach EEG, um 70 % regulierte Gesamtleistung von 1.365 kW und ein Erzeugungsüberschuss von 1.602 kW.

Diese Werte stehen einer minimalen Leistungsaufnahme von 1.165 kW und einer maximalen Leistungsaufnahme von 1.664 kW gegenüber.

Wird die Annahme einbezogen, dass weder das Verbrauchsminimum gleichzeitig anliegt, noch alle Anlagen zur selben Zeit unter Volllast arbeiten, verfügt die Netzstruktur auf der Ebene Quartier ebenfalls über ausreichend Puffer.

Die dritte Bezugsebene Landwirtschaft bezieht sich auf alleinstehende, landwirtschaftliche Betriebe. Für die Überprüfung wurde ein Milchviehbetrieb (SLP L1) zusammen mit einem Haushalt (SLP H0) gewählt.

Über die Hochrechnung der Anschlusswerte einer Straße und der Berechnung von minimaler und maximaler effektiver Leistung ergeben sich für den landwirtschaftlichen Betrieb eine minimale Leistungsaufnahme von 19 kW und eine maximale Leistungsaufnahme von 27 kW. Diese stehen, bei einer angenommenen Photovoltaikanlage mit 60 kWp installierter Leistung, einem Erzeugungsüberschuss von 51 kW gegenüber. Auf der Ebene Landwirtschaft kann es folglich sehr wohl zu einer Überlastung der vorgelagerten Netzstruktur kommen, sowohl hinsichtlich der Erzeugungsüberschusses, also auch über unzulässige Spannungsschwankungen. Dementsprechend ist hier jeder Fall, hinsichtlich Größe der installierten Anlage und voraussichtlichem Verbrauch, zu prüfen.

Die Abbildungen 1 und 2 visualisieren den Vergleich von Erzeugungsüberschuss mit den Anschlusswerten der jeweiligen Bezugsebene.

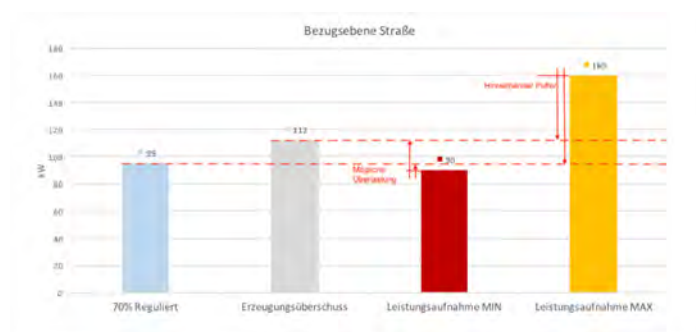


Abb. 1: Hinreichende Puffer auf der Ebene Straße

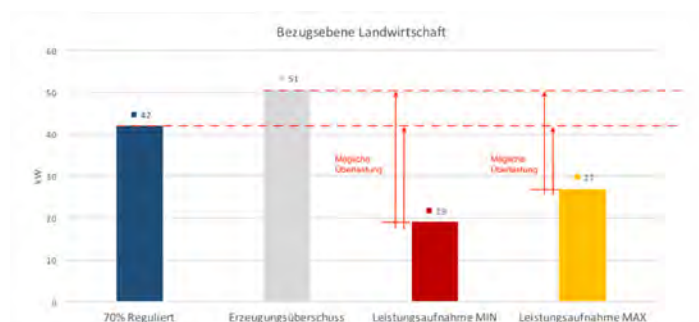


Abb. 2: Potentielle Netzüberlastung auf der Ebene Landwirtschaft

Untersuchung des bestimmungsgemäßen Betriebs von Trinkwasser-Hausinstallationen durch Wasseraustausch am Beispiel von Hotelgebäuden

Benjamin Puckert M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Tilo Bertels M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

30. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

TKS GmbH, Stadtlohn



Für die Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs ist der komplette Wasserinhalt einer Trinkwasser-Installation laut DIN EN 806-5 mindestens alle sieben Tage und laut VDI/DVGW 6023 mindestens alle drei Tage zu erneuern.

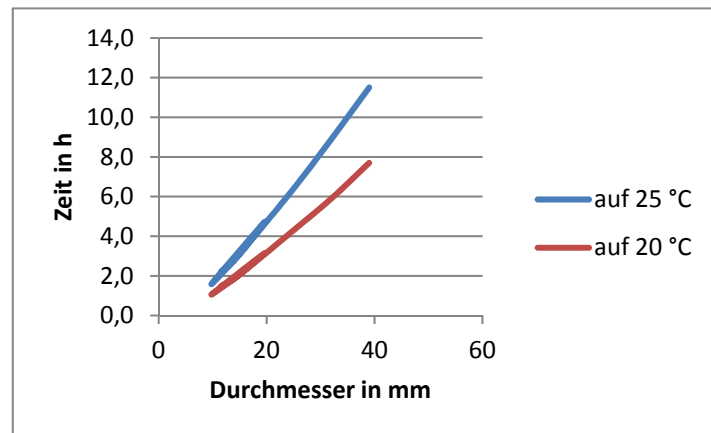
Für eine effektive Durchströmung der Rohrleitungen wird eine turbulente Strömung benötigt. Diese wird ab einer Reynoldszahl von mindestens 2320 erreicht. Da ein direkter Zusammenhang zwischen der Reynoldszahl, der Strömungsgeschwindigkeit und somit dem Volumenstrom im Rohr besteht, lässt sich nach folgender Tabelle sagen, welche Leitungsquerschnitte mit welchem Volumenstrom maximal durchspült werden können:

Entnahmestelle	Wasch- tisch	WC	Dusche
Berechnungs- durchfluss [l/s]	0,07	0,13	0,15
Durchmesser [mm]	29,55	54,88	63,32

Mit auf dem Markt verbreiteten Spülstationen und mit Hygienespülungen in den Entnahmearmaturen lässt sich der bestimmungsgemäße Betrieb sicherstellen. Jedoch wird die benötigte Reynoldszahl nicht in allen Fällen erreicht und muss spezifisch errechnet werden.

Laut DIN 1988-200 darf aufgrund der Legionellengefahr Trinkwasser keine Temperatur zwischen 25°C und 55°C in den Leitungen haben. In den vertikalen Versorgungsschächten herrschen durchgehend etwa 28 – 30°C. Auch bei vorschriftsmäßig gedämmten Rohrleitungen, erwärmt sich das kalte Trinkwasser in einer DN25 Leitung nach etwa 6,4 Stunden auf über 25°C. Ebenso kühlt das warme Trinkwasser in der Vorwand in einer DN15 Leitung bereits nach 2,5 Stunden auf 50°C ab.

Die Werte der Norm wären nur durch unwirtschaftlich hohe Spülraten zu realisieren. Somit ist bei einem Versorgungsschacht auf eine bauliche Trennung des kalten Trinkwassers von den anderen Medien zu achten.



Die Hotelbetreiber sind für das Thema der Trinkwasserhygiene nicht ausreichend sensibilisiert. Die durchgeführte Umfrage hat ergeben, dass eine Belegung des Hotels in schwach gebuchten Monaten aus Effizienzgründen auf bestimmte Bereiche des Hotels begrenzt ist. Von allen Hotels wird eine Hotelsoftware verwendet. Diese besitzen keine „Trinkwasserhygiene“ – Funktion, nach der sie für die Trinkwasserhygiene sinnvolle Zimmer buchen. Jedoch kann mit jeder Software ein Beschrieb ausgedruckt werden, der Zimmer anzeigt, die seit drei oder mehreren Tagen nicht gebucht sind.

Alle befragten Hotels haben einen zentralen Warmwasserspeicher, der in den meisten Fällen zu groß dimensioniert ist. Auch bei neugebauten Hotels wird auf eine dezentrale Trinkwassererwärmung verzichtet.

Zur Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebs in Hotelgebäuden ist in erster Linie der Hotelbetreiber zu sensibilisieren. Mit ihm zusammen ist ein Konzept zur Sicherung der Trinkwasserhygiene in Anlehnung an das WSP-Konzept und mithilfe einer CSM – Analyse zu erstellen. Abschließend entsteht hierdurch ein Nutzungsplan, welcher bei korrekter Umsetzung den bestimmungsgemäßen Betrieb sicherstellt.

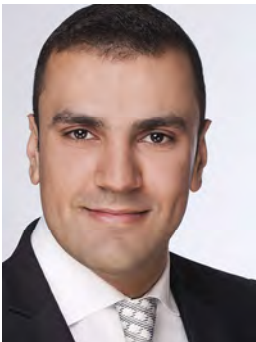
Rawa Rashed M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 11. Januar 2016

Studium: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Gebäudetechnik
 Laborbereich: Labor Raumluf- und Kältetechnik

In Kooperation mit: SPIE GmbH, Niederlassung Essen



Die Logistikimmobilienwirtschaft boomt, und die Nachfrage nach modernen Logistikimmobilien ist ungebrochen hoch und steigt weiter an. Zeitgleich herrscht unter den Projektentwicklern ein starker Wettbewerbsdruck untereinander sowie Kostendruck, auch bei Eigennutzer.

Damit ein Projektentwickler mit seiner Logistikimmobilie einen Mehrwert erlangen und wettbewerbsfähiger in der Vermietung und Vermarktung seiner Immobilie werden kann, ist es erforderlich Energieeinsparpotenziale zu heben. Aufgrund der hohen Betriebskosten gilt diese Erkenntnis auch für die Eigennutzung der Logistikimmobilien.

Wie kann eine höhere Energieeffizienz in Neubau- und Bestandsobjekten geschaffen werden? Und welche energetischen Sanierungen in ausgewählten Bereichen der Gebäudetechnik führen zur wirtschaftlichen Energieeffizienzsteigerung?

Vor dem Hintergrund der verschiedenen Nutzungsarten von Logistikimmobilien und den verschiedenen Logistikimmobilientypen ist es das Ziel dieser Arbeit, mögliche Handlungsempfehlungen zur energetischen Sanierung von dem energiereichsten Anwendungsbereich des Logistikimmobilientyps, Lagerimmobilien, auszusprechen.

Zunächst wurde mit dem Stand der Technik begonnen, indem der Markt an Projektentwicklern in der Logistikimmobilienbranche beleuchtet und deren Vorgehen zum Thema Nachhaltigkeit beschrieben ist. Darauf bezogen sind die Arten und Merkmale der Immobilientypen näher erläutert wurden. Zusätzlich wurden rechtliche und energiepolitische Rahmenbedingungen sowie das Energieaudit und -management eruiert.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen zeigen unter anderem auf, welche Anforderungen an Raumtemperatur, Beleuchtungsstärke und Luftqualität bezogen auf den Verwaltungs-, aber allem voran auf den Hallenbereich einer Lagerimmobilie gefordert sind. Unter Berücksichtigung der energiepolitischen Rahmenbedingungen wurde u. a. die Verschärfung der Energieeinsparverordnung in Bezug auf Neuprojekte von Logistikimmobilien beschrieben.

Anschließend wurde eine Charakterisierung der Heizungs- und Beleuchtungstechnik einer typischen Lagerimmobilie mit dem Fokus auf den Hallenbereich durchgeführt. Unter anderem ist die Erkenntnis bei der Hallenheizung ein optimaler Ressourceneinsatz durch Ausnutzung der Brennwerttechnik bei gasbetriebenen Hallenheizsystemen.

Zur Aufrechterhaltung der rechtlich geforderten Raumtemperatur ist die Wärmezufuhr respektive die Heizlast für eine klassische Lagerhalle berechnet worden. Bei der Heizlast hat sich herauskristallisiert, dass die hohe Raumhöhe einer typischen Lagerhalle ein wesentlicher Einflussfaktor auf den (Mehr-)Energiebedarf ist. Dieser stellt sich je nach Heizsystem anders ein. Ursache hierfür ist der systembedingte Lufttemperaturanstieg bei ansteigender Hallenhöhe.

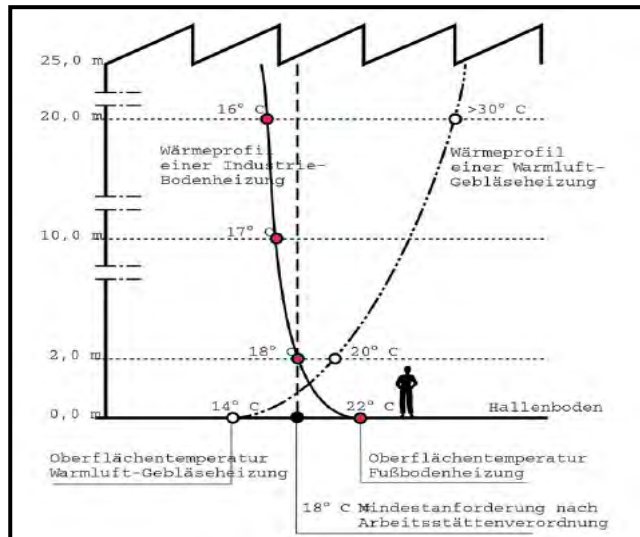


Abbildung: Wärmeprofil Industriefußbodenheizung im Vergleich zu Warmluft-Gebläseheizung. Vgl. (BVF, 2015)

Auf Basis der definierten Lagerhalle wurde anschließend hinsichtlich der Investitions- und Folgekosten sinnvolle Optimierungsmöglichkeiten zur Beheizung und Beleuchtung einer Lagerhalle ausgearbeitet. Diese dienen als Hilfsmittel für das Investieren oder Unterlassen in verschiedene Maßnahmen.

Im Nachgang wurde der Fokus auf ausgewählte Logistikimmobilien eines bestimmten Projektentwicklers gerichtet. Anhand ausgewählter Praxisbeispiele sind Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt wurden. Hierbei wurde im ersten Objekt das vorhandene Beheizungssystem der Halle energetisch bewertet und optimiert. Im zweiten Objekt ein Ansatz zur Effizienzsteigerung der Beleuchtungstechnik ausgearbeitet.

Abschließend wurde im letzten Kapitel die aufgeworfene Frage aus der Problemstellung beantwortet. Hierzu wurden alle Ergebnisse zusammengefasst und unter Berücksichtigung der energiepolitischen und rechtlichen Rahmenbedingungen fundierte Handlungsempfehlungen über das Investieren oder Unterlassen in die vorgestellten Maßnahmen ausgesprochen.

Wenn Logistikimmobilien-Projektentwickler, aber auch Eigennutzer in energieeffiziente Hallenbeleuchtungs- und Hallenbeheizungssysteme investieren wollen, dann ist die Wirtschaftlichkeit von einigen, in dieser Arbeit beschriebenen Faktoren abhängig. Werden diese Faktoren eingehalten, können wirtschaftlich sinnvolle Effizienzsteigerungen erzielt werden und Projektentwickler sich von der Konkurrenz abheben, also wettbewerbsfähiger werden.

Jonas Rau M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

26. Oktober 2016

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

In Kooperation mit:

Ing. Büro Koch & Partner GmbH, Balve
Thyssengas GmbH, Dortmund

Die Thyssengas GmbH, ein Fernleitungsnetzbetreiber, der ein über 4.200 km langes Gashochdruckleitungssystem im Westen von Deutschland betreibt, entschied im Jahr 2013 das sogenannte „Heater-Austauschprogramm“. Im Zuge dieses Programms sollen alle sich im Betrieb der Thyssengas GmbH befindenden Erdgas-Heater außer Betrieb genommen und durch alternative Vorwärmanlagen ersetzt werden, um die Versorgungssicherheit des Gasnetzes zu steigern. Da einige Heater-Anlagen im Netz der Thyssengas noch neueren Baujahrs sind und somit noch einen entsprechend hohen Restbuchwert besitzen, wäre der direkte Rückbau mit hohen zusätzlichen Kosten verbunden. Daher stellte sich die Frage nach alternativen Umbaumaßnahmen für die Erneuerung der Erdgasvorwärmung.

Im Zuge der Bestandsaufnahmen wurden auf drei GDRM-Anlagen teilweise Betriebszustände mit nicht zufriedenstellenden Ergebnissen vorgefunden. Die Gasausgangstemperaturen einiger Regelanlagen lagen weit über dem notwendigen Temperaturniveau. Die Aufgabenstellung wurde dahin erweitert, mögliche Alternativen zu den bestehenden Vorwärmkonzepten auszuarbeiten, um die Anlageneffizienz steigern zu können. Ziel war es somit über eine Sanierung der Gasvorwärmung die Betriebssicherheit und die Effizienz der GDRM-Anlage zu steigern.

Die gesamte Konzeptionierung wird anhand der Beispielanlage Bergisch Gladbach BG01 vorgenommen. Im Zuge der Arbeit wird zunächst die Konzeptionierung der neuen Wärmeversorgung vorgenommen, wobei mit der Errichtung einer neuen Heizkesselanlage, dem Umbau und der Weiternutzung der bestehenden Erdgas-Heater und der Erschließung von industrieller Abwärme im wesentlichen drei Varianten erarbeitet werden. Im Zuge von Kapitalwertberechnungen wird der Umbau der Erdgas-Heater und eine weitere Nutzung dieser als Wärmeerzeuger als wirtschaftlichste Variante identifiziert. Der Prozess der Wärmeübertragung wird dabei aus der Baueinheit der Heater ausgelagert und über neu zu errichtende Erdgasvorwärmer umgesetzt.

Durch die Betrachtung der bestehenden Erdgasvorwärmung im Bezug auf den Betrieb der Gesamtanlage wurde ein erhebliches Effizienzpotential ermittelt, welches über drei entwickelte Konzepte, der getrennten, der zweistufigen oder der seriellen Erdgasvorwärmung, erschlossen werden kann. Über eine Umstrukturierung der GDRM-Anlage kann mit der zweistufigen Erdgasvorwärmung das wirtschaftlichste Ergebnis erzielt werden. So können im statistischen Mittel mit ca. 564.000 kWh fast 29 % des Heizgaseinsatzes pro Betriebsjahr eingespart werden.

Aufgrund des notwendigen Erdgas-Heater-Ersatzes und der zu erwartenden wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit ist das entwickelte Gesamtkonzept auf der betrachteten GDRM-Anlage Bergisch Gladbach in den Jahren 2014 und 2015 umgesetzt worden.



Abb. 1+2: Errichtete zweistufige Erdgasvorwärmung auf der GDRM-Anlage BG01

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das angestrebte Ziel mit der vorliegenden Arbeit umfassend erfüllt wird. Es wird mit dem Umbau der Erdgas-Heater zu einem Heizkessel eine Alternative erarbeitet, mit der die Durchführung des Heiteraustauschprogramms zur Steigerung der Betriebssicherheit ohne den kompletten Rückbau der Anlage und die damit verbundenen finanziellen Verluste erfolgen kann. Darüber hinaus wird mit der Umstrukturierung der Erdgasvorwärmung in einen zweistufigen Prozess ein Konzept entwickelt, mit dem Energieeinsparungen und somit ein effizienterer Betrieb der Gesamtanlage möglich ist.

Die erfolgreiche Zusammenführung und Umsetzung beider Konzepte wird anhand der aktuellen Betriebsdaten der GDRM-Anlage belegt. Abschließend werden zwei weitere Optimierungsmaßnahmen erarbeitet, mit denen eine weitere Effizienzsteigerung möglich ist. In Summe können über die entwickelten Konzepte auf der GDRM-Anlage Bergisch Gladbach ca. 646.000 kWh pro Betriebsjahr eingespart werden, was einer Energieeinsparung von fast 33 %, gegenüber dem konventionellen Betrieb mit einer zentralen Erdgasvorwärmung, entspricht. Die jährlichen Heizgaskosten reduzieren sich um ca. 19.380,00 €. Durch eine ganzheitliche Planung und die Kombination der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und des notwendigen Heaterersatzes konnte diese Effizienzsteigerung mit einer geringen Mehrinvestition von 41.900 € umgesetzt werden.

Aufgrund der deutlichen Effizienzsteigerung mittels der relativ geringen Mehrinvestitionen bei einer Sanierung der Erdgasvorwärmung wurde das zweistufige Vorwärm-Konzept bereits auf zwei weiteren GDRM-Anlagen der Thyssengas GmbH umgesetzt.

Strukturierung und Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur Implementierung eines Energiemanagementsystems bei einem Großklinikum

Frank Rawe M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Franz Beckmann M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

22. Dezember 2015

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

eta.hoch.zwei GmbH



Um umfangreiche Umbau- und Sanierungsmaßnahmen sowie gebäudebetriebliche Aufgabenstellungen fremd zu vergeben und umzusetzen, suchte und fand das in dieser Arbeit behandelte Großklinikum einen starken Partner im Bereich des Facility Managements. Die vereinbarte, vertragliche Grundlage ist ein Öffentlich-Privater Partnerschaftsvertrag (ÖPP-Vertrag), welcher seitens des Großklinikums verfasst wurde. Unter Berücksichtigung der Vorgaben dieses Vertragswerkes stellt der Auftragnehmer seit 2015 über eine Vertragslaufzeit von 30 Jahren den Gebäudebetrieb für einen Teil des Großklinikums sicher und setzt gleichzeitig notwendige Bau- und Sanierungsmaßnahmen um.

Die komplexen Themenbereiche des genannten Vertrages beinhalten auch Anforderungen welche sich auf die Umsetzungen eines Energiemanagementsystems (EnMS) beziehen. Obwohl es keine vertragliche Anforderung ist, die ISO 50001 als EnMS einzuführen, wurde seitens des Auftragnehmers entschieden, dieses System als Grundlage zu nehmen um die Anforderungen des Vertrages umzusetzen. Daraus ergab sich die Aufgabe der Thesis, eine Strukturierung und Bewertung des vertraglich geforderten Energiemanagements mit den jeweiligen Vorgaben der ISO 50001 sowie anderen relevanten Normen vorzunehmen. Als Ergebnis werden Beziehungen der vertraglichen und normbezogenen Anforderungen aufgedeckt und darauf aufbauend praktische Handlungsempfehlungen gegeben. Die praktische Umsetzung dieser Strukturierungs- und Bewertungsaufgaben wurde in Form einer Datenbank im Excel-Format realisiert.

Die entwickelte Datenbank ordnet die vertraglichen Anforderungen den einzelnen Themenbereichen der ISO 50001 zu. Aus den zusammengefassten Anforderungen ergeben sich schließlich die in einer Datenbank aufgelisteten, themenbezogenen Aufgaben. Durch gesetzte Querverweise lässt sich schließlich nachvollziehen, welche Aufgaben vertraglich gefordert und welche eine Anforderung seitens der involvierten Normen sind. Ein ergänzendes Dokument enthält schließlich eine ausformulierte Bewertung und Handlungsempfehlungen zu den in der Datenbank genannten Aufgabenstellungen.

Die erstellte Thesis dient folglich als Basis für den Aufbau des Energiemanagementsystems. Gleichfalls ist sie als Nachschlagewerk für die einzelnen Themengebiete nutzbar und stellt die Basis für ein Grobkonzept dar. Die Herangehensweise zur Umsetzung von Aufgaben wird in der Handlungsempfehlung erläutert und gleichermaßen begründet. Somit ist auch die Frage des Ursprungs der genannten Aufgaben enthalten.

Die einfache Zuordnungsmöglichkeit zum ÖPP-Vertrag oder den involvierten Normen liefert weiter die Grundlage für eine Bewertungsstruktur und Prioritätenbildung. Durch die Aufteilung der Aufgabenpakete können zudem Verantwortungsbereiche geschaffen werden, was zum Beispiel ausschlaggebende Informationen für die Personalplanung liefert. Zudem dient die Datenbank dem Auftragnehmer als Argumentationsgrundlage gegenüber dem Großklinikum. Nicht zuletzt werden Besonderheiten des zugrundeliegenden ÖPP-Vertrages aufgezeigt und die damit in Verbindung stehenden, möglichen Risiken erkannt.

Jens Rebinski B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

09. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Umwelttechnik

Durch die Energiewende, also den Umschwung von konventionellen Kraftwerken hin zu regenerativen Energiequellen werden wir vor ein großes Problem gestellt. Die Leistungsbereitstellung durch regenerative Energiequellen unterliegt in der Regel starken Schwankungen. Bei der Gewinnung von Wind- und Solarstrom kann in der Nacht bzw. während windschwacher Zeiten keine Energie zur Verfügung gestellt werden. Hieraus können in Kombination mit dem Rückbau der konventionellen Kraftwerke Versorgungsengpässe entstehen. Um dies zu verhindern müssen gleichzeitig mit dem Ausbau auch große Speicherkapazitäten geschaffen werden, um zu Zeiten der Überproduktion die Energie speichern zu können.

Dieser Umbruch zu regenerativen Energien sollte nicht nur bei unserer Stromversorgung stattfinden, sondern auch im Bereich der Mobilität ist ein Umdenken hin zu alternativen Antriebsmöglichkeiten wichtig. Zum einen um im Bereich Verkehr aktiv durch Reduzierung des CO₂-Ausstoßes dem Klimawandel entgegen zu wirken. Zum anderen neigen sich auch unsere Erdölvorkommen allmählich dem Ende zu.

Power to Gas ist eine Methode, die zur Stromwandlung genutzt werden kann. In diesem Verfahren wird überschüssiger Strom zum Betreiben eines Elektrolyse-Verfahrens genutzt, um damit Wasserstoff zu erzeugen. In einem weiteren Prozessschritt kann der Wasserstoff mithilfe von CO₂ zu synthetischem Methan weiterverarbeitet werden. Die durch dieses Verfahren hergestellten Brenngase sind speicherbar und können bei Versorgungsengpässen wieder verstromt werden. Alternativ stellen Wasserstoff und Methan jedoch auch umweltschonende Kraftstoffe dar, die besonders aussichtsreiche Anwendungsmöglichkeiten für unsere Mobilität darstellen.

Um eine Nutzung dieser Kraftstoffe effizient umsetzen zu können, muss eventuell auch eine Veränderung der Antriebssysteme unserer Kraftfahrzeuge vorgenommen werden. Somit wird auch thematisiert, welche Antriebe hierfür in Frage kommen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist folglich, einen möglichen Lösungsansatz der Speicherthematik mit der regenerativen Kraftstoffversorgung für unseren Verkehr zu verknüpfen.

Zunächst musste hinterfragt werden, ob die Power to Gas Technik in Zukunft überhaupt über eine Existenzberechtigung verfügen wird. Es wurde bewiesen, dass auf nationaler Ebene nur die Power to Gas Technik eine ausreichende Speicherkapazität bieten kann, um die fluktuativen Schwankungen der EE auch bei einer Ausbaustufe von 80 % garantieren zu können.

Aus diesem Grund wird die Technologie zur Umsetzung der Energiewende eine maßgebliche Rolle spielen.

Da zur Realisierung einer Speichertechnologie der wirtschaftliche Aspekt einen wichtigen Punkt darstellt, wurde zunächst hinterfragt, ob ein ökonomischer Betrieb darstellbar ist. Das Ergebnis ist, dass derzeit noch kein wirtschaftlicher Betrieb einer Power to Gas Anlage möglich ist. Bei der genauen Erklärung der Techniken zur Elektrolyse und Methanisierung konnte jedoch belegt werden, dass noch ein erhebliches Entwicklungspotenzial besteht. Durch eine höhere Anlagenauslastung, Senkung der Investitionskosten und Verbesserung des Wirkungsgrads könnte in Zukunft ein wirtschaftlicher Betrieb umgesetzt werden.

Eine besondere Chance konnte in der Verwendung des synthetischen H₂ und CH₄ als Kraftstoff nachgewiesen werden. Die Nutzung als Kraftstoff verspricht einen erhöhten Erlös sowie ein großes Potenzial auch im Bereich der Mobilität einen Beitrag gegen den Treibhauseffekt zu leisten. Es wurde betrachtet, welche umweltfreundlichen Kraftstoffalternativen insgesamt zum Ersatz von fossilen Energieträgern für unseren Verkehr verfügbar sind.

Hierbei stellte sich ein erhebliches Potenzial der im Power to Gas Prozess hergestellten Kraftstoffe, sowie der Biokraftstoffe heraus. Jedoch wurde auch aufgezeigt, dass eine Dekarbonisierung des Verkehrssektors nur schrittweise und in Kombination mit der Elektromobilität umsetzbar ist.

Um die Power to Gas Kraftstoffe H₂ und CH₄ nutzen zu können, werden auch geeignete Antriebstechniken, sowie eine gut ausgebaute Infrastruktur benötigt. Beim Vergleich der Antriebstechniken konnte bewiesen werden, dass die Kraftstoffe sich am wirkungsvollsten im gasförmig komprimierten Zustand in Brennstoffzellen bzw. modifizierten Ottomotoren einsetzen lassen. Die anschließende Betrachtung der benötigten Infrastruktur ergab, dass diese für synthetisches Methan bereits besteht, der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur jedoch eine komplexe Aufgabe darstellt.

Insgesamt stellt die Power to Gas Methode eine aussichtsreiche Technologie dar, die nicht nur zu unserer zukünftigen Energiespeicherung, sondern auch einen erheblichen Anteil zu einer umweltschonenden Kraftstoffversorgung beitragen kann.

Dennis Rosenbohm B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.- Ing. Hendrik Kaczorek

Datum des Kolloquiums:

13. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluftechnik, Kältetechnik

In Kooperation mit:

domotech planungsgesellschaft mbh, Bünde



Ziel und Zweck der vorliegenden Ausarbeitung war es, ein Konzept zur energetischen Optimierung der RLT-Anlagen in einem Krankenhaus herauszuarbeiten und über eine wirtschaftliche Betrachtung zu bewerten. Zunächst wurde eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Anlagen durchgeführt. Dafür wurden die technischen Daten der Anlagen aufgenommen. Über eine Luftmengenmessung an den Anlagen und eine Berechnung des Energieverbrauchs in Form von Wärme, Kühlung und Strom wurde der IST-Zustand der Anlagen ermittelt und mit dem PLAN-Zustand verglichen. Über die dadurch gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Konzept zur Optimierung der Anlagen ermittelt und beschrieben sowie über eine Kosten- und Einsparungsermittlung wirtschaftlich miteinander verglichen. Am Schluss wurde das Ergebnis erläutert und eine Handlungsempfehlung beschrieben.



Abbildung 7: Oben: Zu- und Abluftgerät Baujahr 1992;
Unten: Zu- und Abluftgerät Baujahr 1969

Zu dem oben genannten Zweck wurden zwei Konzepte zur Optimierung herausgearbeitet, wobei jedes Konzept Vor- und Nachteile hat.

Das erste Konzept sieht den Austausch der Zuluft-Ventilatoren und Abluftanlagen vor. Hierdurch werden Einsparungen am Stromverbrauch erzielt und die Investitionskosten zur Umsetzung dieses Konzeptes fallen nicht so hoch aus.

Das zweite Konzept beinhaltet eine Optimierung der Luftmengen der Anlagen auf Grundlage der DIN 1946-4 und der DIN EN 13779 im Zusammenhang mit einer Erneuerung der Zuluft-Ventilatoren und Abluftanlagen. Zusätzlich zum ersten Konzept sollen die Zuluft-Anlagen des Baujahres 1969 komplett erneuert werden. Durch diese Maßnahmen werden höhere Einsparungen bei dem Stromverbrauch erzielt, da aufgrund der Luftmengenanpassung die Druckverluste im Kanalnetz und in den Geräten reduziert werden. Des Weiteren werden durch die Luftmengenanpassung die Kosten für Lufterwärmung und Luftkühlung reduziert.

Eine Handlungsempfehlung aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht würde das zweite Konzept vorziehen, da dort die Einsparabschätzung am größten und die Amortisationszeit geringer als beim ersten Konzept ist. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass sich die berechneten Luftmengen nur auf die genannten Normen und die Berechnungen der Energieverbräuche auf theoretische Verfahren beziehen, woraus eine Ungenauigkeit entsteht. Die Umsetzung dieses Konzeptes sollte erst nach Abstimmung mit der hygienischen Abteilung erfolgen, um mögliche Forderungen der Hygiene und des Nutzers zu berücksichtigen.

Sofern vom Krankenhaus höhere Luftmengen gefordert werden, müssten die Berechnungen auf die neuen Luftmengen angepasst werden; dadurch würden sich andere Einsparungen einstellen, die dann nochmals mit dem ersten Konzept verglichen werden würde.

Letztendlich bleibt die Erkenntnis, dass sich mit jedem der beiden herausgearbeiteten Konzepte deutliche Energieeinsparungen an den RLT-Anlagen ergeben könnten. Demnach würde sich das erste Konzept im 5. Jahr rentieren und das zweite Konzept bereits im 3. Jahr.

Die Entscheidung, welches Konzept umgesetzt wird, wird auch stark vom Investitionsplan des Betreibers abhängig sein, da die Abschätzung der Investitionskosten des 1. Konzeptes bei ca. 160.000 € liegen und bei dem 2. Konzept bei ca. 270.000 €.

Entwicklung und Aufbau eines Versuchsstandes zur Untersuchung von Druck- und Temperaturunterschieden an einem Verbraucher in Stockwerksleitungen

Christian Röser B. Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Frank Kasperkowiak

Datum des Kolloquiums:

22. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Viega GmbH & Co. KG, Attendorn



Druckunterschiede in Kalt- und Warmwasserleitungen, die beispielsweise beim Öffnen einer zweiten Auslaufarmatur in einer Stockwerksleitung entstehen, führen zu Temperaturveränderungen, die vom Benutzer, z. B. beim Duschen, negativ wahrgenommen werden; hier entstehen Einbußen im Komfort. Durch Gerichtsurteile und technische Merkblätter werden diese Vorkommnisse als ein in der Bauart begründetes technisches Problem anerkannt.

Um Einflussgrößen bestimmen und Ursachen erklären zu können, sollte ein Versuchsstand konzipiert und aufgebaut werden, mit Hilfe dessen eine Untersuchung aller beteiligter Parameter stattfinden kann. Dabei sollten verschiedene Rohrmaterialien und -größen zum Einsatz kommen und unterschiedliche Installationsformen vorgesehen werden, um deren Einfluss auf Druck- und Temperaturänderungen analysieren zu können.

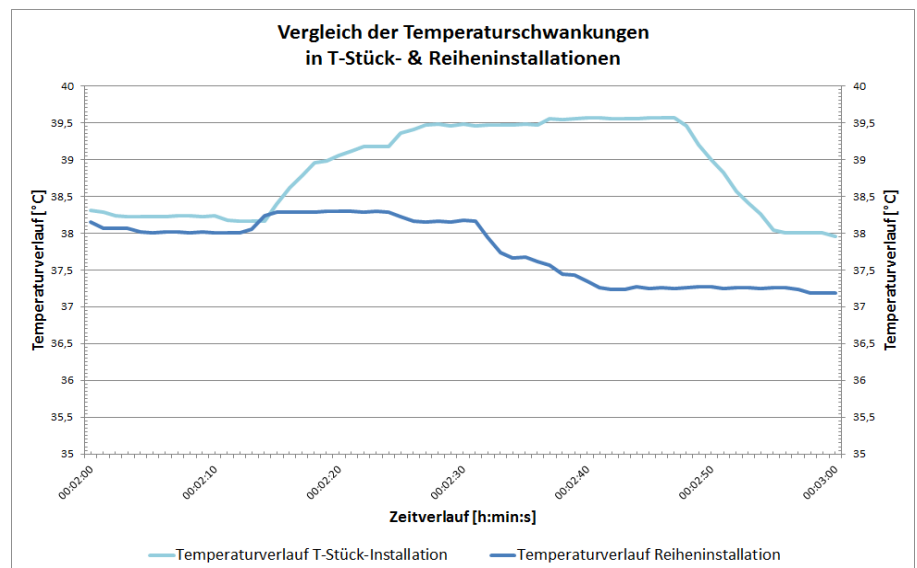
Beim Bau des Versuchsstandes sind in der Sanitärtechnik bekannte Normen und Richtlinien berücksichtigt worden, sodass die Bewertung aller möglichen Anordnungen und Installationsformen eine relevante Verbindung zu den in der Praxis verbreiteten allgemein anerkannten Regeln der Technik darstellen kann. Dabei wurde untersucht, welche Ausstattungsmerkmale und Bewegungsflächen ein typischer Sanitärraum aufweist. Die Techniken der Rohrleitungsführung, um Sanitärobjekte mit der Trinkwasserleitung zu verbinden waren ebenfalls Teil der Untersuchung und Vorplanung. Für den Versuchsstand wurde eine „einfache Sanitärausstattung“ nach VDI 6000-1 ausgewählt und als Verbindungstechnik die häufig in der Praxis angewendeten „T-Stück-“, „Reihen-“, und „Ringinstallationen“ vorgesehen.

Für die statistische Versuchsplanung war es wichtig, sowohl die Anzahl an möglichen Messungen zu ermitteln als auch einen Ablaufplan für künftige Untersuchungen zu generieren. Dafür wurden zuerst mit Hilfe der Kombinatorik die Permutationen der 5 vorhandenen Sanitärgegenstände ohne Wiederholung, aufgestellt und die Anzahl der möglichen Messungen auf den sich ergebenden Aufbauten ermittelt. Die sich ergebende Anzahl an Messungen pro Installationsart und Rohrgröße wurde in ein systematisches Messprotokoll übernommen und mit Vorlagen zur Auswertung versehen.

In der weiteren Konzeptionierung des Versuchsstandes wurden Ablaufpläne für den Messvorgang und den Tausch der einzelnen Gegenstände in Form von Teilstrecken erstellt; hier wurde auch eine Vorlage für eine Messnotiz entwickelt, mit Hilfe derer wichtige Zeitpunkte während eines Messvorgangs für die weitere Datenverarbeitung festgehalten werden können.

Nach Ausstattung des Versuchsstandes mit entsprechender Messtechnik und dem Anschluss eines mobilen Speichers für die Warmwasserversorgung der Duscharmatur um druckbedingte Temperaturabweichungen möglichst genau erfassen zu können, wurden erste vergleichende Messungen durchgeführt. Hierbei wurde die Betriebsfähigkeit der Komponenten getestet und ein erster Eindruck der unterschiedlichen Messwerte bei verschiedenen Installationen gewonnen. Verglichen wurden dabei die T-Stück- und Reiheninstallation mit dem Verbraucher „Dusche“ in Fließrichtung gesehen an Position 3 und dem zweiten Verbraucher „Waschtisch“ in Fließrichtung gesehen an Position 1.

Die auf 38 °C eingestellte Mischwassertemperatur an der Dusche gehörte ebenso zu den festgelegten Randbedingungen wie die Vorgabe, dass sich, um Abweichungen möglichst genau erfassen zu können, ein stationärer Zustand in der Anordnung einstellen soll. Nach der Erfüllung der Vorgaben konnte die zweite Armatur geöffnet und nach kurzer Zeit wieder geschlossen werden. Die hierbei entstehenden Abweichungen der Mischwassertemperatur wurden von der MSR-Software aufgezeichnet. Der spätere Vergleich beider mit unterschiedlichen Installationsformen durchgeführten Messungen ergab einen ersten Hinweis auf einen Einfluss der Art der Rohrleitungsführung auf die druckbedingte Temperaturabweichung. Dieser Zusammenhang soll mit Hilfe des erstellten Versuchsstandes, der konzipierten Ablaufpläne und den vorbereiteten Messprotokollen sowie Dateivorlagen bestätigt und quantitativ genauer bestimmt werden.



In der Abbildung ist der sprunghafte Anstieg, der auslaufenden Mischwassertemperaturen bei 2:15 min. zu erkennen.

Die unterschiedliche Größe des jeweiligen Ausschlages lässt sich auf die unterschiedliche Druckverteilung der verschiedenen Installationsformen zurückführen, die künftig mit weiteren Versuchen genauer beschrieben werden soll.

Planung einer Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung in einer ländlichen Schule in La Paz - Bolivien

Natalia Claros Ruiz B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

28. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

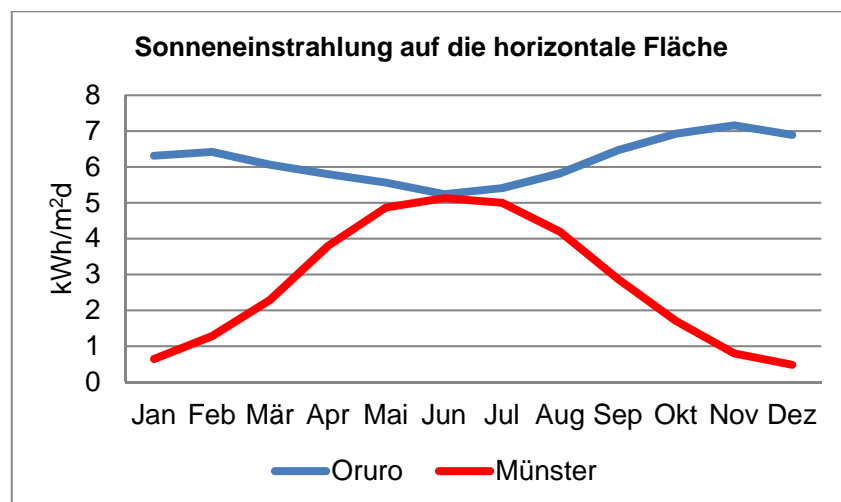
In Kooperation mit:

Programa Electricidad para Vivir con Dignidad - PEVD (Elektrizität für das Leben mit Würde), La Paz - Bolivien



Bolivien ist ein großes Land mit wenig Bevölkerung. Nicht alle Bolivianer haben Zugang zur Elektrizität. Deswegen hat die bolivianische Regierung verschiedene Programme erschaffen den niedrigen Lebensstandard zu bekämpfen. Ein Programm ist das PEVD, Abkürzung auf Spanisch für Elektrizität für das Leben mit Würde. Das Programm plant Stromprojekte für ländliche Schulen und kleine Gesundheitseinrichtungen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Photovoltaikanlage für die ländliche Schule Playa Vinto mit 50 Schülern in der Gemeinde Calacoto in La Paz zu planen. Das Ziel dieses Projektes ist die erfolgreiche Installation des Photovoltaiksystems mit dem PEVD zu erreichen.

Das Solarpotential in Bolivien ist allgemein sehr hoch. Es variiert natürlich von Region zu Region. Zum Vergleich des Solarpotentials zeigt das folgende Diagramm die Sonneneinstrahlung auf die horizontale Fläche in kWh/m² pro Tag von Münster in Deutschland und der Stadt Oruro in Bolivien. Die Simulation wurde mit dem Programm PV SOL Premium 2016 durchgeführt. Man kann ganz deutlich sehen, dass die blaue Linie von Oruro immer oberhalb der Werte von Münster liegt. Sogar der höchste Wert von Münster im Sommermonat Juni ist nicht höher als der niedrigste Wert im Winter in Oruro im gleichen Monat.



Die Schule Playa Vinto hat einen jährlichen Strombedarf von 4.931 kWh. Die optimale Neigung der PV-Module ist 20 °. Der Azimutwinkel ist 0 °. Mit dieser Einrichtung ist die entsprechende jährliche Einstrahlung auf der geneigten Fläche 2.257 kWh/m². Die Anlage wird aufgeständert das heißt, alle PV-Module werden wegen der fehlenden Stabilität auf den Dächern der Schule am Boden befestigt. Insgesamt werden 24 Module auf 4 Stränge, mit je 6 Modulen in Reihe verschaltet. Die Anlage hat eine Peakleistung von 5,78 kW_p und eine Modulfläche von 39 m². In jeden Strang wird ein Wechselrichter installiert. 5 Batterien werden parallel verschaltet mit einer gesamten Batterieenergie von 32 kWh. Die Speichereinheit kann 1,9 Tage die benötigte Energie an die Schule liefern.

Die gesamte Investition der Anlage beträgt 50.000 US\$ und die jährlichen Kosten des Stromverbrauchs betragen 490 US\$ in der Schule. Mit diesem günstigen Tarif für das ländliche Gebiet in Bolivien würde die Anlage sich niemals amortisieren. Obwohl die PV-Anlage relativ teuer ist, ist es nur ein Bruchteil gegenüber der Erweiterung des öffentlichen Stromnetzes. Die Erweiterung des öffentlichen Stromnetzes kostet schätzungsweise 2,6 Mio.US.

Technisch gesehen, bekommt die PV Anlage jährlich eine vorteilhafte Einstrahlung auf die geneigten PV-Module auf dem bolivianischen Hochland. Das gesamte System hat einen Wirkungsgrad von 43,7 % mit den ausgewählten hochwertigen Komponenten und eine Lebensdauer von 20 Jahren. Aus der wirtschaftlichen Betrachtung ist die Investition zwar teuer, aber es wurde demonstriert, dass die PV-Anlage die günstigste und beste Alternative zur Stromerzeugung in der Playa Vinto Schule ist.

Wesentlicher Beitrag dieser Arbeit ist, dass alle Berechnungen für andere Schulen, Gesundheitseinrichtungen und sogar für Gemeinden übernommen werden können. Man könnte auch Photovoltaikkraftwerke bauen und Strom in das elektrische Netz einspeisen. Auf diese Weise könnten fossile Brennstoffe in Bolivien ersetzt werden. Es ist auch wichtig anzumerken, dass die natürliche Umwelt der Region nicht verändert wird, da das PV-System in der Schule implementiert wird. Es gibt keine Umweltunverträglichkeit. Elektrizität wird eine enorme Auswirkung auf die Ausbildung und das Leben der Studenten haben.

Elektrizität und Technologie spielen eine entscheidende Rolle in der Bildung der Schüler und deshalb wird es eine neue Tür zu neuem Wissen und unterschiedlichen Erfahrungen sein.

Vergleich unterschiedlicher Systeme zur Trinkwassererwärmung unter Berücksichtigung von energetischen und hygienischen Aspekten in einem Mehrfamilienhaus

Mathias Rymer M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Ivan Berlizev M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

02. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Sanitäre Haustechnik



Für ein neu zu errichtendes Mehrfamilienhaus mit 37 Wohneinheiten soll das geeignetste Trinkwarmwassersystem anhand von drei Varianten bestimmt werden. Dabei gilt es neben der Einhaltung der Trinkwasserhygiene auch die energetischen Aspekte zu berücksichtigen. Durch Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) werden die Wärmeverluste von neu zu errichtenden Gebäuden immer weiter verringert, sodass der Energiebedarf für die Gebäude immer weiter sinkt. Der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung bleibt jedoch unverändert, weil dieser von den Warmwassertemperaturen abhängt. Hierdurch steigen die energetische Gewichtung und die Leistungsanforderung für das Warmwasser anteilig.

Zunächst wird näher auf die Trinkwasserhygiene und die im Wasser lebenden Legionellen eingegangen. Die Einhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs von Trinkwasser-Installationen besagt einen regelmäßigen Wasseraustausch des Rohrleitungsinhalts innerhalb von 72h sowie die Einhaltung von Trinkwassertemperaturen. Bei Trinkwasser kalt liegt diese bei $< 25^{\circ}\text{C}$ und bei Trinkwasser warm werden in Abhängigkeit der Anlagengröße bei Großanlagen $\geq 60^{\circ}\text{C}$ bzw. bei Kleinanlagen $> 50^{\circ}\text{C}$ empfohlen. Der Wasseraustausch und die Temperaturen gilt es einzuhalten, denn bei Nichteinhaltung können sich Legionellen im Wasser übermäßig vermehren. Die Verdopplungszeiten von Legionellen liegen bei drei bis vier Stunden im Temperaturbereich von $30\text{--}50^{\circ}\text{C}$. In Deutschland infizieren sich schätzungsweise 20.000-32.000 Personen jährlich mit Legionellen, davon verlaufen bis zu 15% tödlich. Die Reduktionszeit der Legionellen ist wiederum von der Temperatur abhängig. Ab einer Wassertemperatur von 55°C sterben Legionellen innerhalb von 20 Minuten ab. Umso höher die Temperatur, desto schneller findet die Legionellenreduktion statt. Darum gilt es den bestimmungsgemäßen Betrieb einzuhalten.

Im weiteren Verlauf werden die drei Varianten vorgestellt, mit denen die energetische Untersuchung durchgeführt wird. Bei der ersten Variante handelt es sich um einen zentralen Trinkwasserspeicher der mittels Speicherladesystem erwärmt wird. Der Trinkwasserspeicher versorgt über ein zentrales Rohrleitungssystem alle Wohneinheiten mit warmem Wasser. Das warme Wasser wird bei dieser Variante auf Vorrat gespeichert. Bei der zweiten und dritten Variante werden dezentrale Systeme vorgesehen. Das heißt, dass in jeder

Wohneinheit ein Wassererwärmer benötigt wird.

Die zweite Variante erwärmt das Wasser im Durchfluss über sogenannte Frischwasserstationen. Hier wird das Trinkwasser über einen Wärmetauscher und Heizwasser erst bei Bedarf erwärmt. Für das Heizungswasser wird ein zentrales Rohrleitungssystem benötigt. Die dritte Variante erwärmt das Wasser ebenfalls im Durchfluss, hier wird die Erwärmung jedoch mit elektrischem Strom durchgeführt. Somit entfallen bei dieser Variante das zentrale Rohrleitungssystem.

Für die energetische Untersuchung des Gebäudes werden zunächst die Energiemengen für die tägliche Trinkwassererwärmung ermittelt. Je nach Variante fallen Wärmeverluste für die Verteilung und Speicherung des Warmwassers an, um diese auszugleichen, kommen größere Energiemengen zustande. Weiter wird Energie für die Umwälzpumpen benötigt, damit das Wasser verteilt werden kann. Der gesamte Energiebedarf wird für alle Varianten ermittelt. Anhand der Energiebedarfe können der Primärenergiebedarf und die jährlichen Energiekosten kalkuliert werden. Um die Wirtschaftlichkeitsberechnung anhand der Annuitätenmethode durchführen zu können werden zusätzlich für alle Varianten die Investitionskosten ermittelt. Als Resultate der energetischen Untersuchung erhält man mehrere Ergebnisse bei denen die Varianten unterschiedlich gut abschneiden.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt. Dabei werden die Varianten untereinander verglichen und somit können die Stärken und Schwächen daraus abgeleitet werden. Hierdurch erkennt man, dass es keine Variante gibt die eindeutig ausgewählt werden kann. Wichtig ist den Einsatzort der Anlage zu kennen und die dafür günstigste Variante zu wählen.

Betrachtung	Variante 1 zentraler Trinkwasserspeicher	Variante 2 dezentrale durchfluss- Trinkwassererwärmer	Variante 3 dezentrale elektrische Durchlauferhitzer
Wärmebedarf	o	o	++
Strombedarf	++	++	o
Primärenergiebedarf	++	++	o
Investitionskosten	+	o	++
Energiekosten	++	+	o
Betriebskosten	+	o	++
Wirtschaftlichkeit	++	o	++
Hygiene	+	++	++

Legende:

++	optimale Eigenschaften
+	positive Eigenschaften
o	schlechte Eigenschaften

Einführung eines CAFM Gebäudeinstandhaltungsmoduls unter Betrachtung der gesetzlichen Grundlagen und der Schnittstellen zwischen Management und Dienstleister am Beispiel eines Industrieunternehmens

Patrick Schlüter B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Heinz Braunst

Datum des Kolloquiums:

26. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold



In Anbetracht des hohen Anteils von bis zu 50 Prozent am Gesamtanlagevermögen von Unternehmen, müssen die Immobilien und gebäudetechnischen Anlagen, sowie die damit verbundenen Prozesse und Maßnahmen, immer präziseren Erhebungen und Auswertungen, im Rahmen des Facility Managements, gerecht werden.

Als Motivation werden Optimierungsbedarfe und -erfolge angeführt, durch die nicht zuletzt Kosteneinsparungen erwartet werden. Die Dimension der Bruttowertschöpfung in der FM Branche, lässt sich an seinem Anteil von fast 5 % am Bruttoinlandsprodukt erkennen. Damit ist dieser Wirtschaftszweig größer als die Automobilindustrie, der Maschinenbau und das Baugewerbe.

Dem Gebäudemanagement vieler Unternehmen wurde lange Zeit wenig Beachtung geschenkt. Als sekundäre Unternehmensdisziplin generiert sie Kosten. Seit dem Aufkommen von IT Systemen am Anfang der 1990er Jahre werden auch im Facility Management Softwareprodukte zur Bewirtschaftung von Immobilien und Verwaltung gebäudetechnischer Anlagen eingesetzt, um die Abläufe und Anlageninformationen besser überwachen zu können. An diese Stelle tritt zunehmend ein zentrales Computer-Aided Facility Management (CAFM). Im Gegensatz zu monofunktionaler Software, ermöglicht CAFM die ganzheitliche Informations- und Kommunikationserfassung dieser Unternehmensdisziplin und lässt zu jeder Zeit Auswertungen, Interpretationen und Folgerungen zu, wodurch die enormen Werte von Gebäudeanlagen erhalten und die Kosten für die Bewirtschaftung minimiert werden.

Das im Jahre 1850 als C.A. Weidmüller gegründete Unternehmen war lange Zeit in der Textilbranche tätig und gestaltete 1943 die Produktpalette um. Mit der AEG wurden fortan elektrische Verbindungen, allen voran die s. g. Staffelleklemme entwickelt. Die heutige Weidmüller Interface GmbH in Detmold beherrscht als Unternehmen der Elektroindustrie den Markt der Industrial Connectivity. Neben Verbindern und Übertragungstechnologien werden heute sowohl Interfaces, als auch Gehäuse, Werkzeuge und industrielle Identifikationssysteme entwickelt. Neben dem Hauptsitz mit seinen 12 Liegenschaften, werden in über 80 Ländern Vertretungen unterhalten und ca. 4.800 Mitarbeiter beschäftigt.

Durch die Einführung von CAFM im Weidmüller Facility Management werden die bisherigen Strukturen und Abläufe grundlegend neu abgebildet. Der Einführungsprozess bindet dabei über einen langen Zeitraum viel Personal. Im Besonderen erfordert das Instandhaltungswesen zusätzliche Überlegungen. Da CAFM hauptsächlich ein hochspezialisiertes Softwaretool darstellt, ist besonders die Benutzung durch nicht versierte Mitarbeiter kritisch zu sehen. Gerade im Einführungszeitraum muss Personal daher intensiv für die Arbeit an der Datenbank geschult werden. Fehlbedienungen können starke Auswirkungen auf die Qualität der Daten und den Nutzen von CAFM insgesamt haben. Mit einer hohen Präzision von Datensätzen geht auch ein erhöhter Datenpflegeaufwand einher. Die Auswahl der tatsächlich wichtigen Informationen ist daher wesentlich für den Erfolg von CAFM. Weiterhin stellen gesetzliche und normative Rahmenbedingungen hohe Ansprüche an die computerunterstützte Instandhaltung von gebäudetechnischen Systemen. Die Gebäudeinstandhaltung setzt sich aus zwei Kernbereichen zusammen:

Planbare Instandhaltung umfasst den Bereich der Wartungen und Inspektionen an technischen Objekten. Der hohe Individualisierungsgrad der Anforderungen zu einer Anlage macht den Überblick kompliziert. Solche Vorgaben sind bezüglich Sicherheit, Gesundheit, energetischer oder technischer Notwendigkeit unterschiedlich präzise und umfangreich formuliert und oftmals als bindend anzusehen. Das CAFM ermöglicht die Verknüpfung der Anlagen an Regelwerke, womit die Verbindung hergestellt wird. Erfahrungen aus Vorgängerprozessen, Einbeziehung von Tätigkeitsbeschreibungen und konsequente Nutzung und Pflege der Anlageninformationen machen planbare Instandhaltung im Bezug auf die Ressourcen besser kalkulierbar. Der große Vorteil von CAFM liegt in der Benachrichtigung zu Ereignissen und in der Kommunikation zwischen den Auftraggebern im Gebäudemanagement, internen Mitarbeitern und Dienstleistern.

Im Meldewesen, der Verarbeitung von nicht planbaren Ereignissen, wird diese Stärke ebenfalls genutzt. Mitarbeiter können über unterschiedliche, der Kompetenz angepasste Portale Instandsetzungsbedürfnisse mitteilen. Meldungen werden in Vorgänge des Gebäudemanagements überführt. Eine präzise Kalkulation der Tätigkeiten, Mitarbeiter, Materialien und Kosten ist möglich und direkt aus den Meldungsinformationen heraus zu generieren. Die Kommunikation funktioniert nach standardisiertem Muster. Alle Vorgänge bleiben präsent und werden mit Priorität gelistet.

Durch Reportingtools und Auswertungen der Datenbankinformationen ist es möglich, Ressourcenverbräuche, Wirtschaftlichkeit und Optimierungserfolge im Bezug auf einzelne Anlagen, Gewerke, Gebäude, etc. zu bewerten.

Christian Schmidt M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
 Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

12. Mai 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Umwelttechnik
 Labor für Hydraulik und Stadthydrologie


Die Regelungen zum zukünftigen Umgang mit Niederschlagsabflüssen verfolgen die Einhaltung zweier Zielgrößen. Dies ist zum einen der Erhalt bzw. die Wiederherstellung des natürlichen, lokalen Wasserhaushalts, zum anderen die Reduzierung der aus der Siedlungsentwässerung stammenden Emissionen. Durch die Verringerung der Beeinträchtigungen des lokalen Wasserhaushaltes in bebauten Gebieten wird gleichzeitig eine Reduzierung der Oberflächenabflüsse erreicht, da im Vergleich zum bebauten Zustand höhere Verdunstungs- und Versickerungsraten gewährleistet werden. Durch die geringeren Oberflächenabflüsse erfolgt gleichzeitig eine hydraulische Entlastung der Gewässer.

Trennsysteme weisen neben dem Vorteil einer separaten Ableitung unterschiedlich verunreinigter Abflüsse einen bislang noch kaum beachteten Nachteil auf: Es besteht die Gefahr von Fehleinleitungen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Schmutzwassereinleitungen von Gebäuden, oder um Verbindungen zwischen Schmutz- und Regenwasserkanalisation um die Schmutzwasserkanalisation gezielt zu entlasten. Durch diese Schmutzwassereinleitungen kommt es neben dem Eintrag von Zehr- und Nährstoffen, Schwermetallen und Mikroschadstoffen auch zur Einleitung von Hygieneartikeln. Dies verursacht sowohl eine ökologische Zusatzbelastung der Gewässer, als auch eine Erschwerung der Niederschlagswasserbehandlung, da Anlagen mit Stoffen beaufschlagt werden, für deren Behandlung sie nicht ausgelegt sind. Im Rahmen dieser Arbeit sollte der Frachteintrag von Schmutzwasserfehlanschlüssen mit Hilfe einer Schmutzfrachtsimulation quantifiziert werden.

Als Modellgebiet wurde ein Einzugsgebiet in Wuppertal ausgewählt (Abb. 1), dessen Oberflächenabflüsse im Rahmen eines Pilotprojektes in eine Großfilteranlage zur Niederschlagswasserbehandlung eingeleitet werden. Die Wahl fiel auf dieses Gebiet, da im Rahmen der Forschungsarbeiten kontinuierliche Messdaten (Niederschlag, Abfiltrierbare Stoffe (AFS), chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)) gesammelt wurden, die zur Kalibrierung und Validierung des Softwaremodells verwendet werden konnten. Gleichzeitig wurden in diesem Gebiet bereits Schmutzwasserfehleinleitungen detektiert und auch behoben. Auf Grundlage dieser Informationen konnten Zusatzbelastungen im Modell parametrisiert und auf das gesamte Stadtgebiet extrapoliert werden.

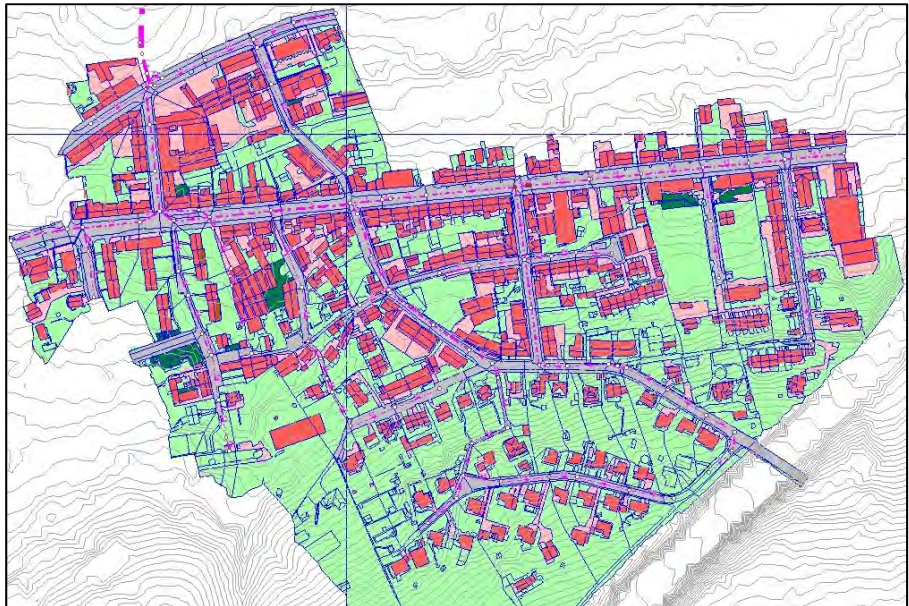


Abbildung 8: Modell des Einzugsgebietes in Kanal++

In Abb. 2 sind die zusätzlichen, durch Fehllanschlüsse verursachten, Frachten zum Zulauf der Filteranlage dargestellt. Die Auswirkungen dieser zusätzlichen Belastungen sind allerdings stark von der Behandlungsart der Niederschlagsabflüsse abhängig. Da Abflüsse von bestimmten Flächenkategorien jedoch nicht behandlungspflichtig sind, besteht die Gefahr, dass Fehleinleitungen auch ohne Behandlung direkt in die Gewässer gelangen können.

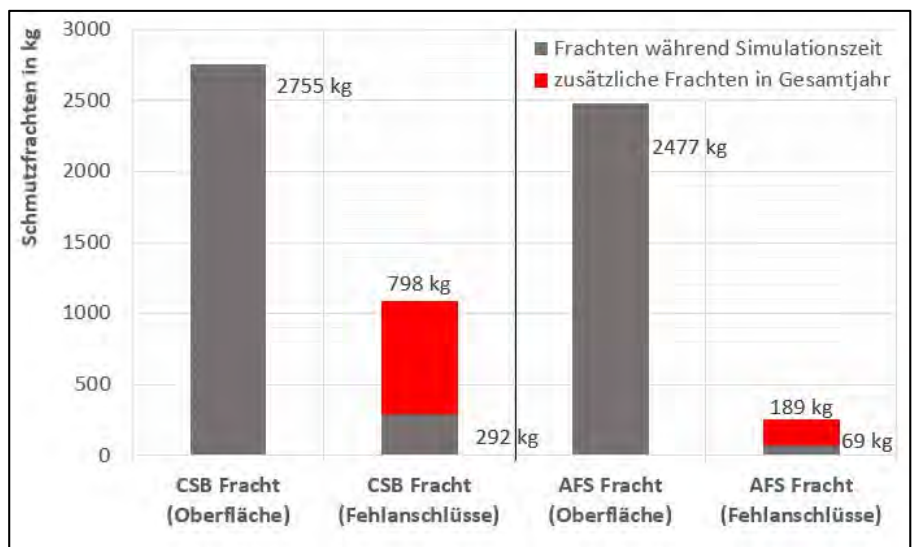


Abbildung 9: Vergleich der Frachten aus Oberflächenabflüssen und zusätzlichen Frachten aus Fehllanschlüssen

Die großflächige Quantifizierung der Zusatzbelastung durch Fehllanschlüsse ist derzeit noch problematisch, da sowohl aufgrund nicht ausreichender Überwachung, als auch durch Probleme bei der Lokalisierung, derzeit keine Datengrundlage zu den Ausmaßen von Fehleinleitungen vorliegt.

Thorsten Schmitz M.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
 Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

14. April 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Umwelttechnik
 Labor für Hydraulik und Stadthydrologie


In Deutschland gibt es fast 4.000 Regenklärbecken, in denen das in der Trennkanalisation abfließende Regenwasser behandelt wird. Die Wirksamkeit ist jedoch stark eingeschränkt. Partikuläre Schmutzstoffe werden, abhängig von der Fließgeschwindigkeit, nur zu etwa 25 % abgetrennt. Gelöste Schadstoffe aus dem Oberflächenabfluss gelangen gänzlich unbehandelt in unsere Gewässer. Von besonderer Relevanz für den Gewässerschutz sind hierbei die gelösten Schwermetalle, welche bis zu 50 % der gesamten Schwermetalle im Oberflächenabfluss ausmachen können.

In dem Forschungsvorhaben „Großfilteranlage In der Fleute“ in Wuppertal wird der Oberflächenabfluss erstmals mit einer technischen Großfilteranlage behandelt. Mit einer Filterfläche von 22,92 m² wird hier der Oberflächenabfluss von 17,3 ha versiegelter Fläche behandelt. Durch oberflächenaktive Filtermaterialien lässt sich, gegenüber klassischen Regenklärbecken, auch der gelöste Anteil der Schadstoffe im Oberflächenabfluss reduzieren.

Herauszufinden welche Filtermaterialien sich dafür besonders eignen und welche Kontaktzeiten in der Filterschüttung notwendig sind um zu einer signifikanten Abnahme der Schadstoffe zu führen, war Ziel dieser Arbeit.

Als Substrate im Test kamen Granuliertes Eisenhydroxid (GEH), zwei Zeolithe, Calcium-Silikathydrat (CSH) und Blähton zum Einsatz. Die Untersuchungen wurden durchgeführt mit einer Lösung mit 2,0 mg/l Zink und 0,5 mg/l Kupfer, welche die größten Schwermetallfrachten im Oberflächenabfluss darstellen. Zunächst wurden in einem Batchversuch die verschiedenen Substrate auf ihre grundsätzliche Eignung zur Schwermetalladsorption untersucht. Anschließend erfolgte ein Säulenversuch in zwei parallel betriebenen Filtersäulen mit Prüfregenspenden von 2,5 l/s-ha, 6 l/s-ha und 15 l/s-ha. Nach dem Batchversuch wurde Blähton aufgrund zu geringer Wirkung im Säulenversuch nicht getestet. Von den vier anderen Substraten wurden jeweils 850 ml Substrat in die Filtersäulen eingebracht und aufgeteilt auf die drei Prüfregenspenden, mit einer Fracht von etwa 133 mg Zink und 33 mg Kupfer beaufschlagt.

Die besten Ergebnisse konnten mit GEH erzielt werden, gefolgt von Zeolith 1, Zeolith 2 und CSH. Die zusammengefassten Rückhalte über die drei Teilprüfungen sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

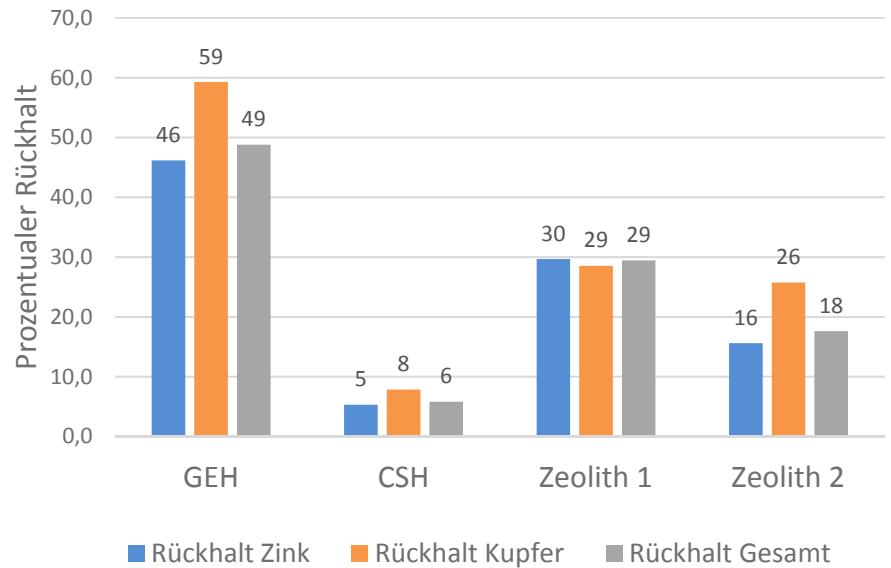


Abbildung 1: Prozentualer Frachtrückhalt im Säulenversuch über alle drei Prüfregenspenden

Es konnte eine deutliche Zunahme der Schwermetallreduzierung mit steigender Kontaktzeit für alle Substrate festgestellt werden. Weiterhin wurde die Rücklösung der Schwermetalle unter Tausalzeinfluss überprüft. Hierbei lag lediglich bei GEH gar keine Rücklösung der Schwermetalle vor. Das wichtigste Ergebnis war jedoch, dass die bestehende Dimensionierung der Anlage „In der Fleute“ ausreichend ist, um zu einer deutlichen Reduzierung der gelösten Schwermetalle im Oberflächenabfluss zu führen. Sodass davon auszugehen ist, dass die technische Regenwasserfiltration in Zukunft eine sinnvolle Alternative zu den etablierten Regenklärbecken und Retentionsbodenfiltern darstellt.



Abbildung 2: Filtersäulen zum Test des Schwermetallrückhalts im Labor für Stadtentwässerung und Hydraulik

Nico Schüdde B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Dipl.-Ing. (FH) Dirk Warnecke

Datum des Kolloquiums:

14. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

ENOVA Energiesysteme GmbH & Co. KG, Bunderhee



Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern ist die Nutzung von Offshore-Windenergie in Deutschland relativ neu. In den 1990er Jahren wurden die ersten Offshore-Windparks (OWP) von Dänemark, Schweden und den Niederlanden errichtet. Seit November 2015 erfolgt der Rückbau des schwedischen OWP „Yttre Stengrund“, er ist damit weltweit der erste Offshore-Windpark, der zurückgebaut wird.

Gegenstand dieser Bachelorarbeit ist der OWP Riffgat. Er liegt 14,5 km nordwestlich vor der ostfriesischen Insel Borkum und somit innerhalb der Zwölf-Seemeilen-Zone der Nordsee. Er wurde 2014 in Betrieb genommen und ans Stromnetz angeschlossen und gehört zu den ersten deutschen Offshore-Windparks. Der OWP Riffgat besteht aus 30 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) des Typs Siemens SWT-3,6-120 und hat eine Gesamtleistung von 108 MW. Als Fundament für die OWEA werden Monopiles eingesetzt. Jedoch werden die OWEA nicht direkt mit dem Monopile verbunden, zwischen ihnen und dem Monopile befindet sich ein Übergangsstück, welches als Transition Piece bezeichnet wird. Ein um die Monopiles aufgeschütteter Kolkschutz soll das Freispülen der Monopiles verhindern. Die 30 OWEA sind parkintern mit 33 Hochspannungs-Seekabeln verbunden und führen zu einer eigenen Umspannplattform auf See. Die bisherigen Projektkosten des OWP Riffgat bei etwa 450 Millionen Euro.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Ermittlung der Rückbaukosten des OWP Riffgat unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen (BImSchG-Genehmigung und ein Nutzungsvertrag zwischen dem Betreiber des OWP und der BRD). Anhand eines Zeitplans werden die erforderlichen Rückbauschritte durch geeignete Schiffe dargestellt. Die eingesetzten Schiffe und die zugehörige SchiffscREW werden über eine vorher festgelegte Tagesrate bezahlt, sodass der Zeitplan die Grundlage für die Berechnung der Rückbaukosten bildet.

Bevor der OWP Riffgat zurückgebaut werden kann muss zunächst der Meeresboden auf Kampfmittelaltlasten untersucht werden. Im Anschluss daran kann der Rückbau der einzelnen Komponenten des OWP Riffgat erfolgen. Erster Schritt ist Demontage der OWEA durch ein Offshore-Windkraftanlagen-Errichterschiff (Jack-Up-Vessel). Parallel dazu wird die Innerparkverkabelung

durch einen Ankerziehschlepper aus dem Meeresboden gezogen. Erst danach kann die Gründungsstruktur (Monopile und Transition Piece) durch das Jack-Up-Vessel zurückgebaut werden. Dabei wird das Monopile zwei Meter unterhalb des Meeresbodens abgeschnitten, der untere Teil verbleibt im Meeresboden. Der Kolkschutz wird durch ein Baggerschiff entfernt, allerdings ist fraglich, ob der Kolkschutz des OWP Riffgat zurückgebaut werden muss. Grund dafür ist, dass das Alfred-Wegener-Institut für Meeresforschung mit dem Pilotprojekt „Hummeransiedlung im Offshore-Windpark Riffgat“ versucht, den Europäischen Hummer im Kolkschutz des OWP anzusiedeln.

Im letzten Schritt erfolgt die Demontage der Umspannplattform durch ein Kranschiff. Der geplante Rückbau des OWP Riffgat beträgt ohne Wetterverzögerungen etwa 260 Tage.

Die Berechnung der Rückbaukosten wird in Personal- und Logistikkosten sowie Kosten durch Wetterverzögerungen und Kosten für die Entsorgung und Verschrottung des OWP aufgeteilt. Aufgrund von Unvorhersehbarkeiten des Wetters und der Bunkerpreise (Treibstoffpreise der Schiffe), werden auch die Auswirkungen von Schwankungen dieser Parameter analysiert.

Bei niedrigen Bunkerpreisen und guten Wetterbedingungen betragen die gesamten Rückbaukosten etwa 300.000 €/MW. Bei hohen Bunkerpreisen und schlechteren Wetterbedingungen betragen die Rückbaukosten etwa 370.000 €/MW. Das entspricht etwa 7 – 9 % der bisherigen Projektkosten. In beiden Szenarien stellen die Logistikkosten den größten Anteil an den Rückbaukosten dar, danach folgen Kosten durch Wetterverzögerungen und die Personalkosten. Die Kosten für die Entsorgung sind am geringsten, dies ist durch Einnahmen aus dem Verkauf der verschrotteten Komponenten zu erklären. Ein Vergleich der Rückbaukosten des OWP Riffgat zu anderen Offshore-Windparks ist nur bedingt möglich. Aus anderen Studien geht nicht hervor, ob für die Berechnung der Rückbaukosten Wetterverzögerungen oder Schwankungen der Bunkerpreise berücksichtigt wurden. Der Vergleich zu anderen OWP zeigt trotz mangelnder Vergleichsmöglichkeiten deutlich höhere Rückbaukosten des OWP Riffgat. Grund dafür ist unter anderem, dass der OWP Riffgat im Gegensatz zu anderen OWP relativ klein bemessen ist, sodass sich die Fixkosten des Rückbaus auf eine geringere Anlagenanzahl verteilen.

Der Rückbau des OWP Riffgat wird erst im Jahr 2034 stattfinden. Zum jetzigen Zeitpunkt kann die Offshore-Branche kaum Erfahrungen mit dem Rückbau von OWP aufweisen. Aus diesem Grund sollten die Rückbaukosten des OWP in regelmäßigen Abständen von etwa fünf Jahren auf der Grundlage neuer Erkenntnisse bezüglich optimierter Logistik neu berechnet werden. Zusätzlich sollte die Entwicklung von Personalkosten beobachtet werden, um sie in die Berechnungen der Rückbaukosten einfließen zu lassen. Aus zukünftigen Rückbauprojekten lassen sich vermutlich Erfahrungen gewinnen, die dann die Planung des Rückbaus des OWP Riffgat positiv beeinflussen können.

Romina-Eileen Schulz B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Michael Schäfer

Datum des Kolloquiums:

16. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

BMW Group, Leipzig



Nicht nur die Ressourcenknappheit und der Klimawandel, sondern auch Faktoren wie Globalisierung, Wirtschafts- und Finanzkrise veranlassen Unternehmen umzudenken und den Fokus auf eine nachhaltige Entwicklung und Produktion zu legen. Nachhaltigkeit als Integration ins eigene Geschäftsmodell liefert sowohl die Chance zu einer Differenzierung als auch zu einer Innovation. Immer mehr Unternehmen setzen in Bezug auf technologische Entwicklung und Produktion auf Nachhaltigkeit.

Auch die Lackiertechnologie wird durch immer wieder neu entwickelte Verfahren und Innovationen insbesondere im Bereich der Oberflächentechnik vorangetrieben. Heutzutage ist es allerdings nicht mehr ausreichend, Lackieranlagen ausschließlich nach dem neuesten Stand der Technik wirtschaftlich zu planen und zu optimieren, sondern vor allem auf streng vorgegebene Umweltvorgaben zu achten. Die Kombinationen aus den beiden Faktoren stellt Unternehmen vor eine komplexe Aufgabe. Die Energie-, sowie die Materialwende beeinflussen zunehmend die Lackiertechnik. Allein 50 % der Energie fließen in den Bereich der Oberflächentechnik ein, sodass hier diverse Einsparungen erforderlich sind und Potenzial für Veränderungen bieten. Von den Herstellern für Lackieranlagen wird zunehmend verlangt, sparsam mit der Verwendung des Lackmaterials umzugehen.

Das Unternehmen BMW hat sich dazu entschlossen, in Gegenwart und Zukunft auf Nachhaltigkeit zu setzen, mit dem Ziel zum nachhaltigsten Unternehmen in der Automobilindustrie zu werden. Im Zuge dieser Arbeit wurde daher die Kunststofflackieranlage im BMW Werk Leipzig auf ihre Prozessverfahren in Hinblick auf Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht und beurteilt. Dabei wurde der Fokus insbesondere auf die Unterschiede zwischen den Verfahren zu Großserienherstellern für Kunststofflackieranlagen gelegt. Gegenüber Großserienherstellern hat BMW in dieser Anlage ausschließlich regenerative und ressourcenschonende Verfahren für die Oberflächenbehandlung eingesetzt.

Zunächst wurden alle Verfahrensschritte inklusive der Nebenprozesse untersucht und dargestellt, sowie ihre Vor-&Nachteile aufgezeigt. Es stellte sich heraus, dass insgesamt fünf Komponenten in der Prozessabfolge herausstechen und den signifikanten Unterschied zu anderen Herstellern ausmachen. Dazu zählen die CO₂ Reinigung in der Vorbehandlung anstelle einer Powerwash Anlage, das Farbwechsel Kartuschen System im Basislack Bereich, den Einsatz von Wasserbasislacken anstelle von konventionellen, lösemittelhaltigen Lacken, die Lüftungstechnik mit einem 95%igen Umluftverfahren, sowie die Trockenabscheidung anstelle einer Nassauswaschung zur Bindung des Lackoversprays aus den Applikationskabinen.

Hinter einem nachhaltigen Produkt sollten sowohl ein nachhaltiger Prozess als eine nachhaltige Entwicklung stehen. Mit der Lackierung für die Kunststoffaußenhaut des Elektroautos i3 in der Lackieranlage im TEK Leipzig erfüllt BMW beide Komponenten.

Philip Schulze Buschoff B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Dierk von Felde

Datum des Kolloquiums:

07. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Ruhrverband, Essen



Der Ruhrverband ist verantwortlicher Träger der umfassenden Wasserwirtschaft im gesamten Flussgebiet der Ruhr mit einem System von Talsperren zur Bewirtschaftung der Wassermengen und einem flächendeckenden Netzwerk von Abwasserbehandlungsanlagen zur Reinhaltung der Gewässer für 60 Kommunen.

Es wird das Thema „Optimierung der Rechengutwäsche des Ruhrverbands“ behandelt, um die Entsorgungskosten des Rechengutes zu verringern. Dazu werden zunächst die verschiedenen Rechenarten und Rechengutbehandlungsmethoden erläutert und weitere theoretische Grundlagen geschaffen.

Es werden die vorhandenen Daten zum spezifischen Rechengutanfall und zur Schüttdichte ausgewertet. Zur Absicherung der Ergebnisse werden auf drei ausgesuchten Kläranlagen Versuche zu Trockenrückstand und Glühverlust durchgeführt.

Zunächst werden die Kläranlagen sowie die dort vorhandene Rechenanlage und Rechengutbehandlung beschrieben. Anschließend werden die auf den Kläranlagen durchgeführten Versuche erläutert. Letztendlich werden die Ergebnisse der Versuche vorgestellt, diskutiert und Empfehlungen ausgesprochen.

Hinsichtlich der Frage, ob eine Rechengutwäsche den Trockenrückstand verringert und somit die Entsorgungskosten erhöht, zeigt sich, dass die Rechengutwäsche keine negativen Auswirkungen auf den Trockenrückstand hat. Es konnte lediglich nachgewiesen werden, dass bei einer korrekt funktionierenden Rechengutwäsche eine Verringerung des Glühverlustes und damit ein geringerer organischer Anteil im Rechengut verbleibt. Dies führt, wenn auch zu einer geringen, Reduzierung der zu entsorgenden Masse.

Da bei der Durchführung der Versuche auffiel, dass der Rechengutcontainer einiger Kläranlagen zur gewollten und ungewollten Entsorgung des Hausmülls dient, ist noch zu klären, ob eine getrennte Entsorgung aus wirtschaftlicher Sicht Sinn macht. Hier kann auch eine genauere Kontrolle der Mengen zielführend sein.

Des Weiteren konnte eine angepasste Schüttdichte ermittelt werden, die zwar nicht mit den Werten der Literatur übereinstimmt, jedoch aufgrund der angestellten Untersuchungen plausibel ist und in Zukunft für Ausschreibung zur Entsorgung des Rechengutes verwendet werden kann.

Marvin Schürmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Patrick Arnold B.Eng.
Datum des Kolloquiums:	19. August 2016
Studium:	Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	GOLDBECK Nord GmbH, Bielefeld



Die Gebäudeautomation zählt zu den jüngsten Disziplinen der Technischen Gebäudeausrüstung, dennoch sind die verfügbaren Potenziale bereits jetzt sehr groß. Durch die steigenden gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden, erreichen die Gebäudedämmung und die klassische Gebäudetechnik zunehmend ihre technischen und wirtschaftlichen Leistungsgrenzen. Durch diesen Umstand gewinnt die Gebäudeautomation stetig an Bedeutung und ermöglicht wirtschaftlich die Realisierung von Energieersparnissen und Komfortverbesserungen. Als Teil der Gebäudeautomation, steht die Raumautomation in direkter Interaktion mit den Nutzern und erfordert somit stets schnelle und zuverlässige Reaktion auf deren Temperatur-, Luftqualitäts- und Helligkeitsanforderungen.

Die GOLDBECK GmbH ist ein Generalbauunternehmen und baut nach einem festen System, basierend auf der Standardisierung und Vorkonfektionierung sämtlicher Prozessschritte und Systemkomponenten, sowie der Eigenfertigung vieler Bauelemente. Dies ermöglicht es den Gesamtprozess bis zur schlüsselfertigen Übergabe des Objektes erheblich wirtschaftlich zu optimieren und zu beschleunigen. Auch die Gebäudeautomation fand Einzug in das GOLDBECK-System und wurde für den Bereich der Anlagenautomation bereits erfolgreich implementiert. Die Raumautomation soll an dieser Stelle folgen.

Ziel dieser Arbeit ist es, durch Analyse diverser Raumautomationssysteme die Wahl eines Standardsystems zu unterstützen. Entsprechend der Anforderungen des Generalbauunternehmens GOLDBECK. Bei der Wahl eines Raumautomationssystems sind diverse nutzerspezifische und technische Besonderheiten zu beachten. Dabei erschweren die unterschiedlichen technischen Ansätze der Hersteller häufig den Vergleich.

Diese Untersuchungen zeigen, dass jede Systemlösung individuelle Vor- und Nachteile besitzt, welche deren Eignung für verschiedene Anwendungs- und Zukunftsszenarien einschränkt. Eine pauschale Aussage für „das beste System“ kann zu diesem Zeitpunkt nicht getroffen werden.

Die Branche befindet sich in großen Entwicklungsprozessen, wodurch sich die verschiedenen Systeme ebenso in einem stetigen Wandel befinden. Die Wahl einer Lösung kann somit nur mit Kompromissbereitschaft und einem Blick auf die mögliche Zukunft getroffen werden.

Axel Schütt B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

29. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Labor für Raumluft- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH, Hamburg



Die Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Planung einer Lüftungsanlage für eine Versammlungsstätte, genauer gesagt für die Aula der Stadtteilschule in Winterhude, Hamburg. Da es sich um eine Versammlungsstätte mit einer Größe von über 200 m² handelt, sagt die Versammlungsstättenverordnung des Bundeslandes Hamburg aus, dass der Versammlungsraum mechanisch durch eine Lüftungsanlage belüftet werden muss. Es ist dort aber nicht beschrieben, wie diese auszusehen hat. Für den Bau dieser Versammlungsstätte liegt bereits ein Konzept für die Belüftung vor, es soll eine Hybrid-Lüftung eingebaut werden.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, die Entwurfsplanung zu analysieren und bei auftretenden Problemen ein überarbeitetes Konzept vorzuschlagen. Außerdem wird die CO₂-Regelung der Lüftungsanlage untersucht, die bei der Hybrid-Lüftung die Rauch- und Wärmeabzugsklappen (RWA Klappen) ansteuern soll, die bei Versammlungsstätten über 200 m² verpflichtend sind. Denn mit dem öffnen der RWA-Klappen geht auch eine Erhöhung des Abluftvolumenstroms einher um die CO₂-Konzentration in der Versammlungsstätte auf einen niedrigeren Wert zu bringen.

Das Ergebnis meiner Arbeit ist, dass ein hybrides Lüftungskonzept für Versammlungsstätten in Schulen generell Sinn macht. Denn durch die Pflicht der Installation von Rauch- und Wärmeabzugsklappen in Versammlungsstätten über 200 m² und der Pflicht einer mechanischen Belüftung hat man de facto schon eine hybride Lüftung. Es müssen nur noch die RWA-Klappen über die Gebäudeautomation angesteuert werden und die Lüftungsanlage muss ihren Volumenstrom den neuen Verhältnissen anpassen. Deswegen ist es wichtig, dass die hybriden Lüftungskonzepte immer mit einer Bedarfsregelung kombiniert werden.

Abschließend ist zu sagen, dass man mit wenig Geld für einen 5 m³/h pro Person größeren Volumenstrom gegenüber der Empfehlung des AMEV mit einer Absaugung im oberen Bereich der Aula und einer Änderung der Zuluftart auf Quelllüftung viel für die Raumluftqualität und thermische Behaglichkeit tun kann. Hinzu kommt, dass dabei die Mehrkosten überschaubar sind.

René Selker M.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann

Datum des Kolloquiums:

08. Dezember 2016

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

In Kooperation mit:

Dendrit Haustechnik - Software GmbH, Dülmen



Die Integrale Planung mittels BIM befindet sich in Deutschland noch in den Anfangsstadien. Große Firmen, die sehr komplexe Bauvorhaben auf internationalem Gebiet ausführen, nutzen BIM. Der Grund hierfür ist, dass in den europäischen Nachbarländern die Einführung von BIM weiter vorangeschritten ist. Deutschland hinkt in diesem Bereich der Planungsmethodik hinterher. Aber nicht nur das Fehlen von Vorschriften und Gesetzen zur stetigen Einführung von BIM in den Planungsalltag der Firmen, sondern auch das Fehlen von geeigneter Software erschwert die Einführung. Softwarelösungen zur Erstellung eines grafischen Modells gibt es bereits von mehreren Herstellern. Die durchgängige Bearbeitung eines Gesamtgebäudemodells wird spätestens beim TGA-Fachplaner unterbrochen. Der Bedarf des TGA-Fachplaners an einer BIM-fähigen Software zur normgerechten Trinkwasserrohrnetzberechnung nach DIN 1988-300 ist groß.

Der Bedarf an geeigneter Software für eine BIM-Planung legt den Grundstein für diese Abschlussarbeit zu dem Thema „Anforderungen an eine Software zur Integralen Planung auf Basis eines BIM Models“. Ausgangspunkt für die Ausarbeitung ist die Wahl der Softwarepakete von Autodesk Revit und Dendrit Studio. Anforderungen einer möglichen Schnittstellenbildung zwischen diesen Programmen sind aufgestellt worden. Einzelne Schritte, die ausgeführt werden müssen, um ein Trinkwasserrohrnetz aus dem Autodesk Revit im Dendrit Studio berechnen zu können, sind definiert.

Eine Berechnung mittels Connector ist in der Gestaltung der Anforderungen aufgenommen. Dem Fachplaner wird hiermit ein Werkzeug gegeben, mit dem er den Zeichnungsaufwand auf ein Minimum reduzieren kann. Die Zeitersparnis und die Vermeidung von langwieriger fehlerfreier Erstellung von Detailplanungen innerhalb eines Raums sind zu erwähnen.

Das Connector Bauteil bietet neben der Verringerung des Zeichenaufwands auch eine Möglichkeit des Nachtragsmanagements. Änderungen der Planung und die damit verbundenen Auswirkungen können durch eine Projekthistorie dokumentiert und vorgelegt werden.

Die Frage, wie kann die Qualität einer Planung gesteigert werden, wird in dieser Abhandlung mit dem Dendrit REVOLUTION Add-In beantwortet. Mit diesem Werkzeug wird dem TGA-Fachplaner die Möglichkeit gegeben, eine BIM fähige Planung auszuführen.

Valentin Sommer M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

24. November 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Ottensmeier Ingenieure GmbH, Paderborn



Neben der stark auf den Stromsektor fokussierten Diskussion spielt die Wärme - und Kälteversorgung sowie die Speicherung von Energie eine große Rolle. Wirtschaftlich nutzbare fossile Primärenergieträger neigen sich langsam aber sicher dem Ende zu. Ein weiteres wichtiges Argument gegen die Nutzung fossiler Brennstoffe, oder drastischer formuliert: gegen die Verbrennung von Energieträgern, ist die Emission von Luftschadstoffen, klimarelevanten Stoffen sowie Ozonvorläufern. Diese werden in der Diskussion um die Energiewende sowie dem Klimawandel nur selten bis gar nicht erwähnt.

Umso wichtiger ist der schnelle Umstieg von der kohlenstoffbasierten Energiewirtschaft zur Energieversorgung ohne Verbrennung. Dazu gehört beispielsweise die Bereitstellung von Energie durch Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraft sowie die Nutzung von Umweltwärme in Kombination mit Wärmepumpen. Ein stark diskutiertes Argument gegen die erneuerbaren Energien, insbesondere bei volatilen Energieträgern (Wind, Sonne, Außenluft, etc.), ist die starke Fluktuation sowie Phasenverschiebung des Energieangebotes zum Energiebedarf. Zur Dämpfung können Energiespeicher eingesetzt werden. In Kombination mit effizienten Wärmenetzen können solche Systeme einen hohen Beitrag zur kohlenstofffreien Energieversorgung leisten.

Für die Gemeinde Gutach im Breisgau wurde für eine Neubausiedlung mit 43 Bebauungsplätzen die Versorgung mit einem kalten Nahwärmenetz in Kombination mit einem Eisspeicher geplant. Dazu wurde die Wärmebedarfsdichte auf Grundlage der aktuell gültigen Gesetze ermittelt und das Netz sowie die Wärmeerzeugungsanlagen dimensioniert. Flankiert wurde das Vorhaben mit einer energetischen, ökologischen sowie wirtschaftlichen Analyse. Ein wesentlicher Bestandteil war die Abschätzung der geothermischen Energiemengen im kalten Wärmenetz.

Im ersten Teil der Masterarbeit werden die wesentlichen Grundlagen von konventionellen Wärmenetzen, der Wärmepumpentechnik, eines Eisspeichers, solarthermischer Anlagen, Wärmeübertragung sowie zur ökologischen und ökonomischen Betrachtung dargestellt. Der zweite Teil befasst sich mit den verwendeten Materialien und den angewandten Methoden. Der Hauptteil liefert anschließend die Ergebnisse der Aufgabenstellung, wie die Energiebilanz des gesamten Systems, die Dimensionierung des Eisspeichers und dessen

wirtschaftliche und ökologische Betrachtung. Anschließend folgt die Diskussion der Ergebnisse mit abschließender Empfehlung. Die Zusammenfassung greift die wesentlichen Punkte der Masterarbeit in Kurzform auf und schließt diese ab.

Je Bebauungsplatz wurde ein Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von etwa 162 m² mit einem Vier-Personen-Haushalt angenommen. Der Gebäudestandard entspricht dabei den aktuell gültigen gesetzlichen Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung ab 1. Januar 2016.

Die auf dieser Grundlage ermittelte Norm-Heizlast beträgt 7,31 Kilowatt. Der Jahresnutzenergiebedarf für Heizung und Warmwasser für die Siedlung beträgt somit 513.859 kWh/a. Abb. 2 zeigt die Jahresganglinien für die Temperatur, die Heizlast sowie die Kühllast pro Gebäude für das mittlere Testreferenzjahr für die Klimaregion Mannheim

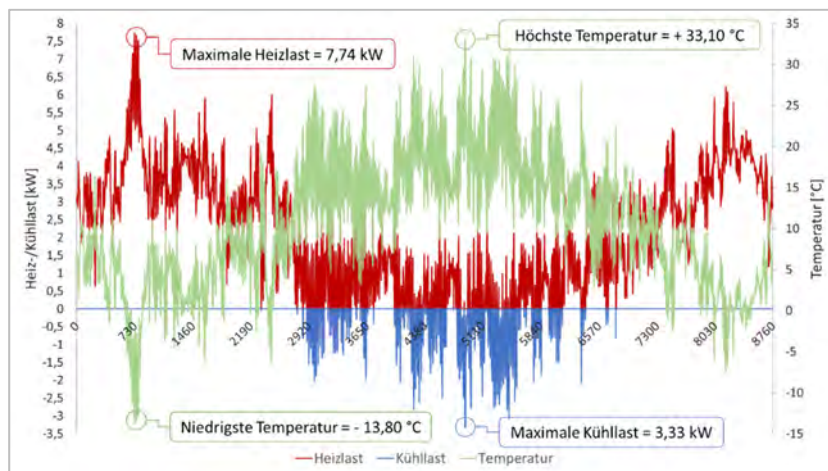


Abb. 2: Darstellung der Jahresganglinien

Die Umweltabsorber decken eine Jahresenergiemenge von 136.439 kWh/a ab. Die erforderliche Wärmequellenleistung liegt bei 299.279 kWh/a. Diese setzt sich aus der restlichen Energie aus der Umgebung (200.122 kWh/a), dem geothermischen Ertrag aus dem Wärmenetz (33.405 kWh/a) sowie der Bereitstellung durch den Eisspeicher (65.752 kWh/a) zusammen. Für die Neubauesiedlung wird ein Eisspeicher von etwa 350 Kubikmeter benötigt.

Die Umsetzung der kalten Nahwärme mit Eisspeicher könnte bei der Verwendung von rein regenerativ erzeugtem Strom bis zu 84 % klimarelevanter Schadstoffe, bis zu 62 % Sommersmog-Potential sowie bis zu 37 % Versauerungspotenzial reduzieren. Die Gesamtinvestitionshöhe für Eisspeicher, kaltes Nahwärmenetz sowie Planungsleistungen beläuft sich auf 486.307 Euro zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. In den Kosten ist die Haustechnik nicht berücksichtigt worden. Der Kapitalwert nach 40 Jahren beläuft sich auf etwa 136.992,54 Euro. Die Investition amortisiert sich nach dem dynamischen Verfahren nach 28 Jahren mit einem Kapitalwert von 2.872 Euro.

Aus energetischer und ökologischer Sicht ist die Umsetzung empfehlenswert. Nach ökonomischer Betrachtung bedarf es vor der Umsetzung einer Systemoptimierung sowie der Wahl eines geeigneten Betreibermodells.

Maike Spilger B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
 Dr.-Ing. Matthias Meierer

Datum des Kolloquiums:

03. Februar 2017

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Energietechnik
 Energieversorgung und Energiewirtschaft


Derzeitige Veränderungen im Energieversorgungssystem setzen konventionelle Kraftwerke zunehmend unter Druck. Sie kämpfen mit dem niedrigen Strompreisniveau und schwankenden Lastzyklen. Selbst Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) sind einem ungünstigen wirtschaftlichen Umfeld ausgesetzt, obwohl sie in der Energiewende eine wichtige Rolle spielen.

Power-to-Heat-Anlagen wandeln Strom in nutzbare Wärme um. Sie bieten die Möglichkeit überschüssigen Strom zu nutzen, der bedingt durch den enormen Kapazitätszubau der erneuerbaren Energien oder in Must-Run-Kraftwerken entsteht. Power-to-Heat-Anlagen tragen zur Einsparung von Primärenergie und zu einer daraus resultierenden Minderung von Treibhausgasemissionen bei. Außerdem können durch die Nutzung von überschüssigem Strom lokale Netzeengpässe vermieden und Lastmanagement betrieben werden.

Die Thesis untersucht Möglichkeiten eine Wärmepumpenanlage in ein großes Heizkraftwerk zu integrieren. Diese Wärmepumpenanlage wird in Zeiträumen, in denen der Stromverkauf negative Deckungsbeiträge erwirtschaftet, eingesetzt. Ihr Betrieb reduziert in Zeiten niedriger Großhandelsstrompreise die technisch bedingte Koppelstrommenge der KWK-Anlagen und dadurch die resultierende Stromabgabe ins Netz. Ausgehend von am Markt verfügbaren Großwärmepumpen werden zwei Anbindungsvarianten der geplanten Wärmepumpenanlage untersucht. Anhand des erstellten Anlagenkonzepts werden die erforderlichen Nebenanlagen und zusätzliche Anlagenkomponenten dimensioniert.

Daraufhin werden die Investitions- und Instandhaltungskosten sowie die Kosten für Steuern und Abgaben abgeschätzt. Außerdem wird eine Abschätzung des zeitlichen Aufwands für die Umsetzung des Projekts vorgenommen. Es wird empfohlen weitere Untersuchungen der Wirtschaftlichkeit der geplanten Wärmepumpenanlage vorzunehmen und Möglichkeiten zur Verringerung der laufenden Kosten zu prüfen.

Tom Spring B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dr.-Ing. Abdullah Öngören

Datum des Kolloquiums:

19. September 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Geberit International AG, Jona, Schweiz



Entwässerungssysteme in Gebäuden sollen das anfallende Schmutzwasser der verschiedenen Entwässerungsgegenstände aus den Gebäuden führen. Dazu wird das Wasser mit seinen eventuellen festen Bestandteilen zuerst in Anschlussleitungen im jeweiligen Geschoss bis zu einer Fallleitung geführt. Der Anschluss der horizontalen auf die vertikale Leitung wird konventionell mit einem T-Stück unter 88.5° realisiert. Eine Einleitung von Schmutzwasser durch diesen Abzweig in die Fallleitung kann die Druckverhältnisse im gesamten System negativ beeinflussen. Untersuchungen im Sanitärlabor von Geberit zeigen, dass das Geberit Sovent Formstück beinahe vollständig das Entstehen von Über- und Unterdruck in der Fallleitung verringert.

Bislang wurde allerdings nicht untersucht, welchen Einfluss die z. T. selbstgenerierten Druckschwankungen in der Anschlussleitung auf die übrigen Teile des Entwässerungssystems haben. Diese Druckschwankungen haben nicht nur einen direkten Einfluss auf die Entwässerungsgegenstände, die an der Anschlussleitung installiert sind, sondern können auch indirekt das gesamte System beeinflussen. Das Sovent Formstück könnte dem entgegenwirken, weil es eine wesentlich bessere Be- und Entlüftung in dem System ermöglicht und daraus ein schneller Druckausgleich resultiert. In dem Rohrleitungssystem bilden sich mehrphasige instationäre Strömungen. Eine Simulation wäre theoretisch möglich. Durch die Wahl der nötigen Randbedingungen ist sie jedoch fehleranfällig, weshalb in dieser Bachelorarbeit experimentell der Einfluss der selbstgenerierten Druckschwankungen der Anschlussleitung auf ein Entwässerungssystem an einem Versuchsaufbau untersucht wird.

Dazu wurde zunächst ein Prüfstand, bestehend aus einer 22 m langen Fallleitung in DN 100 über 8 Etagen und einer repräsentativen Anschlussleitung in DN 70 oder DN 100, konzipiert und realisiert. Als nächstes wurden die Druckschwankungen und Sperrwasserverluste der Siphons auf jeder Ebene bei verschiedenen Messreihen dokumentiert und interpretiert.

Zuerst wurde der Einfluss des Überganges der Fallleitung in den Kreislaufwassertank untersucht. Dabei wurde ein Übergang mit zwei 45° Bögen und einem 250 mm langen Zwischenstück, gemäß der DIN 1986-100, mit einem freien Auslauf verglichen. Die Umlenkung nach DIN 1986-100 erzeugt einen großen Überdruck in nahezu allen Leitungsteilen. Dieser wird nur langsam mit zunehmender Höhe abgebaut. Dabei wird deutlich, dass die Anwendung der

Norm gewissen Grenzen unterliegt bzw. Sonderformstücke wie das Geberit Sovent HP in der Norm nicht ausreichend berücksichtigt werden. Die DIN 1986-100 beschränkt die maximale Abflussleistung einer Fallleitung in DN 100 auf 5,2 l/s, die Formteile Geberit Sovent HP ermöglichen dagegen 12,0 l/s. Für die restlichen Messungen wird auf einen Übergang in eine horizontale Leitung verzichtet und die Fallleitung mit einem freien Auslauf senkrecht bis über den Kreislaufwassertank geführt. Dadurch wird der Einfluss der Umlenkung komplett eliminiert.

Die repräsentative unbelüftete Einzelanschlussleitung wurde anschließend von 1 m über 4, 8 und 12 m bis auf 18 m verlängert. Die gemessenen Druckschwankungen in der Fallleitung weisen bei allen Messreihen die gleiche Charakteristik auf. Die geringen Abweichungen voneinander sind den instationären Verhältnissen in einem Abwassersystem mit Teilfüllung und den Messunsicherheiten zuzuordnen. Von 0 bis 25 % und von 60 bis 100% rel. Höhe der Fallleitung stellt sich ein leichter Unterdruck von maximal 140 Pa ein, dazwischen ein geringer Überdruck von 140 Pa. Die absoluten Minima und Maxima über- bzw. unterschreiten die gesetzten Grenzen von ± 490 Pa nur im unteren Bereich der Fallleitung minimal. Dass diese kurzzeitigen Druckspitzen für die Sperrflüssigkeit im Siphon unproblematisch sind, zeigt die Messung der Sperrwasserverluste. Dieser beträgt maximal 19 mm, wohingegen die gesetzte Grenze bei 50 mm liegt und das konventionelle Referenzsystem nach Norm mit einer wesentlich geringeren Belastung der Fallleitung von 4,0 l/s sogar bis zu 60 mm erreicht.

Die Druckschwankungen innerhalb der Anschlussleitung bleiben über die gesamte Leitungslänge konstant niedrig und entsprechen dem Druck innerhalb der Fallleitung auf dieser Höhe. Es zeigt sich somit, dass die Installation mit Geberit Sovent HP im Bezug auf die entstehenden Druckverhältnisse im Gesamtsystem und den daraus resultierenden Sperrwasserverlusten einer konventionellen Installation unter diesen Aspekten bei gleichzeitig bis zu dreifacher Abflussmenge deutlich überlegen ist.

Außerdem bewirkt eine zunehmende Anschlussleitungslänge keine Veränderung der Druckschwankungen, weder in der Anschlussleitung selber, noch im restlichen System. Diese Aussage gilt unabhängig von den Dimensionen DN 70 und DN 100 der Anschlussleitung. Eine längere Anschlussleitung bewirkt sogar eine größere Dämpfung der Druckschwankungen in dieser.

Eine Verlängerung insbesondere von 1 m auf 4 m bewirkt eine Reduktion der Amplitude innerhalb der Anschlussleitung um 30 %. Eine Verlängerung von 1 m auf 18 m bewirkt allerdings nur eine Abnahme der Druckdifferenz um insgesamt 40 %. Die Amplituden in anderen Teilen des Systems bleiben jedoch nahezu unbeeinflusst.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit konnte unter den Aspekten der Druckschwankungen und der Sperrwasserverluste nicht begründet werden, warum eine unbelüftete Einzelanschlussleitung eine Länge von 4 m nicht überschreiten darf und bei einer belüfteten Einzelanschlussleitung 10 m zulässig sind.

Johanna Stäsch M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann

Datum des Kolloquiums:

14. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Viele tausende Kilometer Gasnetze ziehen sich durch Deutschland. Der Großteil der Netze dient der Versorgung der Öffentlichkeit mit Erdgas und ist im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) geregelt. Diese, weiter auch als Energieanlagen bezeichneten Netze zur Energieversorgung der Bevölkerung, entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik, wenn sie nach dem Regelwerk des Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) betrieben und errichtet werden. Aber es gibt noch weitere Gasnetze in Deutschland, die nicht der Energieversorgung dienen, sondern für den Transport von Industriegasen fungieren. Diese, weiter auch als Nicht-Energieanlagen bezeichneten Gasnetze, unterliegen anderen Regelwerken als die Gasnetze für die Energieversorgung. Dabei können in beiden Netzarten Gase mit ähnlichen Eigenschaften transportiert werden.

Es liegen also für vergleichbare Gasnetze mit vergleichbaren Gasen je nach Nutzungsart unterschiedliche Rechtsrahmen vor. Ein Vergleich der beiden Rechtsrahmen hinsichtlich ihren Anforderungen und der Wirtschaftlichkeit ist damit naheliegend. Diese Masterarbeit klärt, welche Unterschiede es in den Anforderungen gibt. Es wird auch geklärt, welcher Rechtsrahmen betriebswirtschaftlich vorteilhafter ist, denn im EnWG wird eine preisgünstige Versorgung mit Gas gefordert. Der betriebswirtschaftlich günstigere Rechtsrahmen sollte daher für Energieanlagen gelten.

Energieanlagen	Nicht-Energieanlagen
<ul style="list-style-type: none"> • EnWG • GasHdRLtgV • DVGW Regelwerk 	<ul style="list-style-type: none"> • ProdSG • RohrFLtgV • TRFL • BetrSichV • TRBS

Abb. 1: Regelwerke für Energieanlagen und Nicht-Energieanlagen

Es ist festzustellen, dass die Anforderungen der verschiedenen Regelwerke an Gasnetze als Energieanlagen nicht gleich den Anforderungen an Gasnetze als Nicht-Energieanlagen sind. Bei der Betrachtung des Bereichs Bau von

Gasnetzen sind vor allem bei niedrigen Betriebsdrücken unter 16 bar die Anforderungen auf Seiten der Energieanlagen geringer als auf Seiten der Nicht-Energieanlagen. Die größten Unterschiede in den Anforderungen der Regelwerke sind hier für den Bereich unter 4 bar Betriebsdruck auszumachen.

Bei großen Betriebsdrücken über 16 bar gibt es jedoch wenige Unterschiede und es ist vor allem seit der letzten Neuauflage des DVGW-Arbeitsblattes G 463 eine zunehmende Annäherung der Anforderungen für Energieanlagen an die Anforderungen für Nicht-Energieanlagen zu beobachten. Im Bereich Betrieb wurden nur Gasnetze mit Betriebsdrücken über 16 bar verglichen, da hier auf Angaben von Gasnetzbetreibern zurückgegriffen werden konnte.

Auch hier sind die Anforderungen an Energieanlagen etwas geringer als die Anforderungen an Nicht-Energieanlagen. Der Prüfaufwand ist dabei gleich oder sogar leicht erhöht bei den Energieanlagen einzuschätzen. Dafür sind Anforderungen an die prüfenden Personen bei den Nicht-Energieanlagen höher und die Prüfzeiten kürzer. Dies führt in der Summe dazu, dass der Bau und der Betrieb bei Energieanlagen betriebswirtschaftlich günstiger sind als bei Nicht-Energieanlagen.

Lukas Stegemann B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
 Dipl.-Ing. Thomas Nolte

Datum des Kolloquiums:

30. September 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik
 Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Bosch Thermotechnik GmbH, Lollar



In Planungsbüros und ausführenden Firmen herrscht große Unsicherheit im Umgang mit Building Information Modeling (BIM). Auch Hersteller von Bauprodukten oder technischer Gebäudeausrüstung (TGA) haben derzeit keine konkreten Informationen, wie sie ihre Produktinformationen aufzubereiten haben, damit diese im Planungsprozess mit BIM einen Nutzen für alle am Bauprozess beteiligten Personen aufweisen.

In Deutschland gibt es, anders als beispielsweise in den USA, Skandinavien und Großbritannien, bislang keine verbindlichen Richtlinien oder Standards für die Einführung und Verwendung von BIM. Des Weiteren ist es äußerst schwierig, einen Überblick über dieses Thema zu bekommen, da unterschiedlichste Meinungen und Ansichten sowie teils auch voneinander abweichende Definitionen der BIM-Strategie in der Branche vertreten sind.

Die Beschaffenheit der Produktdaten im Planungsprozess mit BIM sind einer der wesentlichen Faktoren für die Qualität der Planung. Je exakter die Produktdaten auf den Planungsprozess zugeschnitten sind, desto genauer können Berechnungen, beispielsweise für den Wärmebedarf oder die Dimensionierung von Heizkesseln, Heizkörpern, Rohren und weiterer Produkte, durchgeführt und ausgeschrieben werden. In der Abbildung ist ein Heißwasserkessel aus einer Revit-Familie im Revit-Viewer dargestellt.

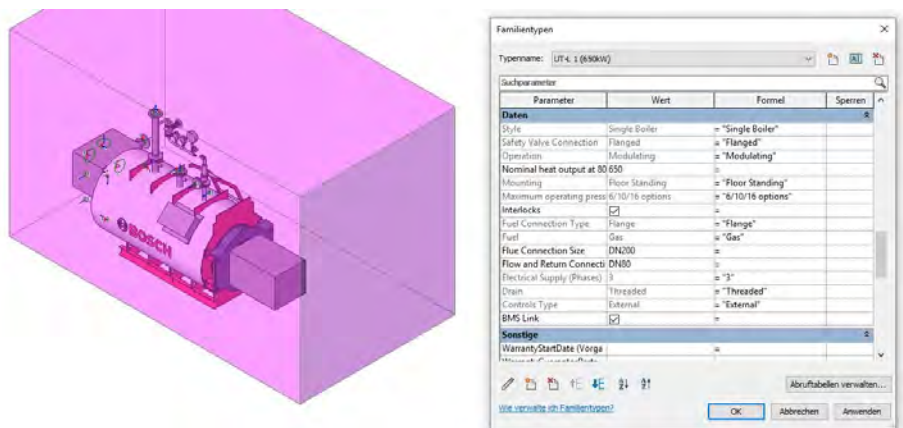


Abb.: Produktinformationen im Revit-Viewer, 3D-Darstellung + Parameter

Die Bosch Thermotechnik GmbH ist mit ihren 13.500 Mitarbeitern einer der größten Hersteller für Heizungstechnik. Sie produziert neben Heiz-, Heißwasser- und Dampfkessel auch Blockheizkraftwerke (BHKW) und thermische Solaranlagen. Aufgrund ihrer Produkte besitzt sie großes Interesse am Thema BIM.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit besteht darin, einen Datenstandard zu entwickeln, der Herstellern von Bauprodukten und Produkten der technischen Gebäudeausrüstung als Vorschlag für die Aufbereitung ihrer Produktdaten dient, um diese dem Planungsprozess mit BIM zur Verfügung stellen zu können. Im Laufe der Zeit sind einige Quellen zum Thema BIM entstanden. Vor allem in den Ländern, in denen BIM weiterverbreitet ist, gibt es hierzu eine große Menge an Literatur. Einen eindeutigen Standard, der beschreibt, in welcher Form und, in welchem Umfang Hersteller ihre Produktinformationen zur Verfügung stellen sollten, gibt es jedoch nicht. Aus diesem Grund soll diese Arbeit zur Klärung der folgenden Fragestellung beitragen: „Welche Informationen werden in welcher Form im Planungsprozess benötigt?“.

Zur Klärung dieser Frage wurden Experteninterviews durchgeführt. Diese Interviews wurden mit Softwareherstellern, Fachplanern und Generalunternehmern durchgeführt. Durch die Auswertung der Interviews wurden die tatsächlichen Anforderungen an die Produktinformationen und die Erwartungen an den Service der Hersteller ermittelt, aus denen letztendlich die Empfehlung eines Datenstandards formuliert wurde.

Alexander Steiner B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

25. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluftechnik, Kältetechnik

Die Haushaltsdunstabzugshaube findet sich heutzutage in jeder modernen Küche wieder. Ihr Zweck ist es sowohl Fette, Öle als auch Gerüche zu entfernen. Des Weiteren kann sie als Lichtquelle für den jeweiligen Arbeitsbereich dienen. Bei gängigen Dunstabzugshauben wird die belastete Luft durch einen Ventilator angesaugt. Dieser leitet die Luft über einen Fettfilter in einen Aktivkohlefilter, der die Gerüche bindet. Je nach Betriebsart wird das gesäuberte Medium als Abluft nach außen gegeben oder im Umluftbetrieb dem Raum wieder zugeführt.

Auf Grundlage der Ökodesign Vorstudien ging hervor, dass ein erhebliches Einsparpotenzial im Bereich der Haushaltskochgeräte besteht. Aus diesem Grund hat die europäische Kommission die Delegierten Verordnungen Nr. 65/2014 und Nr. 66/2014 auf den Weg gebracht. Diese regeln die einheitliche Etikettierung und die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltskochgeräten. Die Messverfahren werden in der DIN EN 61591 festgehalten.

In dieser Bachelorthesis wird eine Haushaltsdunstabzugshaube untersucht, die im Umluftbetrieb betrieben wird. Ziel der Bachelorthesis ist es den Fettabscheidegrad dieser Dunstabzugshaube zu untersuchen und eine Klassifizierung nach der Verordnung (EU) Nr. 65/2014 vorzunehmen. Die Abscheidung findet unter dem Prinzip der Zentrifugalabscheidung statt. Es werden die Abscheidegrade der Steuerspannungen 10 V, 7,5 V, 6,1 V und 5,0 V untersucht. Zudem werden drei unterschiedliche Aufsätze, bei gleicher Steuerspannung, auf ihre Auswirkung auf den Abscheidegrad untersucht.

Der Prüfstand zur Bestimmung des Fettabscheidegrades einer Haushaltsdunstabzugshaube wurde zuvor in einer Projektarbeit konstruiert. Der Aufbau des Prüfstandes basiert auf der Norm DIN EN 61591 und der DIN EN 61591/AA.

Die Versuchsdurchführung und die Berechnungsgrundlage werden ebenfalls in der DIN EN 61591 und der DIN EN 61591/AA festgehalten. Es wurden die Fettabscheidegrade unter zwei Gesichtspunkten untersucht. Zum einen die Abhängigkeit des Abscheidegrades zur Drehzahl, zum anderen die Abhängigkeit des Abscheidegrades zu drei unterschiedlichen Haubeneinsätzen.

Aus den Messungen geht hervor, dass die Höhe der Drehzahl maßgeblich den Abscheidegrad positiv beeinflusst. Es ist davon auszugehen, dass lediglich die Kraft mit der die Kochwrasen auf die Wanne treffen entscheidend für den Abscheidegrad sind. Des Weiteren konnte das Maximum nicht bestimmt werden, da eine Leistungsbegrenzung der Haushaltsdunstabzugshaube vorlag.

Die Messungen zu den drei Haubeneinsätzen ergaben, dass der Abscheidegrad durch unterschiedliche Einsätze beeinflusst werden kann. Allerdings konnten im Rahmen der Bachelorthesis lediglich drei Theorien aufgestellt werden, wodurch sich der Abscheidegrad beeinflussen lässt. Um diese Theorien zu stützen bzw. zu widerlegen, müssten weitere Messungen durchgeführt werden.

Im Rahmen der Messungen sind Problemstellungen aufgetreten, die bei erneutem Aufbau des Prüfstandes berücksichtigt werden müssen, um so die Messungen zu vereinfachen. Zudem gilt ein besonderes Augenmerk dem Absolutfilter, da dieser durch die vorliegende Raumfeuchte rasch an Gewicht zunimmt.

Die Klassifizierung des Fettabscheidegrades (GFE_{hood}) wird in der europäischen Verordnung Nr. 65/2014 festgehalten. Die ersten Messungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Steuerspannungen von 10,0 V, 7,5 V, 6,1 V und 5,0 V ergaben eine einheitliche Klassifizierung des Fettabscheidegrades von „C“.

Die Untersuchung der drei Haubeneinsätze ergab eine einheitliche Klassifizierung des Abscheidegrades von „C“.

Maja Kristina Suchsland B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

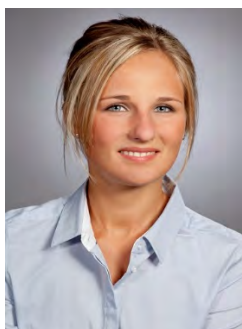
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Geograph Hinnerk Willenbrink

Datum des Kolloquiums:

16. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Umwelttechnik



Im Rahmen der Energiewende sollen in Deutschland bis zum Jahr 2050 zum einen die CO₂-Emissionen um 80 bis 95 % gegenüber 1998 und zum anderen der Primärenergieverbrauch um 50 % gegenüber 2008 reduziert werden. Da mehr als 50 % des Energieverbrauchs auf die Deckung des Wärmebedarfs entfallen, können diese Ziele nur erreicht werden, wenn deutliche Veränderungen in der Wärmeversorgungsstruktur durchgesetzt werden.

Wärmenetze können hierbei eine Schlüsselposition einnehmen, da sie die beiden Ziele der Energiewende (Effizienzsteigerung und Ausbau der erneuerbaren Energie) gleichermaßen unterstützen können. Sie ermöglichen die flächendeckende Nutzung von Solarthermie, Geothermie oder auch Abwärme aus Industrieunternehmen oder KWK-Prozessen zur Wärmebedarfsdeckung.

Da die Wärme aus diesen Quellen oftmals nicht bedarfsgerecht anfällt, sind Wärmespeicher eine wichtige Erweiterung von Wärmenetzen. Ihre Einteilung kann nach unterschiedlichen Kriterien, wie beispielsweise dem Speicherzeitraum, vorgenommen werden.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit dem Aspekt der Langzeitwärmespeicherung. Diese ist vor allem im Hinblick auf die Nutzung von Solarthermie relevant. Während sich das Wärmeangebot auf die Sommermonate konzentriert, fällt der Großteil des Wärmebedarfs in den Wintermonaten an. Langzeitwärmespeicher können eingesetzt werden, um die Wärme aus den Sommermonaten für die Heizperiode im Winter zu speichern.

Es gibt derzeit im Wesentlichen vier verschiedene Speichertechnologien – Behälter-, Erdbecken-, Erdsonden- und Aquifer-Wärmespeicher. Im Rahmen der Bundesforschungsprojekte Solarthermie2000 und Solarthermie2000plus wurde jede Technologie in mindestens einem Pilotprojekt realisiert. Die Funktionsfähigkeit entsprechender Systeme sowie Einsparpotenziale gegenüber der klassischen dezentralen Wärmeversorgung konnten nachgewiesen werden.

Thema dieser Arbeit ist die Suche nach potenziellen Langzeitwärmespeicher-Standorten im Münsterland. Im Nachbarland Dänemark wurden bereits mehrfach die durch Abgrabungsarbeiten von Lockergesteinen entstandenen Gruben für die Errichtung eines Langzeitwärmespeichers genutzt (s. Abb. 1). Da es auch im Münsterland eine Vielzahl entsprechender Flächen gibt, wurde in dieser Arbeit die Eignung der Abgrabungsflächen von Lockergesteinen im

Münsterland als Langzeitwärmespeicher-Standort untersucht. Die Analyse wurde mit Hilfe des Geoinformationssystems ArcGIS durchgeführt.

Die Analyse wurde in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil wurde die technische Eignung der Abgrabungsflächen ermittelt. Hierfür wurden die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten an den Standorten untersucht und bewertet.

Es zeigt sich, dass die geologischen Gegebenheiten an alle Abgrabungsflächen von Lockergesteinen im Münsterland als grundsätzlich geeignet zu bewerten sind. Wohingegen die hydrogeologischen Gegebenheiten die Eignung vieler Flächen einschränken.

Im zweiten Teil wurde die wirtschaftlich sinnvolle Eignung der Abgrabungsflächen analysiert. In diesem Zusammenhang wurde die Nähe zu potenziellen Versorgungsgebieten untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass sich der Großteil der aus geologischer und hydrogeologischer Sicht geeigneten Standorte, in näherer Umgebung zu potenziellen Versorgungsgebieten befindet.

Für eine abschließende Bewertung der Eignung der einzelnen Abgrabungsflächen kann auf eine Vor-Ort-Untersuchung jedoch nicht verzichtet werden. Dennoch konnte durch die Arbeit gezeigt werden, dass Abgrabungsflächen von Lockergesteinen bei der Suche nach Standorten für Langzeitwärmespeicher im Münsterland definitiv berücksichtigt werden sollten.



Abbildung 10: Panoramablick auf den Erdbeckenspeicher (links) und die Solarthermieanlagen (rechts) in Vojens, Dänemark, im Herbst 2016 (Quelle: Willenbrink 2016)

Ralf Sundermann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

01. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor Raumluf- und Kältetechnik

In Kooperation mit:

GETEC Contracting GmbH, Osnabrück

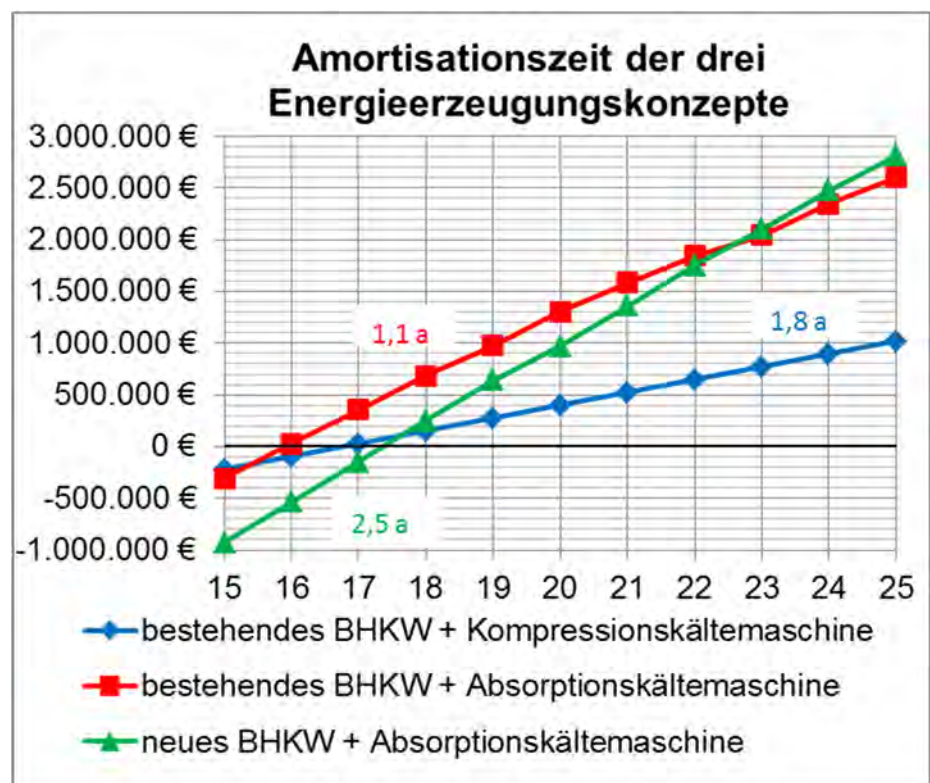


In der globalisierten Wirtschaft ist eine effiziente und zuverlässige Energieversorgung für das produzierende Gewerbe um wettbewerbsfähig zu bleiben unabdingbar. Steht eine Produktion entstehen meist hohe Kosten und Gewinne bleiben aus. Rohstoffe sowie Produkte werden unbrauchbar, sowohl Mitarbeiter als auch Maschinen arbeiten unproduktiv und Liefertermine können nicht mehr eingehalten werden. Nicht nur wirtschaftliche Aspekte können Unternehmen dazu bewegen in deren Energieerzeugungsanlagen zu investieren, auch neue gesetzliche Auflagen zum Schutz des Menschen und der Umwelt verpflichten unter Umständen dazu.

Die Winkelmann Group GmbH & Co. KG (WiG) benötigt für deren durchgängige Produktion Wärme-, Kälte- und Druckluftenergie. Seit Dezember 2009 besteht für die gesamte Energie- und Medienlieferung ein Contracting-Vertrag zwischen der WiG und der GETEC Contracting GmbH (GCO). Darin verpflichtet sich GCO die Energieeffizienz während der gesamten Vertragslaufzeit kontinuierlich zu verbessern. Nachdem über diverse Maßnahmen Einsparungen in der Wärme- und Druckluftherzeugung erzielt werden konnten, soll diese Masterthesis Optimierungsmaßnahmen für die Kälteversorgung aufdecken. Neben dem wirtschaftlichen Hintergrund verpflichtet die Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen einen Austausch bestehender Kältemaschinen, die das Kältemittel R22 enthalten. Bisher stellten bei WiG zwei Kompressionskältemaschinen mit dem Kältemittel R22 die Versorgung sicher, die nun ersetzt werden müssen. Um den Betrieb eines im Zuge der Optimierungsmaßnahmen für die Wärmeversorgung installierten Blockheizkraftwerks noch effizienter und wirtschaftlicher zu gestalten und die Wärmeauskopplung aus der Wärmerückgewinnung der Druckluftanlagen zu erhöhen, überprüft diese Masterthesis ob sich die Erweiterung in eine Kraft-Wärme/Kälte-Kopplungsanlage wirtschaftlich und technisch darstellen lässt. In dieser Arbeit wird die Kälteerzeugung über Wärme gegenüber der konventionellen Kälteerzeugung mit Strom gestellt. Als Grundlage dienen hierzu die stündlichen Energiedaten, die GCO in dem Kalenderjahr 2014 an WiG in Form von Druckluft, Kälte und Wärme lieferte sowie die entsprechenden stündlichen mittleren Außenlufttemperaturen am Standort Ahlen.

Diese Masterthesis belegt, dass die Investition in eine Absorptionskältemaschine und einer effizienteren drehzahlgeregelten Kompressionskältemaschine bei der Winkelmann Group GmbH & Co. KG sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll ist. Es wird deutlich, dass durch eine ganzheitliche Energieanlagenbetrachtung, unter Einbeziehung sämtlicher für die Produktion notwendiger Medien, die Gesamteffizienz deutlich gesteigert werden kann. Hierdurch lässt sich nicht nur sehr viel Geld sparen, sondern auch ein erheblicher Beitrag zum Umweltschutz leisten. Mit der Investition in eine auf das bestehende BHKW abgestimmte Absorptionskältemaschine in Verbindung mit einer effizienten, drehzahlgeregelten Kompressionskältemaschine lassen sich jährlich rund 900 Tonnen Kohlenstoffdioxid vermeiden und mehr als 290.000 € einsparen.

Die Betriebsstunden von dem BHKW können durch den Einsatz einer Absorptionskältemaschine in den Sommermonaten von knapp 3.000 auf über 6.000 Stunden mehr als verdoppelt werden. Zusätzlich erhöht sich die Auskopplung der nahezu kostenlos zur Verfügung stehenden Wärme aus der Wärmerückgewinnung der Druckluftkompressoren von 800 MWh auf 1.150 MWh um mehr als 40 %, da auch diese Wärme außerhalb der Heizperiode zusätzlich zur Erzeugung der Kälte über die Absorptionskältemaschine genutzt werden kann. Die bei der Druckluftherzeugung entstehende Wärme müsste andernfalls über elektrisch betriebene Lüfter abgeführt werden.



David Symanzik B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

27. Juni 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Umwelttechnik
 Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Universitätsklinikum Münster, Münster



Die Bettentürme des Universitätsklinikums Münster wurden im Jahre 1982 gebaut und waren für die damalige Situation ausgelegt. Mittlerweile ist ihre Kapazität nahezu ausgeschöpft. An der Stelle, wo sich gegenwärtig ein Parkhaus befindet, soll künftig das sog. Zentralklinikum Nord – gewissermaßen ein Anbau an das Zentralklinikum des Universitätsklinikums Münster – dieses vergrößern. Unter anderem sind davon die Ver- und Entsorgung betroffen. Die Entsorgungsstrukturen in Krankenhäusern sind aufgrund ihrer individuellen Anforderungen insbesondere im Bereich der Hygiene komplex. Daher sind die Krankenhäuser gezwungen, individuelle Entsorgungskonzepte zu entwickeln.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Entsorgungskonzepts, das versucht, ausgehend von identifizierten Defiziten, Verbesserungsvorschläge zu präsentieren. Die im Rahmen dieser Untersuchung erzielten Ergebnisse könnten somit in die Planung einfließen und dabei helfen, einige Probleme in der Abfallentsorgung zu minimieren oder ganz zu beseitigen. Mithilfe einer umfassenden Datenerhebung und der Analyse der Abfälle konnte ermittelt werden, welche Mengen und welche Arten von Abfällen auf den Stationen des Universitätsklinikums Münster anfallen. Um die Arbeitsabläufe und –bedingungen zu ermitteln, wurden eine Umfrage und persönliche Interviews mit den entsprechenden Mitarbeitern durchgeführt.

Das zentrale Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen ist die Optimierung der Wertstofftrennung: Hier besteht das höchste Verbesserungspotential. Folgende Möglichkeiten könnten die Trennung der Wertstoffe verbessern: Der Einsatz innovativer Sammelsysteme und damit einhergehend die Nutzung bzw. der Ausbau räumlicher Ressourcen. Dafür können platzsparende Sammelsysteme oder innovative Bauweisen in Betracht gezogen werden, z.B. eine in die Wand integrierte Abfallsammelstelle. Um das Personal auf den Stationen zu unterstützen und die Qualität der Entsorgung zu erhöhen, könnten gegebenenfalls zusätzliche Entsorgungskräfte eingestellt werden. Darüber hinaus könnten gezielte Schulungen das Bewusstsein für Abfallvermeidung und ökologische Abfallentsorgung weiter erhöhen. Bei Anwendung der genannten Verbesserungsvorschläge könnte daher die Abfalltrennung maximiert werden. Das würde die Ausgaben für die Abfallentsorgung senken und ihre Qualität erhöhen.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

10. Januar 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Strömungen beeinflussen in großem Maße das Leben der Menschen. Schon früher konnten mit Hilfe von Segelschiffen auf den Ozeanen große Strecken zurückgelegt werden. Heutzutage werden Flugzeuge eingesetzt, die auf Grund ihrer Aerodynamik tonnenschwere Lasten über tausende Kilometer transportieren können. In der Meteorologie kann unter anderem durch die Untersuchung von Luftströmungen das Wetter vorhergesagt werden. Die Möglichkeit, Strömungen präzise hervorzusagen oder sogar genau zu berechnen, gibt es jedoch erst seit relativ kurzer Zeit.

Erst seitdem der Computer Einzug in unser Leben erhalten hat, ist es möglich, komplexe Strömungen zu untersuchen. Zuerst nur in Labors werden Strömungen heutzutage in vielen Bereichen und mit verhältnismäßig geringem Aufwand am Computer mittels der numerischen Strömungsmechanik, in Englischen auch CFD genannt, berechnet. Beispielsweise werden in der technischen Gebäudeausrüstung Raumluftbedingungen untersucht oder es werden im Bereich des Maschinenbaus Bauteile oder ganze Strömungsmaschinen entworfen und aerodynamisch optimiert, ohne dafür kostspielige Prototypen entwerfen zu müssen. Im Rahmen dieser Arbeit wird mit Hilfe der open-source Simulationssoftware „Open-FOAM“ die Strömung an einer Luftabsauganlage untersucht. Das erste Ziel ist dabei herauszufinden, ob eine Strömungssimulation prinzipiell geeignet ist einen bestimmten Kennwert der Absauggeometrie, die so genannte A-Kurve, zu ermitteln.

Dafür werden viele verschiedene Simulationen mit kleinen Unterschieden durchgeführt und miteinander verglichen, um gut geeignete Parameter für eine korrekte Simulation zu finden und für spätere Anwender festzuhalten, welche Änderungen in der Simulation sich wie auf das Ergebnis auswirken. Im zweiten Schritt werden mit den so gewonnen Kenntnissen Simulationen durchgeführt und ihre Ergebnisse mit Messwerten verglichen um sie zu validieren. Zu den wichtigsten zu untersuchenden Parameter gehörten dabei die Art des Netzes der Simulation sowie die Auflösung dieser Netze.

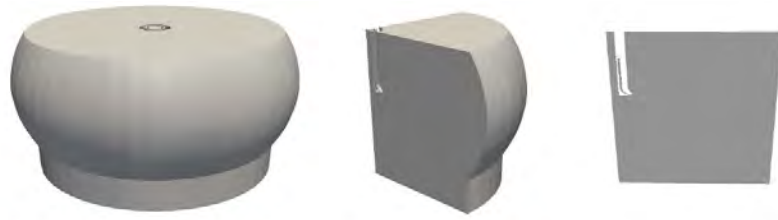


Abbildung 25 - untersuchte Netzarten (v.l.: 360°, 90°-Ausschnitt, Wedge)

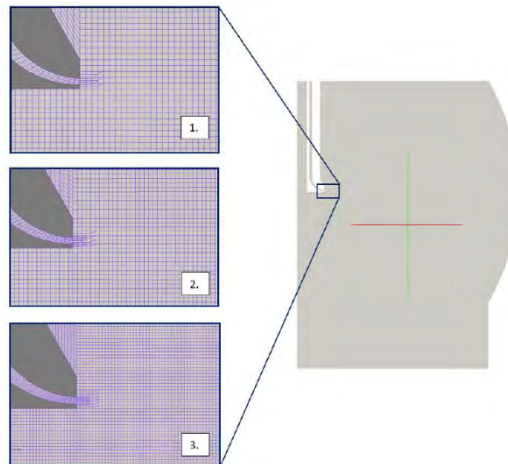
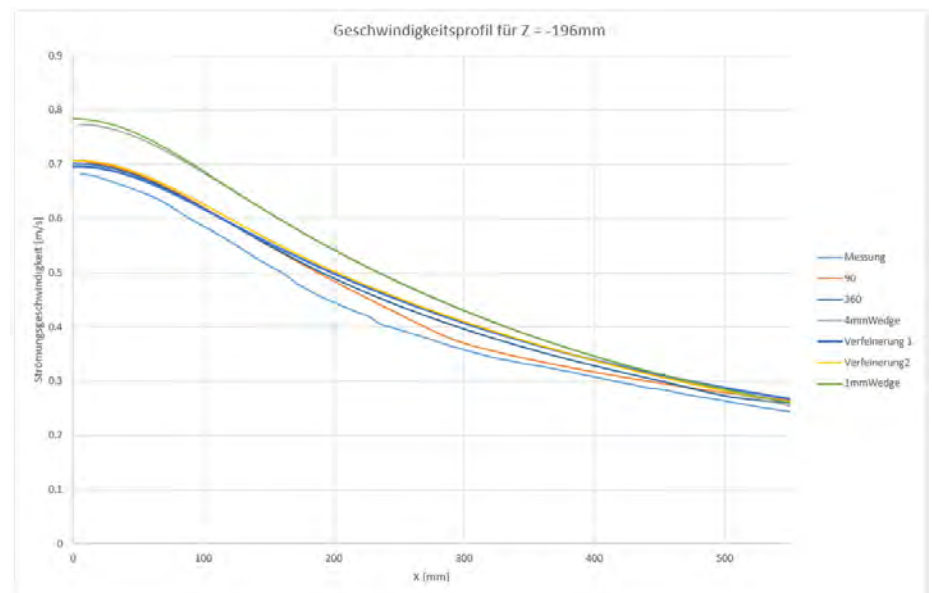


Abbildung 31 - Netzauflösungen im Vergleich

Es hat sich herausgestellt, dass die beste Übereinstimmung von Simulations- und Messwerten bei den 3-dimensionalen Netzen erzielt werden konnte, sowohl bei dem 360°- als auch dem 90°-Netz. Der Ansatz, eine rotationssymmetrische Strömung nur teilweise simulieren zu müssen, hat sich demnach als richtig herausgestellt. Die Verfeinerung des Netzes kann einen positiven Einfluss auf die Genauigkeit der Simulation haben. Der Unterschied zweier Si-

mulationen, bei denen eins der beiden Netze vierfach so fein aufgelöst war wie das andere, ergab keine signifikanten Unterschiede im Ergebnis, weshalb darauf zu schließen ist, dass auch das gröbere Netz schon für eine gute Simulation ausreichend fein war.



Es bleibt zum Schluss mit Freude abzuwarten, wie sich der Bereich der Strömungssimulation in den kommenden Jahren durch die immer leistungsfähiger werdenden Rechner weiterentwickeln wird.

Lamine Ingmar Traoré B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
 M.Sc. Sarah Rensner

Datum des Kolloquiums:

15. Juli 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Energietechnik

In Kooperation mit:

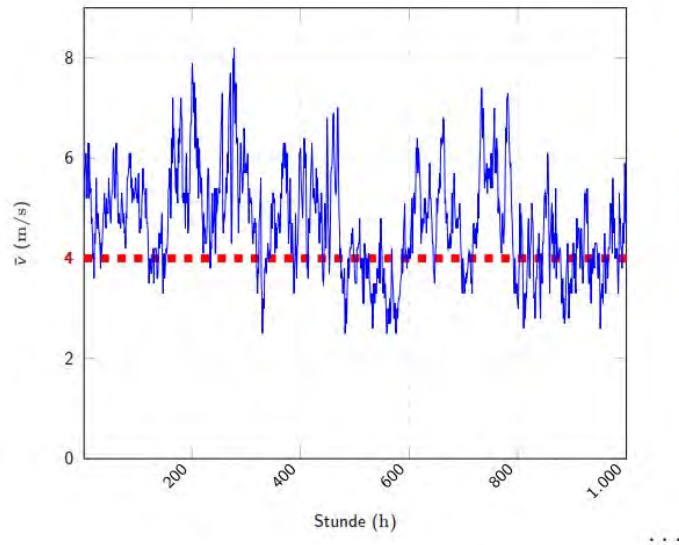
Wirtschaftsbetriebe Kreis Coesfeld GmbH (WBC), Coesfeld



Zur Stromversorgung von Pumpen und anderen Anlagenteilen der Deponie für Siedlungsabfälle Coesfeld-Höven, beabsichtigt die WBC, Kleinwindenergieanlagen (KWEA) auf dem Deponiekörper zu errichten. Die erforderliche elektrische Leistung beträgt 30 kW. Auf Basis einer dynamischen Investitionsrechnung nach der Kapitalwertmethode wurde dieses Investitionsvorhaben bewertet und eine Handlungsempfehlung ausgesprochen.

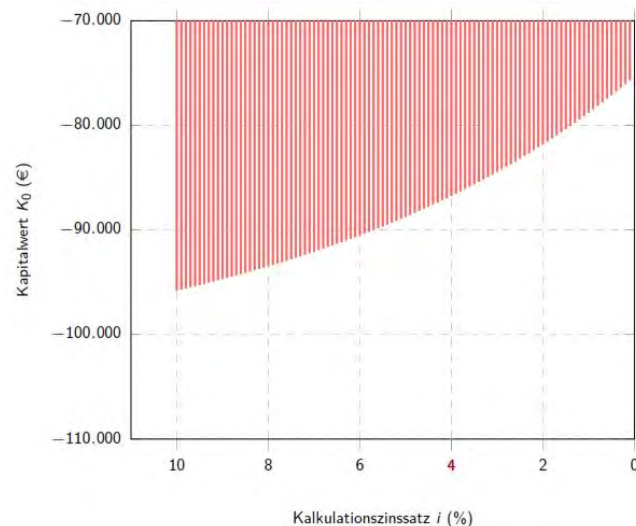
Insbesondere die Bodenverhältnisse des Deponiekörpers sind, bzgl. Einbautiefe der Fundamentierung und chemische Verträglichkeit, zu beachten. Eine KWEA-Errichtung ist genehmigungspflichtig. Die Vereinbarkeit einer KWEA-Errichtung mit dem Deponiebetrieb wird nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) geprüft. Aus dem Bundesnaturschutzgesetz (Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG) ergeben sich besondere Anforderungen für den Schutz besonderer Vogelarten - eine Prüfung erfolgt in einer artenschutzrechtlichen Prüfung. Beispiel: Rotmilan. Die Deponie ist fast vollständig eingegrünt (Waldgebiet) und auf dem Deponiekörper wurde zufällig, kurz nach Fertigstellung der Bachelorarbeit, ein Exemplar des Rotmilan gesichtet.

Vor Durchführung der dynamischen Investitionsrechnung wurde das Windpotential des Standortes ermittelt. Eine Wettermessstation auf dem Deponiekörper lieferte wegen eines Defektes Windgeschwindigkeitsdaten in nicht ausreichender Menge. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) ermöglichte Zugriff auf langjährige Daten über die Windgeschwindigkeit aus einer Wettermessstation in Ahaus in 18 km Entfernung zur Deponie-Höven. Aus diesen konnte die langjährige Windgeschwindigkeit auf der Deponie-Höven konstruiert werden in Form einer hohen Datenauflösung (Stundenwerte). Aus den 8760 ermittelten Stundenwerten der Windgeschwindigkeit ergab sich ein Median von 4,0 m/s. Folgende Abbildung zeigt die langjährige Windgeschwindigkeit auf der Deponie-Höven für die ersten 1000 Stunden eines Kalenderjahres.



In der dynamischen Investitionsrechnung wurden die Stromnutzungsmodelle der vergüteten Einspeisung und der Eigenbedarfsdeckung betrachtet.

Unter Annahme eines Betrachtungszeitraumes von 20 Jahren (Lebensdauer KWEA, Dauer der Vergütung gem. EEG) und einem Kalkulationszinssatz von 4 %, ergab sich für jede KWEA und in beiden Stromnutzungsmodellen ein negativer Kapitalwert. Folgende Abbildung zeigt den Verlauf des Kapitalwertes bei variablem Kalkulationszinssatz unter Eigenbedarfsdeckung, beispielhaft an einer der betrachteten KWEA.



Als Handlungsempfehlung wurde in allen Fällen von einer Realisierung des geplanten Investitionsvorhabens abgeraten.

Als maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit dieses Stromnutzungsmodells wird der Marktpreis des Stromes erachtet. Die Stromgestehungskosten lagen in allen betrachteten Fällen deutlich über den Bezugskosten des lokalen Energieversorgers. Das Modell der vergüteten Einspeisung erwies sich als noch unwirtschaftlicher. Es bleibt die Entwicklung der Marktpreise zu beobachten.

Martin Tulatz B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr. rer. nat. Isabelle Franzen-Reuter
Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

09. März 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Immissionsschutz + Umwelttechnik (LIU)

In Kooperation mit:

Uppenkamp und Partner GmbH, Ahaus



Zum Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Lärmeinwirkungen sind in verschiedenen Regelwerken diverse Richt- und Grenzwerte festgelegt. Vor allem die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassene Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) regelt eine konsequente Einhaltung dieser Werte anhand von Schallimmissionsprognosen und Abnahmemessungen, welchen zahlreiche Messwerte zugrunde liegen. Zur Überprüfung der Werte für Entladegeräusche wurden in dieser Arbeit Messungen an außenliegenden Laderampen von Lebensmittel-Discounter durchgeföhrt.

Im Rahmen mehrerer Messtermine wurden beim Entladen der Lieferfahrzeuge mittels Elektrohubwagen über fahrzeugeigene Ladebordwände die Geräusche ermittelt. In einem definierten Abstand von der Schallquelle wurde mittels eines Schallpegelmessgeräts der Schalldruckpegel aufgezeichnet und synchron dazu eine Audioaufnahme erstellt. Bei der Auswertung wurden im Pegelschrieb über die Abhörfunktion die fünf folgenden einzelnen Entladeschritte markiert und einzeln ausgewertet:

- Einfahrt leer über Ladebordwand
- Einfahrt leer über Ladefläche
- Palette aufnehmen
- Ausfahrt beladen über Ladefläche
- Ausfahrt beladen über Laderampe

Über die Betrachtung einer Hüllfläche konnte anschließend für jeden Messwert der gemessene Schalldruckpegel in einen Schallleistungspegel umgerechnet werden. Der Schallleistungspegel gibt an, wie viel Energie in Form von Schall freigesetzt wird und ist unabhängig vom Messabstand oder äußeren Umständen, was die Ergebnisse untereinander vergleichbar macht. Zur Bestimmung der Schallemissionen, die beim Entladen einer Palette entstehen, wurden anschließend die fünf Einzelvorgänge logarithmisch addiert. Zusätzlich zu den aus den Einzelvorgängen errechneten Gesamtvorgängen, konnte die Entladung einiger Paletten direkt zusammenhängend gemessen und ausgewertet werden. Die Werte weichen nur leicht voneinander ab. In der folgenden Tabelle sind die A-bewerteten, auf eine Stunde bezogenen und impulshaltigen Schallleistungspegel (LWAT,1h), ermittelt an einer kurzen und einer langen Ladebordwand, den derzeit gebräuchlichen Werten aus einer Studie der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (HLfU) von 1995 gegenübergestellt.

Tabelle: Gegenüberstellung der Ergebnisse

Vorgang	Kurze Ladebordwand $L_{WAT,1h}$ in dB(A)	Lange Ladebordwand $L_{WAT,1h}$ in dB(A)	HLfU-Studie $L_{WAT,1h}$ in dB(A)
Einfahrt leer über Ladebordwand	77,3	77,3	85,2
Einfahrt leer über Ladefläche	55,5	50,9	77,8
Palette aufnehmen	63,2	60,0	k. A.
Ausfahrt beladen über Ladefläche	54,7	52,6	68,2
Ausfahrt beladen über Ladebordwand	73,2	68,5	84,0
Gesamtvorgang Palette rechnerisch	78,9	77,9	88,1
Gesamtvorgang Palette gemessen	81,1	78,5	k. A.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse sind nicht uneingeschränkt mit denen aus der Literatur vergleichbar. Wichtige Parameter wie z. B. der eingesetzte Hubwagen, sowie die Bauart der betrachteten Laderampe weichen erheblich voneinander ab. Des Weiteren sind in der Studie der HLfU die Messbedingungen nur sehr unzureichend beschrieben, sodass keine Aussage bezüglich der Vergleichbarkeit der Werte erfolgen kann. Für entsprechende Gutachten oder Prognosen können die Ergebnisse jedoch von großem Nutzen sein und für die Berechnungen verwendet werden.



Abbildung: Messaufbau bei der Entladung eines Lastzuges

Sebastian Urban B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Datum des Kolloquiums:

16. November 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

2G Energietechnik GmbH, Heek



Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollten Systeme zur Behandlung von Abgaskondensat bei Einsatz von Blockheizkraftwerken auf deren Tauglichkeit untersucht werden. Durch Betreiber und BHKW-Servicetechniker wurde die Beobachtung gemacht, dass bei Einsatz von Brennwert-Abgaswärmeübertragern im Abgaskondensat Öl enthalten ist. Dieses Öl ist auf das im Motor verwendete Schmieröl zurückzuführen, welches teilweise verbrannt wird, in das Abgas gelangt und bei niedrigen Abgastemperaturen auskondensiert. Um mögliche Schädigungen der Umwelt und der öffentlichen Abwasseranlage zu vermeiden, wurden im Rahmen dieser Arbeit verschiedene Möglichkeiten zur Behandlung des Kondensats auf deren Tauglichkeit untersucht. Es wurden drei verschiedene Systeme über einen durchschnittlichen Zeitraum von ungefähr 5.000 Betriebsstunden (Bh) betrachtet. Als Hauptkomponente zur Behandlung des Kondensats wird bei zwei Anlagen, neben der Neutralisationsanlage, ein sogenannter Öl-Wasser-Trenner untersucht. Dieses Gerät kommt eigentlich aus der Kompressorentchnik, wo ebenfalls mit Öl belastetes Kondensat anfällt (siehe Abbildung 1). Bei der dritten Anlage wurde eine Flüssigkeits-Neutralisationsanlage untersucht. Die Untersuchungen wurden hauptsächlich auf den visuell erkennbaren Zustand und hinsichtlich der notwendigen Wartungsintervalle durchgeführt. Es wurden außerdem noch Analysen des Rohkondensats sowie des behandelten Kondensats durchgeführt, um die Wirksamkeit des Systems hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte lokalen Abwasserbeseitigungssatzung zu untersuchen.

Bei den Untersuchungen hinsichtlich der Wartungsintervalle hat sich herausgestellt, dass für das Kondensatbehandlungssystem mit dem Öl-Wasser-Trenner ein Wartungsintervall von 2.000 Bh anzusetzen ist. Bei dieser Wartung handelt es sich hauptsächlich um die Reinigung der Anlagenkomponenten und die Abschöpfung der abgeschiedenen Kondensat-Begleitstoffe. Bei den untersuchten Anlagen stellten sich unterschiedliche Intervalle, von 2.000 Bh bis 4.000 Bh, für den Filterwechsel des Öl-Wasser-Trenners ein. Das kürzere Intervall ist sehr wahrscheinlich auf das, durch Sonneneinstrahlung vermehrte, Wachstum von Mikrobiologien in den mit Kondensat gefüllten Bereichen des dortigen Systems zurückzuführen. Bei der dritten Versuchsanlage hat sich gezeigt, dass die dort verbaute Flüssigkeits-Neutralisations-Anlage nicht für diesen speziellen Anwendungszweck geeignet ist. Das Hauptproblem ist hier, dass das System nicht für die temporär auftretenden hohen Kondensat-Volumenströme ausgelegt ist.

Die Analysen der bei der Anlage Nr. 2 genommenen Stichproben haben gezeigt, dass der Grenzwert für den Kohlenwasserstoffindex (KW-Index) schon beim Rohkondensat unterschritten wird. Die anderen analysierten Parameter des Rohkondensats liegen, den pH-Wert ausgenommen, ebenfalls unter den geforderten Grenzwerten. Gemäß den durchgeführten Analysen wäre nur eine Neutralisation des Kondensats ausreichend, um dieses ohne Bedenken in die öffentlichen Abwasseranlagen einzuleiten. Es wird daher empfohlen weitere Messungen, auch an anderen Anlagen, durchzuführen, um repräsentative Ergebnisse und damit Klarheit bezüglich der Notwendigkeit eines Systems zur weitergehenden Kondensatbehandlung zu erhalten. Obwohl gemäß den Analysenergebnissen keine weitergehende Kondensatbehandlung erforderlich wäre, ist trotzdem der Einsatz eines solchen Behandlungssystems hinsichtlich der Betriebssicherheit der Neutralisationsanlage zu empfehlen.

Alle im realen Betrieb getesteten Systeme haben die Gemeinsamkeit, dass diese keine normgerechten Anlagen zur Leichtflüssigkeitsabscheidung sind. Der bei zwei Anlagen eingesetzte Öl-Wasser-Trenner besitzt zwar eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, allerdings ist diese auf den Einsatz im Zusammenspiel mit Kompressoren bezogen. Falls durch Behörden eine weitergehende Kondensatbehandlung gefordert wird und dieses System eingesetzt werden soll, wäre dieses bei jeder Anlage einer Einzelzulassung zu unterziehen. Daher wurde untersucht, ob die Möglichkeit besteht, eine normgerechte Anlage zur Leichtflüssigkeitsabscheidung einzusetzen. Hier wäre es möglich einen handelsüblichen Koaleszenzabscheider einzusetzen. Falls eine solche Anlage zur Leichtflüssigkeitsabscheidung eingesetzt werden muss, würde allerdings ein erhöhter Aufwand für die Wartung entstehen, da z. B. eine monatlich geforderte Eigenkontrolle und die halbjährlich durchzuführende Wartung durch eine sachkundige Person durchgeführt werden müsste. Abschließend kann gesagt werden, dass der Betreiber einer BHKW-Anlage aufgrund der unklaren Gesetzeslage hinsichtlich der Einleitung von Abgaskondensaten aus BHKW-Anlagen auf jeden Fall die örtliche Abwasserbehörde kontaktieren sollte und dort in Erfahrung bringen sollte, ob die Neutralisation des Abgaskondensates ausreicht, oder noch eine weitergehende Behandlung erforderlich ist.



Abbildung 11: Kondensatbehandlungssystem mit Öl-Wasser-Trenner

Marco Vorpahl B.Eng.

 Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Dipl. Ing. Christof Hewing

Datum des Kolloquiums:

14. September 2016

 Studium:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren



Deutschlandweit nutzen bereits 55 % aller Beschäftigten für ihre Arbeit mindestens einmal pro Woche einen Rechner mit Internetzugang. Um eine gut ausgebaute und funktionsfähige Internetinfrastruktur zu gewährleisten, kann auf hochmoderne Rechenzentren heute kaum noch verzichtet werden. Hierbei ist die Tendenz dahingehend, dass in Zukunft noch wesentlich mehr Rechenleistung benötigt wird.

Allein Zwischen 2003 und 2013 ist die IT-Fläche in deutschen Rechenzentren um 42 % auf 1,8 Millionen m² gewachsen. Rechenzentren sind heute wie Stromversorgung und Verkehrswege eine notwendige Infrastruktur für Wirtschaft Verwaltung und Forschung.

Rechenzentren erfüllen die Anforderungen, sehr große Datenmengen zu verarbeiten, wie zum Beispiel die Steuererklärung aller Bürger eines Bundeslandes. Sie werden deshalb meist administrativen Stellen zugeordnet, wie der Finanzbehörde, einer Forschungseinrichtung, einer Hochschule oder einem kommerziellen Betrieb wie einer Bank oder einer Versicherung. Hierfür wird die gesamte IT-Technik in einem Maschinenraum gebündelt.

Allerdings werden Rechenzentren sowohl von Betreibern, als auch vom staatlichen Gemeinwesen als „kritische Infrastrukturen“ eingestuft. So viel Informationen und Rechenleistung an einem Ort zu verarbeiten macht die Wirtschaft verwundbar. Bei einem Ausfall würde es zu nachhaltig wirkenden wirtschaftlichen Störungen kommen, bis hin zu Krisen, Versorgungsengpässen, erheblichen Gefährdungen der öffentlichen Sicherheit oder zu anderen dramatischen Folgen.

Aus diesen Gründen haben Rechenzentren sehr hohe Anforderungen an Betriebssicherheit und Ausfallzeiten. Alle technischen Anlagen, wie Stromversorgungs- und Kälteerzeugungsanlagen sind redundant ausgeführt, so dass auch im Stör- oder Wartungsfall ein unterbrechungsfreier Betrieb möglich ist. Je nach Anforderungen an das Rechenzentrum gibt es verschiedene Klassifizierungen, die festlegen, wie die technischen Anlagen ausgeführt sein müssen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es darzulegen, wie ein Rechenzentrum vor diesem Hintergrund der hohen Betriebssicherheit so geplant wird, dass trotzdem noch eine maximale Energieeffizienz hinsichtlich der Kälteversorgung erzielt werden kann. Hierfür wird eine Excel-Tabelle erstellt, mit der die Betriebskosten bei verschiedenen Varianten gegenübergestellt werden können. In der Berechnung werden Wetterdaten mit den technischen und ökonomischen Daten der Anlage und des Projekts verknüpft.

So können die Betriebszeiten der einzelnen Anlageteile ermittelt werden, mit denen nach einer Festlegung von Energiepreisen ein wirtschaftlicher Vergleich der Varianten ermöglicht wird.

Als Referenzobjekt dient ein Rechenzentrum der Uniklinik Göttingen, die Berechnung wird allerdings so durchgeführt, dass sie auch für andere Projekte angewendet werden kann. In diesem Rechenzentrum gibt es einen Bereich mit den Anforderungen an Tier-Klasse 3, der zu einem großen Teil mit freier Außenluftkühlung gekühlt werden soll. Dies ist die Variante mit dem größtmöglichen Einsparpotential, da der Anteil der maschinellen Kühlung bei 0 % liegt.

Der Fokus der Betrachtung liegt darauf die Betriebskosten unter Anwendung der freien Kühlung mit einem Kühlbetrieb ausschließlich durch Kältemaschinen zu vergleichen und festzustellen, nach welcher Zeit sich die entsprechend höheren Betriebskosten amortisiert haben.

Um wirtschaftlich zu arbeiten, war das Ziel der Planung über einen möglichst langen Zeitraum im Jahr nur freie Kühlung zu nutzen und die Laufzeiten der Kältemaschinen minimal zu halten. Um deutlich zu machen, wie dies gelingen soll, wird in dieser Arbeit zunächst dargelegt wie die Kältetechnik für das Referenzrechenzentrum im Detail geplant ist.

Thomas Voß M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Prof. Dipl.-Ing. Andreas Grübel

Datum des Kolloquiums:

24. Juni 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Bioenergie Steinfurt GmbH & Co.KG, Steinfurt



Im Rahmen der Stromdirektvermarktung und der Flexibilisierung von Biogasanlagen, die durch die Flexibilitätsprämie im EEG angereizt wird, gibt es viele Faktoren, anhand derer die Strom- und Wärmeerzeugung einer Biogasanlage optimiert werden sollen. Es wird dargestellt, wo die Wertschöpfung einer Biogasanlage liegt und welche Komponenten von einer Flexibilisierung betroffen sind.

Für einzelne BHKW-Standorte werden die wesentlichen Faktoren zur Optimierung näher erläutert, die potentiellen Erlös auf Grundlage der Ergebnisse der Vergangenheit ermittelt und die Entwicklung der Erlöse in der Vergangenheit aufgezeigt, um die zukünftige Entwicklung einschätzen zu können.

Die folgenden Faktoren werden dabei näher betrachtet:

- EEG-Vergütung
- Flexibilitätsprämie
- Verkauf von Wärme
- Regelenergiemärkte
- Day-Ahead-Auktion/Kontinuierlicher Intraday-Handel
- Ausgleichsenergiekosten
- Wirkungsgradverbesserung/Einsparung von Instandhaltungskosten

Darüber hinaus werden die Kosten betrachtet, die durch eine Flexibilisierung entstehen. Dazu gehören die Investitionskosten in die folgenden Komponenten, die als jährliche Annuität berücksichtigt werden.

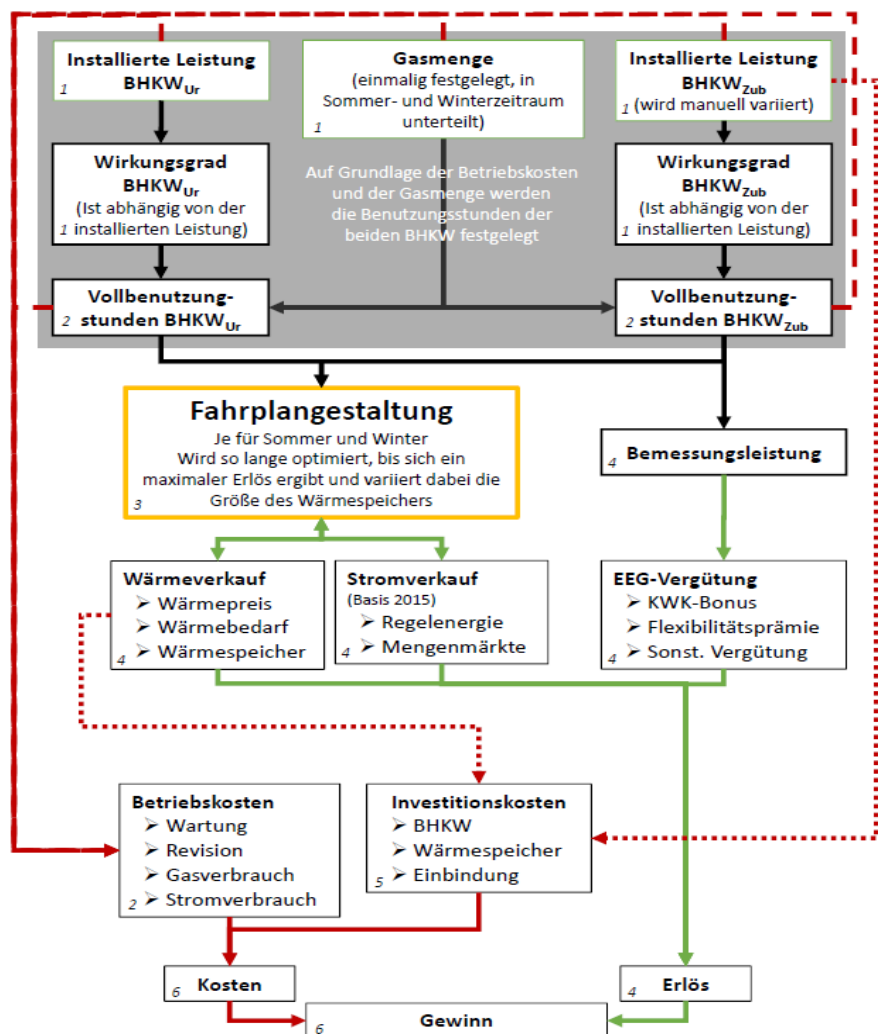
- BHKW
- Wärmespeicher
- Anbindungskosten
- Transport- und Montagekosten

Ein weiterer Kostenpunkt sind die Betriebskosten, die sich aus Wartungskosten, Revisionskosten, Stromkosten, Gaskosten und Direktvermarktungskosten zusammensetzen.

Die Ermittlung der Erlöse und Kosten in Abhängigkeit der verfügbaren Gasmenge und der installierten Leistung des Standorts.

Auf dieser Grundlage wird ein Berechnungstool entwickelt, welches dazu dient verschiedene Varianten eines Standorts, bei festgelegter Gasmenge verschiedene Varianten mit unterschiedlichen installierten Leistungen zu berechnen. (Ausbauszenario) Dabei werden die Ausgleichsenergiekosten und der kontinuierliche Intraday-Handel nicht berücksichtigt, da diese Erlöse individuell von der Anlage abhängen. Diese unterschiedlichen Ausbauszenarien werden mit der aktuellen Situation und den anderen Ausbauszenarien verglichen, um die optimale Flexibilisierung eines Standorts zu ermitteln.

Mittels des Berechnungstools werden für die BHKW-Standorte der Bioenergie Steinfurt GmbH & Co. KG die optimalen Ausbauszenarien berechnet. Das Ergebnis ist, dass sich ein Ausbau an den Standorten Biogasanlage, Kreishaus, Horstmann, Arnoldinum und Lernen fördern lohnt. An diesen Standorten können Mehrgewinne von 40.000 € bis 80.000 € pro Jahr erzielt werden. Am Standort AOK ist eine Flexibilisierung nicht sinnvoll. Die sich ergebende Übersicht dient dem Betreiber als erste Orientierung für eine Flexibilisierung der Standorte, an die sich eine Detailplanung anschließt. Diese Detailplanung sollte insbesondere die Auswirkungen auf den Gastransport berücksichtigen.



Bastien Vuong B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Dr. rer. nat. Tanja M. Kneiske

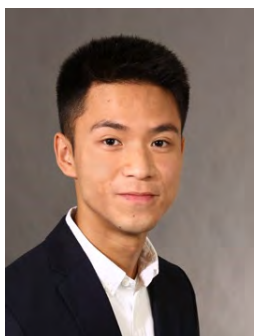
Datum des Kolloquiums:

22. Februar 2017

Studium:
Studienrichtung:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Kassel



Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss der zusätzlichen Lasten der Elektromobilität auf das Niederspannungsnetz in den kommenden Jahren zu quantifizieren. Betrachtet werden dabei zwei Szenarien. Das erste Szenario dient der Beschreibung des Einflusses genannter Lasten auf den Starklastfall und beschreibt zusätzlich Kosten für den potenziell notwendigen Netzausbau. Das zweite Szenario bezieht sich hingegen auf den umgekehrten Fall: Angenommen wird ein Netz mit geringem Stromverbrauch und hoher dezentraler regenerativer Einspeisung durch Photovoltaikanlagen (Einspeisefall).

Die Reduzierung der daraus resultierenden Netzüberlastungen durch Elektromobilität werden untersucht. Da Elektrofahrzeuge eine durch die geringe Verbreitung noch unbekannte Größe für Netzbetreiber darstellen, werden zusätzlich zu den Szenarien Durchschnittslastprofile (Abbildung 1) und Gleichzeitigkeitsfaktoren generiert, die dazu dienen können Elektrofahrzeuge in weiteren Netzsimulationen vereinfacht darzustellen. In dieser Arbeit werden genannte Profile und Faktoren zur Plausibilisierung der Ergebnisse verwendet.

Die Methodik beruht auf Simulationen realistischer Ladeverläufe von Elektrofahrzeugen (durch Messungen generiert), auf Standardlastprofilen für Haushalte und auf Messwerten der solaren Einstrahlung für Photovoltaikanlagen. Eine Leistungsflussrechnung wird basierend auf einem generischen Niederspannungsnetz der Vorstadt für einen vorher definierten Zeitpunkt durchgeführt. Eingabeparameter sind dabei mit Wahrscheinlichkeiten belegt, sodass daraus eine probabilistische Leistungsflussrechnung resultiert. Somit sind für die generierten Ergebnisse Eintrittswahrscheinlichkeiten angebbar.

Realisiert wird die Simulation und Leistungsflussrechnung basierend auf der Programmiersprache Python. Die Ergebnisse für das erste Szenario deuten darauf, dass Spannungsfälle bei einer Marktdurchdringung von 30 % in 95 % der Fälle von unter 3,8 % auftreten. Bei geringeren Marktdurchdringungen treten entsprechend geringere Spannungsfälle auf. Netzüberlastungen treten ausschließlich aufgrund von Spannungsbandverletzungen und mit Wahrscheinlichkeiten im Promillebereich auf (3 ‰ für eine Marktdurchdringung von 30 %).

Für das zweite Szenario wird festgestellt, dass Lasten durch Elektrofahrzeuge den Einspeisefall nicht in besonderem Maße lindern können. Spannungsamplituden beispielsweise vermindern sich im Einspeisefall durch Elektrofahrzeuge lediglich um etwa 0,1 %. Die Anzahl der auftretenden Netzüberlastungen bei wiederholter Simulation wird kaum verringert. Zu beachten ist, dass sich die Ergebnisse auf das verwendete generische Niederspannungs-Vorstadtnetz beziehen.

Des Weiteren wurde keine Zeitreihenanalyse durchgeführt. Außerdem beruhen Haushaltslasten und Photovoltaik-Einspeiseleistungen auf Standardlastprofilen und gemessenen Daten, wodurch entsprechende Abweichungen auftreten. Eine ausführliche Validierung dieser Arbeit durch weitere ähnliche Arbeiten ist deswegen zwingend notwendig.

Netzausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz sind gegebenenfalls entsprechend den hier generierten Ergebnissen frühestens ab einer Elektrofahrzeugmarktdurchdringung von 30 % notwendig, die Auswirkungen des Einspeisefalls auf das Niederspannungsnetz lassen sich durch Elektrofahrzeuge kaum lindern (unter der Annahme, dass Fahrzeuge erst nach der letzten Ankunft des Tages laden).

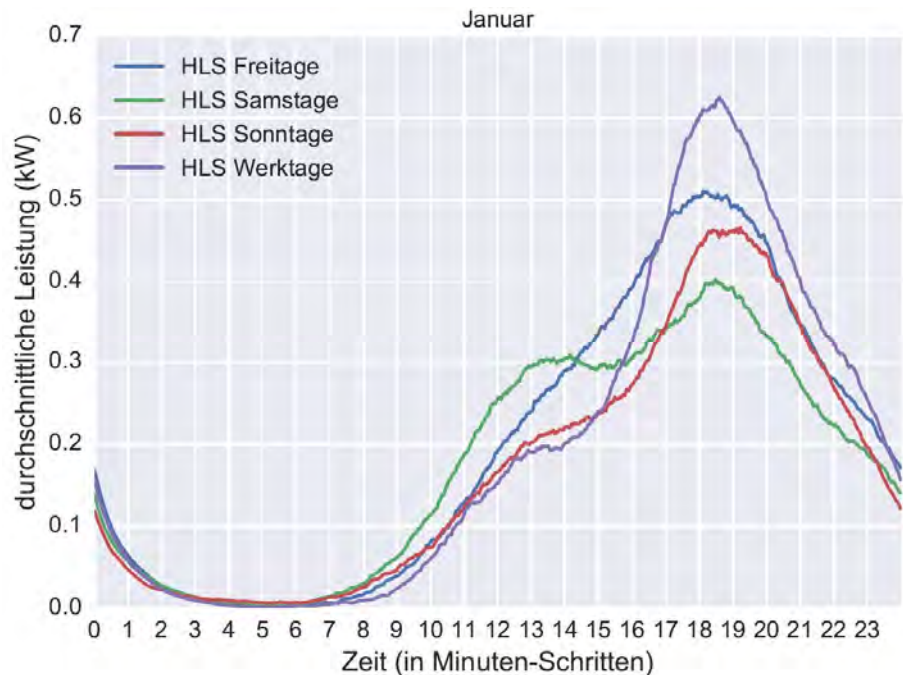


Abbildung 12: Durchschnittslastprofile (100.000 Elektrofahrzeuge) an Heimpladestationen (HLS) für unterschiedliche Wochentage im Januar

Marc-André Wächter B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Peter Vennemann
Karsten von der Ohe MBA M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

03. November 2016

Studium:
Studienrichtung:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:

WESSLING GmbH, Altenberge



Aufgabe war es, das Heizkraftwerk der Firma WESSLING auf seine Effizienz zu überprüfen und gegebenenfalls Effizienzsteigerungspotenziale zu ermitteln. Dazu ist eine Bestandsanalyse von der Umgebung sowie von WESSLING selbst und gezielt von dem Heizkraftwerk getätigt worden. Es ist der Wärmebedarf von WESSLING für die Jahre 2014 und 2015 aufgenommen und zur besseren Veranschaulichung auf die Monate aufgeteilt worden. Für den Wärmebedarf 2015 mussten Annahmen aufgrund von nicht vorhandenen Daten getätigt werden.

Der Strombedarf für das Jahr 2014 geht aus dem Energieaudit hervor, welches WESSLING gemäß DIN EN 16247 durchzuführen hatte. Der Strombedarf für das Jahr 2015 ist durch Lastgangdaten und Schätzungen ermittelt worden. Weiterhin ist eine wirtschaftliche Betrachtung von möglichen Einnahmen und Ausgaben gemacht worden, um daraus die wirtschaftlichste Verwendung der vom BHKW erzeugten Nutzwärme und elektrischen Leistung, herzu-leiten.

Dabei hat sich herausgestellt, dass die Nutzung der Nutzwärme zu Heizzwecken und der erzeugte Strom zur Stromeigennutzung wirtschaftlich am sinnvollsten sind. Es gibt dennoch Zeiten, in denen die erzeugte elektrische Leistung höher ist als der Strombedarf, sodass der Strom ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Ein Teil der thermischen Leistung wird in der Sommerperiode zur Kälteerzeugung von einer Absorptionskältemaschine verwendet.

Anschließend ist das Potenzial des BHKWs ermittelt und, zur Bestimmung von frei verfügbaren Kapazitäten, dem Wärme- und Strombedarf von WESSLING gegenübergestellt worden. Anhand der freien Kapazitäten konnte die Stillstandzeit bzw. die Betriebszeit bei Volllast bestimmt werden. Das Resultat zeigt, dass das BHKW ca. 6.000 Stunden pro Jahr im Volllastbetrieb fahren kann. Ein Beispiel zeigte, welche Einnahmen bei 6.000 Volllastbetriebsstunden zu erwarten sind.

Die Ergebnisse der Analyse haben, wie vorgeschrieben, Effizienzsteigerungspotenziale hervorgebracht. Für das Füllen der freien Kapazitäten sind Möglichkeiten erörtert worden, die für WESSLING vorläufig nicht sinnvoll sind. Aus der Bestandsanalyse des Heizkraftwerks ging hervor, dass das BHKW eine relativ hohe Anzahl von Starts aufweist. Um zukünftig die Anzahl von neuen Starts zu verringern bzw. längere Laufzeiten zu erzielen, wurden Möglichkeiten erarbeitet. Diese sind zum Teil mit zusätzlichen Investitionskosten verbunden.

Daniel Wansing B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

01. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Ingenieurbüro Ludger Terbrack, Vreden



Entsprechend der Anforderungen der Trinkwasserverordnung muss die Trinkwasserqualität so beschaffen sein, dass durch den Genuss oder Gebrauch von Trinkwasser die menschliche Gesundheit nicht beeinträchtigt wird. Dieses stellt den Betreiber und den Fachplaner vor eine verantwortungsvolle Aufgabe. Damit die Trinkwasserqualität sichergestellt werden kann, ist nach den anerkannten Regeln der Technik eine Trinkwassererwärmungsanlage zu planen, zu bauen und zu betreiben. Daher ist eine Vielzahl von Bedingungen und Anforderungen der einschlägigen Normen und Regelwerke zu berücksichtigen.

Zudem spielt der Warmwasserbedarf in der heutigen Zeit eine immer größer werdende Rolle. Da die persönlichen Komfortansprüche an Warmwasser gestiegen sind, sodass Warmwasser zu jeder Zeit, in ausreichender Menge und in der jeweiligen gewünschten Temperatur zur Verfügung stehen soll. Für die Bereitstellung von Warmwasser gibt es die unterschiedlichsten Systeme.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Neubau eines Mehrfamilienhauses hinsichtlich der Hygiene und der Wirtschaftlichkeit untersucht. Insgesamt sind 30 Wohneinheiten geplant. Die Haustechnik für die Versorgung von Wärme und Trinkwasser werden zentral im Keller eines Hauses installiert. Dabei wurde das Wohngebäude mit einer dezentralen und einer zentralen Warmwasserbereitung geplant. Bei der dezentralen Installation wurde die Wohnanlage mit Wohnungsstationen geplant. An der Übergabestation in jeder Wohnung wird der Heizungs- und -rücklauf sowie die kalte Trinkwasserleitung angeschlossen. Die Trinkwassererwärmung basiert auf dem Durchflussprinzip, das bedeutet, dass das warme Trinkwasser erst unmittelbar vor dem Gebrauch erwärmt wird. Alternativ dazu wurde die Wohnungsanlage mit einem klassischen zentralen Warmwasserspeichersystem geplant. Dabei werden in der Wohnanlage die konventionellen Rohrleitungen installiert. Diese sind Heizungs- und -rücklauf, warmes und kaltes Trinkwasser und eine Zirkulationsleitung.

Da jedes Projekt hinsichtlich der Beheizung und der Trinkwassererwärmung unterschiedlich ist. Deshalb wird zu jedem Projekt eine individuelle Lösung erarbeitet. Die beiden Faktoren Hygiene und Wirtschaftlichkeit müssen für jedes Projekt separat betrachtet werden.

Clemens Wassenberg M.Eng.

 Erstprüfer:
Zweitprüfer:

 Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dr. Wolfgang Kühn

Datum des Kolloquiums:

29. September 2016

 Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

 Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik (Wasserversorgung - Abwasser - Abfall - Immissi-
onsschutz)

In Kooperation mit:

Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft, Kamp-Lintfort



Stickstoff gelangt mit dem Abwasser über die menschlichen Ausscheidungen sowie aus industrieller und gewerblicher Herkunft in Form von verschiedenen Verbindungen zur Kläranlage. Dort wird er durch biologische Prozesse in die Zellstruktur der Mikroorganismen eingelagert oder über die Denitrifikation zu elementarem Stickstoff umgewandelt und so weitestgehend aus dem Abwasserstrom entfernt. Im Rahmen der anaeroben Schlammbehandlung kommt es jedoch zu einer Rücklösung der Stickstoffverbindungen, die nach der Entwässerung zu einer internen Rückbelastung der Kläranlage in Höhe von 15 - 25 % in Bezug auf die Stickstofffracht im Zulauf führen kann. Diese Rückbelastung wird durch die Zugabe in den Hauptstrom der Abwasserbehandlung größtenteils im Kreislauf gefahren und führt im Ergebnis zu hohen Energieverbräuchen und Kosten bei der Belüftung des Abwassers. Bei ungünstigen Nährstoffverhältnissen oder nicht ausreichender Behandlungskapazität kann die Reinigungsleistung maßgeblich beeinflusst werden, wodurch Grenzwertüberschreitungen im Ablauf der Kläranlage entstehen können.

Bei Überschreitung der Stickstoffgrenzwerte können insbesondere bei hohen Konzentrationen Probleme im Gewässer entstehen. In Abhängigkeit von der Temperatur und dem pH-Wert kann Ammonium als Ammoniak vorliegen, dass ebenso wie Nitrit eine stark toxische Wirkung auf Fische besitzt. Zudem sind Ammonium und Nitrat Nährstoffe, die zu verstärktem Pflanzenwachstum führen. Besonders in den Nachtstunden kann es dadurch zu einer verstärkten Sauerstoffzehrung im Gewässer kommen, was zu kritischen Sauerstoffkonzentrationen für Wasserorganismen wie z. B. Fische führt. Die Stickstoffelimination der kommunalen Abwasserbehandlung ist somit ein wichtiger Bestandteil des Gewässerschutzes.

Für die Kläranlage Duisburg-Rheinhausen der Linksniederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft wurde 2004 eine Prozesswasserbehandlungsanlage im Nebenstrom zur Reduzierung der internen Rückbelastung aus der Schlammbehandlung geplant, die aufgrund von ausreichenden Behandlungskapazitäten im Hauptstrom der Kläranlage jedoch nicht realisiert wurde. Im Rahmen dieser Arbeit fand eine Neubetrachtung der Situation statt, da sich die Verfahrenstechnik zur Prozesswasserbehandlung im Nebenstrom in den letzten zehn Jahren entscheidend weiterentwickelt hat.

Die Auswertung der Daten aus dem Betriebstagebuch von 2013 bis 2015 bildeten die Grundlage für die Berechnung der erforderlichen Kennwerte. Mit diesen konnte die interne Rückbelastung ermittelt und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten vier verschiedene Verfahren zur Prozesswasserbehandlung im Nebenstrom untersucht werden. Für diese vier Verfahren wurden die Hauptaggregate bemessen und mögliche Investitions- und Betriebsmittelkosten errechnet. Im Vergleich der Gesamtinvestitionen auf Basis der Projektkostenbarwertmethode schnitt das Verfahren der Deammonifikation mittels suspendierter Biomasse im Sequencing Batch Reaktor als das günstigste Verfahren mit den niedrigsten Betriebsmittelkosten ab. Dieses kann in einem zur Verfügung stehenden Becken auf der Kläranlage umgesetzt werden.

Das Verfahren der Deammonifikation ist ein zweistufiger autotropher biologischer Prozess der seit ca. 15 - 20 Jahren zur Prozesswasserbehandlung erforscht und eingesetzt wird. Die Stickstoffelimination findet hierbei im Gegensatz zu den üblichen biologischen Behandlungsverfahren ohne Einbindung von Kohlenstoff statt. Daraus resultiert ein ca. 60 % geringerer Sauerstoffverbrauch gegenüber der klassischen Nitrifikation/Denitrifikation, was die Energiekosten zur Belüftung deutlich senkt. In einem ersten Schritt wird dabei ca. 55 % des vorliegenden Ammoniums durch partielle Nitritation zu Nitrit umgewandelt. Unter anoxischen Bedingungen wird in einem zweiten Schritt das gebildete Nitrit zusammen mit dem noch vorhandenen Ammonium von einer speziellen Bakteriengruppe, den Planctomyceten, zu molekularem Stickstoff und ca. 11 % Nitrat umgewandelt. Dieser Schritt wird auch als anaerobe Ammoniumoxidation bezeichnet. In Abbildung 1 sind die Prozessschritte dargestellt.

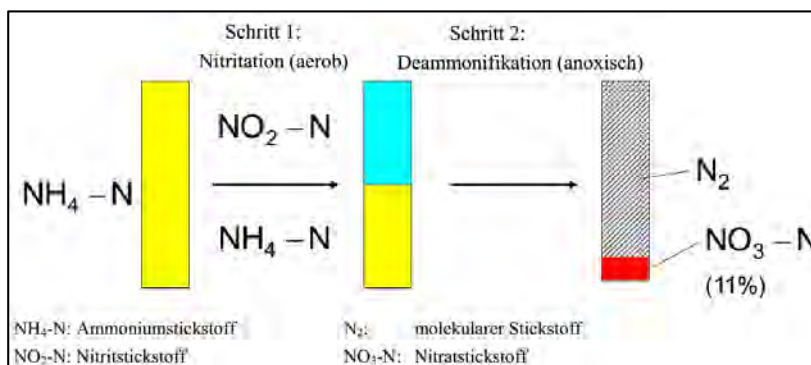


Abbildung 1: Deammonifikation als autotropher Prozess in zwei Schritten nach (Beier & Schäpers, 2015)

Bei Realisierung der separaten Prozesswasserbehandlungsanlage im Nebenstrom durch das Verfahren der Deammonifikation wird der Hauptstrom der Kläranlage um ca. 16.000 Einwohnerwerte für den Parameter Stickstoff entlastet, was eine Reduzierung der Betriebskosten und eine Verbesserung der Ablaufwerte zur Folge hat. Aufgrund der Einhaltung der von den Behörden geforderten Ablaufgrenzwerte und ausreichenden Reserven in der Anlagenkapazität der Kläranlage Duisburg-Rheinhausen sind eine sofortige Umsetzung und der Betrieb der Prozesswasserbehandlungsanlage nicht direkt, sondern erst bei einer Verschlechterung der Stickstoffeliminierung erforderlich.

Kai Weidner M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Bernhard Hörning

Datum des Kolloquiums:

08. Dezember 2016

Studium:
Studienrichtung:

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

In Kooperation mit:

Zentrales Gebäudemanagement der Stadt Dorsten, Dorsten



Die Stadt Dorsten unterhält eine Vielzahl an öffentlichen Gebäuden jeglicher Art, von Schulgebäuden, Kindertagesstätten, Feuerwehrgebäuden, Sporthallen bis hin zu Schwimmbädern. Viele dieser Gebäude haben aufgrund ihres Alters und ihres hohen Nutzungsbedarfs einen sanierungsbedürftigen Zustand erreicht. Dies trifft auch auf die Grüne Schule in Dorsten zu, welche aus einem Schulgebäude und einer anliegenden Sporthalle besteht und Gegenstand dieser Arbeit ist.

Ziel ist es, Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich des Energiebedarfs der Heizungs- und Lüftungstechnik auszuarbeiten, sowie aufbauend darauf, verschiedene Arten der Wärmeerzeugung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und ökologischen Verträglichkeit zu beurteilen.

Die Aufgabenstellung wurde in Absprache mit den Betreuern dahingehend abgegrenzt, dass lediglich drei verschiedene Varianten der Wärmeversorgung betrachtet werden sollen. In der Variante 1 werden die Gebäude mittels einer Nahwärmeleitung verbunden und über Gasbrennwertkessel mit Wärme versorgt. Variante 2 betrachtet die Wärmeversorgung beider Gebäude mittels eines BHKWs in Kombination mit Gasbrennwertkesseln. In der 3. Variante werden das Schulgebäude und die Sporthalle getrennt voneinander mit Wärme versorgt. Die Wärmeversorgung des Schulgebäudes erfolgt mittels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einer Deckenheizung, die der Sporthalle mittels eines Gasbrennwertkessels.

Zu Beginn der Arbeit erfolgt eine Bestandsaufnahme der Gebäude mit anschließender fachtechnischer Berechnung zur Bewertung des Ist-Zustandes. Hierzu zählen die Bestimmung der Wärmdurchgangskoeffizienten, die Berechnung der benötigten Luftvolumenströme, der Gebäudeheizlast, der Raumheizlast sowie des benötigten Warmwasserbedarfs der Sporthalle. Im nächsten Schritt werden folgende anlagentechnische Optimierungsmaßnahmen ausgearbeitet:

- Ersetzen der RLT-Anlagen sowohl in der Sporthalle, als auch in den WC-Anlagen des Schulgebäudes durch hocheffiziente RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung
- Installation von Deckenstrahlplatten in der Sporthalle
- Installation von Frischwasserstationen in der Sporthalle
- Installation von RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung in den Unterrichtsräumen

Im Folgenden wird der aus den Sanierungsmaßnahmen neu zu erwartende stündliche Wärmebedarf mittels eines eigenständig entwickelten VBA-Programms auf Grundlage des Testreferenzjahres 2011 berechnet. In diesem Programm werden sämtliche Einflussgrößen wie innere Lasten, benötigte Luftvolumenströme, Absenkbetrieb, Heizgrenztemperatur, Sommerabschaltung, Ferienzeiten sowie Sonneneinstrahlung berücksichtigt. Des Weiteren wird mit dem Programm der stündlich zu erwartende Strombedarf berechnet. Abschließend werden die Berechnungsergebnisse anhand von spezifischen Verbrauchskennwerten sowie einem überschlägigen Berechnungsverfahren auf Plausibilität geprüft. Des Weiteren wird mit dem Programm der Strombedarf der vorhandenen Lüftungsanlagen sowie der neuen Lüftungsanlagen berechnet, um nachfolgend die zu bewertenden Varianten mit der Bestandsanlage vergleichen zu können.

Mittels des berechneten Nutzwärmebedarfs und Strombedarfs der Lüftungsanlagen sowie des zu erwartenden Gesamtstrombedarfs, werden im nächsten Schritt die drei Varianten der Wärmeversorgung auf ihre Wirtschaftlichkeit sowie ökologische Verträglichkeit geprüft. Die wirtschaftliche Betrachtung berücksichtigt hierbei aktuelle Fördermöglichkeiten sämtlicher Investitionen. Um das Risiko einer Fehlinvestition zu minimieren, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass unter Einbeziehung der Fördermöglichkeiten alle drei Varianten eine Verbesserung gegenüber dem jetzigen Zustand, sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht, darstellen. Überdies lässt sich festhalten, dass die Varianten 1 und 2 fast gleichwertig und wesentlich profitabler als Variante 3 sind. Bezieht man die ökologische Komponente mit ein, so ist die Variante 2 letztendlich klar zu präferieren.

Erstellung eines Programms zur Berechnung des Wärmebedarfs von Schwimmbädern

Marco Wennemers M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Jens Lübbers M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

10.01.2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

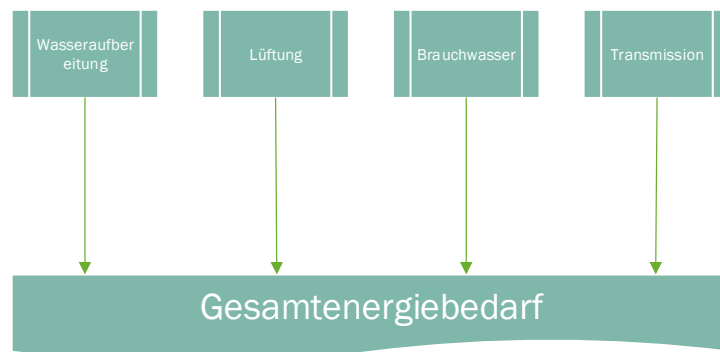
In Kooperation mit:

pbr Planungsbüro Rohling AG, Osnabrück



Um Energieverbräuche- und -kosten sowie Anlagenkonzeptionen schon frühzeitig mit wenigen bekannten Daten berechnen zu können, sollte in dieser Masterarbeit ein Programm entwickelt werden, welches den Gesamtwärmebedarf eines Schwimmbades unter Einbezug der Anforderungen der VDI 2087 und der DIN 19643 berechnet.

Der Wärmebedarf wird hierbei durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Dabei stehen den Wärmeverlusten aufgrund von Lüftung, Luftundichtigkeiten, Wasseraustausch usw. den Wärmegewinnen durch Sonneneinstrahlung, inneren thermischen Lasten und elektrischen Energieverbrauchern gegenüber.



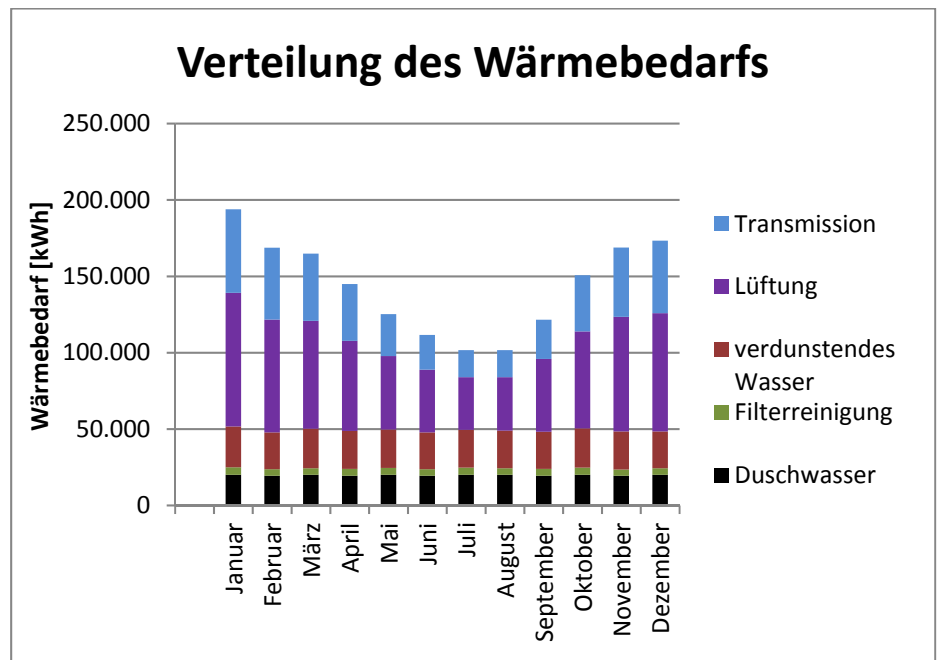
Die benötigten Daten sollen über eine Eingabemaske vom Benutzer eingegeben werden können, um anschließend mittels der hinterlegten klimatischen Daten des Testreferenzjahres den Wärmebedarf errechnen zu können.

Durch die Komplexität und die Wechselwirkungen der Anlagensysteme im Schwimmbad ist es bei der Planung notwendig im Vorfeld eine Prognose für die Energieverbräuche und -kosten abgeben zu können. Um die Anforderungen an die Behaglichkeit des Menschen und die Sicherung der Qualität der Bausubstanz zu wahren, gibt es außerdem mehrere Lüftungsvarianten, die Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben.

Durch das erstellte Berechnungsprogramm kann für jede Stunde des Jahres der Wärmebedarf für die folgenden Unterkategorien ermittelt werden:

- Transmissionswärmeverluste
- Filterreinigung
- Enthalpieerhöhung der Luft (verdunstendes Wasser)
- Lüftungswärmeverluste
- Brauchwassererwärmung (Duschen)

Unten dargestellte Grafik zeigt die Unterteilung der Hauptwärmeverbraucher auf die Monate Januar bis Dezember.



Eric Wermke B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr. rer. pol. Dirk Dresselhaus
Prof. Dr. rer. pol. Klaus-Ulrich Remmerbach

Datum des Kolloquiums:

08. März 2017

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik

In Kooperation mit:



Die Idee zum Thema entstand durch Einflüsse aus meinem Umfeld. Immer wieder kam das Thema Elektroautomobile in verschiedenen Kreisen auf. Natürlich spielt auch das Design bei solchen Diskussionen eine wichtige Rolle. Ich hatte, bedingt auch durch mein Studium, immer großes Interesse an Elektroautos und deren Wirkung auf dem allgemeinen Automobilmarkt. BMW hat bereits mit dem i8 für viel Aufmerksamkeit gesorgt. Die ersten Artikel über den BMW i3 überzeugten mich allerdings nicht komplett. Das Design war mir ein Dorn im Auge und ich konnte mich auch bei längere Betrachtung des Autos nicht mit dessen Design anfreunden. Die Bachelorarbeit war daher die richtige Gelegenheit mich stärker mit dieser Situation auseinanderzusetzen.

Die Vorgehensweise war schnell klar: Zuerst wollte ich verstehen, wie das Design eines Automobils überhaupt entsteht und welche Einflüsse berücksichtigt werden. Anschließend wurde die Wirkung auf den Betrachter eines Designs am Modell von Bloch untersucht. Hinzugezogen wurde auch ein Experteninterview aus einer Fachzeitschrift mit Lutz Fügner, einem Professor für Automobildesign. Unter Berücksichtigung eine Studie zu Kaufkriterien von Neuwagenkäufern wurde der Stellenwert des Designs untersucht.

Ziel der Untersuchung sollte die Herausstellung der Zielgruppe des BMW i3 sein. Welche Ziele BMW mit der Vermarktung des Fahrzeugs und welche weiteren Gründe hinter dem Design des i3 liegen, wurde ebenfalls untersucht.

Die Entstehung eines Automobildesigns

Das Produkt ist der Teil der Marke, der für den Kunden sichtbar ist. Daher wird besonderen Wert auf das Produktdesign und dessen Gestaltung gelegt. Mit dem Design können aber auch Botschaften an den Betrachter übermittelt werden. Eine Marke kann sich so rein optisch im Markt positionieren und die Abgrenzung zu anderen Marken wird möglich. Durch bestimmte, wiederkehrende Designelemente, die in der gesamten Produktpalette verwendet werden, ist so ein hoher Wiedererkennungswert der Marke zu ermöglichen.

Nach dem Wirkungsmodell von Bloch entscheidet die affektive Wahrnehmung des Kunden, ob dieser ein Produkt ästhetisch ansprechend findet und somit ein positives Gefühl wahrnimmt.

So kann die Wahrnehmung des Designs durch den Kunden auch in bestimmte Richtungen gelenkt werden und das Image einer Marke bewusst gesteuert werden.

BMW nutze bei der Produktgestaltung des BMW i3 eben diese Effekte, um Aufmerksamkeit auf den alternativen Antrieb zu lenken und so das Image der gesamten Marke zu steigern. Diese Botschaft spiegelt sich auch in der Gestaltung des Innenraums, sowie in der Verwendung noch nachhaltigen Materialien wieder. Der Fokus auf nachhaltige und innovative Materialien wird bestimmte Designelemente bewusst verstärkt, um die Wahrnehmung durch den Kunden zu verbessern.

Durch das außergewöhnliche Design werden aber nicht die Privatkunden, sondern hauptsächlich die Geschäftskunden erreicht. Diese nutzen das Image, dass durch das Design übermittelt wird. Diese Fahrzeuge werden oft mit Werbung beklebt, um die Aufmerksamkeit, die der BMW i3 auf sich zieht, zu nutzen. Damit wird nicht nur die Werbung stärker wahrgenommen, sondern auch das Image des Unternehmens verbessert.

Durch die Fahreigenschaften des BMW i3 eignet sich dieser für die Unternehmen oft ausschließlich als Werbe- und Botenfahrzeug, da nur kurze Wege rein elektrisch zurückgelegt werden können. Auch das Platzangebot des Fahrzeugs schränkt die Nutzung ebenfalls ein.

BMW hat mit dem i3 ein Imagefahrzeug geschaffen, welches nicht nur das Image der eigenen Marke stärkt und damit die Absatzzahlen der gesamten Produktpalette, sondern auch die Geschäftskunden profitieren vom Image und der Aufmerksamkeit, die das Fahrzeug bietet.

Lukas Wettwer, B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Timo Wobbe B.Eng.

Datum des Kolloquiums:

28. April 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Wessling GmbH, Altenberge



Um den Schutz des Wassers zu gewährleisten werden in der Europäischen Union schon seit vielen Jahren Richtlinien verfasst, die die Qualität der Grund- und Oberflächengewässer langfristig erhalten sollen. Die Vorgaben der EU sind verbindlich für die Mitgliedsstaaten und müssen somit von allen umgesetzt werden. Ein zentrales Thema ist hierbei der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. In Deutschland gibt es hierfür in jedem Bundesland eine eigene Verordnung, die sogenannten Verordnungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe. Unter dem Dach des Wasserhaushaltsgesetzes und der Landeswassergesetze dienen diese Verordnungen der Umsetzung der Vorgaben durch die Europäische Union und verfolgen das Ziel der stetigen Sicherung und Verbesserung der Gewässerqualität in Deutschland.

Die Einführung einer bundesweit geltenden Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen stellt eine große Änderung im anlagenbezogenen Gewässerschutz dar. Die 16 Verordnungen der Länder werden durch eine einheitliche Regelung ersetzt. Jedes Bundesland erfährt somit unterschiedlich starke Auswirkungen auf die Anforderungen. Die hier untersuchten JGS- und Biogasanlagen in NRW wurden auf potentielle Änderungen der technischen und organisatorischen Anforderungen untersucht.

Das Resümee, das anhand der untersuchten Anlagen gezogen werden kann, ist, dass für bestehende JGS-Anlagen aufgrund von Bestandsschutz, Bagatellregelung und Sonderregelungen ein verhältnismäßig geringer finanzieller Mehraufwand auf die Anlagenbetreiber zukommt. Es wird voraussichtlich in vielen Fällen auf individuelle Lösungen mit den zuständigen Behörden hinauslaufen, da die notwendigen Maßnahmen, gerade bei älteren Anlagen, nicht ohne unverhältnismäßigen Aufwand erfüllt werden könnten. Lediglich die organisatorischen Anforderungen zur Anzeige und Überwachung von Anlagen verschärfen sich verbindlich und stellen damit eine zusätzliche Belastung dar.

Für bestehende Biogasanlagen ist der Fall wiederum anders: Hier werden sowohl finanziell als auch organisatorisch starke Änderungen auf die Anlagenbetreiber zukommen. Allein die Zuordnung der ehemaligen JGS-Anlagen zu den Biogasanlagen und die damit verbundenen Folgen sind schwerwiegend für die Anlagenbetreiber. Neben den Einwirkungen dieser Umstellung für die Betreiber stehen die finanziellen und arbeitstechnischen Aufwendungen zur Erfüllung der Mindestlagerkapazität im Vordergrund. Diese Anforderung wird große Auswirkungen auf die Anlagenbetreiber haben, da diese zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur von wenigen Anlagen erfüllt wird.

Die genommenen Proben wurden alle untersucht und analysiert. Die Untersuchung ergab, dass bei Gemischen dieser Art generell von der Wassergefährdungsklasse 1 auszugehen ist. Die direkte Gefährdung auf Gewässer und Grundwässer ist also als verhältnismäßig gering einzustufen. Aufgrund der schwankenden Zusammensetzungen und der möglichen größeren Schäden durch konzentriertes austreten der Stoffe bei einer Havarie ist die Einteilung als allgemein wassergefährdend jedoch sinnvoll. Die Analyseergebnisse der untersuchten Proben untermauern die These, dass eine Einteilung der Stoffe, mit denen in JGS- und Biogasanlagen umgegangen wird, als „allgemein wassergefährdend“ zweckmäßig ist.

Abschließend kann man sagen, dass die Befürchtungen der Anlagenbetreiber und die des Landwirtschaftsministeriums nur zum Teil gerechtfertigt sind, es aber gerade im Bereich der Biogasanlagen empfindliche Änderungen geben wird. Im Vordergrund dieser Reform steht jedoch der bundesweit einheitliche Gewässerschutz, und um diesem gerecht zu werden, sind erhöhte Anforderungen unumgänglich.

Patrick Wierling B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfer
Dipl.-Geogr. Carolin Dietrich

Datum des Kolloquiums:

07. Oktober 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

infas enermetric Consulting GmbH, Greven



Im Rahmen eines integrierten energetischen Quartierskonzeptes für die Siedlung Gotlandweg der Stadt Soest wurden Potenziale zur Nahwärmeversorgung ermittelt und mögliche Techniken zur Kraft-Wärme-Kopplung aus verschiedenen Brennstoffen konzeptioniert und verglichen. Die Siedlung "Gotlandweg" liegt im südlichen Teil der Stadt Soest und besteht hauptsächlich aus Einfamilienhäusern und Geschosswohnungsbauten, welche größtenteils in den 1950er und 1960er Jahren errichtet wurden.

Energieeffizienz, Energieeinsparungen und erneuerbare Energien bilden die drei Dimensionen der Energiewende in Deutschland. Die energetische Sanierung von einzelnen Gebäuden, häufig Vorzeigesanierungen von kommunalen Liegenschaften, stand somit im Fokus dieser Maßnahmen. Die Verknüpfung von energetischen Belangen mit Maßnahmen zur Stadtentwicklung erfolgte bisher kaum.

Ein integriertes energetisches Quartierskonzept setzt genau hier an und soll zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur der Wärmeversorgung, sowie zur Verbesserung der Wohnumgebung des gesamten Quartiers beitragen. Dabei erfolgt die Untersuchung weg von der gebäudebezogenen Einzelbetrachtung hin zur quartiersbezogenen Gesamtbetrachtung, da dadurch höhere Effizienzpotenziale gehoben werden können. Dem Ausbau der Nah- und Fernwärme wird dabei eine hohe Bedeutung zugesprochen. Im Verlauf der Arbeit wurden an verschiedenen Stellen des Quartiers verschiedene Konzepte zur Nahwärmeversorgung herausgearbeitet und vorgestellt:

1. Wo ist eine Nahwärmeversorgung interessant?
2. Welche Technik kann hier eingesetzt werden?
3. Wie kann dieses System betrieben werden?
4. Was würde eine Nahwärmeversorgung kosten?

Am Ende erfolgte eine Zusammenfassung der Ergebnisse. Dabei wurden alle Konzepte miteinander verglichen und gegenübergestellt. Die Bewertung der Konzepte zur Nahwärmeversorgung erfolgte auf Grundlage der Kriterien: Investitionskosten, Brennstoffkosten, Platzbedarf/ Lagerung, Primärenergiefaktor, CO₂-Bilanz, Innovation, Marktreife und laufender Arbeitsaufwand sowie der Wartungsaufwand.

Raphael Wiesmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Dr.-Ing. Lars Günther

Datum des Kolloquiums:

23. August 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Bachelor-Wirtschaftsingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Umwelttechnik
Labor Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Emschergenossenschaft, Bottrop



Mit Umsetzung höherer Reinigungsziele in den 1970iger und 1980iger Jahren und der Etablierung der weiterführenden Nährstoffelimination, haben Betreiber kommunaler Kläranlagen Schwierigkeiten mit auftreibendem Schlamm. Verursacher sind mit hoher Wahrscheinlichkeit fadenförmige Bakterien.

Die Bildung von Blähschlamm oder Schwimmschlamm in der Nachklärung kann zum Schlammabtrieb mit einhergehender Überschreitung der genehmigungsrelevanten Ablaufwerte führen.

Um die Ablaufwerte einzuhalten und den auftreibenden Schlamm zu reduzieren, hat sich die Änderung des Dosiermittels zur Phosphatelimination als geeignet herausgestellt. Nachteil des Dosiermittels $AlCl_3$ ist jedoch die Wirkungsverzögerung von mehreren Wochen.

Auf der Suche nach Alternativen mit einem schnellen bzw. direkten Wirkungsnachweis, ist die Zugabe von Ozon in den Rücklaufschlamm zum Thema geworden.

Eine Pilotanlage, die dieses Prinzip von Erzeugung des Ozons bis hin zur Dosierung verwirklicht, wurde 2008 auf der Kläranlage in Bottrop (Emschergenossenschaft) installiert. Überzeugende Ergebnisse mit dieser Technik haben den Impuls gegeben, die Anlage in die gesamte Betriebsführung zu integrieren. Nach Umsetzung des Umbaus konnten die zuvor ermittelten Ergebnisse jedoch nicht reproduziert werden.

Diese Tatsache wurde schließlich zum Anlass genommen, die Ozonierungsanlage und ihre Wirkungsweise erneut im Detail untersuchen zu lassen.

Hauptaugenmerk bei den Untersuchungen wurde auf die Parameter gelegt, die einen Einfluss auf die Absetzeigenschaften von Belebtschlamm haben. An 14 festgelegten Messstellen wurden Proben entnommen und auf ihr Schlammvolumen (SV) sowie deren Trockensubstanz (TS) untersucht. Mit deren Hilfe sich der Schlammvolumenindex (ISV) errechnen lässt. Parallel dazu wurden ebenfalls die Betriebsdaten der Ozonanlage ausgewertet.

Zixuan Zhao B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Peter Senker

Datum des Kolloquiums:

29. Juli 2016

Studium:
Studienrichtung:
Laborbereich:Bachelor-Ingenieur der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik

In Kooperation mit:

Emco GmbH, Lingen



Heutzutage entwickelt sich der Lebensstandard immer weiter und wir konzentrieren uns mehr auf die Behaglichkeit in unseren Wohnungen. Das Raumklima ist eines der wichtigen Einflussfaktoren auf unser tägliches Leben. Zum Beispiel, wenn die Luftströmungsgeschwindigkeit im Raum zu hoch ist, fühlt sich der Mensch nicht wohl. Ein anderes Beispiel ist, dass die herrschende Raumlufftemperatur einen großen Einfluss auf die Behaglichkeit des Nutzers hat. Außerdem spielt die Luftströmungsausbreitung im Raum eine wichtige Rolle im Aufenthaltsbereich eines Raums. Deswegen ist der Versuch die Raumluchtströmungen möglichst exakt vorherzubestimmen, um die Behaglichkeit im Raum zu verbessern, sehr wichtig.

Meine Abschlussarbeit konzentriert sich auf Raumluchtströmungen, die durch den Einsatz von Dralldurchlässen erzeugt werden. Um dabei die Strahlausbreitung zu ermitteln, werden in dieser Arbeit Berechnungsgleichungen bestimmt und auf ausgewählte Luftdurchlässe angepasst.

In meiner Arbeit wurden die Gleichungen für Raumluchtströmungen bestimmt. Sie beschreiben die Zusammenhänge zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und den anderen Daten von den Drallluftdurchlässen und der Freistrahströmungen. Wenn man die Daten eingibt, kann die Strömungsgeschwindigkeit oder andere relevante Daten mit obengenannten Methoden ermittelt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Versuch mit den Messungen von Raumluchtströmungen durchgeführt. Um die Bewegung von den Raumluchtströmungen zu erforschen, brauchen wir unterschiedliche Situationen bei der die Raumluchtströmungen analysiert und kategorisiert werden kann. In der Abschlussarbeit von Herrn Chen wurden die möglichen Fälle strukturiert, für die ich Berechnungsgleichungen ermittelt habe. Für Dralldurchlässe werden zwei Gleichungen für die Strömungsgeschwindigkeiten auf der Strahlachse und in der Hauptzone eines Luftstrahls bestimmt. Und wenn es dabei eine Temperaturdifferenz zwischen Raum und Luftstrahl gibt, werden zusätzliche Gleichungen für den kritischen Strahlweg und für anisothermen Luftstrahlen festgelegt. Außerdem werden zwei Gleichungen zum Stoß zweier Luftstrahlen und zur vertikalen Eindringtiefe bestimmt. In der Abschlussarbeit von Herrn Chen sind die Gleichungen und die Konstanten in seiner Computerprogrammierung überführt worden. Nachdem der Nutzer die Daten der Raumabmessung, Temperaturdifferenz usw. eingegeben hat, ermittelt das Programm das Raumströmungsbild.



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Stegerwaldstr. 39

48565 Steinfurt

Tel. +49 2551 - 962097

Fax +49 2551 - 962706

www.fh-muenster.de/egu