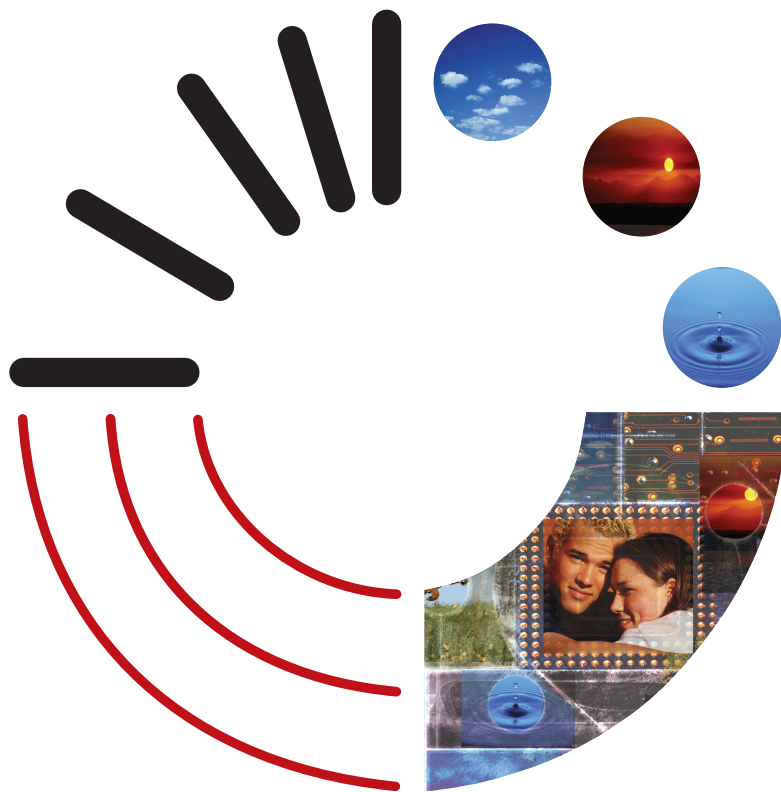


Akademisches Jahrbuch 2012 / 2013



Fachbereich
Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences



Vorwort



Reichtum und Zufriedenheit sowie nicht zuletzt der soziale Zusammenhalt in einer Gesellschaft werden ganz wesentlich von der wirtschaftlichen Stabilität des Gemeinwesens und seiner industriellen Verfassung geprägt. Die großen Herausforderungen, denen wir uns in Europa in diesen Jahren stellen müssen, belegen meine These. Deutschland ist nicht zuletzt auch aufgrund der hervorragenden Ausbildung seiner Ingenieurinnen und Ingenieure in einer vergleichbar sehr guten Verfassung. Unser Berufsstand gehört daher zu den angesehensten Berufsbildern in unserer deutschen Gesellschaft.

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

Die nachfolgenden Kurzfassungen der Abschlussarbeiten belegen, auf eindrucksvolle Weise, wie breit das Arbeitsgebiet in den Bereichen der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik am Fachbereich angelegt ist. Die hohe Qualität der Arbeiten wird durch die besondere fachliche Tiefe und die Affinität zu Forschungs- und Entwicklungsprojekten in vielen Bereichen deutlich. Gerade in den von uns vertretenen Bereichen haben sich in den letzten Jahren die Anforderungen deutlich erhöht. Beispielhaft sei hier die Energiewende hin zu einer auf schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen ausgelegten Energieversorgung genannt, die zu den besonders ausgewiesenen anspruchsvollen Herausforderungen unserer Zeit gehört.

Vor diesem Hintergrund gibt es ausreichende Motivation für Viele sich der Herausforderung eines zukunftsorientierten Studienganges zu stellen und mit dem Abschluss des Studiums die Grundlage für einen erfolgreichen Berufs- und Lebensweg zu legen. Kaum ein anderer Beruf bietet eine derartige Vielfalt an Berufsperspektiven und Entwicklungsmöglichkeiten und so können die Absolventinnen und Absolventen des Fachbereichs in vielen hochinteressanten Berufsfeldern agieren.

Ich wünsche allen, die heute ihr Abschlusszeugnis als Ingenieurin oder Ingenieur in den Händen halten, dass Sie positiv in die Zukunft blicken, aber auch gerne an die Zeit an diesem Fachbereich zurück denken und dass sie es auch nicht versäumen, von Zeit zu Zeit bei den Absolvententreffen von ihrem beruflichen Werdegang zu berichten. Als Dekan des Fachbereiches ist es für mich ein besonderes Erlebnis – wenn auch nach Jahren oder sogar Jahrzehnten – gewachsene Freundschaften und vielfältig erwiesene Partnerschaften auf der Grundlage eines gemeinsamen Studiums in Steinfurt zustande gekommen sind und sich in Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder täglicher beruflicher Arbeit beweisen. Hier geht es darum, einen Beitrag zu leisten, um neu aufgeworfene Fragen der Technik zu beantworten und die Effizienzen in allen Bereichen der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik zu erhöhen.

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

Steinfurt im April 2013

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt, Dekan

Verzeichnis der Abschlussarbeiten

1	Bestandsanalyse zur Entwicklung eines langfristigen Konzeptes zur energetischen Sanierung der Gebäude der Kirchengemeinde St. Anna, Neuenkirchen Manuel Aufderhaar B.Eng.	12
2	Untersuchungen zum Adsorptionsverhalten von Holzkohle Kerstin Baade M.Eng.	13
3	Technische und wirtschaftliche Möglichkeiten des Einsatzes einer Gasexpansionsanlage in einer Erdgaskavernenspeicheranlage der RWE Speicher GmbH Laura Beckfeld B.Eng.	15
4	Effizienzsteigerung kommunaler Abwasserreinigungsanlagen durch Optimierung der Primärschlammverdickung Raphael Bendick B.Eng.	17
5	Gebäude- und Raumnutzungskonzept der Gemeinde Recke Sonja Benneker M.Eng.	19
6	Analyse und Optimierung des Energiehandels und Energievertriebes am Beispiel der nvb GmbH Jens Beuker M.Eng.	20
7	Potenzial der Windenergienutzung im Kreis Warendorf Tobias Beuting B.Eng.	21
8	Vergleich unterschiedlicher Klimatisierungskonzepte mittels Anlagensimulation Thomas Bischof M.Eng.	23
9	Erstellung eines Excel-basierten Instruments zur optimierten Auslegung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen Matthias Bogenstahl M.Eng.	25
10	Entwicklung von Kriterien zur Bewertung von Umweltrisiken in Bezug auf die Oberflächenentwässerung eines Industriegeländes am Beispiel der Schoeller Technocell GmbH & Co. KG Philipp Bollmann B.Eng.	27
11	Leistungsuntersuchungen an einer GK-Kühldecke mit integriertem Latentspeichermaterial Michael Brambrink B.Eng.	29
12	Ermittlung von Einsatzgrenzen für elektrochemische Energieumwandlungssysteme in der zukünftigen Energiewirtschaft. Jens Brauner M.Eng.	31
13	Energetische und wirtschaftliche Betrachtung von Hallenheizsystemen am Beispiel unterschiedlicher Produktionshallen der Elster GmbH Christoph Brinkmann B.Eng.	33
14	Messtechnische Untersuchung von PCM-Latentspeicherplatten Marius Brinkmann B.Eng.	35
15	Vergleich elektrolytischer Desinfektionsverfahren zur Ballastwasseraufbereitung Stefan Brinkmann B.Eng.	37
16	Messtechnische Analyse der Schallemission eines energieautarken Stellantriebes Stefan Brodale B.Eng.	39

17	Produktoptimierung der emco-air-Gruppe „Dralldurchlass“ Sebastian Brüggem B.Eng.	41
18	Holzartige Festbrennstoffe im Erneuerbare Energien Gesetz 2012 Mögliche Auswirkungen und Veränderungen für Marktteilnehmer Tobias Budde B.Eng.	43
19	Potentialanalyse zur Erweiterung des innerstädtischen Nahwärmenetzes in Burgsteinfurt Philipp Büdenbender M.Eng.	45
20	Analyse der Stromgestehungskosten von Windkraftanlagen als Onshore- Standorte in NRW Sebastian Christ B.Eng.	47
21	Entwicklung und Aufbau eines PCM-Versuchsstandes Anatoli Dick B.Eng.	49
22	Entwicklung eines Softwaretools zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden Jan-Henrik Drewel M.Eng.	51
23	Methods for measuring standing loss and their influence on the labeling of hot water storage tanks according to the Energy related Product directive Lea Eckhardt B.Eng.	52
24	Wirtschaftlicher Vergleich der Kälteerzeugung einer mit Fernwärme betriebenen Absorptionskältemaschine und einer Kompressionskältemaschine anhand eines Büro- und Laborgebäudes Andreas Fabian B.Eng.	54
25	Empirische Untersuchung von Kompressionskältemaschinen mittels eines thermischen Anlagensimulationsprogramms Jan-Hendrik Feiert M.Eng.	56
26	Erarbeitung eines Berechnungstools zur Bestimmung von Gesamtenergiedurchlassgraden beliebiger Kombinationen von Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen als Grundlage von Kühllastberechnungen Artur Fichtner B.Eng.	57
27	Die Erschließung neuer Märkte im Passivhausbau – Eine wirtschaftliche Betrachtung als Kaufargument Stefan Fiekers B.Eng.	58
28	Stand und Entwicklungsmöglichkeiten des „Power-to-Gas“-Konzeptes als Speichertechnologie am Beispiel des Bioenergieparks Saerbeck Andreas Fischbach B.Eng.	60
29	Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz von Supermarktkälteanlagen Thomas Frisch B.Eng.	62
30	Inhaltliche Analyse einer kleinen Deponie zur Erstellung eines Sanierungskonzeptes Marina Früchtenicht B.Eng.	64
31	Berechnung der Energieeinsparung mittels Wärmerückgewinnungs-systemen Shiyi Gao B.Eng.	66
32	Teilsanierung einer Altablagerung zum Zwecke der Errichtung eines Gewerbebaues Maik Geering B.Eng.	68
33	Entwicklung eines industriegespeisten und biogasgestützten Nahwärmenetzes für Dingden Andreas Gerber B.Eng.	70

34	Entwicklung einer Roadmap zur Implementierung eines Energiemanagementsystems bei Kunden der EWE ENERGIE AG Bernd Gerdes M.Eng.	72
35	Konzepte zur Einführung von BACnet für das Miele Werk Gütersloh Norman Gerdes B.Eng. .	74
36	Untersuchung zur Bestimmung und Evaluation des biologischen Abbauverhaltens verschiedener Industrieabwässer Ron Giera B.Eng.	76
37	Messtechnische Untersuchung eines Latentwärmespeichers unter Berücksichtigung einer Integration in eine solar-thermische Anlage. Johann Giesbrecht B.Eng.	77
38	Simulation der Schüco Smart-Heating-and-Cooling Funktion zur Nutzung von PV-Strom zur Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe unter besonderer Berücksichtigung der Maximierung des Eigenverbrauchs Andre Göding M.Eng.	79
39	Entwicklung eines Energieversorgungskonzeptes für ein Freizeitbad Michael Gövert B.Eng.	81
40	Optimierung rekuperativer Luft/Luft-Wärmerückgewinnungssysteme David Große-Kreul M.Eng.	83
41	Analyse einer Jugendbildungsstätte unter wirtschaftlichen Aspekten Andre Grote B.Eng.	85
42	Energiemanagement auf einer Kläranlage, Klärgasverstromung im Kraft-Wärme-Kopplungs-Betrieb Björn Güldenarm M.Eng.	87
43	Dimensionierung und Simulation eines Luft-Erdwärmetauschers für den Neubau eines Energie-Erlebnisentrums einschließlich einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Hannes Hake B.Eng.	89
44	Optimierungsmöglichkeiten von Abwasserbehandlungssystemen in tropischen Gebieten am Beispiel von Soysapura / Sri Lanka Judith Heidler B.Eng.	91
45	Gegenüberstellung verschiedener Normen zur Bestimmung des erforderlichen Außenluftvolumenstroms Jan-Oliver Hense B.Eng.	93
46	Lastflussrechnungen im 0,4 kV-Netz, Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf das Niederspannungsnetz in einem Wohngebiet Andrea Hergesell B.Eng.	94
47	Stoffliche, energetische und finanzielle Bilanzierung der Tier- und Pflanzenproduktion im Kreis Steinfurt Alexander Herz B.Eng.	95
48	Auswirkungen der Berechnungsvarianten nach EnEV 2009 und DIN V 18599:2007 auf die Aussage des Energieausweises für ein Einkaufszentrum Jens Hiller M.Eng.	97
49	Potenzial von Elektroheizern zur Fernwärmeversorgung vor dem Hintergrund zukünftig zunehmender volatiler Stromspeisung von erneuerbaren Energien Sascha Hoffmann B.Eng.	99

50	Entwicklung und experimentelle Untersuchung eines Formstücks zur Steigerung der Selbstreinigungsfähigkeit in Grund- und Sammelleitungen von Entwässerungssystemen David Höing B.Eng.	101
51	Messtechnische Aufnahme und verfahrenstechnische Beurteilung einer Abluftreinigung (Prototyp) an einer Mastgeflügelanlage Simone Homann B.Eng.	103
52	Messtechnische Analyse eines Regelventils zur Verifizierung einer Volumenstrom-Hub-Kennlinie Dirk Gerd Howe B.Eng.	105
53	Betriebsführungskosten-Controlling des Fernleitungsnetzbetreibers Nowega GmbH Fabian Howe B.Eng.	106
54	Optimierung der Lüftungstechnischen Anlage einer Sporthalle Peter im Schlaa B.Eng.	107
55	Wasserstoff als Substitutionskraftstoff für den öffentlichen Personennahverkehr Carsten Jagusch B.Eng.	109
56	Anlagensteuerungstechnische Möglichkeiten zur Vermeidung der Gashydratbildung beim Ausspeichern aus einer Kavernenspeicheranlage der E.ON Gas Storage GmbH Eike Janocha B.Eng.	111
57	Heizwertbestimmung bei der energetischen Nutzung von Holz zur Bewertung und Klassifizierung der Zulieferer Igor Jurotschkin B.Eng.	113
58	Planung und Realisierung der Abwärmenutzung aus einer Lokomobile zur Beheizung eines Freibades und einer Mehrzweckhalle Pascal Kahn B.Eng.	114
59	Untersuchungen zur fluorometrischen Chlorophyll-Bestimmung beim Gewässermonitoring Ludger Kempken B.Eng.	115
60	Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Gasexpansionsanlage Christian Kleine B.Eng.	117
61	Optimierung einer haustechnischen Anlage auf der Basis von Monitoring-Messwerten Paul-Lennart Klempt B.Eng.	119
62	Energiekonzept für den Neubau eines Bürogebäudes der Siemens AG Christopher Knoche B.Eng.	121
63	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer raumluftechnischen Anlage mit adiabater Kühlung in der Abluft Rebekka Koch B.Eng.	122
64	Analyse und Fertigstellung einer Fogging-Prüfeinrichtung für Materialien in Sonnenkollektoren André Köhler B.Eng.	124
65	Überprüfung von Methoden zur Quantifizierung von Gaslecks an Biogasanlagen Dipl.-Ing. Markus Köllerwirth	126
66	Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung des Mühlenhofes in Münster Andreas Könné B.Eng.	127

67	Rechengutkonzept des Ruhrverbandes – Bestandsaufnahme und wirtschaftliche Optimierung der Rechengutentsorgungsstrukturen Sabine Krämer M.Eng.	129
68	Beitrag der Nutzung von Windenergie zur kommunalen Wertschöpfung Thomas Künnemann B.Eng.	131
69	Untersuchung eines neuen Anlagenkonzeptes in Form einer Heiz-/Kältezentrale Matthias Langohr B.Eng.	133
70	Aufbau eines Controlling-Systems für das Start-up-Unternehmen iEXERGY Michael Laser B.Eng.	134
71	Zulassungsverfahren dezentraler Niederschlagswasserbehandlungsanlagen im Trennverfahren Georg Christoph Lichtenberg B.Eng.	136
72	Vergleich von Lüftungsanlagen im Wohnungsbau Dominik Lindebaum B.Eng.	138
73	Überarbeitung eines Prüfstandes zur Ermittlung der Leistungskennwerte von Sonnenkollektoren Steffen Linderskamp B.Eng.	140
74	Rohstoffversorgung der Volksrepublik China heute und in Zukunft Yin Liu B.Eng.	142
75	Kultivierung von Algen zur anschließenden Vergärung Christian Lohmann B.Eng.	144
76	Wertschöpfung in der Windindustrie – Analyse am Beispiel der Hersteller und Zulieferer von Anlagen, Komponenten und Fertigungstechnik für Windenergieanlagen in Deutschland Ines C. Lorch M.Eng.	146
77	Entwicklung eines Software-Tools zur Visualisierung von lufttechnischen Prozessen im h-x-Diagramm Zhonghua Luo M.Eng.	148
78	Technische und wirtschaftliche Untersuchung von energetischen Potentialen bei Gasexpansionsanlagen Christopher Malach M.Eng.	149
79	Kundennähe als Unternehmensstrategie unter Einbeziehung neuer Vertriebsstandorte am Beispiel der Technologieberatung SALT AND PEPPER Alexander Meyer M.Eng.	151
80	Die Darstellung des Emissionshandels und sein potenzieller Nutzen für das Münsterland Sören Möller B.Eng.	153
81	Wirtschaftlicher Einsatz von Gaswärmepumpen zum Heizen und Kühlen Christoph Müller B.Eng.	154
82	Handlungsleitfaden zur Projektentwicklung mit dem Ziel der bilanziellen Energieautarkie in Kommunen Andreas Nelles B.Eng.	155
83	Ökologische Betrachtung der Trockenfermentation von Biomasse aus Abfall Dimitri Nikkel B.Eng.	157
84	Empirische Berechnung von Kaltdampfmaschinenprozessen André Nutsch M.Eng.	158

85	Energieverbrauch und Energieeffizienz der Industrie im Münsterland Andrés Leonardo Ortega Morales M.Eng.	160
86	Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz – Vergleich Flüssigphaseninjektion und Verdampfertechnik Jan Ortmann B.Eng.	162
87	Akteure des Smart Grid – Organisation, Interaktion und historische Entwicklung Dennis Overdick M.Eng.	164
88	Analyse der Entwicklung regionaler Wertschöpfungsketten durch Klimaschutzmaßnahmen Jens Overkämping B.Eng.	166
89	International Standards and Requierments of Energy Technology with Focus on Micro- CHP- Systems Stephan Pähler B.Eng.	168
90	Erfassung und Analyse des Grobstoffrückhaltes an Mischwasserentlastungen am Beispiel ausgewählter Rechen- und Siebanlagen Claire Peitzmeier B.Eng.	169
91	CO ₂ -Emissionen in der Produktion am Beispiel des Schubwendetrockners RST Sarah Peselmann B.Eng.	171
92	Analyse und Beurteilung des VW-Lichtblick-Konzepts als Beitrag zur nachhaltigen Energiewirtschaft Andreas Piephans M.Eng.	173
93	Betriebsoptimierung eines Rauchgaswäschers zur Abluftbehandlung einer Räucherei Sebastian Plätzmüller B.Eng.	174
94	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Klimatisierungsgeräten mit Verdunstungskühlung Tomasz Puzik M.Eng.	176
95	Optimierung eines Rieselbettreaktors zur Abluftreinigung Christian Radau B.Eng.	178
96	Kostenoptimierte Fernwärmeversorgung einer Einfamilienhaussiedlung Sebastian Rahe B.Eng.	180
97	Betrachtung der Biologischen Arbeitsstoffe nach Prozessoptimierung an drei Anlagen der Entsorgungs-Gesellschaft Westmünsterland am Standort Gescher Anke Robben B.Eng.	182
98	Bau und Erprobung einer Probenahmehaube zur Ermittlung der Geruchsstoffströme von passiven Flächenquellen Jennifer Cleo Roberts B.Eng.	184
99	Energiemanagement am Beispiel der Firma „Röttgers Oberflächenschutz“ Hendrik Rösmann B.Eng.	186
100	Vergleich von Kran- und Turmkonzepten für Windenergieanlagen an räumlich begrenzten Standorten am Beispiel des Hamburger Hafens Michael Rolfes M.Eng.	188
101	Optimierung der Abwasservorbehandlungsanlage eines Automobilzulieferers Stefan Ruholl B.Eng.	190
102	Energieoptimierung durch Gebäudeautomation Florian Rulle B.Eng.	192

103	Holz-Bilanz für den Kreis Steinfurt Stefan Runde B.Eng.	194
104	Stand und Entwicklung des weltweiten Energieverbrauchs Frank Ulrich Sayap Tschikague B.Eng.	197
105	Wirtschaftlicher Einsatz von Latentwärmespeichern zur Nutzung regenerativer bzw. industrieller Abwärme Dennis Schafmeister B.Eng.	199
106	Marktanalyse von Energiemanagement Software im Bereich Gebäudeautomation Michael Schlüter B.Eng.	201
107	Experimentelle Untersuchung des Betriebsverhaltens eines Durchflusstrinkwassererwärmers im Wechsel zwischen Trinkwarm- und Zirkulationswassererwärmung Christian Schmidt B.Eng.	203
108	Wirtschaftliche sowie technische Optimierung des Eigenverbrauchs einer kleinen PV-Anlage unter Berücksichtigung des Konsumverhaltens Michael Schmidt B.Eng.	205
109	Berechnung des Energieeinsparpotentials einer schnell reagierenden Fußbodenheizung durch Simulation mitEnergyPlus Daniel Schuschon M.Eng.	206
110	Wahl der Anlagentechnik mit Kraft/Wärme-Kopplung nach Einfluss der EnEV 2009 Dennis Seifert B.Eng.	208
111	Leistungsermittlung der Kemper KTS ThermoBox an einem modifizierten Prüfstand Michael Sicking B.Eng.	210
112	Entwicklung und Überprüfung von Hydraulikstationen als Vorwärmstufe zur Trinkwassererwärmung Florian Skirde B.Eng.	211
113	Energieeffizienzsteigerung eines Nicht-Wohngebäudes mittels anlagentechnischer Sanierung Kevin Söger B.Eng.	213
114	Akustische und kalorische Untersuchung einer Graphit-Kühldecke Sven Stratmann B.Eng.	215
115	Wirtschaftlichkeitsvergleich der Kraft-Wärme-Kopplung von Micro-BHKW mit Mini-BHKW für ausgesuchte Verbrauchsfälle. Jules Blaise Tchangou B.Eng.	216
116	Einfluss dezentraler Energieerzeugung auf den Geschäftskundenvertrieb Sascha Ternes B.Eng.	218
117	Untersuchung der Genauigkeit der ermittelten verfügbaren Leistung von Windkraftanlagen Lukas Thyes B.Eng.	219
118	Zustandsuntersuchung von Grundstücksentwässerungsleitungen Sebastian Toepsch B.Eng.	220
119	Untersuchungen zur Entwicklung einer LC/MS-Methode für das Screening auf organische Spurenstoffe in Roh- und Reinwasser Britta Uekötter B.Eng.	222
120	Entwicklung einer Vergleichskennzahl zur Ermittlung der Teilstrom-Abwasserbelastung eines Industriebetriebes Marlena Vogelsang B.Eng.	224

121	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von zwei raumluftechnischen Konzepten auf Basis der VDI 3804 Corvin Wabner B.Eng.	226
122	Modifikation der Brüdengasverwertung eines bestehenden Erdgastrocknungs- und Glykolregenerationssystems Norman Wander M.Eng.	228
123	Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Kaltwasserzirkulationsanlagen durch den hydraulischen Abgleich mit thermostatischen Regulierventilen Florian Wedderhoff B.Eng.	230
124	Coconut based biodiesel production in the Philippines Philipp Wellmann B.Eng.	232
125	Analyse und Optimierungsmöglichkeiten des Wasser- und Abwassermanagements der Hotelbranche in Ägypten Johanna Weppel B.Eng.	234
126	Vergleichende Ökobilanzierung zweier Linerverfahren zur Kanalsanierung Timo Wobbe B.Eng.	235
127	Praktische Untersuchung zur Ammoniumelimination durch Luftstrippung aus dem Filtrat der Schlammwässerung einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage Kolja Woltering B.Eng.	237

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

© 2013 Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Namensverzeichnis

A	
Aufderhaar, Manuel.....	12
B	
Baade, Kerstin.....	13
Beckfeld, Laura	15
Bendick, Raphael.....	17
Benneker, Sonja.....	19
Beuker, Jens	20
Beuting, Tobias	21
Bischof, Thomas.....	23
Bogenstahl, Matthias.....	25
Bollmann, Philipp.....	27
Brambrink, Michael.....	29
Brauner, Jens	31
Brinkmann, Christoph.....	33
Brinkmann, Marius	35
Brinkmann, Stefan.....	37
Brodale, Stefan.....	39
Brüggen, Sebastian.....	41
Budde, Tobias	43
Büdenbender, Philipp.....	45
C	
Christ, Sebastian.....	47
D	
Dick, Anatoli	49
Drewel, Jan-Henrik.....	51
E	
Eckhart, Lea	52
F	
Fabian, Andreas	54
Feiert, Jan Hendrik.....	56
Fichtner, Artur.....	57
Fiekers, Stefan	58
Fischbach, Andreas.....	60
Frisch, Thomas.....	62
Früchtenicht, Marina.....	64
G	
Gao, Shiyi.....	66
Geering, Maik	68
Gerber, Andreas.....	70
Gerdes, Bernd.....	72
Gerdes, Norman.....	74
Giera, Ron	76
Giesbrecht, Johann	77
Göding, Andre	79
Gövert, Michael	81
Große-Kreul, David.....	83
Grote, Andre	85
Güldenarm, Björn	87
H	
Hake, Hannes.....	89
Heidler, Judith.....	91
Hense, Jan-Oliver.....	93
Hergesell, Andrea.....	94
Herz, Alexander.....	95
Hiller, Jens.....	97
Hoffmann, Sascha.....	99
Höing, David.....	101
Homann, Simone.....	103
Howe, Dirk	105
Howe, Fabian	106
I	
im Schlaa, Peter	107
J	
Jagusch, Carsten.....	109
Janocha, Eike	111
Juroschkin, Igor	113
K	
Kahn, Pascal	114
Kempken, Ludger	115
Kleine, Christian	117
Klemp, Paul-Lennart.....	119
Knoche, Christopher.....	121
Koch, Rebekka	122
Köhler, André.....	124
Köllerwirth, Markus.....	126
Könne, Andreas.....	127
Krämer, Sabine.....	129
Künnemann, Thomas	131
L	
Langohr, Matthias.....	133
Laser, Michael	134
Lichtenberg, Georg Christoph	136
Lindebaum, Dominik.....	138
Linderskamp, Steffen	140
Liu, Yin.....	142
Lohmann, Christian	144
Lorch, Ines.....	146

Luo, Zhonghua 148

M

Malach, Christopher 149
Meyer, Alexander 151
Möller, Sören 153
Müller, Christoph 154

N

Nelles, Andreas 155
Nikkel, Dimitri 157
Nutsch, André 158

O

Ortega Morales, Andrés Leonardo 160
Ortmann, Jan 162
Overdick, Dennis 164
Overkämping, Jens 166

P

Pähler, Stephan 168
Peitzmeier, Claire 169
Peselmann, Sarah 171
Piephans, Andreas 173
Plätzmüller, Sebastian 174
Puzik, Tomasz 176

R

Radau, Christian 178
Rahe, Sebastian 180
Robben, Anke 182
Roberts, Jennifer Cleo 184
Rolfes, Michael 188
Rösmann, Hendrik 186
Ruholl, Stefan 190
Rulle, Florian 192

Runde, Stefan 194

S

Sayap Tschikague. Frank Ulrich ... 197
Schafmeister, Dennis 199
Schlüter, Michael 201
Schmidt, Christian 203
Schmidt, Michael 205
Schuschan, Daniel 206
Seifert, Dennis 208
Sicking, Michael 210
Skirde, Florian 211
Söger, Kevin 213
Stratmann, Sven 215

T

Tchangou, Jules Blaise 216
Ternes, Sascha 218
Thyes, Lukas 219
Toepsch, Sebastian 220

U

Uekötter, Britta 222

V

Vogelsang, Marlena 224

W

Wabner, Corvin 226
Wander, Norman 228
Wedderhoff, Florian 230
Wellmann, Philipp 232
Weppel, Johanna 234
Wobbe, Timo 235
Woltering, Kolja 237

Bestandsanalyse zur Entwicklung eines langfristigen Konzeptes zur energetischen Sanierung der Gebäude der Kirchengemeinde St. Anna, Neuenkirchen

Manuel Aufderhaar B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

Datum des Kolloquiums: 04. Dezember 2012

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

In Kooperation mit: Kirchengemeinde St. Anna, Neuenkirchen



Die kath. Kirchengemeinde St. Anna in Neuenkirchen unterhält mehrere Gebäude. Zum einen ist die Gemeinde Träger mehrerer Kindergärten, zum anderen werden verschiedene Pfarr- und Gemeindehäuser betrieben. Zur Senkung des Energieverbrauches für den Betrieb der bestehenden Gebäude sollte ein langfristiges Konzept zur energetischen Gebäudesanierung entwickelt werden. Außerdem sollte als Grundlage für die Entwicklung des Sanierungskonzeptes eine Analyse des Gebäudebestandes durchgeführt werden.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden vier Kindergärten, ein Pfarrhaus, eine Kaplanei, ein Jugendheim- und Büchereigebäude sowie zwei Gemeindehäuser bzw. Pfarrzentren untersucht. Für die betrachteten Gebäude wurde zunächst jeweils eine Bestandsanalyse erstellt in der alle relevanten Gebäudedaten zusammengetragen wurden. Es wurde ein Überblick über den gegenwärtigen energetischen Gebäudezustand sowie bisher durchgeführte Gebäudesanierungen gegeben.

Auf der Grundlage der Bestandsanalyse wurde im weiteren Verlauf der Arbeit eine Bewertung des Gebäudebestandes unter energetischen Gesichtspunkten vorgenommen. Für jedes der untersuchten Gebäude wurde die Höhe des Heizenergieverbrauches bewertet und ein Vergleich mit Durchschnittswerten von Gebäuden ähnlicher Nutzung vorgenommen. Als Gebäude mit einem überdurchschnittlich hohen Heizenergieverbrauch hat sich das Pfarrhaus der Gemeinde herausgestellt. Für dieses Gebäude wurde schließlich eine genauere Bewertung des energetischen Zustandes vorgenommen.

Abschließend wurden Möglichkeiten zur Senkung des Heizenergieverbrauches herausgearbeitet. Für das Pfarrhaus der Kirchengemeinde wurde eine Erneuerung der Heizungsanlage als wichtigste Maßnahme herausgestellt. Im Rahmen des Umfangs der Arbeit konnten nicht für jedes der untersuchten Gebäude detailliert Vorschläge zu Optimierungsmöglichkeiten gemacht werden. Durch den gegebenen Überblick über den Heizenergieverbrauch der untersuchten Gebäude konnte jedoch festgestellt werden, bei welchen Gebäuden grundsätzlich ein überdurchschnittlich hoher Heizenergieverbrauch vorliegt. Für diese Gebäude können weitere Untersuchungen zur Verbesserung des energetischen Zustandes vorgenommen werden.

Kerstin Baade M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums: 16. August.2012

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



Diese Masterarbeit hatte zum Ziel, das Adsorptionsvermögen und –verhalten von Holzkohle zu untersuchen und dieses mit Aktivkohle zu vergleichen. Die grundlegende Idee dahinter war, dass Holzkohle als ein Ausgangsstoff für Aktivkohle bereits eine große innere Oberfläche besitzt und wahrscheinlich auch ein abgeschwächtes Adsorptionsvermögen besitzt. Da Holzkohle deutlich günstiger und einfacher herzustellen ist, wäre eine mögliche Anwendung die Wasseraufbereitung in Ländern der Dritten Welt oder Katastrophengebieten.

Für die Untersuchungen wurden zwei Holzkohlen und zwei Aktivkohlen ausgewählt, von denen die Adsorptionskinetik und Adsorptionsisothermen bzw. das Adsorptionsvermögen mit Huminstoffen, Diclofenac und Acetylsalicylsäure (ASS) in Versuchen bestimmt wurden. Als Parameter wurde in allen Fällen der SAK 254 gewählt, da dieser die drei Stoffe gut erfasst, einfach und kostengünstig zu messen ist.

Die Adsorptionskinetik dieser drei Stoffe kann für die beiden Aktivkohlen Chemviron Carbon Cyclecarb[®] 201 (C 201) und Cyclecarb[®] 401 (C 401) als sehr gut eingestuft werden, denn in allen Fällen konnte eine gute Abnahme der SAK 254-Werte über eine Zeit von 60 Minuten nachgewiesen werden. Für die Holzkohlen Weber und „Unsere Beste!“ (UB) konnte bezüglich der Huminstoffe eine tendenziell gute Adsorption nachgewiesen werden. Die SAK 254-Werte blieben über die Versuchszeit von 60 Minuten etwa gleich, was eine gute Adsorption zur Grundlage haben muss, wenn man bedenkt, dass die Holzkohlen SAK-wirksame Stoffe abgeben. Dies zeigte sich bezüglich der beiden Arzneimittel noch deutlicher, da die SAK 254-Werte bei diesen Versuchen anstiegen. Aus diesem Grund kann auch die Adsorptionskinetik der Holzkohlen bezüglich Diclofenac und ASS als gering bis nicht vorhanden eingestuft werden.

Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Adsorptionsisothermen sind deutlich besser zu verstehen, wenn diese als prozentuale Adsorption gegen die eingesetzte Kohlemenge betrachtet werden. Aufgrund der Messung per SAK 254 konnte auch nur eine abgewandelte Beladung ermittelt werden. Dies führte zusammen mit den für Adsorptionsisothermen ungewöhnlichen Ergebnissen der Holzkohlen zu untypischen Verläufen der Adsorptionsisothermen. Betrachtet man stattdessen das Adsorptionsvermögen in Form der oben beschriebenen Art (prozentuale Adsorption gegen Kohlemenge), ergeben sich verständliche Abbildungen.

Für die Aktivkohlen ergeben sich bezüglich der Huminstoffe sehr gute Ergebnisse, denn schon bei einer eher geringen Kohlemenge sind alle Stoffe ad-

sorbiert, die mittels SAK 254 gemessen werden können. Die Holzkohle Weber zeigt hierbei ein gutes Adsorptionsvermögen, denn es muss berücksichtigt werden, dass diese Kohle SAK-wirksame Stoffe abgibt. Trotzdem blieben die Werte ungefähr konstant. Die Holzkohle UB hingegen zeigt keine oder höchstens schlechte Adsorptionseigenschaften, weil die Adsorptionswerte sogar in einen negativen Bereich von fast -200 % reichten. Bezüglich Diclofenac können nur für die Aktivkohle C 401 und die Holzkohle Weber Aussagen getroffen werden. Für die Aktivkohle ergibt sich eine sehr gute Adsorption, da auch hier bereits bei geringen Kohlemengen alle Stoffe adsorbiert wurden, die durch den SAK 254 messbar sind. Dagegen zeigt die Holzkohle nur ein geringes bis gar kein Adsorptionsverhalten. Ein geringes Adsorptionsvermögen ist allerdings wahrscheinlich, da bei geringer Kohlemenge auch eine geringe Adsorptionsleistung nachzuweisen ist. Bezüglich ASS gilt für beide Holzkohlen Ähnliches. Denn bei geringer Kohlemenge ist auch für diesen Stoff eine geringe Adsorptionsleistung nachzuweisen. Bei höheren Kohlemengen übersteigt wahrscheinlich die Tendenz zur Abgabe SAK-wirksamer Stoffe das Adsorptionsvermögen. Dieses Adsorptionsvermögen ist für die Aktivkohle C 401 als sehr gut einzustufen, denn auch hier sind bereits bei geringen Mengen keine Stoffe per SAK 254 nachweisbar. Für die Aktivkohle C 201 gilt dies nicht. Deshalb kann das Adsorptionsvermögen für diese Aktivkohle nur als gut eingestuft werden. Es findet zwar eine deutliche Adsorption statt, aber keine vollständige.

Mit den sogenannten Kohle-Compretten der Firma Merck, welche Medizinische Kohle enthalten, wurden als mögliche Alternative zu Holzkohle ebenfalls Versuche zur Adsorptionskinetik durchgeführt. Diese Tabletten sind für den menschlichen Verzehr zugelassen und weisen sehr gute bis vorzügliche Adsorptionseigenschaften besonders bezüglich der Arzneimittel auf. Auch bezüglich Huminstoffen zeigen sie gute adsorptive Eigenschaften.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Holzkohle bezogen auf Aktivkohle geringe adsorptive Eigenschaften besitzt. Dennoch kann Holzkohle nicht ohne Weiteres zur Wasseraufbereitung empfohlen werden, da sie Stoffe abgibt, die durch den SAK 254 nachgewiesen werden können. Es ist daher wahrscheinlich, dass Holzkohlen organische Verbindungen mit C-C-Doppelbindungen abgeben, welche im Normalfall nicht gesund sind. Anders liegt der Fall bei den Kohle-Compretten. Diese könnten trotz Abgabe von SAK-wirksamen Stoffen für die Wasseraufbereitung eingesetzt werden. Allerdings wären diese Kohlen nur für Notfälle z. B. in Katastrophengebieten denkbar und nicht als Aufbereitungsmedium für Wasser in der Dritten Welt, da sie recht teuer sind.

Technische und wirtschaftliche Möglichkeiten des Einsatzes einer Gasexpansionsanlage in einer Erdgaskavernenspeicheranlage der RWE Speicher GmbH

Laura Beckfeld B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Datum des Kolloquiums:	30. August 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Gasspeicher GmbH, Gronau-Epe

Steigende Energienachfragen, der beschlossene Atomausstieg und die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung machen es erforderlich, dass neue Energiegewinnungsmöglichkeiten erschlossen und bestehende Prozesse effizienter gestaltet werden. Vor diesem Hintergrund soll untersucht werden, ob der Einsatz einer Gasentspannungsturbine an einem Gasspeicher wirtschaftlich betrieben werden kann.

Gasexpansionsturbinen nutzen Druckdifferenzen zur Erzeugung elektrischer Energie. In der Kraftmaschine wird mechanische in elektrische Energie umgewandelt. Anders als bei konventionellen Gasturbinen gibt es im Gasexpander keine Brennkammer, sondern die Energieerzeugung erfolgt durch Druckumwandlung. Gasexpander sollen es ermöglichen, Druckpotentiale bei der Reduzierung zu nutzen.

Die Problematik bei der Druckreduzierung ist, dass bei Entspannung eines Gases der Joule-Thomson-Effekt auftritt, wodurch das Gas abkühlt und womöglich Gashydrat bildet. Wird dem Gas noch zusätzlich Energie durch den Einbau einer Turbine entnommen, muss die Vorwärmtemperatur zur Gashydratvermeidung höher sein.

Bisher werden Gasentspannungsturbinen fast ausschließlich in Rohrnetzen eingesetzt, welche von einem annähernd kontinuierlichen Gasstrom durchströmt werden und die Eingangsdrücke häufig kleiner als 70 bar sind. In einem Gasspeicher liegen wesentlich höhere Drücke an, dafür wird allerdings auch nur mit viel geringeren Betriebsstunden ausgespeichert.

Gasexpansionsturbinen werden grundsätzlich parallel zu der konventionellen Drosselung betrieben, damit bei einem Ausfall der Turbine die Versorgungssicherheit bestehen bleibt.

In dieser Arbeit ist untersucht, welche elektrische Energie einer Gasentspannungsanlage an einer Kavernenspeicheranlage entnommen werden kann. Spezielles Augenmerk liegt dabei auf der Vorwärmung durch ein Blockheizkraftwerk. Dieses soll sicherstellen, dass ein Teil des Stromes nach Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz beziehungsweise Erneuerbare-Energien-Gesetz vergütet wird. Die erzeugten Strommengen sollen die Grundlastmengen der Gasspeichers in Gronau-Epe decken können.

In der Arbeit werden verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Gasexpansionsturbinen am Speicher aufgezeigt, sowie zwei unterschiedliche BHKWs zur Vorwärmung untersucht. Dies alles geschieht vor dem rechtlichen Hintergrund des DVGW Regelwerks sowie der oben genannten Förderungsgesetze. Nach der technischen Auslegung wird auch die Wirtschaftlichkeit der betrachteten Varianten in der Arbeit untersucht.

Besonderes Augenmerk liegt auf dem Einsatz einer RMG-Turbine des Typs MTG 550, die aktuell Anwendung im Gastransport- und Gasverteilungsnetz findet. Als BHKW-Module werden ein BHKW der Firma BBT Buderus sowie der Firma Köhler und Ziegler in die Untersuchung einbezogen.

Effizienzsteigerung kommunaler Abwasserreinigungsanlagen durch Optimierung der Primärschlammeindickung

Raphael Bendick B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 22. Juni 2012

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

In Kooperation mit: Abwasserbehandlungsanlage der Stadtentwässerung Lingen



Abwasserbehandlungsanlagen gehören zu den größten kommunalen Stromverbrauchern. Die Schlammbehandlung ist dabei einer der kostenintensivsten Prozesse. Die vorliegende Arbeit untersucht Möglichkeiten, diese Kosten durch innovative Behandlungskonzepte zu reduzieren.

Es wird aufgezeigt, wie Primärschlamm im Vorklärbecken (VKB) entsteht. Des Weiteren wird auf die abgeförderte Primärschlammmenge aus dem VKB zu den Faultürmen eingegangen. Aus dem injizierten Primärschlamm wird in den Faultürmen Faulgas, bestehend aus Methan (64 %) und Kohlendioxid (32 %), erzeugt.

Das Volumen der Primärschlammmenge wird durch die Eindickung mit dem Klass-Wendelfilter auf Versuchsbasis den Trockenrückstand (TR) des Primärschlammes von 3,2 % auf etwa 7 % TR erhöht.

Bei der Betrachtung der Prozessabläufe in den Faultürmen errechnet sich eine aktuelle Aufenthaltszeit des Faulschlammes von etwa 21 Tagen. Es zeigt sich weiter, dass die Aufenthaltszeit ausschlaggebend für die Erzeugung der Faulgasmenge im Faulturm ist. Durch die Volumenreduzierung des Primärschlammes mittels Klass-Wendelfilter (siehe Abbildung 1) kann die Aufenthaltszeit des Faulschlammes in den Faultürmen auf etwa 30 Tage verlängert werden.

Ziel war es, mit dem Auswerten der vorliegenden Versuchsreihen ein neues Verfahren zu entwickeln und dieses als neue Behandlungsmethode des Primärschlammes zu beschreiben. Durch das Verfahren werden die Primärschlammengen reduziert.



Abbildung 1: Klass-Wendelfilter

Die Effektivitätssteigerung auf der Abwasserbehandlungsanlage Lingen/Ems konnte nur eingeschränkt dargelegt werden. Die Investitions- und Umbaukosten sind so hoch, dass der produzierte Strom aus der zusätzlich erzeugten Faulgasmenge (3,8 %) nur die Gesamtkosten abdecken kann. Nicht berücksichtigt wurde bei dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung allerdings die Nutzung der erzeugten Wärme durch die Blockheizkraftwerke innerhalb der Kläranlage.

Sonja Benneker M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 19. März 2013

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



Das Ziel der Gemeinde Recke ist es, langfristig ein übergreifendes Gebäudemangementsystem einzuführen. Mithilfe der Verknüpfung der Gebäudeleittechnik und einer Terminplanungssoftware soll eine optimierte Nutzung der Räume ermöglicht werden, um Kosten zu reduzieren und den Komfort zu erhöhen. Für diese Zielvorgabe ist eine detaillierte Grundlagenermittlung notwendig.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden die Liegenschaften der Gemeinde Recke in Bezug auf ihre Nutzung sowie die energetische und ökonomische Auslastung untersucht. Diese umfassen vier Grundschulen, eine Hauptschule, ein Verwaltungsgebäude, zwei Feuerwehren, eine soziale Einrichtung, zwei Gebäude für kulturelle und musische Zwecke und ein Vereinsgebäude.

Als Ausgangspunkt für die Bewertung wurden Gebäudesteckbriefe der einzelnen Liegenschaften erstellt. Inhalte der Steckbriefe sind die Lage, allgemeine Gebäudedaten, Bauweise, Beschreibung der technischen Gebäudeausrüstung, Gebäudezustand, Nutzerbeschreibung, ggf. Schülerzahlen, Energie- und Wasserverbräuche, Energie- und weitere Betriebskosten sowie die Schadstoff-Emissionsentwicklungen der letzten Jahre.

Im Folgenden wurde die Nutzung der Gebäude bzw. der Hauptnutzräume analysiert. Anhand von vorgegebenen Stundenplänen bzw. Terminplänen einzelner Nutzergruppen wurden die Stunden zusammengetragen und ausgewertet. Auf Basis eines festgelegten Zeitkorridors wurde die wöchentliche Auslastung der einzelnen Gebäude festgestellt.

Als systematisches Instrument wurden zur Erschließung von Wirtschaftlichkeitspotenzialen Kennzahlen bezüglich der Verbrauchswerte und Kosten entwickelt. Mit diesen Kennzahlen konnten die Gebäudetypen untereinander und auch extern auf Basis von Verbrauchserhebungen anderer Institutionen verglichen werden.

Abschließend wurde unter Berücksichtigung der gewonnenen Ergebnisse ein Gebäude- und Raumnutzungskonzept erstellt. Dieses beinhaltet eine Umstrukturierung der Belegung vorhandener Räume mit dem angestrebten Ziel einer zukünftig energetisch und ökonomisch optimierten Auslastung.

Es wurde festgestellt, dass in der Gemeinde insgesamt ein hohes Raumpotenzial für die verschiedenen Nutzergruppen zur Verfügung steht. Als Empfehlung wurden der Gemeinde Kosteneinsparungen durch eine mögliche Freisetzung der Bodelschwingh Schule, die Optimierung der energetischen und ökonomischen Auslastung sowie wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen einzelner Gebäude ausgesprochen.

Analyse und Optimierung des Energiehandels und Energievertriebes am Beispiel der nvb GmbH

Jens Beuker M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 04. Dezember 2012

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

In Kooperation mit: nvb Nordhorner Versorgungsbetriebe GmbH, Nordhorn



Im liberalisierten Strommarkt werden Kunden und Energievertriebe sogenannten Bilanzkreisen zugeordnet. In einem Bilanzkreis werden alle Einspeise- (Erzeuger) und Entnahmestellen (Verbraucher) innerhalb einer Regelzone zusammengefasst. Der Bilanzkreisverantwortliche ist dabei vertraglich dazu verpflichtet, dass die Leistungsbilanz der Einspeisungen in den Bilanzkreis und die Entnahmen aus dem Bilanzkreis innerhalb jeder Viertelstunde ausgeglichen ist. Ist die Leistungsbilanz nicht ausgeglichen, wird dem Bilanzkreisverantwortlichen Regel- und Ausgleichsenergie vom zuständigen Übertragungsnetzbetreiber zur Verfügung gestellt. Der Preis für Regel- und Ausgleichsenergie kann dabei sehr viel teurer sein als der Marktpreis an den Stromhandelsplätzen.

Um die Leistungsbilanz kurzfristig auszugleichen und damit Kosten für Regel- und Ausgleichsenergie zu vermeiden, kann Strom am Spotmarkt gehandelt werden. Da beim Handel seitens der nvb ausschließlich der Terminmarkt verwendet wird, war es Ziel der Arbeit den Spotmarkt zu analysieren und einen Weg aufzuzeigen, wie ein Zugang zu diesem geschaffen werden kann.

Der Spotmarkt ist u. a. eine Voraussetzung, um Kunden mit einer registrierenden Leistungsmessung versorgen zu können. Aus diesem Grund ist der Vertrieb der nvb aktuell auf Dienstleistungen von Marktpartnern angewiesen, damit auch diese Kundengruppe beliefert werden kann. Im Rahmen der Arbeit wurde erläutert, welche weiteren Prozesse nötig sind, um die Belieferung von Kunden mit einer registrierenden Leistungsmessung eigenständig auszuführen. Somit wäre die nvb nicht mehr auf Dienstleistungen von Dritten angewiesen.

Im letzten Teil der Arbeit wurde für die nvb eine Übersicht über die Marktanteile in einzelnen Kommunen erstellt. Diese stellten sich in einigen Kommunen sehr unterschiedlich dar, sodass die gewonnenen Erkenntnisse bei zukünftigen Marketing- und Vertriebsaktionen berücksichtigt werden können. Zusätzlich wurde die wirtschaftliche Attraktivität einzelner Kundengruppen bewertet. Haben Kunden eine relativ hohe Spitzenlast, ist auch der Einkauf ihrer Energie für einen Energievertrieb relativ teuer. Ist der Verbrauch dagegen eher konstant, ist die entsprechende Energie günstiger am Strommarkt zu beschaffen. Abschließend wurden einzelne Aktionen zur Kundengewinnung dargestellt. Durch diese Maßnahmen, wie Werbeaktionen oder Messeauftritte, kann der Marktanteil in einigen Kommunen gezielt gesteigert werden.

Tobias Beuting B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	07. Dezember 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Kreis Warendorf, 48207 Warendorf



Die Nachfrage nach Energie und damit auch nach den fossilen Energieträgern steigt immer noch stetig an.

Der Mensch hat mit seinen Emissionen, durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern und deren Abbau, für eine schneller wirkende Erwärmung der Atmosphäre gesorgt. Ein überwiegender Teil der Wissenschaftler hat deshalb heute keinen Zweifel mehr an einem anthropogenen Treibhauseffekt. Auch gibt es keine Zweifel mehr an den Sicherheitsrisiken der Kernenergie.

Die Erkenntnisse der Klimaforschung bewegen deshalb immer mehr Menschen, auf regenerative Energien umzusteigen oder in diese zu investieren.

In Deutschland spielt dabei der Ausbau der Windenergie eine zentrale Rolle. Durch die schnelle technische Entwicklung (Abbildung 1) der Windenergieanlagen ist es heute möglich geworden, mit einer einzigen Windenergieanlage, viele Haushalte mit Strom zu versorgen. Die finanzielle Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz sorgt für den Anreiz, die Anlagen zu installieren und diese, bei windgünstigen Verhältnissen, bereits nach wenigen Jahren gewinnbringend zu betreiben.

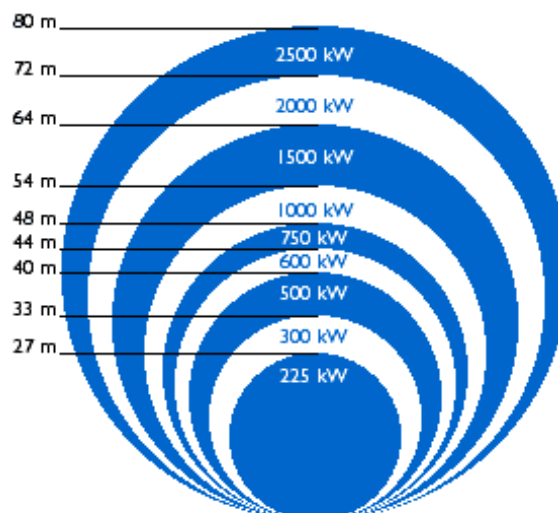


Abb. 1: Größenentwicklung der Windenergieanlagen seit 1985
[www.windpower.org]

Der Kreis Warendorf stellt mittlerweile mehr als 62 % seines regenerativ erzeugten Stroms aus Windenergie bereit. Im Jahr 2010 konnten allein dadurch rund 17 % des Gesamtstrombedarfs gedeckt werden.

Da dies jedoch nur einen Anfang darstellt, hat sich der Kreis Warendorf, im Rahmen der Fortschreibung des Gebietsentwicklungsplans für die erneuerbaren Energien, auf den Weg gemacht, neue Standorte für den Ausbau der Windenergie ausfindig zu machen.

Bei einer Ausnutzung der Windeignungsbereiche im Flächennutzungsplan wäre eine Stromeinspeisung von rund 350.000 MWh/a möglich. Würden diese Flächen um die noch in der Planung stehenden Areale erweitert, könnten rund 823.000 MWh/a Strom aus Windenergie produziert werden.

Unter Berücksichtigung des Repowering-Potenzials könnte sich der Kreis Warendorf somit zukünftig zu 100 % mit Strom aus Windenergie versorgen.

Würden die Windeignungsbereiche aus dem Gebietsentwicklungsplan vollständig ausgenutzt und das Repowering-Potenzial ausgeschöpft werden, würde das ebenfalls bedeuten, dass eine Stromversorgung aus nahezu 100 % Windenergie bereitgestellt werden könnte.

Die Potenzialstudie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unterstützt die Ergebnisse der Arbeit und prognostiziert für den Kreis Warendorf ein machbares Potenzial an Strombereitstellung von mindestens 2.287.000 MWh/a (bei 3 ha/MW). Verglichen mit dem aktuellen Stromverbrauch, wären das rund 60 % mehr produzierter Strom, als aktuell verbraucht wird.

Die tatsächliche Umsetzung der aufgedeckten Potenziale bleibt offen, da der Windenergie, trotz ihrer unzweifelhaften Vorteile, auch immer wieder Hemmnisse entgegenstehen, die einen Ausbau entweder sehr schwierig gestalten oder ihn gar ganz verhindern. Als eines der größten Hemmnisse wird die Akzeptanz in der Bevölkerung gesehen.

Die Partizipation von Betroffenen bereits in der Planungsphase und den Ausbau der Windenergie in Form von Bürgerwindparks, wie dies auch ausnahmslos in den Kommunen im Kreis Warendorf vorgesehen ist, könnte in Zukunft dafür sorgen, dass die Windenergie an Befürwortern gewinnt.

Vergleich unterschiedlicher Klimatisierungskonzepte mittels Anlagensimulation

Thomas Bischof M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	29. Mai 2012
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	emco klima, Lingen



In Zeiten steigender Energiekosten und zunehmender Ressourcenknappheit gewinnt das Thema der Energieeffizienz in der Gebäudetechnik zunehmend an Bedeutung. Wie groß die Einsparpotenziale in diesem Sektor sind, belegt ein Blick in die Statistiken.

Die privaten Haushalte verbrauchten im Jahr 2007 rund 26,5 Prozent der gesamten Energie in Deutschland. Fast 75 Prozent davon wird für Raumwärmezwecke verwendet, wobei die Hauptbrennstoffe nach wie vor Erdgas und Heizöl waren. Ein beachtliches Einsparpotenzial tut sich hier auf. Mithilfe moderner Technik ist bei einer energetischen Sanierung des gesamten Wohnungsgebäudebestandes, eine Reduzierung des Energieverbrauchs von fast 60 % realisierbar.

Wird der Energieeinsatz, der für die Gebäudebewirtschaftung erforderlich ist, gesenkt, wird die Umwelt entlastet und zudem der Geldbeutel der Hausbesitzer geschont.

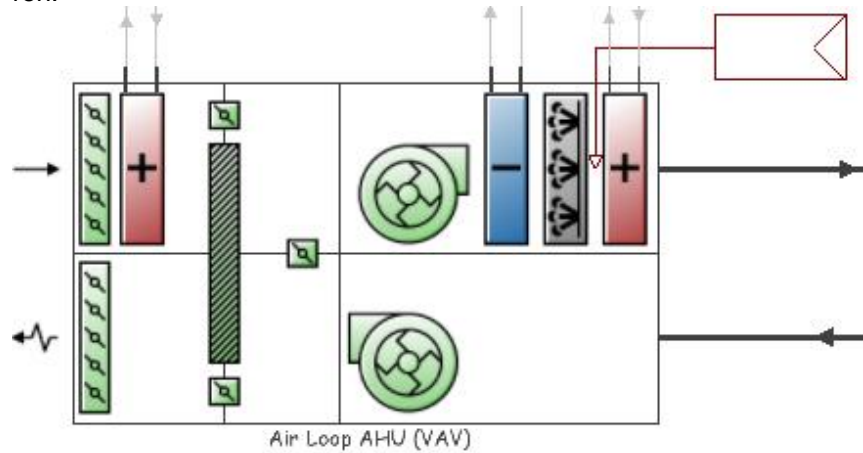
Die Klimatisierung der Gebäude kann auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen, ob es dabei zweckmäßiger ist, möglichst rasch auf die Veränderungen reagieren zu können oder ob der Fokus eher auf trägeren Systemen liegt, ist abhängig von den Wünschen des Bauherren.

Der Vergleich von unterschiedlichen Klimatisierungskonzepten mittels Gebäudeautomation wird mit dem Simulationsprogramm DesignBuilder durchgeführt. Die Vorteile moderner Simulationssoftware bieten für Planer und Bauherren die Möglichkeit, verschiedene Ausführungen am Computer zu berechnen und so das optimale Klimatisierungskonzept auszuwählen.

Speziell wird der Vergleich von unterschiedlichen Systemen zur Klimatisierung eines Gebäudes, mit einer gleichbleibenden Gebäudehülle sowie konstanten Anforderungen an die Raumlufttemperaturen und die Luftfeuchtigkeit, dargestellt. Die Systeme werden dahingehend untersucht, ob es wirtschaftlicher ist, ein Gebäude mit Hilfe von luftführenden Systemen oder wasserführenden Systemen zu betreiben.

Unterscheiden lassen sich die Systeme dahingehend, dass in dem ersten Konzept ausschließlich die Lüftungsanlage das Gebäude ver- und entsorgt. Das zweite Konzept arbeitet neben der zentralen Klimaanlage zusätzlich mit Kühldecken und Heizkörpern in den Räumen. Die geförderten Volumenströme fallen auf der Wasser- sowie auf der Luftseite unterschiedlich groß aus, was zur Folge hat, dass die Energieverbräuche beider Konzepte voneinander abweichen.

Das nachfolgende Bild zeigt den Aufbau der Klimaanlage in DesignBuilder. Die wichtigsten Komponenten sind dabei die Wärmerückgewinnung, der Kühler, der Befeuchter, der Erhitzer und die Zu- und Abluftventilatoren.



Der Vergleich hat gezeigt, dass die Klimatisierung eines Gebäudes mit wasserführenden Systemen, wie Kühldecken und Heizkörpern, energetisch günstiger ist, als die Klimatisierung mit luftführenden Systemen, wie einer zentralen Lüftungsanlage.

Bei identischen Anforderungen an die Raumparameter benötigt das wasserführende System, bestehend aus RLT-Anlage und Kühldecken, pro Jahr 11.874,62MWh weniger elektrische Energie, im Vergleich zum System mit der nur Klimaanlage. Die Angaben beziehen sich auf den Jahresverbrauch sämtlicher HVAC-Komponenten. Die Einsparung liegt somit bei ca. 31 %.

Jedoch sollte man bei den Überlegungen der Klimatisierung nicht außer Acht lassen, dass ein wasserführendes System deutlich träger ist. Auf sich rasch verändernde thermische Lasten kann dieses Modell nicht so exakt reagieren, daher müssen Abstriche bei der Behaglichkeit gemacht werden. Die geringen Luftvolumenströme sorgen für eine ausreichende Frischluftversorgung auf der einen Seite, bewirken aber auf der anderen Seite, dass die benötigten Durchsatzraten zur Befeuchtung und Entfeuchtung der Räume nicht ausreichend sind. Die Luftfeuchtigkeit wird während der Betriebszeit nicht vollständig in den Grenzen von 35 % bis 60 % relative Feuchte gehalten.

Erstellung eines Excel-basierten Instruments zur optimierten Auslegung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Matthias Bogenstahl M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Viktor Heidt
Datum des Kolloquiums:	04. Dezember 2012
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	RWE Energiedienstleistungen GmbH, Dortmund



Deutschland hat die gesellschaftliche Grundentscheidung getroffen, seine Energieversorgung in Zukunft aus erneuerbaren Quellen zu decken. Aber die fluktuierende Stromerzeugung aus regenerativen Energien erfordert auch in Zukunft Begleittechnologien, die schnell regelbar sind. Eine Alternative zu großen Kraftwerken bietet eine dezentrale Energieversorgung mit kleineren, leicht und schnell zu regelnden Einheiten, wie beispielsweise Blockheizkraftwerke (BHKW).

Die RWE Energiedienstleistungen, mit Sitzen in Dortmund und Hamburg ist als Fernwärmeversorger und Contractor aktiv und bietet darüber hinaus weitere Energiedienstleistungen an. Im Rahmen des Contracting stellt sie unter anderem Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) auf und betreibt diese.

Die bedarfsgerechte Auslegung der aufgestellten KWK-Anlagen ist eine entscheidende Voraussetzung zur Erzielung eines optimierten wirtschaftlichen Ergebnisses beim späteren Betrieb. Hierbei ist eine Optimierung zwischen einer möglichst hohen elektrischen Leistung sowie einer hohen Benutzungsdauer der Anlage vorzunehmen. Mit zunehmender Leistung sinken einerseits die spezifischen Investitionskosten, andererseits resultiert in der Regel aber auch eine Verkürzung der möglichen Benutzungsdauer, wenn der Wärmebedarf von klimatischen Einflüssen abhängig ist.

Für eine erste Angebotsabgabe nutzt RWE zurzeit einfache Methoden zur Auslegung der KWK-Anlagen. Für eine optimale Auslegung mit einer fundierten Prognose der Wirtschaftlichkeit sind Profile des elektrischen und thermischen Bedarfes eine wesentliche Basis. Diese liegen jedoch in vielen Fällen nicht vor, insbesondere für Anwendungsfälle mit vergleichsweise geringem Wärmebedarf.

In der Arbeit wurden u. a. verschiedene Methoden, eine möglichst genaue Dauerlinie des Wärmebedarfs – ohne vorliegendes Lastprofil – zu konstruieren, untersucht. Um die Genauigkeit der einzelnen Verfahren beurteilen zu können, werden diese an einem Beispielobjekt, dessen Jahresdauerlinie bekannt ist, getestet und mit der Dauerlinie verglichen.

Das im Rahmen dieser Arbeit erstellte Auslegungsinstrument erstellt sowohl für einen wärme-, als auch einen stromgeführten Anlagenbetrieb automatisiert aus vorliegenden Lastgängen eine geordnete Dauerlinie des Wärme- bzw.

Strombedarfs und bestimmt damit für eine vorgegebene Benutzungsdauer, die mögliche KWK-Anlagengröße sowie für eine vorgegebene Anlagengröße die mögliche Benutzungsdauer. Falls nur Monatsdaten des Brennstoffbedarfes vorliegen, konstruiert das Instrument auf Basis von typischen Standarddauerlinien eine Näherung für die Dauerlinie. Bei der Ermittlung der möglichen Benutzungsdauer bzw. der möglichen KWK-Anlagengröße kann auch ein zuvor vorgegebener Wärmespeicher berücksichtigt werden. Für die vorgenommene Auslegung wird ergänzend eine Bilanzierung der elektrischen Energie durchgeführt, die den Anteil der resultierenden Eigenbedarfsdeckung und die Netzeinspeisung sowie die zugehörigen Erlöse berücksichtigt. Das Tool soll dafür sorgen, die Arbeitsabläufe der RWE ED zu unterstützen und die KWK-Auslegung zu optimieren und zu vereinfachen.

Entwicklung von Kriterien zur Bewertung von Umweltrisiken in Bezug auf die Oberflächenentwässerung eines Industriegeländes am Beispiel der Schoeller Technocell GmbH & Co. KG

Philipp Bollmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dr. Martina Höfker
Datum des Kolloquiums:	11. Oktober 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Umwelttechnik – Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Schoeller Technocell GmbH & Co. KG, Osnabrück



Auf Industriegeländen mit vorwiegender Nutzung durch LKW bestehen besondere Umweltgefährdungen. Diese entstehen nicht nur aus den Betriebsflüssigkeiten und Emissionen der Fahrzeuge, sondern maßgeblich durch transportierte Stoffe unterschiedlicher Wassergefährdungsklassen.

Der Standort Osnabrück (Abbildung 1) umfasst die Firmenzentrale der Felix Schoeller Group sowie die Schoeller Technocell GmbH & Co. KG als Hersteller von Spezialpapieren. Im Jahr 2011 hat die gesamte Felix Schoeller Group mit rund 2200 Mitarbeitern rund 312.000 t Papier hergestellt. Das Stammwerk in Osnabrück stellt mit über 900 Mitarbeitern den Kernbereich des Unternehmens dar. Bei der Herstellung von hochtechnischen Papierprodukten in so großen Mengen finden Anlieferungen produktionsrelevanter Flüssigkeiten grundsätzlich per Tank-LKW statt.

Die mögliche Freisetzung transportierter Stoffe im Falle einer Havarie lässt sich im Gegensatz zu Emissionen nicht mit einer spezifischen Belastung darstellen, sondern erfordert eine Betrachtung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Störung.

Ziel der Bachelorarbeit war es, ein Bewertungssystem zu entwickeln, das eine objektive Betrachtung ermöglicht und durch die Anwendung dieser Bewertung mögliche Umweltstörungen und damit einhergehende Umweltschäden auf dem Werksgelände bereits im Vorfeld zu ermitteln und schließlich durch Maßnahmen zu verhindern.

Da sich gesetzliche Vorgaben und technische Regeln im Allgemeinen auf die grundsätzliche Belastung von Niederschlägen und damit verbundene Behandlungspflicht der Oberflächenabflüsse beziehen, fehlt die Berücksichtigung von größeren punktuellen Stofffreisetzungen. Ausgehend von unterschiedlichen Bewertungssystemen aus Merkblättern der DWA und Schriften von Berufsgenossenschaften wurde ein Punktesystem entwickelt, das eine objektive Bewertung eines Industriegeländes ermöglicht. Denn auch wenn Anlagen vorhanden sind, die eine Behandlung der Oberflächenabwässer durchführen, so bieten sie in der Regel keinen Schutz gegen die punktuelle Freisetzung einer großen Stoffmenge.

Die Bewertung selbst gliedert sich in unterschiedliche Kategorien und bewertet Risiken, Arbeitsabläufe und vorhandene Sicherheitseinrichtungen in Bezug

auf die Oberflächennutzung.



Abbildung 1: Luftansicht der Firma Schoeller in Osnabrück, Quelle: www.bing.com/maps

Das Werksgelände, mit einer abflusswirksamen Fläche von rund 6 ha ohne Dachflächen, wurde für die Bewertung in 18 Bereiche aufgeteilt und mit dem entwickelten Bewertungssystem betrachtet. Die Darstellung der Ergebnisse zeigte eine deutliche Gefährdung in 14 von 18 Bereichen. Die gefährdeten Bereiche wurden näher betrachtet und auf Grundlage der Bewertung Maßnahmen entwickelt. Eine zusätzliche Sortierung der Ergebnisse nach statischen Anhaltspunkten ermöglicht eine Rangfolge nach Dringlichkeit. Dies dient zur effizienten Bearbeitung der Ergebnisse.

Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgte direkt im Anschluss an die Auswertung, um das Risiko auf ein Minimum zu reduzieren.

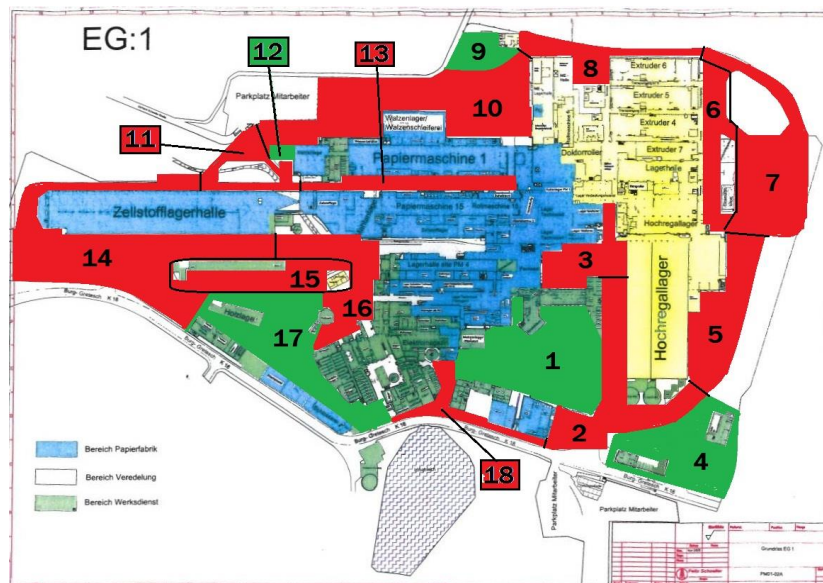


Abbildung 2: Karte zur Darstellung der Gefährdung

Leistungsuntersuchungen an einer GK-Kühldecke mit integriertem Latentspeichermaterial

Michael Brambrink B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	14. Januar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik



Wichtige Forschungsziele in der TGA sind heutzutage, verursacht durch die immer knapper und teurer werdenden Rohstoffe bzw. steigenden Strompreise, die Senkung des Energiebedarfs in Gebäuden und die Speicherung bzw. Nutzung von vorhandener Wärmeenergie. Es wird darauf Wert gelegt, die Einsparpotentiale auszuschöpfen und nebenbei die Behaglichkeit aufrechtzuerhalten oder womöglich zu verbessern, ohne gestalterische Kompromisse eingehen zu müssen. Dies ist mit Phasenwechselmaterialien (engl.: PCM) möglich, welche die Energiespitzen, sogenannte Peaks, in einem Gebäude abdämpfen sollen, indem die Wärmeenergie ab einer bestimmten Temperatur zum Phasenwechsel zwischen, in der Regel, festem und flüssigem Aggregatzustand benötigt wird und somit latent (lat.: versteckt, verborgen) eingespeichert wird. Wasser ist mit seiner niedrigen Phasenwechseltemperatur von 0 °C übrigens als Latentspeichermedium nicht geeignet für eine Stabilisierung des Raumklimas im Komfortbereich zwischen 21 ... 26 °C.

Wenn die Wärmeleitfähigkeit eines PCM oder PCM-Verbundes mit anderen Materialien, z. B. Graphit, sehr gut ist und eine ausreichende Belüftung vorhanden ist, kann die Raumtemperatur auch ohne Kühlung durch eine Kältemaschine auf einem konstanten Niveau gehalten werden. Dies ist deshalb möglich, da die Temperatur eines Mediums allgemein während des Phasenwechsels nicht ansteigt. Latentspeichermaterialien können in oder auf Kühldecken (mit PCM in den Gipskarton-Platten oder in Folienbeuteln) oder als Baustoff, z. B. Maschinenputz an Wänden, Verwendung finden, wodurch die Wärmekapazität des Gebäudes erhöht wird. Zudem wird es neuerdings in Lüftungsgeräten, Zementmörtel, Porenbetonsteinen, Lehmplatten und Beton integriert, also in aktiven sowie passiven Konzepten. Nebenbei findet man es außerhalb der TGA in Textilien, Taschenwärmern, Transport- und Kühlboxen, Automobilen oder in technischen Anlagen, um z. B. Batterien vor Unterkühlung oder Elektronik vor Überhitzung zu schützen.

Ab dem Zeitpunkt der Wärmeeinspeicherung im PCM findet entweder am Tag zeitversetzt durch Kühlung mit einer Kältemaschine, aber im besten Falle nachts durch freie Kühlung bzw. eine Kältemaschine (verbesserter COP) eine Umkehrung dieses reversiblen Prozesses statt, wodurch der Ausgangszustand erreicht wird und am nächsten Tag die volle Kapazität des PCM zur Verfügung steht. Die freie Nachtkühlung ist energetisch sehr effizient, da die Außenlufttemperatur meistens niedriger liegt als die Temperatur in der Decke und diese Kälte frei zur Verfügung steht. Ebenso denkbar sind aber auch klei-

nerer Kühltürme und Rückkühlwerke oder die Nutzung von natürlichen Wärmesenken im Erdreich durch Erdsonden bzw. die solare Kühlung, bei der die Energie der Sonne im Sommer genutzt wird, um mechanische Arbeit und andere Prozesse kostengünstig realisieren zu können. Derartige Verbesserungen sind derzeit Gegenstand von Untersuchungen. Die benötigte Menge an Latentspeichermaterial bzw. die Sorte (Paraffin oder Salzhydrat, mikro- oder makroverkapselt) und die Temperatur, bei der das PCM schmilzt, sind hierbei für die Planung einer Raumklimatisierung ausschlaggebend.

Ziel der Bachelorarbeit war es, eine Kühldecke von EMCO mit integriertem Micronal PCM der BASF in den Gipskarton-Platten im „adiabaten“ Prüfraum der FH Münster am Standort Steinfurt zu installieren, Messwerte festzuhalten, diese auszuwerten und die daraus resultierende Wärmeaufnahme und Leistung der Decke zu beurteilen. Der adiabate Raum ist ein gedämmter Prüfraum, welcher zu Zwecken der Leistungsuntersuchungen von Kühl- und Heizflächen bzw. Kühl- und Heizkörpern dient. Es wurden die stationären Leistungsmessungen mit unterschiedlichen Betriebstemperaturen gefahren, ein Sprung - Kühllast - Verfahren bei verschiedenen Input-Leistungen und alternierende Verfahren mit variablen Unterbrechungszeiten der Kühlung durchlaufen. Hierzu mussten zeitintensive Messreihen gefahren werden, damit die Ergebnisse hinreichend genau und aussagekräftig genug waren.

Ziel des ersten Versuches war es, die Kühlleistung bei verschiedenen Betriebsbedingungen und -temperaturen zu messen, damit für die Planung bei Nutzung als reine Kühldecke genormte, vergleichbare und reproduzierbare Produkt-Kennwerte zu Verfügung stehen. Das Sprungantwort-Verfahren sollte Aufschlüsse geben über die Latentspeicherkapazität des in den Gipskarton-Platten enthaltenen PCM. Hierzu hat eine konstante Input-Leistung den Raum mit bzw. ohne GK-Platten bis zu einer gewählten Abschalttemperatur aufgeheizt. Die mitgeschriebenen Werte des von Dipl.-Ing. Axel König entwickelten Programms ChamberControl 5.1 machten nun eine Berechnung der Latentspeicherkapazität des PCM möglich. Anschließend wurden alternierende Verfahren (simulierte Tagesverläufe) mit variablen Input-Leistungen und Unterbrechungszeiten der Deckenkühlung tagsüber, in denen das PCM die Raumkühlung übernehmen sollte, durchlaufen. Hierbei war es wichtig, dass die max. Globustemperatur im Raum unter einem Wert von 26 °C bleibt.

Abschließend lässt sich sagen, dass Phasenwechselmaterialien für viele Nutzungsmöglichkeiten ein großes Potential zur Energieeinsparung besitzen. Obwohl die Technologie noch nicht komplett ausgereift ist, ist es jetzt schon möglich, das bestehende Kühl-System zu entlasten oder sogar zu ersetzen, was bei einer großflächigen Benutzung des Materials zur Senkung des Primär-Energiebedarfs von Wohn- und Bürogebäuden und damit zu einer Minderung der Umweltverschmutzung führen kann.

Ermittlung von Einsatzgrenzen für elektrochemische Energieumwandlungssysteme in der zukünftigen Energiewirtschaft.

Jens Brauner M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dr.-Ing. Rolf Albus

Datum des Kolloquiums:

24. August 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.



Die zukünftige Energiewirtschaft verbirgt in Anbetracht der zu erwartenden Volatilitäten der Stromerzeugung durch den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien neue Aufgaben. Die Aufgaben beziehen sich insbesondere auf die Überbrückung von Leistungsspitzen und -senken. Der Einsatz von Power-to-Gas-Anlagen hat in den bisherigen Pilotversuchen und Untersuchungen eine Möglichkeit aufgezeigt, die diese Schwankungen ausgleichen kann.

Bei diesem Verfahren (siehe Abbildung 1) wird elektrische Energie in gasförmige, chemisch gebundene Energie per Elektrolyse umgewandelt. Bei der Verwendung von Wasser als Edukt entsteht unter anderem Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wasserstoff kann direkt verwendet, zwischengespeichert oder sogar mithilfe eines weiteren nachgeschalteten Prozesses zu einem Erdgas-substitut umgewandelt werden. Das Erdgassubstitut kann über mehrere Monate in vorhandene Erdgasspeicher sogar saisonal zwischengespeichert werden.

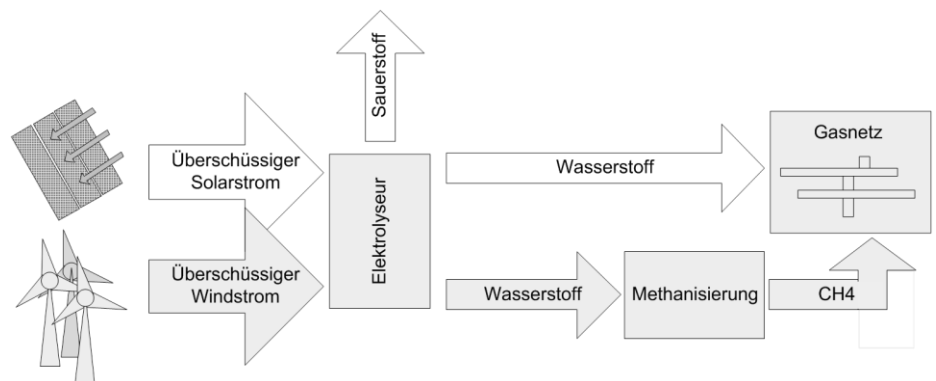


Abbildung 1: Prozesskette der Power-to-Gas-Technologie

Da sich diese Technologie als zukunftssträftig herausgestellt hat, werden detailliertere Betrachtungen durchgeführt. Betriebsparameter, -anforderungen und Auslegungsstrategien werden untersucht und ausgewertet. Für die Generierung der Anforderungen an Power-to-Gas-Anlagen, insbesondere der Elektrolyseure, werden repräsentative Residuallastgänge ermittelt.

Der stark volatile als auch intermittierende Verlauf der Residuallast stellt besondere Anforderungen an die einzusetzenden Elektrolyseure. Es hat sich gezeigt, dass die dynamischen Anforderungen Berücksichtigung in der Ausle-

gung der Elektrolyseure finden sollten, diese jedoch kein Ausschlusskriterium für diese Technologie sind.

Aus einer Betrachtung unterschiedlicher Auslegungsstrategien werden Empfehlungen für die gesamte Elektrolysekapazität und der einzelnen Modulleistung ermittelt. Als Bewertungsgrößen dienen Nutzungsgradketten, das Arbeitsverhältnis, Investitionskosten als auch spezifizierte Investitionskosten.

In Abbildung 2 ist eine Übersicht der Anteile der genutzten elektrischen Arbeit der untersuchten Auslegungsvarianten dargestellt. Das Flächenverhältnis zur Jahresdauerlinie der Residuallast beschreibt das Arbeitsverhältnis. Auslegungsvarianten 1-4 unterscheiden sich ausschließlich in den eingesetzten Modulgrößen. Varianten mit kleinen Modulgrößen erreichen dabei die höchsten Arbeitsverhältnisse als auch Nutzungsgrade. Der in blau eingezeichnete Verlauf beschreibt die Auslegungsvariante 5, die als Randbedingung eine Überdimensionierung um 50 % beinhaltet. Es ist zu erkennen, dass die arbeitsstarken Bereiche mit höheren Wirkungsgraden umgewandelt werden können. Das Arbeitsverhältnis sinkt jedoch bei dieser Variante, da die eingesetzten Modulgrößen die arbeitsschwächeren Bereiche bedingt durch den unteren Teillastbetriebspunkt nicht erreichen können.

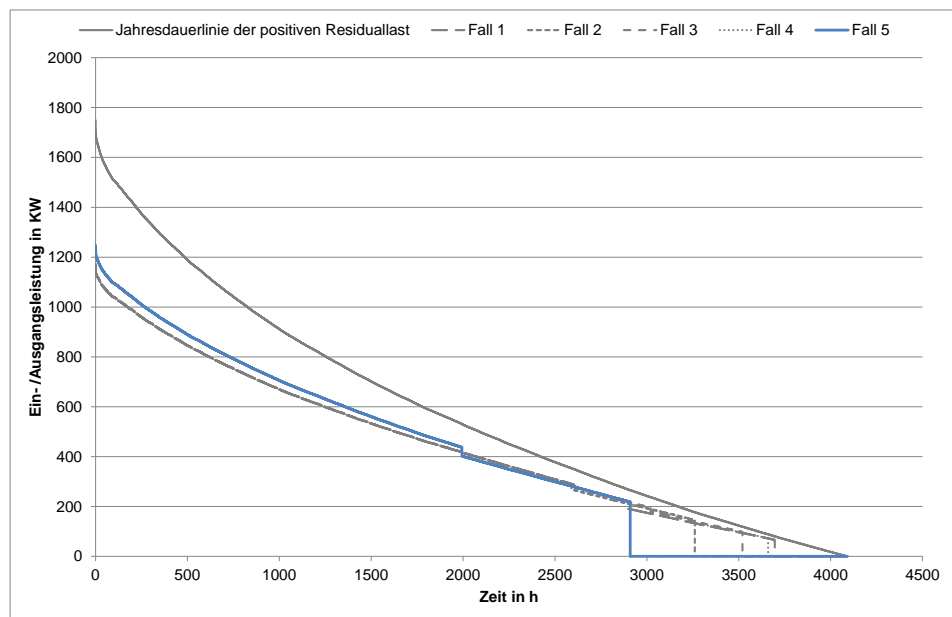


Abbildung 2: Anteil der genutzten elektrischen Arbeit als geordnete Jahresdauerlinie

Als Fazit ist festzuhalten, dass hohe Gesamtkapazitäten und kleine Modulgrößen die Nutzungsgrade der Elektrolyseure positiv beeinflussen. Die maximal erreichten Jahresnutzungsgrade betragen für die Umwandlung von Strom in Wasserstoff 70,59 % (Variante 5). Wird bei der Dimensionierung einer Elektrolyseanlage primär auf die ökonomischen Parameter eingegangen, stellen besonders die Investitionskosten das größte Potential zur Verbesserung dar. Die Entwicklung dieser Systeme ist aus derzeitiger Sicht nicht abgeschlossen. In Zukunft sind weitere Wirkungsgradsteigerungen und Verbesserungen der Standfestigkeit unter dynamischen Betriebsbedingungen zu erwarten.

Energetische und wirtschaftliche Betrachtung von Hallenheizsystemen am Beispiel unterschiedlicher Produktionshallen der Elster GmbH

Christoph Brinkmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Zweitprüfer:	Dr. Gerd Althoff
Datum des Kolloquiums:	21. Januar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Heizungstechnik
In Kooperation mit:	Elster GmbH, Lotte



Eine nachhaltige und klimaverträgliche Energieversorgung zu schaffen ist eines der Hauptziele der heutigen Energiepolitik und steht in den letzten Jahren im Mittelpunkt der diesbezüglichen politischen Diskussionen. Zugleich bildet die Einsparung von Energiekosten eine sozial verträgliche Option, um die Kostenbelastung für Unternehmen zu senken. Infolgedessen sollte ein strategisches Energiemanagement im Mittelpunkt des Interesses der Unternehmen liegen und auf vielfältige Weisen angestrebt werden, um weiter wachsen zu können.

Durch die stark ansteigende Nachfrage an fossilen Energieträgern und die gleichzeitige Endlichkeit der Ressourcen wurden und werden die Preise in die Höhe getrieben. Insbesondere diese steigenden Energiepreise untermauern die Notwendigkeit, die verschiedenen Energieeinsparpotentiale in Unternehmen aufzudecken und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Darüber hinaus spielt auch der Klimaschutz und damit einhergehend die Reduzierung der CO₂-Emissionen eine wichtige Rolle, die Berücksichtigung finden sollte, um nachhaltig hinsichtlich folgender Generationen wirtschaften zu können. Die Firma Elster GmbH hat es sich diesbezüglich zum Ziel gesetzt, Ressourcen einzusparen und ihre CO₂-Emissionen zu verringern. Um diese Zielsetzung zu untermauern, nimmt das Unternehmen seit dem Jahr 2004 an der Kampagne Ökoprofit teil. Es handelt sich dabei um Maßnahmen, die der Einsparung von Abfall, Wasser sowie Energie und in diesem Zusammenhang der Minderung der CO₂-Emissionen, dienen. Seit derweil acht Jahren erhält die Elster GmbH im Abstand von zwei Jahren eine entsprechende Zertifizierung für ihre vielfältigen Bemühungen. Gegenwärtig steht dabei auch das Energieeinsparpotential der Beheizung der Liegenschaft im Mittelpunkt dieser Bestrebungen. Im Zuge diesbezüglicher Überlegungen entstand die Fragestellung, inwieweit die Erneuerung des alten Hallenheizsystems der Zielstellung, Energie und Ressourcen einzusparen sowie die CO₂-Emissionen zu senken, entspricht. Anknüpfend an diesen Gedankengang entstand die Idee zur dieser Arbeit.

Die Problematik bezüglich der Beheizung von Hallengebäuden liegt dabei grundsätzlich in der großen Deckenhöhe der Hallen, die zu einer Temperaturschichtung und damit einhergehend zur Bildung entsprechender Wärmepolster führen kann, die es zu vermeiden gilt. Weiterhin müssen die unterschiedlichen Nutzungsbedingungen berücksichtigt werden, die den Einbau bestimm-

ter Hallenheizsysteme einschränken oder verhindern.

Das zentrale Anliegen der dieser Arbeit lag darin, anhand von drei ausgewählten Hallenbereichen des internationalen Industrieunternehmens der Elster GmbH zu untersuchen, inwieweit die Erneuerung der Hallenheizsysteme zu einer energieeffizienteren und ökonomischeren Produktion beitragen kann. Es konnte aufgezeigt werden, dass die Heizwärme einen sehr großen Anteil an den Erdgasverbräuchen der Elster GmbH darstellt, sodass die Bedeutung eines diesbezüglichen Energieeinsparpotentials untermauert werden konnte.

Im Rahmen der Darstellung von Hallenheizsystemen wurde herausgestellt, dass sich in Anlehnung an das genutzte physikalische Prinzip grundsätzlich Strahlungsheizsysteme von konvektiven Warmluft erzeugern gegeneinander abgrenzen lassen, wobei sich die darauf aufbauend entwickelten Heizsysteme auf vielfältige Weise unterscheiden, sodass sich deren Installation direkt an die Bedingungen einer Halle anpassen lassen. Auf diese Weise ließen sich die verschiedenen Heizsysteme kriteriengeleitet anhand der aufgezeigten Bedingungen und Anforderungen der drei Hallenbereiche auswählen.

Die energetische Analyse der selektierten Hallenheizsysteme zeigte für die Hallenbereiche des Versands und der Armaturenmontage positive Ergebnisse, welche die Erneuerung der entsprechenden Systeme durch hohe Einsparungen des Energiebedarfs sowie der CO₂-Emission unterstrichen. Demgegenüber wurde bereits bei der Auswahl eines adäquaten Systems für den Hallenbereich der Gaszählervorfertigung deutlich, dass das gegenwärtig installierte System das optimal angepasste an die Bedingungen dieser Halle darstellt, sodass letztlich geschlossen werden musste, dass die Erneuerung dieses Hallenheizsystems nicht empfohlen werden kann.

In Bezug auf den Bereich der Versandhalle konnte aufgezeigt werden, dass der Einbau von Dunkelstrahlern trotz hoher Investitionskosten hinsichtlich energetischer Einsparungen durchaus zu einer energieeffizienteren Produktion beitragen kann, obgleich die wirtschaftliche Betrachtung hätte positiver ausfallen können. Demgegenüber stehen die Ergebnisse des Hallenbereichs für die Armaturenmontage. Zunächst konnte hier ein hohes Energieeinsparpotential aufgezeigt werden, dass die Option der Erneuerung dieses Heizsystems unterstrich. Die Investitionskosten für die entsprechenden Deckenstrahlplatten scheinen demgegenüber jedoch so hoch, dass letztlich keine ökonomischere Produktion erreicht werden kann.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Erneuerung der Hallenheizsysteme der ausgewählten Hallen der Elster GmbH nicht notwendigerweise zu einer energieeffizienteren und ökonomischeren Produktion beitragen. Trotz hoher Energieeinsparpotentiale neuer Anlagen ziehen diese zugleich hohe Investitionskosten mit sich, sodass entsprechende Veränderungen genau überprüft werden müssen.

Ferner untermauern diese Ergebnisse, dass die Auswahl eines Hallenheizsystems grundsätzlich sehr genau analysiert und an die entsprechenden Anforderungen der jeweiligen Halle angepasst werden sollte, da die möglichen Einsparpotentiale im Bereich des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen, wie aufgezeigt wurde, zum einen sehr hoch sein können, die Investitionskosten für einen Umbau zum anderen diesen aber nicht immer sinnvoll erscheinen lassen.

Marius Brinkmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	14. Januar 2013
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluftechnik
In Kooperation mit:	Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, Lingen



Der Energiesektor befindet sich im Wandel. Die Endlichkeit fossiler Energieträger, sowie die steigenden Preise im Energiesektor und Klimaschutzziele bewegen die Menschen zum Umdenken. So werden seit einigen Jahren Energien nachhaltiger erzeugt und verstärkt Energieeinsparpotentiale genutzt.

Die Bereitstellung der in einer raumluftechnischen Anlage erforderlichen Kältemenge erfordert einen hohen Energieaufwand. Diese wird heutzutage hauptsächlich durch Kompressionskältemaschinen bereitgestellt, die einen Großteil der Stromkosten einer raumluftechnischen Anlage ausmachen. Um den Stromverbrauch bei der Kältebereitstellung zu senken, wird derzeit die Nutzung von Latentwärmespeichern in raumluftechnischen Anlagen erforscht.

Die Nutzung latenter Wärme ist eine bereits lange bekannte Technologie. Jedoch erst im Zuge des Wandels des Energiesektors erhält diese eine neue Bedeutung. Im Gegensatz zu sensiblen Speichern (z. B. Warmwasserspeicher) wird bei einem Latentwärmespeicher der Phasenwechsel ausgenutzt. Der Vorteil ist, dass nur eine geringe Temperaturänderung notwendig ist, um große Energiemengen zu speichern. In raumluftechnischen Anlagen kann somit ein eingebauter Latentwärmespeicher die Kälteleistung der Kältemaschine reduzieren, indem er die Kühllastspitzen an den warmen Tagen des Jahres abfängt. Dies geschieht durch Änderung des Aggregatzustandes des PCM (Phase Change Material). In den Abend- und Nachtstunden kann der Latentwärmespeicher seine gespeicherte Energie wieder durch Änderung des Phasenwechsels abgeben.

In Zusammenarbeit mit der Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG aus Lingen wurden in der Klimaversuchsanlage des Labors für Raumluftechnik der Fachhochschule Münster PCM-Latentspeicherplatten für ein Pilotprojekt in Düsseldorf messtechnisch untersucht.

Es sollte festgestellt werden, inwieweit sich zwei verschiedene PCM-Latentspeicherplatten beim be- und entladen, in verschiedenen Einbausituationen verhalten und ob diese für den Dauereinsatz geeignet sind.

Hierzu wurden mehrere PCM-Platten in die Klimaversuchsanlage der Fachhochschule Münster eingebaut. Durch zusätzliche Luftwärmer und Luftkühler konnte unabhängig von der Außenluftbeschaffenheit verschiedene Luftzustände simuliert und die Dauerfestigkeit über mehrere Monate hinweg unabhängig von der Jahreszeit untersucht werden.



Klimaversuchsanlage des Labors für Raumluftechnik

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch die mitgeschriebenen Werte der DDC. So wurde festgestellt, dass eine weitere PCM-Platte, die mit untersucht worden war, die geeignetste Variante für das Projekt in Düsseldorf ist.

Vergleich elektrolytischer Desinfektionsverfahren zur Ballastwasseraufbereitung

Stefan Brinkmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke

Datum des Kolloquiums: 19. Dezember 2012

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

In Kooperation mit: GEA Westfalia Separator Group GmbH, Oelde



Ballastwasser sorgt im maritimen Sektor für eine optimale Stabilität und Balance von Schiffen im Wasser und garantiert so die Sicherheit von Crew, Schiff und Fracht. Zugleich bringt die Verschleppung von Organismen durch Ballastwasser eine der größten bekannten maritimen Verschmutzungen mit sich. Potentiell pathogene und schädliche Mikroorganismen, beispielsweise Viren oder Bakterien, gefährden die in dieser Umwelt vorhandene biologische Vielfalt und die menschliche Gesundheit.

Die internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) hat aus diesen Gründen im Jahr 2004 eine Konvention zur Ballastwasserbehandlung erlassen, die 12 Monate nach der Ratifizierung von mindestens 30 Flaggenstaaten mit einer Welthandels-Schiffstonnage von 35 % in Kraft treten wird. In der Konvention werden klare Richtlinien und Grenzwerte für Ballastwasserbehandlungsanlagen festgelegt.

Viele Unternehmen haben diesen Trend erkannt und sich mit Ballastwasserbehandlungstechnologien auf dem maritimen Markt platziert. Auch die GEA Westfalia Separator Group GmbH hat mit dem „BallastMaster ecoP“ eine Behandlungsanlage entwickelt, die eine elektrolytische Desinfektionsstufe als Herzstück beinhaltet.

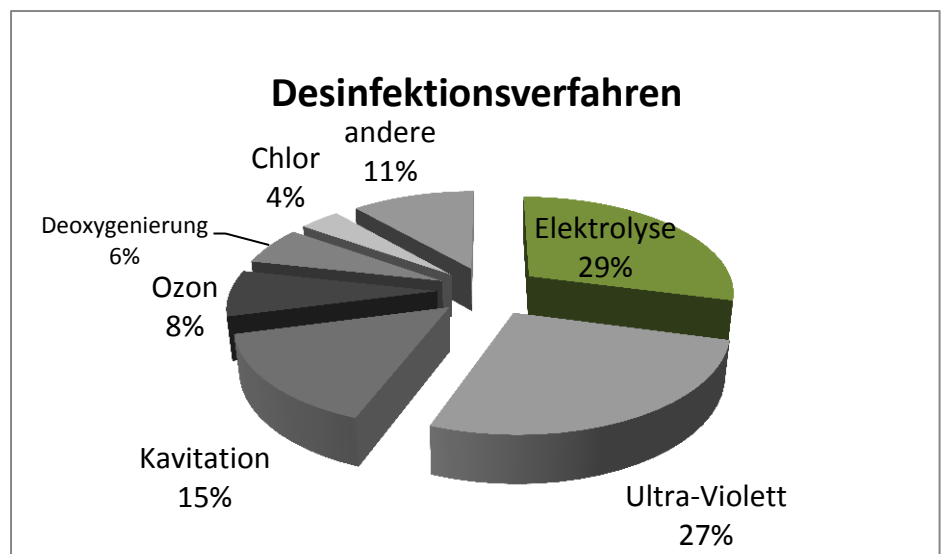


Abbildung 3: verschiedene Desinfektionsverfahren, die weltweit zur Ballast-

wasserbehandlung eingesetzt werden.

Da man im Vergleich zu anderen Herstellern erst spät mit der Entwicklung einer Ballastwasserbehandlungsanlage basierend auf einer Desinfektion mittels Elektrolyse begonnen hat, sind nur wenige Informationen über andere Wettbewerber vorhanden. Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, einen technischen Vergleich elektrolytischer Desinfektionsverfahren zur Ballastwasseraufbereitung vorzunehmen. Damit in Einklang geht die Optimierung der Verkaufsargumentation für das eigene Behandlungssystem.

Die Untersuchung der Technologien der sechs zuvor ausgewählten Hersteller hat gezeigt, dass Desinfektionsmittel sowohl auf der Grundlage von Chlor als auch von Hydroxylradikalen üblich sind. Darauf aufbauend variiert – je nach den Eigenschaften des Desinfektionsmittels – das restliche Ballastwasserbehandlungssystem. Viele prozessentscheidende Parameter wie z. B. Temperatur und pH-Wert des zu behandelnden Wassers sind dafür verantwortlich, dass viele verschiedene Reaktionen in der Elektrolysezelle parallel ablaufen. Aus diesem Grund ist die gezielte Generierung eines einzigen Desinfektionsmittels kaum möglich.

Stefan Brodale B.Eng.

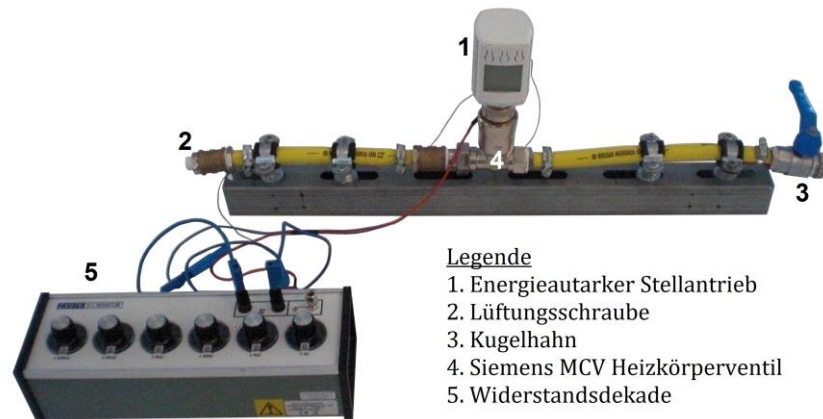
Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Michael Jüdiges B.Eng.
Datum des Kolloquiums:	15. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik und Akustik
In Kooperation mit:	iEXERGY GmbH, Münster



Die Schallemission, ausgedrückt durch den Schalleistungspegel, ist die wichtigste akustische Kenngröße von Maschinen. Sie ermöglicht neben einer Vergleichbarkeit von Maschinen, auch die Abschätzung von Schallimmissionen am Aufstellort. Bei der Entwicklung von neuen Produkten sollte verstärkt auf eine geringe Schallemission geachtet werden. Hierbei gilt es, akustische Anforderungen im Hinblick auf die Einhaltung von Grenz- und Richtwerten, aber auch bezogen auf die Lärmakzeptanz des Menschen, zu erfüllen. Ein Vergleich mit Wettbewerbsprodukten kann zudem als Maßstab dienen. Eine erhöhte Schallemission stellt immer, unabhängig von den produktspezifischen Vorteilen, einen Qualitätsverlust dar.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Prototyp eines intelligenten und energieautarken Stellantriebes für Heizkörperventile auf dessen Schallemission untersucht. Da dieser Stellantrieb sich noch in der Entwicklungsphase befindet, war es nicht das Ziel, einen Schalleistungspegel für eine Spezifikationsliste zu ermitteln. Vielmehr sollte der akustische Ist-Zustand des Stellantriebes messtechnisch ermittelt und bewertet sowie das angewandte Verfahren zur Bestimmung des Schalleistungspegels beschrieben werden.

Beim Versuchsaufbau galt es, die typischen Betriebsbedingungen des energieautarken Stellantriebes zu realisieren, um den auf den tatsächlichen Betrieb bezogenen Schalleistungspegel zu ermitteln. Hierzu wurde der Stellantrieb an einem handelsüblichen Heizkörperventil befestigt. Das Heizkörperventil ist an zwei PVC-Schläuchen angeschlossen, wodurch eine akustische Entkopplung zu den weiteren Bauteilen ermöglicht wird. In Annäherung an die typischen Betriebsbedingungen wurden die PVC-Schläuche, samt Heizkörperventil mit Wasser gefüllt, wobei das System über eine Lüftungsschraube entlüftet wurde. Der Überdruck beträgt 2 bar und sorgt dafür, dass der Kraftaufwand des Stellantriebes ähnlich dem typischen Betrieb ist. Neben der Realisierung von typischen Betriebsbedingungen des energieautarken Stellantriebes wurden Maßnahmen ergriffen, um die Drehzahl verändern zu können. Hierbei stand die Überprüfung im Fokus, ob eine Abhängigkeit zwischen der Schallemission und der Drehzahl besteht. Die variable Veränderung der Drehzahl wurde durch eine Widerstandsdekade ermöglicht. Der Versuchsaufbau des Messobjektes ist in Abbildung 1 ersichtlich.



Legende

- 1. Energieautarker Stellantrieb
- 2. Lüftungsschraube
- 3. Kugelhahn
- 4. Siemens MCV Heizkörperventil
- 5. Widerstandsdekade

Abb. 1: Versuchsaufbau des Messobjektes

Die Messungen wurden in Anlehnung an die DIN EN ISO 3741 (2001) im Hallraum der Fachhochschule Münster durchgeführt. In der DIN EN ISO 3741 (2001) wird die Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen nach dem Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 beschrieben. In Abbildung 2 ist der Versuchsaufbau im Hallraum der Fachhochschule Münster dargestellt.

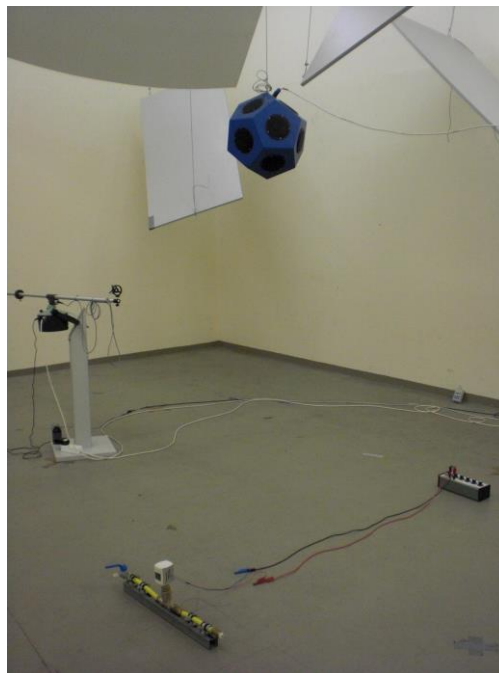


Abb. 2: Versuchsaufbau im Hallraum der Fachhochschule Münster

Auf Basis der in der DIN EN ISO 3741 (2001) definierten Berechnungsgrundlagen erfolgte die Bestimmung der Schalleistungspegel. Für eine akustische Bewertung der Ergebnisse wurden unter anderem Grenz- und Richtwerte für Schallimmissionen und die Schallemissionen von Wettbewerbsstellantrieben herangezogen. Bezogen auf Grenz- und Richtwerte für Schallimmissionen wurden auf Basis ermittelter Schalleistungspegel zu erwartende Schalldruckpegel abgeschätzt.

Sebastian Brüngen B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 15. Oktober 2012

Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energie- und Gebäudetechnik
 Laborbereich: Wärme-/Strömungstechnik

In Kooperation mit: emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, 49808 Lingen



Im Zuge der allgemeinen Energiediskussion ergeben sich ständig wachsende Anforderungen an Gebäude. Ein Hauptziel der hierfür geschaffenen Richtlinien und Verordnungen, ist die Minderung des Primärenergieverbrauches. Dies soll unter Anderem erreicht werden durch die Reduzierung der Wärmeverluste sowie die zunehmende Abdichtung der Gebäudehülle. Die dadurch entstehende Verringerung des natürlichen Luftwechsels erhöht zwangsläufig die Notwendigkeit einer mechanischen Be- und Entlüftung. Dabei übernehmen Klimaanlage neben der Herstellung eines geregelten Luftwechsels auch die vier thermodynamischen Funktionen Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten. Die hierdurch gewonnene, aufbereitete Zuluft kann mit den verschiedenen Luftführungssystemen aus der VDI 3804, wie Misch-, Quell- und Misch-Quelllüftung dem Raum zugeführt werden.

Mischlüftung ist das am häufigsten eingesetzte Luftführungssystem. Durch seine hohe Austrittsgeschwindigkeit von 2-5 m/s kann eine hohe Induktionswirkung der Raumluft erreicht werden. Dies ermöglicht die Deckung hoher Kühllasten von bis zu 100 W/m² und erzeugt durch Verdünnung eine homogene Raumluftqualität. Dadurch empfiehlt sich der Einsatz der Mischlüftung insbesondere in Bereichen mit wechselnder Raumnutzung.

Ziel dieser Arbeit war es, grundsätzliche Optimierungsmöglichkeiten der Dralldurchlässe als einer der wichtigsten Produkte der Mischlüftung aufzuzeigen. Dabei ging es um die energetischen Potentiale (Reduktion des Strömungswiderstandes) und damit einhergehend die Verringerung der Schallemissionen. Des Weiteren sollten die Anforderungen der VDI Richtlinie 6022 hinsichtlich der Hygiene und der Wartung Berücksichtigung finden.

Verglichen wurden verschiedene Ausführungen von Anschlusskästen mit und ohne integrierte Abgleichelemente wie z. B. Lochbleche, Vliese in unterschiedlichen Einbausituationen und Anströmungen.

Hierzu wurden ausgehend vom aktuellen Standard umfangreiche Vergleichsmessungen in Bezug auf Druckverlust, Akustik und Strömungsverhalten für verschiedene Anschlusskästen durchgeführt.

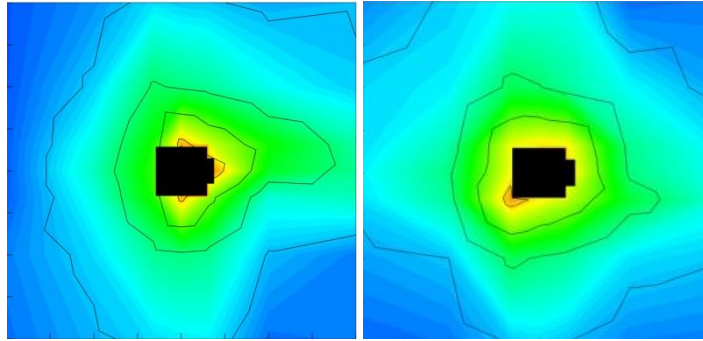


Abb.1.: Strömungsverhalten vor und nach der Optimierung

Mit einem Einbauteil konnte in allen Fällen die Druckverluste, Akustik und das Strömungsverhalten optimiert werden. Des Weiteren konnte der Einfluss der Bauform auf ein Minimum reduziert werden.

Holzartige Festbrennstoffe im Erneuerbare Energien Gesetz 2012 Mögliche Auswirkungen und Veränderungen für Marktteilnehmer

Tobias Budde B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. Frank Striewe
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Datum des Kolloquiums:	11. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Institut für technische Betriebswirtschaft (ITB)
In Kooperation mit:	RETERRA Service GmbH, Altenberge



Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) 2012 bringt einige einschneidende Veränderungen mit sich. Dies betrifft nahezu alle Bereiche der erneuerbaren Energien. Auch der Biomasse-Bereich bleibt davon nicht verschont. Durch die europäischen Vorgaben mit der Richtlinie 2009/28/EG war Deutschland dazu verpflichtet, einige Neuerungen einzuführen. Diese Neuerungen fanden Platz in der neusten Novelle des EEG, welche zum 01.01.2012 in Kraft trat. Hierzu gehören insbesondere die neue Vergütungsstruktur mit verschiedenen Einsatzstoffvergütungsklassen, die sich in der Einsatzstoffherkunft unterscheiden, und die Einrichtung eines neuen Nachweissystems mit einem zentralen Register. Der genaue Ablauf bei Letzterem ist bis heute noch nicht endgültig festgelegt. Es existiert jedoch schon ein Entwurf für eine Verordnung, welche im September 2012 in Kraft treten soll.

Zurzeit befinden sich erst wenige Biomasse-Anlagen in Betrieb, die ihren Strom nach EEG 2012 vergütet bekommen. Aus den Erfahrungen mit diesen Anlagen lassen sich erst wenige Erkenntnisse über die zukünftigen Marktabläufe ziehen. Unter anderem deshalb herrscht bei vielen Marktteilnehmern noch eine große Unsicherheit. Nur einige wenige scheinen fachlich sehr vertraut mit dem EEG 2012 zu sein. Dabei sind die gesetzlichen Gegebenheiten den meisten Marktteilnehmern klar und nicht schwer zu verstehen. Die Unsicherheiten liegen vor allem in der Kontrolle der Einsatzstoffe und der Umsetzung des Nachweissystems. Da viele Stoffströme noch nicht an die neuen Regelungen angepasst sind, ist es für die Marktteilnehmer wichtig zu wissen in wieweit die Stoffströme angepasst werden müssen.

Eine Literatur-Recherche und Dokumentenanalyse des EEG zeigt, dass die Regelungen sehr detailliert und praxisnah ausgearbeitet wurden. Dies lässt darauf schließen, dass auch eine konsequente Umsetzung angestrebt wird. Bei einer Expertenbefragung teilten diese Auffassung auch die meisten Befragten. Einige Unternehmen richten ihre Produktpalette bereits hiernach aus. Dies sind vor allem die Umweltgutachter wie die OmniCert GmbH oder der TÜV-Nord. Aber auch einige Anlagenbetreiber schätzen die neue Flexibilität des EEG 2012 und haben ihre Anlagen auf dieses System ausgerichtet. Es erscheint also als sehr wahrscheinlich, dass das neue EEG auch in der Überwachung konsequent umgesetzt wird. Der Staat hängt mit seinen Kontrollinstrumenten wie dem Register jedoch zurzeit noch hinterher, eine Einführung steht aber kurz bevor.

Am stärksten betroffen von den Veränderungen im EEG 2012 sind vor allem die Brennstoffhändler und -zulieferer. Diese müssen neben neuen dokumentarischen Pflichten zum Herkunftsnachweis teilweise auch ihre Logistik anpassen. Viele Händler vermarkten ihren Brennstoff zurzeit noch wie zuvor und nicht sortiert nach den neuen Vergütungsklassen. Um dauerhaft wettbewerbsfähig am Markt agieren zu können, müssen sie sich jedoch auf die neuen Gegebenheiten einstellen. Dies ist meist auch mit einer Umstellung der Stoffströme verbunden, welche im neuen EEG getrennt gelagert, transportiert und verarbeitet werden müssen. Hierfür sind zusätzliche Lagerkapazitäten notwendig, die zum einen vorhanden und zum anderen preislich bezahlbar und eventuellen Auflagen entsprechend sein müssen. Zu den hierdurch entstehenden Mehrkosten kommen noch Kosten für eine genaue Dokumentation der Herkunft der verschiedenen Materialien hinzu. Hier gilt es korrekt zu arbeiten, auch wenn dies den Arbeitsablauf ein wenig erschwert. Denn die korrekte Herkunft wird von einem Umweltgutachter überprüft. Dieser muss unabhängig sein und verursacht weitere Kosten. All diese Kosten müssen durch einen entsprechenden Mehrerlös beim Verkauf des Materials gedeckt werden. Als Vermarkter von Holzhackschnitzeln betreffen diese Veränderungen auch die RETERRA Service GmbH. Am Beispiel dieses Unternehmens war es möglich, die Kosten ungefähr zu beziffern. Diese sind allerdings auch stark abhängig von der Nachfrage und den gehandelten Mengen in der jeweiligen Vergütungsklasse.

Es gilt auch, das EEG langfristig zu betrachten. Denn die Novelle 2012 ist bereits die dritte Novellierung des EEG. Aus diesem Grund und der Schwierigkeit der zukünftigen Marktabschätzung ist es wahrscheinlich, dass das EEG in einigen Jahren erneut den Marktverhältnissen angepasst werden muss. Die Zukunft des EEG scheint zwar erst einmal gesichert, ist aber langfristig schwer abzuschätzen.

Die Umsetzung des EEG wird sich in der Praxis an der logistisch einfachsten und wirtschaftlichsten Lösung orientieren. Diese kann anlagen- und unternehmensspezifisch sehr unterschiedlich sein. Dies hängt vom örtlichen Holzvorkommen, den Unternehmenskapazitäten und den Marktverhältnissen ab. Das örtliche Holzvorkommen ist stark an den Anlagenstandort gebunden. Es wird daher bessere und schlechtere Standorte für Holzkraftwerke geben. Die Unternehmenskapazitäten sind entweder bereits vorhanden oder müssen kostenintensiv geschaffen werden. Hier werden einige Unternehmen Vorteile haben, die bereits hohe Kapazitäten besitzen oder diese kostengünstig erhöhen können. Dies bietet dann eine hohe Marktflexibilität. Der wichtigste Faktor sind die Marktverhältnisse. Es ist wichtig für jeden Marktteilnehmer genau sein eigenes Marktumfeld zu kennen. Dies betrifft sowohl die Beschaffungswege als auch die Absatzwege. Je besser diese bekannt sind, desto besser kann man sich auf diese einstellen und teure Investitionen absichern. Für Brennstoffhändler, wie der RETERRA Service GmbH, stellen die Mehrerlöse der Anlagenbetreiber einen guten Hebel dar, um notwendige Mehrerlöse für die Umstellung ihrer Betriebsabläufe und Stoffströme zu erzielen.

Potentialanalyse zur Erweiterung des innerstädtischen Nahwärmenetzes in Burgsteinfurt

Philipp Büdenbender M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Rolf Echelmeyer

Datum des Kolloquiums: 14. Februar 2013

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

In Kooperation mit: Stadtwerke Steinfurt GmbH



Im Rahmen der Masterarbeit ist eine Potentialanalyse zur Erweiterung des innerstädtischen Nahwärmenetzes an der Alexander-König-Straße in Burgsteinfurt durchgeführt worden. Dazu wurden zunächst theoretische Grundlagen erläutert, die weitestgehend elementare Begriffsdefinitionen beinhalten. Es folgt die Einordnung der Energiesituation Deutschlands und Steinfurts in den Gesamtkontext. Die darauffolgende Bearbeitung der Zielstellung kann mit der Erfassung der energierelevanten Daten in einem Wärmekataster benannt werden. Diese sind in ein schlüssiges Wärmekonzept, das weite Teile des Altstadtbereiches umfasst, überführt worden. Die Erarbeitung des Wärmekonzeptes beinhaltet die Dokumentation des bestehenden Nahwärmenetzes sowie Planungen für eine Erweiterung des Nahwärmenetzes. Diesbezüglich wurde die Verbrauchssituation der derzeitigen Anschlussnehmer ebenso wie weiterer potenzieller Nahwärmeabnehmern untersucht. Mit einem Anteil von 76 % setzen die Heizungsanlagenbetreiber im Einzugsgebiet des Nahwärmenetzes bisher den Energieträger Gas ein.

Die Potentialanalyse setzt sich aus zwei Schritten zusammen. Einer Analyse der benannten Energiedaten folgte eine erste wirtschaftliche Bewertung für das gesamte definierte Einzugsgebiet des Nahwärmenetzes. Über die spezifischen Größen der Wärmeabnahmedichte und Wärmeleistungsdichte, die die jeweilige Energiegröße ins Verhältnis zur erforderlichen Trassenlänge setzen, wurde eine Priorisierung wirtschaftlicher Ausbaustufen erwirkt. Im Folgenden wurden bei den Planungen zur Erweiterung des Nahwärmenetzes insgesamt vier aufeinander aufbauende Ausbaustufen unterschieden. Die Festlegung der Rohrdimensionen war dementsprechend zu wählen und basierte auf der Annahme eines hundertprozentigen Anschlussgrades.

Für jedes Ausbauszenario wurde eine Jahresdauerlinie erstellt, die die Grundlage für die technische Dimensionierung der Energiewandler und der sich daran anschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bildete. Basis der technischen Dimensionierung war der Austausch der Wärmeerzeuger im Heizwerk an der Alexander-König-Straße gegen Kraft-Wärme-Kopplungs-Technik. Die darüber hinausgehende Wärme soll über Spitzenlastheizkessel bereitgestellt werden.

Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgte in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067. Basierend auf den Ergebnissen der Kostenberechnung und der anschließenden Erlösbetrachtung ist ein Vergleich der unterschiedlichen Aus-

bauszenarien vorgenommen worden. Neben den unterschiedlichen Ausbauszenarien hat die Wahl des Energieträgers Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Dazu wurde für den Einsatz im KWK-Betrieb zwischen den Energieträgern Erdgas und Biomethan unterschieden. Denn in Abhängigkeit des gewählten Energieträgers ergeben sich verschiedene Vergütungsansprüche, die auf unterschiedlichen Gesetzen basieren.

Durch die wirtschaftliche Betrachtung sind die Wärmegestehungskosten für die einzelnen Szenarien ermittelt worden. Auf Grundlage dessen konnte die Wirtschaftlichkeit der Investitionen beurteilt werden, denn dieser Wärmepreis muss für die potentiellen Anschlussnehmer im Vergleich zu alternativen Anlagenkonzepten konkurrenzfähig sein.

Der Einsatz von Biomethan im KWK-Betrieb stellte die vorteilhaftere Variante dar. Für diesen Fall lagen die Wärmepreise auf einem Preisniveau, die eine Behauptung am Markt erwarten lassen. Dahingehend ist ein Ausbau des Nahwärmenetzes in allen vier Ausbaustufen anzustreben.

Des Weiteren kann durch die Umstellung der Energiewandlung auf die Energieträger Erd- oder Biogas ein erhebliches CO₂-Minderungspotenzial erschlossen werden.

Analyse der Stromgestehungskosten von Windkraftanlagen als Onshore-Standorte in NRW

Sebastian Christ B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 13. März 2013

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



Ausgehend von den im Windenergie-Erlass 2011 der Landesregierung Nordrhein-Westfalen gestellten Forderungen zum Ausbau der Windenergie, bestand das Ziel meiner Bachelorarbeit in der Analyse der Stromgestehungskosten von drei repräsentativen Windkraftanlagen an Onshore-Standorten in Nordrhein-Westfalen auf wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit.

Zudem sollten die Stromgestehungskosten unter dem Gesichtspunkt des von der Bundesregierung angestrebten Wegfalls der durch das Erneuerbare Energien Gesetz geregelten Einspeisevergütung bewertet werden. Durch eine Sensitivitätsanalyse der Stromgestehungskosten sollten Kosteneinsparpotentiale identifiziert werden.

Untersuchungsobjekte der Analyse bilden die drei Windkraftanlagen Enercon E-82 2,3 MW, Enercon E-82 3,0 MW und Kenersys K100 2,5 MW, die mit ihren technischen Spezifikationen und entsprechenden konstruktiven Ausführungen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. An einem typischen Onshore-Standort in Nordrhein-Westfalen beläuft sich die Volllaststundenzahl auf 1.900 h/a.

Es ergab sich, dass das Niveau der Stromgestehungskosten des Anlagentyps Kenersys K100 2,5 MW mit 8,90 Ct/kWh niedriger ist im Vergleich zu den Stromgestehungskosten der beiden Anlagen des Herstellers Enercon. Die Stromgestehungskosten der Enercon E-82 2,3 MW betragen 9,72 Ct/kWh und die der Enercon E-82 3,0 MW 9,14 Ct/kWh. Diese Differenz begründet sich durch die niedrigeren gesamten Investitionskosten der Windkraftanlage des Herstellers Kenersys, bedingt durch das kostengünstigere Energieerzeugungskonzept.

Das vom Hersteller Enercon angewandte Konzept eines direktbetriebenen drehzahlvariablen Synchrongenerators konnte trotz der minimal höheren technischen Verfügbarkeit gegenüber der Kenersys Anlage mit einem Übersetzungsgetriebe zwischen Rotorwelle und kleiner dimensionierten Synchron-generator nicht mithalten.

In Bezug auf die Stromgestehungskosten konventioneller Energieträger zeigte sich, dass die Erzeugungskosten der Windkraftanlagen deutlich im Nachteil sind und nur unter Einbeziehung der EEG-Einspeisevergütung auf einem vergleichbaren Niveau liegen. Ein Braunkohlekraftwerk zur Abdeckung der Grundlast hat durchschnittliche Stromgestehungskosten von 3,5 Ct/kWh. Selbst unter diesen Bedingungen kann, wenn der erzeugte Strom an der European Energy Exchange in Leipzig gehandelt wird, nur die Kenersys K100

2,5 MW wirtschaftlich betrieben werden. Bei einer durchschnittlichen Einspeisevergütung von 6,01 Ct/kWh erwirtschaftet die Kenersys einen Gewinn von 0,13 Ct/kWh. Dies begründet sich durch den Zusammenhang, dass bei Winddargebot die Marktpreise stark nachlassen, aufgrund des steigenden Angebots des durch Windenergietechnik erzeugten Stroms. Durch den Wegfall der EEG-Einspeisevergütung zum aktuellen Zeitpunkt wird dem Betrieb der drei Anlagentypen die wirtschaftliche Grundlage entzogen, da der Strom nicht mehr rentabel veräußert werden kann.

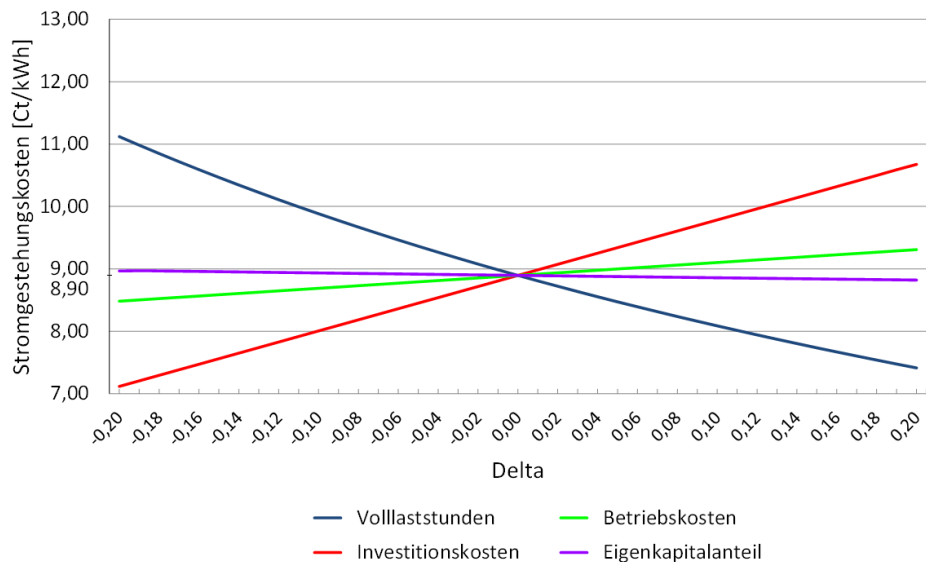


Abbildung: Sensitivitätsanalyse der Stromgestehungskosten der Windkraftanlage Kenersys K100 2,5 MW

Die gewonnenen Erkenntnisse resultierten in der Forderung nach einer Reduzierung der Stromgestehungskosten von Windkraftanlagen. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zeigte sich, dass die gesamten Investitionskosten das größte Kosteneinsparpotential bieten und sich hier viele Ansätze zur Implementierung von Maßnahmen ergeben. In einer Reduktion der Betriebskosten liegen auch gewisse Kosteneinsparpotentiale, diese sind jedoch deutlich geringer.

Die Kapitalstruktur von Investitionen in Windkraftanlagen, explizit der Eigenkapitalanteil als Untersuchungsparameter offenbarte eine vernachlässigbare Auswirkung auf die Höhe der Stromgestehungskosten. Die Variation der Volllaststundenzahl machte deutlich, wie wichtig ein windreicher Standort für den wirtschaftlichen Betrieb einer Windkraftanlage ist.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Stromerzeugung aus Windkraftanlagen an Onshore-Standorten in Nordrhein-Westfalen und die Erhöhung des Anteils der Windenergie an der gesamten Stromproduktion nur wirtschaftlich tragbar sind, wenn die Stromgestehungskosten auf ein adäquates Niveau gesenkt werden.

Anatoli Dick B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	27. April 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Wärmetechnik
In Kooperation mit:	FH Steinfurt, EMCO



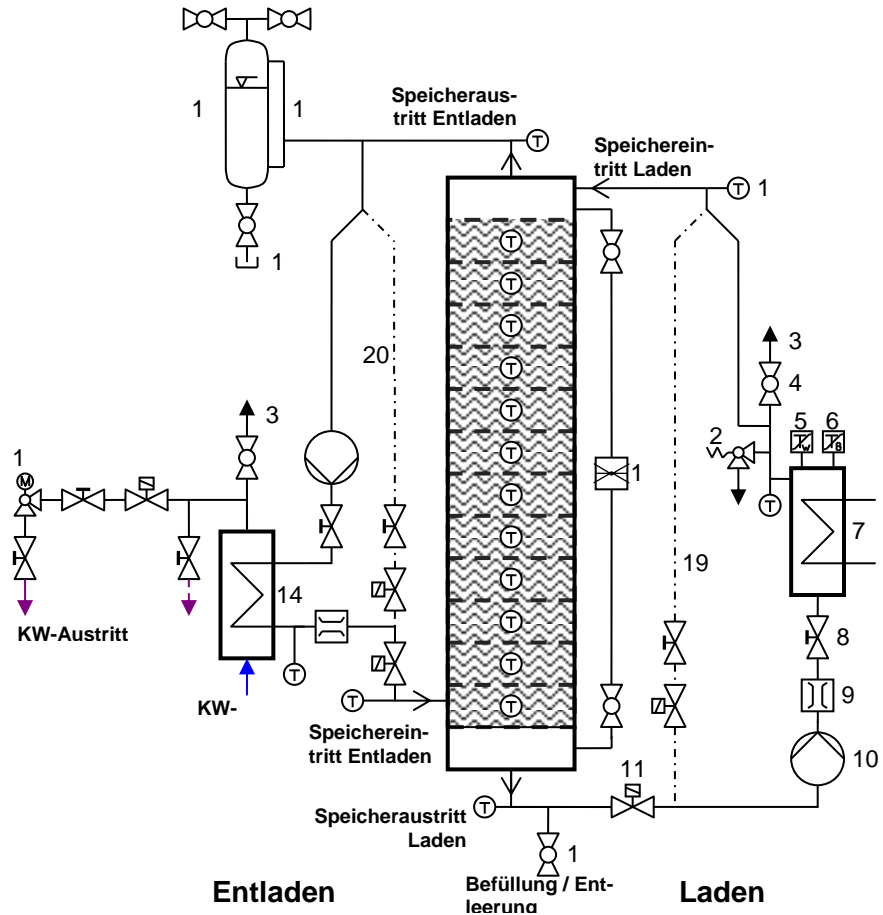
Konventionelle sensible Warmwasserspeicher werden für den häuslichen Gebrauch auf maximal etwa 90 °C beladen, obwohl diese Temperatur dort für eine Nutzung zu hoch ist. Deshalb wird vor der Entnahmestelle das Wasser meist mit Kaltwasser vermischt.

Der Grund für die hohe Temperatur im Speicher ist, dass der Entnahmeprozess einen linearen Abfall der Temperatur erzeugt. Relativ schnell ist man in einem Bereich, der zu kalt für die Warmwassernutzung ist. Würde man zusätzlich zur sensiblen Wärme auch noch latente Wärme, die in einem Phasenwechsel eines PCMs versteckt ist, speichern, hätte man zum einen das Speichervermögen erhöht. Zum anderen kann durch die Wahl des Schmelzpunktes eine Entnahme bei einer gewünschten konstanten Temperatur bis zur vollständigen Erstarrung des PCMs zur Folge haben. Dieser Umstand bringt den Vorteil mit sich, dass der Speicher von (regenerativen) Quellen beladen werden könnte, die keine hohen Temperaturen beim Beladen erreichen und somit in der Regel einen sensiblen Speicher, der bereits auf niedrigem Temperaturniveau geladen ist, nur entladen würden. Gleichzeitig würde das Speichervolumen bei gleicher Wärmekapazität deutlich kleiner ausfallen.

Das Ziel meiner Bachelorarbeit war, einen PCM-Wasser-Ladespeicher zu entwickeln, um erste Erfahrungen mit dieser Art von Latentspeichern zu machen. Primär sollte mit der Versuchsanlage geklärt werden, ob der Ladezustand des gewählten PCM-Materials durch eine Erfassung des Speichervolumens direkt abgeleitet werden kann. Eine weitere Frage ist, wie viel Wärme so ein System speichern kann. Die daraus gewonnenen Informationen können für eine mögliche weitere Entwicklung im Bereich der PCM-Ladespeicher genutzt werden.

Der entwickelte Speicher besteht im Prinzip aus einem rohrförmigen Speicher in der Mitte eines Gestells, der mit Wasser und PCM gefüllt ist und von einem Heizkreis beladen und einem Kühlkreis entladen werden kann. Zusätzlich befindet sich ein Ausdehnungsgefäß über dem Speicher, um die gesuchte Volumenzunahme des PCMs aufzufangen. Als PCM kommt das Latentwärmecompound Rubitherm PK von der Firma Rubitherm zum Einsatz. Es besitzt einen Schmelzpunkt bei 52 °C. Die Wärmeverluste werden mittels Dämmung um den Speicher reduziert. Für die elektrische Steuerung ist ein Schaltschrank zuständig, der Ventile, Pumpen und das Heizregister schaltet und steuert.

Die Datenerfassungseinheit MW100 liefert analoge und digitale Ein- und Ausgänge zur Versuchstandssteuerung. Ein Programm wurde geschrieben, das auf diese Daten zurückgreifen und durch die Ausgänge die Heiz- und Kühlseite regeln kann.



Das Ziel, einen Versuchsstand aufzubauen, mit dem sich ein funktionaler Zusammenhang zwischen dem Ladezustand eines solchen Speichers und der Volumenänderung des Speicherinhaltes ermitteln lässt, ist gelungen. Erste Versuche zeigen, dass sich der Ladungszustand über den Druck im Ausdehnungsgefäß berechnen lässt. Die Auswertung der Versuchsreihen hat ergeben, dass der Bau eines PCM/Wasser-Speichers mit einer erhöhten Speicherkapazität erfolgreich war. Mit einer Temperaturdifferenz von 5 K zwischen geladenem und entladem Zustand schafft es der Speicher, mit dem 2,76-fachen eines normalen Wasserspeichers beladen zu werden. Bei einer Temperaturdifferenz von 10 K liegt der Wert noch bei dem 1,96-fachen. Außerdem ist das Entladen bei einer konstanten Austrittstemperatur möglich. Mit dem gebauten Versuchsstand können nun weitere Versuche gefahren werden, um optimale Messmethoden zur Messung des Ladezustandes zu entwickeln.

Entwicklung eines Softwaretools zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden

Jan-Henrik Drewel M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 13. Dezember 2012

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Vertiefungsrichtung Gebäudetechnik
 Laborbereich: Kälte- und Raumluftechnik



Vor dem Hintergrund der umweltschonenden und energiesparenden Zielsetzungen der Bundesregierung und im Hinblick auf die zwingend notwendige Ressourcenschonung spielt der achtsame Umgang mit der vorhandenen Energie eine immer größere Rolle. Da die größten Einsparungspotentiale insbesondere im Gebäudebestand liegen, sollte diesem eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. In Bezug auf energieeinsparende und baukosten-, sowie betriebskostensenkende Zielsetzungen ist stets eine Vorab-einschätzung des Bestandes notwendig. Hierzu können mit Hilfe aufwändiger 3D-Simulationssoftware und einem enormen Arbeits- und Kostenaufwand sehr genaue Ergebnisse erzielt werden. Diesen großen Aufwand für eine reine Abschätzung zu betreiben, ist zumeist unrentabel.

Ziel der Masterarbeit war es eine Software zur schnellen und dennoch genauen Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen zu erstellen. Diese Zielstellung wurde durch die Applikation (App) Habitat auf Basis des Mobilgerätebetriebssystems Android erfüllt.

Im Gegensatz zu einer 3D-Simulation, die ein komplexes dynamisches Berechnungsverfahren verwendet, arbeitet die App Habitat mit einem statischen Rechenverfahren. Dies führt zu starken Vereinfachungen der Eingabe für den Anwender. Zur Erreichung einer ähnlich guten Ergebnisqualität rechnet die App, ebenso wie eine professionelle Gebäudesimulation, mit stündlichen Wetterdaten und macht sich dabei Zusammenhänge zunutze, die unter anderem zur Nichtberücksichtigung der Gebäudeausrichtung und der Wärmespeichermasse von Bauteilen und damit zu grundlegenden Vereinfachungen führen. Dabei werden ähnlich genaue Ergebnisse wie mit einer komplexen Simulation erzielt. Bei der Dateneingabe in Habitat ist es zunächst Aufgabe des Users, die relevanten Parameter seines Eigenheimes selbstständig einzugeben. Mit Hilfe der vorgenommenen Angaben erhält der Anwender nun den theoretischen Jahresheizenergiebedarf des Gebäudes. Dieser kann, sofern die tatsächlichen Energieverbrauchsdaten bekannt sind, über eine Ergebniskalibrierung angepasst werden. Hierbei werden Abweichungen über eine ausgeklügelte Fehlerverteilung auf die einzelnen Verbräuche und Gewinne des Gebäudes verteilt. Nun kann mit den kalibrierten Ergebnissen, fortgefahren werden. Im Anschluss gibt der Anwender die zu sanierenden Hüllflächen an. Hier kann zwischen einer Fenstersanierung, nachträglicher Dachdämmung und Verbesserung der Fassadendämmung gewählt werden. Dafür stellt Habitat mithilfe des Kapitalwertes, der Amortisationsdauer und des internen Zinsfußes die Wirtschaftlichkeit der Optimierungen dar.

Methods for measuring standing loss and their influence on the labeling of hot water storage tanks according to the Energy related Product directive

Lea Eckhardt B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Michael Beckmann
Datum des Kolloquiums:	15. November 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	
In Kooperation mit:	Viessmann Werke GmbH am Standort Faulquemont, Frankreich



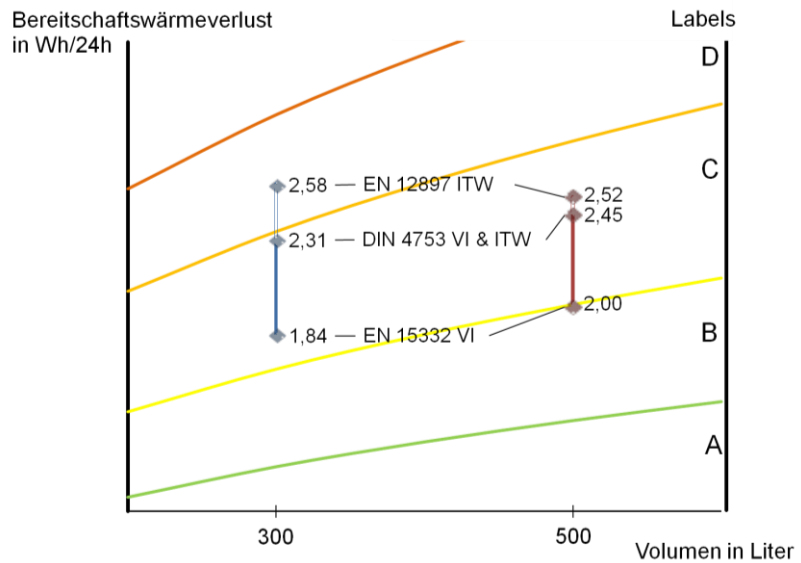
Demnächst soll der Abschnitt bezüglich Warmwasser Speicher der ErP (Energy related Products) Rahmenrichtlinie der Europäischen Kommission in Kraft treten. Die Motivation zu dieser Richtlinie resultiert aus dem Klimawandel, der Entscheidung diesen aufzuhalten und nachhaltiges Wirtschaften zu fördern. Regulierungen, welche sich auf Speicher beziehen, finden sich im zweiten Abschnitt der Richtlinie und werden in drei Schritten umgesetzt. Der erste Schritt verlangt die Zugänglichkeit von detaillierten Produktinformationen, wie des Bereitschaftsverlustes. 3 Jahre nach in Kraft treten der Richtlinie werden Produkte und sogenannte Pakete in Energieeffizienzklassen eingeteilt und mit Buchstaben von A (gut) bis G (schlecht) auf Energielabels vermerkt. Um mit dem Stand der Technik und der Weiterentwicklung Schritt halten zu können werden die Labels 5 Jahre nach Erscheinen der Richtlinie nach oben hin erweitert, sodass auch das Erreichen der Energieeffizienzklasse A+++ möglich ist. Gleichzeitig werden Produkte mit Labels schlechter als D vom Verkauf ausgeschlossen. Die Bewertung der Energieeffizienz basiert bei Speichern auf ihrem Bereitschaftsverlust in 24 h. Im vorliegenden Entwurf zur ErP-Richtlinie werden unterschiedliche Normen zur Bestimmung dieses Wertes genannt.

Die Viessmann Gruppe als Hersteller von Speichern, in dessen Kooperation ich meine Bachelorarbeit anfertigte, besitzt hier ein Produktprogramm für welches drei verschiedene Messnormen im Richtlinienentwurf aufgeführt sind. Es galt herauszufinden, nach welcher Norm die Produkte gelabelt werden sollen, um möglichst gute Ergebnisse zu erreichen. Zu Beginn wurde eine Übersicht der aktuellen Messungen des Bereitschaftsverlustes von Viessmann Speichern, eingeordnet in die Energieeffizienzklassen der ErP Richtlinie, erstellt. Es folgte ein theoretischer Vergleich der Normen und verschiedene Simulationen, um die Auswirkungen der Norminterpretation zu erfassen. Zu den theoretischen Analysen wurden Tests an verschiedenen Prüfständen durchgeführt.

Bisher wurde bei Viessmann der Bereitschaftsverlust nach der nationalen DIN 4753 bestimmt, welche jedoch nicht mehr gültig ist. Die EN 12897, als Nachfolger dieser Norm, schreibt einen Zapftest vor, welcher die zu erwärmende Wassermenge bestimmt und somit die Position des Heizelements. Eine Simulation zeigte, dass der Einfluss der Position des Heizelementes für den Bereitschaftsverlust enorm ist.

Je höher diese Position ist, desto geringer sind die Wärmeverluste.

Der Bereitschaftsverlust von 1,84 kWh/24 h für den 300-l-CVB Speicher, gemessen nach EN 15332, liefert insgesamt das kleinste Ergebnis der durchgeführten Tests. Dieses lässt sich durch die vergleichsweise hohe Position des Heizelementes (an der oberen Grenze des unteren Drittels der Speicherhöhe) begründen. Die Grafik zeigt die gemessenen Wärmeverluste gemäß verschiedener Normen entweder am Viessmann Prüfstand in Faulquemont (VI) oder vom Messinstitut ITW in Stuttgart (ITW). Hier wird deutlich, dass die Abweichungen der Messergebnisse das Label beeinflussen können. Der hier getestete 500 l Speicher erreicht mit einer Messung gemäß EN 15332 ein B-Label. Somit ist vorerst die Prüfung nach dieser Norm ratsam.



Jedoch wird sich erst in der endgültigen Version der Richtlinie zeigen, ob weiterhin alle Normen zugelassen sind, da sich ihre Geltungsbereiche überschneiden. Die EN 12977, welche für die Prüfung von solarthermischen Anlagen vorgeschrieben und auch für monovalente und Kombispeicher nutzbar ist, unterscheidet sich deutlich von den bereits genannten Normen. Hier wird der Speicher inklusive seines Be- und Entladekreises gemessen. Außerdem wird in dieser Arbeit erläutert, dass u. a. Rohre und ihre Anschlüsse an die Speicher einen erheblichen Einfluss auf die Wärmeverluste einer Anlage haben. Sie sollten somit unbedingt bei den Tests beachtet werden. Diese EN 12977 erfasst somit bei ihrer Messung Schwachstellen, liefert folglich aber auch ein großes Verbesserungspotential.

Diese Bachelorarbeit verschafft der Viessmann Gruppe einen Überblick über sinnvolle kurz- und langfristige Maßnahmen, um Bereitschaftsverluste zu verkleinern.

Wirtschaftlicher Vergleich der Kälteerzeugung einer mit Fernwärme betriebenen Absorptionskältemaschine und einer Kompressionskältemaschine anhand eines Büro- und Laborgebäudes

Andreas Fabian B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Andreas Winkels M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

15. Januar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Kältetechnik

In Kooperation mit:

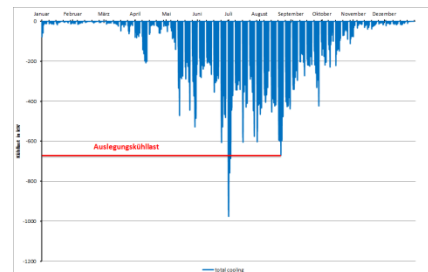
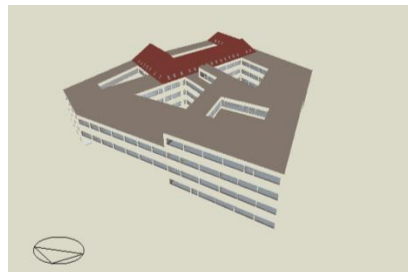
Winkels Behrens Pospich – Ingenieure für Haustechnik GmbH, Münster



Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise gleitet das Augenmerk in der technischen Gebäudeausrüstung immer mehr auf die Wirtschaftlichkeit der Energiebereitstellung. Neben der klassischen Kältebereitstellung mittels Kompressionskältemaschinen bekommen alternative Systeme wie Geothermie-, Grundwasser- und Verdunstungskühlung sowie thermische Kältemaschinen einen immer größeren Stellenwert. Hierbei wird letztendlich auch der ökologische Aspekt gefördert.

Im Rahmen der Arbeit wurde die Kältebereitstellung mittels der klassischen Variante, der Kompressionskältemaschine, mit einer alternativen Variante, der fernwärmebetriebenen Absorptionskältemaschine, in wirtschaftlicher Hinsicht verglichen. Die Berechnungen beziehen sich dabei auf die Erweiterung eines Bestandsgebäudes. Gründe für die Überlegung des Einsatzes einer Absorptionskältemaschine im vorliegenden Projekt waren erhebliche Umbaukosten im Fall der Kompressionskälteerzeugung (elektrische Anschlussleistung) sowie verhandlungsfähige Preiskonditionen im Bereich Fernwärme während des sommerlichen Energiebezugs. Die sommerliche Wärmeabnahme liegt aufgrund des herrschenden Überschusses im Interesse jedes Fernwärmeversorgers.

Nach der Kühlbedarfsermittlung mittels thermischer Simulation des Gebäudes mit der Software Design Builder wurden die Kältemaschinen dimensioniert und die Endenergiebedarfe für die beiden Arten der Kälteerzeugung ermittelt.



Anschließend wurde die Wirtschaftlichkeit auf Basis der Lebenszykluskosten ermittelt.

Im konkreten Fall ergeben sich nachfolgende Lebenszykluskosten über 20 Jahre.

Cashflow	Variante AMK	Variante KKM
Entstehung	386.500 €	550.680 €
Beschaffung	1.148.546 €	532.691 €
Verwertung	26.250 €	-15.969 €
Barwert:	1.064.151 €	758.837 €

Die Ergebnisse basieren auf zugesicherten ganzjährlichen Energiepreisen des Versorgers von 0,15 €/kWh für elektrische Energie und 0,065 €/kWh für Fernwärme.

Unter den gegebenen Konditionen stellt sich die Absorptionskältemaschine als wirtschaftlich ungünstig dar.

Die Wirtschaftlichkeitsgrenze liegt bei einem sonst unveränderten Preis der elektrischen Energie bei rund 0,03 €/kWh für Wärme. Eine Lösung zur wirtschaftlichen Gestaltung einer Absorptionskältemaschine könnten also mit dem Versorger verhandelte, bessere Preiskonditionen während der sommerlichen Abnahme sein. Des Weiteren sollten die Varianten der Endenergiebereitstellung mittels Blockheizkraftwerk oder Solarthermie betrachtet werden.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass ab einem Verhältnis des Wärmebezugspreises von circa 1/8 im Vergleich zum Strompreis die Anschaffung einer Absorptionskältemaschine wirtschaftlich günstiger sein kann. Im vorliegenden Fall wurde eine Wirtschaftlichkeitsgrenze von 1/5 aufgrund der anfallenden Umbaukosten beim Einbau der Kompressionskältemaschine erreicht.

Empirische Untersuchung von Kompressionskältemaschinen mittels eines thermischen Anlagensimulationsprogramms

Jan-Hendrik Feiert M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 18. Dezember 2012

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



Für den Betreiber von Anlagen, die der Energiebereitstellung zum Heizen und Kühlen von Gebäuden dienen, wird der effiziente Betrieb immer wichtiger. Durch die stets intelligenter werdende Anlagentechnik wird eine grobe Abschätzung bspw. der Kühllast aus energetischer Sicht immer fahrlässiger. Hierzu stellt DesignBuilder als ein Programm für die thermische Gebäude- und Anlagensimulation ein probates Hilfsmittel dar. Dabei dient DesignBuilder in erster Linie zur Eingabe und Visualisierung von thermischen Simulationsprozessen. Die aufwändigen Simulationsschritte führt EnergyPlus durch, das damit den Berechnungskern von DesignBuilder darstellt.

Im Zuge dieser Arbeit wurden unter Einhaltung von konstanten Bedingungen die Simulationsergebnisse einer luftgeführten Kältemaschine beleuchtet. Durchgeführt wurden die Simulationen mittels DesignBuilder und EnergyPlus. Zur Darstellung der Ergebnisse von EnergyPlus wurde das Visualisierungsprogramm ResultsViewer von OpenStudio verwendet. Neben den konstanten Innen- und Außenbedingungen wurde anhand einer generierten Kältemaschine auf die wesentlichen Kriterien hingewiesen, die für eine reproduzierbare Simulation notwendig sind.

Während der empirischen Untersuchung konnte festgestellt werden, dass DesignBuilder respektive EnergyPlus Grenzwerte für die leistungsabhängigen Variablen festlegt. Bei der luftgeführten Kältemaschine war es im Wesentlichen die eintretende Trockenkugelmtemperatur der Außenluft für den Verflüssiger und die austretende Kaltwassertemperatur des Verdampfers. Zur Untersuchung der Grenzwerte wurden Grenzbereiche entwickelt. Diese beginnen mit dem Unterschreiten des minimalen Grenzwertes und dem Überschreiten des maximalen Grenzwertes der leistungsabhängigen Variablen.

Die Ergebnisse der Leistungskurven, des COP und der elektrischen Leistungsaufnahme wurden im Bereich der Grenzwerte dargestellt. Anschließend wurde mithilfe aller modifizierten Wetterdatensätze das Verhalten der Kältemaschine über den gesamten Temperaturbereich analysiert. Betrachtet wurde ein Bereich der Außenlufttemperatur von 10 °C bis 55 °C. Hierzu wurde zum besseren Vergleich eine durch DesignBuilder wählbare Kältemaschine hinzugezogen. Diese wurde willkürlich (zu groß) gewählt und bezog sich nicht auf die zu erbringende Kühllast. In den Grenzbereichen der jeweiligen Kältemaschinen konnten plötzliche Veränderungen der Kurvenverläufe festgestellt werden, aus denen ersichtlich wurde, dass EnergyPlus lediglich zwischen den minimalen und maximalen Variablen repräsentative Werte berechnet.

Erarbeitung eines Berechnungstools zur Bestimmung von Gesamtenergiedurchlassgraden beliebiger Kombinationen von Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen als Grundlage von Kühllastberechnungen

Artur Fichtner B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Heiko Winkler
Datum des Kolloquiums:	04. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	energum GmbH, Ibbenbüren



Das Thema der Bachelorarbeit ist: „Erarbeitung eines Berechnungstools zur Bestimmung von Gesamtenergiedurchlassgraden beliebiger Kombinationen von Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen als Grundlage von Kühllastberechnungen“. Mittels MS-Excel wurde dazu ein Berechnungstool entwickelt, welches Gesamtenergiedurchlassgrade berechnen kann.

Diese Berechnung erfolgt nach dem Rechenverfahren der DIN EN 13363-2. Darin wird ein detailliertes Rechenverfahren aufgezeigt, welches auf den Spektraldaten der verwendeten Materialien beruht und den Einfluss von hinterlüfteten Zwischenräumen berücksichtigt.

Es wird dabei zunächst ein physikalisches Modell aufgestellt, welches aus Feststoffschichten und Gas-gefüllten Zwischenräumen besteht. Diese stellen das System aus den Scheiben der Verglasung und der Sonnenschutzvorrichtung dar.

Mittels eines Matrizenberechnungsverfahrens konnte die gestellt Aufgabe gelöst werden. Die Start-Temperaturwerte sind in den Matrizen enthalten und müssen daher zur Berechnung bekannt sein. Im Rahmen der Programmentwicklung wurden hierfür sinnvolle Annahmen getroffen.

Das zur abschließenden Lösung benötigte iterative Berechnungsverfahren wurde mittels Visual Basic for Applications programmiert.

Nach der Auseinandersetzung mit diesen Problemstellungen ist es möglich mit dem Berechnungstool, welches auf den Namen „S-Tool-5“ getauft wurde, Gesamtenergiedurchlassgrade von Kombinationen aus Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen mit bis zu 5 Schichten zu berechnen.

Es wurden noch einige Zusatzfeatures eingebaut, wie z. B. die Berechnung des Abminderungsfaktors. Ein weiteres Problem ist die Analyse der Eingabewerte und den daraus resultierenden Ergebnissen, welches jedoch nicht Teil dieser Arbeit ist. Diese Aufgabenstellung könnte Bestandteil einer weiterführenden Bachelor, oder Masterarbeit sein.

Die Erschließung neuer Märkte im Passivhausbau – Eine wirtschaftliche Betrachtung als Kaufargument

Stefan Fiekers B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Tobias Brüggemann
Datum des Kolloquiums:	11. Dezember 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Brüggemann Holzbau GmbH & Co. KG, Neuenkirchen



Der Einsatz von regenerativen Energien und die Verknappung der Ressourcen fordern einen Ausbau von Energieeffizienzmaßnahmen. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte übersteigt derzeit sogar den Bedarf der Sektoren Verkehr und Industrie. Knapp dreiviertel der benötigten Energie in einem Gebäude werden für das Aufheizen der Raumluft benötigt. Das Prinzip des Passivhauses bietet eine exzellente Möglichkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit miteinander zu verbinden. Es ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern zudem gesetzlich geboten und gefördert, energieeffizient zu bauen. Wenn solche Maßnahmen unvermittelt zu einem ökonomischen Vorteil führen, kann man von der Effizienz als zusätzliche Energiequelle sprechen.

Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit eines Passivhauses zu treffen, muss dieses mit anderen Standards verglichen werden. Der EnEV Standard ist die unterste gesetzlich festgelegte Bauweise. Weitere Energieeffizienzstandards werden durch die KfW Bankengruppe festgelegt. Diese beziehen sich durch Prozentangaben auf das in der EnEV beschriebene Referenzgebäude. Das Passivhaus wurde in dieser Arbeit mit dem EnEV Standard und einem KfW 40 Gebäude verglichen.

Zunächst wurden die Herstellungskosten kalkuliert. Dazu wurde ein bereits gebautes Passivhaus theoretisch auf die beiden oben genannten Standards herabgestuft. Dazu müssen die verschiedenen Dach- und Wandaufbauten entsprechend angepasst werden. Zusätzlich wird von unterschiedlichen Fenstern und eine, dem Gebäudetyp entsprechende Haustechnik, ausgegangen. Daraus ergeben sich die wesentlichen Unterschiede bei den Herstellungskosten. Als Resultat ergeben Mehrkosten, in Bezug auf das EnEV Gebäude, von 19 % für das Passivhaus und von 14 % für das KfW 40 Haus.

Im nächsten Schritt werden die Kosten betrachtet, welche für eine ordentliche Finanzierung benötigt werden. Hierfür müssen einige Randbedingungen eingehalten werden, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Sowohl das Eigenkapital von 100.000 € als auch der Zinssatz sind in allen drei Fällen gleich. Nur für das KfW 40 Gebäude und das Passivhaus kann das Programm „Energieeffizient Bauen“ (153) beantragt werden. Für alle drei Gebäudestandards kann das gleiche „Wohneigentumsprogramm“ (124) der KfW Bank in Anspruch genommen werden.

Der Finanzierungszeitraum ist bei allen Darlehen auf 30 Jahre festgesetzt. Die resultierenden Raten zeigen, dass trotz des Tilgungszuschusses der KfW Bank im Programm Nr.153 die Rate für das Passivhaus monatlich um 21,5 % höher liegt, als bei dem EnEV Gebäude. Für das KfW 40 Gebäude sind es 13 % mehr im Monat.

Erst bei einer Betrachtung der anfallenden Energiekosten über den Finanzierungszeitraum kommt der Vorteil des Passivhauses zum Tragen. Die großen Unterschiede im Verbrauch ergeben sich durch die wesentlich bessere Gebäudehülle des Passivhauses. Das Passivhaus ist durch einen effizienten Umgang mit Energie in der Lage einem weiteren Anstieg der Energiepreise zu entgegenen.

Folgende Kosten ergeben sich für den Finanzierungszeitraum:

Kosten	EnEV	KfW 40	PH
Herstellungskosten [€]	294.480,67	335.344,07	350.971,52
Finanzierungskosten 30 Jahre [€]	118.310,22	117.616,72	127.972,27
Energiekosten 30 Jahre [€]	158.656,85	122.146,38	76.349,15
Gesamtkosten [€]	571.447,74	575.107,17	555.292,94

Tabelle 1: Randbedingungen: Eigenkapital 100.000€; Sollzinsbindung 30 Jahre auf 3,74 %; KfW Programme 124 + 153; Tilgungszuschuss; Preissteigerungen pro Jahr Gas 5,6 %/Strom 3 %/Pellets 4,9 %

Betrachtet man die Summe aus diesen anfallenden Kosten, zeigt sich, dass ein Passivhaus wirtschaftlicher als der Standard oder das KfW 40 Haus ist. Ein KfW 40 Haus ist in keinem Fall rentabler.

Das Marktpotential eines Passivhauses ist bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Der Marketingaufwand muss dabei auf bestimmte Zielgruppen ausgerichtet werden. Im Vordergrund der Bemühungen sollte immer der Vorteil des „Wohnkomforts“ und der „Wohngesundheit“ stehen. Ein Niedrigenergiehaus nach EnEV 2009 ist ökologisch gesehen keine Alternative. Die Pluspunkte des Passivhauses in den Faktoren Nachhaltigkeit und Energieeffizienz sind von einem Niedrigenergiehaus nicht zu erreichen. Wirft man einen Blick auf die Kohlendioxid-Emissionen, welche von einem EnEV Gebäude und einem Passivhaus ausgestoßen werden, ergeben sich erschreckende Zahlen. Ein Passivhaus erzeugt im Vergleich mit einem EnEV Haus nur ein Viertel der Emissionen. Absolut betrachtet sind es zusätzlich 34.762 kg Kohlendioxid pro Jahr. Oder anders ausgedrückt 150.000 Flugkilometer mit einem Verkehrsflugzeug auf der Mittelstrecke. Noch anschaulicher ist die Anzahl der Bäume, welche für eine Bindung des Kohlendioxids angepflanzt werden müssten. Dies sind ca. 3.160 Fichten Jahr für Jahr.

Stand und Entwicklungsmöglichkeiten des „Power-to-Gas“-Konzeptes als Speichertechnologie am Beispiel des Bioenergieparks Saerbeck

Andreas Fischbach B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums:

26. September 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



In einem Energieversorgungssystem mit immer höheren Anteilen der erneuerbaren Energien gewinnen Speicher, vor allem im Stromsektor, eine wachsende Bedeutung. Diese begründet sich in der zeitlich inkonstanten Verfügbarkeit der erneuerbaren Energiequellen. Die „Power-to-Gas“-Technologie bietet hier eine Möglichkeit zur Stromspeicherung.

Überschüssiger Strom kann zur Elektrolyse von Wasser genutzt werden. Der so entstehende Wasserstoff kann entweder gespeichert werden oder in Kombination mit Kohlenstoffdioxid zu Methan reagieren. Das Gas kann solange gespeichert werden, bis zusätzlicher Strom benötigt wird, und dann rückverstromt werden.

Ziel dieser Bachelorarbeit war, den Stand der „Power-to-Gas“-Technologie zu ermitteln und die Bedeutung der Technologie für die zukünftige Energieversorgung zu bewerten.

Hierfür wurde in der Arbeit zunächst die grundsätzliche Notwendigkeit von Stromspeichern diskutiert und anschließend eine Übersicht und ein Vergleich der wichtigsten Speichertechnologien gegeben. Es folgte eine genaue Vorstellung der „Power-to-Gas“-Technologie und deren Anwendungsmöglichkeiten. Im Anwendungsbeispiel Saerbeck wurden die Auswirkungen des Bioenergieparks auf die Energieversorgung in Saerbeck ermittelt und verschiedene Ansätze zur Speicherung mit der „Power-to-Gas“-Technologie diskutiert. Anschließend wurden aktuelle Forschungsprojekte vorgestellt und der vorrangige Forschungsbedarf für die Technologie wurde zusammengefasst.

Im Zuge der Arbeit wird deutlich, dass die zukünftigen Aufgaben der „Power-to-Gas“-Technologie vor allem in der Langzeitspeicherung liegen. Wenn die Ausbauziele der Bundesregierung für die erneuerbaren Energien realisiert werden sollen, besteht ein Speicherbedarf, welcher nur über die Speicherkapazitäten im Erdgasnetz zu decken ist.

Neben der Speicherfunktion zeichnet sich die „Power-to-Gas“-Technologie außerdem als Wandlungstechnologie aus. Über den Pfad „Strom-zu-Gas“ lässt sich Energie aus Wind, Wasser und Sonne nicht nur im Stromsektor, sondern auch in den Sektoren Wärme und Verkehr nutzen. Erneuerbares Gas bietet hier gute Ansätze zur Lösung bestehender Probleme.

Für das Anwendungsbeispiel Saerbeck lässt sich sagen, dass eine Speicherung über die „Power-to-Gas“-Technologie unter aktuellen Umständen nicht wirtschaftlich ist. Da diese Technologie aber gerade erst in den Anfängen der

Entwicklung ist und sich die Art der Energieversorgung in Deutschland ändert, ist für die Zukunft durchaus ein wirtschaftlicher Betrieb denkbar. Interessant ist außerdem, dass in Saerbeck, durch die „Power-to-Gas“-Technologie, die Überproduktion des Stroms aus erneuerbaren Energien zusätzlich zum Ausgleich von Stromdefiziten auch den Erdgasverbrauch der Gemeinde decken kann.

Abschließend lässt sich sagen, dass die „Power-to-Gas“-Technologie ein enormes Potenzial für eine vollständig erneuerbare Energieversorgung bietet. Da es aktuell die einzige Speichertechnologie ist, die genügend Kapazitäten besitzt, um eine Versorgungssicherheit auch bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien zu schaffen, erscheint sie für die Zukunft als unumgänglich.

Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz von Supermarktkälteanlagen

Thomas Frisch B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Bernd Heinbokel
Datum des Kolloquiums:	24. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kältetechnik
In Kooperation mit:	Carrier Kältetechnik, Köln-Sürth



Aufgrund immer strengerer Richtlinien bezüglich H-FKW-Kältemitteln setzt die Firma Carrier Kältetechnik Deutschland GmbH schon seit Jahren auf das Kältemittel CO₂ (R744).

Durch den Einsatz von CO₂ können die direkten Treibhausgasemissionen vermieden werden. CO₂ dient dabei als Referenzwert für alle anderen Stoffe, um sie nach dem sogenannten GWP zu kategorisieren. Der GWP beschreibt das Treibhauspotenzial eines Stoffes und steht für Global Warming Potential. Zur Erklärung: Der GWP für CO₂ beträgt 1, der für das Kältemittel R404A jedoch 3860. Das bedeutet, dass ein Kilogramm R404A 3860-mal stärker zum Treibhauseffekt beiträgt als ein Kilogramm CO₂. Aus diesem Grund wird dieses umweltfreundliche Kältemittel wieder vermehrt in der Kältebranche eingesetzt.

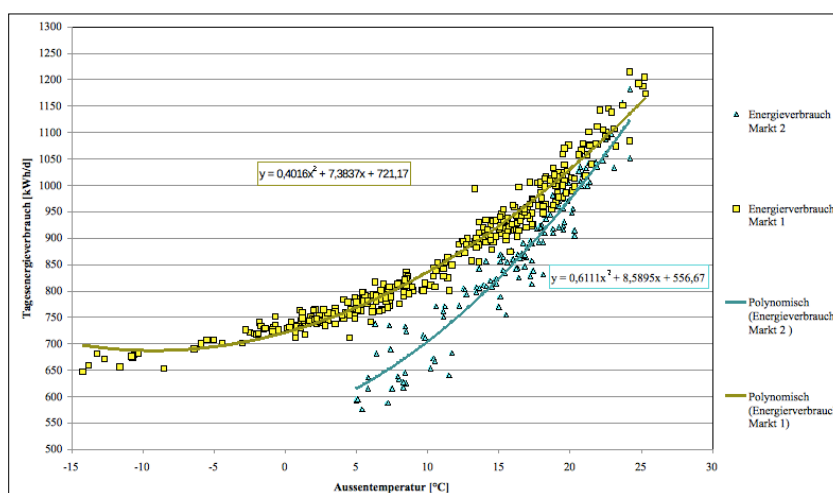
Es darf allerdings dabei die Energieeffizienz der Kälteanlage nicht vernachlässigt werden, da gerade bei hohen Außentemperaturen eine CO₂ Kälteanlage ineffizient arbeiten kann. Es steigt der Energiebedarf und gleichzeitig die Emissionsrate, um die benötigte Energie zu erzeugen. Deshalb spielt die Steuerung, Regelung und Überwachung einer Kälteanlage eine große Rolle. Die Firma Carrier ist ständig damit beschäftigt, bestehende Anlagen energetisch zu optimieren und neue Anlagen mit größten Ansprüchen an die Energieeffizienz zu planen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit sollte Anhand von verschiedenen Methoden die Energieeffizienz, speziell für Supermarkt-Kälteanlagen, so genau wie möglich dargestellt und bewertet werden. Dafür wurden verschiedene Auswerteverfahren entwickelt, mit denen der Energieverbrauch einer Kälteanlage prognostiziert werden kann. Weicht der erwartete Verbrauch tendenziell vom tatsächlich gemessenen ab, kann man auf eine Verbesserung oder Verschlechterung der Energieeffizienz zur Kälteerzeugung schließen. Um Einflussgrößen wie zum Beispiel relative Feuchte, Außentemperatur und ein spezifisches Einkaufsverhalten bei der Verbrauchsprognose zu berücksichtigen, wurden verschiedene Verfahren im Laufe der Bachelorarbeit getestet und vorgestellt. Dabei hat man festgestellt, dass die mittlere Außentemperatur den Energiebedarf pro Tag am gravierendsten beeinflusst. In einer umfangreichen Auswertung wurden zwei Märkte mit unterschiedlichen Anlagentechniken zur Kälteerzeugung genauer betrachtet.

Es handelt sich um eine Kälteanlage mit dem HFKW-Kältemittel R404A und

Heißgas-Abtauung sowie eine Anlage mit dem natürlichen Kältemittel CO₂, eine sogenannte CO₂-Booster Anlage. Um die Wirkung von energetischen Anlagenoptimierungen sichtbar zu machen, fand ein Vergleich von Verdichtungsleistungszahlen vor und nach energetischen Optimierungen statt. Hierbei fiel auf, dass schon kleine Änderungen der Regelstrategie deutlich bemerkbare Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben.

Anhand des sogenannten VDMA Quick-Checks wurde für diese zwei Märkte ein erwarteter Jahresenergiebedarf auf Basis der vorhandenen Kühlmöbel erstellt. Demnach ist der erwartete Bedarf in beiden Märkten nahezu identisch. Im weiteren Verlauf sollte der tatsächliche Energiebedarf beider Märkte mit dem erwarteten Energiebedarf verglichen werden.



Diagr. 1: Prognosefunktionen des Energieverbrauchs zur Kälteerzeugung Markt 1 und Markt 2

Im Diagramm 1 sind die Tagesenergieverbräuche zur Kälteerzeugung von Supermarkt 1 und 2 über die Außentemperatur aufgetragen. Zudem sind der Verlauf der polynomischen Funktion und die quadratische Gleichung zu erkennen. Dabei stellte man fest, dass die Kälteanlage mit dem Kältemittel CO₂ gerade bei geringen Außentemperaturen energetischer arbeitet. Nach dieser Berechnung ist diese Anlagentechnik im jährlichen Durchschnitt etwa 17 % effizienter. Die dadurch erzielte Kosteneinsparung gegenüber dem R404A-Markt beträgt etwa 7.300€ pro Jahr.

Durch eine sogenannte TEWI-Analyse wurde aufgezeigt, welche Treibhausgasemissionsrate bei einer Supermarktkälteanlage in einem Zeitraum von 12 Jahren zu erwarten ist. Es wurde deutlich, dass eine Kälteanlage mit dem natürlichen Kältemittel CO₂ unter gleichen Bedingungen über 60 % weniger an CO₂ ausstößt, als eine Anlage mit R404A als Kältemittel. Das liegt daran, dass bei einer CO₂ Anlage keine direkten Emissionen durch Kältemittelleckagen entstehen.

Inhaltliche Analyse einer kleinen Deponie zur Erstellung eines Sanierungskonzeptes

Marina Fruchtenicht B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Datum des Kolloquiums:	21. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor Umwelttechnik – Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	ALBO-tec GmbH, Mülheim an der Ruhr

Bei diesem Projekt handelt es sich um die Erkundung einer ehemaligen Hausmülldeponie.

Die Deponie befindet sich heute aufgrund von Auskiesungen auf einer Halbinsel. Da die Auskiesungen voranschreiten, sollte erkundet werden, wie mit der Deponie am besten zu verfahren wäre. Die ALBO-tec GmbH erhielt den Auftrag dazu.

Laut Zeitzeugenberichten befand sich bis ca. zum Jahr 1957 auf dem Untersuchungsgelände ein natürlicher Teich. Bis Anfang 1970 wurde dieser mit Hausmüll (dabei handelte es sich hauptsächlich um Kunststoffe, Folien, Metalle, Glas und Aschen aus der Kohlefeuerung) und Bauschutt verfüllt.

Durch Baggerschürfe bis zur Aufstandsfläche der Deponie wurde der Aufbau des Deponiekörpers erkundet, siehe Abbildung 1. Kleinrammbohrungen im vermuteten Randbereich der Deponie lieferten Informationen über die horizontale und vertikale Ausdehnung.



Abb. 4: Schichtenaufbau der Deponie zu sehen in einem Baggerschurf

Aus den Baggerschürfen und den Kleinrammbohrungen wurden Boden- und Materialproben entnommen und im Labor der Firma ALBO-tec untersucht. Die Ergebnisse konnten in LAGA-Zuordnungsklassen (LAGA = Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) eingeordnet werden.

Die technische Regel der LAGA unterscheidet folgende Zuordnungsklassen:

Zuordnungsklasse Z 0:

Das Bodenmaterial kann im Allgemeinen ohne Einschränkungen verwendet werden. Es sollte allerdings nicht auf sensiblen Flächen, wie Kinderspielplätzen, Sportanlagen oder Gärten, eingebaut werden.

Zuordnungsklasse Z 1.1:

Das Bodenmaterial ist für den eingeschränkten offenen Einbau geeignet. Voraussetzungen für den Einbau sind zum einen, dass die Fläche hinsichtlich ihrer Nutzung unempfindlich ist und zum anderen, dass der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegel mindestens 1 m beträgt.

Zuordnungsklasse Z 1.2:

Das Bodenmaterial ist ebenfalls für den eingeschränkten offenen Einbau geeignet. Zusätzlich zu den Voraussetzungen von Z 1.1 muss hier für einen Erosionsschutz gesorgt werden.

Zuordnungsklasse Z 2:

Das Bodenmaterial ist nur für den eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen geeignet. Dazu zählt unter anderem eine Oberflächenabdichtung.

Zuordnungsklassen Z 3, Z 4 und Z 5:

Ab Z 3 muss das Bodenmaterial auf einer Deponie entsorgt werden.

Z 3: Deponieklasse I

Z 4: Deponieklasse II

Z 5: Deponieklasse III

Die Untersuchung der einzelnen Schichten ergab, dass die meisten Schichten in die Zuordnungsklassen Z 1.1 / Z 1.2 einzuordnen sind. Die abdichtende Tonschicht hält sogar die Grenzwerte der Zuordnungsklasse Z 0 ein. Lediglich die Proben aus der Kleinrammbohrung 8 wiesen Werte der Zuordnungsklasse Z 2 auf, hierbei könnte es sich um einen „Schadstoff-Hot-Spot“ handeln. Da nur Stichproben aus der Deponie entnommen wurden kann man nicht ausschließen, dass noch weitere Hot-Spots vorhanden sind.

Die Sanierungsmöglichkeiten hängen nun von der geplanten Nutzung des Geländes ab. Ändert sich die Flächennutzung nicht, reicht es aus, den Deponiekörper gegenüber seiner Umwelt zu sichern. Da die Inhaltsstoffe der Deponie als inert anzusehen sind und eine ausreichende Abdichtung zum Untergrund gegeben ist, sind Sickerwässer und Gasemissionen nicht zu befürchten. Die Oberbodenschicht sollte trotzdem auf 35-40 cm verstärkt werden, um den Wirkungspfad Boden-Mensch zu unterbinden.

Wenn die Flächennutzung sich insoweit ändert, dass der Untergrund ausgekieselt wird, sollte die Deponie komplett ausgekoffert werden. Hierbei empfiehlt sich eine vor Ort Siebung, um die Schichten in einzelne Fraktionen aufzuteilen. Diese Fraktionen können dann erneut beprobt und entsprechend ihrer jeweiligen Belastung und Zusammensetzung getrennt verwertet oder entsorgt werden.

Berechnung der Energieeinsparung mittels Wärmerückgewinnungssystemen

Shiyi Gao B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 22. August 2012

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

In Kooperation mit: AL-KO THERM GmbH



Mit effizienten Lüftungstechnologien lassen sich Energieverbrauch und Schadstoff-Emissionen drastisch senken, ohne auf Komfort zu verzichten. Dazu gibt es überaus zahlreiche Ansatzpunkte in belüfteten oder klimatisierten Orten. Eine Möglichkeit davon ist die Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Lüftungs- und Klimaanlagen. Wärmerückgewinnungssysteme werden seit Jahren zur effizienten Reduktion des benötigten thermischen Primärenergiebedarfs in raumluftechnischen Geräten und Anlagen eingesetzt.

Die Aufgabe dieser Bachelorarbeit lautet, mittels Microsoft Excel 2010 ein Computerprogramm zu entwickeln, um diese Fragestellung zu untersuchen. Das Berechnungstool soll durch die Eingabe der regionalen Wetterdaten und der technischen Berechnungselemente die zu erwartende Energieeinsparung unterschiedlicher WRG-Systeme berechnen. Die energetische Ersparnis durch die Feuchteübertragung soll ebenfalls berücksichtigt werden.

Ausschlaggebend für den Vergleich der WRG-Systeme ist nicht nur die Energie einsparende Fähigkeit der Anlagen, sondern vor allem auch die dadurch reduzierten Kosten, also die Wirtschaftlichkeit, deren Betrachtung am Ende der Bachelorarbeit erfolgt.

Es wurden drei Beispielfälle untersucht und verglichen. Plattenwärmetauscher, Rotationswärmetauscher und Kreislauf-Verbundsysteme. Alle Berechnungsdaten stammen von der AL-KO THERM GmbH.

Das Programm ist so programmiert, dass es Dritte nach kurzer Einarbeitungszeit bedienen und erweitern können. Ziel des Programmes soll es sein, die mögliche Energieeinsparung aufzuzeigen und die Auswahl des wirtschaftlichsten WRG-Systems zu ermöglichen.

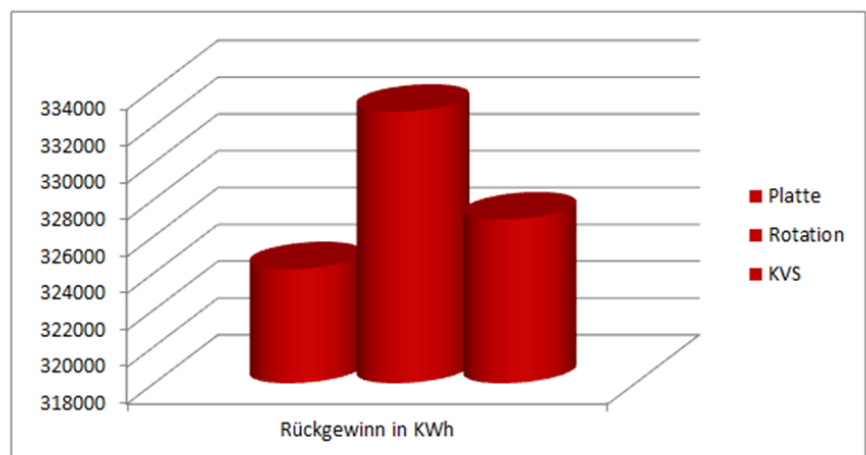
Pos	Geräte	LV-Pos	Bezeichnung	Anzahl	Planer Preis EUR	Planer Preis ges. EUR
2	AT4 16x16 / 16x16 - Innenraum		HRS 72% Plate HRS	1	27.865	27.864,99
3	AT4 16x16 / 16x16 - Innenraum		HRS Rotary Heat Exchanger 73%	1	25.616	25.616,20
4	AT4 16x16 / 16x16 - Innenraum		HRS 73% run around coil system	1	46.292	46.292,43
total						99.773,61

Die Bachelorarbeit zeigt, dass die Wärmerückgewinnung aus RLT-Anlagen ein erhebliches Energieeinsparpotenzial birgt.

Zum Vergleich der Energieeinsparung sind der Volumenstrom, der

Abluftzustand und die Wetterdaten in den 3 WRG-Varianten gleich gewählt worden. Deswegen sind die Rückwärmzahl und die Rückfeuchtezahl in Rotations-Wärmetauschern (falls eine Befeuchtung vorgesehen ist) für das Einsparungspotenzial von entscheidender Bedeutung. Der Einfluss der thermischen Rahmenbedingungen wird umso größer, je effizienter die eingesetzte Wärmerückgewinnung ist. Mit größerer Rückwärmzahl der WRG sinkt der benötigte Primärenergiebedarf deutlich, wobei die örtlichen Aufstellungsbedingungen einen relativ geringen Einfluss haben. Gleichzeitig hängt der Nutzen der WRG nicht nur von der Rückwärmzahl ab, sondern auch von den Abluftkonditionen. Je geringer die Raumlasten sind, desto geringer sind die Ablufttemperaturen und desto geringer wird der Beitrag der WRG, der zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogen werden kann. Außerdem nimmt mit der Erhöhung der relativen Abluftfeuchte (eine Befeuchtung auf 20 % durch ein Befeuchtungssystem wird hier vorausgesetzt) der Feuchterückgewinn stark zu.

Wärmerückgewinn



Nach der Berechnung und dem Vergleich der drei Wärmerückgewinnungssysteme ist der Rotations-Wärmetauscher mit der größten Rückwärmzahl (73,9 %) optimal. Unter Berücksichtigung der Feuchteübertragung (70,2 %) im Rotations-Wärmetauscher erzielt die zweite Anlagenvariante die meiste Energieeinsparung.

Teilsanierung einer Altablagerung zum Zwecke der Errichtung eines Gewerbebaues

Maik Geering B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef-Römermann
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Datum des Kolloquiums:	15. Januar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Verfahrenstechnik im Umweltschutz/Abfallwirtschaft
In Kooperation mit:	Krauss & Partner GmbH, Oldenburg



Freie Bodenflächen für Wirtschaftszwecke werden immer knapper, zugleich gibt es Brachflächen, die zum Beispiel aufgrund von Kontaminationen durch eine Altablagerung nicht genutzt werden. Die Wiedernutzbarmachung solcher brachliegenden Flächen bringt oft nicht nur ökonomische Vorteile, sondern gleichzeitig eine aktive Verbesserung der Umwelt.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Teilsanierung einer Altablagerung nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG § 13) in Form einer Sanierung mittels Bodenaustausch. Sie besteht aus einem fachpraktischen- und einem theoretischen Teil.

Grundlage der Arbeit war die Integration in die Fachplanung und die Einbeziehung in die Entscheidungsfindung während der Sanierungsmaßnahme. Hierzu war es erforderlich, arbeitstäglich vor Ort zu sein.

Die Sanierung wurde durch die Krauss & Partner GmbH begleitet. Hauptziel war die Baureifmachung einer Fläche zur Errichtung eines Bürogebäudes. Die Umsetzung der Forderungen des Sanierungsplans nach BBodSchG § 13, die Überwachung und Dokumentation der durchgeführten Arbeiten, sowie die messtechnische Begleitung gehörten während der Sanierung zu den Aufgaben der Krauss & Partner GmbH.

Die Altablagerung umfasste eine Fläche von insgesamt 30.000 m² und ein Volumen von ca. 45.000 m³. Sie wurde bis Mitte der 70er Jahre als Deponie betrieben auf der Bauschutt, Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll und Garten- und Parkabfälle abgelagert wurden. Die Sanierungsmaßnahme beschränkte sich auf zwei Teilflächen von jeweils ca. 540 m².

Durch die Vielzahl an Schadstoffen bestand eine von der Altablagerung ausgehende Gefährdung der Schutzgüter Grundwasser, Boden, Luft und menschliche Gesundheit. Die problematischsten Schadstoffe der Auffüllung waren Arsen, Blei PAK, PCB und MKW. Ausgehend von verschiedensten Schadstoffen bestanden, während der Sanierungsmaßnahme, hauptsächlich Gesundheitsgefahren für den Menschen durch die Aufnahme über die Atemwege, Hautkontakt und orale Aufnahme. Um dem gesundheitlichen Risiko vorzubeugen, wurden Schutzmaßnahmen ergriffen.

Unterschiedliche Sanierungskonzepte, sowie deren Vor- und Nachteile, werden im Rahmen dieser Arbeit erläutert. In dem vorliegenden Fall fand die Bodensanierung mittels Bodenaustausch statt. Bei diesem Verfahren wird das

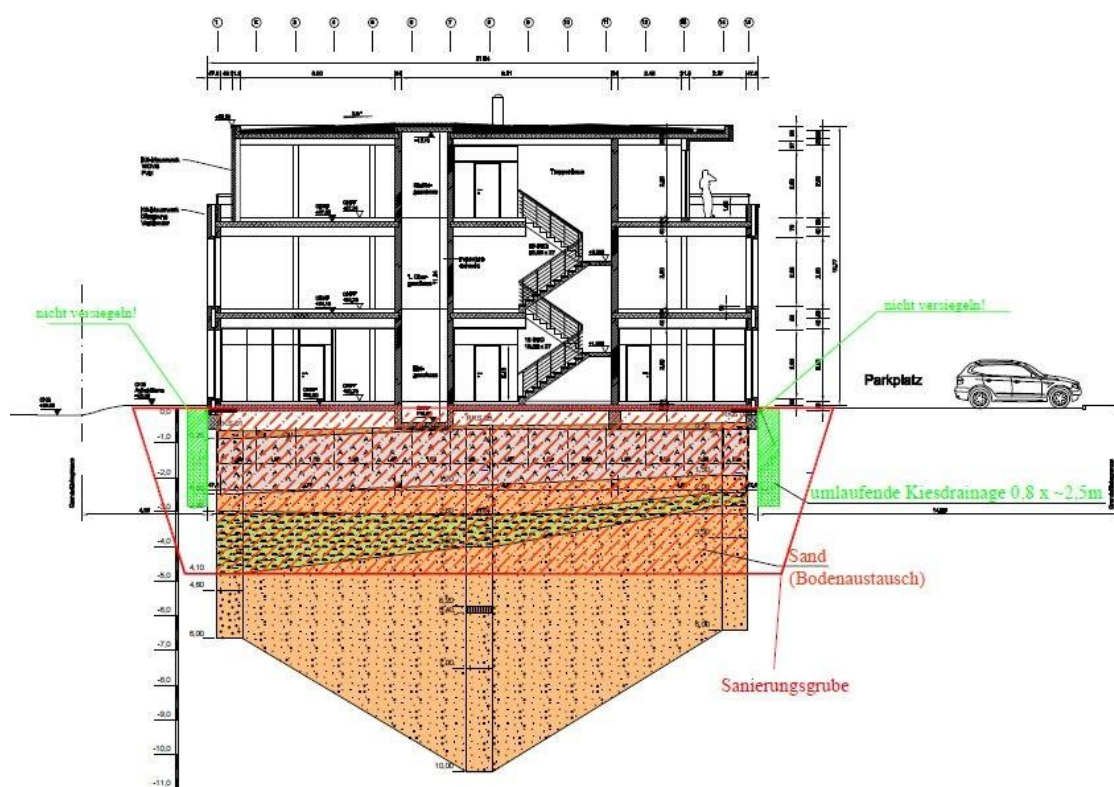
kontaminierte Material in den Sanierungsbereichen komplett ausgehoben.

Der Boden wurde zu verschiedenen Bodenreinigungsanlagen gefahren, so dass die Behandlung des Materials extern erfolgte. Vor dem Abtransport wurde das Material mittels Analytik beurteilt und deklariert. Die Entnahme der Sohlproben und deren Untersuchung auf die mit der zuständigen Behörde abgestimmten Parameter dienten dem Nachweis des Sanierungserfolges.

Um Gasmigrationen ausgehend vom Restdeponat zu verhindern, wurden verschiedene Varianten einer Gasdrainage verglichen. Diese sollen Deponiegase gezielt vom später geplanten Bürogebäude ableiten, sodass sie sich mit der Außenluft verdünnen können.

Des Weiteren wurde ein jährliches Grundwasser Monitoring angeordnet, um die Belastungssituation des Grundwassers weiter zu beobachten.

Die folgende Abbildung vermittelt einen Gesamteindruck der Sanierungsmaßnahme und der Zielsetzung des Sanierungsprojektes.



Entwicklung eines industriegespeisten und biogasgestützten Nahwärmenetzes für Dingden

Andreas Gerber B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

05. Dezember 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Stadt Hamminkeln, Hamminkeln



Viele Industriebetriebe mit einem hohen Wärmebedarf haben einen relativ großen Abwärmefall, der im Betrieb nicht sinnvoll genutzt werden kann. Diese Wärme wird ungenutzt an die Atmosphäre abgegeben, wie auch bei drei Textilunternehmen der Stadt Hamminkeln/Dingden im Kreis Wesel.

Im Rahmen des Strukturförderungsprogramms „Regionale 2016“ möchte die Stadt Hamminkeln unter anderem ihre Energieeffizienz steigern. Es kam die Idee, die Abwärme einiger Betriebe in einem Nahwärmenetz zur Verfügung zu stellen, um den Bedarf an Erdgas zu reduzieren. Hierbei sind auch die beiden Biogasanlagen und die kommunale Abwasserreinigungsanlage (ARA) zu nennen, die das Nahwärmenetz mit ihrem Biogas bzw. Klärgas unterstützen können (s. Abb. 1).

Das Ziel dieser Bachelorarbeit bestand darin, die verfügbare Wärmeenergie zu ermitteln, potentielle Verbraucher festzustellen und die Wirtschaftlichkeit eines möglichen Nahwärmenetzes in Dingden zu prüfen.



Abb. 1: Topographische Karte von Dingden mit potentiellen Wärmeerzeugern

Als Grundlage zur Ermittlung der potentiellen Wärmeenergie dienten die jährlichen Gas- und Stromverbräuche der Textilunternehmen sowie eine Befragung der Betreiber der Biogasanlagen und der ARA.

Vier verschiedene Wärmeverbraucher wurden als mögliche Wärmekunden vorgestellt und untersucht. So wurde der Wärmebedarf des Jahres 2011 von einem Freibad, einer Schule, eines Kindergartens und zur Trocknung des Klärschlammes der kommunalen ARA ermittelt und in Diagrammen dargestellt (s. Abb. 2).

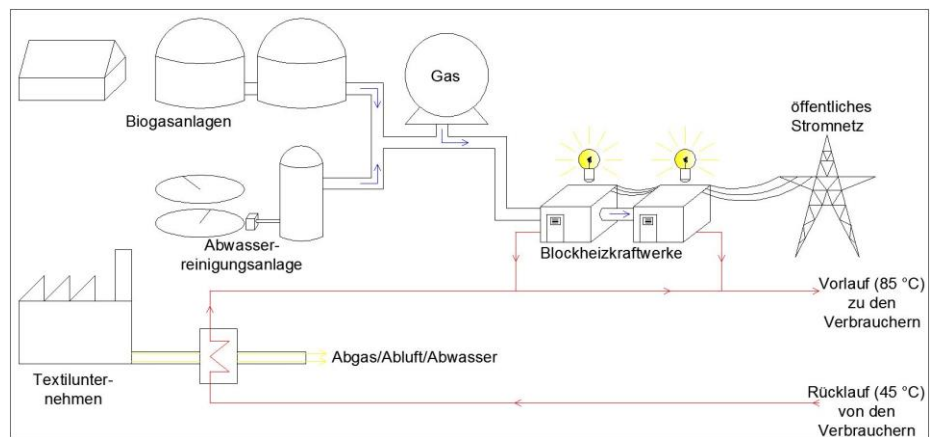


Abb. 2: schematische Darstellung des Nahwärmenetzes für Dingden

Nach der Festlegung einer möglichen Lage des Nahwärme- und Gasnetzes befasste sich die Bachelorarbeit mit den einzelnen Komponenten, wie BHKWs oder Wärmetauschern. Dies führte schließlich zu einer Wirtschaftlichkeitsanalyse inklusive der voraussichtlichen Kosten und Einnahmen. Als Ergebnis dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung konnte eine Amortisationszeit von etwa 10 Jahren ermittelt werden.

Zusammenfassend kann die Feststellung getroffen werden, dass es sinnvoll ist, das Projekt „Nahwärme für Dingden“ weiter zu entwickeln und zu realisieren. Viele günstige Faktoren spielen dabei eine Rolle. Die ausgeprägte Textilindustrie, die beiden Biogasanlagen, die Abwasserreinigungsanlage und das Freibad sind einige davon. Auch die Hilfe durch die „Regionale 2016“ zur Akquisition von Fördergeldern für die Gemeinde Hamminkeln erscheint günstig und kann die Entwicklung des Nahwärmenetzes beschleunigen.

Entwicklung einer Roadmap zur Implementierung eines Energiemanagementsystems bei Kunden der EWE ENERGIE AG

Bernd Gerdes M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums: 16. Mai 2012

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

In Kooperation mit: EWE ENERGIE AG, Oldenburg



Für die Implementierung von Energiemanagementsystemen stehen zahlreiche Anwendungshilfen zur Verfügung. Diese Anwendungshilfen sind zumeist jedoch sehr allgemein gehalten und für die Anwendung in Unternehmen und Organisationen allein und ohne weitere erforderliche Kompetenzen nicht ausreichend. Bei der Implementierung werden mehrere Schritte in zeitlichen Abständen notwendig und die Implementierung wird im Allgemeinen als Projekt strukturiert.

Nachdem die DIN EN 16001 die Einführung von Energiemanagementsystemen auf europäischer Ebene beschreibt, hat die internationale Norm ISO 50001 im Jahr 2011 Gültigkeit erreicht und gilt somit aktuell als Standard zur Umsetzung von Energiemanagementsystemen.

Ein Energiemanagementsystem besteht unter anderem aus einem Energiemonitoring. Zum Energiemonitoring gehört neben weiteren Aspekten die Aufnahme der Energieverbrauchsdaten. Die Motive für die Einrichtung von Messeinrichtungen zur Erfassung der Energieverbrauchsdaten können sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch sein. Unter beiden Kriterien sind Energiebezüge zu reduzieren, jedoch stellen sich Maßnahmen zur Energieeinsparung nicht immer als ökologisch oder wirtschaftlich gerechtfertigt dar. Ob ein Messpunkt zur Einbindung in ein vorhandenes Energiemonitoring wirtschaftlich oder unwirtschaftlich ist, kann mit der zu erwartenden Energieeinsparung dargestellt werden. Die maximale Dauer der Amortisation ist in vielen Unternehmen unterschiedlich und so ist die Bewertung der Wirtschaftlichkeit ebenfalls divergierend. Ein Messpunkt ist nur dann wirtschaftlich und somit in einem Unternehmen überhaupt argumentierbar, wenn eine Energieeinsparung, die durch die Messeinrichtung ermittelt wird, ausreichend hoch ist, um den Messaufwand zu betreiben. Es müssen also die Kosten, die durch die Messung der Energieströme verursacht werden, durch die Energiekosteneinsparung in einem für das Unternehmen annehmbaren Zeitraum gedeckt werden.

Gegenstand der Masterthesis ist die Entwicklung einer Schnittstelle zwischen den vorhandenen Strukturen in einem Unternehmen bzw. einer Organisation und den in der Literatur zu findenden Erklärungen und Anwendungshilfen zur Implementierung von Energiemanagementsystemen unter der Berücksichtigung der gültigen Vorschriften, Richtlinien und Normen. Darüber hinaus wurde eine Methode entwickelt, die die Wirtschaftlichkeit von Messeinrichtungen

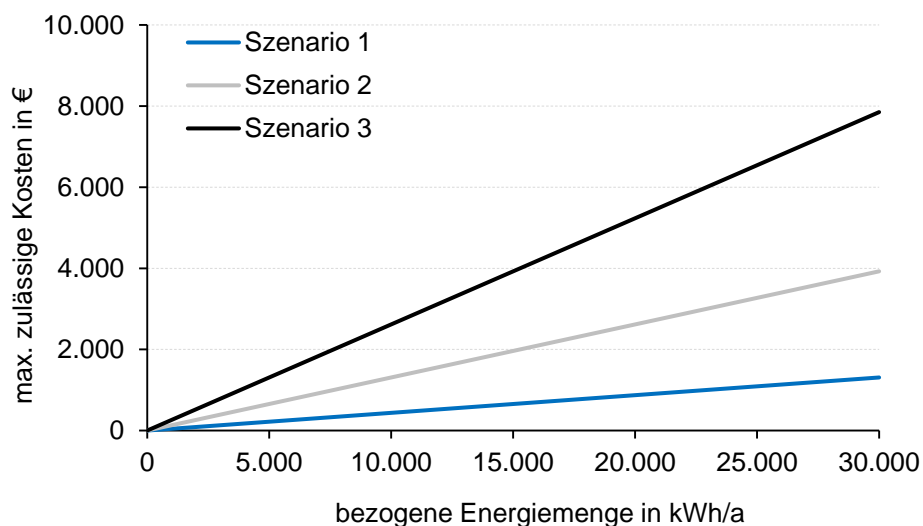
unter bestimmten Bedingungen beurteilt. In diesem Zusammenhang wurde eine Berechnungsformel entwickelt. Wesentliche Einflussgröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Messpunkten ist das potentielle Energieeinsparpotential. Dieses Energieeinsparpotential ist für verschiedene Technologien unterschiedlich und kann nicht pauschalisiert werden. In der Masterarbeit wurden zur beispielhaften Berechnung der Wirtschaftlichkeit unterschiedliche Szenarien angenommen:

Szenario 1: 5 % Energieeinsparung

Szenario 2: 15 % Energieeinsparung

Szenario 3: 30 % Energieeinsparung

Die folgende Abbildung zeigt die mit der entwickelten Berechnungsformel errechneten maximal zulässigen Kosten zur Errichtung von zusätzlichen Messeinrichtungen. Darin berücksichtigt sind außerdem eine jährliche Energiepreissteigerung, die Kapitalverzinsung, die Abschreibungsdauer der Messeinrichtung, eine Betriebs- und Wartungskostenpauschale sowie der Energiearbeitspreis.



Durch die Beurteilung der maximal zulässigen Kosten für die Errichtung von zusätzlichen Messeinrichtungen kann bei der Implementierung von Energiemanagementsystemen die Entscheidung zur Durchführung von Energiemessungen in Abhängigkeit der verschiedenen Betriebsparameter erfolgen. Somit dient die bezogene Energiemenge als wesentlicher Eingangsparameter und ist entscheidendes Kriterium für die Wirtschaftlichkeit und somit für die Durchführung von energetischen Messungen.

Norman Gerdes B.Eng. .

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Peter Kesselmeier
Datum des Kolloquiums:	14. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR- Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	Miele & Cie. KG, Gütersloh



Die Prioritäten der Gebäudeautomation in puncto Energieeffizienz und Bedienbarkeit steigen und sollen besonders in der Industrie realisiert werden. Um diese Aspekte zu erfüllen, müssen standardisierte Systeme durch Interoperabilität und Datentransparenz Abhilfe schaffen.

Ausgehend von der Erkenntnis der Miele-Mitarbeiter, dass die jetzige Gebäudeautomation nicht auf dem aktuellen Stand sei, sollte eine Betrachtung eines neuen Systems durchgeführt werden. Ziel ist es, das Zusammenwirken der einzelnen Gewerke durch BACnet zu verbessern und ein effizienteres Betreiben der Versorgungsanlagen zu ermöglichen. Die Aufgabe bestand darin, ein Konzept zur Einführung von BACnet zu entwickeln und einen Wechsel der Gebäudeautomation anzustoßen.

Zu Beginn wurde eine Grundlagenermittlung durchgeführt, indem der komplette Bestand der Gebäudeautomation erfasst und Detailanalysen von zwei Gebäuden durchgeführt wurden. Im Bestand sind 30 Gebäude und 440 automatisierte Anlagen vorhanden. Aus diesem großen Umfang wurden zwei Gebäude ausgewählt, die repräsentativ für die Gebäudeautomation des Miele Werkes Gütersloh stehen. Die Detailanalysen wurden speziell für diesen Anwendungsfall auf Basis der DIN EN ISO 16484 und VDI 3694 entwickelt, um eine ganzheitliche Gebäudebetrachtung zu erzeugen. Festzustellen war, dass die Gebäudeautomation mit Industrieautomation realisiert wird, die große Möglichkeiten birgt, jedoch mit viel Zeitaufwand und Disziplin durchgeführt werden muss, um Standards zu erzeugen und die Anlagen auf gleiche Weise darzustellen und zu automatisieren. Zusätzlich entstehen Knotenpunkte, da verschiedene Systeme über eine Vielzahl von Bussen kommunizieren, die durch einen Mehraufwand an Software und Hardware zu lösen sind.

BACnet ist ein neues und unbekanntes System am Standort, deshalb wurden Prinzip und Vorgehensweise erläutert, die Grundkenntnisse des Systems vermitteln, und somit die Auswahl dieses Systems begründen. BACnet schafft durch die Standardisierung eine verbesserte Interoperabilität und Funktionalität der Gebäudeautomation. Es erzeugt eine erhöhte Datentransparenz und ist herstellerunabhängig.

Das erstellte Konzept verknüpft die Grundlagenermittlung und die BACnet Erläuterung zu einer Einführung des BACnet-Standards. Dabei wird Rücksicht darauf genommen, die Vorzüge des Bestandes zu erhalten und die Nachteile durch das neue System zu lösen. Es beinhaltet Kriterien, unterteilt in 12 Gliederungen.

derungspunkte, die die Einführung von BACnet beschreiben.

Dies sind die Gliederungspunkte mit einer kurzen Zusammenfassung der Ziele:

› Wettbewerbsfähigkeit	➡	Kostenstabilität
› Ersatzteilversorgung	➡	Sicherheit
› Systempartner	➡	Arbeitserleichterung
› Ausschreibungen	➡	detaillierter Arbeitsauftrag
› Preis	➡	wenig Spielraum der Kosten
› Systemintegration	➡	Systemintegrator
› Systemtechnik	➡	sorgfältige Auswahl
› Erhaltung des Fachwissen		
› Schulungen	➡	Selbständige Eingriffe
› Dokumentation	➡	Miele-Standard
› Anlagenwissen	➡	Beibehalten
› Befragung der Mitarbeiter	➡	Abteilungsübergreifende Meinungen
› Energieeffizienz	➡	Ergebnis

Durch diese Bachelorarbeit wird der Grundstein zur Einführung von BACnet gelegt. Die Auswahl der neuen Systemtechnik wird von den Mitarbeitern der Fa. Miele im Anschluss an die Bachelorarbeit getroffen. Nach der Einführung wird deutlich werden, dass durch das BACnet System weniger Zeit in die Programmierung und Infrastruktur der Gebäudeautomation investiert werden muss und dadurch mehr Zeit für Optimierungsanalysen und Auswertungen übrig bleibt. Diese Optimierungsphase muss aktiv vollzogen werden, entweder durch eigenes Personal oder durch Dienstleistungen von Fremdfirmen. Dadurch erhalten die Vorteile der Technik eine effektive Anwendung im Betrieb.

Untersuchung zur Bestimmung und Evaluation des biologischen Abbauverhaltens verschiedener Industrieabwässer

Ron Giera B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	23. November 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Infracor GmbH, Marl



Aufgrund der in den letzten Jahren stark angestiegenen Anforderungen an die Gewässergüte und folglich an den Vorfluter sind die Kläranlagenbauer und Anlagenbetreiber gezwungen, ihre bereits vorhandenen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) durch Investitionen nachzurüsten oder bei einem Neubau gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) die heute gültigen gesetzlichen Mindestanforderungen zu erfüllen.

Der Chemiapark Marl verfügt über zwei Kläranlagen (Ost/West). Die biologische Kläranlage Ost ist in der Lage, eine ausreichende Stickstoffelimination zu gewährleisten. Der größte Teil der zu behandelnden Abwässer stammt aus unterschiedlichen Produktionsprozessen der chemischen Industrie, die zum Teil unterschiedliche Auswirkungen auf die Biozönose des Belebtschlammes haben können.

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, problematische Abwässer bezüglich der gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) Elimination zu erkennen und zu klassifizieren. Des Weiteren sollten diese Abwässer auf ihren Einfluss auf die Nitrifikation und die potenzielle Hemmung der Ammoniumoxidierer untersucht werden. Um die biologische Abbaubarkeit der aus unterschiedlichen Betrieben stammenden Abwässer zu bestimmen, wurde eine Modifikation des Zahn-Wellens-Tests vorgenommen und die TOC-Elimination bestimmt.

Außerdem sollte eine Möglichkeit zur Erfassung nitrifikationshemmender Abwasserproben erfolgen, um im Falle einer Störung der Nitrifikation mögliche Verursacher eingrenzen zu können.

Mithilfe des Zahn-Wellens-Tests konnten verschiedene potenziell schlecht biologisch behandelbare Abwasser-teilstrome erkannt werden. Durch bereits geringe Verdünnungsstufen zeigten einige Abwässer zum Teil starke Hemmwirkungen auf die heterotrophen Belebtschlammorganismen und deren Energiestoffwechsel. Des Weiteren zeigte sich die Ameisensäure als geeignete Verbindung zur Aufstockung gering TOC-haltige Abwässer, um auch hier die biologische Abbaubarkeit untersuchen zu können.

Aufgrund der stark schwankenden Abwasserbelastungen durch verschiedene Produktionsbetriebe und Produktionsprozesse sollte in regelmäßigen Abständen eine interne Untersuchung der einzelnen Abwässer mit kläranlagenspezifischem Belebtschlamm erfolgen.

Messtechnische Untersuchung eines Latentwärmespeichers unter Berücksichtigung einer Integration in eine solarthermische Anlage.

Johann Giesbrecht B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	26. Februar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Wärmetechnik
In Kooperation mit:	Rubitherm Technologies GmbH, Berlin



Im Zuge der Energiewende wird an einer Umstellung in den Bereichen Energieerzeugung, -verteilung, -speicherung und -verbrauch gearbeitet. Durch Verordnungen wie die EnEV oder das EEWärmeG, werden klar definierte Ziele von der Bundesregierung gesetzt. Durch die Bereitstellung von Fördermitteln, werden Anreize für Hauseigentümer bei der Umstellung der Heizungs- und Klimatechnik in Bestandsgebäuden auf eine Nutzung von erneuerbaren Energiequellen geschaffen. Für die Gebäudetechnik bedeutet dies die Energieeffizienz eines Gebäudes zu erhöhen, Betriebskosten zu minimieren sowie die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Im Zuge der Energiewende wird an einer Umstellung in den Bereichen Energieerzeugung, -verteilung, -speicherung und -verbrauch gearbeitet. Durch Verordnungen wie die EnEV oder das EEWärmeG, werden klar definierte Ziele von der Bundesregierung gesetzt. Durch die Bereitstellung von Fördermitteln, werden Anreize für Hauseigentümer bei der Umstellung der Heizungs- und Klimatechnik in Bestandsgebäuden auf eine Nutzung von erneuerbaren Energiequellen geschaffen. Für die Gebäudetechnik bedeutet dies die Energieeffizienz eines Gebäudes zu erhöhen, Betriebskosten zu minimieren sowie die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, ein Prüfstand für Latentwärmespeicherung messtechnisch zu untersuchen und mit den gelieferten Ergebnissen die Auswirkung durch Einbindung in eine solarthermische Anlage zu analysieren. Als Speichermedium trägt der Prüfstand ein Phasenwechselmaterial (PCM) mit einer geeigneten Schmelztemperatur von 52 °C, die für die Anwendung in Niedrigheiztemperatursystemen besonders geeignet ist. Dadurch wird im experimentellen Vergleich mit konventionellen sensiblen Wärmespeichern eine 3-mal so hohe Speicherkapazität im Latentwärmespeicher ermittelt und damit eine größere Ausbeute der Solarenergie durch die angebotenen Sonnenkollektoren erzielt. Die Integration in eine solarthermische Anlage wird durch die Simulationssoftware T-Sol im Labor für Haus- und Energietechnik realisiert.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde der ermittelte Speicherfaktor von drei auf vier Varianten mit unterschiedlichen Fassungsvermögen des Speichers

(50, 100, 200 und 300 Liter) übertragen. In jeder Variante wird der Speicherkapazität durch die Baugröße ausgedrückt. Dadurch werden die Speicherkapazitäten eines herkömmlichen Wasserspeichers und die eines Latentwärmespeichers zum Ausdruck gebracht.

Unter den definierten Randbedingungen der vier Varianten, die in der Simulationssoftware eingepflegt wurden, erwies sich die Variante mit dem kleinsten Fassungsvermögen von 50 Litern und einer Amortisationszeit von 17 Jahren als die wirtschaftlichste. Das PCM bewirkt eine erhebliche Erhöhung der Wärmespeicherkapazität und ermöglicht eine zügige Entladung des Speichers bei konstanter Temperatur über einen gewissen Zeitraum, ohne eine gleichzeitige Aufladung durch die Sonnenkollektoren. Bei dieser Variante liegt der Wärmepreis bei 0,25 €/kWh und liegt damit um ca. 40 % unter dem eines herkömmlichen sensiblen Wärmespeichers. Der Ausstoß von CO₂ wird im Jahr um rund 30 % reduziert, was mit der Einsparung an Erdgas oder sonstigen fossilen Energieträger zusammenhängt.

Nachteilig wirkt sich der hohe Anschaffungspreis von PCM auf die Amortisation aus. Bei dem nächstgrößeren Speicher mit 100 Litern wird eine Amortisation von 35 Jahren ermittelt, was wiederum zu einer unwirtschaftlichen Lösung führt. Weiterhin wurde ausgetretenes Paraffin im System festgestellt. Es lagert sich in gekühlter Umgebung wie z. B. der Pumpe ab und bildet ein PCM-Block, der ein gleichmäßiges Durchströmen der Wassermassen behindert. Durch Optimierungsmaßnahmen des Verbundwerkstoffes, könnte eine uneingeschränkte Nutzung in Wassertanks gewährleistet werden.

Simulation der Schüco Smart-Heating-and-Cooling Funktion zur Nutzung von PV-Strom zur Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe unter besonderer Berücksichtigung der Maximierung des Eigenverbrauchs

Andre Göding M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 15. Januar 2013

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

In Kooperation mit: Schüco International KG, Bielefeld



Der Anteil an dezentralen, fluktuierenden Energieerzeugungsanlagen wie zum Beispiel Photovoltaik- oder Windenergieanlagen wächst kontinuierlich und wird zunehmend die konventionelle Energieerzeugung ersetzen. Die zuverlässige und optimale Einbindung regenerativ erzeugter Energie in die Stromversorgungsnetze erfordert dabei massive Investitionen in den Netz- und Speicherausbau sowie flexiblere Energiesysteme zur erzeugungsorientierten Nutzung der erneuerbaren Energien.

Während Speicher und Netzausbau kostenintensiv sind, bietet die intelligente Koordinierung von Erzeugung und Last eine vielversprechende Alternative.

Basierend auf einem Wärmepumpensystem, das der wärme- und kältetechnischen Versorgung eines Gebäudes dient und in dem Anlagensimulationsprogramm TRNSYS umgesetzt wurde, sollte mit Simulationen eine Untersuchung und Optimierung eines Regelalgorithmus erfolgen, der den Wärmepumpenbetrieb in Zeiten mit solarer Stromeigenerzeugung des integrierten Photovoltaikmoduls verschiebt. Schließlich kann das Photovoltaikmodul neben der Bedarfsdeckung des Stromverbrauchs im Haushalt auch die für die Wärmepumpe benötigte Energie liefern. Der restliche Überschuss kann in das Stromnetz eingespeist und vergütet werden. Aufgrund von finanziellen Vorteilen und zur Entlastung des Stromnetzes sollte der PV-Eigenverbrauch gesteigert werden.

Schüco verfolgt in diesem Sinne mithilfe von Lastmanagement das Ziel, den Betrieb eines Wärmepumpenheizsystems in Zeiten mit niedrigen Stromtarifen und hohem Solarstromertrag zu verschieben, um so den Eigenverbrauch an Photovoltaikstrom zu maximieren. Die Lastverschiebung wurde durch Sollwertbeeinflussung umgesetzt und nennt sich Smart-Heating-and-Cooling-Funktion.

Ein wesentliches Problem beim Selbstverbrauch besteht allerdings in der zeitlichen Korrelation zwischen Solarertrag und Stromverbrauch. Denn Solarstrom wird nicht immer dann erzeugt, wenn er benötigt wird, sondern nur, wenn die Sonne scheint.

Zunächst wurden das System mit deaktivierter Smart-Heating-and-Cooling-Funktion und die bisherige Regelungsversion mit ersten implementierten Optimierungsmaßnahmen betrachtet. Es hat sich gezeigt, dass durch die Einführung eines sogenannten Mindestüberschussanteils, der das Ziel hat die Soll-

wertbeeinflussung im Warmwasserbetrieb ab einer definierten PV-Überschussmenge freizugeben, die Gesamt-PV-Nutzung von zuvor 49,8 % auf 56,2 % zu erhöhen. Gleichzeitig stieg der Gesamtstrombedarf aufgrund des erhöhten Wärmebedarfs nur minimal und die vom Netzbetreiber bezogene Strommenge konnte um zwei Prozentpunkte reduziert werden.

In einem zweiten Schritt wurde der PV-Eigenverbrauch weiter optimiert, indem die elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe im Warmwasserbetrieb über Modulation an die Solarstromerzeugung angepasst wurde. Diese Maßnahme allein erreichte zwar keine weitere signifikante Erhöhung des Eigenverbrauchs, der solaren Deckungsgrade oder eine Reduzierung des Gesamtstrombedarfs, dennoch erscheint als positiver Nebeneffekt eine geringere Lärmemission aufgrund des Auslassens der geräuschintensiveren höheren Leistungsstufen.

Ein weiterer Ansatz den Betrieb der Wärmepumpe an den PV-Überschuss anzupassen und zu optimieren war die Integration eines PID-Reglers, der die Modulation steuert. Die erzielten Ergebnisse sind hinsichtlich des Gesamtverbrauchs, Eigenverbrauchs und des Strombezugs im Vergleich mit der Regelung nach PV-Überschuss nicht erfolgreicher, allerdings vielversprechend. Eine Optimierung der PID-Reglereinstellungen deutete in diesem Zusammenhang eventuell weiteres latentes Einsparpotenzial an, weshalb auf dem Gebiet künftige Untersuchungen anknüpfen könnten.

Die Optimierung der Smart-Cooling-Funktion erfolgte über eine Anpassung bzw. Absenkung der Kühlgrenztemperatur im Kühlbetrieb. In Abhängigkeit vom Mindestüberschussanteil und von der Höhe der Absenkung der Kühlgrenze verbessern sich der Eigenverbrauch und die Einhaltung der Komfortansprüche.

Im optimalen Szenario betrug der Anteil des Eigenverbrauchs an der Solarstromerzeugung 58,2 %, was im Vergleich zur Ausgangssituation dieser Arbeit ein Plus von 7,5 Prozentpunkten bedeutet. Parallel dazu sanken der Gesamtstrombedarf für Wärme, Kälte und Haushaltstrom um ein knappes Prozent, sowie der Strombezug um ca. 4 Prozent.

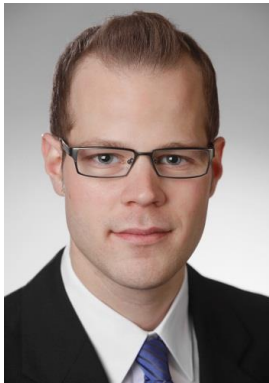
Michael Gövert B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 17. Januar 2013

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

In Kooperation mit: Ingenieurbüro Midiplan für Energie- und Wärmetechnik, Bietigheim-Bissingen



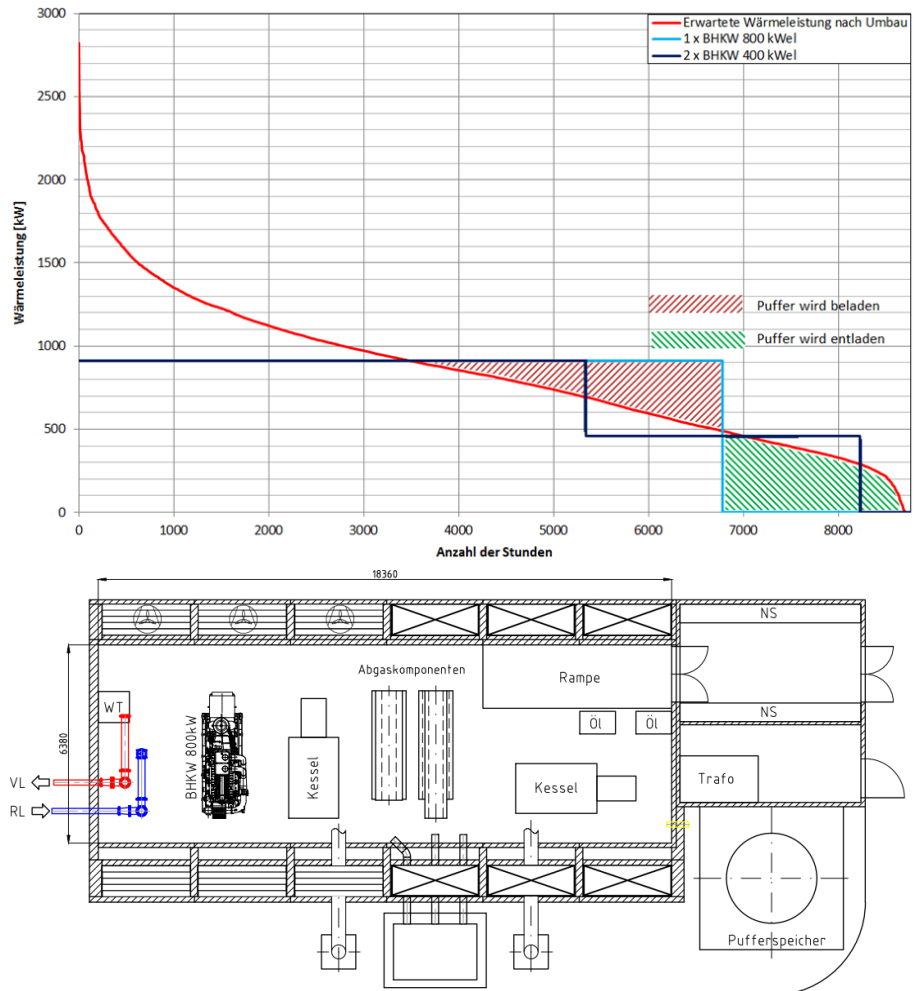
In der Bachelorarbeit wurde ein neues Energieversorgungskonzept für ein Freizeitbad in Süddeutschland ausgearbeitet.

Durch die Erneuerung der Heizzentrale und durch moderne Technik soll der Energieverbrauch und damit die Energiekosten gesenkt sowie Kohlenstoffdioxid eingespart werden.

Für die derzeitige Wärmeversorgung sorgen drei BHKW-Aggregate und zwei Heizkessel. Ein Teil des erzeugten Stroms wird von dem Freizeitbad selbst abgenommen, der größte Teil jedoch in das Netz der Stadtwerke eingespeist.

Die Basis der Arbeit bildet die Grundlagenermittlung, wie zum Beispiel die bestehende Strom- und Wärmeerzeugung und die Ermittlung der Energiebilanzen. Ziel war es, ein technisches Konzept mit verschiedenen BHKW-Varianten zu entwickeln sowie eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit den zugehörigen gesetzlichen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen anzufertigen. Darüber hinaus wurde geprüft, ob es wirtschaftlich ist, die überschüssige Wärme im Grundwasserleiter zu speichern und in Bedarfszeiten zu nutzen, um damit die Laufzeit der BHKW-Anlage zu verlängern und mehr Strom zu erzeugen.

Für zwei Varianten wurden die Hauptkomponenten (BHKW, Kessel und Pufferspeicher) dimensioniert, ein Aufstellungskonzept entworfen und die Einbindung der neuen Anlage in bestehende Systeme beschrieben.



Auf Grund der schlechten Heizwasserqualität wird die BHKW-Anlage hydraulisch vom Netz getrennt (Systemtrennung) und eine Wasseraufbereitungsanlage mit automatischer Nachfüllanlage und Druckhaltung empfohlen.

Schlussendlich sprechen die Erkenntnisse für eine Variante, die ein BHKW mit 800 kW elektrischer Leistung und zwei Heizkessel mit einer thermischen Leistung von jeweils 1,1 MW vorsieht. Diese stellt sich aufgrund der geringeren Investition und den niedrigeren Wartungskosten als die wirtschaftlich Interessantere heraus und ein Aggregat kann auf der zur Verfügung stehenden Fläche leichter untergebracht werden.

Die Ökobilanz zeigt, dass sich 70 Prozent Primärenergie und 41 Prozent Kohlenstoffdioxid pro Jahr gegenüber der Heizkesselvariante einsparen lassen.

Aus energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten wird von der Wärmespeicherung im Untergrund abgeraten.

David Große-Kreul M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. (FH) Rafael Sonnek M.Eng.

Datum des Kolloquiums:

28. Februar 2013

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

In Kooperation mit:

Menerga GmbH, Mülheim an der Ruhr

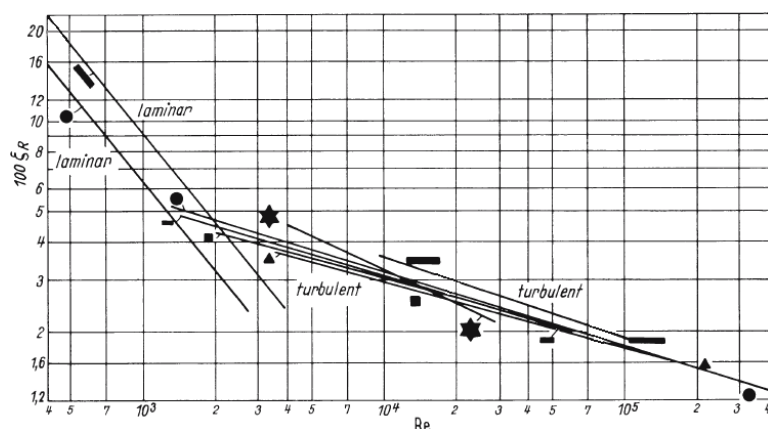


Die Menerga GmbH entwickelt einen Gegenstromwärmeübertrager mit sehr hohen Rückwärmzahlen bei einem sehr geringen Druckverlust. Das Thema der Masterarbeit war die Optimierung dieses rekuperativen Luft/Luft-Wärmerückgewinnungssystems.

Neben Optimierungsmöglichkeiten sollte ein Rechenmodell entwickelt werden, welches den Druckverlust und den Wärmeübergang beschreibt. Die Besonderheit des Wärmerückgewinnungssystems ist der große Gegenstromanteil und die hohe Rückwärmzahl von über 90 %.

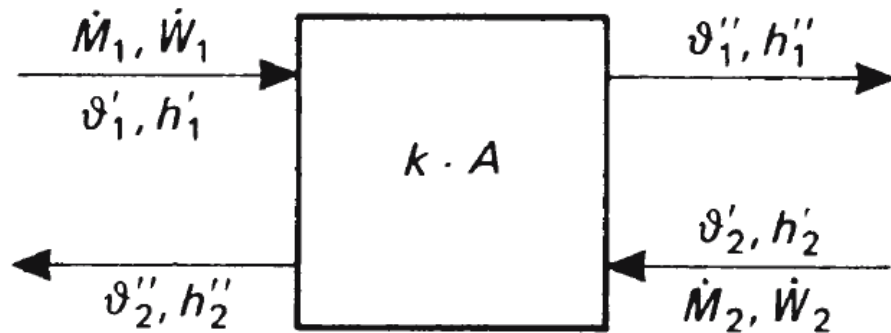


Bei der Druckverlustberechnung ergaben sich Unterschiede zwischen errechnetem und gemessenem Druckverlust. Um die Abweichung im Rechenmodell zu erfassen, wurde der Zetawert mit einem Korrekturfaktor für laminare Strömungen versehen. Durch den VDI-Wärmeatlas wird ein höherer Zetawert bei laminaren als bei turbulenten Strömungen bestätigt.



Der errechnete Druckverlust entsprach nach der Korrektur bis auf wenige Pascal dem Gemessenen.

Um auch den Wärmeübergang der beiden Stoffströme zu berechnen, wurde eine iterative Berechnung nach einem Modell aus dem VDI-Wärmeatlas entwickelt.

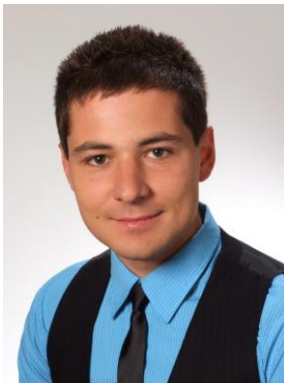


Durch eine empirisch bestimmte Gleichung zur Berechnung der Nusselt-Zahl ist es mit dem Rechenmodell möglich, verschiedene Betriebspunkte zu berechnen. Die iterative Berechnung stellt die gemessenen Temperaturen an den Ein- und Austrittsseiten des Rekuperators bis auf weniger als ein Kelvin genau dar.

Das Optimierungspotenzial des Wärmerückgewinnungssystems wächst mit steigenden Energiepreisen. Bei aktuellen Energiepreisen sind hocheffiziente Wärmerückgewinnungssysteme in vielen Bereichen lohnenswert einsetzbar. Steigen die Energiepreise, wie es zu erwarten ist, weiter an, dann werden hocheffiziente Wärmerückgewinnungssysteme immer eine wichtige Investition sein.

Andre Grote B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Tobias Gödecke
Datum des Kolloquiums:	11. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	ZWP Ingenieur AG, Köln



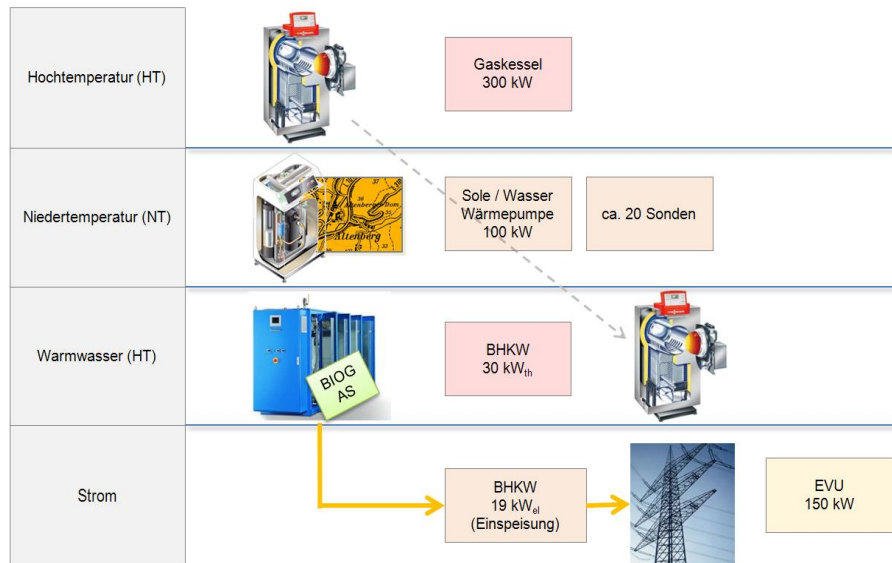
Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass sich lediglich die älteren Menschen daran erinnern, dass nur ein Raum in einem Haus geheizt wird. Im letzten halben Jahrhundert führte die Technisierung zu dem Wunsch nach mehr Komfort. Ermöglicht haben diesen Komfortanspruch unter anderem die fossilen Energieträger. In der Zeit der Technisierung standen diese fossilen Energieträger nahezu unbegrenzt zu Verfügung. Mit der immer größeren Nachfrage wurden diese Energieträger immer knapper. Deshalb ist das Ziel, unabhängiger von fossilen Brennstoffen zu werden und zunehmend erneuerbaren Energien einzusetzen.

Ziel der Arbeit ist die Erstellung eines Energiekonzeptes für eine Jugendbildungsstätte in Altenberg. Die Jugendbildungsstätte Haus Altenberg hat sich als Ziel gesetzt, bis zum Jahre 2020 nahezu auf fossile Brennstoffe verzichten und stattdessen auf eine regionale Versorgung mit Energieträgern zu setzen. Des Weiteren soll der bisherige CO₂ Ausstoß reduziert werden. Um dies zu realisieren, muss der Bedarf an Wärmeenergie des Gebäudes reduziert und der Einsatz regenerativer Energiequellen unter wirtschaftlichen Aspekten untersucht werden.

Aus diesem Grund wurde sich zu allererst mit der Sanierung der Gebäudehülle auseinandergesetzt. Mit der modernisierten Gebäudehülle ergeben sich neue Heizlasten. Um diese kleineren Heizlasten abzudecken, bieten sich Flächenheizsysteme mit einem geringen Temperaturniveau an. Lediglich in dem denkmalgeschützten Altbau sind die spezifischen Heizlasten in W/m² so hoch, dass eine Beheizung über Flächenheizsystemen nicht möglich ist. In den Bereichen werden Heizkörper vorgesehen. Zudem werden eine Lüftungsanlage und eine zentrale Warmwasserversorgung vorgesehen. Somit wird die Wärmeversorgung in zwei Temperaturbereiche aufgeteilt. Das Hochtemperatursystem übernimmt die Heizkörper und die Warmwasserbereitung. Das Niedertemperatursystem versorgt die Flächenheizsysteme und die Heizregister in der Lüftungsanlage.

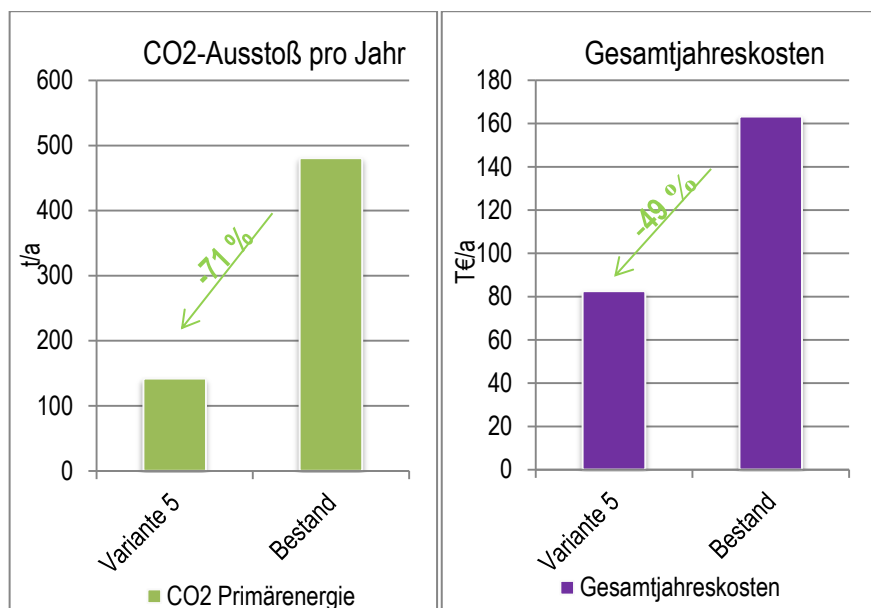
Unter Abwägung der örtlichen Gegebenheiten und der neuen Beschaffenheit des Gebäudes wurden im Anschluss sechs verschiedene Wärmeversorgungskonzepte entwickelt. Dabei dienen die Varianten eins bis drei einer Voruntersuchung, welches Grundlastsystem zum Einsatz kommen kann. Im Folgenden wurden Erweiterungen, wie z. B. die Einbindung eines BHKW untersucht. All diese Untersuchungen sind in Hinblick auf Ökonomie und Ökologie wirtschaftlich betrachtet worden.

Unter Berücksichtigung aller wirtschaftlichen Parameter aus der VDI 2067 ist die Variante fünf ein idealer Kompromiss aus Ökologie und Ökonomie. Diese Variante wird in folgender Abbildung dargestellt.



In dieser Variante übernimmt ein Gasbrennwertkessel den Hochtemperaturbereich. Um mit dem BHKW eine hohe Anzahl an Vollbenutzungsstunden zu erreichen, wird dieses möglichst klein gewählt. Aus dem Grund wird für die Warmwasserbereitung ein Pufferspeicher von 6000 l eingesetzt. Der erzeugte Strom wird zu 100 % eingespeist. Der Niedertemperaturbereich weist eine Heizlast von bis zu 275 kW auf. Um die Wärmepumpe nicht unnötig groß und somit teuer werden zu lassen, wird die Leistung auf 100 kW begrenzt. Mit diesen 100 kW können 93 % der benötigten Wärmemenge abgedeckt werden. Die restlichen 7 % werden mittels Hochtemperatursystem versorgt.

Ein Vergleich der Variante fünf mit der Bestandslänge und somit die enorme Verbesserung der Ökologie und Ökonomie wird auf folgender Abbildung deutlich.



Björn Güldenarm M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 26. April 2012
Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energietechnik
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit: Strom- und Gasversorgung Versmold GmbH, Versmold



Die im Rahmen der Arbeit durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergeben, dass sich durch eine explizite, für den jeweiligen Einsatzort bestimmte Anlagentechnik der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung mit BHKW-Anlagen wesentliche Einsparungen ergeben können. Der Einsatz von neuen BHKW-Anlagen bzw. dezentralen Energiewandlungsanlagen auf der Kläranlage Versmold wird auf Grundlage der Wirtschaftlichkeitsberechnungen befürwortet.

Die Gegenüberstellung der hier ausgewählten BHKW-Anlagen zeigt auf, dass der wesentliche Parameter, nach dem eine Investition als ökonomisch und ökologisch sinnvoll bewertet wird, durch die Volllast-Jahresbetriebsstunden bestimmt wird. Die Aggregate liefern allesamt eine angemessene Volllastbetriebsstundenzahl von 8.000 Stunden pro Jahr, was wiederum auf eine gute Auslastung und Dimensionierung der Anlage schließen lässt. Infolgedessen beläuft sich die gesamte Betriebslaufzeit der Maschine auf ca. 80.000 Stunden.

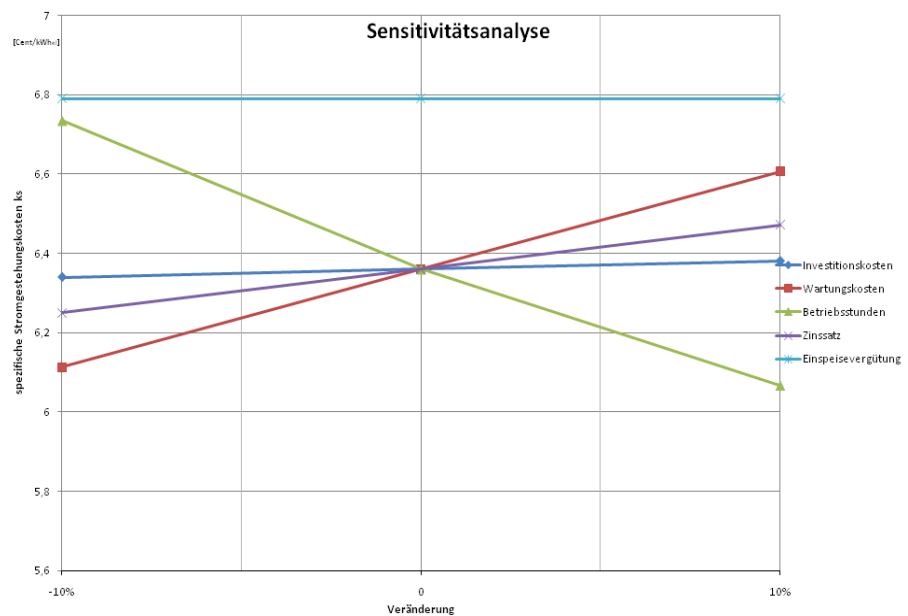
Die hohe Stromerzeugung und die damit verbundene Einspeisevergütung von seinerzeit 6,79 Cent/kWh_{el} sind der Grund der zu erwartenden positiven Jahresüberschüsse. Da die BHKW-Anlage auf der Kläranlage Versmold nach der stromorientierten Fahrweise dimensioniert wurde und die Wärme in diesem besonderen Fall eine untergeordnete Rolle spielt, sind die Einsparungen durch die vollständige nutzbare Wärme nicht in die Berechnungen mit eingeflossen.

Diese würden das Ergebnis zusätzlich verbessern. Die erzielte CO₂-Reduzierung durch den Betrieb der BHKW-Anlage ist begründet durch den spezifischen Brennstoffemissionsfaktor für Klärgas von 0 kgCO₂/kWh_{BR} gegenüber der CO₂-Erzeugung bei konventionellem Betrieb mit einer Niedertemperatur Heizkesselanlage und Strombezug aus einem fossilen Kondensationsdampfturbinen-Kraftwerk und beläuft sich auf eine absolute Einsparung von 1.157 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Dies ist somit ein weiterer wichtiger Indikator für die hierdurch bewiesene ökologisch sinnvolle Investition. Diese KWK-Anlagentechniken werden von der Bundesregierung besonders gefördert. Mit Hilfe der Gegenüberstellung der einzelnen Varianten erwies sich das Gas-Otto-Motor-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 123 kW_{el}, einem elektrischen Wirkungsgrad von 36,1 % und einem Kopplungswirkungsgrad von 88,9 % als ökonomisch beste Investi-

tion, wobei alle drei Anlagenvarianten wirtschaftlich dicht beieinanderliegen. Die in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen verwendeten Parameter beruhen zum einen auf Herstelleranfragen und zum anderen auf Erfahrungswerten. Der Einsatz eines Zündstrahl-BHKW ist trotz des höheren elektrischen Wirkungsgrades nicht die beste Alternative, da hierbei die Mehrkosten durch das Zündöl (z. B. Biodiesel, RME) den Jahreskosten zugerechnet werden müssen.

Durch die Sensitivitätsanalyse hat sich gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Veränderungen von +/- 10 % bei den Parametern Volllast-Betriebsstundenzahl und Wartungskosten äußerst sensibel reagiert. Die anderen Parameter, Investitionskosten und Zinssatz, weisen bei der jeweiligen Abweichung nur geringe Änderungen auf. In der dargestellten Grafik lässt sich erkennen, dass trotz der Abweichungen die spezifischen Stromgestehungskosten unter der Einspeisevergütung liegen. Daraus resultiert, dass die Anlage wirtschaftlich zu betreiben ist.



Eine zusätzliche effiziente Steigerung für die Zukunft wäre, die BHKW-Anlage mit einer Klärschlamm-trocknung zu kombinieren. Dabei würden die feuchten Klärschlämme vor der Ablagerung mittels der Abwärme der BHKW-Anlage erhitzt und somit der Feuchtegehalt erheblich gesenkt. Folglich könnten die Kosten für die Klärschlamm-trennung beträchtlich reduziert werden. Abschließend lässt sich festhalten, dass der Austausch der sanierungsbedürftigen "Alt-BHKW-Anlagen" durch eine moderne und hochenergieeffiziente BHKW-Anlagentechnik sinnvoll ist.

Es wurde mit Hilfe der Wirtschaftlichkeitsberechnungen und der Emissionsbilanzierung festgestellt, dass die BHKW-Anlagentechnik ökonomisch und ökologisch sinnvoll zu betreiben ist. Fördergelder für die Erneuerung der BHKW-Anlagen mit hoher Energieeffizienz stehen von der BAFA zusätzlich zur Verfügung.

Dimensionierung und Simulation eines Luft-Erdwärmetauschers für den Neubau eines Energie-Erlebniscentrums einschließlich einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Hannes Hake B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. (TU) Thomas Nowotny
Datum des Kolloquiums:	21. November 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluftechnik
In Kooperation mit:	v+w ingenieurplanung, Bremen



Die Bachelorarbeit befasst sich mit der Dimensionierung, Simulation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Luft-Erdwärmetauschers für den Neubau eines Veranstaltungsgebäudes.

Die effiziente Energieversorgung im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau erhält aufgrund der stetig steigenden Preise für die Energieversorgung einen immer wichtigeren Anteil. So wird heutzutage viel Wert auf eine energieeffiziente Bauweise und Energieversorgung gelegt.

Auch durch die Energiewende, den Umstieg von der fossile-nuklearen Energieerzeugung auf eine erneuerbare, nachhaltige Energiegewinnung, sind vor allem regenerative Energien wie Windkraft, Wasserkraft, solare Strahlung und Erdwärme gefragt.

Der thermische Energiebedarf des Gebäudes soll durch eine Wärmepumpe mit Erdsonden sichergestellt werden. Für die Verteilung der thermischen Energie im Gebäude sorgen Deckenstrahlplatten, sodass die Lüftungsanlage nur den geforderten Frischluftvolumenstrom sicherstellen muss. Die Frischluftzufuhr ist zusätzlich über CO₂-Sensoren geregelt.

Das Lüftungskonzept sieht ein Quellluftsystem vor, welches die Zuluft impulsarm in Bodennähe über Quellluftauslässe einbringt. Durch das Quellluftsystem wird die Zuluft nur mit einer geringen Untertemperatur eingebracht, welches die Nutzung eines Luft-Erdwärmetauschers begünstigt.

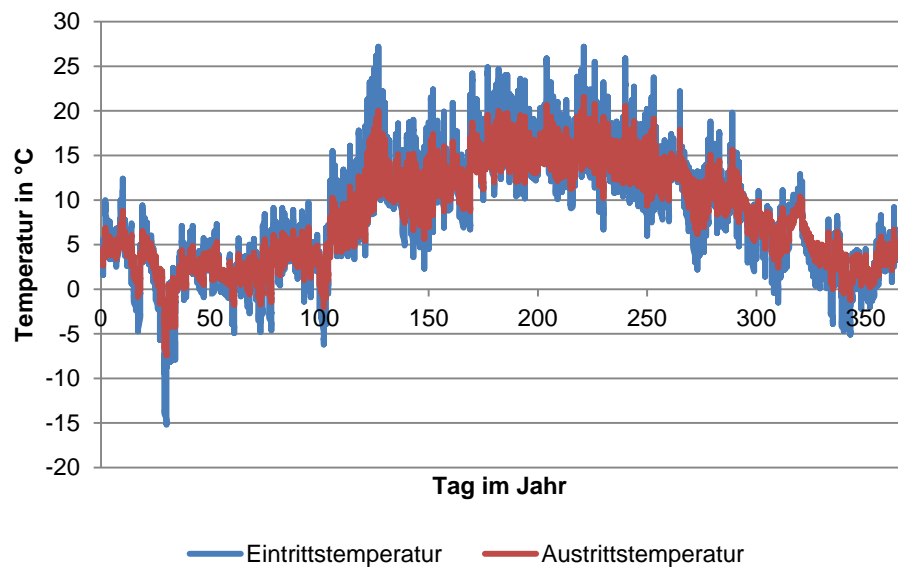
Der für das Gebäude eingesetzte Luft-Erdwärmetauscher kann mittels eines im Erdreich verlegten Rohres, zur Aufheizung der Luft im Winter und zur Abkühlung der Luft im Sommer, die Außenluft vorkonditionieren. Die Vorkonditionierung verspricht einen geringeren Energiebedarf für die Kühlung und Beheizung der Außenluft.

Die Wärmeübertragung des Luft-Erdwärmetauschers ist von vielen verschiedenen Parametern abhängig wie z. B. den Erdreieigenschaften, dem Klima am Standort, den Rohrabmessungen, den Rohreigenschaften und der Verlegetiefe, um nur einige zu nennen. Daher wurde der Luft-Erdwärmetauscher mit Hilfe von Vorprüfkennzahlen ausgelegt, da sonst zahlreiche aufwendige Simulationen notwendig gewesen wären.

Diese Vorauslegung wurde mit Hilfe einer frei zugänglichen Software simuliert und somit die Vorauslegung überprüft und genauer berechnet. Diese Software ist ein numerisches Simulationsmodell. Die Berechnung eines Luft-Erdwärmetauschers ist ein dreidimensionales Erdtemperatur- und Bodenfeuchtemodell, welches eine enorme Anzahl an Rechenschritten und Spei-

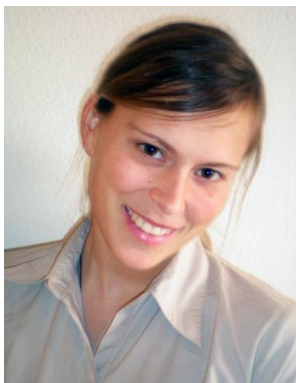
cherplatz verbraucht und daher in ein zweidimensionales Problem überführt wird. Dies ist nur möglich, da die untersuchten Austauschprozesse sich aufgrund eines Temperatur- und Feuchtegradienten im Boden einstellen. Hohe Gradienten treten nur in bestimmten Richtungen im Erdreich auf, in einigen Ebenen stellen sich dahingegen vernachlässigbar kleine Gradienten ein. Daher kann das Modell in ein zweidimensionales Modell überführt werden. Nach der Simulation wurde die eingesparten Heiz- und Kühlenergie ermittelt und bewertet. Die eingesparte Heizenergie wurde unter bestimmten Parametern zu 15.900 kWh und die eingesparte Kühlenergie zu 14.700 kWh ermittelt. Aufgrund der gegebenen Randparameter konnte der Luft-Erdwärmetauscher nicht auf eine höhere Leistung ausgelegt werden. Eine genaue Auslegung ist nur möglich, wenn möglichst alle Einflussgrößen bekannt sind. Dies ist oft nicht der Fall. Die Vorkonditionierung der Außenluft mit Hilfe des Luft-Erdwärmetauschers ist energetisch gesehen sinnvoll. Abschließend kann angemerkt werden, dass der L-EWT die regenerativen Energien nutzt und nicht auf fossile Energieerzeugung zurückgreift, was den CO₂-Ausstoß deutlich senkt.

Eintritts- und Austrittstemperatur des L-EWT



Judith Heidler B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christoph Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Datum des Kolloquiums:	27. August 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Abwassertechnik / Gewässerreinigung
In Kooperation mit:	National Water Supply & Drainage Board / Sri Lanka



Abwassertechnik in den Tropen bedeutet meist auch Entwicklungshilfe, da die meisten tropischen Länder Entwicklungsländer sind.

So sind die Abwasserbehandlungsmethoden so zu wählen, dass sie den tropischen Klimaverhältnissen angepasst sind, sowie den Anforderungen eines Entwicklungslandes gerecht werden.

Tropische Klimaverhältnisse sind Temperaturen über 18 °C, auch im kältesten Monat. 500 mm bis 1.500 mm Niederschlag in sommerfeuchten Tropen, 2.000 mm – 4.000 mm Niederschlag in immer feuchten Tropen. Die Sonne steht immer sehr hoch und es gibt keine saisonalen Temperaturschwankungen.

Durch die hohen Temperaturen wird die biochemische Reaktionsgeschwindigkeit erhöht, daraus lässt sich schließen, dass der Abbau durch Mikroorganismen, sprich biologische Aufbereitungsmethoden, für tropische Gebiete gut geeignet sind.

Außerdem sollten die Anwendung und der Betrieb der Verfahren einfach und kostengünstig sein und für Betrieb und Wartung kein Fachpersonal benötigen. Optimal wäre ein Betrieb ohne Energieaufwand, der den Anforderungen von Entwicklungsländern gerecht werden würde.

Als Methoden sind daher für die mechanische Reinigung, die zur Vorklärung und genauso zur Nachklärung eingesetzt wird, einfache Rechen und Siebe geeignet. Als Sandfang ist ein konischer Trog einsetzbar, der langsam durchflossen wird. Einfache Rottefilter lassen sich aus organischem Material wie Stroh bauen. Diese werden nach der Anwendung der Kompostierung überführt. Filter aus Kokosnusssfasern und Reisschalen können ebenfalls zur Partikelabscheidung eingesetzt werden.

Anaerobe biologische Abwasserreinigung ist gut einsetzbar. Die Faulgrube ist die wohl bekannteste Abwasserbehandlungsmethode auf der Welt. Einfach in Aufbau, platzsparend, da unterirdisch. In ihr werden die Nährstoffe von Mikroorganismen unter Luftausschluss ausgefault. In etwa auf der gleichen Wirkungsweise arbeitet ein Imhoff-Tank. Hier ist der Ausfaulraum mit Trennwänden vom darüber liegenden Durchflussraum getrennt. In einem UASB-Reaktor – Upstream Anaerobic Sludge Blanket, die genaue Bezeichnung, bildet sich ein schwebender grobkörniger Schlamm aus, in dem die Nährstoffe durch Mikroorganismen abgebaut werden. Das anfallende Biogas, das bei der

anaeroben biologischen Abwasserreinigung entsteht, kann nach oben hin entweichen.

Tropfkörper, wie in Abbildung 1 gezeigt, Tauchkörper und Belebungsanlage gehören zu den biologischen Aufbereitungsmethoden. Hier werden die Nährstoffe anaerob, anoxisch (nur gebundener Sauerstoff ist vorhanden) und aerob und Mikroorganismen, die auf einer festen Bewuchsfläche wachsen oder freischwimmend einen Belebtschlamm bilden, abgebaut.



Abbildung 2: Tropfkörper in der Abwasserbehandlungsanlage in Soysapura

Bei den naturnahen biologischen Verfahren können viele verschiedene Abbauprozesse parallel ablaufen. Sie nutzen die Reinigungskraft des Bodens, des Wassers und der Pflanzen aus, um Abwasser aufzubereiten. Sie benötigen keine spezielle Technik, keinen Strom und sind leicht zu warten und auch zu bauen. So können Filtergräben, Pflanzenkläranlagen und Abwasserteiche, wie in Hikkaduwa, Abbildung 2, im Süden Sri Lankas, einen guten Einsatz in tropischen Gebieten finden.



Abbildung 2: Abwasserteichsystem in Hikkaduwa

Die tropischen Temperaturen und die direkte Sonneneinstrahlung begünstigen sogar die Abwasserreinigung mit diesen naturnahen Methoden.

Ein Beispiel für den Einsatz ist die Aufbereitung des Abwassers von Dehiwala/Mount Lavinia, einem Stadtteil nördlich von Colombo, der Hauptstadt Sri Lankas. In Soysapura wird das Abwasser durch ein Abwassernetz gesammelt und aufbereitet. Dazu stehen eine Anlage mit Tropfkörpern und eine neue Belebungsanlage zur Verfügung. Da der Einsatz von hochtechnisierten Belebungsanlagen in Entwicklungsländern selten Verwendung findet, wird der Anschluss des Abwassernetzes von Dehiwala/Mount Lavinia an die Tropfkörperanlage bevorzugt.

Gegenüberstellung verschiedener Normen zur Bestimmung des erforderlichen Außenluftvolumenstroms

Jan-Oliver Hense B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 24. Oktober 2012

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

In Kooperation mit: agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren



Der Mensch benötigt Luft beziehungsweise den darin enthaltenen Sauerstoff zum Leben. Oftmals reicht eine natürliche Lüftung jedoch nicht aus, um den Bedarf an Sauerstoff zu decken. Die Aufgabe der Lüftungstechnik besteht daher darin, das Wohlbefinden und die Gesundheit der sich in dem Raum befindlichen Menschen sicherzustellen. Je nach Gebäude- und Nutzungsart gelten verschiedene Normen, die mitunter voneinander abweichende Ergebnisse bei gleichen Bedingungen liefern.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es die Berechnungsverfahren der Normen in Form einer Arbeitsmappe mit Excel zu erstellen, anschließend diese in einem Berechnungsbeispiel zu verwenden und abschließend die Ergebnisse einerseits zu vergleichen und andererseits anhand von Kenngrößen wie der CO₂-Konzentration die Plausibilität dieser einschätzen zu können.

Die Arbeitsmappe hat die Berechnungsverfahren aus den unterschiedlichen Normen in jeweils entsprechend benannten Tabellenblättern hinterlegt. Die Berechnungen wurden soweit vereinfacht implementiert, dass lediglich die spezifischen Raumdaten (Fläche und Höhe) und die Nutzung des Raumes in Form einer Zahl eingegeben werden müssen.

Bei der Beispielrechnung ließ sich feststellen, dass die Abweichungen der Ergebnisse aus den Berechnungen nach den unterschiedlichen Normen bei einer Nutzung als Büro- beziehungsweise Hotel-Etage bei 8 % bis 14 % lagen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass aus der Vielzahl an normenspezifischen Kategorien der Raumlufqualität diejenigen gewählt wurden, die eine Vergleichbarkeit ermöglichten. Daher sollte anschließend eine Beurteilung der unterschiedlichen Kategorien und dementsprechend der Qualität des Raumklimas mit Hilfe eines Programms, das Luftwechsel anhand der CO₂-Konzentration im Raum bewertet, stattfinden.

Demgemäß ließ sich nachweisen, dass die Klassifizierung der Kategorien in den entsprechenden Normen der sich einstellenden Raumlufqualität entspricht. Folglich kann im Vorfeld in Absprache mit dem Bauherrn ohne eine Angabe von fachspezifischen Werten durch Festlegung der Kategorie der Raumlufqualität eine raumluftechnische Anlage ausgelegt werden. Allerdings hat sich auch gezeigt, dass bereits geringe nachträgliche Änderungen in den Raumgegebenheiten eine Verschlechterung der Raumlufqualität bedeuten kann.

Andrea Hergesell B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Christoph Glanemann
Datum des Kolloquiums:	25. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Labor Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung
In Kooperation mit:	Stadtwerke Greven GmbH, Greven

Mit dem Beschluss des Bundestages zum stufenweisen Atomausstieg bis zum Jahre 2022 und der damit verbundenen Energiewende, weg von der zentralen Versorgung durch große konventionelle Kraftwerke, hin zur dezentralen Energieversorgung vermehrt durch regenerative Energieträger, kommen neue Herausforderungen auf die Versorgungsnetzbetreiber zu.

Der Trend hin zur dezentralen Energieversorgung zeigt sich im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Greven GmbH vor allem durch die Installation von Photovoltaikanlagen. Im Zuge des weiteren Ausbaus wurde beschlossen die Netzberechnungssoftware GISMobil-Necal zu beschaffen, um zukünftig Lastflussrechnungen im Niederspannungsnetz durchführen zu können.

In dieser Arbeit wird zunächst ein allgemeiner Blick auf die Grundlagen der Photovoltaik und der Lastflussberechnung geworfen, bevor dann auf die spezifischen Daten des Versorgungsgebietes eingegangen wird, die zunächst im Netzberechnungsprogramm zu erfassen sind.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit sind praktisch Lastflussrechnungen unter Zuhilfenahme der Netzberechnungssoftware GISMobil-Necal durchzuführen, um die Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf das Niederspannungsnetz aufzuzeigen sowie die unterschiedliche Angabe der Lasten bei Wohn- und Gewerbeeinheiten. Im Blickpunkt stehen die Spannungen und Ströme auf den Phasen L1, L2 und L3, der Spannungsverlust und die Spannungsüberhöhung, die Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie der Leistungsfaktor.

Beispielhaft wird eine Ortsnetzstation, die ein Wohngebiet versorgt, in der einige Photovoltaikanlagen installiert sind, ausgewählt und zunächst der Ist-Zustand berechnet und analysiert, sowohl ohne als auch mit der Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom aus Photovoltaikanlagen.

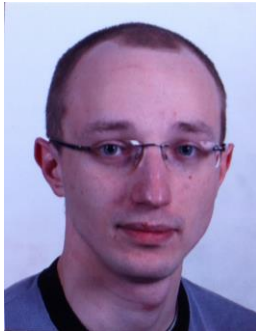
Im nächsten Schritt folgen dann theoretische Planungen. Dabei wird überprüft, ob an die ausgewählte Ortsnetzstation 40 weitere Einfamilienhäuser angeschlossen werden können und dabei wird eine Betrachtung der möglichen Investitionskosten vorgenommen. Im Anschluss wird jeweils eine Berechnung für den Fall, dass auf jedem neuen Einfamilienhaus eine Photovoltaikanlage installiert wird, einmal mit einphasiger und mit dreiphasiger Einspeisung, durchgeführt, um die Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf das Niederspannungsnetz aufzuzeigen.

Alexander Herz B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 27. April 2012

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



Der Landkreis Steinfurt, bestehend aus 24 Städten und Gemeinden, hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 energieautark zu werden, also bilanziell eine unabhängige Energieversorgung aus erneuerbaren Energien zu realisieren.

Aufgrund des besonders hohen Stellenwerts der Landwirtschaft für die Wirtschaft der Region ist es sinnvoll, einschlägige Daten aus den Bereichen Tier- und Pflanzenproduktion zu ermitteln und zu bilanzieren. Diese Bilanzen sind wichtig, um Aussagen über Potenziale in der Energiegewinnung durch Biogasanlagen zu machen, Engpässe in den Kreisläufen zu erkennen sowie Einsparpotenziale und Optimierungsmöglichkeiten aufzudecken.

Als Beitrag für nachfolgende Analysen in dem Bereich war es das Ziel dieser Bachelorarbeit, diese Daten zu ermitteln und zu bilanzieren. Dabei wurden einschlägige Stoffströme in der Tierproduktion ermittelt und sowohl energetisch als auch monetär bewertet. Abbildung 1 zeigt einen Auszug der ermittelten Stoffströme der Tierproduktion.

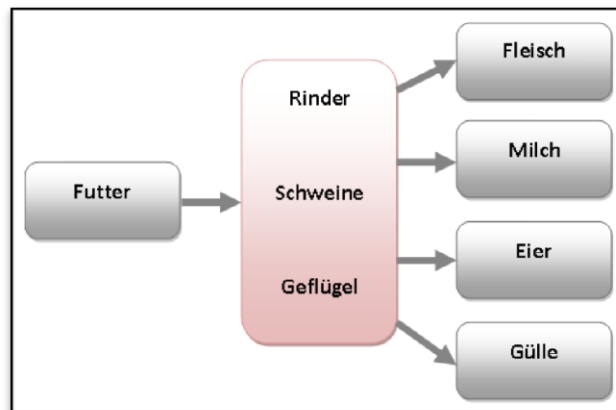


Abbildung 1: Stoffströme der Tierproduktion

In dem Bereich der Pflanzenproduktion wurde die derzeitige Flächensituation dargestellt und Erträge ausgewählter Fruchtarten, sowie der Düngemittelbedarf ermittelt. Zudem wurden die für weitere Analysen notwendigen, zu ermittelnden Stoffströme in der Pflanzenproduktion aufgezeigt um einen möglichen Kreislauf zur Tierproduktion herstellen zu können. Anhand der ermittelten Daten wurden schließlich Rückschlüsse auf die Versorgung des Kreises Steinfurt gemacht.

Die Ermittlung und Bewertung wesentlicher Stoffströme in der Landwirtschaft hat gezeigt, dass Potenziale für einen energieautarken Kreis Steinfurt durchaus vorhanden sind. So existiert aufgrund der hohen Viehdichte der Region ein hohes Angebot an Wirtschaftsdünger. Selbst bei Versorgung der Ackerflächen steht ein Energiepotenzial der Gülle von etwa 200.000 MWh/a zur Verfügung. Die tierischen Erzeugnisse übersteigen den Bedarf der Region insgesamt um mehr als das 8-fache. Es hatte sich im Laufe der Bearbeitung jedoch ebenfalls gezeigt, dass wichtige Aspekte in der Landwirtschaft aufgrund unzureichender Datenbasis nicht betrachtet werden konnten.

Für ein effizientes Stoffstrom-Management müssen also gezielte Datenerhebungen explizit für den Kreis Steinfurt durchgeführt werden. In Anbetracht der in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse ist das vorhandene Potenzial der Landwirtschaft dieser Region den Aufwand durchaus wert.

Auswirkungen der Berechnungsvarianten nach EnEV 2009 und DIN V 18599:2007 auf die Aussage des Energieausweises für ein Einkaufszentrum

Jens Hiller M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Dr. rer. nat. Carsten Blindauer

Datum des Kolloquiums: 07. Dezember 2012

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

In Kooperation mit: ITGB, Dinslaken



Die am 04.01.2003 veröffentlichte EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz für Gebäude“ hatte sich zum Ziel gesetzt, die Treibhausgase in der EU um 8 % zu senken. Erreicht werden sollte dies nicht nur durch Mindeststandards beim Bauen, sondern auch in Form von Energieausweisen, um Gebäude energetisch bewertet werden zu können. Alle Mitgliedsstaaten waren verpflichtet, die Richtlinie innerhalb von 3 Jahren in nationales Recht zu überführen.

Sowohl die EnEV 2009 als auch die DIN V 18599:2007 bilden derzeit in Deutschland die Berechnungsgrundlage für den Energieausweis. Dabei beinhalten sowohl die Verordnung als auch die Norm unterschiedliche Verfahren zur Erstellung von Ausweisen. Insbesondere wegen der Komplexität der DIN V 18599:2007 sind häufig die Auswirkungen einzelner Berechnungsverfahren auf das Gesamtergebnis nicht näher bekannt.

Im Rahmen der Masterarbeit sollen die Auswirkungen der unterschiedlichen Berechnungsvarianten näher betrachtet werden, um die Aussagekraft des Energieausweises kritisch bewerten zu können. Mögliche Gründe für das Zustandekommen einzelner Variantenergebnisse werden dabei erläutert.

Da der berufliche Schwerpunkt der Ingenieurgesellschaft ITGB in der Energieoptimierung für gewerbliche Gebäude liegt, wurden die Varianten am Beispiel eines Einkaufszentrums verglichen.

Ausgangspunkt aller Vergleiche bildet dabei eine sogenannte Standardvariante (vgl. Abb. 1), in der kaum Verfahren zur Vereinfachung Anwendung fanden und der ausschließlich Standardwerte hinterlegt sind.

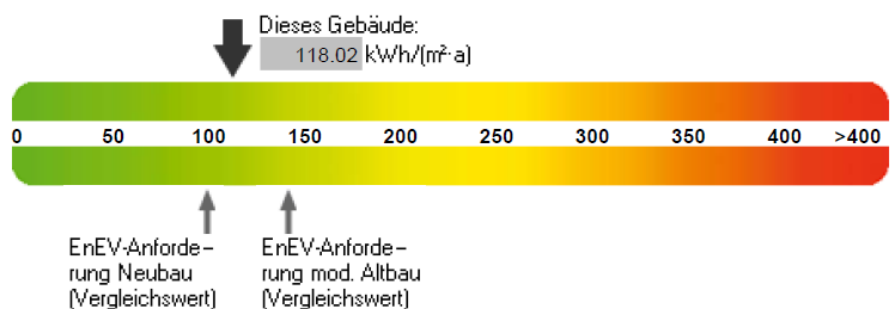


Abb. 1 Energieausweis Standardvariante (Vergleichswert: 146,17 kWh/(m²a))

Es besteht die Möglichkeit, dass sich je nach Ausfertigungsgrund für den Energieausweis die zu erreichenden Ergebnisse voneinander unterscheiden. Während bei einem Verkauf einer Immobilie ein möglichst niedriger Jahresprimärenergiebedarf im Vordergrund steht, ist es für die Beantragung von Fördermitteln zur Sanierung wichtig, eine größtmögliche Differenz gegenüber dem Vergleichswert des sog. Referenzhauses zu erreichen. Vor diesem Hintergrund wurden die Erkenntnisse aus den einzelnen Variantenergebnissen angewandt, um zwei verschiedene Worst und Best Case Szenarien zu erzeugen. Das Worst und Best Case Szenario 1 (vgl. Abb. 2) haben das Ziel, eine möglichst kleine bzw. große Differenz gegenüber dem Anforderungswert zu erzielen. Die Worst und Best Case Szenarien 2 (vgl. Abb. 3) zielen auf einen möglichst niedrigen bzw. hohen Primärenergiebedarf ab.

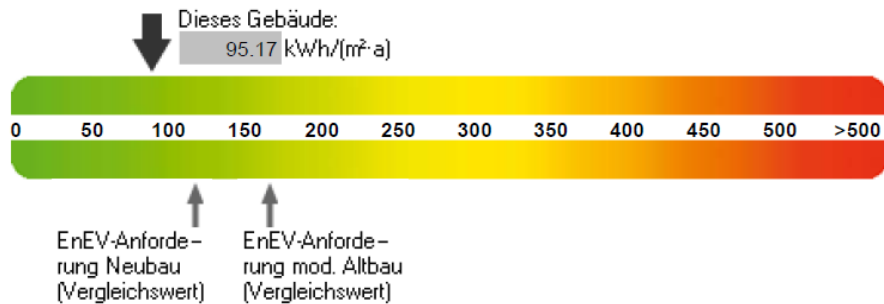


Abb. 2: Best Case 1 (Vergleichswert: 172,97 kWh / (m²a))

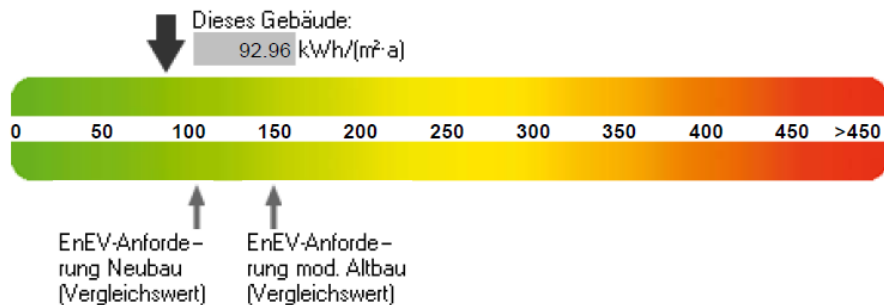


Abb.3 Best Case 2 (Vergleichswert: 154,56 kWh / (m²a))

Aufgrund der Komplexität der DIN V 18599:2007 war es zudem für die Masterarbeit notwendig eine Raumbtabelle zu programmieren, um die mit der Energieausweiserstellung verbundene Zonierung leichter und schneller umzusetzen. Diese Tabelle bietet den Vorteil, nachträgliche Änderungen ohne hohen Aufwand zu berücksichtigen. Die Tabelle dient als Arbeitsmittel und soll in Unternehmen ein effizientes und wirtschaftliches Arbeiten gewährleisten. Ferner ist sie Bestandteil des in der Masterarbeit abgebildeten Leitfadens zur Erstellung von Energieausweisen für gewerbliche Gebäude.

Potenzial von Elektroheizern zur Fernwärmeversorgung vor dem Hintergrund zukünftig zunehmender volatiler Stromeinspeisung von erneuerbaren Energien

Sascha Hoffmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

24. Oktober 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

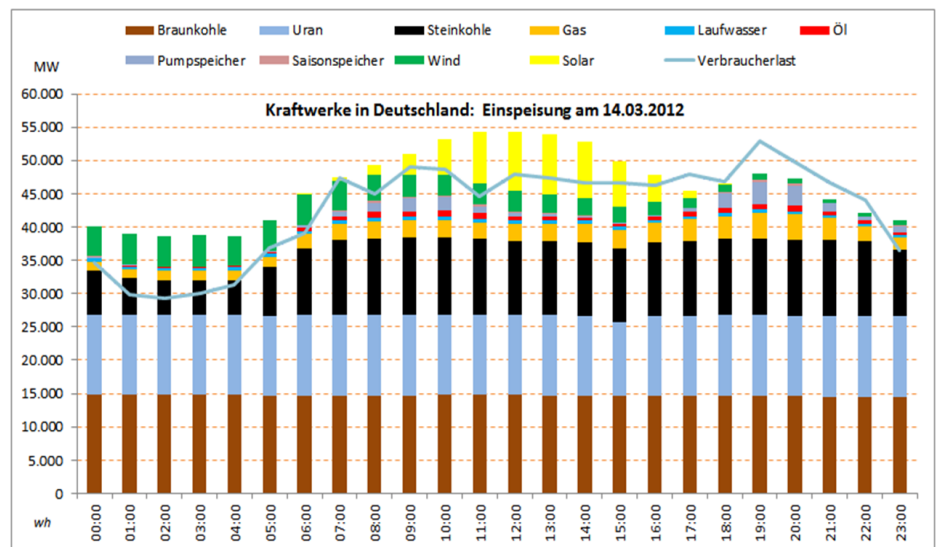
Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Rheinenergie AG, Köln



Der politische Wille ist es, den Anteil erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung auszubauen. Dies erfordert eine Anpassung des gesamten Energiesystems, insbesondere des Zusammenspiels von volatiler Stromeinspeisung aus Wind und Sonne, konventionellen Kraftwerken, Speichern und der Nachfrageseite. Durch die volatile Einspeisung aus Wind und Sonne in Verbindung mit einer geringen Nachfrage der Verbraucher an Wochenend- oder Feiertagen, entsteht überschüssiger Strom, woraus sinkende Strompreise resultieren.

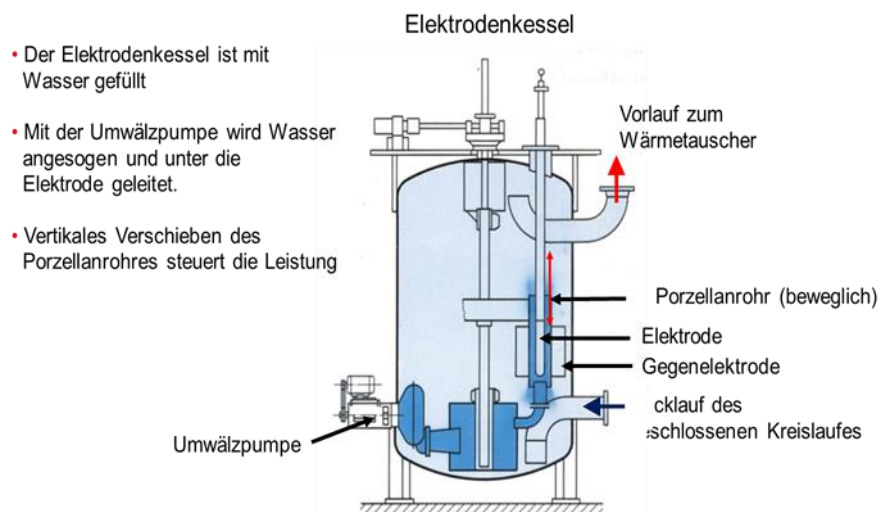


Der Bedarf an Regellenergie steigt, um die Netzfrequenz einhalten zu können. Damit erhöht sich auch die Anforderung an die Flexibilität konventioneller Kraftwerke. Eine Möglichkeit diese bereitzustellen besteht darin, einen elektrischen Erhitzer in ein KWK-Kraftwerk einzubinden. Zu Zeiten hoher Stromeinspeisung durch Wind und Sonne würde der E-Heizer am Kraftwerks-Standort den überschüssigen Strom nutzen um damit Wärme für das Fernwärmenetz bereitzustellen.

In dieser Arbeit wurde der Einsatz eines E-Heizers am KWK-Kraftwerks-Standort Niehl der Rheinenergie untersucht. In Verbindung mit einem vor Ort vorhandenen Wärmespeicher und der Einbindung in das Fernwärmenetz soll der E-Heizer aus überschüssigem Strom Fernwärme bereitstellen.

Die Umwandlung von hochwertigem Strom in Wärme zieht physikalisch gesehen einen Exergie-Verlust nach sich. Im Falle der Bereitstellung von Strom aus Wind und Sonne, stellt dieses jedoch kein Nachteil dar, da die Exergie mit den Grenzkosten Nahe von Null unbegrenzt zur Verfügung steht. Darüber hinaus entsteht durch die Nutzung des überschüssigen Stroms aus erneuerbaren Energien kein zusätzlicher Brennstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß. Unter den heutigen Gegebenheiten erscheint es ökologisch sinnvoll, einen E-Heizer für die Umwandlung von "kostenlosem" Strom in Wärme umzuwandeln.

Als E-Heizer wurde ein Elektrodenkessel in Betracht gezogen. Dieser wäre in der Lage negative Sekundärregelleistung und Minutenreserve zur Verfügung zu stellen. So wird mit einem jeweils angebotenen Leistungs- und Arbeitspreis, mit der Leistung die dem Kessel zur Verfügung steht, an der Ausschreibung für Regelleistung teilgenommen.



Es hat sich herausgestellt, dass sich unter heutigen Rahmenbedingungen eine positive Wirtschaftlichkeit mit der Bereitstellung von negativer Sekundärregelleistung ergibt. Die wesentlichen Erlöse ergeben sich dabei allein aus der Leistungsbereitstellung. Mit dem tatsächlichen Abruf können dann zusätzliche Erlöse erzielt werden., obwohl hierbei Kosten für gesetzliche Umlagen und Netzentgelte entstehen.

Fazit dieser Arbeit war, dass es für Rheinenergie durchaus sinnvoll sein kann, die Untersuchung zu einem Einsatz eines Elektrodenkessels für die Fernwärmebereitstellung weiter zu verfolgen indem insbesondere die Präqualifikation und die elektrische und hydraulische Einbindung des Elektrodenkessels an Standort Niehl weiter geprüft wird.

Entwicklung und experimentelle Untersuchung eines Formstücks zur Steigerung der Selbstreinigungsfähigkeit in Grund- und Sammelleitungen von Entwässerungssystemen

David Höing B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Abdullah Öngören

Datum des Kolloquiums: 16. Oktober 2012

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

In Kooperation mit: Geberit International AG, Jona, Schweiz



Die Selbstreinigung gehört zu den grundlegenden Anforderungen an ein Entwässerungssystem und nimmt einen hohen Stellenwert ein, wenn es darum geht, dem Betreiber der Anlage ein störungsfreies System zu übergeben. Verschiedene Entwicklungen in der Entwässerungstechnik und ein verändertes Nutzerverhalten gefährden die Selbstreinigungsfähigkeit akut. Es müssen Änderungen des bisher bekannten Systems erfolgen, um auch in Zukunft eine wirtschaftliche und benutzerfreundliche Liegenschaftsentwässerung zu gewährleisten.

Diese Arbeit erforscht die Problematik, untersucht die strömungstechnischen Grundlagen und verfolgt das Ziel, Lösungskonzepte zu entwickeln, welche in der Lage sind die Selbstreinigung ohne einschneidende, bauliche Änderungen am bestehenden System sicherzustellen. Die Lösungskonzepte konzentrieren sich räumlich auf die Umlenkung von der Fall- in die Grundleitung und versuchen durch Optimierung der Strömung eine deutlich bessere Ausspülleistung des nachgeschalteten, horizontalen Rohrleitungsnetzes zu generieren.

Für die experimentelle Untersuchung der Lösungsansätze wurde ein Prüfaufbau geschaffen, der es ermöglicht alle wesentlichen Einflussfaktoren variabel zu gestalten, eine hohe Reproduzierbarkeit der Messungen zu garantieren und die Lösungskonzepte effizient zu untersuchen.

Eine unerwartete Herausforderung während der Ausführung dieser Bachelorarbeit betraf den zu realisierenden Prüfaufbau. Die zur Verfügung stehende Falleitungslänge betrug durch räumliche Einschränkungen lediglich einen Meter. Die meisten Lösungskonzepte basierten jedoch darauf, dass die Filmströmung in der Falleitung positiv beeinflusst wird. Um die Ausbildung einer kreisförmigen Abwasserströmung in der Falleitung zu überprüfen, wurden Simulationen durchgeführt. Wie in linker Darstellung in *Abbildung 1* klar zu erkennen bildet sich nach so kurzer Falleitungslänge keine Filmströmung. Nun bestand die Herausforderung darin ein Bauteil zu konzipieren, welches die Filmströmung künstlich und auf einem möglichst kurzen Weg generieren kann. Nach zahlreichen Versuchen mit unterschiedlichen Prototypen wurde eine optimale Lösung gefunden, dessen Simulationsergebnis in der rechten Darstellung in *Abbildung 1* zu sehen ist.

Die experimentellen Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Selbstreinigungsfähigkeit in den Sammel- und Grundleitungen durch eine Konzentration der Filmströmung in der Falleitung am besten steigern lässt. Im Rahmen dieser Arbeit konnte eine Lösungsvariante entwickelt werden, die allen Anforderungen gerecht wird und eine effektive Verbesserung der Ausspülweite von 8 % im Vergleich zu den bestehenden Umlenkungen, bestehend aus zwei 45° Bögen mit Zwischenstück, beziehungsweise einem Bogen erreicht.

Das definierte Ziel, eine Steigerung der Ausspülweite von 20 % zu generieren, wurde im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit nicht erreicht, aber die untersuchten Lösungsansätze haben eine klare Richtung für eine weitere Optimierung der Ausspüleigenschaften gezeigt. Das größte, bisher ungenutzte Potenzial verbirgt sich in einer Gleichrichtung und Konzentration der Strömung nach der Umlenkung und in einer Weiterentwicklung der besten, in dieser Arbeit entwickelten Variante.

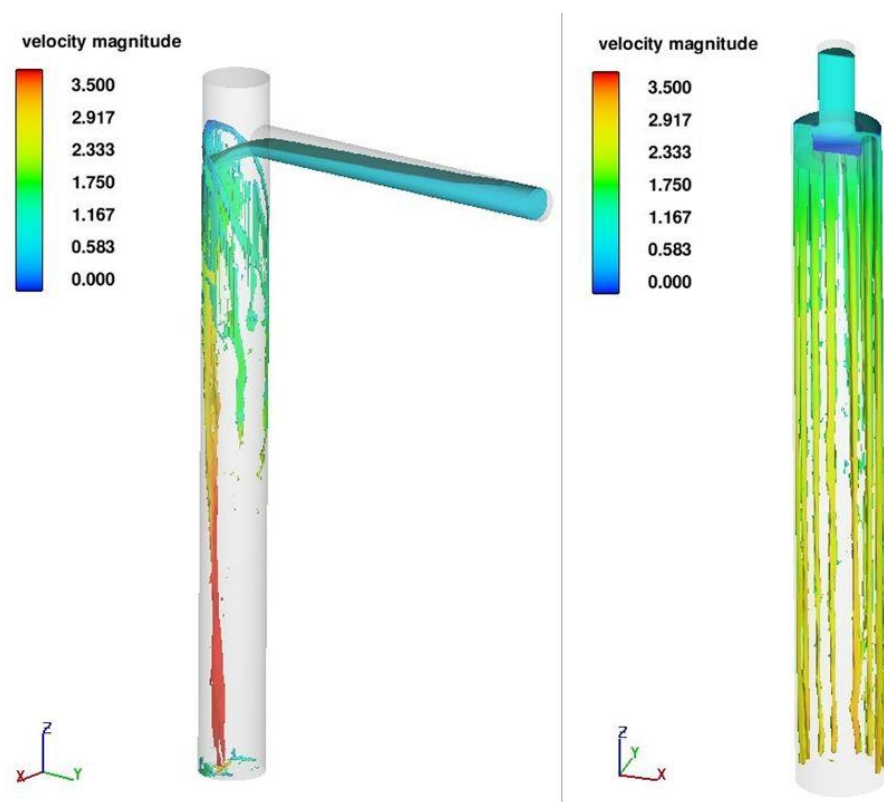


Abbildung 1: Simulationen zur Realisierung des geplanten Prüfaufbaus

Messtechnische Aufnahme und verfahrenstechnische Beurteilung einer Abluftreinigung (Prototyp) an einer Mastgeflügelanlage

Simone Homann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Martin Zvoll
Datum des Kolloquiums:	21. Dezember 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor Umwelttechnik - Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	SCHULZ Systemtechnik GmbH, Visbek



Eine neu entwickelte Abluftreinigungsanlage der Firma Schulz Systemtechnik GmbH zur Geruchs- und Staubminderung von Geflügelmastställen wurde während des ersten Hähnchenmastdurchganges von 38 Tagen messtechnisch begleitet. Dabei wurde die Wirkung und Verfahrenstechnik des Systems beurteilt. Die Reinigungsleistung der Anlage, für Gesamtstaub, Ammoniak und Geruch, soll die Kriterien für die Zertifizierung nach dem DLG-Signum-Test erfüllen. Im Anschluss an die Messkampagnen wurde mit der Zertifizierung begonnen.

Im Rahmen der Arbeit erfolgten zunächst der Aufbau der Anlage, dann die Begleitung der Einlaufphase und eine Betriebsoptimierung. Die Anlage besteht aus drei Reinigungsstufen. Zur Betriebsoptimierung gehört beispielsweise die pH-Wert-Regelung des Waschwassers in der ersten Reinigungsstufe. Bei einem pH-Wert zwischen 3,0 bis 3,5 wird das Ammoniak ausgewaschen und chemisch gebunden.

Hähnchen haben zu Beginn der Mast sehr geringe Emissionen, die jedoch im Laufe der Mast relativ schnell ansteigen. Auf die variierenden Abluftströme muss die Anlage eingestellt werden. Die neue Abluftreinigung wird erstmalig gemeinsam mit der Lüftung gesteuert. Diese Steuerung wird überwacht und bei Bedarf optimiert. Außerdem werden weitere Steuerelemente überwacht und bewertet, wie beispielsweise die Leitfähigkeit im umlaufenden Waschwasser (in mS/cm) und die Pumpenleistung (in kW).

Im Verlauf eines Mastdurchganges sind die messtechnische Betriebsüberwachung und die Erfassung der ermittelten Messdaten an der Anlage durchzuführen. Am Ende der Mast werden alle aufgenommenen Parameter ausgewertet und grafisch dargestellt. Anhand der Ergebnisse wird die Anlage bewertet und optimiert. Bei der Optimierung geht es um steuertechnische Fragen. Die Anlagensteuerung ist dabei den jahreszeitlichen Bedingungen des Betriebszeitraumes anzupassen.

Der Schwerpunkt, der mit dieser Anlage zu erzielenden Emissionsminderung stellt die Ammoniakminderung dar, da die NH₃-Emissionen innerhalb der Genehmigungsverfahren am kritischsten bewertet werden. Weiterhin kann durch die Minderung der Ammoniakemissionen der schädliche Einfluss in der Umgebung signifikant gemindert werden. Eine Verminderung der Ammoniakemissionen verringert den erforderlichen Schutzabstand.

Insgesamt konnten durch die Messungen unterschiedliche Aspekte der neu entwickelten Abluftreinigungsanlage behandelt und analysiert werden. Die Abluftreinigungsanlage war im Verlauf der Mast laufend in Betrieb, sodass repräsentative Messdaten ermittelt werden konnten.

Es wurde festgestellt, dass die Ammoniakabscheidung die Erwartungen über-treffen konnte (minimale Reinigungsleistung von 70 % im Verlauf der Mast).

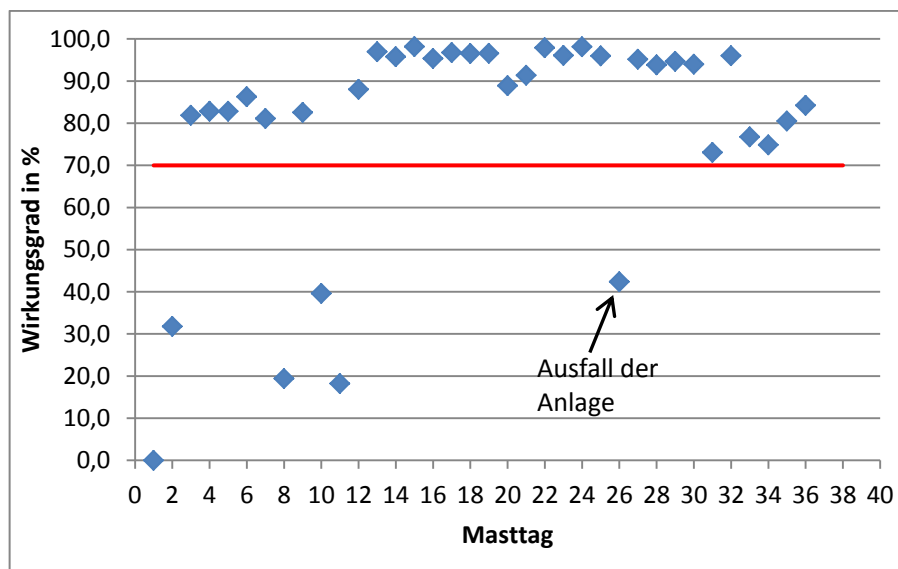


Abbildung 5: Wirkungsgrad Ammoniakabscheidung

Die Messergebnisse zeigen, dass die Abscheidung des Ammoniaks aus der Abluft überwiegend in der Filterwand I erfolgt. Auch die Reinigungsleistung der Staubabscheidung erfüllt die Kriterien des DLG-Prüfrahmens. Jedoch wurden keine Feinstaubmessungen im Verlauf der Mast durchgeführt, sodass eine exakte Darstellung der Staubabscheidung durch weitere Messungen nachgewiesen werden muss. Die Geruchsminderung war nur am Anfang der Mast für eine Zertifizierung ausreichend. Optimierungsmaßnahmen, beispielsweise durch den Einsatz eines Filters im Rücklauf, sollen bessere Ergebnisse bringen. Die Wirkung der Maßnahmen muss durch weitere Messungen überprüft werden.

Die Computersteuerung der Abluftreinigungsanlage zeichnet die Parameter für die Steuerung der Anlage zuverlässig auf. Mit diesen Daten ist eine Plausibilitätsprüfung möglich, wie beispielsweise die Laufzeit der Pumpen im Wasserbecken I und II in Abhängigkeit zum Masttag.

Außerdem wurde durch die Messungen deutlich, dass die Emissionen in einem Hähnchenmaststall im Verlauf der Mast stark variieren. Erst ab dem 13. Masttag stiegen die Ammoniakrohgaswerte an. Aus diesem Grund ist es durchaus vertretbar, dass die Abluftreinigungsanlage erst ab dem 11. Masttag beziehungsweise ab einem Abluftvolumenstrom von 10.000 m³/h betrieben wird.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse an der Abluftreinigungsanlage sollten durch weitere Messungen, insbesondere in den Sommermonaten bei höheren Abluftvolumenströmen, erweitert werden.

Messtechnische Analyse eines Regelventils zur Verifizierung einer Volumenstrom-Hub-Kennlinie

Dirk Gerd Howe B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	B.Eng. Michael Jüdiges
Datum des Kolloquiums:	08. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie
Laborbereich:	Wärmetechnik
In Kooperation mit:	iEXERGY Münster



Die Anforderungen an die Effizienz von Gebäuden und deren Anlagen werden unter anderem in der EnEV (Energieeinsparverordnung) beschrieben. Genau hier liegt ein richtiger Ansatz, in der Einsparung von Energie und im gesteigerten Maß im Altbestand der Gebäude. Besonders hervorzuheben ist die Raumwärmerzeugung, in welcher ein großes Potential zur Einsparung liegt. Der Energiebedarf für die Raumwärme im Gebäudebereich wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) mit 31 % beziffert.

Eine einfache Methode zur Einsparung ist die genaue Auslegung und Kompensation der hydraulischen Heizungsanlage. In der Planung nach DIN 4701 / 10 (Auslegung nach Stand der Technik) und VOB/C - DIN 18380 (technische Vertragsbedingungen) ist ein hydraulischer Abgleich vom Gesetzgeber auch vorgesehen. Da dies in der Praxis oft vernachlässigt wird und auch im Altbestand von Gebäuden selten Beachtung findet, müssen andere Wege gefunden werden, den hydraulischen Abgleich gerade im Gebäudebestand durchzuführen. Ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage birgt ein enormes Einsparpotential. Um dieses zu erreichen, wäre eine mögliche Option die Installation eines druckunabhängigen Regelventils. Das Ventil bietet gegenüber herkömmlichen Heizungsventilen einige Vorteile. Ein entscheidender Vorteil ist der direkte Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Hub des Ventils sowie der dynamische Abgleich der Fließwege.

Um diese darzulegen und auf dem Stellantrieb der Firma iEXERGY anzuwenden bedurfte es einer messtechnischen Analyse um eine Volumenstrom-Hub-Kennlinie zu generieren.

Die Forschung und Entwicklungsabteilung der Firma iEXERGY ermöglichten den Bau eines Versuchsstandes. Mit dieser Hilfe wurde es möglich bei einem druckunabhängigen Regelventil der Firma Siemens, die Abhängigkeit zwischen Volumenstrom und Hub mathematisch aufzuzeigen und eine Näherungsfunktion zu bestimmen. Diese Näherungsgleichung bildet im Weiteren die Grundlage zur Verbrauchsdatenerfassung der Raumwärme durch den Stellantrieb.

**Betriebsführungskosten-Controlling des Fernleitungsnetzbetreibers
Nowega GmbH****Fabian Howe B.Eng.**

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: B.Eng. Dennis Hoeveler

Datum des Kolloquiums: 14.01.2013

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

In Kooperation mit: Nowega GmbH, Münster

**Sperrvermerk**

Die Bachelorarbeit mit dem Titel „Betriebsführungskosten-Controlling des Fernleitungsnetzbetreibers Nowega GmbH“ beinhaltet streng vertrauliche Informationen und Daten der Nowega GmbH, die sich von kaufmännischen, über technische bis hin zu organisatorischen vertraulichen Informationen/Daten erstrecken. Dazu gehören auch solche Informationen bzw. Daten über mit Nowega gesellschaftsrechtlich verbundene (Erdgas Münster GmbH) oder in Geschäftsbeziehung stehende Firmen.

Diese Bachelorarbeit darf nur vom Erst- und Zweitgutachter, sowie berechtigten Mitgliedern des Prüfungsausschusses eingesehen werden. Eine Vervielfältigung und Veröffentlichung der Bachelorarbeit ist auch lediglich auszugsweise nicht gestattet. Ebenso ist es nicht gestattet, solche streng vertraulichen Informationen bzw. Daten zu verwerten oder zu nutzen oder Dritten zugänglich zu machen, es sei denn, Nowega GmbH hat hierzu vorher eine ausdrückliche, schriftliche Genehmigung erteilt.

Peter im Schlaa B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Marie-Louise Hollad
Datum des Kolloquiums:	10. Januar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Stadtverwaltung Greven, Greven



Seit dem 1. Februar 2002 gilt in Deutschland die Energieeinsparverordnung (EnEV), sie regelt den energieeffizienten Betrieb von Gebäuden und ist als Rechtsnorm bei heutigen Planungen zwingend zu berücksichtigen.

Der Inhalt meiner Arbeit umfasst die Optimierung der Lüftungstechnischen Anlage einer Sporthalle aus dem Jahr 1980. Das Hauptinteresse der Stadt Greven war dabei die Möglichkeit zur Senkung der Laufzeitkosten des Objektes. Aus diesem Grund lag der Schwerpunkt meiner Arbeit darin verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung zu erarbeiten und anhand einer Amortisationsrechnung, deren wirtschaftlichen Nutzen gegenüberzustellen.

Das Haupteinsparpotenzial bot in diesem Fall die veraltete Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnungssystem. Da die Anschaffungskosten so gering wie möglich gehalten werden sollten und die bestehende Anlage ihren Zweck weitgehend erfüllt hat, habe ich mich dazu entschieden vorrangig die verschiedenen Wärmerückgewinnungsverfahren auf ihren wirtschaftlichen Nutzen hin zu untersuchen.

Bei der Sporthalle handelt es sich um eine Dreifach-Sporthalle mit Mehrzwecknutzung, die sowohl für den Schulsport, als auch als Versammlungsort genutzt wird. Sie besteht aus dem Hallenteil und den Nebenräumen. Die Belüftung, sowie die Beheizung finden dabei ausschließlich über die Lüftungsanlage statt. Dabei lässt die Regelungstechnik zwei Einstellmöglichkeiten zu, den Normalbetrieb der ca. drei Schulklassen vorsieht und den Volllastbetrieb der von einem Besatz von 800 nichtrauchenden Personen ausgeht. Im Normalbetrieb soll der Hallenteil von der überströmenden Luft der Nebenräume mit Frischluft versorgt werden, die im Umluftbetrieb in der Halle auf Solltemperatur gehalten wird. Für den Volllastbetrieb stehen drei weitere Lüftungsgeräte im Deckenbereich der Halle zur Verfügung. Die erwärmte Luft wird im Hallenteil in sieben Metern Höhe über Lüftungsgitter an den Raum abgegeben.

Um den wirtschaftlichen Nutzen einer Optimierung abschätzen zu können, musste zuerst eine Heizlastberechnung des bestehenden Objektes durchgeführt werden. Mittels des berechneten Wärmeverlustkoeffizienten und dem Wetterdatensatz eines Testreferenzjahres konnte ich die momentanen Laufzeitkosten für ein Nutzungsjahr theoretisch ermitteln. Die berechneten Werte stellte ich den Laufzeitkosten meiner Optimierungsvorschläge gegenüber. Als Austauschgeräte habe ich die Kompaktlüftungsgeräte mit Platten- bzw. Rota-

tionswärmetauschern der Firma AL-KO in Betracht gezogen. Der Einsatz von Lüftungsgeräten mit Plattenwärmetauschern würde im Jahr 40 % Kostenersparnis einbringen und mit Rotationswärmetauschern sogar 44 %. Um eine möglichst hohe Effizienz der Geräte zu garantieren und ihre Laufzeiten so gering wie möglich zu halten, muss auch die veraltete Regelungstechnik der Anlage ausgetauscht werden. Für eine Sporthalle ist es sehr von Vorteil, die Lüftungsanlage mit einer Bedarfsregelung zu betreiben. Das bedeutet, dass sowohl die benötigte Frischluftmenge, als auch die Zulufttemperatur mittels Sensortechnik erfasst und die Anlage entsprechend eingeregelt wird. Zudem ist es bei der Hallenhöhe von sieben Metern wichtig, die alten Lüftungsgitter durch Weitwurfauslässe zu tauschen. Das sorgt dafür, dass sich nicht erst ein großes Warmluftpolster unter der Hallendecke bildet wo die Wärme nicht gebraucht wird. Als Folge müssen die Erhitzermodule in den Lüftungsgeräten die Luft nicht unnötig aufheizen, wenn auf Nutzerhöhe die Solltemperatur gemessen wird.

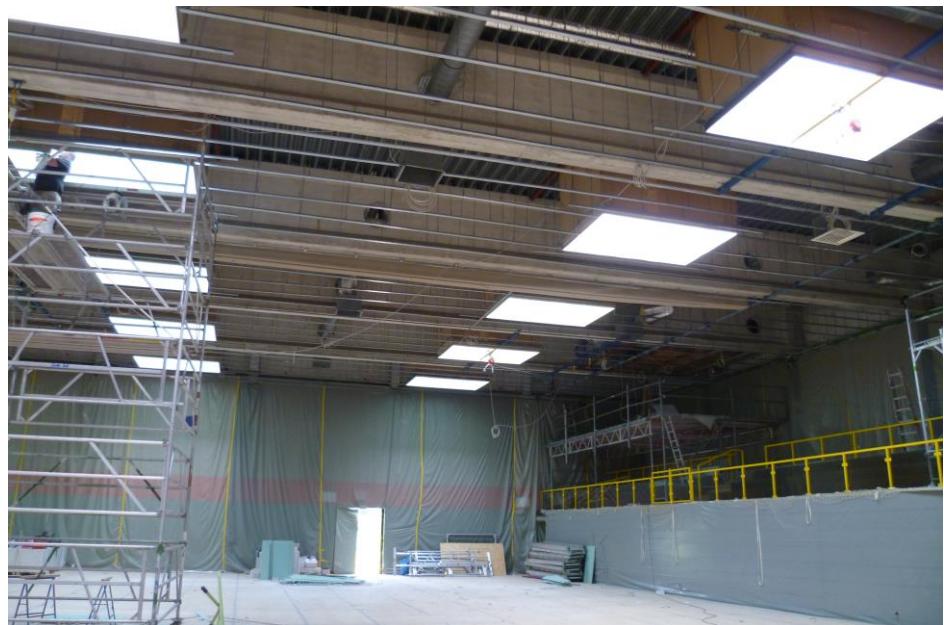


Abb.: Innenraum des Hallenteils mit Blick auf die Lüftungskanalführung

Carsten Jagusch B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 06. März 2013

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

In Kooperation mit: Verkehrsbetriebe Stadtwerke Münster



Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden die aktuell verfügbaren Möglichkeiten für den Wasserstoffantrieb im öffentlichen Personennahverkehr vorgestellt. Dies sind zurzeit drei Technologien, der Wasserstoffverbrennungsmotor, die Brennstoffzelle und die Wasserstoffadditivierung.

Das Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob es für ein Verkehrsunternehmen schon heute wirtschaftlich sinnvoll ist, auf eine dieser Technologien zu setzen, um sich gegen immer höhere Preise für konventionellen Kraftstoff zu wappnen. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Wasserstoffadditivierung.

Bei dieser werden zusätzlich zum Diesel kleine Mengen Wasserstoff in den Brennraum des Motors eingespritzt. Erste Testfahrten mit einem mit dieser Technik ausgerüsteten Versuchsträger lassen relativ geringe Wasserstoffverbrauchswerte von nur einigen kg pro Jahr erwarten, siehe Tabelle 1.

Fahrzeug		Solowagen
Fahrleistungen	[km/Tag]	150
	[km/Monat]	4.500
	[km/Jahr]	54.000
Dieserverbrauch	[l/100 km]	35
Dieselbedarf	[l/Tag]	53
	[l/Monat]	1.575
	[l/Jahr]	18.900
Wasserstoffbedarf	[kg/Tag]	0,022
	[kg/Monat]	0,66
	[kg/Jahr]	7,9

Tabelle 1: Wasserstoffbedarf Solobus

Da die benötigten Wasserstoffmengen pro Bus nur bei wenigen Kilogramm Wasserstoff pro Jahr liegen, lässt sich auch die Infrastruktur zur Wasserstoffversorgung mit vergleichsweise geringem finanziellen Aufwand bereitstellen.

Aufgrund der Ergebnisse der Testfahrten lassen sich Deseleinsparungen von ca. zehn Prozent im Vergleich zu einem ohne Wasserstoffadditivierung betriebenen Bus erwarten, siehe Tabelle 2.

Solobus		Linienbetrieb	Testfahrt	Δ	Δ [%]
Verbrauch	[l/100 km]	41	35	6	14,6

Tabelle 2: Verbrauchsvergleich Solobus in Linienbetrieb und Testfahrt

Auch das Emissionsverhalten des Motors soll sich verbessern. Um hierüber endgültige Aussagen treffen zu können muss jedoch noch die Veröffentlichung von Prüfstandsergebnissen abgewartet werden, bei denen ein Motor speziell auf diese Parameter untersucht wurde.

Der Wasserstoffverbrennungsmotor ist im Moment kein Faktor für den Wasserstoffantrieb und es gibt zur Zeit auch keine ernsthaften Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten um diese Technologie weiter voranzutreiben.

Beim Brennstoffzellenantrieb ist momentan noch der hohe Preis für die Technik das Hemmnis für eine flächendeckende Verbreitung. Sowohl für die Busse, ca. 1,5 Millionen Euro pro Bus, als auch für die Tankstelleninfrastruktur, der ebenfalls im siebenstelligen Bereich liegt.

Als Ergebnis der Arbeit wird festgestellt, dass es unter den momentan gegebenen Bedingungen für das Verkehrsunternehmen wirtschaftlich noch nicht zielführend ist, Busse mit reinem Wasserstoffantrieb einzusetzen. Ein solcher Einsatz ist derzeit nur im Rahmen stattlich geförderter Leuchtturmprojekte wie z.B. der Clean Energy Partnership möglich.

Die Wasserstoffadditivierung jedoch ist ein vielversprechender erster Schritt um die in der Mobilitätsindustrie kommende Energiewende einzuleiten.

Bei der Frage der Wasserstoffversorgung steht die Empfehlung, zur Einführung der Wasserstoffadditivierung zunächst auf konventionell erzeugten Wasserstoff zurückzugreifen.

Anlagensteuerungstechnische Möglichkeiten zur Vermeidung der Gashydratbildung beim Ausspeichern aus einer Kavernenspeicheranlage der E.ON Gas Storage GmbH

Eike Janocha B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Wolfgang Wünnenberg
Datum des Kolloquiums:	23. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	Open Grid Europe GmbH, Essen E.ON Gas Storage GmbH, Essen



Auf Gasspeicheranlagen kommt es unter bestimmten Betriebszuständen zur Bildung und zum Wachstum von Gashydraten. Diese Zustände werden durch prozesstechnische Parameter vorgegeben und lassen sich nicht immer vermeiden. Gashydrate gefährden durch ihr Auftreten den störungsfreien Prozess. Bei Gashydraten handelt es sich um Verbindungen, die in ihrer Struktur und ihrem Aussehen nach mit Eis vergleichbar sind. Leitungsabschnitte können durch sie vollständig blockiert oder Anlagenteile mechanisch beschädigt werden. Um die Funktionsfähigkeit einer Kavernenspeicheranlage zu gewährleisten, müssen deshalb geeignete Maßnahmen zur Hydratvermeidung ergriffen werden. Als erfolgversprechend hat sich hier die Inhibierung (lat.: inhibere = anhalten, hindern, aufhalten) mittels Glykolverzugabe erwiesen.

Im Kavernenfeld der E.ON Gas Storage GmbH in Epe wird hierzu der chemische Inhibitor Triethylenglykol eingesetzt. Der automatisierte Ausspeicherprozess wird durch eine in der Prozessleittechnik hinterlegte Software geregelt. Aufgrund der programmierten Vorgaben wird vor und oder während der Ausspeicherung Triethylenglykol in den Bohrlochkopf der Kaverne gepumpt. Die bisherige Eindosiermenge gewährleistet zwar einen störungsfreien Betrieb, allerdings wurde seitens des Betreibers vermutet, dass sich durch die rein vorbeugenden Maßnahmen, die nicht optimale Dosierform und Eindosierstelle, ein unnötig hoher Triethylenglykolverbrauch ergibt.

Der hohe Verbrauch und die sich daraus ergebenden betrieblichen Aufwendungen aufgrund von Anschaffung und Entsorgung waren der Anlass, weshalb der Ausspeicherprozess auf der Eper Kavernenspeicheranlage im Zeitraum von 2010 bis 2012 genauer überprüft wurde. Ziel mehrerer Testreihen war es, die Stellen im Leitungssystem zu lokalisieren, an denen starkes Hydratwachstum den Prozess gefährdet. Die Identifizierung der gefährdeten Stellen bietet die Möglichkeit, Triethylenglykol zielgerichtet und minimal dosiert einzusetzen. Vor diesen kritischen Punkten wurde jeweils eine neuartige Dosierkonstruktion platziert, die einen gezielten Einsatz des Inhibitors an den gefährdeten Stellen ermöglicht. Die Wirksamkeit des Triethylenglykols gegen die Hydratbildung wird gesteigert, da durch die Schaffung größerer Diffusionsoberflächen der Stoffübergang erheblich vergrößert wird. Zusätzlich bewirkt die gleichmäßige Verteilung, gepaart mit der größeren Oberfläche, eine

zusätzliche Steigerung der Wirksamkeit des Inhibitors. Die Konstruktion bietet somit das Potential, den Triethylenglykolverbrauch auf der Kavernenspeicheranlage um mehr als 60 % zu senken. Durch die bestehende Software kann allerdings dieses Potential nicht voll genutzt werden.

Ziel dieser Arbeit war es ein Konzept für eine neue Software zu entwickeln, die in der Lage ist, das Potential zur Senkung des Triethylenglykolverbrauchs zu nutzen. Als Lösung bietet sich eine Software an, die ergebnisorientiert handelt. Anhand von Prozessgrößen, die während eines Ausspeicherprozesses aufgezeichnet werden, kann Hydratwachstum z. B. in einem Regelventil zuverlässig erkannt werden. Registriert die Software ein Hydratwachstum, wird zielgerichtet Triethylenglykol vor das Regelventil eingedüst. Ein effizienter Einsatz des Inhibitors ist so gewährleistet. Für diese ergebnisorientierte Software wurden sowohl Auswerteparameter als auch ein Programmablaufplan erstellt. Ein Funktionsbaustein wurde programmiert und in die Prozessleittechnik integriert.

Erste Testläufe belegen, dass die neuartige Dosierkonstruktion, zusammen mit der ergebnisorientierten Software, eine zielgerichtete Identifizierung der Hydratbildung und automatisierte Gegenmaßnahmen ermöglicht. In der nächsten Ausspeicherperiode soll im Praxistest das erhebliche Senkungspotential des Triethylenglykolverbrauchs belegt und die Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit der neuen Vorgehensweise bestätigt werden. Dadurch kann ein großes Einsparpotential hinsichtlich der betrieblichen Aufwendungen sowie der Kosten für Anschaffung und Entsorgung von Triethylenglykol generiert werden.

Igor Jurotschkin B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Wirt.-Ing. Olaf Maasjost

Datum des Kolloquiums:

15. Januar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Wirtschaftsingenieurwesen
Energie- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Pfleiderer AG



Die industrielle Energiebereitstellung durch Kraft-Wärme-Kopplung gehört mitunter zu den effektivsten Formen der Bereitstellung von Nutzenergie in Form von Strom und Wärme. Das Spanplattenwerk der Pfleiderer Holzwerkstoffe GmbH am Standort Gütersloh betreibt eine solche KWK-Anlage mit einer Feuerungswärmeleistung von 57,7 Megawatt. Primärseitig wird diese hauptsächlich mit Biomasse befeuert. Das herausforderndste an Biomasse ist ihre starke Inhomogenität und der sich daraus ergebende Einfluss auf den spezifischen Energiegehalt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Messsystem auf Basis der Nahinfrarot-spektroskopie eingeführt. Dieses stellt seit seiner Einführung eine Schnellmessmethode dar, mit dessen Hilfe die angelieferten Biomassen sich auf die jeweiligen Wasser- und Inertgehalte bestimmen lassen. Die gemessenen Werte der angelieferten Brennstoffe lassen nun einen Rückschluss auf den Heizwert der jeweiligen Biomasse zu.

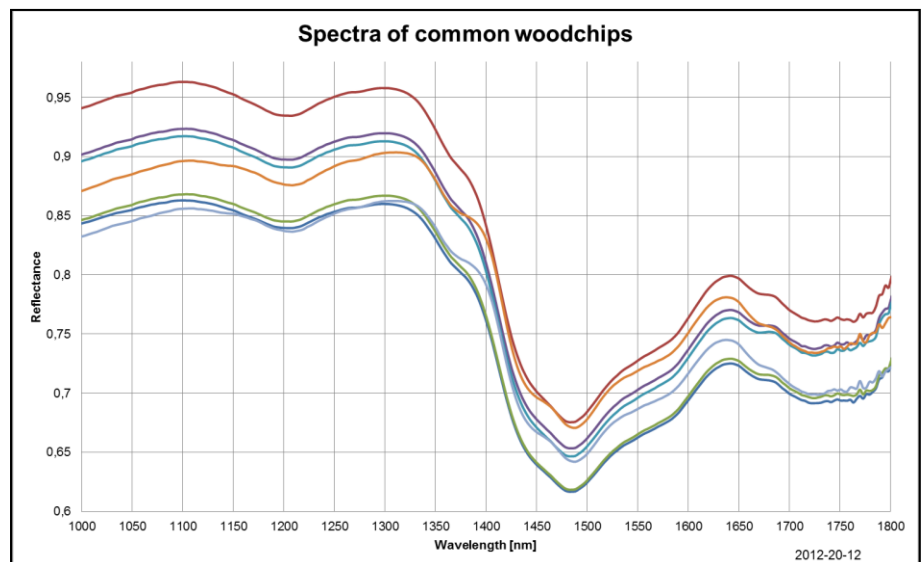


Abbildung 6: typische Reflexionsspektren von Holz.

Aufgrund eines Sperrvermerkes können keine Informationen über den Aufbau und die wirtschaftliche Nutzung des Systems veröffentlicht werden.

Planung und Realisierung der Abwärmenutzung aus einer Lokomobile zur Beheizung eines Freibades und einer Mehrzweckhalle

Pascal Kahn B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Tom Becker
Datum des Kolloquiums:	27. Juni 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie - und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Becker und Henze GbR, Büren



Die Stadt Brilon hat durch eine Mischung aus immer größer werdenden Fehl-beträgen in den Haushaltsentwürfen und steigenden Energiepreisen, die Entscheidung getroffen zunächst die Beckenwassererwärmung des Freibads im Briloner Ortsteil Alme auszusetzen, um es einige Jahre später ganz zu schließen. Aufgrund dieses Entschlusses gründete sich ein Förderverein, welcher in einer Kooperation mit der FH Münster ein neuartiges Beheizungskonzept erstellen und somit den Erhalt des Freibades sicherstellen wollte.

Dieses Beheizungskonzept sieht vor, ein nahegelegenes Sägewerk mit einzu-beziehen. Da dieser Betrieb nicht in das öffentliche Stromnetz integriert ist, produziert es eigen Strom nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Dies wird in einer einzigartigen Weise umgesetzt. Eine Lokomobile, die als Brenn-stoff die anfallenden Sägereste nutzt, treibt einen Generator an und erzeugt den benötigten Strom.

Durch eine Verbrauchsanalyse des Freibades und der Ermittlung der bereit-stellbaren Wärme des Sägewerks ließ sich eine Fernwärmeleitung planen, die das Freibad versorgt. Durch Überschüsse war es sogar möglich, eine anlie-gende Mehrzweckhalle mitzuversorgen.

Um die Wirtschaftlichkeit des Projektes zu gewährleisten, wurde zunächst eine Kostenermittlung vollzogen. Anschließend lag die Recherche eines För-dergebers im Fokus. Durch klimapolitische Ziele der Bundesrepublik sind die Chancen groß, dass die Antragstellung gestattet wird.

Durch die Umsetzung unseres Vorhabens können enorme Kosten und etwa 214 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen gespart werden.

Als Ergebnis lässt sich somit festhalten, dass die Entscheidung der Versor-gung der Gesamtanlage durch die Nutzung von KWK-Wärme die richtige Ent-scheidung und somit der Fortbestand des Freibades Brilon-Alme gesichert ist.

Ludger Kempken B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums: 16. August 2012

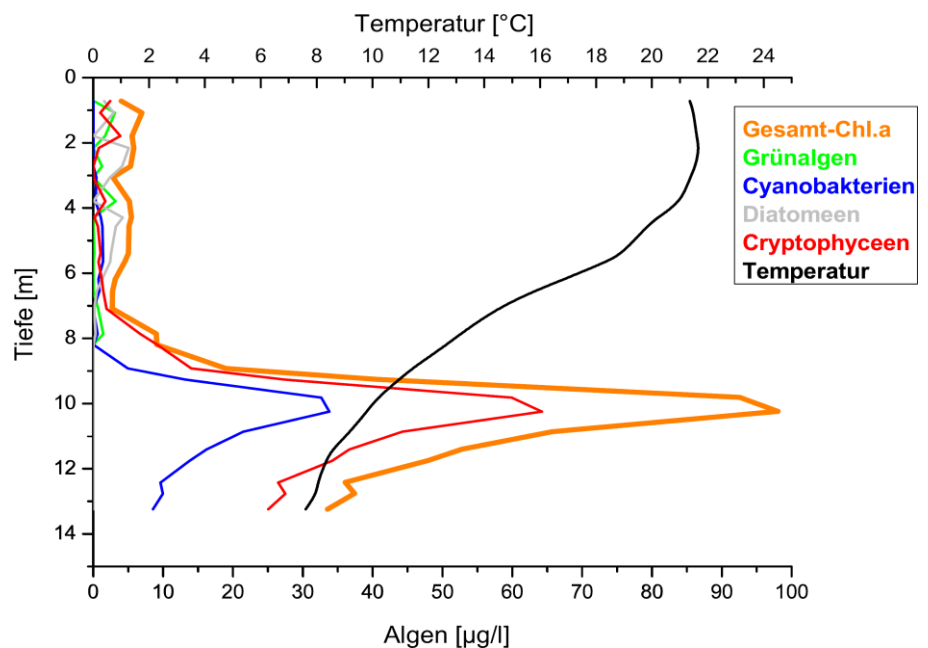
Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Umwelttechnik
Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit: Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umwelt Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Langenargen



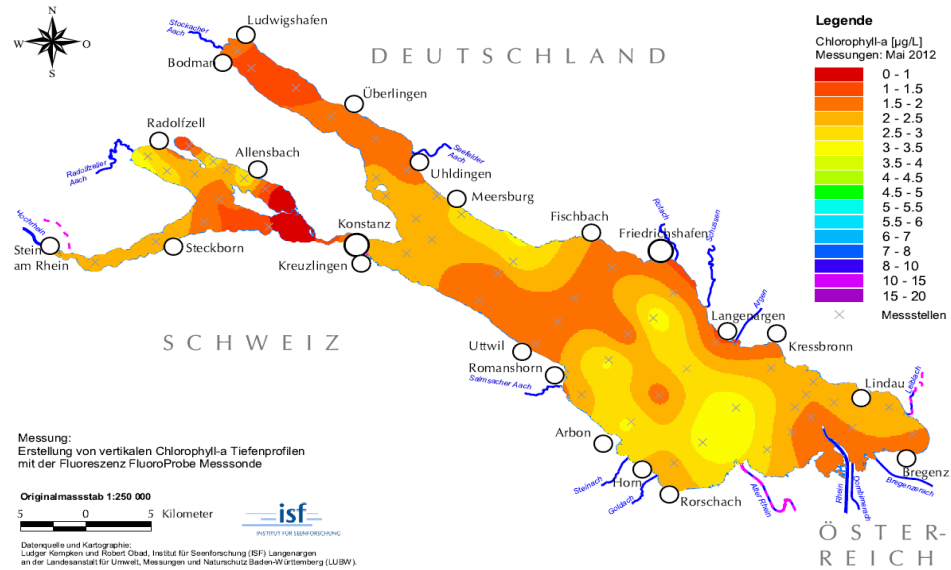
In dieser Bachelorarbeit wurden die Möglichkeiten für den Einsatz der fluorometrischen Chlorophyll-Bestimmung im Gewässermonitoring untersucht. Im Frühjahr und Sommer 2012 wurden flächendeckende Vertikalmessungen mit der FluoroProbe-Sonde auf dem Bodensee, Illensee und Stadtsee durchgeführt und Wasserproben für die anschließende HPLC-Analyse entnommen. Mit den erzielten Ergebnissen wurden speziell die räumlichen, vertikalen und zeitlichen Konzentrationsunterschiede der Algen untersucht.

Durch diese erstmalig flächendeckend durchgeführten Messungen sind Einblicke in die natürliche Variabilität des Phytoplanktons gelungen. Die Betrachtungen der Abundanzen zeigten zum einen, dass die Peaks der Algen im Bodensee und Illensee in etwa 10 m Wassertiefe detektiert wurden und zum Anderen, dass die Algendichte von der ersten Messkampagne hin zur zweiten abnahm. Die Konzentrationsunterschiede der vertikalen Tiefenprofile im Beprobungszeitraum bei den drei Seen waren sehr ausgeprägt. Sie schwankten zwischen minimalen Werten im oligotrophen Bodensee von 1,3 µg Chl-a/L und Spitzenkonzentrationen von 128 µg Chl-a/L im eutrophen Stadtsee.



Die räumlichen sowie zeitlichen Konzentrationsunterschiede der Seen waren jedoch recht gering. Im Bodensee waren die Konzentrationsunterschiede dennoch räumlich gesehen durch die Größe des Sees höher als auf den deutlich kleineren Seen, Illmensee und Stadtsee. Im Mai lagen die Änderungen der Chlorophyll-a-Konzentrationen in Bereichen von 1 - 3,5 -g Chl-a/L. Die Betrachtung der zeitlichen Differenzen der detektierten Ergebnisse innerhalb eines Tages ergab nur geringe Unterschiede zwischen Illmensee und Stadtsee.

Chlorophyll-a Verteilung im Bodensee (0-20m Tiefe)



Die Korrelation zwischen der fluorometrischen Chlorophyll-Bestimmung mittels Fluoreszenz-Sonde und der chemischen Pigmentanalyse mittels HPLC zeigte, dass hohe Abweichungen zwischen den Ergebnissen beider Methoden existieren. Die Ergebnisse der FluoroProbe-Sonde fielen bis zu 13fach höher aus als die der HPLC.

Die FluoroProbe-Sonde hat gezeigt, dass zwischen den drei Seen ausgeprägte vertikale Algenunterschiede auftreten. Auch eine räumliche Variabilität des Phytoplanktons konnte mit der Sonde nachgewiesen werden. Allerdings ließen die dabei auftretenden Unterschiede zwischen der HPLC- und der FluoroProbe-Sonde Zweifel in Bezug auf deren Messwerte aufkommen. Aufgrund dieser Ergebnisse sollte der Einsatz der Fluoreszenzsonde im Gewässermonitoring noch einmal überprüft werden. Dafür wären weitere Messkampagnen in verschiedenen Seen für eine Korrelation mit DIN- und HPLC-Ergebnissen nötig, um eine genauere Aussage über die Messgenauigkeit von Fluoreszenzsonden treffen zu können.

Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Gasexpansionsanlage

Christian Kleine B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Urs Reitis
Datum des Kolloquiums:	19. Dezember 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Stadtwerke Münster GmbH



Die Stadtwerke Münster GmbH versorgt ihre Kunde jedes Jahr mit über 1.500 Millionen kWh Erdgas. Das Erdgas wird mit einem Versorgungsdruck von 40 bis 65 bar in Münster angeliefert. Die Stadtwerke transportieren ihr Erdgas mit maximal 15 bar im Hochdrucknetz. Zur nötigen Gasdruckminderung betreiben diese sieben Erdgasübernahmestationen, unter anderem am Standort Mecklenbeck 1. Dort wird das Erdgas vom Vorlieferanten übernommen, auf einen geringeren Druck von 15 bar reduziert und in das Verteilungsnetz eingespeist. Hierfür werden mehrere Gasdruckregelschienen und eine Gasexpansionsanlage in Form einer Gasexpansionsturbine betrieben (Abbildung 1).

Da sich das Erdgas durch den Joule-Thomson-Effekt bei der Entspannung abkühlt, sind ein Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie zwei redundante Kessel zur Vorwärmung des Erdgases installiert.



Abbildung 1: Gasexpansionsturbine

Das BHKW der Stadtwerke Münster (Abbildung 2) ist ein erdgasbetriebener 12-Zylinder-Kolbenmotor von der Firma MWM. Der Wärmekreislauf des BHKW ist hydraulisch mit einem Wärmespeicher verbunden, aus dem die Wärmetauscher der Gasvorwärmung bedarfsgerecht mit Warmwasser versorgt werden.



Abbildung2: BHKW zur Wärmeversorgung der Turbine

In dieser Bachelorarbeit wird überprüft, ob sich ein Weiterbetrieb der Anlage –
Wartungsvertrages – wirtschaftlich rentiert, oder ob es eine lukrativere Alternative gibt. Das Ziel dieser Arbeit ist es, diesbezüglich eine begründete Empfehlung für die Stadtwerke Münster aufzustellen und damit einen Beitrag zur anstehenden Entscheidungsfindung zu leisten.

Dafür werden in den folgenden zwei Kapiteln zunächst die theoretischen Grundlagen erläutert, welche die Basis der Auseinandersetzungen sind. Dazu gehören die Darstellung des Unterschiedes von isenthalper und isentroper Gasentspannung und die Erläuterung der wichtigsten Rahmenbedingungen.

Im anschließenden Kapitel folgt die Berechnung der Wärmeleistung, die notwendig ist, um das Erdgas für die Drosselung sowie für die Gasexpansionsturbine vorzuwärmen.

Im fünften Kapitel wird überprüft, ob das BHKW optimal für die Anlage ausgelegt ist, oder ob es eine wirtschaftlichere Alternative gibt.

Im Anschluss daran wird die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage erläutert.

Wie die Anlage in Zukunft alternativ betrieben werden könnte, wird im vorletzten Kapitel dargestellt.

Die Arbeit schließt mit einem Fazit, in welchem die gesamten Ergebnisse zusammengefasst werden und die Frage zur Wirtschaftlichkeit der Gasexpansionsanlage begründet beantwortet wird.

Optimierung einer haustechnischen Anlage auf der Basis von Monitoring-Messwerten

Paul-Lennart Klemp B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Heiko Winkler
Datum des Kolloquiums:	29. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Energietechnik
In Kooperation mit:	energum GmbH, Ibbenbüren



Im Bauwesen ist der Einsatz von Sensoren eher selten. Doch ist deren Einsatz, gerade bei einem steigenden Bewusstsein für Energiereduzierung und Interesse zur intelligenten Gebäudeautomation, eine sehr effektive Möglichkeit ein Gebäude optimal zu steuern und die Emissionen zu senken.

In einem Erweiterungsbau eines Bürogebäudes in Ibbenbüren, sowie in dem Bestandsgebäude sind solche Sensoren verbaut. Es handelt sich bei der Art des Monitoring um ein stationäres Monitoring, d.h. die Sensoren werden fest in das Gebäude eingebaut mit der Absicht, über eine längere Zeit Daten aus diesem System zu erfassen und die hauseigene Anlage mit Hilfe dieser Daten zu steuern und zu optimieren. Die Daten aller Sensoren werden zentral auf einem Rechner gesammelt.

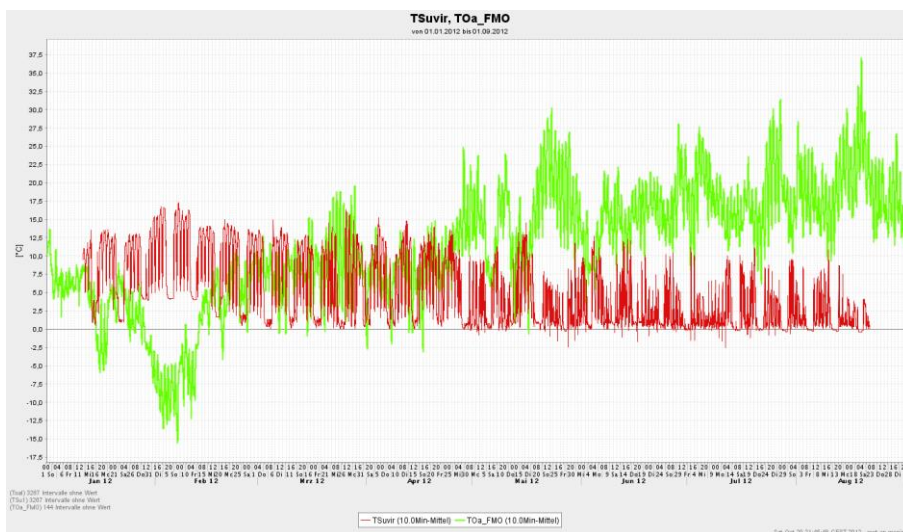
Der mit DGNB-Silber ausgezeichnete Neubau dient dieser Arbeit als Grundlage. Das Gebäude besitzt eine hoch wärmedämmte Gebäudehülle, Dreischeiben-Verglasung, sowie eine einzigartige effiziente Haustechnik. Neben einer reversiblen Wärmepumpe, angetrieben durch Geothermie mit elf Tiefenbohrungen, einem Rotations-Wärmetauscher und einer Wärmeabgabe über thermoaktive Bauteile, wurde ein ca. 90 Meter langes Erd-Luftregister unter der Gebäudesohle errichtet, das dazu dient eine Vorwärmung der Luft zu erzielen. Die Besonderheit liegt darin, dass in diesem Register ein Latentwärmespeicher (PCM) integriert wurde, um dessen Effizienz zu steigern. Dies stellt in der gelebten Praxis eine Weltneuheit dar.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die technische Ausstattung und der verbauten Sensoren des Gebäudes darzustellen, sowie mit Hilfe eines energetischen Monitorings anlagentechnische Fehlverhalten aufzudecken und Vorschläge für einen optimierten Anlagenbetrieb auszuarbeiten.

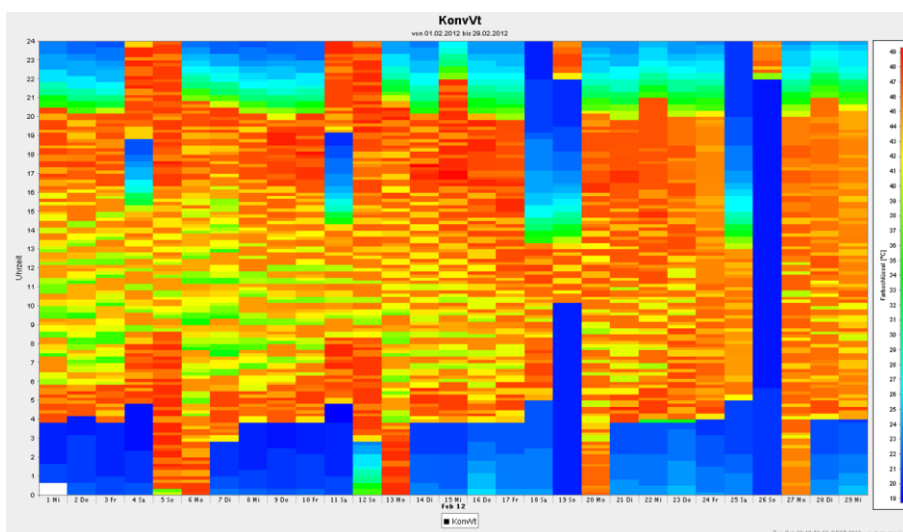
Die Auswertung der Messdaten zeigt, dass ein Energieeinsparpotential gegeben ist. Falsch eingestellte Sollwerte in der Gebäudeleittechnik führten zu einem fehlerhaften Betrieb der Anlage.

Folgende Grafik zeigt neben der Außentemperatur, die Temperaturdifferenz vor und hinter dem Rotationswärmetauscher. Durch die Wärmerückgewinnung konnte in einer extremen Kälteperiode ein maximaler Temperaturhub von bis zu 17,5 K erreicht werden. Jedoch ist eine Aufheizung der Außenluft auch in den Sommermonaten zu erkennen. Eine vorherige Abkühlung der Außenluft durch das verbaute Erdluftregister, wird so durch den rotierenden

Wärmetauscher aufgehoben. Ein Luftkühler muss im Anschluss die unnötig aufgeheizte Luft zusätzlich herabkühlen. Die Deaktivierung des Rotationswärmetauschers in den Sommermonaten führt zu einer hohen Energieeinsparung.



In sogenannten Carpet-Plots lassen sich Temperaturmessdaten für einen bestimmten Zeitraum übersichtlich darstellen. Die x-Achse zeigt die Zeit in Tagesschritten, auf der y-Achse sind die jeweiligen Tage detailliert in 10 Minuten Werte aufgeteilt. Die aktuelle Temperatur lässt sich anhand einer Farbskala ablesen.



Die hier dargestellte Vorlauftemperatur zeigt eine vorhandene Nachtabsenkung der Anlage im Wochenbetrieb, jedoch zeigt sich auch eine fehlerhafte Wochenendabsenkung. Durch eine optimierte Regelung lässt sich auch hier Energie sparen.

Normalerweise läuft die Anlagentechnik in Gebäuden viele Jahre ohne wesentliche Eingriffe, zumindest solange keine technischen Störungen auftreten und die Behaglichkeit unbeeinträchtigt bleibt. Erfahrungen zeigen jedoch, dass durch eine Anlagenoptimierung auf Antrieb 10-15% an Energie eingespart werden können.

Christopher Knoche B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Thomas Bühl-Nebel
Datum des Kolloquiums:	11. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Kälte- und Raumluftechnik
In Kooperation mit:	ZWP Ingenieur-AG, 50668 Köln



Das Ziel der Bachelorarbeit bestand darin, ein Energiekonzept für den Neubau eines Bürogebäudes der Siemens AG zu entwickeln. Energiekostenminimierung und CO₂-Ersparnis waren die Hauptuntersuchungskriterien dieser Arbeit. Dabei wurde das Konzept nicht auf die heutige Situation reduziert, sondern es erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gemäß der VDI 2067 für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Die Untersuchung des Bürogebäudes hat gezeigt, dass für jedes Gebäude eine individuelle Anlagenplanung erfolgen muss. Blockheizkraftwerke und Fernwärmeübergabestationen wären für dieses Objekt gänzlich unwirtschaftlich gewesen. Anders der konventionelle Betrieb zweier Gas-Brennwertgeräte, welcher allerdings auf der ökologischen Seite einen sehr hohen CO₂-Ausstoß aufwies. In diesen Varianten mussten die gesamten Investitionssummen der Kältemaschinen einfließen. Aufseiten der Kältetechnik fielen die Entscheidungen in der Voruntersuchung auf eine luftgekühlte Kompressionskältemaschine mit integriertem Rückkühler für die Niedertemperaturkälte und eine wassergekühlte Kompressionskältemaschine inklusive eines trockenen Freikühlers für die Hochtemperaturkälte. Investitionskostenminderungen finden sich in den verschiedenen Varianten der Wärmepumpen wieder. Da luft- und erdwärmebetriebene Wärmepumpen gleichermaßen Wärme und Kälte erzeugen können, waren die Kältemaschinen entsprechend kleiner zu dimensionieren. Die beiden bivalent betriebenen Wärmepumpensysteme sind nicht so ökonomisch und ökologisch im Vergleich zu den monovalent betriebenen Wärmepumpen. Infolge der hohen Investitionskosteneinsparung aufseiten der Kältetechnik sinken die Gesamtinvestitionskosten dieser kostenintensiven Variante. Niedrige Betriebskosten sind auf die gute Jahresarbeitszahl, welche infolge des Kühl- und Heizbetriebs erzielt werden können, zurückzuführen. Einen weiteren Beitrag zu diesem Ergebnis leistet der relativ niedrige Strompreis, den die ZWP Ingenieur-AG von der Siemens AG als Vorgabe erhielt.

Die Entscheidung, ob eine Systemkonstellation optimal auf ein Objekt passt, hängt von vielen Parametern ab. Andere Strompreise oder ein höherer Wärme- oder Kältebedarf hätten mit hoher Wahrscheinlichkeit eine ganz andere Variante zum ökonomischsten System erkoren.

Rebekka Koch B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Wolfgang Fehring

Datum des Kolloquiums:

22. Februar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Ottensmeier Ingenieure GmbH, Paderborn



Wirtschaftliche und energetische Betrachtungen von Lüftungsanlagen bei der Planung und Realisierung jeglicher Projekte sind ein wichtiger Punkt und sollten deshalb vor jeder Planung berücksichtigt werden.

In dieser Arbeit wurde eine konventionelle Teilklimaanlage mit Kompressionskältemaschine im Vergleich mit einer Lüftungsanlage mit adiabater Kühlung untersucht.

Die Untersuchung der beiden Anlagen auf wirtschaftlicher und ökologischer Art wird anhand eines bereits realisierten Projektes der Firma Gildemeister vorgenommen. Gildemeister ist einer der Weltmarktführer für die Herstellung von Werkzeugmaschinen.

Die Firma Gildemeister muss die Lüftungsanlagen von vier großen Produktionshallen aus Altersgründen sanieren. In Abbildung 1 ist eine Übersicht des Firmengeländes dargestellt, in der Mitte sind die vier Produktionshallen zu sehen. Zur Auswahl der neuen Lüftungsanlagen standen die zuvor aufgeführten Varianten.

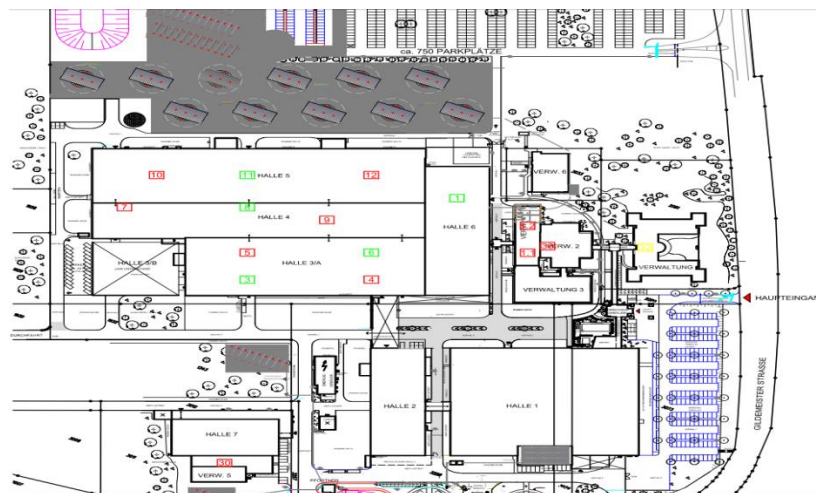


Abbildung 7: Übersicht des Gildemeister Firmengeländes

Die Lüftungsanlagen werden ausschließlich im Kühlfall betrachtet. Ein Sommerfall wird anhand von Messdaten ausgewertet. Eine Energieeinsparung,

basierend auf den Messdaten, wird mit Berechnungs-Tools berechnet.

Bei der Lüftungsanlage mit adiabater Kühlung gibt es eine Besonderheit. Es wird ein Drittel (hier: max. 5.000 m³/h) Luft mehr gefördert, um diese nach dem Wärmetauscher direkt auf die Abluftseite für die Adiabate Befeuchtung zu fördern. Im Kühlfall wird die Abluft der Hallen nicht genutzt und durch einen Bypass direkt in die Fortluft geführt und ins Freie geblasen.

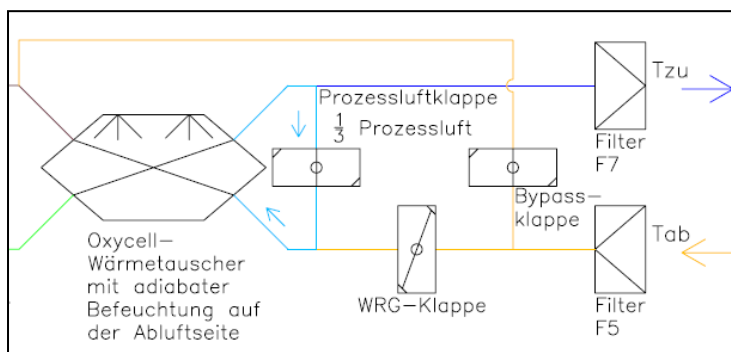


Abbildung 8: Teilschema der Lüftungsanlage mit adiabater Kühlung

Durch das unterschiedliche Massenstromverhältnis (hier: 15.000/5.000 m³/h) muss im Kühlfall ein Temperaturänderungsgrad bestimmt werden, der im Vergleich zu einem sonst üblichen, gleichen Massenstromverhältnis geringer ausfällt.

Vereinfacht wurde für die Berechnung der Energieeinsparung der Wärmetauscher der Lüftungsanlage als ein zwei-stufiges System betrachtet. Die Luft wird erst befeuchtet und dann findet die Wärmeübertragung statt. In dem Wärmetauscher der betrachteten Lüftungsanlage finden diese Schritte allerdings zeitgleich statt.

Durch die Festlegung von Temperaturbereichen für den Kühlbedarf über die betrachtete Periode wurde eine Kühlleistung berechnet. Somit konnten die Kosteneinsparungen der beiden Varianten bestimmt werden.

Abschließend wurde mit der berechneten Energieeinsparung, in Anlehnung an die VDI 2067-1, eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Alle Kosten wurden aufgeschlüsselt und im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gegenübergestellt.

Analyse und Fertigstellung einer Fogging-Prüfeinrichtung für Materialien in Sonnenkollektoren

André Köhler B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Jürgen Kosok
Datum des Kolloquiums:	30. November 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Bosch Solarthermie GmbH, Wettringen



Die Bosch Solarthermie GmbH zählt heute zu den größten Flachkollektorherstellern in Deutschland und bietet Solarprodukte unter dem Dach der Bosch Thermotechnik GmbH an. Heute arbeiten etwa 170 Mitarbeiter in Wettringen an der Entwicklung und Fertigung von Solarthermie Komponenten.

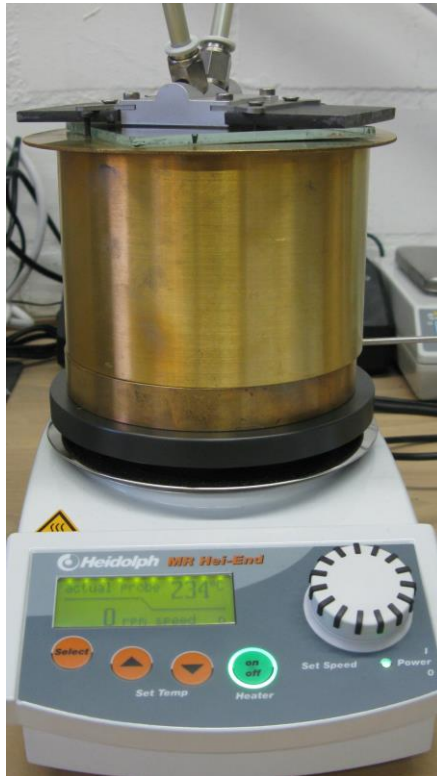
Fogging im Bereich der Solarthermie ist die Kondensation von verdampften flüchtigen Bestandteilen aus Kollektoren an der Glasscheibe. Durch die hohen thermischen Belastungen an einem Sonnenkollektor werden die Ausgasungen der im Kollektor verwendeten Materialien provoziert. Durch Konvektion werden diese Ausgasungen zur transparenten Abdeckung des Kollektors transportiert. Das Fogging auf der Glasscheibe ist deutlich sichtbar, was zu Reklamationen des Kunden führt. Der Einfluss von Fogging auf den Wirkungsgrad eines Kollektors wurde im Rahmen einer weiteren Arbeit untersucht. Mit Hilfe von Transmissionsmessungen konnte nachgewiesen werden, dass einfallendes Licht durch Fogging-Niederschläge gestreut aber nicht reflektiert oder absorbiert wird. Somit kann behauptet werden, dass ein Fogging-Niederschlag auf der transparenten Kollektorabdeckung keine negativen Einwirkungen auf den Gesamtwirkungsgrad des Kollektors hat.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde eine standardisierte Form der Fogging-Prüfeinrichtung für Materialien solarthermischer Kollektoren erarbeitet. Sie soll die bereits am Standort Wettringen eingesetzte Prüfeinrichtung ablösen und an die Ausführungen der DIN 75201 angelehnt sein.

Für ein zeiteffizientes Vorgehen bei den Untersuchungen soll es mithilfe der neuen Prüfeinrichtung möglich sein, zeitgleich mehrere Materialproben bei unterschiedlichen Versuchstemperaturen zu untersuchen. Als Ideallösung wird eine aus Standardbauteilen konstruierte Prüfeinrichtung angesehen, die eine Reproduktion der Apparatur mit gleichbleibender Qualität an verschiedenen Bosch-Standorten ermöglicht. Ihren Einsatz soll die Prüfeinrichtung sowohl in der Produktentwicklungsphase als auch bei der begleitenden Qualitätskontrolle finden. In der Produktentwicklungsphase sollen Materialien auf ihr generelles Fogging-Potential geprüft werden, um zu entscheiden, ob sich eine geplante Materialart grundsätzlich für den Kollektorbau eignet.

Es war eine intensive Grundlagenforschung über die Funktionsweise und Zusammenhänge der einzelnen Komponenten einer Fogging-Prüfeinrichtung

notwendig. Diese sieht eine Heizplatte als Wärmequelle und eine Konstruktion aus einer Messingplatte und einem Messingzylinder als Versuchsraum vor. Als Kondensatfalle dient eine Glasscheibe, die durch eine wasserspeisete Kühlplatte temperiert wird. Durch die Regelung und einen externen Temperatursensor wird das exakte Einhalten der Versuchstemperaturen gewährleistet.



Fogging-Prüfeinrichtung der Bosch Solarthermie in Wettringen

Die Prüfeinrichtung dient der Auswahl von Materialien, die in den solarthermischen Kollektoren Verwendung finden. Hierfür sind die angefertigten Fogging-Proben bezüglich ihres Potenzials auszuwerten. Es wurde eine Datenbank angelegt, in Form von Referenzgläsern, in welche Versuchsergebnisse erfasst werden. Die bisherige subjektive Beurteilung wird durch die messtechnische Methode der Reflexionsmessung ergänzt. Die Reflexionswerte können in abgestimmte Foggingwerte umgerechnet werden. Auf Grundlage von Referenzwerten und Festlegungen kann so eine Einteilung der Fogging-Proben entsprechend ihrer Intensität erfolgen.

Überprüfung von Methoden zur Quantifizierung von Gaslecks an Biogasanlagen

Dipl.-Ing. Markus Köllerwirth

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Matthias Post
Datum des Kolloquiums:	04. Mai 2012
Studiengang:	Ver.- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung:	Kommunal- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Wasser- Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Wessling GmbH, Altenberge



Die wesentlichen anthropogenen Quellen für Methan sind die Zunahme des Reisanbaus und der Rinderhaltung, Grubengas aus Stein- und Braunkohleabbau, Deponiegas als Emissionen aus Mülldeponien sowie Verluste bei der Erdgas- und Erdölgewinnung und bei der Gasverteilung.

Einen Baustein zur Reduzierung der Methan-Freisetzung sollte diese Arbeit bilden, in dem Methoden zur Quantifizierung von unkontrollierten Gasfreisetzungen ermittelt wurden und somit eine Möglichkeit zur Beratung und Sensibilisierung entsprechender Anlagenbetreiber gefunden werden sollte.

Für diese Arbeit wurden umfangreiche Vorversuche durchgeführt, um einen Einsatz in der Praxis entsprechend überprüfbar zu machen. Durch Ermittlungen von Abweichungen des berechneten Volumenstromes zu den experimentellen Ergebnissen konnte eine Korrekturfunktion ermittelt werden, die unter Einbeziehung von Dichte, Realgaszahlen und Temperaturänderungen die Messwerte auf die real höheren Werte umrechnen ließ. Somit erwiesen sich die Methoden Strömungsmessung und Befüllung von Gasbeuteln als brauchbar, in dieser Versuchsanordnung jedoch bei größeren Volumenströmen als zu ungenau. Die sehr gute Wiederholgenauigkeit dieser Versuchsreihe zeigte ein hohes Potenzial, besonders für geringe Volumenströme stellte diese sich als eine einfache und wirtschaftliche Methode heraus.

Der Vergleich von Darstellungen der Gasströmungen mittels der Gaskamera brachte zum Teil gut interpretierbare Bilder hervor. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass hier die Untersuchungen noch in den Anfängen steckte und somit keine Ergebnisse bei verschiedenen Umgebungsbedingungen vorliegen. Die Interpretation diffuser Quellen, wie z. B. eine mangelhafte Abdichtung eines Blindstopfens, waren bei den vorherrschenden Wetterverhältnissen und bei der in dieser Arbeit eingesetzten Versuchsanordnung nicht möglich.

Vergleichende Untersuchungen von Ausströmbildern konnten jedoch trotz widriger Wetterverhältnisse an punktförmigen Leckagestellen Abschätzungen des Gasverlustes ermöglichen. Diese Ergebnisse hätten aber noch durch weitere Versuche evaluiert und Abweichungen der Interpretation ermittelt werden müssen. Es konnte aber eindeutig eine sehr gute Erfolgsaussicht für weitere Untersuchungen dieser Art festgestellt werden.

Andreas Köhne B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Lars Eversmann
Datum des Kolloquiums:	26. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit:	Eversmann - beratende Ingenieure, Münster



In Zeiten immer weiter steigender Energiepreise macht es Sinn, sich über die Effektivität der Beheizung von Räumlichkeiten sowie der Trinkwassererwärmung Gedanken zu machen. Das Potential Energie einzusparen ist groß. So ergeht es auch dem Trägerverein des Mühlenhofes. Der Mühlenhof ist ein Freilichtmuseum im Herzen von Münster, wo alte Handwerkskunst und das frühe ländliche Leben im Münsterland demonstriert werden. Mit vielen denkmalgeschützten Fachwerkhäusern und einem großen Außenareal finden sich täglich viele Besucher in den Räumlichkeiten des Mühlenhofes ein.

Die Ansprüche an das Raumklima sind jedoch, im Vergleich zu früher, gestiegen. Mehrere Kesselanlagen und Öfen versorgen die historischen Gebäude mit Wärme. Als Brennstoff dienen hierfür Flüssiggas und Heizöl.

Zu fragen gilt ob:

- die Energieerzeugung angemessen geplant worden ist?
- die Anlagen inzwischen veraltet sind?
- die Feuerungen groß genug oder zu groß dimensioniert sind?
- die Anlagen effizient Wärme erzeugen?
- die Heizkreise hydraulisch abgeglichen sind?

Es erfolgte zunächst eine Bestandsaufnahme der Anlagen und Räumlichkeiten vor Ort. Zudem wurden eine Abstimmung über Nutzerprofile und Festlegungen der benötigten Raumtemperaturen gemeinsam mit dem Trägerverein durchgeführt. Es wurde der Verbrauch der letzten Jahre analysiert und nach Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten gesucht. Ferner sollte überprüft werden, ob der Einsatz erneuerbarer Energien im Mühlenhof sinnvoll ist. Abschließend sollte eine grobe Kostenübersicht über die möglichen Verbesserungsvarianten erfolgen und eine Empfehlung zur Steigerung der Energieeffizienz ausgesprochen werden.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass durch die Zusammenlegung zweier Heizzentralen zu einer einzigen, Kosten für Wartung und Schornsteinfeger eingespart werden. Die Heizlastberechnung hat gezeigt, dass diese Anlage verkleinert werden kann.

Durch Austausch der alten Kesselanlagen durch neue moderne Brennwerttechnik lässt sich weiteres Einsparpotential nutzen. Je nachdem, ob sich der Trägerverein des Mühlenhofes für eine Variante zur Befeuerung mit Öl oder Gas entscheidet, lassen sich die Energiekosten um 23,9 % (Heizöl) oder 27,0 % (Stadtgas) senken. Durch den Einbau von neuen Heizungsverteilern und Differenzdruckreglern lassen sich alle Heizkreise untereinander hydraulisch abgleichen und das auch im oft gefahrenen Teillastbetrieb. Zudem kann der CO₂ Ausstoß um 30 % gesenkt werden.

Zudem wurde die Nutzung von einem BHKW sowie der Einsatz von erneuerbaren Energien untersucht. Beides ist für den Mühlenhof nicht sinnvoll einsetzbar. Eine Kostenanalyse zeigte die verschiedenen Varianten auf und stellte ihre Realisierbarkeit für einen Investitionszeitraum von zehn Jahren dar.

Neue Systemtrenner sollen für eine Anlagenbefüllung ohne Risiken auf Einbringung von Keimen ins Trinkwasser Sorge tragen. Eine neue zentrale Regelung der Kesselanlagen ist sehr teuer, aber für die Verfeuerung von Heizöl lukrativ.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass energieeffiziente Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Wärme nicht nur der Umwelt zur Gute kommt, sondern sich auch wirtschaftlich für den Mühlenhof nach kurzer Amortisationszeit rechnet.

Sabine Krämer M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dr.-Ing. Ferdinand Schmitt
Datum des Kolloquiums:	18. März 2013
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Ruhrverband, Essen



Der Ruhrverband, 1913 in Essen gegründet, ist ein öffentlich rechtliches Wasserwirtschaftsunternehmen. Derzeit betreibt der Ruhrverband 69 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 3,26 Mio. Einwohnern im Ruhrverbandsgebiet. Das Verbandsgebiet entspricht im Wesentlichen dem natürlichen Einzugsgebiet der Ruhr und ist im Bereich Wassergütewirtschaft in drei Regionalbereiche, welche für den Betrieb der Kläranlagen zuständig sind, aufgeteilt.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden die Entsorgungsstrukturen des Grobstoffanfalles der Verbandskläranlagen untersucht und ein Optimierungskonzept entwickelt. Hierbei handelt es sich um sog. Rechengut, das in der ersten Behandlungsstufe, der so genannten mechanischen Reinigungsstufe der Kläranlage, anfällt. Dabei werden die im Abwasserstrom enthaltenen Grobstoffe mit Hilfe eines Rechens aus dem Abwasserstrom entnommen, um den sicheren Betrieb im weiteren Klärprozess zu gewährleisten. Rechengut ist ein sehr heterogenes Gemisch (organische und anorganische Bestandteile), dessen Anfall und Beschaffenheit nur sehr schwer vorhersehbar oder beeinflussbar ist.

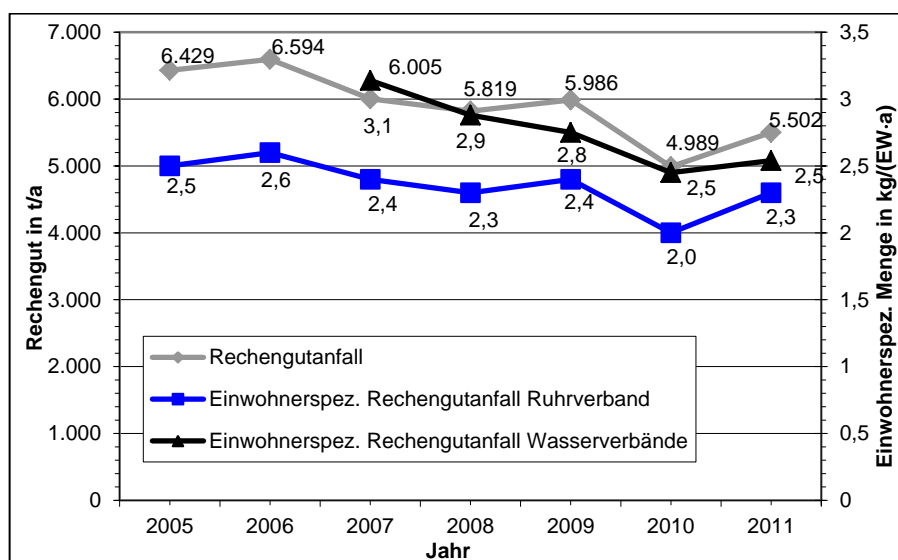
Auf den Kläranlagen des Ruhrverbandes sind im Jahr 2011 insgesamt 5.500 t Rechengut angefallen, welche behandelt und entsorgt werden mussten. Im Jahr 2011 wurde das gesamte Rechengut des Ruhrverbandes ausschließlich in Verbrennungsanlagen entsorgt.

Die bisherigen Rechengutentsorgungsstrukturen sind geprägt durch die dezentrale Organisationsstruktur des Ruhrverbandes. So werden die logistische und kaufmännische Abwicklung der Rechengutentsorgung von den Regionalbereichen des Ruhrverbandes selbstständig organisiert. Des Weiteren unterscheiden sich die Entnahme-, Vorbehandlungs- und Transportsysteme des Rechengutes auf den einzelnen Kläranlagen zum Teil erheblich.

Im Rahmen der Masterarbeit wurde Bestandsanalyse der Rechengutentsorgung des Ruhrverbandes durchgeführt. In der Bestandsanalyse wurden sowohl die technischen und organisatorischen, als auch die wirtschaftlichen Aspekte der Rechengutentsorgung analysiert. Des Weiteren wurden die Aufbereitungs- und Entsorgungswege für das Rechengut des Ruhrverbandes und anderer Wasserverbände aus Nordrhein-Westfalen analysiert und ausgewertet. Dadurch wurde ein Zusammenhang zwischen den Eigenschaften des Rechengutes und den verschiedenen Rechengutentsorgungswege ermittelt. Anschließend wurde geprüft, ob es alternative Entsorgungswege für das Re-

Rechengut gibt, die eine verbesserte Ausnutzung des Energiepotentials des Rechenguts ermöglichen. Die entwickelten Vorschläge zur Optimierung der Rechengutentsorgungsstrukturen berücksichtigen die logistischen, kaufmännischen und die technischen Organisationsstrukturen. Dabei ist insbesondere die Wirtschaftlichkeit der Rechengutentsorgung maßgebend.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurden unter anderem die Rechengutmenge und die einwohnerspezifischen Mengen für den Ruhrverband und die Wasserverbände dargestellt (Abbildung). Es wird deutlich, dass die Rechengutmengen und die einwohnerspezifischen Mengen in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen sind. Ursache für den Rückgang des Rechengutes sind der demographische Wandel aber auch die Verbesserungen der Rechengutbehandlungsverfahren.



Verlauf des Rechengutanfalls und Vergleich der einwohnerspezifischen Mengen des Ruhrverbands mit anderen Wasserverbänden im Zeitraum von 2005-2011

Für die wirtschaftliche Optimierung der Rechengutentsorgungsstrukturen war es erforderlich, die Details der Ausschreibungen der Transport- und Entsorgungsleistungen der einzelnen Kläranlagen zu vergleichen. Der Vergleich der Strukturen zeigt ein sehr heterogenes Bild. Derzeit wird das Rechengut der 69 Kläranlagen des Ruhrverbandes in vielen keinen Losen mit oft nur sehr geringen Mengen für die Verbrennungsanlagen und weiten Transportentfernungen für die Transporteure ausgeschrieben. Im Rahmen der Masterarbeit wurden die vorhandenen Strukturen beschrieben und Vorschläge zu Optimierung neuer Entsorgungsstrukturen für das Rechengut entwickelt.

Die schrittweise Optimierung umfasst:

- Die Optimierung der Losgrößen
- Eine einheitliche Strukturierung der neu entwickelten Lose
- Eine Optimierung der Rechengutentsorgungsstrukturen durch die getrennte Ausschreibung der Entsorgungs- und Transportleistungen.

Thomas Künnemann B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 20. August 2012

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



Durch den Ausstieg Deutschlands aus der Atomenergie und die Bemühungen der Bundesregierung, den CO₂-Ausstoß im Land zu senken, wird vermehrt auf den Ausbau der regenerativen Energien gesetzt. Dieser Ausbau erfolgt auch im Bereich der Windenergie. Nach den neuesten Zahlen des Bundesverbandes Windenergie betrug der Anteil der Windenergie im Jahr 2011 bereits 7,8 % am Stromverbrauch der Bundesrepublik und es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil weiter steigen wird.

Für Kommunen ist der Ausbau der erneuerbaren Energien eine Gelegenheit, um Windenergie im eigenen Gemeinde- oder Stadtgebiet anzusiedeln. Allerdings gibt es bei der Finanzierung eines Windenergieparks große Unterschiede, welche sich auf die kommunale Wertschöpfung und auf die Einnahmen der Kommune auswirken. Durch den Vergleich mehrerer Finanzierungsmodelle werden diese Unterschiede aufgezeigt und deren Vor- bzw. Nachteile dargestellt.

Bei den betrachteten Modellen handelt es sich um einen klassischen Bürgerwindpark, einen Windpark der Stadt und Stadtwerke, einen Windpark eines Investors von außerhalb, ein gemeinnütziges Projekt in zwei Ländern und ein gemischtes Modell, welches die ersten drei Modelle vereint.

Neben den Vor- und Nachteilen für den Betreiber des Windenergieparks ergeben sich durch die einzelnen Modelle auch finanzielle Unterschiede für die Kommune. Die Abweichungen in den Anteilen der kommunalen Wertschöpfung am gesamten Finanzvolumen ergeben sich unter anderem aus der Verteilung der Gewerbesteuer, der Vergabe von Arbeiten an regionale bzw. überregionale Firmen oder den Sitz der Geschäftsleitung der Betreibergesellschaft.

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, haben die Modelle zwei und vier den größten Anteil der Wertschöpfung innerhalb der Kommune, unter den fünf betrachteten Modellen. Im Gegensatz zum Windpark eines Investors von außerhalb, verbleiben in diesen Fällen die Gewerbesteuer und Kosten für die Geschäftsführung in der Kommune. Zudem können einige Arbeiten an lokale Unternehmen vergeben oder zum Teil von den Mitarbeitern der Stadtwerke verrichtet werden.

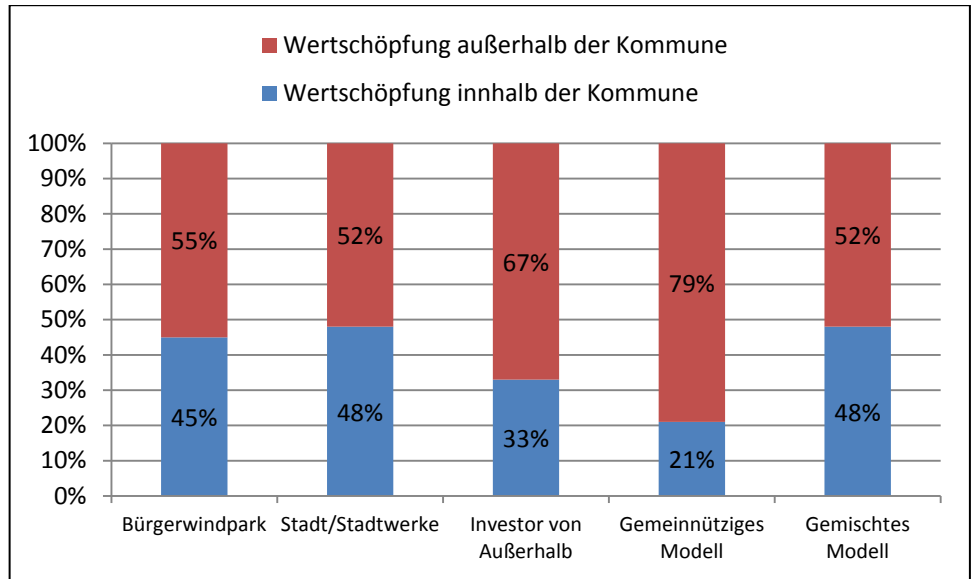


Abb. 1: Anteil der kommunalen Wertschöpfung am gesamten Finanzstrom

Für die Kommune lohnt es sich in den meisten Fällen, sich selbst an einem geplanten Windenergiepark zu beteiligen. Wenn von Beginn an auf die Unterschiede in den Finanzierungsmöglichkeiten und deren Auswirkungen auf die Einnahmen der Kommune geachtet wird, so kann eine Stadt oder Gemeinde durch den Bau eines Windparks erheblichen Nutzen ziehen.

Untersuchung eines neuen Anlagenkonzeptes in Form einer Heiz-/Kältezentrale

Matthias Langohr B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Carsten Merker

Datum des Kolloquiums:

04. Dezember 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Merker AG Beratende Ingenieure, Sendenhorst



Das Ziel dieser Bachelorarbeit war die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit eines neuen Anlagenkonzeptes in Form einer Heiz-/Kältezentrale. Als Referenzobjekt für die Untersuchung diente das Congress Messehotel**** Essen. Die Heiz-/Kältezentrale setzt sich aus den folgenden fünf Bauteilen zusammen: Microgasturbine, Gasabsorptionswärmepumpe, Eisspeicher, Spitzenlastkältemaschine und einem Gasbrennwertkessel.

Das Kernstück des Anlagenkonzeptes ist die Microgasturbine. Diese produziert durch die Verbrennung von Gas auf der einen Seite Strom und auf der anderen Abwärme, die in den Abgasen enthalten ist. Diese wird mittels zweistufiger Wärmerückgewinnung genutzt. Ein Teil der Abwärme wird dem Heizungsnetz zugefügt, der andere Teil dem Austreiber der Gasabsorptionswärmepumpe. Der Strom wird zu 100 % in das Hotel eingespeist und wird zusätzlich durch das KWKG-Gesetz gefördert. Die Heiz-/Kältezentrale umfasst in Summe 6 Gasabsorptionswärmepumpen, wobei 5 konventionell mittels eines Gasbrenners befeuert werden. Der vorhandene Eisspeicher dient allen Wärmepumpen als Wärmequelle für den Verdampfer. Durch diese Wärmeabgabe vereist das Wasser stetig in dem Eisspeicher. Das entstandene Eis wird im Sommerfall zur Kühlung des Hotels genutzt. Sowohl der Gasbrennwertkessel als auch die Kältemaschine dienen lediglich zur Abdeckung von Spitzenlasten.

Die Heiz- und Kältebelastung für das Messehotel wurden im Vorfeld mittels einer Berechnungssoftware ermittelt. Auf Grundlage dieser Auswertung konnten die einzelnen Bauteile ausgelegt und dimensioniert werden. Im Vordergrund der Auslegung standen die ökologischen und regenerativen Aspekte der Einzelkomponenten. Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit zu machen, wurden 2 weitere Varianten parallel untersucht. Bei allen drei Varianten stand die Ermittlung der Energiekosten an erster Stelle, gefolgt von den Investitionskosten. Bei den Investitionskosten wurden nur die reinen Kosten für die Anlage berücksichtigt.

Das Verteilnetz der Wärme und Kälte in dem Gebäude ist bei allen 3 Anlagen identisch und wurde daher vernachlässigt. Nachdem die Energie- und Investitionskosten ermittelt wurden, wurde mittels des Break-Even-Points die Wirtschaftlichkeit der Heiz-/Kältezentrale dargestellt.

Aufbau eines Controlling-Systems für das Start-up-Unternehmen iEXERGY

Michael Laser B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Michael Jüdiges B.Eng.
Datum des Kolloquiums:	20. Dezember 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	iEXERGY GmbH, Münster



Die iEXERGY GmbH aus Münster ist ein Start-up-Unternehmen, welches zurzeit verschiedene Produkte aus dem Bereich der Gebäudeautomation entwickelt und diese an bereits bestehende Systemstandards anpasst.

Um die Geschäftsfähigkeit eines Unternehmens gewährleisten zu können, ist es notwendig, ein funktionierendes Controlling-System im Unternehmen zu etablieren. Dieses System soll dazu dienen, zukünftige Handlungen – vor allem in finanzieller Hinsicht – zu planen und gezielt zu steuern. Am Ende eines Geschäftsjahres soll das Geplante mit dem Erreichten verglichen und genau analysiert werden.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Controlling-System entwickelt, welches sich genau an den Bedürfnissen der iEXERGY GmbH orientiert. Ein solches System ist für iEXERGY mittlerweile unerlässlich, da das Unternehmen kontinuierlich wächst und die Geschäftsprozesse immer komplexer werden.

Das hier entwickelte Controlling-System soll den Unternehmensleiter entlasten und ihm permanent und frühzeitig entscheidungsrelevante Informationen bereitstellen, auf deren Grundlage wichtige Entscheidungen, zum Beispiel zur Personal- oder Produktpolitik, getroffen werden können.

Das Controlling der iEXERGY GmbH soll zukünftige Leistungen, Ressourcen und Budgets planen und mit den einzelnen Verantwortlichen bestimmte Zielwerte vereinbaren, die es zu erreichen gilt. Zudem wird das tatsächlich Erreichte – teilweise mit Hilfe von Kennzahlen – gemessen und mit dem Plan verglichen.

Ein funktionierendes, ganzheitliches Controlling-System ist für alle Unternehmen wichtig – sowohl für große als auch für kleine Unternehmen wie die iEXERGY GmbH.

Die Hauptaufgaben der Unternehmensleitung sind im Allgemeinen die Planung, Organisation und Kontrolle aller Geschäftsprozesse sowie die Personalführung. Um diese Aufgaben erfüllen zu können, ist die Unternehmensleitung auf entsprechende Informationen angewiesen, welche von den einzelnen Abteilungen zur Verfügung gestellt werden.

Das Controlling übernimmt, wie in Abb. 1 vereinfacht dargestellt, üblicherweise die Aufgabe, die einzelnen Führungsbereiche so zu koordinieren, dass die

Unternehmensziele optimal erreicht werden.

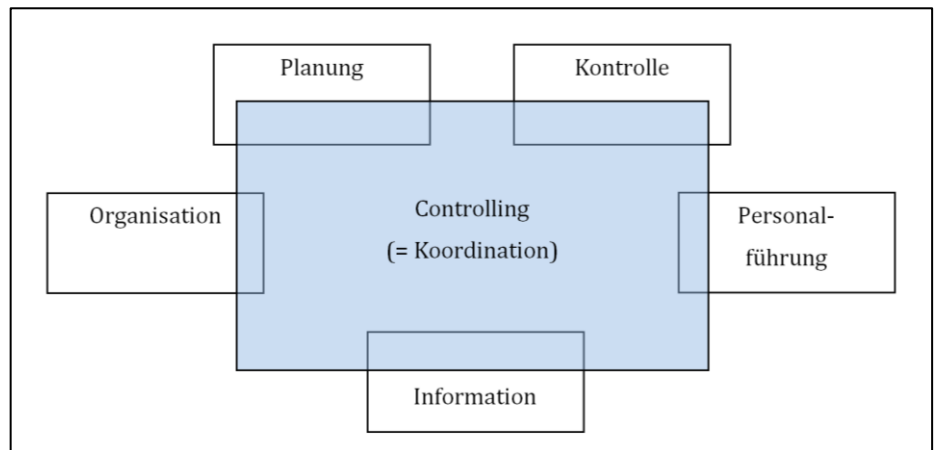


Abb. 1: Einordnung des Controllings in das betriebliche Führungssystem

Neben der Koordinationsaufgabe arbeitet die Controllingabteilung eng mit der Unternehmensleitung zusammen, um gemeinsam unternehmerische Ziele festzulegen und um Kosten und Umsatzerlöse für folgende Perioden zu planen.

Das Controlling überwacht und analysiert ständig die aktuelle interne und externe Entwicklung und informiert bei Abweichungen vom Plan die Geschäftsleitung, sodass diese dann, zum Beispiel bei Personalmangel oder Umsatzrückgängen, gezielt „gegensteuern“ kann.

Am Ende eines jeden Geschäftsjahres übernimmt die Controllingabteilung die Aufgabe, einen Jahresabschluss anzufertigen. Dieser Jahresabschluss besteht in der Regel aus einer Bilanz und einer Gewinn-und-Verlust-Rechnung. Um diesen Jahresabschluss erstellen zu können, orientiert sich die Controllingabteilung an den Ergebnissen der Finanzbuchhaltung.

Das im Rahmen dieser Bachelorarbeit entwickelte Controlling-System soll unternehmensintern kontinuierlich weiterentwickelt und auf spezielle Softwareprogramme übertragen werden, damit die vorhandenen Informationen der Unternehmensleitung jederzeit und von überall zugänglich sind.

Zulassungsverfahren dezentraler Niederschlagswasserbehandlungsanlagen im Trennverfahren

Georg Christoph Lichtenberg B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Peter Senker
Datum des Kolloquiums:	19. März 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Umwelttechnik - Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen



Bislang wurden Niederschlagsabflüsse in Trennsystemen meist zentral vor der Einleitung in ein Gewässer in Regenklärbecken behandelt. In zentral angeordneten Becken vermischen sich oft Abflüsse sowohl von Flächen, die als „behandlungsdürftig“ oder „nicht behandlungsdürftig“ bewertet wurden. Weitergehende Kenntnisse über die Verunreinigung von Oberflächenabflüssen haben zu weitergehenden Anforderungen an die Behandlung geführt. Wenn möglich sollen die Abflüsse versickern oder direkt vor Ort (dezentral) behandelt werden. Verschiedene Hersteller haben in den letzten Jahren Systeme zur dezentralen Behandlung entwickelt. Diese Anlagen müssen einen Nachweis über eine vergleichbare Behandlung zu zentralen Behandlungsanlagen von Niederschlagswasser erbringen. Der sog. „Trennerlass NRW“ des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz legt die entsprechenden Anforderungen fest. Die bisherige Genehmigungspraxis entsprechender Anlagen birgt noch Unsicherheiten. So liegen für dezentrale Behandlungsanlagen, die Wasser für die anschließende Versickerung vorbehandeln. Die Möglichkeiten einer Bauartzulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) vor. Um dezentrale Anlagen für die Ableitung in Gewässer zu genehmigen, hat das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen Prüfungen in Auftrag gegeben, bei denen labortechnisch die Leistungsfähigkeit ausgewählter, marktreifer Systeme getestet werden soll. Unter Laborbedingungen wird die hydraulische Leistungsfähigkeit und den Rückhalt aller wichtigen Inhaltsstoffe des Niederschlagswassers geprüft. Zusätzlich wurden die ausgewählten Behandlungsanlagen in verschiedenen *in situ* Versuchen getestet, um den störungsfreien dauerhaften Betrieb zu gewährleisten.

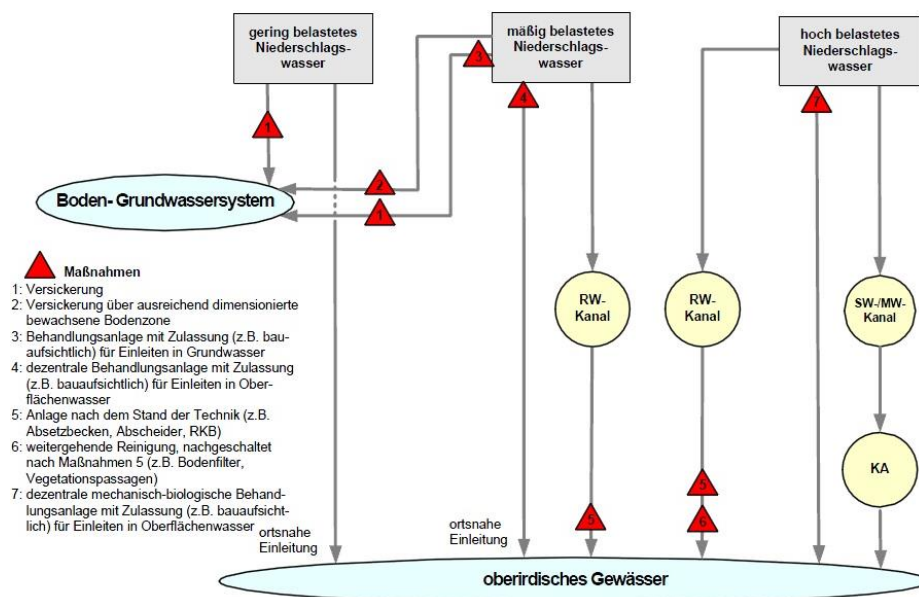
Mittlerweile sind einige Anlagen sowohl vom Deutschen Institut für Bautechnik und vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen zugelassen und können ohne Einzelnachweise der Leistung und des dauerhaften Betriebs genehmigt und eingebaut werden. Diese Zulassungen gelten aber nur für die Behandlung von Abflüssen von Oberflächen und speziell von Verkehrsflächen mittlerer Belastung.

Die kritische Begutachtung der bisherigen Bemühungen hat ergeben, dass in Zukunft auch Zulassungen über die Verwendung bei Verkehrsflächen hinaus erteilt werden müssen. Zudem müssen die Untersuchungen zum Leichtstoffrückhalt überarbeitet werden. Das größte Potential zum Einsatz dezentraler

Behandlungsanlagen liegt vor allem beim Einsatz stark belasteter Flächen, für die bislang jedoch keine abschließenden Untersuchungsergebnisse vorliegen. Ebenso müssen zukünftig die Entsorgungswege der Reststoffe dieser Behandlungsanlagen näher beleuchtet werden. Zu diesem Zweck wurden Möglichkeiten für die Beseitigung der Abfallstoffe ermittelt und exemplarisch für verschiedene Flächengrößen die Gesamtmengen an Rückständen und Filtermaterialien errechnet. In der Tabelle sind Jahresfrachten für unterschiedliche Flächengrößen und Stoffparameter aufgeführt.

Frachten	Einheiten	Verkehrsflächen 500 m ²		Verkehrsflächen 2.000 m ²		Verkehrsflächen 5.000 m ²		Verkehrsflächen 10.000 m ²	
		schwach	stark	schwach	stark	schwach	stark	schwach	stark
		bel.	bel.	bel.	bel.	bel.	bel.	bel.	bel.
AFS	kg/a	28,2	125,6	112,9	502,5	282,2	1.256,2	564,5	2.512,4
MKW	kg/a	0,0	0,9	0,0	3,5	0,0	8,8	0,0	17,7
PAK	kg/a	0,5	2,2	1,8	8,7	4,6	21,8	9,2	43,7
Cu	g/a	20,3	25,3	81,1	101,3	202,9	253,3	405,7	506,5
Cd	g/a	0,2	1,7	0,7	6,7	1,8	16,8	3,5	33,5
Pb	g/a	24,7	67,5	98,8	270,1	247,0	675,4	493,9	1.350,7
Zn	g/a	3,8	267,1	15,1	1.068,5	37,8	2.671,2	75,6	5.342,4
Summe	kg/a	28,7	129,1	114,9	516,2	287,3	1.290,5	574,7	2.581,0

Der Einsatz dezentraler Systeme bietet neue Möglichkeiten zur Erweiterung der klassische Niederschlagswasserbehandlung.



Dominik Lindebaum B.Eng.

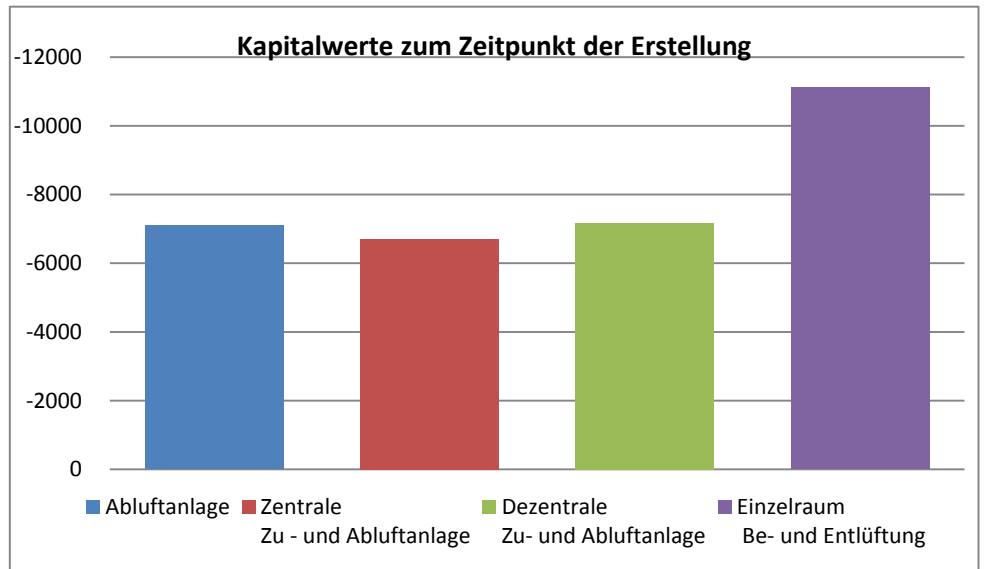
Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Helmut Heidrich
Datum des Kolloquiums:	20. September 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumlufttechnik
In Kooperation mit:	Heidrich Ingenieurbüro GmbH, Münster



Der Klimawandel und die ansteigenden Rohstoffpreise haben den Anlass dazu gegeben, sich generell mehr Gedanken über mögliche Energieeinsparmöglichkeiten zu machen. Diese Gedanken führten in den letzten Jahrzehnten auch zu enormen Auswirkungen im Bereich des Neubaus von Gebäuden. Bereits 1977 trat mit der Wärmeschutzverordnung (WSchV) eine Verordnung in Kraft, die den Wärmeschutz bei Neubauten erhöhen sollte. Bis heute wurde diese Verordnung stetig erweitert und dem Stand der Technik angepasst. Seit 2002 läuft die Wärmeschutzverordnung unter der Energie-Einsparverordnung (EnEV). Durch die Verordnungen wurde im Laufe der Jahre der Transmissionswärmeverlust deutlich verringert, die Luftdichtheit der Gebäude gesteigert und somit der Wärmebedarf der Gebäude gesenkt. Durch die Dichtheit des Gebäudes und dem damit verbundenen geringeren Luftwechsel traten jedoch Probleme bei der Raumluftqualität auf. Durch fehlende Undichtheiten an Fenstern und Dächern wurden Schadstoffe sowie Feuchtigkeit in der Raumluft nicht mehr genügend abgeführt. Somit kam es unter anderem zu Schimmelbefall an Wänden. Um diesem Problem entgegen zu wirken, ist eine Belüftung des Gebäudes unumgänglich. Im Wohnungsbau kann dies durch Fensterlüftung theoretisch realisiert werden. In der Praxis ist dies jedoch keine umsetzbare Lösung, da die Lüftung nur manuell vom Nutzer geschehen kann. Hier kommt nun die Wohnraumlüftung zum Einsatz, da sie eine Lüftung der Wohnräume unabhängig vom Nutzer sicherstellen kann.

Ziel dieser Arbeit war es vier verschiedene Lüftungssysteme miteinander zu vergleichen und deren Wirtschaftlichkeit zu bestimmen. Um gleiche Rahmenbedingungen zu schaffen wurden alle Anlagen für ein Wohngebäude im Pius-hof in Münster ausgelegt sowie deren Kosten bestimmt. Anhand der entstehenden Kosten konnte mit Hilfe der Kapitalwertmethode ein Kapitalwert zum Zeitpunkt der Errichtung gebildet werden. Dabei wurde der Betrachtungszeitraum auf 15 Jahre festgelegt.

Als Vergleichsanlagen wurden eine Abluftanlage, eine zentrale Zu- und Abluftanlage, eine dezentrale Zu- und Abluftanlage sowie eine Einzelraum Be- und Entlüftung herangezogen.



Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigte dass eine zentrale Zu- und Abluftanlage die Kostengünstigste Variante darstellt. Dies trifft allerdings nur auf das Wohngebäude im Piushof zu. Denn bei abweichenden Rahmenbedingungen kann ein anderes Ergebnis erzielt werden.

Überarbeitung eines Prüfstandes zur Ermittlung der Leistungskennwerte von Sonnenkollektoren

Steffen Linderskamp B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Stefan Niethus

Datum des Kolloquiums:

29. August 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

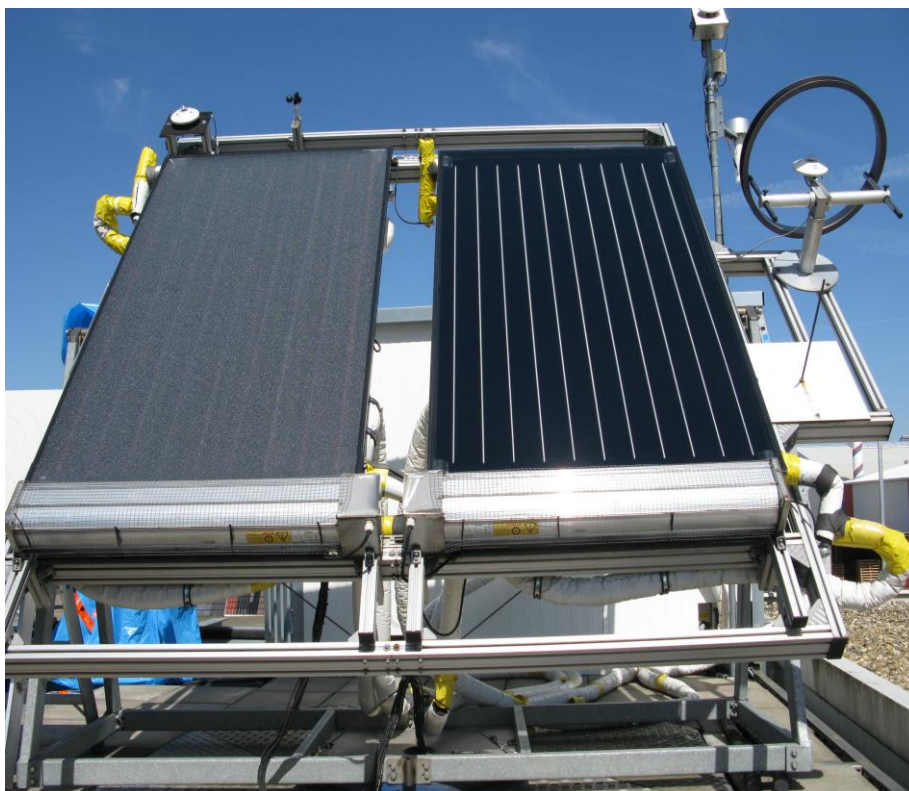
Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Bosch Solarthermie GmbH, Wettringen



Die Bosch Solarthermie GmbH in Wettringen zählt zu den größten Flachkollektorherstellern in Deutschland. Zur Ermittlung der Leistungskennwerte von Flachkollektoren existiert ein Leistungsprüfstand am Standort Wettringen. Die Leistungskennwerte können über das sogenannte quasi-stationäre und quasi-dynamische Messverfahren gemäß der geltenden Norm DIN EN 12975-2 erfasst werden.



Leistungsprüfstand der Bosch Solarthermie GmbH in Wettringen

Ziel dieser Arbeit war die Überarbeitung des Leistungsprüfstandes zur Erfassung der Leistungskennwerte von Sonnenkollektoren nach DIN EN 12975-2 (outdoor).

Im Vorfeld dieser Arbeit waren eine intensive Grundlagenanalyse der Wirkungsweise von Sonnenkollektoren sowie die mathematischen Zusammenhänge der Ermittlung von Leistungskennwerten erforderlich. Neben diesen Grundlagen war ein Studium des quasi-stationären Messverfahrens von großer Bedeutung. Anhand dieser Kenntnisse konnte in Anlehnung an die DIN EN 12975-2 am Leistungsprüfstand die Anwendbarkeit von Messungen unter quasi-dynamischen Bedingungen ermöglicht und die Vorzüge und die Vergleichbarkeit gegenüber dem quasi-stationären Messverfahren aufgezeigt werden. Zusätzlich war die Erstellung einer korrekten Auswertung der Messdaten mit Berücksichtigung auf die für das quasi-dynamische Prüfverfahren geltenden normativen Bedingungen eine große Herausforderung. Die Auswertung der Leistungsdaten wurde über das Datenverarbeitungsprogramm Excel realisiert. Hierbei lag die Schwierigkeit darin, alle notwendigen Berechnungen, wie beispielsweise die komplexe Einfallswinkelberechnung und die Prüfbedingungen des quasi-dynamischen Messverfahrens nach DIN EN 12975-2, in die Excel-Datei zu berücksichtigen und zu implementieren. Gleichzeitig sollten eine übersichtliche Ergebnisdarstellung (auch grafisch) und einfache Auswertung der Leistungsdaten ermöglicht werden, die auch den Anforderungen der DIN EN 12975-2 entsprechen.

Neben den zuvor genannten Aufgaben musste zunächst die Stabilisierung des Hydrauliksystems im Leistungsprüfstand überarbeitet werden. Hierbei musste vor allem ein Grundverständnis für das Zusammenspiel der Prüfstandskomponenten und für die Funktion jeder Anlagenkomponente angeeignet werden, um Lösungsansätze für die Problematik des Hydrauliksystems im Leistungsprüfstand zu konzipieren.

Wegen der vielen sich zeitlich überschneidenden Tätigkeiten war eine gute Zeiteinteilung von immenser Bedeutung, um die Ziele dieser Arbeit nicht aus den Augen zu verlieren. Aufgrund der Komplexität der Aufgaben waren die Besuche bei CR (interner Sonnensimulator der Firma Bosch) in Schwieberdingen und beim ITW (Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik) in Stuttgart sehr hilfreich, da in Gesprächen mit den jeweiligen Mitarbeitern verschiedene Lösungsansätze analysiert und Verständnisfragen hinsichtlich des quasi-dynamischen Messverfahrens beantwortet werden konnten.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit konnte eine Stabilität des Hydrauliksystems im Leistungsprüfstand erreicht werden. Dabei werden die von der Norm DIN EN 12975-2 geforderten Grenzen der Kollektoreintrittstemperaturen und der Volumenströme unter quasi-stationären und quasi-dynamischen Bedingungen eingehalten. Zudem wurde anhand von zwei Leistungsmessungen bestätigt, dass mit dem quasi-dynamischen Messverfahren Leistungskennwerte am Prüfstand in Wettringen ermittelt werden können.

Yin Liu B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 27. Juni. 2012

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



Rohstoffe sind natürliche Ressourcen. Sie können in nicht-metallische Rohstoffe und metallische Rohstoffe eingeteilt werden. Energierohstoffe gehören zu den nicht-metallischen Rohstoffen. Und sie können in fossile Energieträger (wie Kohle, Erdöl und Erdgas), regenerative Energieträger (z. B. Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Geothermie) und nukleare Energieträger eingeteilt werden.

Die fossilen Energien (Kohle, Erdöl und Erdgas) werden schon seit langer Zeit genutzt. Sie sind wichtiger Energieträger, und immer noch vergleichsweise preiswert. Der Anteil der fossilen Energie liegt hauptsächlich in dem weltweiten Primärenergieverbrauch. In Zukunft kann man die fossile Energie auch weitergehend nutzen. Aber weil die Umweltverschmutzung steigt, können die fossilen Energiebedarfe langsam steigen, und der Anteil der Primärenergieverbrauch reduziert werden.

Die regenerative Energie ist im Vergleich zu der fossilen Energie noch viel zu teuer. Aber sie ist eine saubere Energie und kann immer verwendet werden. In Zukunft sollte der Anteil am Primärenergieverbrauch weiterhin langfristig erhöht werden. Wenn die erneuerbare Energietechnologie verbessert wird, können die Kosten für erneuerbare Energie nicht nur reduziert werden, sondern auch gleichzeitig die Produktion für erneuerbare Energien erhöht werden.

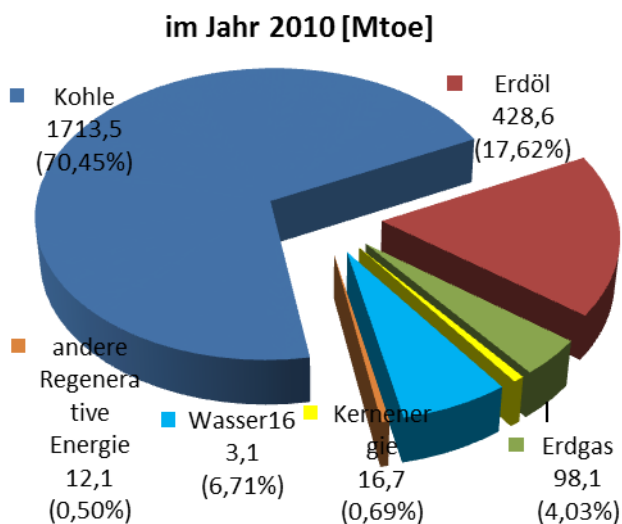
Der Primärenergieverbrauch der Welt ist bis 2008 immer schnell gestiegen. Aufgrund der Wirtschaftskrise ist er zwischen 2008 bis 2009 leicht zurückgegangen. Ab 2009 ist er wieder schnell gestiegen.

China ist nicht nur ein riesiges Gebiet und reich an materiellen Ressourcen, sondern hat auch eine große Bevölkerung, deshalb sind die Energie-Ressourcen pro Kopf zu niedrig. Und die Bevölkerungsdichte ist ungleichmäßig. Wir wissen, dass die Bevölkerungsdichte im südöstlichen Teil größer ist als im nordwestlichen Teil ist, und im Südosten mehr Energie als im Nordwesten benötigt wird. Aber die materiellen Ressourcen sind auch ungleichmäßig. Kohlevorkommen sind hauptsächlich in Nord-China und Nordwest-China vorhanden. Wasserkräfte sind hauptsächlich im Südwesten zu finden. Öl- und Erdgas-Ressourcen befinden sich im Osten, in der Mitte, in westlichen Regionen Chinas und in Seegebieten. Die Energieträger müssen durch die Eisenbahn, durch die Öl- und Gasleitungen oder durch Stromleitungen transportiert werden.

Heute liegt die Energie-Produktion Chinas an erster Stelle in der Welt. Der chinesische Energieverbrauch stieg um 11,2 % in Jahr 2010, und China über-

traf die USA als weltweit größten Energieverbraucher.

Chinas fossile Energie ist ein Hauptteil der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs. Die Kohle beträgt immer einen großen Anteil des Energiebedarfs. Der Erdölbedarf ist auch groß. Das meiste Erdöl ist von Importen abhängig. Die Erdgasproduktion und der Erdgasverbrauch sind schnell zu erhöhen. Abb. 1 zeigt die Aufteilung des Energieverbrauches in China.



Heute erhöhen die Entwicklung und die Nutzung der erneuerbaren Energie in China. z.B. der Wasserkraftverbrauch hat von 50,3 Mtoe im Jahr 2000 auf 163,1 Mtoe im Jahr 2010 gestiegen. Im Jahr 2000 war der Biomasse-Produktion Chinas gering, aber im Jahr 2010 betrug er 1.399 Tsd. t ÖE.

In Zukunft können die fossilen Energien noch ein Hauptteil des Energiebedarfs sein. Prozentual wird sich der Anteil der Kohle verringern. Die erneuerbaren Energien werden weiter genutzt werden können, wenn einige erneuerbare Energie-Technologien eine beachtliche Entwicklung gemacht hätten. Zur gleichen Zeit sollte eine kohlenstoffarme Wirtschaft auch entwickelt werden, um die Umwelt zu schützen. Tab. 1 zeigt die geplante Energiebereitstellung in China bis zum Jahr 2050.

Jahren	Kohle [%]	Erdöl [%]	Erdgas [%]	Regenerative Energie [%]	Kernenergie [%]
2020	< 57	22	9	10	2
2030	< 52	19	10	12	7
2050	< 43	18	10	16	13

Zu dieser Zeit sind Energiefragen auf der ganzen Welt von gemeinsamem Interesse, vor allem wegen der sich immer deutlicher abzeichnenden weltweiten Energieknappheit. Dabei müssen die Gedanken auf die Entwicklung neuer, effizienter und umweltschonender Technologien gerichtet sein.

Kurzum: Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Umweltschutz und neue Technologie für Energie wird Gegenstand unserer zukünftigen gemeinsamen Forschung sein.

Christian Lohmann B.Eng.Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Datum des Kolloquiums:

30. Oktober 2012

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

In Kooperation mit:

Energie-Anlagen Röring GmbH, Vreden



Seit der industriellen Revolution im 18. und 19. Jahrhundert stellen fossile Ressourcen den Grundstoff für die Herstellung vieler Produkte dar und auch ein beachtlicher Anteil der benötigten Energie in Form von Strom und Wärme wird durch fossile Ressourcen generiert. Bei der Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern wie Braunkohle, Steinkohle, Torf, Erdgas und Erdöl wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt, welches in geologischer Vorzeit aus Umwandlungsprodukten von toten Pflanzen und Tieren dem Kohlenstoffdioxidkreislauf entzogen wurde. Diese fossilen Energieträger ermöglichen heute die Nutzung von gespeicherter Sonnenenergie aus vergangenen Zeiten. Bei der Oxidation mit Sauerstoff entsteht Energie und das zuvor dem Kohlenstoffdioxidkreislauf entzogene Kohlenstoffdioxid wird bei der Verbrennung wieder freigesetzt.

Um die signifikante Erderwärmung durch die Erhöhung der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre aufzuhalten, müssen die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Vor dem Hintergrund sinkender Ressourcen an fossilen Brennstoffen und dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie ist es langfristig notwendig alternative Rohstoffe und Energieträger zu finden. Da unsere fossilen Energiequellen früher oder später zu Neige gehen, steht außer Frage, dass wir zukünftig Biomasse als Rohstoff sowie als Energieträger stärker nutzen müssen, um so die Lücken der endlichen fossilen Ressourcen zu schließen.

Durch den zuvor beschriebenen notwendigen Wandel wird aktuell auch der Einsatz von Mikroalgen als hocheffiziente Biomasseproduzenten diskutiert. Die Wachstumsraten von Mikroalgen und Bakterien übersteigen die von terrestrischen Pflanzen bei Weitem, das macht sie sehr interessant zur Gewinnung von Biomasse. Die so gewonnene Biomasse eignet sich als alternatives Substrat für Biogasanlagen. Aber auch zur Herstellung von Biokraftstoffen kann die gewonnene Biomasse aufgrund des hohen Gehalts an Ölen und Fetten weiterverarbeitet werden.

Die Eigenschaft der Photosynthese und die damit verbundene Fixierung von Kohlenstoffdioxid kann dazu beitragen, unser Klima langfristig zu schützen. Dies macht die Mikroalgen somit auch aus Klimaschutzgründen hochinteressant. Durch die Kultivierung von Mikroalgen ist es möglich, die Probleme der Energieversorgung und des Klimawandels gemeinsam zu bewältigen. Mikroalgen nutzen als Energiequelle das Sonnenlicht und bauen durch die Photosynthese Biomasse auf. Im Gegensatz zu anderen regenerativen Energiefor-

men wie Photovoltaik und Windenergie wird Sonnenenergie durch den Aufbau von Biomasse sowie deren anschließende Umsetzung zu Biogas oder Biokraftstoffen in eine sehr gut speicherbare Form überführt.

Im Rahmen der Arbeit wurde, ausgehend von einer Literaturrecherche, der aktuelle Stand der Technik im Bereich der Kultivierung von Algen zur Energiegewinnung aufgearbeitet. Weiter wurde die Eignung der Mikroalgen zur Energiegewinnung durch anaerobe Fermentation zu Biogas dargestellt und mögliche Potentiale durch Aufarbeitung der Algenbiomasse aufgezeigt. Mit der Arbeit wurden die ersten Grundlagen für ein geplantes Forschungsprojekt geschaffen und eine Basis für das weitere Vorgehen erstellt.

In Zusammenarbeit der Firma Energie-Anlagen Röring GmbH Vreden und dem Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt der Fachhochschule Münster soll ein Konzept zur energetischen Nutzung von Mikroalgen im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes erarbeitet werden. In diesem Forschungsprojekt soll Algenbiomasse am Standort einer Biogasanlage gewonnen werden umso geschlossene Stoffkreisläufe etablieren zu können. Anschließend soll die gewonnene Algenbiomasse unter Verwendung des UDR Festbett-Hochleistungsreaktors (UDR steht für Upflow-Downflow-Reflow) der Firma Energie-Anlagen Röring GmbH mithilfe der anaeroben Fermentation zu Biogas vergoren werden.

Wertschöpfung in der Windindustrie – Analyse am Beispiel der Hersteller und Zulieferer von Anlagen, Komponenten und Fertigungstechnik für Windenergieanlagen in Deutschland

Ines C. Lorch M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums:

08. Februar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:

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

In Kooperation mit:

VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.), Frankfurt a. M.



Die vorliegende Masterarbeit dient dazu, eine Systematik zur Erhebung der Wertschöpfung durch die Onshore-Windindustrie in Deutschland zu entwickeln und die Wertschöpfung im Jahr 2011 zu ermitteln. Es sollen sowohl in Deutschland installierte Anlagen als auch Exporte berücksichtigt werden.

Zu Beginn der Arbeit wird auf die theoretischen Grundlagen der Wertschöpfungsrechnung eingegangen sowie der momentane Forschungsstand und weitere Studien zur Wertschöpfung in der Windindustrie inhaltlich kurz vorgestellt und die Abgrenzung zur vorliegenden Masterarbeit verdeutlicht. Darauf folgend wird der technische Aufbau einer Windenergieanlage dargestellt sowie Industriestrukturen im Windsektor untersucht. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse werden Restriktionen für die Untersuchung abgeleitet und Aufbau und Methode der Analyse zur Ermittlung der Wertschöpfung dargestellt. Abschließend werden die ausschlaggebenden Daten für ein regelmäßiges Monitoring identifiziert.

Die benötigten Daten wurden mittels einer Unternehmensbefragung erhoben und durch Sekundärdaten ergänzt. Ein wesentliches Ergebnis der Umfrage ist die Kostenstruktur einer Windenergieanlage mit Getriebe, wie in Abb. 1 dargestellt. Den höchsten Kostenanteil nimmt der Turm mit 24 Prozent ein, gefolgt von den Rotorblättern mit 19 Prozent.

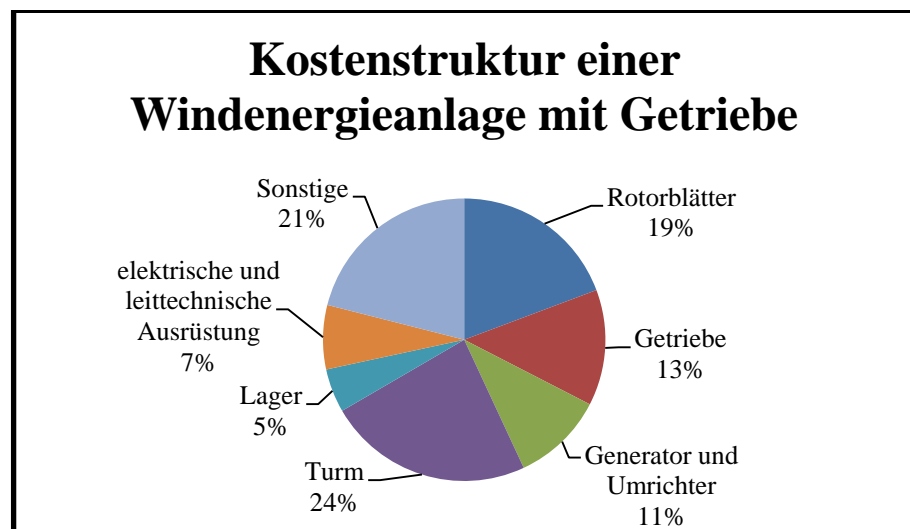


Abb. 1: Kostenstruktur einer Windenergieanlage mit Getriebe

Werden die erhobenen Daten aus den beantworteten Fragebögen analysiert sowie eine Hochrechnung der gewonnenen Daten auf Deutschlandebene vorgenommen, beträgt die Wertschöpfung über die dargestellte Wertschöpfungskette **3,46 Milliarden Euro** im Jahr 2011. Die Verteilung der Wertschöpfung auf die Wertschöpfungskette ist in Abb. 2 dargestellt. 63 Prozent der Wertschöpfung entfallen auf die Windenergieanlagenhersteller, 29 Prozent auf die Schlüsselkomponentenzulieferer und 8 Prozent auf die Komponentenzulieferer. Die ermittelte Wertschöpfung durch Service beträgt 373 Millionen Euro in 2011.

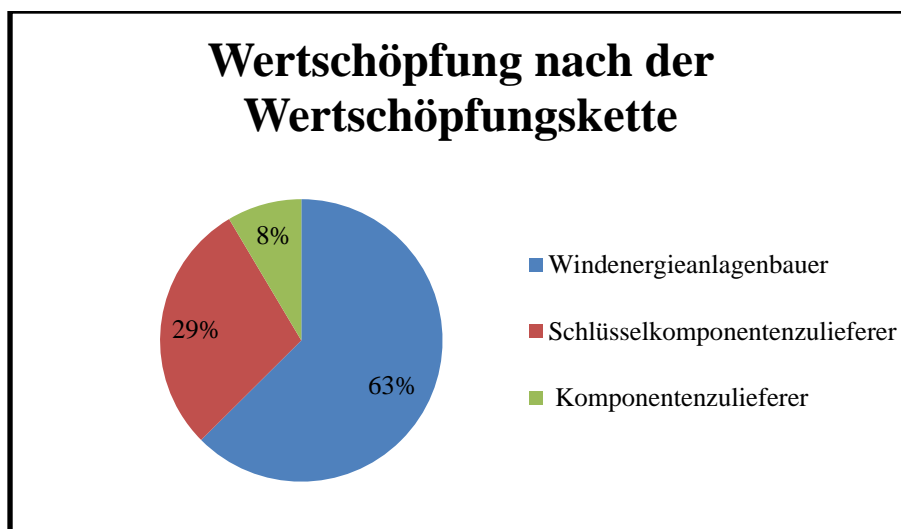


Abb. 2: Wertschöpfung nach der Wertschöpfungskette

Wird das Ergebnis nach einer durch das IÖW entwickelten Methodik nach der Verteilungsseite berechnet beträgt die Wertschöpfung für das Jahr 2011 3,27 Milliarden Euro. Als Grundlage zur Berechnung wurde der in der Masterarbeit hochgerechnete Umsatz angenommen. Aufgeschlüsselt entfallen 20 Prozent der Wertschöpfung auf den Gewinn, 42 Prozent auf Einkommen und 38 Prozent auf Steuern.

Werden die erhobenen und berechneten Zahlen kritisch betrachtet, ist zu erkennen, dass die erstellte Methodik zur Wertschöpfungsermittlung verwendet werden kann. Die erhobenen Daten der Unternehmen stimmen mit den Literaturdaten überein, deshalb ist davon auszugehen, dass die Fragen richtig verstanden worden sind. Im Vergleich zu der Wertschöpfungsermittlung des DEWI aus dem Jahr 2004 ist eine realistische, wenn auch konservative Größenordnung ermittelt worden. Die Wertschöpfung im Service ist nicht eindeutig plausibilisierbar, da in der Literatur ebenfalls sehr weite Spannbreiten angegeben werden.

Zukünftig kann die erstellte Systematik weiterentwickelt werden zum Beispiel durch die Schaffung einer breiteren Datenbasis oder die Hinzunahme des Offshore-Sektors.

Zhonghua Luo M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	18. Dezember 2012
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Labor Raumluftechnik
In Kooperation mit:	DEOS control systems, Rheine

Im Rahmen der Masterarbeit sind Software-Tools zur Visualisierung von lufttechnischen Prozessen im h-x-Diagramm erstellt worden. Diese Entwicklung basiert auf der Gebäudeautomationssoftware und der Hardware des Unternehmens DEOS control systems GmbH.

Das Ziel der Entwicklung ist es, als Vorbereitung zur Visualisierung von lufttechnischen Prozessen im h-x-Diagramm über COSMOWeb zu dienen. Dazu wurden Software-Module, die im FUP-XL (Programmierungssoftware für Gebäudeautomationsstation der Firma DCS: COSMOS OPEN) verwendet werden können, für Luftzustandsberechnungen in RLT-Anlagen entwickelt und in der FUP-XL Programmierungen integriert, um die Luftzustände in RLT-Anlagen berechnen und anzeigen zu können. Zusätzlich wurden im Rahmen dieser Masterarbeit das h-x-Diagramm sowie die benötigten Softwaregrundlagen zur Darstellung von Luftzustandsänderungsprozessen im h-x-Diagramm in Java programmiert. Diese Programme können in Zukunft auf der GLT-Software (COSMOWeb) eingesetzt werden.

Zum Vergleich und zur Verifikation wurden die Software-Tools in einer Windows Excel Datei zur Luftzustandsberechnung und zu einer Grafikerstellung von lufttechnischen Prozessen im h-x-Diagramm vorgestellt. Bei der Luftzustandsberechnung gibt es drei Berechnungstabellen als Ergebnis der Berechnungsmodulen. Um die Visualisierung des h-x-Diagramms zu realisieren, wurde eine Datenbank von Temperatur-Linien, rel. Feuchte-Linien, Enthalpie-Linien und Dichte-Linien erstellt.

Die Module zur Luftzustandsberechnung wurden anschließend in der Programmiersprache C kodiert, dadurch werden Sie als zusätzliche FUP-Module durch Plug-In IDE in der FUP-XL verfügbar. Mit diesen zusätzlichen FUP-Modulen wurden zwei FUP-Dateien für die Luftzustandsberechnungen in zwei raumluftechnischen Demo-Anlagen erstellt. Diese FUP-Dateien wurden als Projekt-Dateien im Controller geladen. Durch die GLT-Software COSMOWeb können die Grafikseiten und auch Textseiten für Luftzustände in RLT-Anlage von dem Controller ausgelesen werden, um die Luftzustände und zusätzliche Meldungen zu zeigen. Die Grafik- und Textseiten müssen dazu in FUP-XL vorher programmiert werden.

Ein Java Programm für die Erstellung eines h-x-Diagramms wurde ebenfalls programmiert. Dies wird bei geeignetem Luftdruck von 800 hPa bis 1100 hPa dynamisch angepasst. Lüftungsprozesse können ebenfalls angezeigt werden.

Christopher Malach M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums:

21. November 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Westfalen-Weser-Ems Verteilnetz GmbH, Recklinghausen



Ziel der Masterarbeit ist es, geeignete Standorte im Gasnetz der Westfalen-Weser-Ems Verteilnetz GmbH für den Bau und Betrieb von Gasexpansionsanlagen zu identifizieren und unter technischen und wirtschaftlichen Prämissen zu bewerten.

Bei einem Gasdruck von mehr als 80 bar wird das im Erdreich gewonnene Gas über kapazitätsstarke, interkontinentale Erdgaspipelines, wie beispielsweise North-Stream, bis in die Bundesrepublik transportiert. An den Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Druckstufen wird der vorherrschende Betriebsdruck des Gases auf einen geringeren Druck reduziert, um somit eine Konformität mit den technischen Voraussetzungen der Gasgeräte bzw. Gasanwendungen im nachgelagerten Gasnetz zu erreichen. Die versorgungstechnisch notwendige Gasdrosselung wird aktuell in der Regel mit konventionellen Gasdruckregelanlagen realisiert. Bei diesem Vorgang wird die Exergie, die durch einen vorgelagerten Verdichter zugeführt wurde, durch den Drosselungsvorgang in Reibungsenergie umgewandelt und geht somit für den weiteren Prozess "verloren". Gasexpansionsanlagen bieten hingegen die Möglichkeit, die derzeit nicht erschlossenen Energiepotentiale an Druckregelstationen in mechanische bzw. elektrische Energie umzuwandeln.

Gasexpansionsanlagen werden in der Regel im Bypass der vorhandenen Gasdruckregelschiene installiert, um die Versorgungssicherheit bei einem möglichen Defekt des Gasexpanders weiterhin gewährleisten zu können (vgl. Abbildung 1).

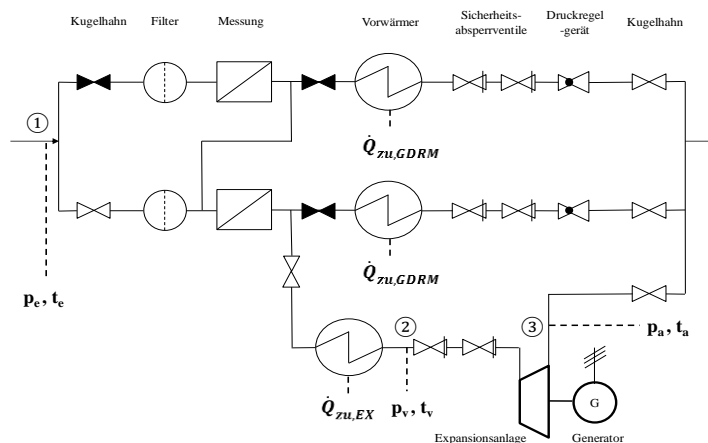


Abbildung 9: Schema Gasexpansionsanlage

Im Zuge des Drosselvorgangs erfährt das Gas eine starke Temperaturabsenkung (Joule-Thomson-Effekt). Dies kann zu Vereisungen und Gashydratbildung in den Rohrleitungen führen. Um diesem versorgungsbeeinträchtigenden Prozess entgegenzuwirken, wird das Erdgas vorgewärmt.

In der Masterarbeit konnte herausgestellt werden, dass der thermische Vorwärmebedarf bei dem Expansionsprozess mit Gasexpansionsanlagen deutlich größer ist, als es bei der konventionellen Drosselung mit Gasdruckregelgeräten der Fall ist. Neben Heizkesseln eignen sich insbesondere Blockheizkraftwerke (BHKW) für die Bereitstellung der thermischen Energie. Eine energetisch und wirtschaftlich optimierte Kombination stellt der Anlagenverbund aus Gasexpansionsanlage und BHKW dar. BHKW stellen eine geeignete Möglichkeit dar, um auf der einen Seite Strom effizient zu generieren und auf der anderen Seite die Abwärme vollständig für die Gasvorwärmung zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund wurden die potentiellen Gasdruckregelstandorte im Gasnetz der Westfalen-Weser-Ems Verteilnetz GmbH im Hinblick auf deren technische und wirtschaftliche Eignung für den Bau und Betrieb von Gasexpansionsanlagen untersucht. Für die unterschiedlichen Gasdruckregelstandorte wurde die jeweilige elektrische Jahresarbeit berechnet. Neben dem vorherrschenden Druckverhältnis zwischen Eingangsdruck und Ausgangsdruck an der Gasexpansionsanlage konnte der Volumenstrom als maßgeblicher Einflussfaktor für die elektrische Jahresarbeit identifiziert werden. Um eine wirtschaftlich quantifizierbare Aussage über ein Investitionsvorhaben treffen zu können, wurden die Standorte im Hinblick auf unterschiedliche Vergütungsszenarien mit Hilfe der Discounted-Cash-Flow-Methode bewertet und entsprechende Handlungsstrategien abgeleitet.

Für den am höchsten priorisierten Standort wurde ein Umsetzungskonzept entwickelt. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse können von dem Netzbetreiber bei zukünftigen Investitionsentscheidungen im Hinblick auf Gasexpansionsanlagen eingesetzt werden. Als Quintessenz der Standortanalyse konnte herausgestellt werden, dass die Wirtschaftlichkeit einer errichteten Gasexpansionsanlage sowohl von den technischen Voraussetzungen (Druckverhältnis, Volumenstrom) als auch von den stark variierenden Stromvergütungsansätzen abhängig ist.

Kundennähe als Unternehmensstrategie unter Einbeziehung neuer Vertriebsstandorte am Beispiel der Technologieberatung SALT AND PEPPER

Alexander Meyer M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. Johannes Schwanitz
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums: 13. Dezember 2012

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

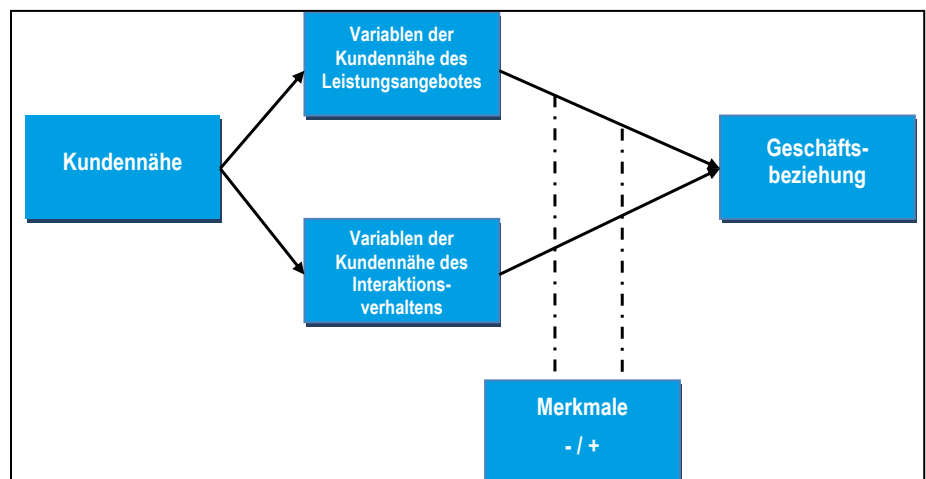
In Kooperation mit: SALT AND PEPPER Holding GmbH & Co. KG, Bremen



Durch den immer stärker werdenden Wettbewerb und dem "war for talents" folgen nun weitere Aspekte, die Unternehmen zwingen Maßnahmen zu ergreifen, um weiterhin den langfristigen Unternehmenserfolg sicherstellen zu können. Aus diesem Grund nutzen Unternehmen in Deutschland heutzutage Ingenieurdienstleister nicht nur als Kapazitätsunterstützung, sondern auch als strategischen Partner.

In diesem Spannungsfeld befindet sich die junge Technologie-Beratung SALT AND PEPPER. Dieses schnell wachsende Unternehmen agiert mit ca. 300 hoch qualifizierten Mitarbeitern im "boomenden" Dienstleistungsmarkt der Technologie-Beratung und Engineering Services.

Für die Geschäftsführung von SALT AND PEPPER bringen diese Entwicklungen die Frage nach der strategischen Ausrichtung des Unternehmens mit sich sowie ihre Umsetzung in der Praxis. Ein Erfolg versprechender Weg zum Ausbau der Marktposition und zur Sicherung des ökonomischen Erfolges soll die Unternehmensstrategie Kundennähe sein (auch Kundenorientierung).



Aufgrund der veränderten Anforderungen an SALT AND PEPPER wurde in dieser Ausarbeitung zunächst der Begriff Kundennähe mit Hilfe von theoretischen Modellen näher definiert. Dabei ergab sich, dass durch „Kundennähe“ vor allem eine sogenannte Fokussierungsstrategie verfolgt wird. Hierbei werden potenzielle Kunden strategisch ausgewählt oder auch selektiert. Ziel ist

ein gut steuerbares und profitables Kundenportfolio. Darüber hinaus konnte die „regionale Nähe“ als zusätzliches Instrument zum Aufbau der Kundennähe ermittelt werden.

Danach folgend wurde das zu untersuchende Unternehmen, dessen Kundenstamm sowie die Markt- und Wettbewerbssituation analysiert. Anhand dieser wurde geprüft, ob die erläuterte Unternehmensstrategie sinnvoll für SALT AND PEPPER ist. Dabei wurde stetig der Bezug zur eingangs beschriebenen Theorie hergestellt. Das Themenfeld der Kundennähe wurde währenddessen um den Aspekt neuer Vertriebsbüros in Deutschland erweitert.

Im Anschluss daran wurden unter Zuhilfenahme einer SWOT-Analyse die folgenden Teilstrategien zum Aufbau von Kundennähe aus dem Unternehmenszusammenhang abgeleitet. Dabei liegt der thematische Schwerpunkt der ersten vier auf der Fokussierungsstrategie. Die anderen drei Teilstrategien befassen sich eher mit dem Aufbau der regionalen Nähe.

- Erweiterung des Kundenstammes
- Ausbau des bestehenden Kundenstammes
- Auf- und Ausbau der Geschäftsbeziehungen mit Konzernen
- Aufbau eines Kundencontrollings
- Erweiterung des Vertriebsnetzes und Nutzung der regionalen Nähe
- Auf- und Ausbau von Kompetenzzentren
- Aufbau und Nutzung von „Empowerment“

Diese dienen anschließend zur Konzipierung von möglichen Maßnahmen zur Umsetzung sowie zur Entwicklung von unterstützenden Werkzeugen. Hinsichtlich des letzten Aspektes wurden vor allem Excelauswertungen erstellt, mit deren Hilfe beispielsweise eine gezielte Kundenklassifizierung umgesetzt werden kann. Diese dienen insbesondere zum Aufbau eines strategischen Vorgehens innerhalb des Vertriebsprozesses.



Für die behandelten Themengebiete wurde abschließend auf Basis der gewonnenen Ergebnisse eine Handlungsempfehlung für die Geschäftsleitung ausgesprochen.

Die Darstellung des Emissionshandels und sein potenzieller Nutzen für das Münsterland

Sören Möller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Datum des Kolloquiums:	17. Oktober 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energietechnik
In Kooperation mit:	Fachhochschule Münster



Infolge der immer zahlreicher werdenden Klimaphänomene und Naturkatastrophen, verursacht durch die globale Erwärmung, ist eine internationale Klimapolitik zur Reduktion von Treibhausgasemissionen notwendig geworden.

Um ein kosten- und nutzeffizientes System zur Reduktion von Treibhausgasen zu schaffen, wurde der Emissionshandel entwickelt.

Ziel der Bachelorarbeit war es den Emissionshandel in seinen Funktionen und Wirkungsweisen darzustellen und zu untersuchen, um so schließlich eine fundierte Aussage über seine Bedeutung und seinen potenziellen Nutzen für das Münsterland treffen zu können.

Beginnend mit der Beschreibung des natürlichen und des anthropogenen Treibhauseffekts wurde die Notwendigkeit einer weltweiten Reduktion von Treibhausgasemissionen verdeutlicht. Um die Ziele und die Legitimationen des Emissionshandels herauszuarbeiten, wurden einige Meilensteine der internationalen Klimapolitik beleuchtet.

Als Beispiel eines verpflichtenden Emissionshandelssystems wurde das Europäische Emissionshandelssystem (ETS) detailliert beschrieben und mit anderen internationalen Emissionshandelssystemen verglichen.

Als Teil des ETS wurde der Emissionshandel in Deutschland untersucht. Ausgangspunkt war hierbei die nationale Gesetzgebung; im Zentrum das Treibhausgasemissionshandelsgesetz.

Um die zum Teil sehr komplizierten Zusammenhänge aus europäischem und nationalem Recht zu verdeutlichen, wurde aus der Sicht eines Handelsteilnehmers ein fiktives Beispiel erarbeitet.

Schließlich wurde der Emissionshandel im Münsterland anhand der am Emissionshandel teilnehmenden Anlagenbetreiber untersucht. Dadurch wurde deutlich, dass der Emissionshandel eine beträchtliche Rolle für das Münsterland einnimmt. Diese Bedeutung führt zu verschiedenen Handlungsmöglichkeiten für die Bezirksregierung Münster. Diese kann den Emissionshandel als direkter Handelsteilnehmer nutzen oder aber Projekte zur Emissionsminderung durch den Emissionshandel finanzieren lassen.

Christoph Müller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Dipl. Ing. Marc Lappe
Datum des Kolloquiums:	20. Dezember 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluft- und Kältetechnik
In Kooperation mit:	TIGEV Ingenieurgesellschaft mbH, Münster



Durch die steigenden Energie- und Rohstoffkosten, sowie die sich stetig ändernden gesetzlichen Richtlinien, steigt die Bedeutung von erneuerbaren Alternativen zu herkömmlichen Technologien zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden. Eine wichtige Alternative zur Umsetzung der aktuell geltenden Gesetzen können Gaswärmepumpen zum Heizen und Kühlen für die Grundlastabdeckung darstellen. Auch die Kombination eines Gas-Brennwert-Kessel mit einer thermischen Solaranlage ist eine denkbare Alternative. Mit diesem Varianten sollen sowohl die Umwelt, die Ressourcen fossiler Brennstoffe geschont und der CO₂ Ausstoß reduziert werden.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben zwei mögliche Varianten, mittels eines zu entwickelnden Berechnungstools zu prüfen welche die sinnvollere Variante darstellt

Folgende Varianten wurden betrachtet:

1. Grundlastabdeckung Wärme & Kälte mittels einer Gasmotorwärmepumpe, die Spitzenlastabdeckung erfolgt über Spitzenlastaggregate. (50% Nutzung von Erneuerbarer Energie)
2. Abdeckung des Wärmebedarfs mittels Brennwert-Kessel-Anlage mit Unterstützung einer thermischen Solaranlage (15% Nutzung von Erneuerbaren Energie). Kältebedarf wird über eine herkömmliche Kältemaschine erzeugt.

Anhand des entwickelten Berechnungstools ist es dem Anwender möglich über die Eingabe gebäudespezifischer Werte eine Aussage darüber zu treffen, welche Kombination für ein zu errichtendes Gebäude gewählt werden sollte. Durch eine optimale Auslegung der Aggregate lässt sich eine Schlussfolgerung darüber ziehen, wo die meisten Kosten eingespart werden können.

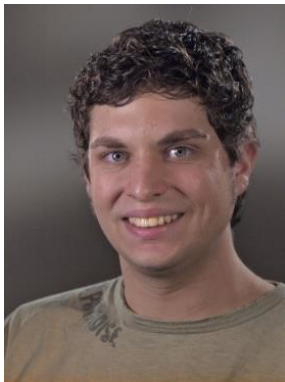
Nach einem Kostenvergleich nach der VDI 2067 lässt sich ablesen das in diesem beispielhaften betrachteten Gebäude nur die Variante A infrage kommt. Dies ist von Gebäude zu Gebäude unterschiedlich, eine Wirtschaftlichkeit der Variante B wäre vermutlich gegeben wenn eine Solarwärmeabnahme in der Sommermonaten realisiert werden könnte. Dies könnte zum Beispiel durch eine Beheizung eines Schwimmbades oder Bereitstellung von Prozesswärme der Fall sein.

Andreas Nelles B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 11. Juli 2012

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



Erneuerbare Energien schaffen Unabhängigkeit und jeder Einzelne kann von ihnen profitieren. Diverse Klimakommunen zeigen bereits heute, dass eine hundertprozentige Versorgung durch erneuerbare Energien bilanziell möglich ist. Diese Kommunen erwirtschaften in der Regel Gewinne und halten einen Großteil ihrer Wertschöpfung in der eigenen Region. Gleichzeitig stehen zahlreiche Stadtwerke vor der Entscheidung neue Langzeitverträge mit großen Energieversorgern einzugehen und sich somit der Möglichkeit zu berauben, die erneuerbaren Energien eigenständig auszubauen. Oftmals werden solche Verträge aus Mangel an Informationen unterschrieben.

Es gibt Maßnahmen, insbesondere im Bereich der Energieeinsparung, die sich als effizient, wirtschaftlich und auf jede Kommune übertragbar erwiesen haben. Andere Maßnahmen, wie zum Beispiel die Projektierung von Windkraft- oder Biogasanlagen, hängen stark von regionalen Faktoren wie der landwirtschaftlichen Marktstruktur, der Geografie oder der vorhandenen Infrastruktur ab. Jede Kommune ist einzigartig. Allerdings kann auch jede Kommune aus den Erfahrungen anderer Kommunen lernen. Aus diesen Gründen kann der im Zuge dieser Arbeit erarbeitete Handlungsleitfaden nicht als abschließendes Handlungskonzept verstanden werden, sondern soll vielmehr Entscheidungsträgern in Kommunen einen Ansatz bieten, um ein eigenständiges Energiekonzept zu entwickeln.

Anhand verschiedener Modellkonzepte wie der regenerativen Modellregion Harz, oder der Gemeinde Wildpoldsried in Oberbayern wurde die Umsetzbarkeit von kommunalen Energiekonzepten verdeutlicht. Diese Kommunen erfüllen eine Vorbildfunktion und beweisen bereits heute, dass sich Klimaschutz und die erfolgreiche Entwicklung einer Kommune keinesfalls ausschließen. Ein Beispiel für ein solches Konzept ist die Regenerative Modellregion Harz:

Projekt	Regenerative Modellregion Harz
Ort	Landkreis Harz · Sachsen-Anhalt
Einwohnerzahl	232.343
Bevölkerungsdichte	110 Einwohner/km ²
Ziele	Mittelfristige Energieautonomie in der Stromerzeugung · Eigenständiges Elektrizitätsnetz (Insellösung)

Einzelne Akteure wie Bürgermeister, Vereine, Kirchen oder die Bürger selbst können einige Maßnahmen gezielt anstoßen, ohne viel Zeit, Geld und Arbeit investieren zu müssen. Über moderne Straßenbeleuchtung, die energetische Modernisierung öffentlicher und privater Gebäude, Bürgerinformationskampagnen und diverse andere Maßnahmen lassen sich viel Energie und Kosten

einsparen. Ein Kommunalsteckbrief kann darüber hinaus helfen zusätzliche Potenziale zur Energieeinsparung und potenzielle Flächen für den gezielten Ausbau erneuerbarer Energien zu finden.

Zum Abschluss der Arbeit wurde die Rolle einer sinnvollen Zielsetzung erläutert. Vom Ziel her zu denken bedeutet heute zu starten und über konkret definierte Zwischenschritte die gesetzten Ziele zu realisieren. Die Herausforderung ist, realistische Zeiträume für die Fertigstellung einzelner Projektschritte zu setzen, diese immer wieder anzupassen und die fertigen Projektteile durch neue Folgeaufgaben zu ergänzen.

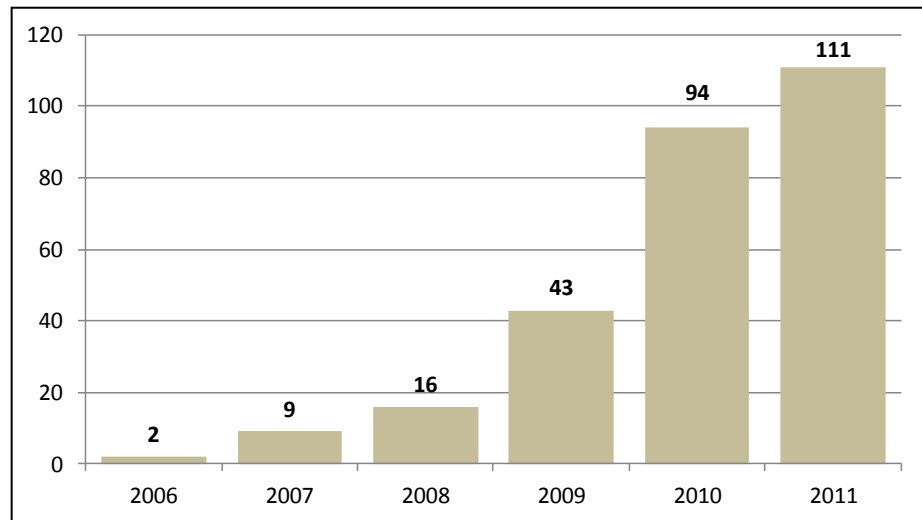


Abb. 1: Neugründung von Energiegenossenschaften in Deutschland

Wie Abb. 1 zeigt, ist die Umsetzung innovativer Energiekonzepte nicht nur theoretisch machbar, sondern in vielen Kommunen und Landkreisen Realität. Über Kostenbeteiligungsmodelle wie Energiegenossenschaften oder Sparbriefe können die Bürger in der jeweiligen Kommune finanziell von den Projekten profitieren.

Erfolgreiche Konzepte zeichnen sich durch kommunale Wertschöpfung und eine zukunftsfähige Energieversorgung aus. Ein bewussteres Leben der Bürger und ein zukunftsfähiges, modernes Image der Kommune sind positive Begleiterscheinungen, die Nachbarkommunen zum Nacheifern anstiften.

Ökologische Betrachtung der Trockenfermentation von Biomasse aus Abfall

Dimitri Nikkel B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Dipl.-Kfm. Peter Wenner
Datum des Kolloquiums:	27. September 2012
Studiengang:	Wirtschaft Ingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Reterra Service GmbH, Altenberge



Mit zunehmenden Energiepreisen und der anthropogenen CO₂-Belastung steigt in der Abfallwirtschaft das Interesse an zusätzlichen Potenzialen in den Abfallströmen. Nicht zuletzt ist es das Ziel der Abfallwirtschaft, aus der getrennten Erfassung von nativ organischen Abfällen, weiteres Potenzial aufzudecken.

Die Vergärung von Bioabfall stellt eine Möglichkeit dar, aus vorhandenen Ressourcen neues Potential zu schöpfen. Dabei kann Bioabfall als regenerative Energie einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei auch, dass biogene Abfälle nicht zur Nahrungsmittel- bzw. Futtermittelherstellung in Konkurrenz treten. Dies gilt vor allem für NawaRo (Nachwachsende Rohstoffe) Biogasanlagen, wo insbesondere Mais stark in Erscheinung tritt. Durch die sogenannte Vermaisung der Landschaften ist die Akzeptanz gegenüber herkömmlichen Biogasanlagen in der Öffentlichkeit stark gesunken.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Trockenvergärung von biogenen Abfällen aus ökologischen Gesichtspunkten zu betrachten.

Insgesamt kann die anaerobe Behandlung von biogenen Abfällen in Trockenvergärungsanlagen als positiv bewertet werden. Hierbei ist insbesondere die Kombination von Trockenvergärungsanlagen und Kompostierung hervorzuheben.

Dennoch müssen aufgrund von klimawirksamen Treibhausgasen vor allem bei der Gärrestaufbereitung- und Lagerung sowie bei Batch betriebenen Trockenfermentationsanlagen Optimierungspotenziale genutzt werden, um hohe Methanemissionen zu vermeiden.

Ein weiterer positiver Aspekt ist der Einsatz von Gärrestkompost und flüssigen Gärresten in der Landwirtschaft. Hierbei kann der Gärrest nicht nur mineralische Dünger ersetzen, sondern aufgrund des wichtigen Humus-C auch als Torfersatz dienen.

Festzuhalten ist auch, dass das CO₂ – Einsparungspotenzial durch eine Steigerung des Anteils an Bioabfällen in Vergärungsanlagen mit nachgeschalteter Kompostierung wesentlich erhöht werden kann.

André Nutsch M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 11. Dezember 2012

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



In Zeiten steigender Energiekosten und Ressourcenknappheit werden immer neue Wege zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung gesucht.

Neben Neuerungen bei der Anlagentechnik wird zunehmend auf dem Gebiet der Baustoffe geforscht. Entwickelt werden neue Materialien, wie die Phase Change Materials kurz PCM. Diese können durch phasenwechselnde Materialien Energie in warmen Mittagsstunden aufnehmen. Das PCM kann anschließend bei günstigen Außentemperaturen durch die Kältemaschine oder Nachtauskühlung regeneriert werden.

Doch welche energetischen Auswirkungen hat es, bei ungünstigen Außentemperaturen die Kältemaschinen abzuschalten und die notwendige Kühlleistung über PCM zur Verfügung zu stellen?

Um energetische und finanzielle Nutzen zu ermitteln, bietet der Markt teure Simulationsprogramme an. Diese können mit dem notwendigen Wissen jedoch selbst programmiert werden.

In dieser Masterarbeit wurde ein Microsoft Excel Add-In programmiert, welches Funktionen zur Berechnung des einstufigen Kälteprozesses beinhaltet. Als Basis dienen die Stoffdatenfunktionen von SOLVAY SOLKANE, die alle gängigen Kältemittel unterstützen. Mithilfe dieser Funktionen konnte der einstufige Kreisprozess unter Microsoft Excel programmiert werden.

Auf Basis dieser Excel Programmierung wurden anschließend unter Visual Basic Funktionen programmiert und in einem Add-In zusammengefasst. Die Abbildung 1 veranschaulicht den Ablauf des Programmierungsprozesses von der Theorie zum fertigen Add-In.

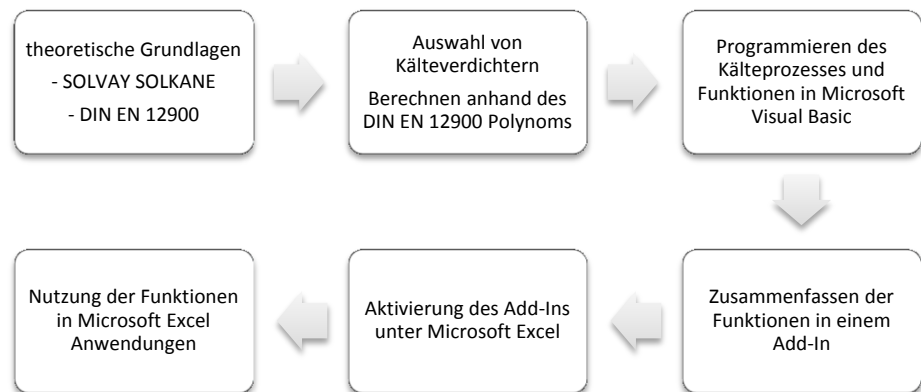


Abb. 1 Ablauf des Programmierungsprozesses

Mit den Funktionen aus dem Add-In können unter Angabe der Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen folgende Werte berechnet werden:

- Elektrische Leistungsaufnahme des Verdichters in Watt
- Verflüssigerleistung in Watt
- Verdampferleistung in Watt
- EER/COP
- Massenstrom des Kältemittels in g/s

Um die Funktion des Add-Ins zu demonstrieren, wurde in der Masterarbeit ein Anwendungsbeispiel erstellt, welches den Einfluss von unterschiedlichen Betriebszeiten auf den Kälteprozess untersucht.

Dies erfolgte anhand einer Jahressimulation. Hinterlegt wurde ein Wetterdatensatz mit realen Temperaturbedingungen. In der Simulation blieb die Verdampfungstemperatur konstant, wobei sich die Verflüssigungstemperatur dynamisch dem Verlauf der Außentemperatur aus dem Wetterdatensatz anpasste.

Untersucht wurde, welchen Einfluss die Deaktivierung der Kältemaschinen in heißen Mittagsstunden hat. Es wurde angenommen, dass in dieser Zeit die notwendige Kühlleistung über ein PCM zur Verfügung gestellt wird. Die Regeneration des PCM erfolgte durch die Kältemaschine unter besseren Außen- temperaturbedingungen in den kühleren Morgenstunden.

Durch die Verschiebung der Betriebszeiten ergaben sich jedoch nur Einsparungen von 5 %, und nicht wie erhofft zwischen 20 und 30 %.

Die Funktion des Add-Ins konnte jedoch unter Beweis gestellt werden und bietet eine einfache und schnelle Möglichkeit einen einstufigen Kreisprozess unter Microsoft Excel zu berechnen.

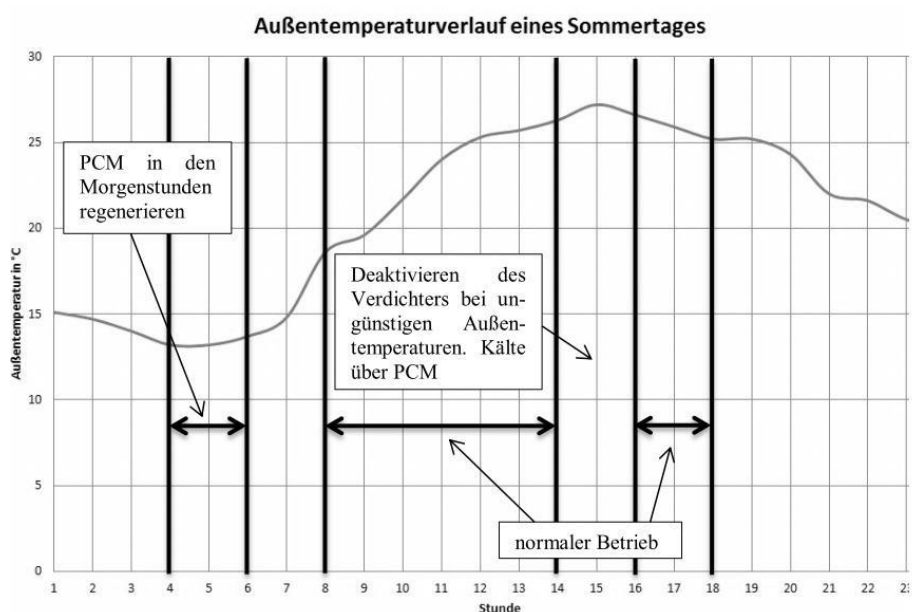


Abb. 2 Darstellung des Temperaturverlaufes eines Sommertages mit veränderter Betriebszeit

Andrés Leonardo Ortega Morales M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

12. Februar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Fachhochschule Münster, Forschungsprojekt:
Handlungsleitlinie zur CO₂-Reduzierung im Münsterland



Die aktuelle Gesellschaft in den industrialisierten Nationen ist 100 % von Energie abhängig. Die gegenwärtige Wirtschaftsstruktur und unser aktueller Lebensstil sind ohne Einsatz von Energie unvorstellbar. Aus diesem Grund hat sich die Bedeutung der Energie in den letzten Jahren drastisch verändert.

In Deutschland hat die Energiepolitik das Ziel, die energetische Lage bis zum Jahr 2050 zu verbessern. Die Energieeinsparung und die Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie sind ein Kernpunkt zur Erreichung der Ziele der Energiestrategie. Das Münsterland ist eine Region im Bundesland Nordrhein-Westfalen, die genauso wie die anderen Regionen in Deutschland, mit den energetischen Zielen der Bundesregierung verpflichtet ist.

In dieser Masterarbeit wurde der Endenergieverbrauch im Münsterland für das Jahr 2010 von 39,6 PJ/a ermittelt. Dies entspricht 1,56 % des Gesamtendenergieverbrauchs der deutschen Industrie. Die größten Endenergieverbraucher in der Industrie im Münsterland sind die Grundstoffchemie, die Ernährung und Tabak und die Metallherzeugung.

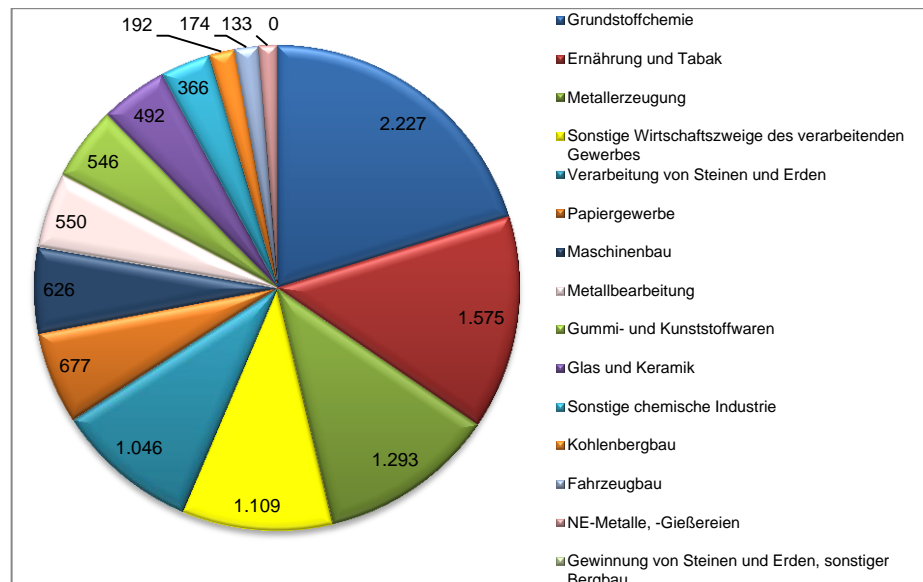


Abb. 3 6: Endenergieverbrauch der Industrie im Münsterland nach Wirtschaftszweigen 2008 im Jahr 2010 in [GWh/a]

Das Münsterland ist eine Region mit einer großen Anzahl von Industrien, die in allen Bereichen tätig sind. Hier steckt ein großes Potenzial zur Endenergieeinsparung. Diese wird nicht nur durch den Einsatz von neuen Technologien, sondern auch durch einfache und kostengünstigere Maßnahmen wie die Änderung des Umgangs mit den energetischen Ressourcen erreicht.

In dieser Masterarbeit wurde ein Endenergieeinsparpotenzial in der Industrie für das Münsterland von 818 GWh/a ermittelt. Ein Beispiel für die Wichtigkeit dieser Endenergieeinsparung ist, dass mir dieser Mengen an Energie den Gesamtendenergieverbrauch der Papierindustrie im Münsterland abgedeckt werden könnte.

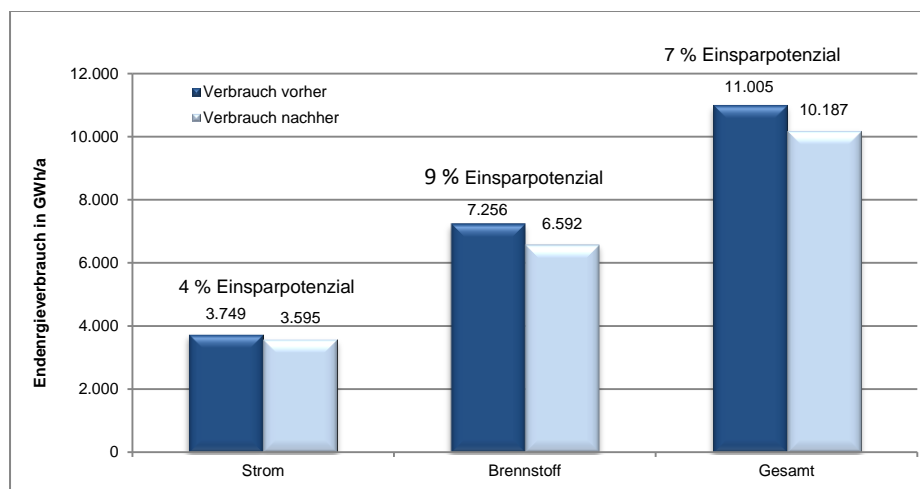


Abb. 4 3: realisierbares Endenergieeinsparpotenzial der Industrie im Münsterland

Die energetischen Ziele, die sich die Bundesregierung vorgenommen hat, sind sehr hoch gesetzt, aber nicht unmöglich zu erreichen. Die Energieeinsparung und die Steigerung der Energieeffizienz sind Eckpfeiler zur Verbesserung der energetischen Lage nicht nur in der Industrie, sondern auch in den anderen Bereichen der Wirtschaft.

Jan Ortmann B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums:

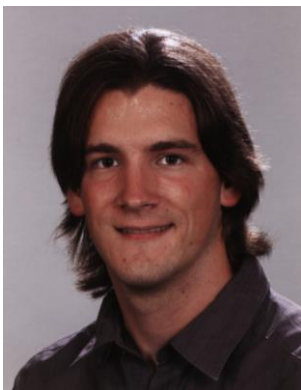
22. August 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energietechnik
Labor für Umwelttechnik

In Kooperation mit:

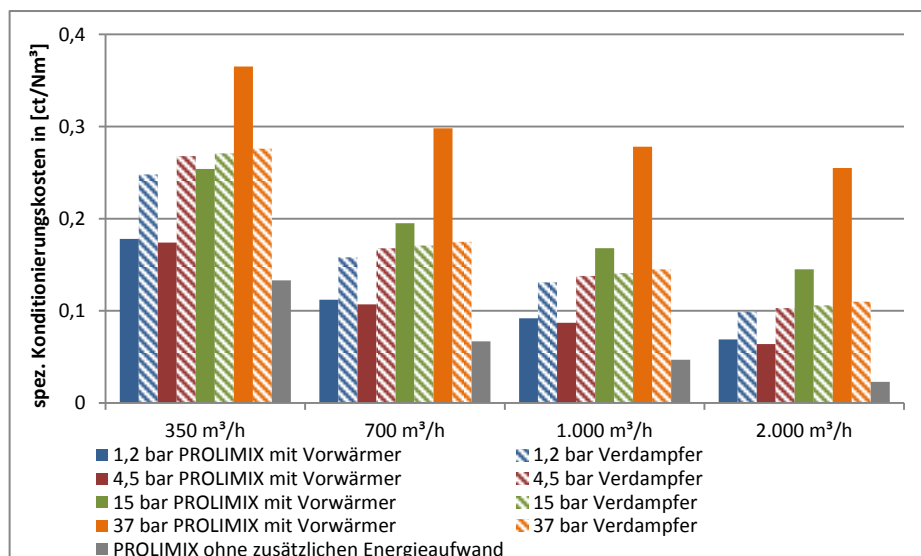
SCHARR TEC GmbH & Co. KG, Stuttgart



In den letzten Jahren werden immer mehr Biogasanlagen gebaut, die das produzierte Biogas nicht direkt in einem Blockheizkraftwerk verwerten, sondern in das öffentliche Erdgasnetz einspeisen. Für eine Einspeisung müssen jedoch bestimmte Qualitätskriterien, wie z. B. die Einhaltung von Grenzwerten schädlicher Stoffe und ein Mindestheizwert des Biogases, erfüllt sein. Die Anpassung des Heizwertes, auch Konditionierung genannt, war Thema der Bachelorarbeit.

Ziel der Arbeit war es, zwei unterschiedliche Methoden der Biogaskonditionierung mit Flüssiggas energetisch und wirtschaftlich zu vergleichen. Zum einen die konventionelle Methode, bei der das Propangas mit Hilfe eines Verdampfers in eine gasförmige Phase überführt und anschließend dem Methan beigemischt wird, zum anderen eine neuartige Methode (PROLIMIX), die das flüssige Propan direkt in den Methangasstrom eindüst und diesem dadurch Wärme entzieht.

Als Ergebnis der Untersuchungen stehen spezifische Kosten pro Kubikmeter Bioerdgas für die Konditionierungsanlagen und den Energieverbrauch, die jeweils unter den gleichen Bedingungen wie Druck, Volumenstrom und Energiekosten ermittelt wurden.



Das Ergebnis ist insofern besonders bemerkenswert, da die beiden Konditio-

nierungsmethoden sehr unterschiedlich auf Änderungen des Konditionierungsdrucks reagieren. Der Energieverbrauch des PROLIMIX-Systems mit einem Methanvorwärmer sinkt zunächst bei Erhöhung des Drucks, steigt jedoch ab einem Überschreiten eines kritischen Drucks aufgrund der hohen Siedetemperatur von Propan stark an. Der Energieverbrauch des klassischen Verdampfer-Systems jedoch steigt gleichmäßig und nur leicht mit höherem Druck an, sodass dieser bei höherem Druck gegenüber dem PROLIMIX im Vorteil ist.

Jedoch kann, im Gegensatz zum Verdampfer, beim PROLIMIX bei einer (Teil-) Verdichtung vor der Konditionierung die Verdichtungswärme effizient für die Verdampfung des Propans genutzt werden, wodurch der oben genannte Nachteil bei höherem Druck aufgehoben wird.

Da jede Biogasanlage unter anderen Bedingungen betrieben wird, können die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse nur als Vergleichswert für die beiden Techniken dienen. Vor allem, da nur exemplarisch Parameter geändert und berechnet werden konnten. Außerdem setzen viele Maßnahmen zur Energieeinsparung voraus, dass von Biogasanlagenbetreiber und Netzbetreiber, sollten diese nicht identisch sein, ein gemeinsames Konzept erarbeitet wird.

Dennis Overdick M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 04. Juni 2012

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



In der Elektrizitätswirtschaft wird der Begriff eines Smart Grid oft diskutiert und verwendet. Dabei scheint es, dass meist ein unterschiedliches Verständnis bestehen würde, worum es sich bei einem Smart Grid genau handelt. Häufig wird beschrieben, was alles in einem Smart Grid möglich sein könnte, allerdings ohne jegliche Beachtung der aktuellen und wahrscheinlich zukünftigen Gesetzeslage, obwohl diese die Rahmenbedingungen festlegt.

Daher wurde in dieser Masterarbeit untersucht, was sich hinter dem Begriff Smart Grid verbirgt, was der aktuelle Diskussionsstand auf diesem Gebiet ist und wie die zeitnahen Entwicklungen darin aussehen werden.

Basis für diese Untersuchungen, bildete die historische Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft und insbesondere deren Ausgangslage Ende 2011, in welcher die Netzbetreiber zunehmend mehr Probleme bei Erfüllung der Versorgungsaufgabe verzeichnen. Grund dafür ist der weiter zunehmende Wettbewerb und die stark ansteigende Einspeisung der EEG-Anlagen. Netzengpässe im Übertragungsnetz führen immer häufiger dazu, dass Windkraft- und Photovoltaikanlagen herunter geregelt werden müssen. Auch gestaltet sich die Lastprognose der Übertragungsnetzbetreiber zunehmend schwieriger, da diese von den unterlagerten Verteilernetzbetreibern nur unzureichende Informationen bzgl. der installierten Leistung an Photovoltaikanlagen und deren Einspeisung erhalten. Auch viele der Verteilernetzbetreiber erfassen Probleme mit der EEG-Einspeisung.

Der daraus resultierende und notwendige Netzausbau schreitet jedoch nur langsam voran. Zudem verbessert es nicht die Informationslage der Übertragungsnetzbetreiber. Als Lösung dafür wird das Smart Grid gesehen, also die technologische Aufwertung des Stromnetzes, mit dem die Netzauslastung und die Informationslage aller Netzbetreiber verbessert werden sollen, um dem Netzausbau die notwendige Zeit zu verschaffen. Dabei wird es als die unternehmerische Aufgabe jedes Netzbetreibers gesehen, den Grad der Intelligenz seines Netzes so festzulegen, dass die Versorgungsaufgabe erfüllt werden kann. In diesem Zusammenhang planen die Übertragungsnetzbetreiber ein Energieinformationsnetz aufzubauen, mit dem sie in die Lage versetzt werden, die ihnen zustehenden Informationen automatisiert von allen Akteuren (Netzbetreiber und Marktakteure) einzusammeln.

Doch allein durch die Maßnahmen der Netzbetreiber wird die Energiezukunft in Deutschland nicht zu bewältigen sein. Auch der Strommarkt muss seinen Beitrag dazu leisten, indem dieser für ein gleichmäßig ausgelastetes Netz

sorgt. Dies soll anhand von lastvariablen und tageszeitabhängigen Tarifen umgesetzt werden. Abrechnungs- und Nachweisgrundlage dafür bildet der Smart Meter. Um zukünftig alle Marktvorgänge möglichst automatisiert ablaufen lassen zu können, wird eine verbesserte Daten- und Informationslage, möglichst auch automatisiert, benötigt. Daher sollen mehrere sog. Datendreh-scheiben aufgebaut werden, in welchen Verbrauchs- und Einspeisedaten, Stammdaten, historische Daten, Wetterdaten, Prognosen, usw. verwaltet so-wie automatisch an die Akteure mit den entsprechenden Berechtigungen wei-tergeleitet werden bzw. diese darauf zugreifen können. Das schließt auch die Netzbetreiber mit ein, da diese von den automatisierten Datenlieferungen stark profitieren könnten. Speziell den Übertragungsnetzbetreibern würde dies zugutekommen, da diese einen großen Teil der Daten, die sie eigentlich über das Energieinformationsnetz von jedem Akteur einzeln beziehen müssten, aus den Datendreh-scheiben erhalten könnten.

Ungeklärt ist bisher, wie viele Datendreh-scheiben es geben wird, wer die Datendreh-scheiben betreiben und wer die Kosten für diese tragen soll. Bei Klärung dieser Fragen ist zu beachten, dass die Betreiber der Datendreh-scheiben mit Kenntnis aller Daten kein Diskriminierungspotential gegenüber anderen Akteuren besitzen dürfen und dass die Investitions- und Betriebskos-ten nicht alleine vom Markt oder vom Netz getragen werden, da die Daten-dreh-scheiben beiden Seiten nutzen. Auch muss die Anzahl der Datendreh-scheiben sinnvoll festgelegt werden. Denn eine zu große Anzahl würde den eigentlichen Sinn der Datendreh-scheiben, der Bündelung von Daten, ent-gegen stehen. Im Gegensatz dazu bietet eine zu geringe Anzahl an Daten-dreh-scheiben eine zu große Fläche für IT-Angriffe.

Die deutsche Elektrizitätsversorgung steht angesichts der noch bevorstehen- den großen Herausforderungen und der Notwendigkeit diese auch zu bewäl-tigen, eine interessante Entwicklung bevor. Diese kann nur erfolgreich gestal-tet werden, wenn alle Beteiligten, sei es Gesetzgeber, Regulierer oder die Ak-teure des Netzes und des Marktes, zusammenarbeiten.

Analyse der Entwicklung regionaler Wertschöpfungsketten durch Klimaschutzmaßnahmen

Jens Overkämping B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

15. August 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Fachhochschule Münster, Forschungsprojekt Energie.St – Zukunftskreis Steinfurt – energieautark 2050



Die Endlichkeit fossiler Energieressourcen, steigende Energiepreise und der vom Menschen verursachte Klimawandel stellen uns vor große Herausforderungen. Ziel muss es deshalb sein, eine sichere und vor allem klimaschonende Energieversorgung für die Zukunft zu garantieren. Dies hat auch die Regierung der Bundesrepublik Deutschland erkannt und treibt mit gesetzlichen Regelungen, wie der Förderung Erneuerbarer Energien (EE), den Klimaschutz aktiv voran.

Neben der Schonung der Umwelt stellt der Klimaschutz aber auch lukrative Einnahmequellen dar und birgt hohes Kostensenkungspotential. Insbesondere kleine, ländliche Regionen können davon profitieren. An diesem Punkt setzt der Kreis Steinfurt mit dem Projekt „Zukunftskreis Steinfurt – energieautark 2050“ an. Durch den Ausbau Erneuerbarer Energieanlagen (EEA) in der Region werden Umsätze generiert und Arbeitsplätze geschaffen. Geld, welches derzeit für den Bezug von Strom und Wärme entgegen den Energieströmen abfließt, soll zukünftig in der Region verbleiben (Abbildung 1). Das stärkt die Kaufkraft und es entsteht regionale Wertschöpfung. Voraussetzung dafür ist der geschickte Einsatz der regionalen Energiepotentiale. Durch hohe regionale Wertschöpfung gewinnt der Kreis Steinfurt an Attraktivität für Bewohner und Unternehmer.



Abbildung 10: Stoff-, Energie- und Finanzströme im Kreis Steinfurt 2050

Ziel dieser Arbeit war es, Wertschöpfungsketten durch Klimaschutzmaßnahmen innerhalb des Kreises Steinfurt zu analysieren und am Beispiel des Bioenergieparks der Gemeinde Saerbeck zu berechnen.

Die Wertschöpfungskette einer EEA setzt sich aus den Wertschöpfungsstufen *Produktion von Anlagen und Komponenten*, *Planung und Installation*, *Betrieb und Wartung* und den Aktivitäten der *Betreiber-gesellschaft* zusammen (Abbildung 2). Wertschöpfung verbleibt dann in der Region, wenn möglichst viele dieser Wertschöpfungsstufen des Produktentstehungsprozesses (Energie) in der Region geleistet werden.



Abbildung 11: Wertschöpfungskette einer Erneuerbaren-Energien-Anlage

Eine Potentialanalyse hat gezeigt, welches große Ausbaupotential für EE in der Region vorhanden ist. Speziell Windenergie, Photovoltaik und Bioenergie können in Zukunft verstärkt ausgebaut werden. Der Bau des Bioenergieparks in der Gemeinde Saerbeck ist ein Baustein zur Erreichung des Ziels der Energieautarkie bis 2050.

Wertschöpfung, die nicht in der Region gehalten werden kann, entsteht größtenteils auf der ersten Wertschöpfungsstufe (Produktion von Anlagen und Komponenten). Auf den anderen drei Wertschöpfungsstufen hat der Kreis Steinfurt vielfältige Möglichkeiten, Wertschöpfung durch eine Vielzahl von Dienstleistungen (z. B. durch Pachteinnahmen, Versicherungen und Kapitalzinsen) zu generieren.

Eine hohe Beteiligung von Bürgern und Unternehmen aus der Region an der Betreiber-gesellschaft ist erforderlich, um die Gewinne und Gewerbesteuerabgaben in der Region zu halten.

Es wurde ermittelt, dass durch den Bau und Betrieb des Bioenergieparks die regionale Wertschöpfung über einen Zeitraum von 20 Jahren um 96.104.802,40 € gesteigert werden kann.

International Standards and Requirements of Energy Technology with Focus on Micro- CHP- Systems**Stephan Pähler B.Eng.**

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

Datum des Kolloquiums: 20. August 2012

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

In Kooperation mit: SenerTec Kraft Wärme Energiesysteme GmbH, Schweinfurt



Ziel dieser Bachelorarbeit war es, den internationalen Standard und die technischen Anschlussbedingungen für KWK-Anlagen zu erfassen und auszuwerten. Im Rahmen meiner Bachelorarbeit umfasste dieses Osteuropa, Australien, Südafrika und Kanada.

Diese Länder wurden hinsichtlich des Stromnetzes, der Gas- und Ölversorgung, dem Heizungssystemen und dem Marktpotential überprüft.

Leider kann ich mich nicht detaillierter über das Thema äußern, da die Bachelorarbeit einer Geheimhaltungserklärung unterliegt.

Claire Peitzmeier B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Markus Engelberg

Datum des Kolloquiums: 27. Juli 2012

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

In Kooperation mit: IKT – Institut für unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen



Mit Blick auf die Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie werden in der Bundesrepublik Deutschland viele Maßnahmenprogramme zum Gewässerschutz und zur aktiven Verbesserung der Gewässergüte realisiert. Eine maßgebliche stoffliche und hydraulische Belastung der Gewässer stellen Gewässereinleitungen nach intensiveren Niederschlagsereignissen dar. An sog. Regen- und Beckenüberläufen kommt es zu Einleitungen von Misch- und Regenwasser aus der Kanalisation (Entlastung). Dabei gewinnen Maßnahmen zum Stoffrückhalt an Entlastungsschwellen der Niederschlagswasserbehandlungen, als punktuelle Schnittstelle zum Gewässer, zunehmend an Bedeutung.

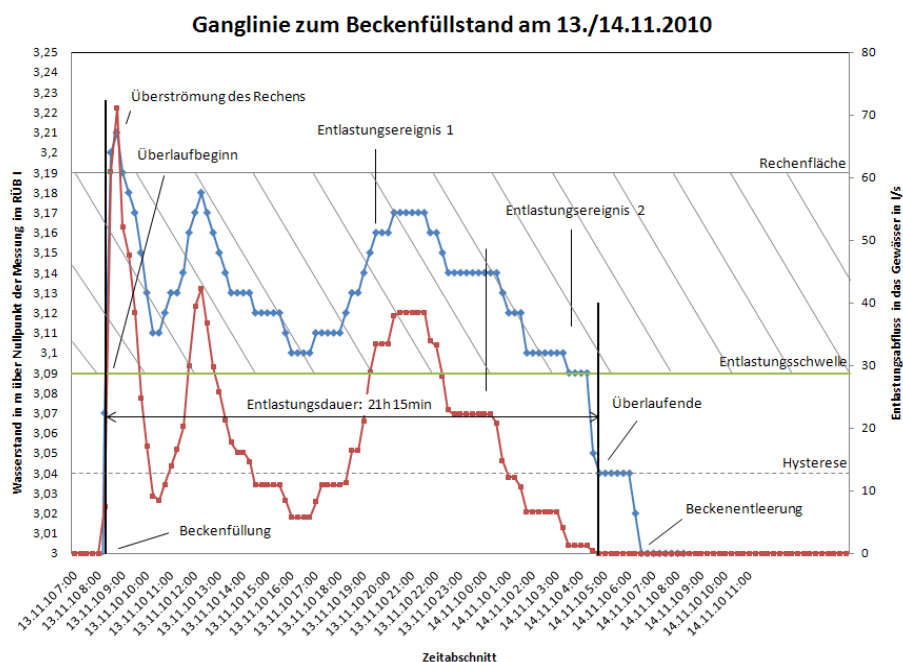
Insbesondere über die Entlastungsbauwerke der Mischwasserkanalisation werden regelmäßig Grobstoffe, wie Toilettenpapier, Hygienetücher und andere Schwimm- und Schwebestoffe mit in das Gewässer ausgetragen. Diese stellen in erster Linie eine ästhetische Beeinträchtigung des Gewässers sowie des Uferbereichs dar. Spaziergänger und Anwohner können sich gestört fühlen. Zudem besteht eine Infektionsgefahr mit pathogenen Keimen für spielende Kinder. Betreiber von Regenbecken rüsten vor diesem Hintergrund Entlastungsschwellen mit Grobstoffrückhaltesystemen, wie Rechen- und Siebanlagen aus, um die vorgenannten Probleme zu vermeiden.

Unsicherheiten bestehen bei Netzbetreibern jedoch insbesondere hinsichtlich der Auswahl und Anordnung dieser Systeme, da der Markt unzählige unterschiedliche Grobstoffrückhaltesysteme zur Verfügung stellt. Erfahrungen zum Betrieb und zur Wirksamkeit liegen jedoch nur vereinzelt vor.

Die Untersuchungen im Rahmen der Bachelorarbeit wurden in einem Verbundprojekt des IKT – Institut für unterirdische Infrastruktur (Gelsenkirchen) und mehreren Netzbetreibern und Wasserverbänden aus Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Mit dem Ziel betriebliche Erfahrungen in Bezug auf den Grobstoffrückhalt zu erfassen und zu analysieren.

Dazu wurden die Wasserstandsmessdaten der letzten vier Messjahre eines vom Erftverband betriebenen Regenüberlaufbeckens mit Grobstoffrückhaltesystem auf Plausibilität geprüft, analysiert, ausgewertet. Anschließend erfolgte eine Bewertung hinsichtlich der betrieblichen und wasserwirtschaftlichen Kriterien. Durch die Auswertung konnte eine Aussage zum Entlastungsverhalten bezüglich der Entlastungshäufigkeit und Entlastungsdauer des Regenbeckens getroffen werden.

Die Abbildung zeigt eine exemplarische Ganglinie die des Ein-stauverhaltens bei Niederschlag an diesem Regenbecken.



Exemplarische Ganglinie des Einstauverhaltens eines Regenüberlaufbeckens bei Niederschlag

Durch die Auswertung konnte festgestellt werden, dass sich die Entlastungshäufigkeit und -dauer von Jahr zu Jahr verringert. Dies konnte durch eine Umstellung der Netzsteuerung im Einzugsgebiet zurückgeführt werden.

Letztlich ist es unumgänglich, die Einleitungsstellen von Mischwasserentlastungen hinsichtlich ihrer negativen Beeinflussung auf das Gewässer zu betrachten. Insbesondere um den Austrag von Grobstoffen in ein Gewässer zu minimieren, stellen Rechen- und Siebanlagen an Entlastungsschwellen ein geeignetes technisches Instrument dar. Maßgeblich sind dabei allerdings die hydraulischen Kriterien und der Wartungsaufwand. Durch die Installation von Grobstoffrückhaltesystemen an der Entlastungsschwelle darf kein schädlicher Rückstau in der Kanalisation entstehen. Außerdem muss die Reinigung der Siebe und Rechen weitgehend automatisiert erfolgen.

CO₂-Emissionen in der Produktion am Beispiel des Schubwendetrockners RST

Sarah Peselmann B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Römermann
Zweitprüfer: Dr. agr. sc. Böckelmann

Datum des Kolloquiums: 25. Januar 2013

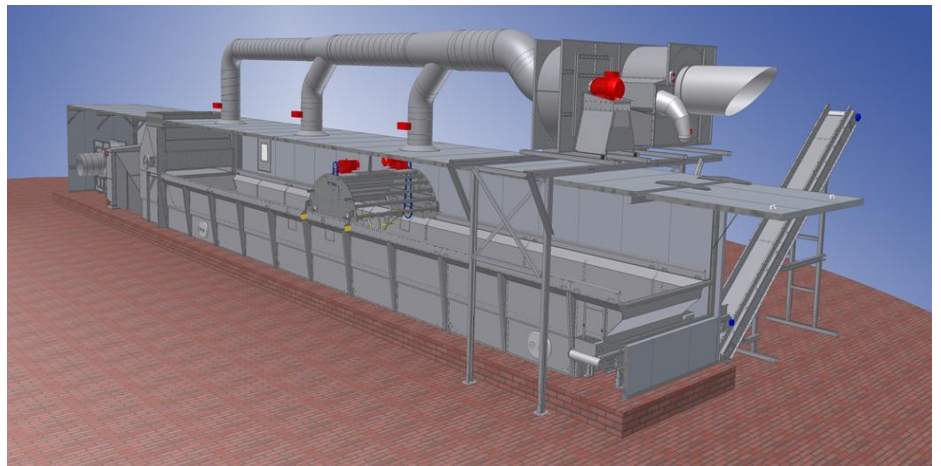
Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen Energie- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Energie- und Umwelttechnik
Laborbereich: Biologie und Verfahrenstechnik

In Kooperation mit: Riela, Karl - Heinz Knoop e.K. / NETZ Ingenieurbüro GmbH



Der Klimawandel ist eine der großen Herausforderungen der Gesellschaft. Er wird zu erheblichen Teilen durch Treibhausgase – vor allem CO₂ – verursacht, die im Zuge der menschlichen Energiegewinnung produziert und in die Atmosphäre emittiert werden. Aufgrund dessen werden Unternehmen immer mehr gefordert sich mit der eigenen Klimapolitik und den eigenen CO₂-Emissionen auseinanderzusetzen.

In der Bachelorarbeit galt es, die CO₂-Emissionen in der Produktion des Schubwendetrockners am Unternehmensstandort der Firma Riela zu betrachten. Bei dem Schubwendetrockner handelt es sich um eine Trocknungsanlage, die nach dem Schubwendeprinzip arbeitet und für vielerlei Arten von Trocknung eingesetzt wird.



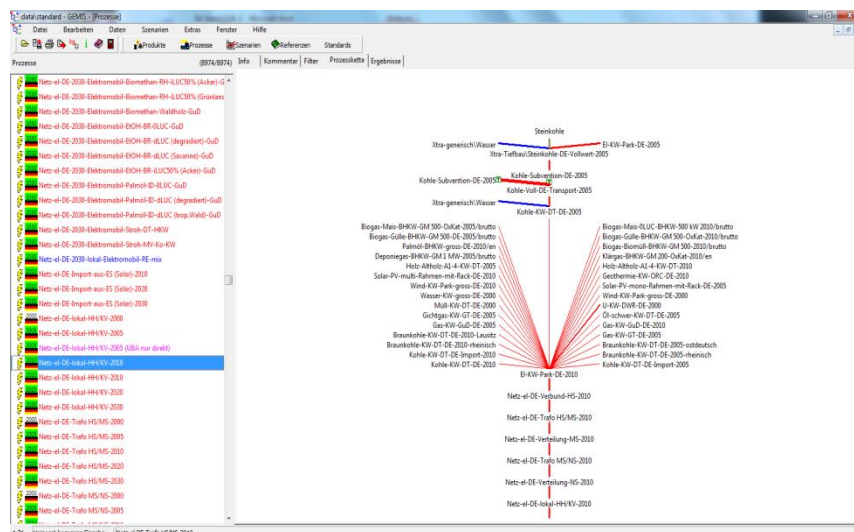
Ansicht des Schubwendetrockners

Die Fertigung des Schubwendetrockners erfolgt am Hauptsitz des Unternehmens in Riesenbeck. Das Konstruktionsprinzip ist hierbei auf ein Baukastensystem ausgelegt. Die Baugruppen bestehen aus verschiedenen, einzelnen Bauteilen. Die Komponenten der Baugruppen werden sowohl fertig zugekauft als auch vor Ort im Unternehmen Riela durch Laser- und Biegemaschine produziert bzw. weiterverarbeitet.

Es erfolgt keine komplette Montage im Werk. Durch das Baukastensystem ist es möglich, die lohnintensive Endmontage in das jeweilige Käuferland zu verlegen und zeitgleich die Transportkosten zu reduzieren.

Im ersten Schritt wurde die gesamte Produktionskette des Schubwendetrockners innerhalb des Unternehmens Riela betrachtet. Hierauf aufbauend erfolgte die Erfassung aller relevanten Daten wie beispielsweise der Fertigungszeiten und Stückzahlen der Bauteile sowie der Leistungskennzahlen der Maschinen.

Weiter wurden die Faktoren Wärmebedarf und Emissionsverursachung durch Beleuchtung bei der Produktion untersucht. Zur Ermittlung der CO₂ - Emissionswerte wurde u. a. das GEMIS-Bewertungsmodell herangezogen.



Auszug aus dem Bilanzierungsmodell GEMIS

Vor dem Hintergrund der betrachteten Punkte konnte eine Endsumme an CO₂ - Emissionen in kg / Trockner ermittelt werden.

Das berechnete Ergebnis zeigt deutlich, dass ein Großteil der CO₂ - Emissionen im Bereich der Energieversorgung für die Hallennutzung entsteht und nur ein geringer Teil bei der eigentlichen Produktion der Komponenten für den Schubwendetrockner anfällt.

Bei der Recherche kristallisierte sich die zurzeit bestehende Problematik beim untersuchten Thema heraus. So fehlt für eine ganzheitliche Betrachtung der CO₂ - Emissionen in der Produktion von Anlagen wie dem Schubwendetrockner u. a. die Nachvollziehbarkeit der gesamten Wertschöpfungskette sowie die Datensätze bestimmter Materialien zur Ermittlung der Emissionen. Möglicherweise liegt darin auch begründet, dass im Bereich des Anlagenbaus bislang von keinem Unternehmen die CO₂ - Bilanz veröffentlicht wurde. Vor diesem Hintergrund besteht zum derzeitigen Standpunkt noch keine Vergleichsmöglichkeit der CO₂ - Werte von dem Schubwendetrockner zu anderen Trocknungsanlagen.

Andreas Piephans M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

21. November 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Die Notwendigkeit energetisch umzudenken hat in die Politik und die Wirtschaft Einzug gehalten. Entsprechende Gesetzesinitiativen und neue Geschäftsmodelle werden konstruiert, um den Verbrauch an Energie sowie die damit verbundenen Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren, ohne dabei die wirtschaftliche Kraft des Landes und den damit verbundenen Wohlstand zu gefährden.

Das ZuhauseKraftwerk und das Konzept des SchwarmStroms ist ein solches Konzept von LichtBlick, mit dem Potential, einen Beitrag zur nachhaltigen Energiewirtschaft zu leisten. Angetreten mit dem Ziel die Verfügbarkeit von ökologischem Strom von den Wetterbedingungen zu entkoppeln, musste LichtBlick jedoch im Oktober 2012 einsehen, dass das Konzept in der zunächst angebotenen Art und Weise (noch) nicht tragfähig ist.

In der Zukunft bietet LichtBlick das Zuhause-Kraftwerk im Rahmen eines Betriebsführungscontracting als mit Abstand preiswertestes Blockheizkraftwerk in der Leistungsklasse um 20 kW elektrischer Leistung im Markt an und bietet damit einen wirtschaftlichen sowie ökologischen Beitrag zur nachhaltigen Energiewirtschaft.

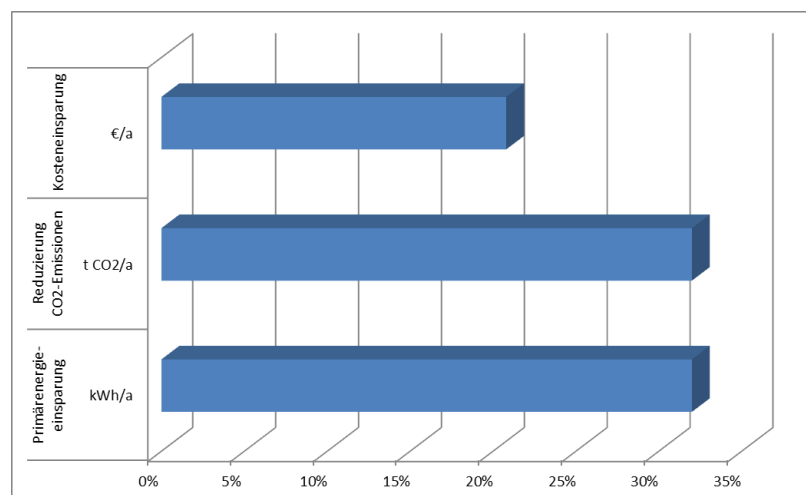


Abbildung: Einsparpotentiale durch ein ZuhauseKraftwerk

Betriebsoptimierung eines Rauchgaswäschers zur Abluftbehandlung einer Rächerei

Sebastian Plätzmüller B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Martin Zvoll
Datum des Kolloquiums:	26. Oktober 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor Immissionsschutz + Umwelttechnik (LIU)
In Kooperation mit:	terra-care Umwelttechnik GmbH, Recklinghausen



Neben der Trocknung und Salzung ist das Räuchern eines der ältesten Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit von Lebensmitteln. Das Räuchern im häuslichen Bereich war in Deutschland bis Mitte des 20. Jahrhunderts weit verbreitet. Im Laufe der Zeit wurden die geräucherten Lebensmittel zunehmend industriell hergestellt. Die langanhaltenden geruchsbeladenen Emissionen solcher industriellen Räucheranlagen bewirken eine Einschränkung der Wohnqualität im betrieblichen Umfeld bis hin zu Auswirkungen auf die Gesundheit. Daher müssen die Emissionen industrieller Rächereien durch eine geeignete Behandlung gemindert werden.

Stand der Technik zur Behandlung der Rauchgase ist die thermische Nachverbrennung (TNV). Dabei werden die gesamten Rauchgase vor dem Eintritt in die Atmosphäre durch eine gasgefeuerte Stützflamme nachverbrannt. Hieraus ergeben sich folgende Nachteile:

- hoher Verbrauch fossiler Energieträger und hohe CO₂ - Emissionen
- hohe Betriebskosten
- unerwünschte Erhöhung des werbewirksamen „CO₂ - Footprint“
- risikobehaftete Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen
- längere Ausfallzeiten der Emissionsminderung bedingt durch die risikobehafteten Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Minderung bzw. Vermeidung dieser Nachteile hat die Firma terra-care (Recklinghausen) ein Konzept zur Reinigung der Rauchgase entwickelt. Nach dem Prinzip eines Nasswäschers werden die Rauchgasinhaltsstoffe durch drei Effekte vom Rauchgas abgeschieden:

- Kondensation der bei ca. 20°C kondensierbaren Rauchgasbestandteile mit anschließender Absorption in der wässrigen Phase
- Absorption von Partikeln in die wässrige Phase
- Aufnahme der wasserlöslichen Stoffe in die wässrige Phase

Bei der betreuten Anlage handelt es sich um ein Pilotprojekt, daher waren vor der Auslegung keine exakten Angaben zu Frachten, mit denen die Abluftreinigungsanlage (ARA) beaufschlagt wird verfügbar.

So wurden im Rahmen der Abschlussarbeit die täglichen Frachten durch Messungen vor Ort ermittelt.

Da die ARA die aufgenommen Rauchgasinhaltsstoffe zum Teil biologisch abbauen soll, wurden im Versuchsmaßstab die potentiellen Abbauraten im Labor für Immissionsschutz und Umwelttechnik (LIU) ermittelt.

Um im Labor eine intakte und biologisch angepasste Filterschüttung zu betreiben, wurde im Filterbett der ARA eine spezielle Schaumstoffmatte kultiviert (siehe Bild).



Das Eluat dieser Matte wurde dazu verwendet, die Filterschüttung im Versuchsaufbau anzupflanzen. Ca. zwei Wochen wurden die aus der Räumerei entnommen Rauchgase im Kreis durch die Filterschüttung und das Rauchgasreservoir gefördert. Vor Beginn der Messung und einmal täglich wurden die Rauchgaskonzentrationen dabei mit dem Flammenionisationsdetektor erfasst. So konnte die Minderung des Kohlenstoffanteils in der Gasphase dokumentiert werden. Um sicher zu gehen, dass die Minderung biologisch bedingt ist, wurden das Filtermaterial und die wässrige Phase vor und nach dem Versuch gewogen. Hier konnte aufgrund des Massenzuwachses nachgewiesen werden, dass die festgestellte Minderung biologisch bedingt war. Dieser Versuch wurde mit zwei unterschiedlichen Bedingungen gefahren:

- Frisches Wasser: simuliert den Anfahrbetrieb
- Belastetes Anlagenwasser: simuliert den kontinuierlichen Prozess

Aufgrund der unterschiedlichen Minderungsraten in den Versuchsaufbauten und den parallel erfassten Wasseranalysen wie pH, O₂-Gehalt sowie CSB und BSB, konnten hier Empfehlungen ausgesprochen werden wie die ARA in Zukunft mit weiterhin niedrigem Wasserverbrauch effizient und zuverlässig betrieben werden kann.

Über eine Oberflächenrelation von Anlagen- und Laborfilterschüttung konnte weiterhin nachgewiesen werden, dass die von der Pilotanlage aufzunehmende Fracht an Rauchgasinhaltsstoffen biologisch abgebaut werden kann.

Zusätzlich konnten Optimierungsvorschläge entwickelt werden, mit deren Umsetzung im Jahr bis zu 28% der bisher eingesetzten Energie gespart werden kann, ohne die Funktion der Emissionsminderung einzuschränken.

Tomasz Puzik M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

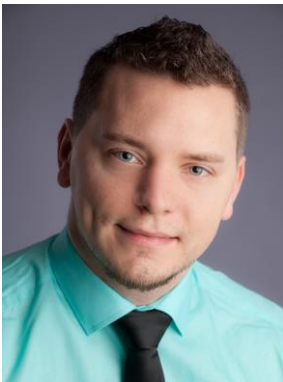
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring

Datum des Kolloquiums:

25. Januar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

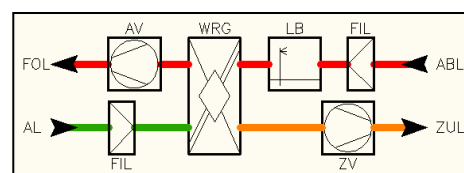
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Kältetechnik



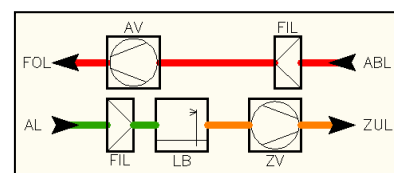
„Klimaanlagen bescherten New York Stromausfall - New York ist um einen Rekord reicher: Noch nie wurde so viel Strom verbraucht, wie am 6. Juli 2010. Die Folge war ein Kollaps des Stromnetzes.“¹

Die maroden Stromleitungen und das Umspannwerk auf Staten Island waren der Leistung von über 13500 Megawatt einfach nicht gewachsen. Grund dafür war eine Hitzewelle an der Ostküste der USA. Einfache konventionelle Kompressionskältemaschinen, die Elektrizität in Kälte umwandeln, sorgten für diese hohen Stromspitzen und somit für den Stromausfall. Wenn es um Energieeinsparpotentiale geht, werden Klimaanlagen nicht selten durch die Medien als Stromfresser bezeichnet. Wissenschaftler und Ingenieure haben sich dies zum Anlass genommen Alternativen zu entwickeln, indem statt Strom, Wärme als antreibende Energie dem Kälteprozess zur Verfügung steht. Hier bedient man sich eines physikalischen Grundprinzips. Unter der Bezeichnung „adiabate Kühlung“ oder „Verdunstungskühlung“ wird die Energieaufnahme eines Mediums verstanden, um von einem in den anderen Aggregatzustand zu wechseln. In diesem Fall benötigt Wasser Energie, die sogenannte Verdampfungsenthalpie, um vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand zu wechseln. Dadurch kommt es zur Anreicherung von Wasserdampf und gleichzeitig zur Abkühlung der Luft.

Die von mir erstellte Masterarbeit befasst sich mit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Klimatisierungsgeräten mit Verdunstungskühlung. Es wurden drei Anlagentypen miteinander verglichen. Zwei dieser Anlagentypen werden der Familie der DEC-Technologie zugesprochen, bei der die Lufttrocknung mit nachfolgender Verdunstungskühlung kombiniert wird und sich so auch der Name ableitet: Desiccative and Evaporative Cooling (DEC) - Kühlung durch Trocknung und Verdunstung. Die dritte Anlage ging ohne vorherige Trocknung, also nur mit adiabater Luftbefeuchtung, in die Betrachtung ein.



Indirekte Kühlung

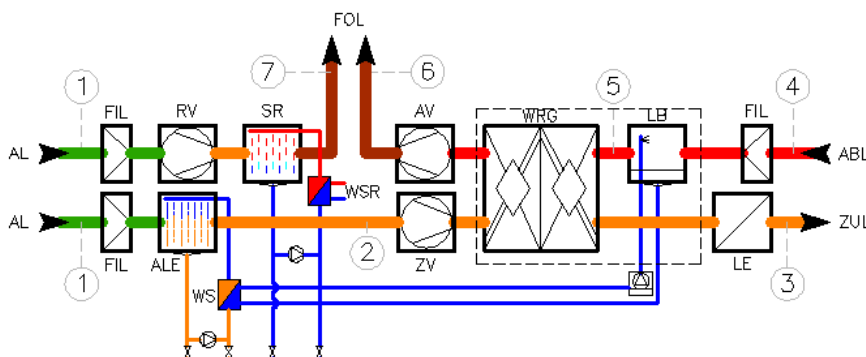
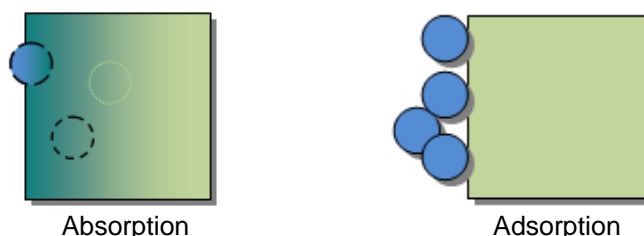


Direkte Kühlung

¹ Zit. siehe, Klimaanlagen-bescherten-New-York-Stromausfall, in: Die Welt: <http://www.welt.de/vermischtes/article8348151/Klimaanlagen-bescherten-New-York-Stromausfall.html>, (07.07.2010).

Ca. 22 % des Kältebedarfs in Deutschland wird für die Klimatisierung von Gebäuden verwendet. Dieser ist sehr stark Wetter- und somit Außentemperatur-abhängig. Je höher die Außentemperatur, umso größer der Kältebedarf. Ein ungeliebter Nebeneffekt der warmen Sommerluft sind die einhergehenden hohen Luftfeuchtigkeiten. Hohe Luftfeuchtigkeiten schmälern den Effekt der Verdunstungskühlung, da bereits feuchte Luft nur wenig Wasser aufnehmen kann. Sinnvoll wäre daher eine vorangeschaltete Entfeuchtung. Technisch wird die Entfeuchtung durch Adsorption und Absorption realisiert.

Sorption ist eine Sammelbezeichnung für Abläufe, die innerhalb einer Phase (Absorption) oder auf einer Grenzfläche zwischen zwei Phasen (Adsorption) zu einer Anreicherung eines Stoffes führen. Für Prozesse, bei denen nicht eindeutig zwischen Ad- und Absorption unterschieden werden kann führte James William McBain im Jahr 1909 den Oberbegriff Sorption ein. Adsorption leitet sich aus dem lateinischen adsorptio bzw. adsorbere für „ansaugen“ ab. Bei diesem Prozess reichern sich Oberflächen eines Festkörpers, aufgrund der Kapillarwirkung, mit Stoffen aus Gasen und Flüssigkeiten an. Anders ist es bei der Absorption. Der lateinische Begriff lautet absorptio und steht für „aufsaugen“. Hier geht ein Stoff in einen anderen Stoff in Lösung.



Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es sich bei der DEC-Technologie und der adiabaten Kühlung um eine fortschrittliche, ressourcensparende, umweltverträgliche und intelligente Technologie handelt. Je nach Anwendungsfall können, z. B. in einem Industriebetrieb überschüssige Energien genutzt und sinnvoll verwendet werden. Die Möglichkeit einer DEC und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist denkbar und würde in so einem Fall, Betriebsstunden von BHKWs erhöhen, die stromseitig zusätzliche Gewinne erwirtschaften könnten. Um den wirtschaftlichen Nutzen zu steigern, kann die DEC-Technik auch anstatt als Kühlgerät, primär als Entfeuchtungsgerät Verwendung finden.

Der klassische Einsatz der DEC-Technik als Kühlgerät zur Komfortklimatisierung muss jedoch als unwirtschaftlich angesehen werden.

Christian Radau B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Oliver Ortlinghaus Firma Liutec Münster
Datum des Kolloquiums:	14. Januar 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Oliver Ortlinghaus Firma Liutec Münster

Die Abluftreinigung in der Landwirtschaft ist keine flächendeckende und nicht immer geforderte Technik. Sie wird erst dann verlangt, wenn die Größe des Betriebes eine bestimmte Anzahl von Tieren übersteigt oder ein Mindestabstand zu empfindlichen Vegetationen nicht eingehalten werden kann. Wird die Filterung der Stallluft gefordert, können verschiedenste Techniken eingesetzt werden. Physikalische, chemische, biologische oder eine Kombination dieser Prozesse können die Ziele des Bundes Immissionsschutzgesetzes realisieren. Organisationen wie die DLG testen und überprüfen solche Anlage nach ihrer Tauglichkeit und Funktion. Ihr Gütesiegel ist ein Maß für den Stand der Technik in der landwirtschaftlichen Abluftreinigung.

Versuchsobjekt war ein mehrstufiges System aus einer Säurewäsche und einer biologischen Stufe. Die Abluft wird hierbei mittels Ventilatoren aus der Halle in die Anlage gedrückt. Nachdem der Abluft durch eine Säurewäsche ($\text{pH} < 4$) Ammoniak entzogen wurde, werden Geruchsstoffe durch Mikroorganismen in einer zweiten Stufe abgebaut bzw. umgebaut.

Technische Einrichtungen wie auch der Versuchswäscher können bei unzureichender Pflege/Wartung oder falschem Umgang störanfällig sein. Auch die Stallabluft aus Schweinemasthallen, die ein Überangebot von Stickstoffen und eine mindere Versorgung mit Kohlenstoffen mit sich bringen, erschweren den biologischen Reinigungsprozess. Mikroorganismen brauchen wie andere Lebewesen auch verschiedene Elemente zum Überleben und Wachsen. So kam es auf in der Versuchsanlage dazu, dass eine Biologie nicht vorhanden war und die Abluft mit ihren Geruchsstoffen ungefiltert die Hallen verließ.

Nach einer zweimonatigen Zufuhr von Flüssigzucker, der als Kohlenstoffquelle diente, konnte eine aktive biologische Stufe aufgebaut werden (Abb. 1). Diese konnte dann erfolgreich die Geruchsfahrt von ca. 4000 Geruchseinheiten/ m^3 auf 300 Geruchseinheiten/ m^3 verkleinern. Ebenfalls konnte kein Rohgasgeruch im Reingas am Austritt des Wäschers festgestellt werden.

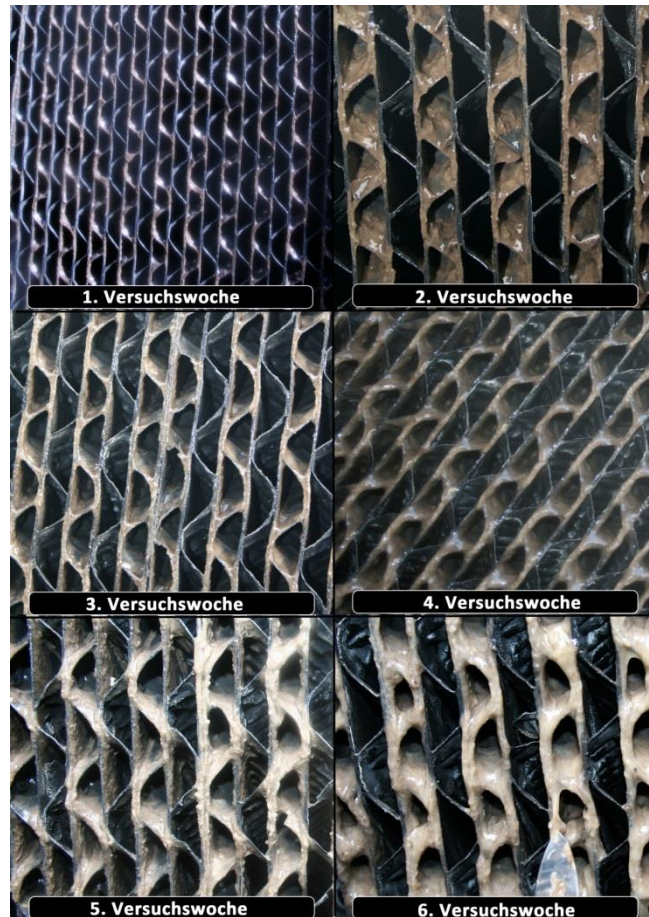


Abbildung 12: Beobachtung der Füllkörper

Der Einsatz von Flüssigzucker zum Aufbau und zur Vitalisierung einer biologischen Stufe ist im Verlauf der Optimierungsarbeiten erfolgreich verlaufen. Mit einer Dosierung von ca. 2,3 l/d würden nicht nur Betriebskosten steigen (Zuckereinkauf, Energiekosten), sondern auch mit hoher Wahrscheinlichkeit die Füllkörper mit einem biologischen Film zuwachsen. Ist erst mal eine stabile und aktive Biologie vorhanden, kann und sollte auf eine zusätzliche C-Quelle verzichtet werden.

Sebastian Rahe B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Christian Leugers

Datum des Kolloquiums:

23. Mai 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

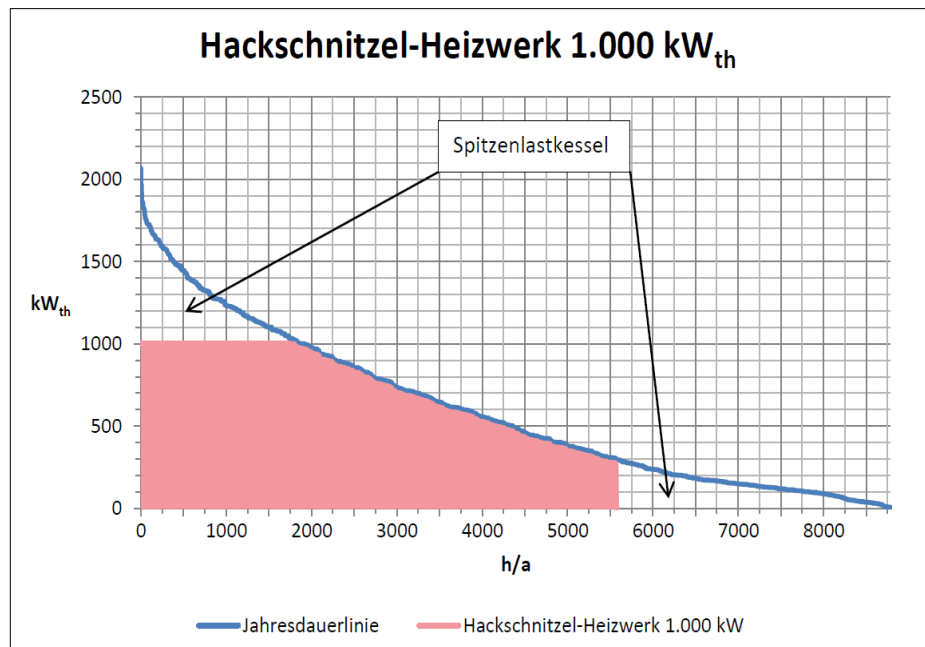
Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Teutoburger Energie Netzwerk e. G. (TEN e. G.), Hagen a.T.W.



Als Ziel dieser Bachelorarbeit sollte das Wärmeversorgungsnetz an der Görsmannstraße in Hagen a.T.W. auf dessen Wirtschaftlichkeit untersucht werden. Zurzeit sind etwa 88 Einfamilienhäuser, eine Schule und zwei Turnhallen am bestehenden Versorgungsnetz angeschlossen. Die Wärmemenge in dieser Siedlung wird aktuell von zwei BHKW - Anlagen und zwei Heizkesseln bereitgestellt. Da die BHKW's und Kessel abgängig sind, werden alternative Möglichkeiten zur Wärmeversorgung überprüft und verglichen. Das Versorgungsgebiet wird sich eventuell in absehbarer Zeit verdoppeln, weil eine Neubausiedlung zum bestehenden Netz hinzukommt. Deshalb werden die Optimierungsmöglichkeiten anhand dieser Annahme betrachtet und berechnet. Bei der Planung einer neuen Wärmeversorgung an der Görsmannstraße ist besonders der Einsatz von Erneuerbarer-Energien und somit eine Senkung des CO_2 -Ausstoßes zu überprüfen.



Zur Anlagenauslegung wurde die benötigte Wärmeenergie für das neue Fernwärmegebiet anhand einer geordneten Jahresdauerlinie dargestellt. Hierbei zeigte sich, dass eine Hackschnitzelanlage, die unter der Jahresdauerlinie mit einer Leistung von 1.000 kW thermisch und einem Wirkungsgrad von 85 % abgebildet ist, im Jahr etwa 5.600 Stunden betrieben werden kann. Somit wäre es möglich, dass die Anlage dank des sehr guten Teillastverhaltens fast das gesamte Jahr (8.760h) in Betrieb sein könnte. Dabei können in etwa 3.384.063 kWh Wärme erzeugt werden. Der Restbedarf an Wärme muss mit einem Spitzenlastkessel bereitgestellt werden.

Ein Hackschnitzel-Heizwerk in Kombination mit einem Erdgas-Heizkessel ist insgesamt eine gute Alternative CO₂-neutral Wärme zu erzeugen. Diese Möglichkeit ist durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau förderfähig und hat dank der günstigen Hackschnitzel auch sehr geringe Brennstoffkosten. Auch wenn weder eine Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz noch durch das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz für Strom zustande kommt, rechnet sich diese Möglichkeit durchaus sehr positiv.

In Zukunft wird es immer wichtiger werden, die Energieerzeugung aus regenerativen Energien weiter auszubauen und wertvolle Rohstoffe zu schonen.

Betrachtung der Biologischen Arbeitsstoffe nach Prozessoptimierung an drei Anlagen der Entsorgungs-Gesellschaft Westmünsterland am Standort Gescher

Anke Robben B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Erwin Rießle
Datum des Kolloquiums:	08. Juni 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Entsorgungs-Gesellschaft Westmünsterland mbH, 48712 Gescher



Arbeitssicherheit ist ein wichtiges Element in jedem Betrieb. In Betrieben, die sich mit der Abfallentsorgung befassen, fällt unter anderem die Belastung der Arbeiter mit biologischen Arbeitsstoffen unter das Kapitel „Arbeitssicherheit“. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Thematik luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe in einem Entsorgungsfachbetrieb.

Solche Arbeitsstoffe können ab einer bestimmten Konzentration zu Gesundheitsschäden der Arbeitnehmer führen und müssen daher bereits in die Planung der Anlagen einkalkuliert, sowie bei der Inbetriebnahme überprüft werden.

Ebenso sind erneute Prüfungen für Gefährdungsbeurteilungen nach Erkrankungen, infolge von Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen und Umstrukturierungsprozessen vorgeschrieben.

Vor allem nach Prozessoptimierungsmaßnahmen stellt sich die Frage, ob durch die Veränderung erhöhte Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz auftreten.

Deswegen ist eine Kontrolle der Luft am Arbeitsplatz auf die Gesamtkeimzahl von Bakterien und Pilzen eine notwendige Maßnahme für die Arbeitssicherheit und langfristige Gesundheit der Arbeitnehmer.

Gegenstand dieser Arbeit sind Untersuchungen in den Anlagen der Entsorgungs-Gesellschaft Westmünsterland nach einer Prozessoptimierung.

Im Wesentlichen wurden für die Untersuchungen Luftproben genommen und im Labor ausgewertet. Durch Aufbringen der Proben auf ein Nährmedium und anschließendes Bebrüten können die gewachsenen Bakterien und Pilze gezählt werden.



Durch die Anzahl der gewachsenen Bakterien und Pilze lässt sich die Belastung in der Luft am Arbeitsplatz erschließen.

Nach der Feststellung der Belastung von Bakterien und Pilzen in der Luft am Arbeitsplatz lassen sich Technik und Organisationkonzepte zur Reduzierung dieser ausbauen. Eine möglichst niedrige Belastung ist für die Gesundheit der Arbeitnehmer anzustreben und laufend dem Stand der Technik anzupassen. Mögliche technische und organisatorische Maßnahmen zur Reduktion der Keimbelastung werden in der Arbeit vorgeschlagen.

Bau und Erprobung einer Probenahmehaube zur Ermittlung der Geruchsstoffströme von passiven Flächenquellen

Jennifer Cleo Roberts B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Zweitprüfer:	Dipl.-Phys. Ing. Frank Müller
Datum des Kolloquiums:	12. Oktober 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Name des Laborbereichs
In Kooperation mit:	Uppenkamp und Partner, Ahaus



Geruchsquellen unterscheiden sich in der Durchströmungsgeschwindigkeit und der Geometrie. Anhand der Durchströmungsgeschwindigkeit unterteilt man in aktive Quellen und passive Quellen. Passive Quellen haben eine maximale Durchströmungsgeschwindigkeit von 30 m/h, wenn die Durchströmungsgeschwindigkeit größer 30 m/h ist, handelt es sich um eine aktive Quelle. Dies ist in der *Richtlinie VDI 3880* per Konvention festgelegt. Die Geometrie bestimmt, ob es sich bei der Quelle um eine Punkt-, Flächen- oder Volumenquelle handelt.

Im November 2011 ist die Richtlinie *VDI 3880* in Kraft getreten und stellt damit die technischen Anforderungen an eine Probenahmehaube zur Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration von passiven Flächenquellen. Vor Inkrafttreten der Richtlinie gab es keine einheitlichen Messverfahren und Messtechniken zur Beprobung. Durch die vereinheitlichte Messtechnik sind die jeweiligen Messungen der unterschiedlichen Messbüros vergleichbar.

Diese Bachelorarbeit ist in Kooperation mit der Firma „*Uppenkamp und Partner*“ geschrieben worden. „*Uppenkamp und Partner*“ ist ein Sachverständigenbüro für Immissionsschutz mit Hauptsitz in Ahaus. Das Büro führt Geruchsmessungen an verschiedenen Quellen durch und benötigt die dem *Stand der Technik* entsprechende Messtechnik. Die bisherige Probenahmehaube entspricht nicht mehr den Anforderungen nach Richtlinie *VDI 3880*, so dass eine entsprechende Haube im Rahmen der Arbeit gebaut und erprobt werden soll.

Der Grundgedanke nach *VDI 3880 (2011)* ist es, dass „*aus einer Box, die eine definierte Fläche der zu untersuchenden Oberfläche bedeckt, eine bekannte Menge an Luft abgesaugt wird und dass gleichzeitig durch entsprechende Neutralluftzuführung dafür gesorgt wird, dass unbelastete Luft nachströmen kann. Dies führt dazu, dass der pro Zeiteinheit entnommene Volumenstrom bekannt ist*“.

Bei der Probenahmehaube wird die Umgebungsluft durch ein Miniatur- Radialgebläse gezogen und über einen Luftfilter unter die Haube geleitet. Unter der Haube wird die Luft durch ein Diffusorblech turbulent verteilt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Haube wird die Luft durch ein weiteres Miniatur-Radialgebläse heraus gefördert. Vor dem Gebläse ist ein Probenahmeanschluss montiert, mit welcher ein Teil der Probenluft zur Auswertung abgeleitet wird.

Das Grundgerüst der Probenahmehaube besteht aus den Hauptbestandteilen Grundgerüst, Lufteinlass, Luftauslass und der Schwimmeinrichtung.

Nach der Konstruktion und dem Bau der Probenahmehaube wurde n an einer Zuckerrüben-/Maissilage, einer Maissilage und an Grassilagen Messungen zur Erprobung durchgeführt worden.

Neben den Messungen mit der neuen Probenahmehaube wurden die untersuchten Flächenquellen auch mit der bisherigen Probenahmehaube der Firma „Uppenkamp und Partner“ beprobt. Die Probenahmehaube wurde nacheinander auf dieselbe zu beprobende Fläche gesetzt. Die Durchströmungsgeschwindigkeit unter der Haube wurde an beiden Hauben auf 0,064 m/s eingestellt. Auf jeder passiven Flächenquelle wurden je Haube drei Proben über jeweils zehn Minuten gezogen. Zur olfaktometrischen Auswertung wurden die Proben ins Labor nach Ahaus gebracht. Die Messergebnisse ergaben, dass die neue Probenahmehaube für zukünftige Messungen eingesetzt werden kann. Sie entspricht den technischen Anforderungen der technischen Regelwerke.

Neben der Erprobung an den verschiedenen Silagen wurde die Probenahmehaube auch auf ihre Schwimmfähigkeit hin überprüft.



Abbildung 13: *Praktischer Nachweis zur Schwimmfähigkeit der neu gestalteten Probenahmehaube*

Energiemanagement am Beispiel der Firma „Röttgers Oberflächenschutz“

Hendrik Rösmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Vorname Nachname
Datum des Kolloquiums:	25. Februar 2013
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	MSR-Technik und Gebäudeautomation
In Kooperation mit:	EVERSMANN – beratenden Ingenieure, Münster



Energiesparen bekommt jeden Tag eine immer größer werdende Bedeutung: Firmen werben mit der Senkung ihrer CO₂-Emissionen, jeder Haushalt ist darauf bedacht, Energie aus Kostengründen einzusparen und jedem Einzelnen von uns ist bewusst, dass der Verbrauch fossiler Energie gesenkt werden und immer mehr in Energieeinsparmaßnahmen investiert werden muss.

Das globale Problem der Klimaerwärmung in Verbindung mit sinkenden fossilen Vorräten von Ressourcen erfordert einen verantwortlichen Umgang mit Energie. Die Ziele der EU sehen vor, die Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 EU-weit um 20% zu steigern. Aber auch aus ökonomischer Sicht ist Energieeinsparung von Nöten, denn vor allem die Preise der Brennstoffe wie Erdöl und Gas haben sich in den letzten Jahren vervielfacht. Unternehmen mit einem uneffizienten hohen Verbrauch halten dem heutigen Angebots-Wettbewerb nicht mehr stand.

Eine Möglichkeit zur Einsparung von Energie, von Ressourcen und damit auch von Kosten in der erfolgreichen Unternehmensführung ist die Einführung eines Energiemanagementsystems (EnMS).

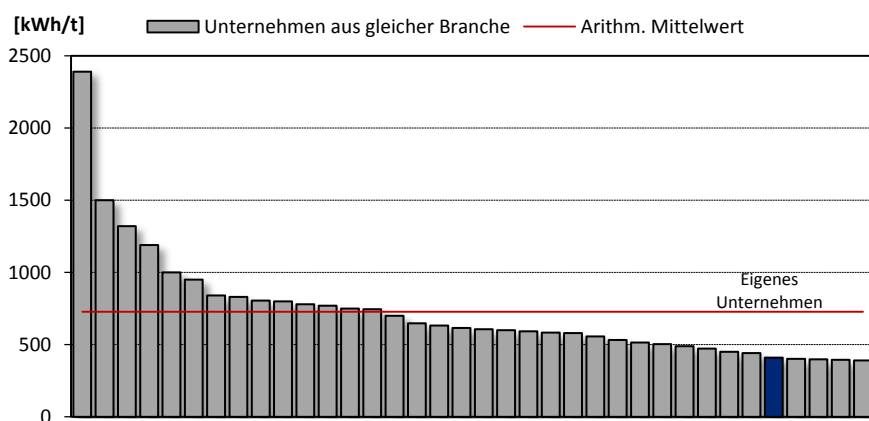
Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Leitfaden für die Einführung und die kontinuierliche Umsetzung eines EnMS aufzuzeigen, welches eine effiziente Nutzung von Energie im Unternehmen nach der DIN EN ISO 50001:2011-12 gewährleistet. Dieses wurde dem Leser anhand des praxisnahen Beispiels am Unternehmen „Röttgers Oberflächenschutz“ vorgestellt.

Nach der Bestimmung der Personen und der Vermittlung ihrer Verantwortung und Aufgaben im Energiemanagement des Unternehmens werden die rechtlichen Grundlagen ermittelt und eine legitime Energiepolitik verabschiedet, welche die Ziele und die Eigenverpflichtung in Hinsicht auf das Energiemanagement beschreibt. Bereits vorhandene Managementsysteme wie Umwelt- oder Qualitätsmanagement und das Energiemanagement des Unternehmens werden aufeinander abgestimmt.

Danach gilt es, das Unternehmen energetisch zu erfassen und die Energieflüsse im Unternehmen zu bestimmen. Aus den Daten lassen sich Energieleistungskennzahlen erarbeiten, welche eine Bewertung des energetischen Verbrauchs und den Vergleich durch Benchmarks mit anderen Unternehmen unabhängig von der Produktionsmenge und der Unternehmensgröße ermöglichen. Dadurch werden Potenziale für eine Erhöhung der Effizienz ersichtlich

und aufgedeckte Schwachstellen können durch geeignete Maßnahmen optimiert werden. Um ein effizientes Energiemanagement sicherzustellen, müssen die Mitarbeiter sowohl über das Energiemanagement im Unternehmen kommunizieren als auch gesondert zu einem qualifizierten Personal geschult werden. Für die Sicherstellung des EnMS finden regelmäßig interne Audits und Management-Reviews durch das Top-Management statt und eine kontinuierliche Verbesserung des EnMS wird durch den PDCA-Zyklus erzielt.

Mit der ISO 50001 werden international einheitliche Bestimmungen eines EnMS aufgestellt und ein sinkender und effizienter Energieverbrauch in Unternehmen sichergestellt, unabhängig von Branche und Größe des Unternehmens.



Die Norm stellt Anforderungen an die Unternehmen, die sie in die Lage versetzt, den Energieverbrauch systematisch zu erfassen, zu verstehen und kontinuierlich zu reduzieren. Bei einer Zertifizierung des Energiemanagements eines energieintensiven Unternehmens ergeben sich Kosteneinsparungen im Bereich der EEG-Umlagen; für alle Unternehmen bedeutet ein EnMS die Senkung der Energiekosten und eine Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

Vergleich von Kran- und Turmkonzepten für Windenergieanlagen an räumlich begrenzten Standorten am Beispiel des Hamburger Hafens

Michael Rolfes M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Datum des Kolloquiums:

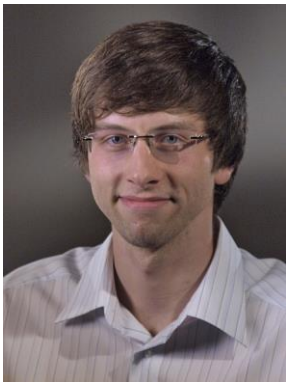
17. April 2013

Studiengang:

Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik

In Kooperation mit:

Hamburg Energie GmbH



Zur wirtschaftlichen Nutzung der Windenergie werden immer größere Anlagen entwickelt. Sie zeichnen sich neben leistungsstarken Generatoren durch größere Rotordurchmesser aus. Darüber hinaus werden die Anlagen mit höheren Türmen ausgestattet, um die besseren Windverhältnisse in höheren Luftschichten zu nutzen. Moderne Windenergieanlagen haben Rotordurchmesser von 90 Metern bis 130 Metern und eine Nabenhöhe von 100 Metern bis 150 Metern. Der Vorstoß in diese Dimensionen bedeutet auch einen größeren Aufwand für den Transport und die Errichtung der Anlagen.

Mit fortschreitendem Ausbau der Windenergie werden außerdem die hierfür geeigneten Flächen entsprechend knapper. Zunehmend werden schwer erschließbare Standorte auf ihre Nutzbarkeit untersucht. Auch im Hamburger Hafen sind Standorte auf Industrie- und Gewerbeflächen in der Entwicklung. Auf den infrage kommenden Flächen können Windenergieanlagen aufgrund räumlicher Begrenzungen jedoch nicht wie in freiem Gelände transportiert und errichtet werden. Mit dem Einsatz moderner Windenergieanlagen mit den genannten großen Abmessungen wachsen die logistischen Herausforderungen zusätzlich.

Die Kernfunktion der Masterarbeit ist die vergleichende Analyse verschiedener am Markt erhältlicher Turmbauarten. Abb. 1 zeigt unterschiedliche Turmarten.



Abbildung 1: Hybrid-, Stahlrohr- und Stahlgitterturm im Vergleich

In einem ganzheitlichen Ansatz werden technische und wirtschaftliche Fakto-

ren sowie Nachhaltigkeitsaspekte betrachtet. Das jeweilige Konstruktionskonzept wird samt der verwendeten Maße, Massen, Wandstärken und Anzahl der Bauteile beschrieben. Die Anzahl der Transporte und die für die Errichtung notwendigen Bedingungen wie Flächenbedarf, Außentemperaturen und Windgeschwindigkeiten werden aufgezeigt. Hinsichtlich des Lebenszyklus werden der Ressourcenverbrauch und die Kohlenstoffdioxid-Emissionen berechnet sowie Rückbau, Recycling und Entsorgung beschrieben.

Neben Türmen werden die zur Errichtung verwendeten Krane dargestellt und nach ihren Eigenschaften und Funktionen differenziert. Sie werden anschließend im Hinblick auf ihre technischen Eigenschaften, die Transportanzahl und den Platzbedarf verglichen. Abb. 2 zeigt unterschiedliche Montagekonzepte.



Abbildung 2: Anlagenmontage mit Mobil-, Raupen- und Turmkran

Darüber hinaus werden die in konkreter Planung befindlichen Standorte im Hamburger Hafen behandelt. Die wesentlichen Hindernisse und projektspezifische Lösungsansätze werden aufgezeigt. In der Masterarbeit wird abschließend untersucht, welche Vorteile durch unterschiedliche Kran- und Turmkonzepte an den einzelnen Standorten realisierbar sind.

(Abbildungsnachweis: Juwi, Vestas, Epoznan, Liebherr (2), Max Bögl.)

Optimierung der Abwasservorbehandlungsanlage eines Automobilzulieferers

Stefan Ruholl B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Andreas Geiser M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	11. Oktober 2012
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Labor für Umwelttechnik
In Kooperation mit:	Wessling GmbH, Altenberge



Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Wessling GmbH im Rahmen eines Angebotes für einen Automobilzulieferer erstellt. Anlass dieser Arbeit sind Störungen der Neutralisations- und Fällungsreaktion der Abwasservorbehandlungsanlage in Bezug auf Schwermetalle und adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX). Mitarbeiter des Automobilzulieferers berichten von einem nicht ausreichenden Fällungsergebnis in Bezug auf die Grenzwertkonzentrationen der Entwässerungssatzung beziehungsweise Genehmigung für das Einleiten von Abwasser von Nickel und Zink im alkalischen Bereich. Um die Grenzwerte einhalten zu können, müsse demnach der Prozess in einem sauren Bereich unter Zugabe von einem Fällungsmittel durchgeführt werden, worauf hin allerdings die Bildung von AOX zu beobachten sei. Des Weiteren sollen alternative Behandlungsmöglichkeiten vorgestellt werden, die sich mit der bestehenden Anlage kombinieren lassen oder diese mit wirtschaftlichem Hintergrund ersetzen können.

Während eines Ortstermins wurde vereinbart, den Neutralisations- und Fällungsversuch im Technikum zu überprüfen. Mit Bereitstellung von Proben des Rohabwassers wurde dieses zunächst auf die Problemparameter analysiert. Darüber hinaus wurden unterschiedliche Abwasserbehandlungsschritte nebst verfahrenstechnischen Abläufen an einem Versuchsstand nachgestellt. Dies geschah, indem der Neutralisations- und Fällungsversuch zunächst im alkalischen Bereich bei einem pH-Wert von 8,8 unter Zugabe von Fällungsmittel durchgeführt wurde, wie es die Literatur eigentlich vorschreibt. Im Anschluss hieran wurden die Proben jeweils abfiltriert und auf die Parameter Nickel, Zink und AOX analysiert. Zusätzlich wurden zwei weitere Neutralisations- und Fällungsversuche im sauren Bereich bei pH 4,8, einmal mit Salzsäure und einmal mit Schwefelsäure, angesetzt und abfiltriert. Auch diese wurden auf die Parameter Nickel, Zink und AOX analysiert.

Nach dem im Rahmen dieser Betrachtung durchgeführten Versuche und Analysen zur Nachstellung führte die Fällung im alkalischen Bereich bei einem pH-Wert von 8,8 zu dem vielversprechendsten Ergebnis. Hierbei wurden Zink und Nickel fast vollständig entfernt. Die Versuche im sauren Bereich ergaben hingegen keine zufriedenstellenden Resultate, da die Zielparameter Nickel und Zink nur sehr geringfügig reduziert werden konnten.

Die Bildung von adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen konnte während des Neutralisations- und Fällungsversuchs nicht beobachtet werden.

Vielmehr ist die Entstehung durch den Waschplatz zu begründen, an dem aufgrund des uneingeschränkten Zugangs ein undefinierter Eintrag an Inhaltsstoffen zu beobachten war. Neben den Simulationsversuchen wurden Alternativen für die Behandlung der Problemparameter vorgestellt. Hierbei handelt es sich um den Einsatz von Aktivkohle, Membranverfahren und Nassoxidation. Es empfiehlt sich die Einrichtung einer Dokumentation der Reinigungsvorgänge am Waschplatz mit regelmäßigen detaillierten Analysen der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen, um Ursachen der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen zu identifizieren. Die Installation einer Nassoxidations-Anlage mit Wasserstoffperoxid ist eine geeignete Behandlungsmaßnahme für AOX, da organische Verbindungen so aufoxidiert werden.

Durch ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung) entstehen aus dem Wasserstoffperoxid OH-Radikale, die oxidativ wirksamer sind. Für die Wahl dieses Verfahrens sollten Vorversuche gemacht werden, um mögliche Störeinflüsse, wie zum Beispiel Trübung zu überprüfen. Darüber hinaus ist das Verfahren der Nassoxidation gut mit der bestehenden Anlage kombinierbar, welche nach verfahrenstechnischer Anpassung optimal funktioniert.

Florian Rulle B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums:

29. August 2012

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

In Kooperation mit:

Fachhochschule Münster, Steinfurt



In der heutigen Zeit werden mehr Anforderungen an die Gebäudeautomation gestellt, als je zuvor. Neben den Aufgaben der Überwachung, Steuerung sowie der Regelung der Anlagen in einem Gebäude nimmt die Energieoptimierung durch die Gebäudeautomation einen immer größer werdenden Stellenwert ein. In dieser Arbeit werden einige Möglichkeiten aufgezeigt, die es ermöglichen mit Hilfe der Gebäudeautomation den Energieverbrauch in Gebäuden zu reduzieren.

Eine klare Differenzierung zwischen der Energieoptimierung und dem Energiemanagement ist dort von entscheidender Bedeutung, um das Erreichen der gesetzten Ziele zu gewährleisten.

Der Hauptteil der Arbeit befasst sich mit den Einsparmöglichkeiten durch moderne Gebäudeautomationslösungen. Es wurden Möglichkeiten aufgezeigt, mit denen bestimmte Einsparpotenziale realisierbar wurden, wie zum Beispiel im Bereich der Innenbeleuchtung auf Abbildung 1.1 zu erkennen ist.

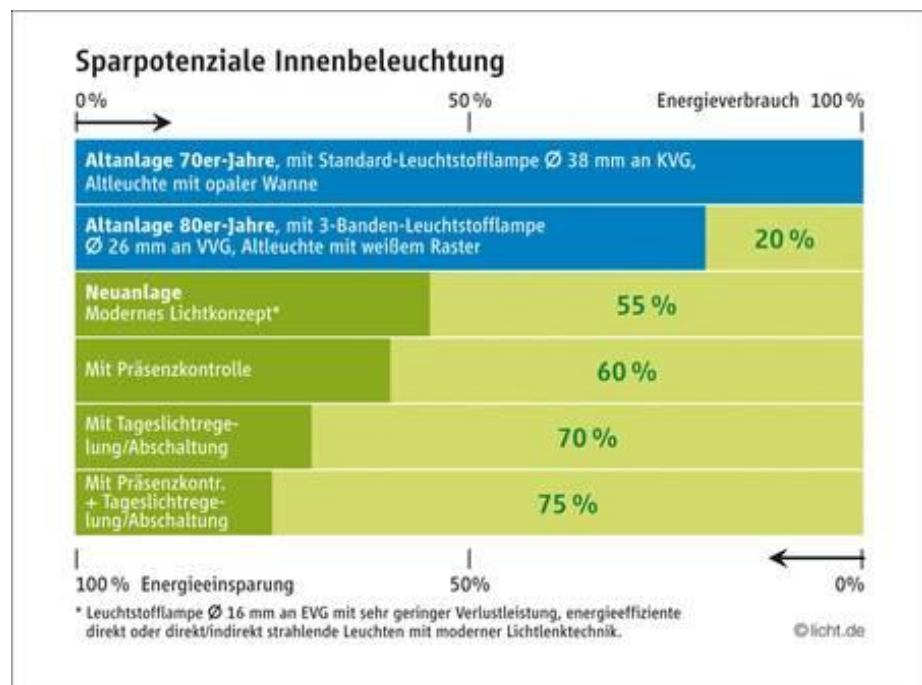


Abbildung 1.1

Einsparpotenziale im Bereich der Innenbeleuchtung; Quelle: www.licht.de

Weiterhin wurden die Bereiche der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik genauer untersucht und herausgearbeitet, welche Personen im Idealfall die gewerkeübergreifenden Funktionen des Energiemanagers einnehmen sollten. Denn es ist zu erkennen, dass zurzeit nicht die Technik, sondern der Mensch die größte Fehlerquelle im Bereich der Energieoptimierung ist. Zudem ist die Motivation neben dem gewerkeübergreifenden Know-how der Betreiber eine grundlegende Voraussetzung, die sich durch die Implementierung eines Highscore in der Gebäudeautomation stetig steigern lässt. Es zeigt sich, dass es keine Anleitung gibt, die auf jedes Gebäude angewendet werden kann um eine bestimmte Menge an Energie einzusparen. Aber es können Maßnahmen aufgezeigt werden, die individuell auf die Gebäude abgestimmt werden und dadurch den Effekt der Energieeinsparung hervorrufen.

Stefan Runde B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 21. Dezember 2012

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



Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und begehrt als Werkstoff und als ein klimaneutraler Energieträger. Auch wenn jedes Jahr in den Wäldern neues Holz zuwächst, sollte nicht mehr Holz aus den Wäldern entnommen werden, als nachwächst, da es negative Folgen auf das zukünftige Holzaufkommen wie auch auf das Klima haben kann. Um dies innerhalb des Kreis Steinfurt zu vermeiden, wird in dieser Arbeit die Bilanz aus Zuwachs und Bedarf verglichen.

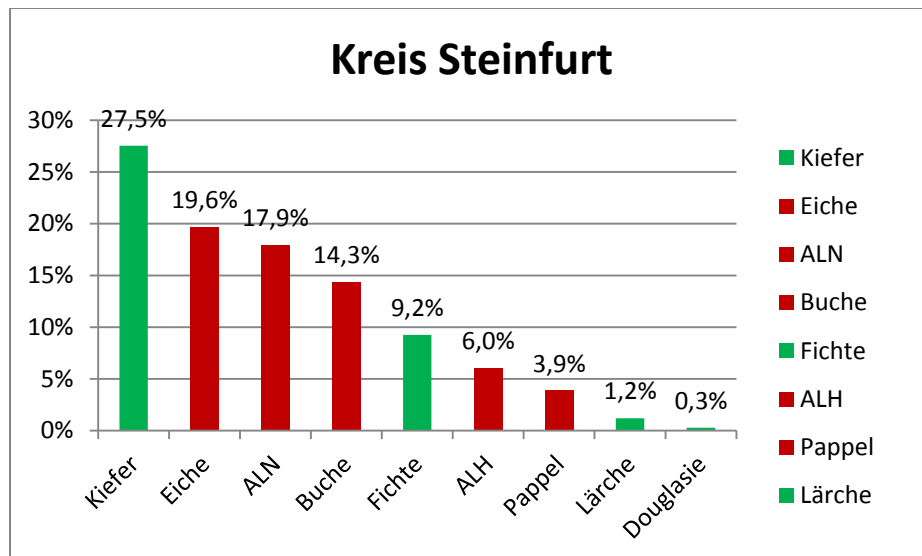
Im Bundeswaldgesetz (BWaldG) und im Landesforstgesetz (LFoG) des Landes Nordrhein-Westfalen wird der Waldbegriff definiert, neben den mit Bäumen und Sträuchern bedeckten Flächen zählen auch noch verschiedene nicht mit solchen Pflanzen bewachsene Flächen zum Wald. Im Kreis Steinfurt sind die Waldflächen 25.600 ha groß, das entspricht einem Flächenanteil von 14,3 % und liegt damit weit unter dem nordrhein-westfälischen Durchschnittswert von 26 %. Viele kleinere Waldflächen und eine hohe Anzahl an Wallhecken an den Wegesrändern täuschen jedoch häufig über diese Tatsache hinweg.

Eine weitere Besonderheit ist der hohe Privatwaldanteil von 91 %. Auch wenn der Laubwaldanteil im Kreis Steinfurt deutlich höher ist, als der Anteil des Nadelwaldes, ist die zu den Nadelbäumen gehörende Kiefer, wie in Abb. 1 zu sehen, die in diesem Gebiet am stärksten verbreitete Baumart. Darauf folgen dann die Eiche und die Buche, beides Laubbaumarten.

Die „Münsterländer Parklandschaft“ wird im Kreis Steinfurt durch Wallhecken mit einer Länge von insgesamt 3.500 km bestimmt. Im Mittelalter wurden diese Wallhecken zum Einpferchen des Viehs verwendet sowie als Brennholz- und Nahrungslieferant für den Winter genutzt. Heutzutage schützen sie noch den Ackerboden vor Bodenerosion und der jährliche Zuwachs von 35.000 Fm/a Holz kann zur Herstellung von Holzhackschnitzeln verwendet werden, was eine jährliche Energiemenge von 89.031 MWh/a lufttrockenen Brennmaterials bedeutet.

Aus den Zuwachsfaktoren der zweiten Bundeswaldinventur und der Verbreitung der Baumarten ergibt sich der Zuwachs der einzelnen Baumarten. Anschließend lässt sich daraus der Gesamtzuwachs aller Baumarten berechnen. Diese Ergebnisse werden dem Holzbedarf gegenübergestellt, der in der Sägeindustrie, in der Holzhackschnitzelproduktion und im Brennholzverbrauch besteht. Der Bedarf liegt im Kreis bei etwa 129.900 Fm/a im Jahr, dem gegenüber steht ein Potenzial von durchschnittlich 225.282 Fm/a im Jahr. Damit kann der gesamte Holzbedarf leicht gedeckt werden. Mit Ausnahme

der Pappel trifft dies auch auf die einzelnen Baumarten zu, der Bedarf der Pappel übersteigt jedoch das Zuwachspotenzial des Kreisgebietes bei Weitem.



Legende:

ALN = Andere Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit

ALH = Andere Laubbäume mit hoher Umtriebszeit

Abb. 1: Flächenanteil der Baumarten an der Holzbodenfläche des Kreises Steinfurt ohne Blößen (rot=Laubbäume; grün= Nadelbäume) /nach Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen [2000];

www.wald-undholz.nrw.de/fileadmin/media/Dokumente/IMPORT/Landeswaldinventur_nrw_favergleich.pdf/

In einem modernen Nadelsägewerk fallen allein 40 % des Holzes als Holzabschnitte und Sägespäne an. Vor allem dem derzeitigen hohen Energieholzbedarf ist es zu verdanken, dass diese Sägenebenprodukte restlos weiterverwertet werden und als Holzpellets oder Brennholz Verwendung finden. Alleine die Abschnitte haben in trockenem Zustand einen Energiegehalt von 40.462 MWh/a.

Der überwiegende Teil des Energiebedarfs im Kreis wird durch Gas und Heizöl gedeckt, lediglich 4,3 % der Energie stammt aus Energieholz. Von insgesamt 6.681 GWh/a werden 290 GWh/a durch Energieholz geleistet. Der bei Weitem größte Anteil, etwa 77 %, wird durch die Verbrennung von Scheitholz erreicht, die Holzhackschnitzel- und Holzpelletfeuerung macht dagegen jeweils nur 13 % bzw. 10 % aus. Bei einer optimalen Ausnutzung des Zuwachspotenziales kann selbst nach Abzug des Holzbedarfs der Sägeindustrie der Energieholzverbrauch im Kreis sogar noch erhöht werden, dennoch ist es unrealistisch, den gesamten Energiebedarf des Kreises oder auch nur den überwiegenden Teil davon durch Energieholz zu decken.

Für diejenigen, die bereits mit Holz heizen oder dies bald tun wollen ist im Herbst 2012 die Energieholzbörse für das Münsterland eröffnet worden. Käufer und auch Verkäufer haben unter www.energieholz-muensterland.de die Möglichkeit mit innerhalb des Münsterlandes eingeschlagenem Holz zu handeln und gleichzeitig einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Frank Ulrich Sayap Tschikague B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums:

29. Januar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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



Energie ist als Motor alles Lebens unerlässlich. Durch die Energieträger wird Energie gespeichert und für die Energiegewinnung nutzbar gemacht. In der letzten Zeit hat sich der Verbrauch natürlicher Ressourcen beschleunigt, weil die Weltwirtschaft und die Bevölkerung der Erde wachsen. Die fossilen Energieträgern Kohle, Erdgas und Erdöl sind die natürlichen Ressourcen, die weltweit am meisten für die Energiegewinnung verbraucht sind. Die erneuerbaren und regenerativen Energien leisten dagegen einen kleineren Beitrag an die Energiegewinnung, obwohl diese umweltfreundlichen Energien erzeugen.

Die Abbildung 1 zeigt eine Darstellung der historischen, aktuellen und prognostizierten weltweiten Primärenergieversorgung in Prozent.

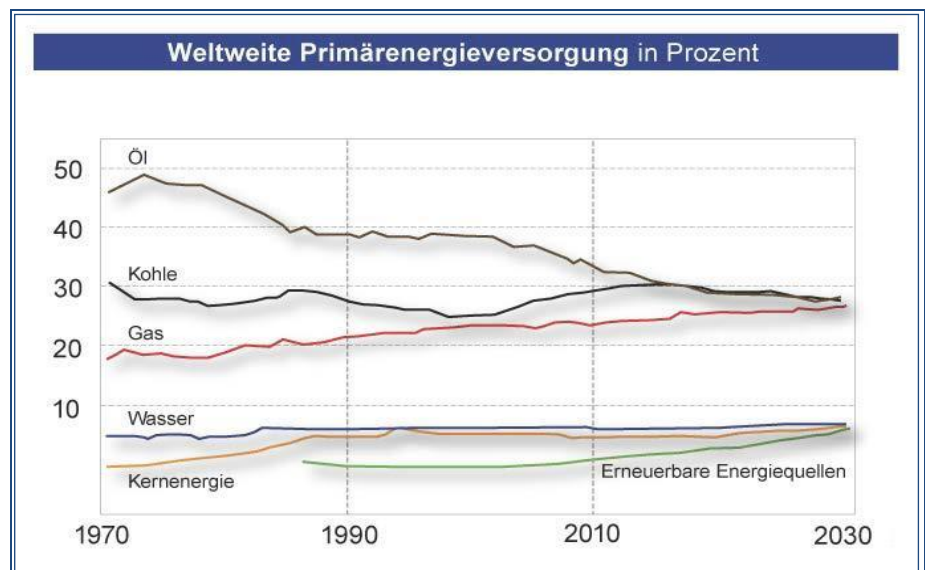


Abb. 1: Entwicklung der weltweiten Primärenergieversorgung

Die Sicherstellung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und gehört zu den wichtigsten globalen Herausforderungen der Menschheit. Jedoch hängt die Entwicklung neuer Strategien bzw. neuer Technologien an der wirtschaftlichen Situation, der Nachfrage und dem Bedürfnis jener Länder ab.

Die Verteilung des Verbrauchs von Primärenergie im Jahr 2010 nach Regionen ist in der Abbildung 2 dargestellt.

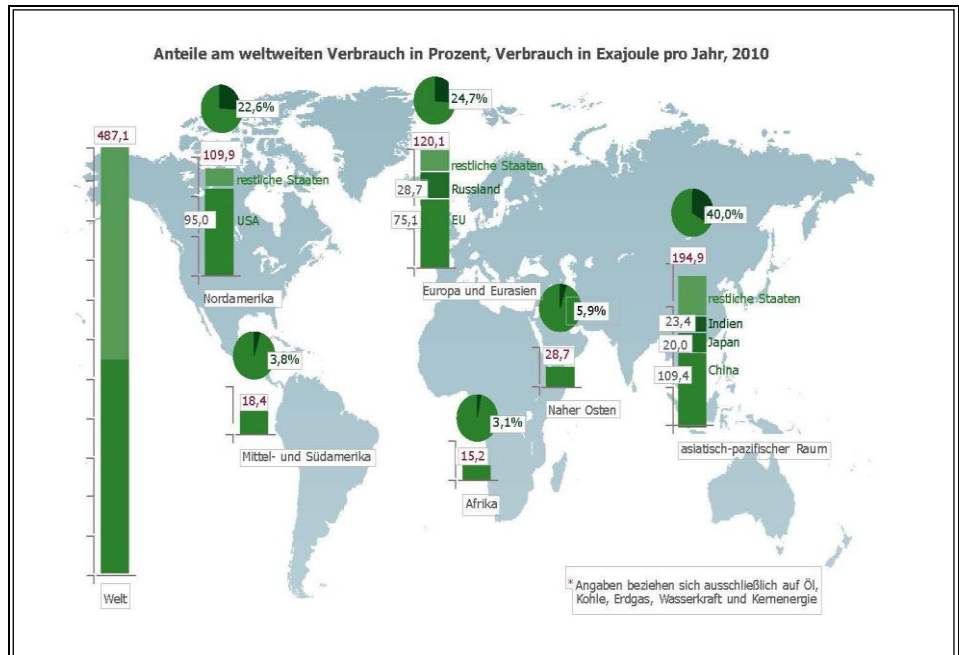


Abb. 2: Anteile am weltweiten Energieverbrauch nach Erdteilen 2010

Eine nachhaltige weltweite Energieversorgung kann nur garantiert werden, wenn die Industrieländer ihren Energieverbrauch pro Kopf drastisch reduzieren, um den unabdingbar steigenden Energieverbrauch in Entwicklungsländern und damit deren wirtschaftliche Entwicklung zu ermöglichen. Gleichzeitig muss der unvermeidliche Zuwachs an Energieverbrauch in den Entwicklungsländern durch Nutzung moderner Energieumwandlungstechniken so gering wie möglich gehalten werden.

Der Energieverbrauch unterscheidet sich jedoch zwischen Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer (s. Abb. 3).

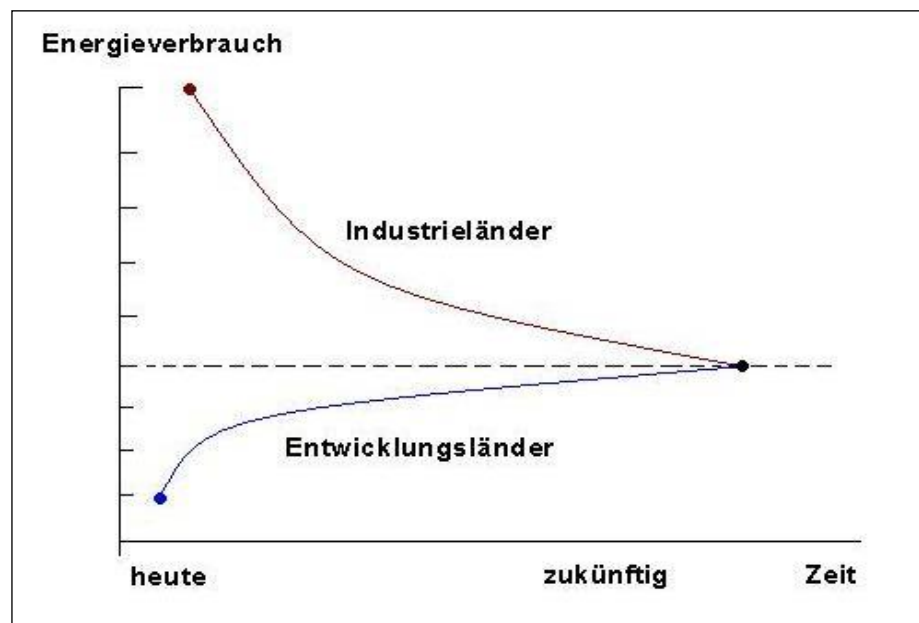


Abb. 3: tendenzielle Prognose des Energieverbrauches

Dennis Schafmeister B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Jörg Müller

Datum des Kolloquiums:

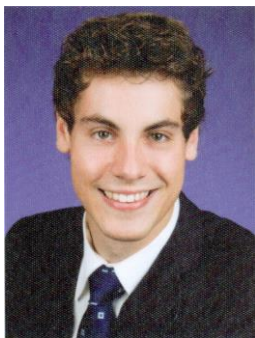
17. September 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Energie- und Gebäudetechnik
Wärmetechnik

In Kooperation mit:

encadi GmbH, 48163 Münster



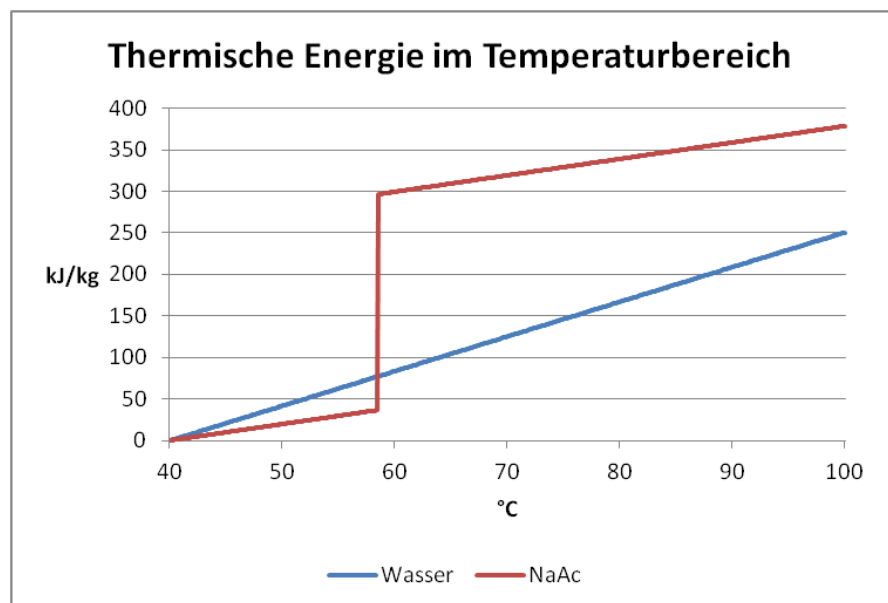
Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise und den Maßnahmen zur Einsparung von Primärenergie wird nach neuen Energieträgern und -quellen gesucht. Die vorhandenen Potenziale besonders im Bereich der Wärmenutzung werden dabei kaum berücksichtigt.

Um die Umwelt langfristig zu erhalten, wurde der Einsatz Klima-neutraler Energieträger durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen gesichert.

In vielen Bereichen beispielsweise in der Industrie oder z. B. in der Landwirtschaft gehen jedoch noch große Mengen Wärme ungenutzt verloren. Diese Wärme steht als Abfallprodukt quasi kostenlos zur Verfügung und ist zudem noch klimaneutral.

Seit einiger Zeit wird versucht, mit Latentwärmespeichern diese vorhandenen Abwärmepotentiale wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen.

Der Vorteil der Latentwärmespeicher gegenüber konventionellen Speichersystemen liegt dabei in der deutlich höheren Speicherkapazität.



Thermische Energie im Temperaturbereich (volumenspezifisch)

Neu ist die Entwicklung der mobilen Latentwärmespeicher. Die unmittelbare Nähe zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ist daher nicht mehr erforderlich.



Mobiler Latentwärmespeicher Schaubild

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, anhand der derzeitigen energierechtlichen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den derzeitigen technischen Möglichkeiten von mobilen Latentwärmespeichern den wirtschaftlichen Einsatz zu überprüfen.

Um eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines solchen Speichersystems vornehmen zu können wurde ein Kalkulationstool entwickelt, welches die Parameter seitens der Wärmesenke aber auch der Wärmequelle berücksichtigt.

Die Schwierigkeit lag darin, die zahlreichen technischen, finanziellen und nutzerspezifischen Einflussfaktoren zu erfassen und ihre Abhängigkeiten untereinander abzubilden. Besondere Aufmerksamkeit erforderte es, den Einfluss der Entfernung zwischen Wärmesenke und Wärmequelle und die damit verbundenen Transportkosten zu berücksichtigen.

Während der Erstellung der Arbeit wurden die gesetzlichen Rahmenbedingungen durch die Novelle zum „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWKG) geändert. Diese Veränderungen wirkten sich positiv auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aus.

Fazit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist, dass eine Wirtschaftlichkeit unter bestimmten Rahmenbedingungen gegeben ist. Die aktuellen Entwicklungen in Politik und Wirtschaft verbessern dabei die Wirtschaftlichkeit.

Michael Schlüter B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 22.08.2012

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

In Kooperation mit: FH-Münster



Die Reduzierung der Lebenszykluskosten ist einer der größten Faktoren um Energieeinsparmaßnahmen im Gebäude vorzunehmen. Diese Einsparmaßnahmen können durch Anwendung von Energiemanagement Software analysiert und optimiert werden. Der Informationsgehalt, der hinter einer solchen Software liegt, ist dem meisten Nutzer unbekannt.

Ziel dieser Arbeit war es, den Begriff Energiemanagement zu erläutern (siehe Abb.1) und einen Einblick in den heutigen Stand der Technik anhand von vier verschiedenen Energiemanagementherstellern zu gewährleisten.

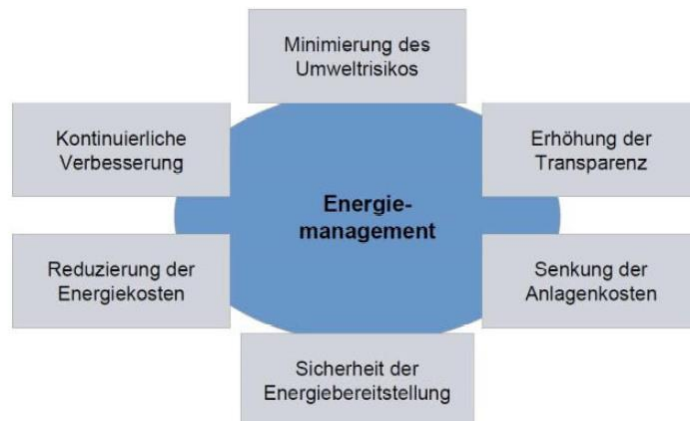


Abb.1

Der Schwerpunkt lag auf der Auswertung der Energiemanagement Systeme von den Unternehmen Siemens, Deos, Kieback und Peter und IngSOFT.

Der grundlegende Aufbau dieser genannten Systeme beruht auf einer Dienstleistung gepaart mit einer Software. Mithilfe der Software können Energieverbräuche aufgezeichnet werden. Die Darstellung erfolgt anhand von Dashboards (siehe Abb.2) die visuelle Anwendung in der Software finden. Die Auswertung der Verbrauchsdaten erfolgt über die einzelnen Dienstleistungen. So können non-investive Maßnahmen schnell aufgedeckt werden und im Betrieb Anwendung finden.

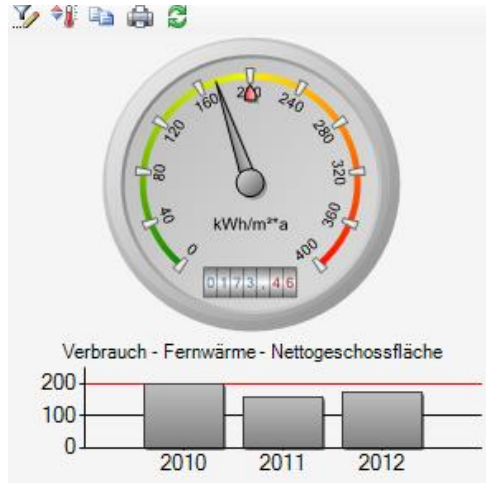


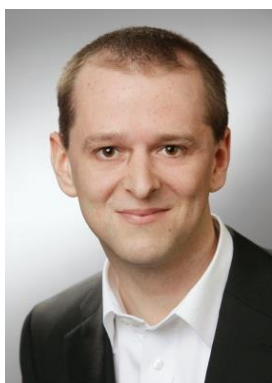
Abb.2 Dashboard

Der Einsatz solcher Systeme findet beim Kunden einen zu geringen Absatz. Welche Einsparmaßnahmen ein Prozess beinhaltet ist den meisten Nutzer nicht bekannt. Einige Hersteller werben mit ca. 10% Einsparung durch gering investive Maßnahmen. Die Technik und das Wissen für solche Systeme sind vorhanden, es mangelt an dem Einsatz. Energiemanagement ist ein Nischenmarkt, der in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Experimentelle Untersuchung des Betriebsverhaltens eines Durchflusstrinkwassererwärmers im Wechsel zwischen Trinkwarm- und Zirkulationswassererwärmung

Christian Schmidt B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Thomas Zimpel M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	22. Oktober 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Sanitäre Haustechnik
In Kooperation mit:	Fa. varmecco GmbH & Co.KG, Kaufbeuren



Das Ziel dieser Bachelorarbeit bestand in der Untersuchung des Betriebsverhaltens eines Durchflusstrinkwassererwärmers im Wechsel zwischen Trinkwarm- und Zirkulationswassererwärmung. Zu diesem Zweck wurde im Labor für sanitäre Haustechnik ein Prüf- bzw. Messstand errichtet, der zahlreiche Funktionen zum Nachstellen verschiedener Betriebszustände erfüllen muss. Es konnten durch eine großzügige Dimensionierung der Rohrleitungen Trinkwarmwasserentnahmen von bis zu 125 l/min und Zirkulationsvolumenströme



bis zu 33 l/min erreicht werden.

Durch Einsatz von Regulierventilen konnten die Volumenströme individuell eingestellt und die Temperaturen über die verwendeten Regelungen variiert werden. Da in der Praxis Trinkwarmwasser- insbesondere Zirkulationsleitungen von Wärmeverlusten behaftet sind, war eine Vorrichtung zur Simulation dieser Verluste vorzusehen. Durch einen Plattenwärmeübertrager wurde eine Temperaturdifferenz zwischen Trinkwarmwasseraustritt und Zirkulationseintritt

von 5 °C realisiert. Bei der Errichtung des Prüfstandes wurde auf eine bedienerfreundliche Anordnung der Regelorgane sowie auf Anschlussmöglichkeiten diverser Messgeräte an eigens definierten Positionen geachtet.

Nach Ende aller Versuchsreihen ist festzustellen, dass die Trinkwarmwasserbereitung im Durchflussverfahren auch hohen Komfortansprüchen genügt. Es wurden bei unterschiedlichen Temperaturniveaus des Pufferspeichers und wechselnden Zapfleistungen stabile Trinkwarmwasseraustrittstemperaturen gemessen. Die eingesetzte Regelung erfasste die schnellen Wechsel zwischen Entnahme- und Zirkulationsbetrieb und passte den Heizungsmassenstrom umgehend an. Lediglich im Zirkulationsbetrieb war eine dauerhafte, geringfügige Temperaturüberhöhung zur Soll-Temperatur festzustellen. Die Abweichung ist durch den eingesetzten Gerätetyp FWE 60 der Fa. varmeco GmbH & Co.KG zu erklären. Dieser wurde nicht für kleine Übertragungsleistungen im Zirkulationsbetrieb, sondern für größere Entnahmeleistungen konzipiert. Daher wird die Empfehlung ausgesprochen, die Zirkulationswärmeverluste nach Möglichkeit mit kleiner dimensionierten Modulen auszugleichen.

In Bezug auf die heizungsseitige Installation des FWE-Moduls sind die funktionalen Eigenschaften der Rücklaufumschaltung und der Speicherleiteinrichtung zu bewerten. Beide Bauteile arbeiteten unabhängig voneinander ohne erkennbare Mängel. Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften der Leiteinrichtung, auch bei höheren Massenströmen, wird der Einsatz der Rücklaufumschaltung infrage gestellt. Messungen im Zirkulationsbetrieb haben gezeigt, dass auch die Einleitung eines warmen Heizungsrücklaufmassenstromes in den untersten Leiteinrichtungsanschluss zu keiner ungewollten Vermischung innerhalb des Speichers führt. Aus diesem Grund kann bei zukünftigen Projekten auf eine Rücklaufumschaltung verzichtet werden, sofern ein Pufferspeicher mit integrierter Leiteinrichtung Anwendung findet.

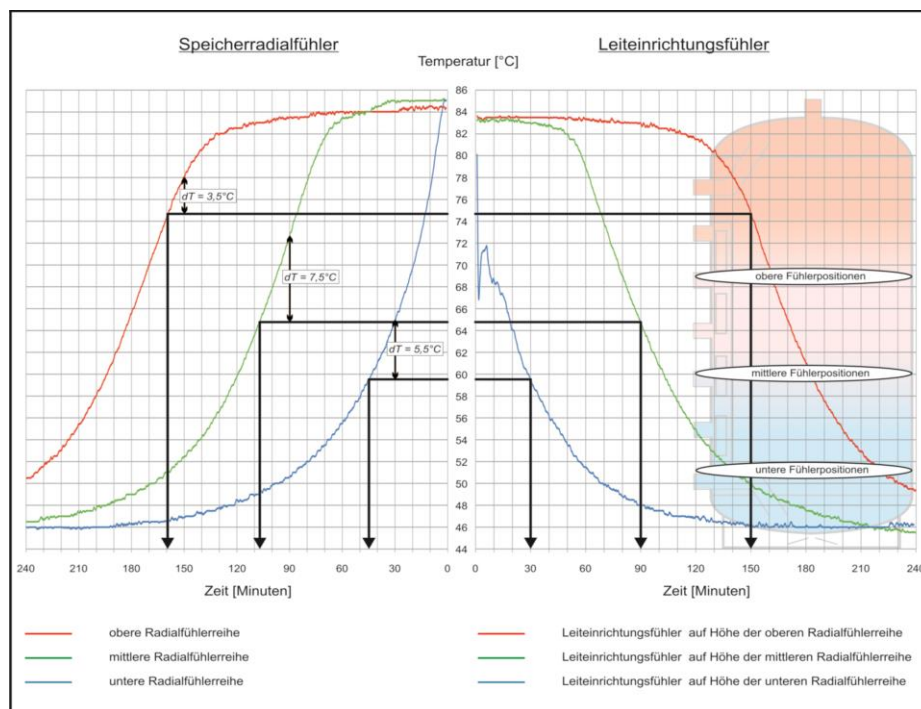


Abbildung 15: Gegenüberstellung der Speicherradial- und Leiteinrichtungsfühler

Michael Schmidt B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
 Zweitprüfer: Dipl. Wirtschafts-Ing. FH Christian Schmees

Datum des Kolloquiums: 26. September 2012

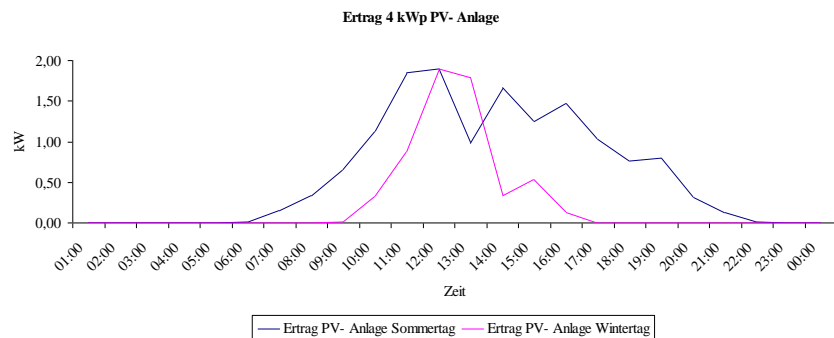
Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung

In Kooperation mit: Schmees Energietechnik GmbH, Rhede



Die Energiewende, in den Medien zurzeit ein viel diskutiertes Thema, gewinnt immer mehr an Bedeutung. In Deutschland wurde der Atomausstieg beschlossen und somit stellt sich die Frage, woher kommt ab dem Jahr 2022 die elektrische Energie. Es gibt zum einen die Möglichkeit, den fehlenden Atomstrom durch neue und effektivere Kohlekraftwerke zu ersetzen. Hierbei wird jedoch eine große Menge des Treibhausgases CO₂ erzeugt. Andererseits hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil an CO₂ bis zum Jahre 2020 um 40 % zu senken. Folglich gewinnt die regenerative Energieerzeugung immer mehr an Bedeutung. In der Bachelorarbeit wurde eine der Firma Schmees Energietechnik GmbH vorliegende Kundenanfrage bezüglich einer PV-Anlage bearbeitet.

Da jedoch auch die Einspeisevergütung stetig sinken wird, stellt sich die Frage, wie der Eigenverbrauch der erzeugten PV-Energie optimiert werden kann. Nachdem die PV-Anlage für die zur Verfügung stehende Dachfläche ausgelegt wurde, ist die Funktionsweise des Speichersystems des Herstellers E3 / DC erläutert worden. Hierbei wurden die Komponenten sowie das Speichermedium aus technischer Sicht erörtert. Des Weiteren wurden die PV-Ertragskurven der Sommer – und Wintertage erstellt, welche mit den Lastgängen eines Einfamilienhauses mit einem Jahresenergieverbrauch von ca. 3500 kWh verglichen wurde.



Um die PV-Anlage mit Überschusseinspeisung bzw. mit einem Speichersystem zu bewerten, wird in den weiteren Kapiteln der Bachelorarbeit die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage angeführt. Hierbei wurden die Kosten der jeweiligen Anlage, die Strompreissteigerungen und die Leistungsabnahme der PV-Anlage berücksichtigt.

Berechnung des Energieeinsparpotentials einer schnell reagierenden Fußbodenheizung durch Simulation mit EnergyPlus

Daniel Schuschan M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

15. Oktober 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

Danfoss GmbH, Offenbach



Mit einem Anteil von ca. 40 % des Energiebedarfes sind Wohngebäude der größte Energieverbrauchssektor in Deutschland. Dabei entfallen 78 % der Energie allein auf die Bereitstellung von Raumwärme, sodass insgesamt ca. ein Drittel des deutschen Primärenergiebedarfes für das Beheizen von Wohngebäuden aufgebracht wird. Gleichzeitig steigt in Deutschland der Sanierungsbedarf von Gebäuden kontinuierlich an, sodass vermehrt Trockenbau Fußbodenheizungen zum Einsatz kommen. Die Masterarbeit befasst sich deshalb mit der Simulation eines Trockenbau Fußbodenheizungssystems im Vergleich zu einer traditionellen Fußbodenheizung mittels EnergyPlus. Dabei wird überprüft, ob eine Trockenbau Fußbodenheizung ein herkömmliches Nasssystem von der Heizleistung ersetzen kann und ob mit einer schnell reagierenden Fußbodenheizung zusätzlich Energie eingespart wird. Hierzu werden das Trockenbau Fußbodenheizungssystem SpeedUP und das Nasssystem Basic von der Firma Danfoss gegenübergestellt.



Abbildung 16: Fußbodenheizung System Basic und SpeedUP

Im Vergleich zu herkömmlichen Fußbodenheizungen wird beim Trockenbau auf einen Nassestrich verzichtet. Dies führt zu einer geringeren Aufbauhöhe der Bodenkonstruktion und einem geringeren Flächengewicht, was im Sanierungsfall sehr wichtig sein kann. Besitzen herkömmliche Fußbodenheizungen aufgrund ihrer großen thermischen Speichermasse (Wärmespeicherkapazität) ein sehr träges Auf- und Abkühlverhalten, sind schnell reagierende Trockenbausysteme mit geringer Speichermasse (Estrich) besser regelbar, sodass auf Lastzustandsänderungen und Absenkezeiten besser eingegangen werden kann.

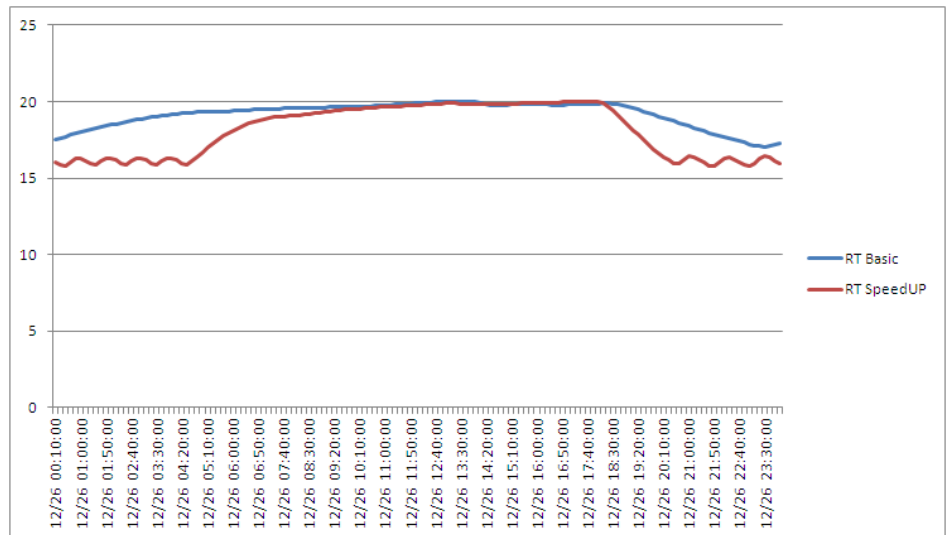


Abbildung 17: Vergleich der Raumtemperaturverläufe System Basic und SpeedUP

Neben dem Einfluss verschiedener Zeitprogramme wird in der Masterarbeit außerdem der Einfluss der Gebäudedämmung (Gebäudealter) herausgestellt. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die maximale Einsparung bei einem schlecht gedämmten Gebäude aus dem Baujahr 1960-1970 bis zu 13,7 % betragen kann, hingegen die Energieverbräuche bei gut gedämmten Häusern ab 2009 nahezu identisch ist. So spart das System SpeedUP bei diesen Gebäuden nur noch zwischen 0,2 % – 2,99 % Primärenergie gegenüber dem Nasssystem Basic ein. Dieses Phänomen lässt sich durch das Aufheiz- und Abkühlverhalten der Gebäudehülle erklären.

Wird bei einem schlecht gedämmten Gebäude die Heizung ausgeschaltet, kühlt dieses schnell auf die Absenkttemperatur ab. Zum Aufrechterhalten dieser niedrigeren Raumtemperatur wird weniger Energie benötigt, als wenn das Gebäude auf der höheren Komforttemperatur beheizt wird. Die schnellere Reaktionszeit des Trockenbausystems SpeedUP führt dann dazu, dass zum Wiederaufheizen des Gebäudes die Heizung später eingestellt werden kann als beim System Basic, was schließlich Energie einspart. Dabei konnte herausgefunden werden, dass bei schlecht gedämmten Häusern die Energieeinsparung steigt je mehr Absenkezeiten vorhanden sind, hingegen bei gut gedämmten Häusern der Energiespareffekt mit einer steigenden Anzahl von Absenkezeiten abnimmt.

Dennis Seifert B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
Datum des Kolloquiums:	07. November 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft

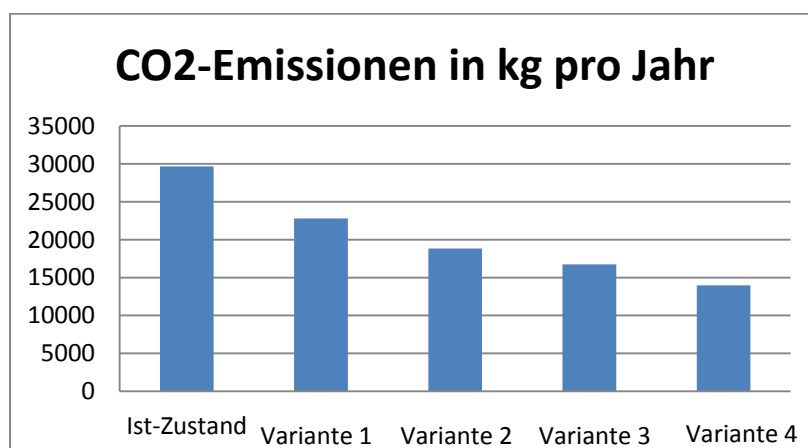
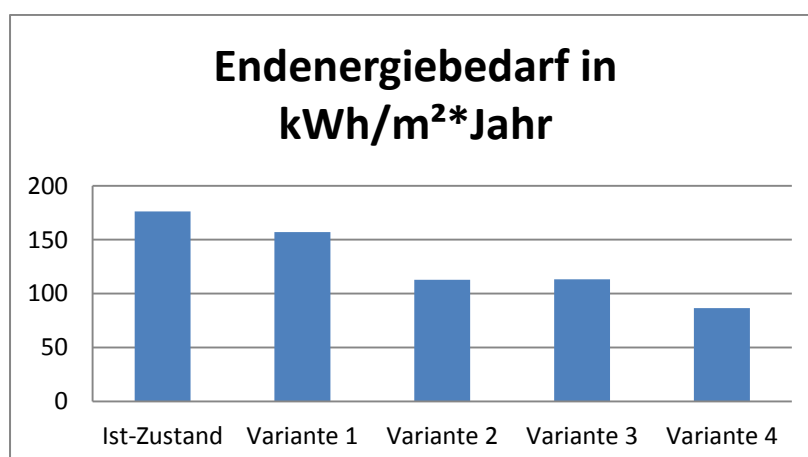
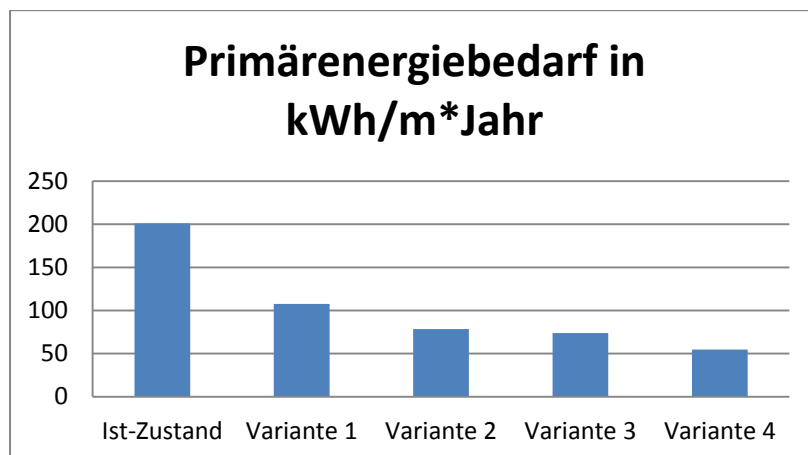


Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, eine energetische Bewertung mithilfe der Energieeinsparverordnung 2009 von einem Mehrfamilienhaus zu erstellen. Hierfür muss als erstes der bauphysikalische Zustand des Gebäudes, welches aus dem Jahre 1966 stammt, erfasst werden. Es werden verschiedene Varianten getestet, diese werden jeweils Schritt für Schritt an der Anlagentechnik und an der Gebäudehülle verbessert, um den Energieverbrauch so weit wie möglich zu minimieren. Zum Schluss wird die Wirtschaftlichkeit aller Varianten begutachtet.

Das zu betrachtende Mehrfamilienhaus besteht aus vier Wohneinheiten, welches nach der Bewertungsskala der Energieeinsparverordnung zu einem KfW Effizienzhaus 55 umfunktioniert werden soll, um dieses zu erreichen werden bestimmte Strom- und Wärmeerzeuger eingesetzt, aber auch Baustoffe und gedämmte Leitungssysteme um den Wärmeverlust minimal zu halten. Für die energetische Sanierung von Wohnhäusern und Eigentumswohnungen wird ein zinsverbilligtes Baudarlehen in Verbindung mit den attraktiven Förderprogrammen der KfW-Bank gesichert. Bei den in der Bachelorthesis aufgeführten Varianten wird jeweils ein Blockheizkraftwerk im Gebäude eingesetzt, welches eines der Schwerpunkte dieser Bachelorthesis ist, dazu kommen jeweils zusätzliche Maßnahmen, um die Energieeffizienz immer weiter zu steigern. In Variante 2 dann wurde ein Hydraulischer Abgleich vor genommen und zusätzliche Warmwasserzähler für jede Wohnung installiert. Außerdem wurden die Fenster ausgetauscht durch 3-Fach verglaste Energiesparfenster. In Variante 3 wurden dann zusätzlich um das BHKW zu entlasten, drei Vakuum-Röhrensolarkollektoren auf dem Dach installiert. Zur Anfertigung des Energieausweises wird hauptsächlich mit der Computersoftware Dämmwerke 2012 gearbeitet.

Die Bestandsaufnahme hat gezeigt, dass eine energetische Renovierung des Mehrfamilienhauses vorteilhaft wäre. Alleine schon die Durchlauferhitzer verbrauchen eine Menge elektrischen Strom, die den jährlichen Primärenergiebedarf und die Kosten in der Höhe treiben lassen. In jeder der getesteten Varianten wurde das Gebäude verbessert, ob aus energetischer, ökologischer oder aus wirtschaftlicher Betrachtung, damit hat sich gezeigt, dass der Einsatz eines Blockheizkraftwerkes sinnvoll ist, weil die Abwärme sowohl für die Trinkwassererwärmung als auch für das Heizsystem genutzt werden kann, aber auch der Strombedarf kann so gedeckt werden und der eingespeiste Strom kann zu guten Konditionen verkauft werden, das macht den hohen Anschaffungspreis, der im ersten Moment sehr hoch erscheint, wieder lukrativ.

Der Brennstoffbedarf an Erdgas hat sich ebenfalls, zumindest in Variante 3 und 4 verringert, welches auch ein wichtiger Aspekt sein kann, da diese Energiekosten in Zukunft immer weiter steigen und die Sanierungen noch einmal wirtschaftlicher machen. Auch die Aufgabe, dass das Mehrfamilienhaus in der Bewertungsskala eines KfW-Effizienzhauses den Wert 55 erlangt, wurde in Variante 4 erfüllt. Hier wurde so der jährliche Primärenergiebedarf sogar um 71 % verbessert.



Leistungsermittlung der Kemper KTS ThermoBox an einem modifizierten Prüfstand

Michael Sicking B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

Datum des Kolloquiums: 21. September 2012

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

In Kooperation mit: Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe



Die Firma Gebr. Kemper GmbH + Co. KG bietet mit dem Kemper ThermoSystem und der dazugehörigen KTS-ThermoBox ihren Kunden eine Möglichkeit, Trinkwasser im Durchflussverfahren zu erwärmen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Modifizierung eines Prüfstands vorgenommen, um die Leistung der Kemper KTS ThermoBox experimentell zu ermitteln. Ein bereits existierender Prüfstand zur Ermittlung der Leistung von Trinkwasserspeichern diente als Basis.

Legionellen stellen für Personengruppen mit schwacher Immunabwehr eine ernstzunehmende Gesundheitsgefährdung dar. Bevorzugt vermehren sich diese Erreger im Temperaturbereich zwischen 30 und 45 °C. Dieser Temperaturbereich ist innerhalb von Trinkwasserinstallationen von Bedeutung. Aus Gründen der Trinkwasserhygiene sollte daher das gespeicherte Trinkwarmwasservolumen immer an die Bedarfssituation eines Gebäudes angepasst sein. Bei Trinkwasseranlagen in Schulen, Sportstätten und Kindergärten oder bei schwankenden Belegungszahlen in Krankenhäusern und Pflegeheimen fällt das vorgehaltene Warmwasservolumen häufig zu groß aus oder wird z. B. in Ferienzeiten nicht benötigt. Die Kemper KTS ThermoBox ermöglicht es, Trinkwasser im Moment der Entnahme zu erwärmen und verzichtet damit auf die Bevorratung von Trinkwasser. Die Wärmeenergie, die zur Trinkwassererwärmung erforderlich ist, wird dabei in einem Heizmittelpufferspeicher vorgehalten. Erfolgt an einer Entnahmestelle ein Zapfvorgang, wird in einem Wärmeübertrager die Energie von einem Heizmittel an das zu erwärmende Trinkwasser übertragen.

Um eine Aussage über die Leistung der KTS-ThermoBox zu treffen, wurde ein Prüfstand entwickelt. Nach der Ermittlung der Leistungsgrenzen des Prüfstandes wurde für verschiedene Baugrößen der Kemper ThermoBox deren Dauerwärmeleistung ermittelt. Anhand von Leistungsdiagrammen erhält man unter der Vorgabe der Heizmittelvorlauftemperatur und der gewünschten Warmwassersolltemperatur den maximalen Zapfvolumenstrom der jeweiligen KTS-ThermoBox.

Entwicklung und Überprüfung von Hydraulikstationen als Vorwärmstufe zur Trinkwassererwärmung

Florian Skirde B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Jürgen Kosok

Datum des Kolloquiums:

27. August 2012

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Sanitäre Haustechnik

In Kooperation mit:

Bosch Solarthermie GmbH, 48493 Wettringen



Die Erde bietet mit ihren Vorräten an Kohle, Öl und Gas enorme Energieressourcen. Hinzu kommt die Kraft von Wasser, Wind und Sonne. Doch erst der technische Fortschritt und neue Ideen haben es ermöglicht, diese uns von der Natur gegebenen Ressourcen nachhaltig zu erschließen und zu nutzen. Eine Möglichkeit davon ist die Solarthermie. Gegenwärtig beträgt ihr Anteil in Deutschland jedoch erst 0,4 % am Wärme-/Kälteverbrauch und ist zu über 90 % auf kleine Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern konzentriert. Dabei bieten gerade Mehrfamilienhäuser und größere Objekte besten Voraussetzungen, einen großen Teil ihres Energiebedarfs über Solarthermie zu decken. Denn im Gegensatz zu Kleinanlagen liefern sie, gerechnet auf die Kollektorfläche, mehr Wärme und sind kostengünstiger. Aufgrund dieser genannten Aspekte dreht sich das Thema der Bachelorarbeit um ein Vorwärmssystem zur Trinkwassererwärmung für Großanlagen. Die Bachelorarbeit wurde bei dem Unternehmen Bosch Solarthermie GmbH in der Entwicklungsabteilung erstellt.

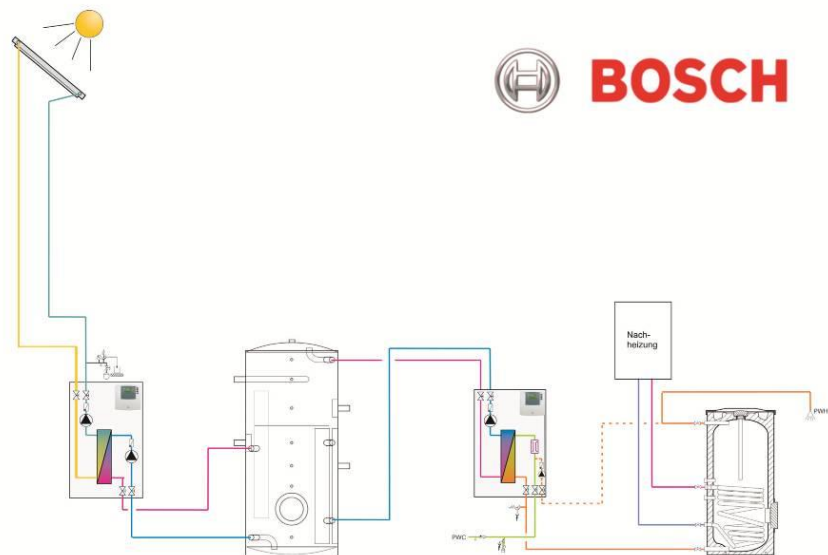


Abbildung 18: Vorwärmssystem nach dem Durchflussprinzip

Bei dem entwickelten System handelt es sich um ein Vorwärmssystem, das nach dem Durchlauferhitzerprinzip funktioniert. In Abbildung 1 ist das System schematisch dargestellt. Es besteht aus einem solaren Anlagenteil, einem Pufferspeicher, einer Vorwärmstation und einem Trinkwasserspeicher. Dieses System ist auf dem Markt nur bei zwei anderen Herstellern in ähnlicher Weise vorhanden und stellt für das Unternehmen Bosch Solarthermie GmbH eine neue Systemvariante dar, die es zu entwickeln und zu überprüfen galt. Als Vorwärmstation kommt eine Frischwasserstation zum Einsatz über die eine Vorwärmung des Trinkwassers realisiert wird.

Bei Zapfung strömt das Kaltwasser durch die Frischwasserstation und wird vorgewärmt. Über einen Durchflusssensor wird die Zapfung direkt gemessen und die Pumpe drehzahl geregelt angesteuert. Im nachfolgenden Trinkwasserspeicher wird das vorgewärmte Trinkwasser, wenn nötig, auf Zieltemperatur erwärmt. Wichtig ist es, dass die Vorwärmung von dem Temperaturniveau im Pufferspeicher abhängig ist.

Je nach Temperatur im Pufferspeicher muss der Regler den Sollwert zur Vorwärmung neu anpassen. Dies stellt eine große Herausforderung an den eingesetzten Regler. In mehreren Iterationsschleifen wurden ein finaler Softwarestand und ein funktionierendes Gesamtsystem erarbeitet. Dabei haben ausführliche Messungen gezeigt, dass das Vorwärmssystem in allen Betriebszuständen zuverlässig arbeitet.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Trinkwasserhygiene, denn nach DVGW Arbeitsblatt W551 müssen Großanlagen und Vorwärmssysteme einmal täglich auf 60 °C erwärmt werden, um das Legionellenrisiko zu minimieren. Dafür ist eine Legionellenschutzfunktion integriert. Der Regler nimmt täglich eine Abfrage vor, ob im Tagesverlauf solar 60 °C an der Vorwärmstation erreicht wurden. Wurde die Temperatur nicht erreicht, wird nachts eine Legionellenschutzschaltung aktiv.

Energieeffizienzsteigerung eines Nicht-Wohngebäudes mittels anlagentechnischer Sanierung

Kevin Söger B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Andreas Schnatbaum

Datum des Kolloquiums: 27. August 2012

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

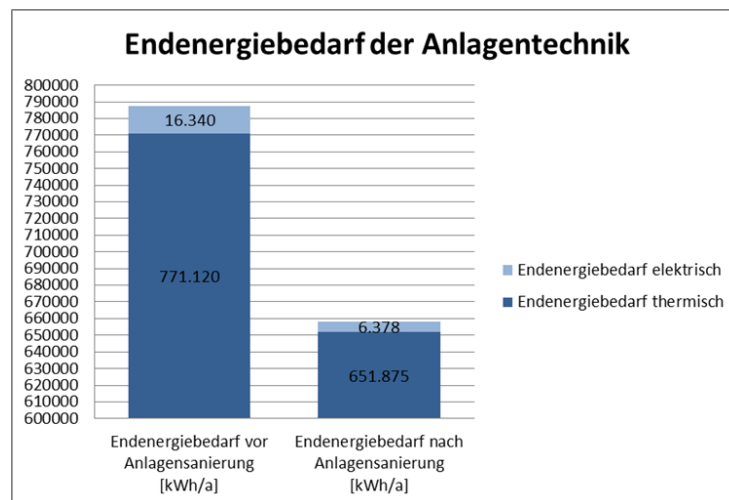
In Kooperation mit: Intech Contracting GmbH, Osnabrück



Verknappung fossiler Energieträger, stetig steigende Energiekosten, wachsende Umweltbelastung durch sogenannte Klimagase. Diese Fakten, einhergehend mit den daraus entstehenden ökonomischen und ökologischen Folgen sind es, die immer weiter in den Fokus rücken und uns schon heute zu nachhaltigem Umgang mit vorhandenen Ressourcen anhalten. Möglichkeiten Energie effizienter zu nutzen, Kosten zu senken und die Umwelt zu schonen, finden sich in nahezu jedem Bestandsgebäude und sind oftmals schon mit einfachsten Mitteln zu realisieren.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung eines Nicht-Wohngebäudes durch die Sanierung der bestehenden Anlagentechnik im Rahmen eines Energie-Einspar-Contracting. Während die Motivation des Contracting-Nehmers, also des Gebäude bzw. Anlageneigentümers, in der Befreiung von finanziellen und organisatorischen Lasten einer Sanierung liegt, besteht die Motivation des Contractors hohe Einsparungen zu erzielen in der Vergütungsmethodik des angewandten Contracting-Modells.

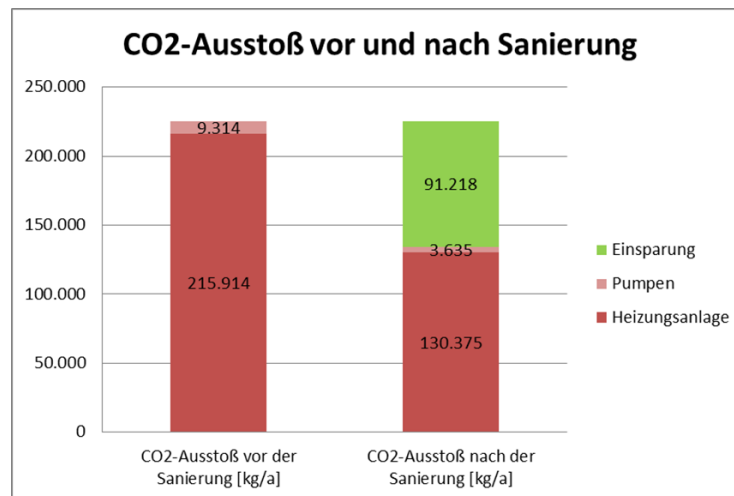
Hauptaugenmerk bei der Bewertung der Energieeinsparpotenziale für das bearbeitete Objekt, wurde auf eine Brennstoffumstellung von Heizöl auf Erdgas und die damit verbundene Erneuerung der Heizungsanlage gelegt. Der hohe Nutzungsgrad der neuen Anlage gepaart mit einem günstigeren Energieträger bringt neben der Senkung des Energiebedarfs auch einen hohen Kostenvorteil.



Weiteres Einsparpotenzial brachte die Betrachtung der verbauten Heizkreis- bzw. Zirkulationspumpen. Der Bedarf an elektrischer Energie neuer Hocheffizienzpumpen mit automatischer Leistungsanpassung liegt bis zu 80 % unter dem der Bestandspumpen.

Die benötigten Investition zur Realisierung solcher Sanierungen und Nutzung der vorhandenen Energieeinsparpotenziale amortisieren sich schon nach wenigen Jahren.

Neben dem monetären Vorteil einer energieeffizienten Anlagennutzung steht eine nicht zu verachtende Entlastung der Umwelt durch die Reduktion des CO₂-Ausstoßes.



Die durch die Anlagensanierung eingesparte Menge von über 91 Tonnen CO₂ pro Jahr, entspricht dem CO₂-Ausstoß eines Mittelklasse PKWs auf einer Strecke von fast 760.000 km.

Akustische und kalorische Untersuchung einer Graphit-Kühldecke

Sven Stratmann B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 17. September 2012

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



In dieser Arbeit wurden die Kühlleistung sowie die akustischen Eigenschaften einer Graphit-Kühldecke untersucht. Dabei wurden nachteilige akustische Merkmale der Decke ermittelt.

Um die akustischen Eigenschaften der Graphit-Kühldecke zu verbessern, da Halleffekte auftraten, sollte ein Lochmuster entworfen werden, welches in die Graphitplatten eingearbeitet werden sollte, um in Verbindung mit einem Akustikvlies und Glaswolle die akustischen Eigenschaften der Graphit-Kühldecke zu verbessern. Hierzu wurde ein Rahmen in einem Hallraum aufgebaut, in dem die Graphit-Kühldecke eingelegt wurde. Im Hallraum wurde mittels Nachhallzeitmessung nach DIN EN ISO 11654 und der DIN EN ISO 354 der Schallabsorptionsgrad bestimmt.

Bei insgesamt zehn verschiedenen Versuchsaufbauten zur Nachhallzeitmessung wurden Gesamtschallabsorptionsgrade von $\alpha_w = 0,25$ bis $\alpha_w = 0,65$ erreicht, wobei die Aussparungsflächen sowie die Anbringung eines Akustikvlies und Glaswolle von Versuchsaufbau zu Versuchsaufbau variierte. Der gewünschte Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0,5$ wurde erreicht und übertroffen.

Bei der anschließenden Untersuchung der Kühlleistung nach der DIN EN 14240 in einem dafür vorgesehenen Prüfraum sollte festgestellt werden, ob Leistungseinbußen der Kühlleistung aufgrund des Lochmusters auftreten. Hierzu wurde ein bestimmter Versuchsaufbau der akustischen Untersuchungen ausgewählt, wobei die Graphit-Kühldecke in einem Odenwald Raster im Prüfraum aufgehängt war.

Es wurde festgestellt, dass aufgrund des Lochmusters die Nennleistung von $76,7 \text{ W/m}^2$ auf $64,7 \text{ W/m}^2$ abfällt. Dies ist eine Minderung der Leistung von $15,7 \%$ bezogen auf die Leistung der ersten Messung.

Fazit: Aufgrund der akustischen Optimierung der Graphit-Kühldecke mussten Leistungseinbußen in Kauf genommen werden. Durch alternative Lochmuster und konstruktive Ausführungen könnten hier weiter Optimierungen durchgeführt werden. Die einerseits zu einer verbesserten Akustik und andererseits zu akzeptablen Kühlleistungen führen.

Wirtschaftlichkeitsvergleich der Kraft-Wärme-Kopplung von Micro-BHKW mit Mini-BHKW für ausgesuchte Verbrauchsfälle.

Jules Blaise Tchangou B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
 Datum des Kolloquiums: 04. Januar 2012
 Studiengang: Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Energietechnik
 Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft



Mit dem Bundesregierungsbeschluss im Juni 2011 über die sogenannte Energiewende, d. h. Ausstieg an der Stromversorgung mit Kernenergie spätestens bis 2022 und verstärkter Ausbau des Stromerzeugungssystems und Steigerung der KWK-Stromversorgung kommen die Micro- und Mini-BHKW-Anlagen mehr und mehr zur Hausenergieversorgung im Einsatz.

Dank der Einspeisemöglichkeit in Niederspannungsnetz und die damit verbundene Vergütung ist die Auswahl eines BHKW-Modells für einen ausgesuchten Verbrauchfall komplex.

Da für jeden Verbrauchfall ein bestimmtes BHKW-Modell eingesetzt werden soll, damit es wirtschaftlich betrieben werden kann, müssen neben der Planung und Auslegung die gesamte Struktur von Kosten und Einnahme geprüft werden.

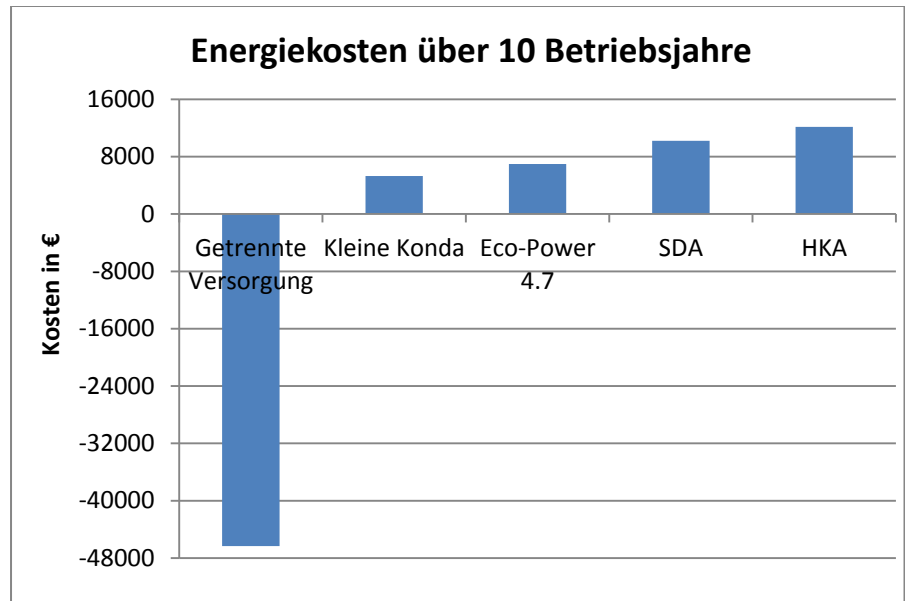
Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit wurden verschiedene Micro- und Mini-BHKW-Module für einen angegebenen Verbrauchfall, insbesondere auf ökonomische und ökologische Aspekte hin, verglichen. Bei den einzelnen Vergleichen wurde davon ausgegangen, dass die Micro- und Mini-BHKW-Anlagen als Ersatz für eine bereits vorhandene Kesselanlage, d. h. eine getrennte Strom- und Wärmeversorgung eingesetzt wird, damit nicht nur der wirtschaftliche, sondern auch der ökologische Aspekt des angegebenen Verbrauchsfalls verbessert.

Die ökonomische Betrachtung wurde ausschließlich mit den angegebenen Informationen über den Strom- und Wärmebedarf des Wohnhauses, dem Strom- und Erdgaspreis, den Stromvergütungen, der Erdgassteuerrückerstattung, sowie den gesamten Anlagekosten berechnet.

Dazu wurde auch die aktuelle BAFA-Förderung der BHKW-Anlagen bis 20 kWel berücksichtigt und der günstige Zinssatz von $2,12 \frac{1}{\alpha}$ für die Ermittlung des Kapitaldienstes verwendet.

Unter Berücksichtigung der angegebenen Abschreibung von 20 % pro Jahr bei KWK-Anlagen wurde zudem die statische Amortisationszeit für jede Anlage errechnet. Aussagekräftiger ist aber die kumulierte Gewinn-und-Verlust-Rechnung über eine gewählte Betriebszeit von 10 Jahren. Hierbei konnte die Kapitalrentabilität für jede Anlage so ermittelt werden.

Zu der ökologischen Betrachtung wurden die CO₂-Emissionenminderungen pro Jahr ermittelt. Dennoch befindet sich die Nutzung der Micro- und Mini-BHKW in Deutschland gemessen an ihrem Einsatzpotential und an ihrem ökologischen Nutzen auf einem sehr guten Niveau.



Sascha Ternes B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Zweitprüfer: Dr. Thomas Falke

Datum des Kolloquiums: 27. September 2012

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

In Kooperation mit: RWE Vertrieb AG, Dortmund



In Deutschland und Europa wurden die energiepolitischen Weichenstellungen für eine grundlegende Umgestaltung der Energieversorgungssysteme gestellt. Zur Erreichung der von der Bundesregierung ausgegebenen Klimaziele sind grundlegende Veränderungen in der Struktur der Energieerzeugung notwendig. Eine dieser Veränderungen, ist eine zunehmende Dezentralisierung der Erzeugungsanlagen.

In der oben genannten Abschlussarbeit wurde der Einfluss der zunehmenden Dezentralisierung der Erzeugungsanlagen auf den Commodity-Absatz im Geschäftskundenbereich untersucht. Hierbei wurde sowohl der Einfluss auf den Stromsektor, wie auch auf den Gassektor betrachtet. Für diese Betrachtung wurden die Ergebnisse einer bestehenden Potentialanalyse auf ihren Einfluss auf den Geschäftskundenbereich genauer untersucht.

Im Anschluss wurde auf Basis dieser Potentialanalyse untersucht, in welcher Weise der Geschäftskundenvertrieb der RWE Vertrieb AG, von der zunehmenden Dezentralisierung der Erzeugungsanlagen profitieren kann. In diesem Zusammenhang wurde untersucht, welche Formen der Direktvermarktung für Anlagen die nach dem Erneuerbaren-Energie-Gesetz gefördert werden möglich sind und welche Vorteile die Direktvermarktung gegenüber der Einspeisevergütung durch das Erneuerbaren-Energie-Gesetz bringt.

Weiterhin wurde im Verlauf dieser Arbeit untersucht, welche der dezentralen Erzeugungsformen sich für Contracting-Modelle durch die RWE Vertrieb AG eignen und wie entsprechende Modelle für die jeweiligen Erzeugungsformen aussehen könnten.

Außerdem wurde betrachtet welche der dezentralen Erzeugungsformen in ein Virtuelles Kraftwerk der RWE Vertrieb AG eingebunden werden können.

Anhand dieser Betrachtung des Virtuellen Kraftwerks wurde weiterhin ermittelt welche Möglichkeiten sich für die Teilnahme an den Regelleistungsmärkten ergeben und welche Ertragssteigerung durch die Teilnahme an der Regelleistungsmarktingerzeugung möglich ist.

Lukas Thyges B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Enno Ubben

Datum des Kolloquiums: 29. August 2012

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

In Kooperation mit: GE Wind Energy GmbH, Salzbergen

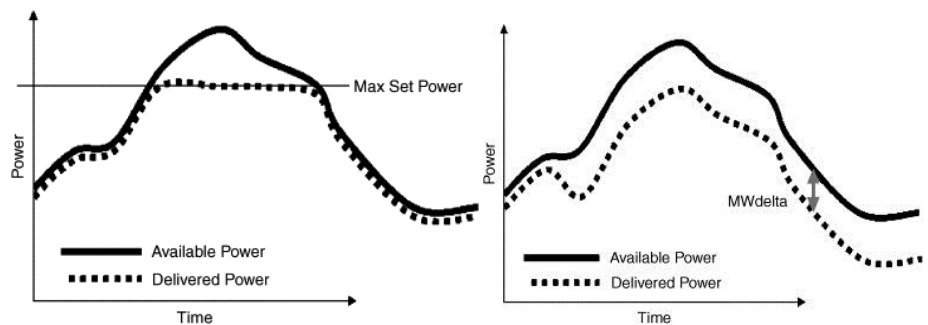


In den letzten Jahren hat sich der Betrieb eines Windparks sehr geändert. Früher haben die Windparks nach der Windverfügbarkeit die Leistung ins Verbundnetz eingespeist, ohne dass sie Leistungsvorgaben vom Netzbetreiber bekommen haben. Da die Windparks immer größer und leistungsstärker werden, werden sie wie ein konventionelles Kraftwerk betrachtet und gesteuert. Aufgrund dieser Tatsache und auch getrieben von gesetzlichen Vorgaben müssen Windparks eine Leistungsregelung bereitstellen, um die Energieabgabe nach Bedarf zu regeln. Dadurch besteht auch der Bedarf für eine möglichst genaue Ermittlung der verfügbaren Leistung.

Es gibt zwei Arten der Leistungsreduzierung von Windparks. Bei der ersten Leistungsregelung wird den Windpark eine maximale Leistungsbegrenzung vorgegeben.

Bei der zweiten Art der Leistungsregelung handelt es sich um eine kontinuierliche Bereitstellung einer Leistungsreserve bezogen auf die verfügbare Leistung des Windparks.

In beiden Fällen ist eine genaue Bestimmung der verfügbaren Leistung notwendig. Zum einen aufgrund der Tatsache, dass es vertragliche Vereinbarungen mit dem Netzbetreiber gibt. Der Betreiber eines Windparks bekommt die nicht eingespeiste Leistung, hervorgerufen durch die Leistungsreduzierung, vom Netzbetreiber vergütet und muss dafür nicht eingespeiste Energie berechnen. Zum zweiten dient die verfügbare Leistung als Referenzwert, aus dem sich die prozentuale Leistungsvorgabe berechnet.



Sebastian Toepsch B.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning
Dipl.-Ing. Uwe Schaub

Datum des Kolloquiums:

26. Februar 2013

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

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

In Kooperation mit:

WSW Energie & Wasser AG, Wuppertal



Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden Zustandsuntersuchungen von Grundstücksentwässerungsleitungen in Wuppertal ausgewertet. Es lagen Daten von 333 Zustandsuntersuchungen der WSW Energie & Wasser AG vor. Für 231 Objekte sind Bescheinigungen über die Dichtheit ausgestellt worden. Aus den Bescheinigungen geht hervor, dass über die Hälfte (51,1 %) der Abwasserleitungen sanierungsbedürftig sind. Der Sanierungsbedarf teilt sich in langfristige, mittelfristige und kurzfristige/sofortige Maßnahmen auf. Den größten Teil (83,9 %) machen die langfristigen Sanierungsbedürfnisse aus. Absolut schadensfreie Leitungen lagen nicht vor. In Bild 1 sind die prozentualen Anteile der Sanierungsbedürfnisse dargestellt.

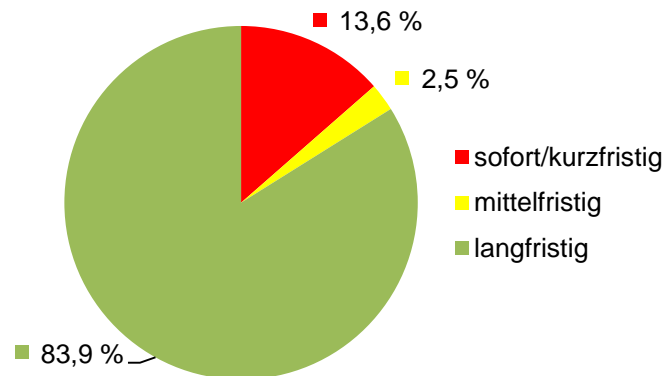


Bild 1: Aufteilung der sanierungsbedürftigen Anteile der untersuchten Grundstücksentwässerungsleitungen (insgesamt 10.992 m)

Die Schäden werden in 18 Schadensarten unterteilt. Dabei handelt es sich unter anderem um Muffenversätze, Ablagerungen, Wurzeleinwuchs, Rohrbrüche/Einstürze, Infiltration und Exfiltration. Insgesamt wurden 2.774 Schäden festgestellt. Auf die untersuchte Gesamtleitungslänge von 10.992 m bezogen bedeutet dies, dass ein Schaden auf rund 4 m Abwasserleitung vorliegt. Den größten prozentualen Anteil an den Gesamtschäden machen die Muffenversätze (39,8 %) aus. Es wurden insgesamt 519 Fälle von Ablagerungen in den Abwasserleitungen festgestellt (18,7 %).

Für die Schadensbeurteilung wurden folgende Leitungsabschnitte separat be-

trachtet und die jeweiligen Schäden ausgewertet:

- Grundleitungen unter der Bodenplatte (privat)
- Grundleitungen außerhalb der Gebäude (privat)
- Anschlusskanäle von den Grundstücksgrenzen bis zum Anschluss an den öffentlichen Kanal

Die meisten Schäden liegen bei den Grundleitungen unter der Bodenplatte vor (61,57 %). Dominierende Schadensbilder sind in diesem Bereich Muffenversätze und einragendes Dichtungsmaterial. Dabei handelt es mit hoher Wahrscheinlichkeit um Schäden durch Einbaumängel. Hier lag auch der größte Teil an Ablagerung lag vor (90,37 %). Von den Leitungsabschnitten von der Bodenplatte bis zum Anschluss an den öffentlichen Kanal sind etwa ein Viertel schadhaft (26,57 %). Von den öffentlichen Anschlusskanälen sind 11,86 % zu sanieren. Bild 2 zeigt, dass bei den Grundleitungen unter der Bodenplatte ein Schaden auf 3,70 m vorliegt. Bei den Leitungen außerhalb der Gebäude und den Anschlusskanälen liegt ein Schaden auf 4,35 m Abwasserleitung vor.

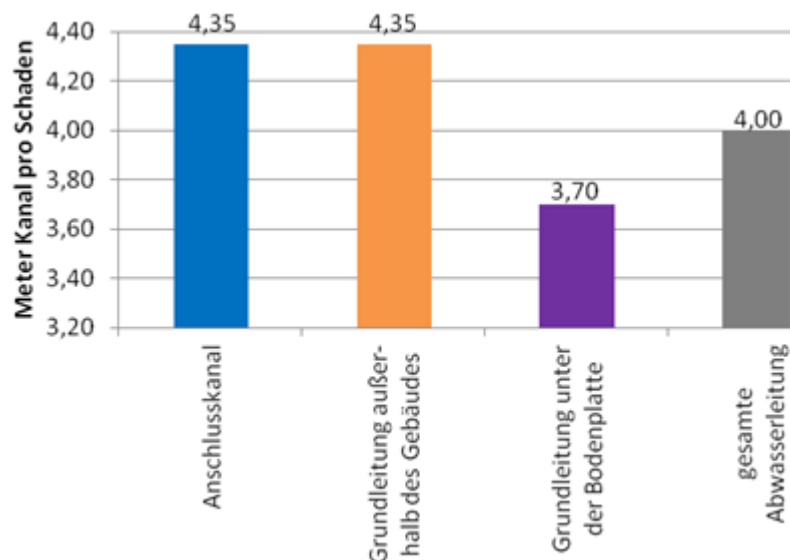


Bild 2: Schadenshäufigkeit in Meter Kanallänge pro Schaden

In sieben Fälle (0,3 %) wurde Infiltration festgestellt. Hierbei handelte es sich um Leitungsabschnitte außerhalb der Gebäude und um Anschlusskanäle. Ebenso gab es zwei Fälle von Exfiltration. Diese wurden in Grundleitungen unter der Bodenplatte festgestellt. Hier muss kurzfristig (innerhalb von 6 Monaten) saniert werden.

Es wurden 137 Sanierungskonzepte entwickelt. Bei geschätzten Kosten von insgesamt 646.241 Euro sind im Durchschnitt 4.717,09 Euro pro Sanierungskonzept aufzubringen. Darin sind zwei Sammelleitungen auszuwechseln. Für diese Maßnahmen wurden Kosten von jeweils über 100.000 Euro veranschlagt. Das Minimum der Kosten liegt bei 300 Euro für das Ausfräsen von kurzen Leitungsabschnitten. Ohne die beiden extrem kostenintensiven Maßnahmen liegen die Sanierungskosten pro Objekt zwischen 3.000 bis 4.000 Euro.

Untersuchungen zur Entwicklung einer LC/MS-Methode für das Screening auf organische Spurenstoffe in Roh- und Reinwasser

Britta Uekötter B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
 Zweitprüfer: Dipl.-Chem. HTL Marcel Leemann

Datum des Kolloquiums: 29. August 2012

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

In Kooperation mit: Wasserversorgung Zürich



Die Wasserversorgung Zürich gehört zum Departement der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich und ist die zweitgrößte Wasserversorgung der Schweiz. Die für die Sicherstellung der Qualität notwendigen Untersuchungen erfolgen bei der Wasserversorgung Zürich durch das betriebseigene Labor.

Das Thema dieser Arbeit lautet „Untersuchungen zur Entwicklung einer LC/MS-Methode für das Screening auf organische Spurenstoffe in Roh- und Reinwasser“. Die Arbeit zielt auf ein Verfahren, mit dem möglichst viele Spurenstoffe in Roh- und Reinwasser mit geringem Arbeitsaufwand nachgewiesen werden können. Der erste Schritt ist die Entwicklung einer universellen LC/MS-Methode, um ein großes Spektrum an Substanzen abzudecken. Der zweite Schritt ist die Auswertung der Ergebnisse mittels einer computergesteuerten Software.

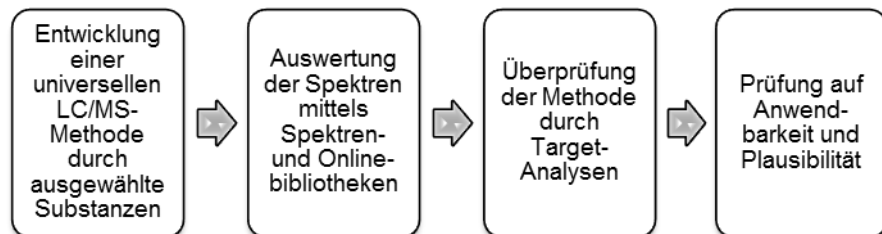


Abbildung 1: schematische Darstellung zur Vorgehensweise bei der Methodenentwicklung

Bei den Untersuchungen zur Entwicklung einer universellen LC/MS-Methode hat sich herausgestellt, dass eine Online-Anreicherung der Substanzen sinnvoll ist. Nach Generierung der Massenspektren werden diese durch eine Software ausgewertet und Substanzpeaks aus den Chromatogrammen detektiert. Den Substanzpeaks können anschließend mit der exakten Masse und verschiedenen Filterregeln Summenformeln zugeordnet werden. Aus den Summenformeln lassen sich mit Hilfe von Datenbanken Vorschläge für mögliche Substanzen erzeugen. Um die entwickelte LC/MS-Methode zu beurteilen, wurden Wiederfindungsraten ausgewählter Stoffe in zwei verschiedenen Medien ermittelt. Die mittlere Wiederfindungsrate der getesteten Substanzen lag etwa bei 90 %. Die Abbildung 2 zeigt hierzu einen Auszug der Wiederfindungsraten im negativen Ionenmodus.

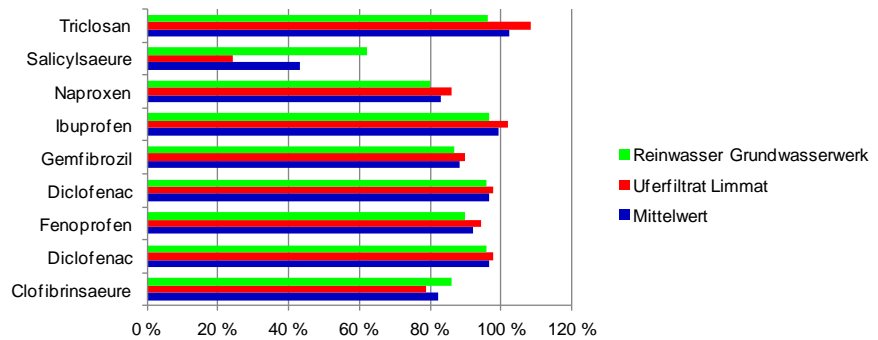


Abbildung 2: Wiederfindungsraten der Arzneimittel im negativen Ionenmodus

Für das Screening werden monatlich Rohwasser-, Reinwasser- und Werkproben mit der entwickelten LC/MS-Methode gemessen. Zur funktionalen Überwachung des Screenings werden allen Proben zwei interne Standards zugesetzt und bei jeder Messperiode Blindproben, gespickte und aufgestockte Proben gemessen.

Die Auswertungen von Versuchen haben gezeigt, dass etwa 75 % der getesteten Substanzen bei einer Konzentration von 10 ng/L mit der entwickelten Methode detektiert werden können. Diese Ergebnisse zeigen, dass vor allem polare Substanzen mit der Screeningmethode erfasst werden.

Auswertungen von Roh- und Reinwasserproben haben zudem gezeigt, dass Spurenstoffe, die nachweislich durch die Einleitung von Kläranlagen im Wasser gelöst sind, mit der Screeningmethode erfasst werden. Inwieweit sich das Screening zur Beurteilung der Wasseraufbereitung eignet und es zur Aufklärung von Störfällen dienen kann, muss jedoch über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Die Ergebnisse des Screenings sind zu jeder Zeit kritisch zu betrachten und die Plausibilität ist zu prüfen.

Entwicklung einer Vergleichskennzahl zur Ermittlung der Teilstrom-Abwasserbelastung eines Industriebetriebes

Marlena Vogelsang B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Datum des Kolloquiums: 24. Januar 2013

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

In Kooperation mit: ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Andernach



Der Vorrat an Umweltressourcen wie Energie, Rohstoffe, Wasser und Fläche ist erschöpflich und die Kapazität der Umwelt, Schadstoffe aufzunehmen, ist begrenzt. Der Verbrauch fast aller Umweltressourcen hat sich in den letzten Jahren in Deutschland deutlich verringert, doch die Frage, ob diese Reduzierung ausreicht, ist nicht eindeutig zu beantworten. Die Integration des Umweltschutzes in die Betriebsabläufe ist notwendig, um weitere Maßnahmen zur Schonung der Ressourcen abzuleiten und den Umweltschutz als dauerhaftes Unternehmensziel festlegen zu können.

Umweltmanagementsysteme gehören mittlerweile wie selbstverständlich zu vielen Unternehmen. Häufig werden diese zusätzlich durch Kundenanforderungen gezwungen, den Umweltschutz aktiv mitzugestalten. Die Zertifizierung nach dem Umweltmanagementsystem DIN EN ISO 14.001:2009 (Umweltmanagementsysteme-Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung) sieht die genaue Betrachtung der Umweltauswirkungen vor. Durch die Einführung von einheitlichen Umweltkennzahlen soll Transparenz geschaffen werden.

Derartige Kennzahlen stellen ein Instrument zur Kommunikation nach außen sowie zur Ableitung von positiven und negativen Tendenzen dar. Außerdem können Schwachstellen aufgedeckt und die bestmögliche Praxis ermittelt werden.

Anhand einer Umweltbilanz, die die Grundlage für ein kennzahlenorientiertes Umweltmanagement bildet, werden erste notwendige Maßnahmen abgeleitet.

Der abwasserrelevante Sektor steht häufig noch nicht im Fokus des betrieblichen Umweltschutzes. Es werden lediglich mengenmäßige Betrachtungen in die Kennzahlenbildung einbezogen, die keinerlei Hinweise auf die Zusammensetzung und die Konzentrationen in den Teilströmen geben.

Um eine konzentrationsabhängige Kennzahl zur Bewertung der Teilströme der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH zu entwickeln, wird die Veredlungsanlage 12 betrachtet. Diese Anlage stellt eine moderne Verzinnungsanlage dar und bietet bereits einige Parameter zur Entwicklung einer Vergleichskennzahl.

Die Abwasserteilströme dieser Anlage weisen unterschiedliche Zusammensetzungen und Konzentrationen auf. Durch verschiedene Prozessstufen wird chromhaltiges, zinnhaltiges, alkalisches sowie saures Abwasser generiert. Diese Teilströme werden entsprechend ihrer Art in unterschiedlichen Vorstu-

fen behandelt und die aufbereitete Klarwasserphase schließlich der zentralen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt. Nach der abschließenden Behandlung wird das aufbereitete Wasser in den angrenzenden Rhein geleitet.

Zunächst wird eine mengenmäßige Betrachtung der Teilströme angestrebt, da Durchflussmessungen in den Abwassersümpfen oder in den Pufferbehältern nicht vorhanden sind.

Um im nächsten Schritt eine typische Belastung der jeweiligen Teilströme zu ermitteln, werden mehrere Abwasseranalysen durchgeführt. Dadurch können pro Teilstrom Mittelwerte aus den Einzelproben berechnet werden, die einen Normalzustand definieren und als Basis für eine anschließende Bewertung dienen.

Die Bewertung basiert auf den analysierten Parametern, die in unterschiedlicher Ausprägung in den Teilströmen auftreten. Diese Parameter werden ins Verhältnis zu den Einleitparametern am Ablauf der Abwasserbehandlungsanlage gesetzt. Auf diese Weise ergeben sich Konzentrationsabweichungen, die im nachfolgenden Schritt anhand eines Punktesystems bewertet werden. Das Punktesystem stellt eine anwendungsbezogene Auswertung der prozentualen Abweichung zu den Einleitparametern dar. Die Bewertung ermöglicht die Darstellung als abwasserrelevante und dimensionslose Kennzahl zum Vergleich von unterschiedlichen Teilströmen. Durch diesen Vorgang können Ziele abgeleitet werden, die die Konzentrationsabweichungen begrenzen.

Beispielhaft wird das Ziel formuliert, die abwasserrelevante Kennzahl bis zum Ablauf des Geschäftsjahres 2012/2013 um zwanzig Prozent zu reduzieren. Ein Anwendungsbeispiel dient als Orientierungshilfe zur Erreichung des abgeleiteten Ziels.

Weiter wird in dieser Thesis ein Beispiel zur Berechnung von konzentrations- und mengenabhängigen Abwasserbehandlungskosten aufgeführt, da aktuell eine verursachergerechte Kostenverteilung nicht existiert. Auf diese Weise werden mögliche Einsparpotentiale nach Zielerreichung abgebildet.

Grundlegend bei der Bildung von Kennzahlen ist die gleichartige Erhebung und Verwendung, da andernfalls die Aussagekraft beeinträchtigt wird. Weiterhin ist die Akzeptanz von Bedeutung, um die Sensibilität im Umgang mit Umweltkennzahlen zu steigern. Werden diese Kriterien beachtet, stellt die entwickelte Kennzahl eine einfache Methode zum Vergleich von Teilstrombelastungen dar.

Mithilfe einer umweltbezogenen und abwasserrelevanten Kennzahl kann somit die Umweltleistung der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH positiv beeinflusst werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von zwei raumluftechnischen Konzepten auf Basis der VDI 3804

Corvin Wabner B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring
Datum des Kolloquiums:	03. August 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Gebäudetechnik
Laborbereich:	Raumluftechnik
In Kooperation mit:	Firma Luft und Klima Anlagenbau GmbH & Co. KG

Die Ansprüche an eine variable Raumnutzung in modernen Bürogebäuden sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Dies führt zu einem sinkenden Anteil der thermisch wirksamen Speichermasse des Gebäudes. Vermehrter Einsatz von Glas in der Gebäudefassade fördert zu dem die Strahlungseinträge von thermischen Lasten. Demgegenüber stehen Komfortanforderungen an Luftqualität und Raumtemperatur, die bei vorgegebener Bauweise nur durch Klimatisierung zu realisieren sind. Neben den Komfortansprüchen spielen auch die steigenden Energiekosten eine immer größere Rolle in der Planung und Gestaltung von Bürogebäuden. Diese Entwicklung hat zu einer Vielzahl von Klimatisierungskonzepten geführt. Die VDI Richtlinie 3804 beschreibt die sechs gängigsten Konzeptionen, wie sie in der Praxis eingesetzt werden, und stellt diese technisch gegenüber.

Auf Basis dieser Aufstellung sind zwei der sechs Systeme unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten miteinander verglichen worden. Jeweils ein System aus der Gruppe „zentrale maschinelle Luftversorgung“ und der Gruppe „freie Lüftung“. In dieser Arbeit wurde das Konzept B „Zentrale Lüftung mit konstantem Volumenstrom, statischen Heizflächen und Kühldecke“ sowie das Konzept E „4-Leiter System mit freier Fensterlüftung“ gewählt. Diese beiden Konzepte sind gewählt worden, da sich das System E in dem gewählten Referenzgebäude bereits in Betrieb befindet. Dadurch ist neben dem wirtschaftlichen Vergleich auch eine praxisorientierte Betrachtung, besonders im Hinblick auf den laufenden Bürobetrieb möglich. Das Konzept B steht für einen energetischen vertretbaren Betrieb von Zentralgeräten zur Luftversorgung bei sehr hohem Klimatisierungskomfort und guter hygienischer Luftaufbereitung.

Um einen wirtschaftlichen Vergleich zu ermöglichen, sind die Investition –und Betriebskosten beider Systeme für die Installation in einem Bürogebäude, anhand von Praxis nahen Preisen, ermittelt worden.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist ein Minderkostenvorteil des Konzept E gegenüber dem Konzept B von 20,24 % bezogen auf das benötigte Investitionsvolumen. Diese Einsparungen in der Bauphase werden nur zu einem geringen Teil von den Mehrkosten durch eine finanzielle aufwendigere Wartung des Konzept E kompensiert. So liegt die Vermutung nahe, dass das Konzept der freien Lüftung über Fenster und eine Klimatisierung der Räume über 4-Leiter Konvektoren die wirtschaftlich bessere Lösung ist. Diese Einschätzung ist allerdings nur bedingt richtig.

In dieser Studie wurde aufgrund der Wahl eines Bestandsgebäudes als Referenz für beide Systeme ein Sonderfall verglichen. Der Standort des Bürogebäudes in einem mehr für den Dienstleistungssektor ausgelegten Gewerbegebietes ermöglicht, auch während des Arbeitsalltages einen fast ungestörten Bürobetrieb bei geöffneten Fenstern ohne die Belastung durch Lärm oder Gerüche. Für ein Büro- oder Verwaltungsgebäude, das bspw. in der Innenstadt erbaut werden soll, ist das Konzept E der freien Lüftung über Fenster nicht zu empfehlen. Lärmbelästigung, Geruchsbelastung sowie Schadstoffeinträge durch Abgase verhindern ein mit den Arbeitsstättenverordnung konformes Arbeiten und würden auch den Empfehlungen die in den DIN Normen zum Beispiel der DIN 13779 bezüglich der Luftqualität gemacht werden nicht entsprechen. Soll ein Gebäude in dieser Lage mit einem dezentralen System ausgestattet werden, müsste der Planer auf das System D „Dezentrale maschinelle Lüftung mit Zu- und Abluft, WRG und Bauteilaktivierung“ ausweichen. Dieser Wechsel wirkt sich stark auf die wirtschaftlichen Vorteile von dezentralen zu zentralen Systemen aus. Die zu verwendenden Fassadenlüftungsgeräte sind in der Anschaffung teurer als 4-Leiter Konvektoren und die Wartung der Geräte ist aufgrund der verbauten WRG und Filtersysteme auch Zeit und Material intensiver, was ebenfalls zu Mehrkosten führt.

Letztendlich ist die Wahl des richtigen RLT-Systems stets eine Kombination aus mehreren Möglichkeiten. Die Wahl des Anlagenkonzeptes ist immer abhängig von dem Standort des Gebäudes und der Betriebsweise durch den Investor bzw. Bauherren. Wird Wert auf ein hochwertiges Raumklima gelegt und ist abzusehen, dass sich die Raumplanung langfristig nicht verändert, ist aus Gründen des Komfort und der Wartungsfreundlichkeit die Investition in ein RLT-System mit zentraler Luftversorgung zu empfehlen. Muss die Raumverteilung aufgrund unterschiedlicher Mieter oder ständig wechselndem Platzbedarf bei gleichzeitig geringen Komfortansprüchen flexibel sein, fällt die Wahl auf ein dezentrales System wie das Konzept E „Klimatisierung durch 4-Leiter Konvektoren und eine freie Lüftung über Fenster“.

Bei dem Konzept E muss die Einschränkung gemacht werden, dass dieses System mit der freien Fensterlüftung nur in Gebäuden Anwendung finden kann, die von ihrem Standort her keine Belastungen durch Lärm, belastete Luft etc. aufweisen. Die Verwendung für einen Neubau mit einem Standort nahe einer stark befahrenen Straße oder Industrie ist eingeschränkt bis gar nicht zu empfehlen. Für Standorte dieser Art sollte auf das oben schon angesprochene Konzept B mit zentraler Luftversorgung oder das Konzept D mit „dezentraler Lüftung durch Fassadenlüftungsgeräten“ zurückgegriffen werden. Für die Belüftung/Klimatisierung eines Altbaus eignen sich zentrale Konzepte nur, wenn ein altes zentrales System ersetzt wird und der bereits vorhandene Platz für die Luftleitungen und die Geräte genutzt werden kann. Ansonsten ist der Einsatz dezentraler Systeme auf Grund des geringeren Platz Bedarfs und Installationsaufwandes unter den oben angesprochenen Einschränkungen zu empfehlen.

Modifikation der Brüdengasverwertung eines bestehenden Erdgastrocknungs- und Glykolregenerationssystems

Norman Wander M.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. André Tenbrock-Ingenhorst
Datum des Kolloquiums:	05. Mai 2012
Studiengang:	Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Gasversorgungswirtschaft
In Kooperation mit:	RWE Gasspeicher GmbH, Kottiger Hook 63, 48599 Gronau-Epe



Die RWE Gasspeicher GmbH betreibt am Standort Gronau/Epe zwei unabhängig voneinander arbeitende Erdgas-Kavernenspeicher für die Zwischenspeicherung von zwei Erdgasqualitäten (H-Gas und L-Gas). Der L-Gasspeicher ist über eine 11 Kilometer lange Transportleitung an das niederländische Erdgasnetz angeschlossen. Dieser ist mit einem Arbeitsgasvolumen von ca. 326 Mio. Nm³ in der Lage, die saisonale und tageszyklische Nachfrage des niederländischen Gasmarktes auszugleichen.

Die installierte Feuerungswärmeleistung (FWL) des bestehenden L-Gasspeichers liegt bislang noch unter dem Grenzwert des Bundes-Immissionschutzgesetzes (BImSchG) für genehmigungsbedürftige Anlagen von 20 MWth. Demnach unterliegt die Speicheranlage bislang noch dem Geltungsbereich der „Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ (1. BImSchV).

Durch eine geplante Erweiterung des L-Gasspeichers erhöht sich die installierte FWL und liegt in der Gesamtbetrachtung über 20 MWth. Die Gesamtanlage des L-Gasspeichers wird somit zukünftig in die Zuständigkeit der „Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes für genehmigungsbedürftige Anlagen“ (4. BImSchV) fallen.

Im Zuge der Abschlussarbeit liegt das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf den bestehenden Brüdengasverbrennungsanlagen. Demnach unterliegt diese Anlage der Nr. 8.1 Spalte 2 a) gemäß 4. BImSchV „Anlagen zum Abfackeln von Deponiegas oder anderen gasförmigen Stoffen“. Für diese Anlagen sind die Anforderungen der Nr. 5.4.8.1a der TA-Luft heranzuziehen. Hier wird u. a. eine minimale Flammentemperatur von 850 °C sowie eine kontinuierliche Ermittlung und Dokumentation der Verbrennungsraumtemperatur gefordert. Diese Forderungen des BImSchG müssen im Zuge der Erweiterung des L-Gasspeichers erfüllt werden.

Die Brüdengasentstehung hat ihren Ursprung in der Erdgastrocknung mittels Tri-Ethylen-Glykol (TEG). Die Trocknung des ausgespeicherten Erdgases erfolgt in zwei unabhängig voneinander arbeitenden Glykol-Absorber-kolonnen. Während des Trocknungsprozesses reichert sich das TEG mit den im Erdgas befindlichen Wasseranteilen an. Anschließend wird das Glykol in den zugehörigen Regenerationsanlagen durch das Einbringen von Wärme wiederaufbereitet und dem Trocknungsprozess erneut zugeführt.

Der Hauptbestandteil der Brüdengase (auch Flashgas genannt) entsteht durch Entspannung des Wasser-Glykol-Gemisches von ca. 80 bar(a) auf ca. 5 bar(a). In den Regenerationsanlagen werden beim Erhitzen des Glykols neben dem Wasseranteil auch die im Glykol gelösten, höheren Kohlenwasserstoffe bei ca. 200 °C ausgetrieben. Nachdem die dabei entstehenden Dämpfe prozesstechnisch abgekühlt worden sind, werden die dadurch ausfallenden Kondensate von den nicht-kondensierbaren Dämpfen abgeschieden. Diese „Nicht-Kondensierbaren“ werden der Flashgasmenge beigemischt, bevor diese dem eigentlichen Heizgasstrom beigefügt werden. Dieses Prozessgas wird anschließend dem Brenner des Regenerationskessels zum Aufkochen des Glykols zugeführt.

Abb. 1 gibt den verfahrenstechnischen Aufbau der bestehenden Glykolwiederaufbereitungsanlage wieder.

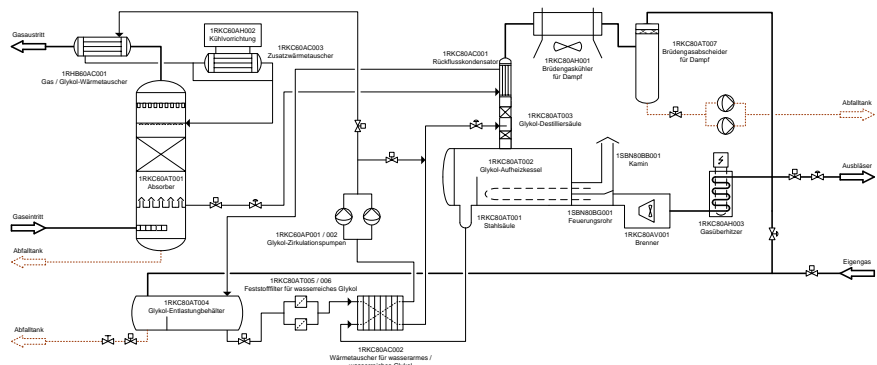


Abb. 3: bestehende Erdgastrocknungs- und Glykolregenerationsanlage

Kern der Untersuchung im Rahmen der Masterarbeit ist die Erarbeitung von möglichen Lösungsvorschlägen bei der zukünftigen Verwertung der anfallenden Brüdengase. Hierbei stehen energiebilanztechnische und betriebswirtschaftliche Aspekte im Vordergrund.

Grundsätzlich werden zwei Herangehensweisen an das Problem der Brüdengasverwertung untersucht. Bei beiden steht der Einsatz einer Brennkammer im Mittelpunkt. In Variante A wird die Beschickung der Brennkammer mit s. g. „trockenen“ Brüden analysiert. Wohingegen Variante B das Beaufschlagen der Brennkammer mit s. g. „nassen“ Brüden betrachtet.

In beiden Szenarien wird die zu installierende Leistung der Brennkammer sowie die ausreichende Dimensionierung des Verbrennungsluftgebläses ermittelt. Dabei ist die Bestimmung der Verbrennungstemperatur ausschlaggebend. Darüber hinaus wird der Aspekt der Abwärmenutzung mittels Wärmehrückgewinnungssystem zusätzlich energetisch und wirtschaftlich bewertet.

Die abschließende Investitions- und Betriebskostenrechnung zeigt die richtungweisenden Möglichkeiten zur weiterhin gesetzeskonformen Brüdengasverwertung auf.

Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Kaltwasserzirkulationsanlagen durch den hydraulischen Abgleich mit thermostatischen Regulierventilen

Florian Wedderhoff B.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
 Zweitprüfer: Dr.-Ing. Roland Foitzik

Datum des Kolloquiums: 14. Januar 2013

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

In Kooperation mit: Oventrop GmbH & Co. KG, Olsberg



Die Trinkwasserhygiene von Gebäuden mit unregelmäßiger Nutzung, wie z. B. Hotels, Schulen oder Gebäude, die einen hohen hygienischen Standard gewährleisten müssen wie z. B. Krankenhäuser, muss durch die Gebäudetechnik sichergestellt sein.

Eine Kontamination des Leitungswassers mit für den Menschen gesundheitsgefährdenden Bakterien ist stark abhängig von den Stagnationszeiten und der Trinkwassertemperatur. Der optimale Temperaturbereich für das Wachstum von Bakterien im Trinkwasser liegt zwischen 25 °C und 45 °C (siehe Bild 1).



Bild 3: Wachstumsbereich von Bakterien im Trinkwasser

Durch die weitverbreitete Installationsart in Versorgungsschächten Rohrleitungen für kaltes Trinkwasser neben Heizungsrohren und Rohrleitungen für heißes Trinkwasser zu verlegen, erwärmt sich das kalte Trinkwasser bei Stagnation über die zulässige kalte Trinkwassertemperatur von 25 °C und bietet den Bakterien einen optimalen Lebensraum. Zurzeit findet die Sicherstellung einer unbedenklichen kalten Trinkwassertemperatur durch Ausspülen des erwärmten Trinkwassers statt. Eine andere Möglichkeit ist die Kühlung des

Trinkwassers in Trinkwasser-Zirkulationsanlagen.

Hierzu hat die Firma Oventrop GmbH & Co. KG ein thermostatisches Regulierventil entwickelt. Mit dem Regulierventil wird durch Einstellung einer Trinkwassertemperatur selbsttätig der hydraulische Abgleich durchgeführt unter der Voraussetzung, dass mit einem Kühlgerät und Wärmetauscher oder mit einer Wärmepumpe ausreichend gekühltes Trinkwasser in der Zirkulationsanlage bereitgestellt wird.

In der Bachelorarbeit wurden Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Berechnung einer, durch ein thermostatisches Regulierventil hydraulisch einregulierten Zirkulationsanlage für kaltes Trinkwasser festgelegt und in einem Excel-Programm umgesetzt. Zudem wurde ein Betriebskostenvergleich zwischen einem Spülsystem und Kühlsystem gezogen. Dabei wurden die beiden Hygienesysteme anhand von Plänen eines realen Gebäudes unter verschiedenen nationalen Vorgaben europäischer Länder verglichen.

Bei den Berechnungen stellte sich heraus, dass eine hydraulisch einregulierte Zirkulationsanlage für kaltes Trinkwasser verglichen mit einem Spülsystem unter gleichen Randbedingungen Kostenvorteile gegenüber einem Spülsystem aufweisen kann. Zudem kann mit dem hier untersuchten Kühlsystem zu jeder Zeit eine konstante, den hygienischen Anforderungen genügende Trinkwassertemperatur sichergestellt werden.

Philipp Wellmann B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Hans-Detlef Römermann
Datum des Kolloquiums:	01. Januar 2010
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Energietechnik
Laborbereich:	Energieversorgung und Energiewirtschaft
In Kooperation mit:	Enerdice biofuels, Manila



The world is seeking for new technologies to secure the energy demand in the future. The Philippines, as one pioneer in the renewable energy industry, have a huge potential to become independent from energy imports. This can be realized of course, by their huge potential in geothermal energy, wind energy and, the new member in this group, bioenergy.

The government supports the development of bioenergy heavily with lots of laws and institutions. This is the most important step to have a legal framework on the one hand for producers, but also for investors. The two important laws are the Renewable Energy Act of 2008 and the Republican Act 9367 which are part of the National Renewable Energy Program (NREP). This is a guiding line for the development of renewable energies (RE) until 2030. It is a realistic assumption for the growth of each of the renewable energies.

The production of biodiesel is an old and simple chemical process, called transesterification. A vegetable oil has to be mixed with an alcohol, in this case methanol, and an additional catalyst. This can be done with different oil bearing feed stocks. The Philippines, as the second biggest producer of coconuts in the world, is a perfect country to implement biodiesel in the energy mix.

Enerdice developed together with the biggest independent engineering company called EDAG and chemical company called Bayer, the smallest biodiesel refinery which is able to produce biodiesel in a continuous process in accordance with the European Standard EN14214. This unique product is called Fuel Dice. The concept of the Fuel Dice for a small scale, decentralized energy production has huge benefits compared to large scale production for developing countries. Big projects are often not realizable because of missing funds and knowledge in the countries. Enerdice made this problem to their guiding principle. On the other hand, the Fuel Dice is a business model, with the lowest ROI compared to other renewable energies. Depending on feed-stock prices, the ROI could be less than two years.

Because of the huge amounts of coconuts which have been harvested during the year, huge amounts of biomass arise as well. The biomass is often seen as waste and burned on the field. This huge potential could be used for energy production. To combine the biodiesel production and biomass gasification, a project called "Utilization of the whole coconut" will be analysed

This will be an interesting project for the future to get on the one hand deeper in the value chain and on the other hand to use the massive untouched potential. It has certain benefits like, lower price fluctuation for feed stocks, constant level of quality & a higher profit for the farmers. Different types of gasifiers have to be analyzed to find the right application. But because of insufficient data there is a lot of research and testing necessary. Factors like gas yield from the husk and shell, power ratio with the right gasifier and so on have to be figured out.

The picture below shows the Fuel Dice.



Analyse und Optimierungsmöglichkeiten des Wasser- und Abwasser-managements der Hotelbranche in Ägypten

Johanna Weppel B.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 23. Oktober 2012

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

In Kooperation mit: INFA GmbH, Ahlen



In Deutschland und großen Teilen Europas ist eine gut funktionierende Wasserversorgung und Abwasserentsorgung selbstverständlich, in Ägypten nicht. Im Rahmen der Arbeit wurden die Gegebenheiten ägyptischer Hotels erfasst, ausgewertet und einige Optimierungsmöglichkeiten aufgeführt.

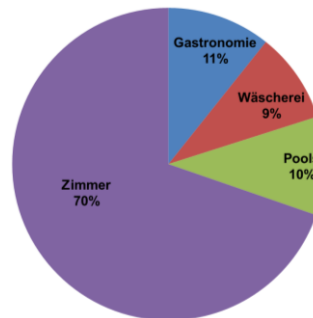


Abbildung 1: Anteile der verschiedenen Bereiche am Gesamtwasserverbrauch der Hotels in Ägypten

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen deutliche Unterschiede zwischen europäischen und ägyptischen Hotels. Abbildung 1 zeigt die Anteile der verschiedenen erfassten Bereiche am Gesamtwasserverbrauch der Hotels in Ägypten. In europäischen Hotels entfallen rund 55 % des Gesamtverbrauches auf die Zimmer und nur etwa 2 % auf die Pools.

Im Bereich der Abwasserentsorgung wurde deutlich, dass viele Hotels mit mechanisch gereinigtem Abwasser ihre Grünanlagen bewässern. Dies stellt eine Gefährdung von Mensch und Umwelt durch Schadstoffe und Mikroorganismen dar.

Die Optimierungsmaßnahmen mussten unter vielen verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Zunächst ist der Komfort des Gastes ausschlaggebend. Sollte dieser gemindert werden, ist davon auszugehen, dass keine Optimierung erfolgt. Außerdem ist zu beachten, dass im laufenden Betrieb keine Baumaßnahmen durchgeführt werden können. Hinzu kommt noch der wichtige Faktor der Wirtschaftlichkeit. Ist diese nicht gegeben, werden die technischen Maßnahmen oft nicht durchgeführt.

Zusammenfassend ist das Ergebnis der Arbeit, dass viele wassersparende Maßnahmen einfach und schnell durchführbar sind. Allerdings besteht im Bereich der Abwasserbehandlung und -entsorgung immenser Handlungsbedarf.

Vergleichende Ökobilanzierung zweier Linerverfahren zur Kanalsanierung

Timo Wobbe B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr. rer. nat. H.D. Römermann
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Andreas Geiser M.Sc.
Datum des Kolloquiums:	08.05.2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	WESSLING GmbH, Altenberge



Umweltbewusstes Handeln in Verbindung mit dem Thema Ökologie bestimmt fortwährend das Handeln von Politik, Industrie und Öffentlichkeit. Längst hat der Großteil dieser Parteien die Prioritäten zum Schutz der Umwelt erkannt. In diesem Zusammenhang erfährt auch die Anwendung von Ökobilanzierungen (engl. Life Cycle Assessment) ein wachsendes Interesse. Eine nach den DIN **EN** ISO Normen 14040 und 14044 erstellte Ökobilanz dient dem Aufzeigen und Vergleichen der Umweltwirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Unternehmensstandorten und kann zusätzlich die ökologischen Schwachstellen innerhalb des betrachteten Systems identifizieren.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, mit einer vergleichenden Ökobilanzierung zwei Verfahrensweisen zur Sanierung von Abwasserkanälen mit dem Schlauchreliningverfahren einander gegenüber zu stellen und dasjenige Verfahren mit dem geringsten ökologischen Rucksack zu identifizieren.

Beim Schlauchreliningverfahren (od. Schlauchlining) wird in geschlossener Bauweise ein harzgetränkter Schlauch in einen zu sanierenden Kanal eingebracht, dort mit Hilfe von Druckluft aufgeblasen und anschließend mit Hilfe von UV-Licht oder Wasserdampf ausgehärtet. Somit entsteht ein neues Rohr in einem schadhaften Abwasserkanal. Das Schlauchlining ist das beliebteste unter den Verfahren zur Kanalsanierung. Bisher wurden deutschlandweit bereits mehrere Zehntausend Kilometer Abwasserkanal unterschiedlicher Nennweiten und Profile (z.B. rund, eiförmig) mit dem Schlauchlining saniert.

Ein Schlauchliner besteht zum größten Teil aus dem Harzsystem und dem Trägermaterial. Trägermaterialien sind heute hauptsächlich korrosionsbeständige Synthese- /Polymerfasern (sog. Nadelfilz) oder Glasfasergewebe. Sie bilden die Träger für das Harz und sind für die mechanischen Eigenschaften eines ausgehärteten Liners verantwortlich. Weitere Bestandteile sind mindestens eine Außenfolie um den Liner beim Hineinziehen in den Kanal vor mechanischen Einwirkungen zu schützen. Eine Innenfolie kann die Liner zusätzlich vor Licht und Wasser schützen.

In der bearbeiteten Ökobilanz wurden die Umweltwirkungen eines glasfaserverstärktem Liner zur UV-Lichtaushärtung und eines Nadelfilz-Liner zur Warmaushärtung über Wasserdampf gegenüber gestellt. Nach Angaben von Herstellern war diese Zusammenstellung auch praktisch repräsentativ.

Die Studie wurde nach dem in den Normen 14040 und 14044 vorgegebenen

Aufbau einer Ökobilanz erstellt. Bei der Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens wurde das oben angegebene Ziel formuliert und die zu deklarierende Einheit definiert. Die deklarierte Einheit definiert das Produkt auf welches sich die in der Studie ermittelten Ergebnisse beziehen. In der vorliegenden Studie war dies ein Schlauchliner DN 400 mit einer Länge von 50 m. Des Weiteren mussten die Systemgrenzen gezogen werden. Die Systemgrenzen geben an, welche Prozesse entlang der Produktlebenszyklen beider Liner Systeme innerhalb der Studie berücksichtigt werden. Bei der vorliegenden Studie wurden einerseits die Prozesse der Rohstoffgewinnung (Abbau der Rohstoffe, Erzeugung von Zwischenprodukten inkl. Energieaufwand, etc.), dem Rohstofftransport zur Herstellung, dem eigentlichen Herstellungsprozess, sowie die Aushärtung der Liner auf der Baustelle im Kanal andererseits, bilanziert. In der anschließenden Sachbilanz wurden die relevanten Prozesse mit der Gabi-Bilanzierungssoftware in einem Plan (Abb. 1) zusammengestellt. Mit Hilfe der Software und einer umfangreichen Datenbank konnten alle Stoff- und Energieflüsse innerhalb der Systemgrenzen erfasst werden.

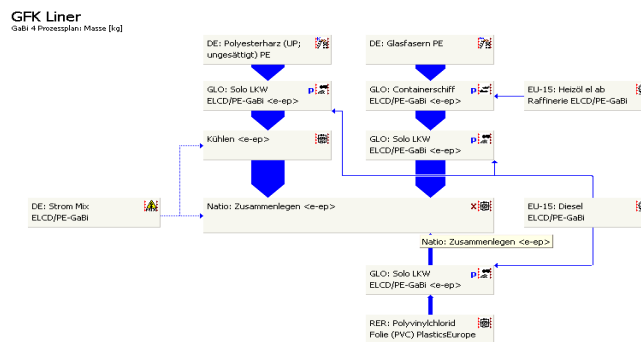


Abb. 1: Gabi Prozessplan

In der darauf folgenden Wirkungsabschätzung wurden die in der Sachbilanz ermittelten In- und Output ströme aufgrund ihrer Wirkung auf die Umwelt verschiedenen Wirkungskategorien (siehe Tabelle 1) zugeteilt und in Abhängigkeit ihres jeweiligen Potentials in entsprechenden Indikatorwerten zusammengerechnet. In der abschließenden Phase der Auswertung wurden die Ergebnisse der Studie dargestellt. In Tabelle 1 wird deutlich, dass der glasfaserverstärkte Liner zur UV-Aushärtung in 5 von 6 Wirkungskategorien sowie im Energieverbrauch ökologisch vorteilhafter ist als das Referenzprodukt, der Nadelfilzliner zur Wasserdampfaushärtung.

Tabelle 1: Systemvergleich UV- und Dampfaushärtung

Indikator	UV-Aushärtung - Dampfaushärtung
Treibhauseffekt	-31 %
Eutrophierung	-17 %
Versauerung	-13 %
Ozonabbau	-54 %
Sommersmogbildung	-30 %
Abiotischer Ressourcenverbrauch	1269 %
Energieverbrauch	-46 %

Negative Werte: Indikatorwert des UV-Verfahrens ist kleiner als der des Dampfverfahrens
 Positive Werte: Indikatorwert des UV-Verfahrens ist größer als der des Dampfverfahrens

Praktische Untersuchung zur Ammoniumelimination durch Luftstrippung aus dem Filtrat der Schlammwässerung einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage

Kolja Woltering B.Eng.

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Zweitprüfer:	Dipl.-Ing. Matthias Vennes
Datum des Kolloquiums:	15. November 2012
Studiengang:	Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung:	Umwelttechnik
Laborbereich:	Wasser, Abwasser, Abfall und Immissionsschutz
In Kooperation mit:	Tuttahs & Meyer GmbH, Bochum



Auf kommunalen Kläranlagen mit anaerober Schlammbehandlung fällt bei der Schlammwässerung stark ammoniumhaltiges Prozesswasser an, das üblicherweise zur Reinigung wieder in den Zulauf der Anlage zurückgeführt wird. Diese interne Stickstoffrückbelastung beeinträchtigt die Reinigungsleistung der Anlage und sorgt für einen unausgeglichene Klärwerksbetrieb. Des Weiteren wird für die zusätzliche Stickstoffelimination eine verstärkte Belüftung in der Nitrifikation und vermehrt Kohlenstoff in der Denitrifikation benötigt.

Für eine separate Stickstoffelimination bieten sich sowohl biologische Verfahren als auch physikalische Stripp-Verfahren an. Diese versprechen eine starke Verminderung der internen Stickstoffbelastung, eine Erhöhung des Wirkungsgrads der Stickstoffentfernung sowie der gesamten Reinigungsleistung der Anlage und eine Reduzierung der Betriebskosten. Außerdem könnte durch eine separate Behandlung eine Reserve für zukünftige Frachterhöhungen im Zulauf geschaffen werden.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde auf dem Zentralklärwerk Coesfeld ein Alternativverfahren der Luftstrippung zur separaten Prozesswasserbehandlung auf Funktionalität und Wirtschaftlichkeit überprüft.

Auf der Kläranlage fallen jährlich rund 50.000 m³ Prozesswasser an, welches eine Stickstoffrückbelastung von rund 15 %, bezogen auf den Gesamtstickstoff im Zulauf verursacht.

Üblicherweise wird bei dem Verfahren der Strippung das zu behandelnde Medium in Füllkörperkolonnen auf die Füllelemente verrieselt und gleichzeitig mit Luft oder Dampf im Gegenstrom begast. In diesem Fall sollten zwei Plattenbelüfter das im Prozesswasser gelöste Ammoniak in den gasförmigen Zustand überführen, sodass dies mit der eingetragenen Luft mitgeführt und ausgestrippet wird.

Die in Abb. 1 dargestellte Versuchsanlage besteht aus einem Intermediate Bulk Container (IBC) als Behälterbecken, einer Heizung zum Temperieren des Prozesswassers, zwei Plattenbelüftern zur Versorgung der Anlage mit Luft und einem Schwebekörperdurchflussmesser (Rotameter) zur Ermittlung des Volumenstroms der zugeführten Strippluft.

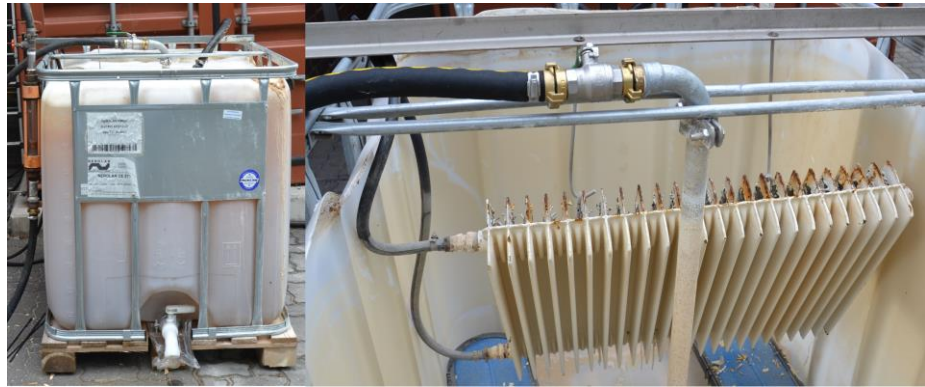


Abb. 1: Versuchsanlage zur Stickstoffstrippung

Hauptziel der Untersuchungen war die Ermittlung der Strippleistung dieser Verfahrensvariante bei verschiedenen Prozessbedingungen. Als Kriterium der Strippleistung wird der Stripprungsgrad herangezogen. Dieser stellt die Differenz der Ammoniumkonzentration im Prozesswasser nach der Stripprung, bezogen auf die Konzentration vor der Stripprung, dar. Dabei sollte in einem ersten Schritt ermittelt werden, in welchem Verhältnis die Ammoniumelimination zur Temperatur steht. Im zweiten Schritt sollte dann untersucht werden, welche Auswirkungen variierende Strippluftmengen auf die Ammoniumelimination haben.

Insgesamt betrachtet war die Ammoniumelimination aus dem Prozesswasser erfolgreich. Die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ausgangskonzentration lag bei 1.250 – 1.400 mg/l. Nach dem Stripprvorgang konnten je nach Betriebstemperaturen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen zwischen 130 – 480 mg/l ermittelt werden. Die Abb. 2 zeigt den Konzentrationsverlauf während des Stripprvorgangs.

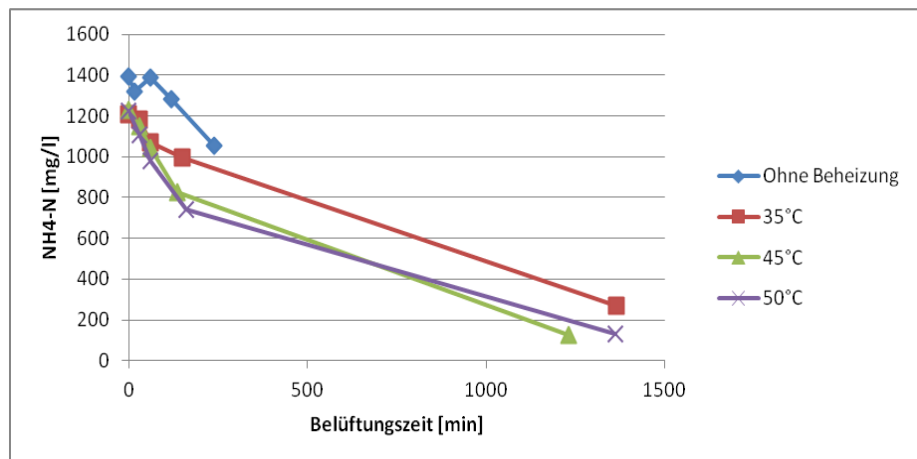


Abb. 2: $\text{NH}_4\text{-N}$ Konzentrationsverlauf während der Stripprung

Zudem wurde im Rahmen der Bachelorarbeit eine Stripprung in Füllkörperperkolonnen mit Hilfe der Software Rhapsody der Firma RVT Process Equipment GmbH simuliert um zu zeigen, wie grundsätzlich eine Luftstripprung in Füllkörperperkolonnen zur separaten Prozesswasserbehandlung aussehen könnte. Das Verfahren ist grundsätzlich geeignet, weitere Versuche zur Erhaltung weiterer Erkenntnisse sind empfehlenswert.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Stegerwaldstr. 39
48565 Steinfurt
Tel +49 (0)2551-962197
Fax +49 (0)2551-562706
www.fh-muenster.de/egu**

