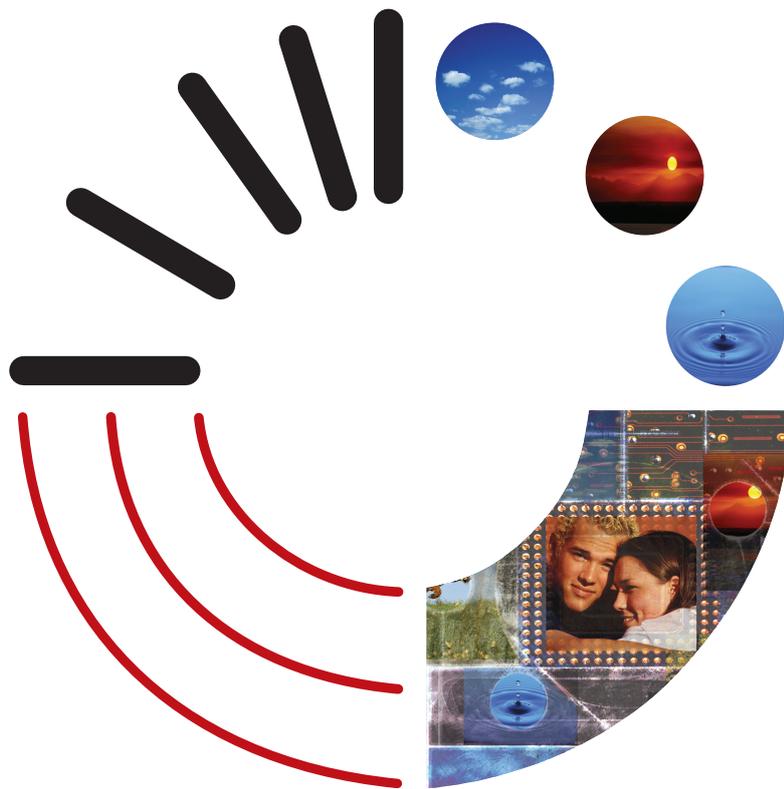


Akademisches Jahrbuch 2008 / 2009



Fachbereich
Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences



Vorwort



Die Tätigkeit als Ingenieurin oder Ingenieur gehört nach wie vor zu den angesehensten Berufsbildern. 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 deutlich.

Spätestens nach den letzten Berichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist deutlich geworden, dass neben der zunehmenden Verknappung fossiler Energieträger auch die Änderung des Klimas eine bedeutende Rolle für technologische Neuerungen spielt, die inzwischen in den praktischen Alltag unserer Ingenieurinnen und Ingenieure Einzug gehalten haben. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund gibt es eine neue Motivation für viele Abiturientinnen und Abiturienten sich der Herausforderung eines zukunftsorientierten Studienganges zu stellen und mit dem Abschluss des Studiums die Grundlage für einen erfolgreichen Berufs- und Lebensweg zu legen. Kaum ein anderer Beruf bietet eine derartige Vielfalt an Berufsperspektiven und Entwicklungsmöglichkeiten und so können die Absolventinnen und Absolventen des Fachbereichs in einem hochinteressanten Umfeld agieren.

In diesem Sinne wünsche ich allen, die heute ihr Abschlusszeugnis als Ingenieurin oder Ingenieur in den Händen halten, dass Sie positiv in die Zukunft blicken, aber auch gerne an die Zeit an diesem Fachbereich zurückdenken und dass sie es auch nicht versäumen von Zeit zu Zeit bei den Absolvententreffen von ihrem beruflichen Werdegang berichten.

Als Dekan des Fachbereiches ist es für mich ein besonderes Erlebnis wenn gewachsene Freundschaften und vielfältig erwiesene Partnerschaften auf der Grundlage eines gemeinsamen Studiums in Steinfurt zu Stande gekommen sind und sich – auch noch nach Jahren oder sogar Jahrzehnten – in Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder täglicher beruflicher Arbeit beweisen und auch, oder gerade, vor dem Hintergrund der sich abzeichnenden Weltwirtschaftskrise, kann ich Ihnen nur zurufen: Helfen Sie mit, einen Beitrag zu leisten um die fossilen Energieträger zu schützen, die Effizienzen im Bereich der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik zu erhöhen und die Regenerative Energieerzeugung zu stärken.

Steinfurt im Mai 2009

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

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dekan

Verzeichnis der Abschlussarbeiten

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Advanced Oxidation Processes (AOPs) zur Oxidation von persistenten Spurenstoffen im technischen und wirtschaftlichen Vergleich Dipl.-Ing. (FH) Kahlid Al-Barim | 10 |
| 2 | Machbarkeitsanalyse zur Integration einer Absorptionskältemaschine in ein bestehendes Kaltwasserkonzept zur Kühlung dreier Rollenoffsetdruckmaschinen Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Anger M.Eng. | 11 |
| 3 | Aufbau und Programmierung eines Regelsystems zum Einsatz in Klimaanlage Dipl.-Ing. (FH) Ibrahim Bacanak M.Eng. | 13 |
| 4 | Nachweis des Passivhausstandards Dipl.-Ing. (FH) Stefan Behrens | 15 |
| 5 | Planung einer Modell-Biogasanlage für mittelständische Landwirtschaftsbetriebe Dipl.-Ing. (FH) Wibke Berg | 17 |
| 6 | „Technische Anforderungen für die Fertigung und den Vertrieb von NH ₃ -Absorptionskältemaschinen sowie Auslegung und Aufbau einer Demonstrationsanlage“ Dipl.-Ing. (FH) Jens Bergemann | 18 |
| 7 | Untersuchung der Temperaturentwicklung einer Bauteilaktivierung mit Hilfe eines Gebäudesimulationsprogramms für das Museum für Kunst und Kulturgeschichte in Münster Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bergmann | 19 |
| 8 | Vergleichende Betrachtungen von Fördermöglichkeiten nach dem EEG 2004 und EEG 2009 am Beispiel konkreter Anlagenkonstellationen Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bieler | 21 |
| 9 | Aufbau einer Versuchsanlage zur Filterspülung mit Luft und Untersuchungen zur optimalen Spülluftverteilung Dipl.-Ing. (FH) Wilhelm Brickwedde M.Eng. | 22 |
| 10 | Optimierung des Betriebes von Faulbehältern auf Kläranlagen Dipl.-Ing. (FH) Christin Bücken | 24 |
| 11 | Versuche zur Minderung von Geruchsemissionen aus aktiven Flächenquellen bei Kläranlagen Dipl.-Ing. (FH) Frank Buß | 26 |
| 12 | Darstellen von Optimierungsmaßnahmen an bestehenden RLT-Anlagen mit Hilfe von Simulationssoftware Dipl.-Ing. (FH) Baha Canpolat | 28 |
| 13 | Projektierung und Programmierung einer energieeffizienten Volumenstromregelung am Beispiel der Rheinhallen in Köln Dipl.-Ing. (FH) Steffen Decking | 29 |
| 14 | Nutzung von Aquiferen zur Wärmespeicherung B.Eng. (FH) Jan Dewert | 31 |
| 15 | Entwicklung eines Messverfahrens zur Bestimmung der Biogausausbeute und Optimierung des Gärprozesses Dipl.-Ing. (FH) Guido Dreising | 32 |
| 16 | Untersuchungen zur Überarbeitung des Testverfahrens zum Nachweis von eingedrungenem Regenwasser in Solarkollektoren nach EN 12975-2:2006 | |

| | | |
|----|---|----|
| | Dipl.-Ing. (FH) Florian Dubisch | 34 |
| 17 | Untersuchungen zu Sanierungsverfahren für Deponiesickerwasserrohre mit Bezug auf eine Siedlungsabfalldeponie in Nordrhein-Westfalen B.Eng. (FH) Justus Engelen | 35 |
| 18 | Mechanical Strength Analysis of Composite Pipes under Consideration of Economic Production Efficiency Dipl.-Ing. (FH) Parwiz Faqiri | 37 |
| 19 | Design of Diabiah Urban Water Supply in Damascus / Syria Dipl.-Ing. (FH) Raul Farwig | 39 |
| 20 | Freie Konvektion an der Platte - Messtechnische Untersuchung der Freien Konvektion an einer elektrisch beheizten Kupferplatte in verschiedenen Positionen Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer | 41 |
| 21 | Entwicklung eines technischen und wirtschaftlichen Konzeptes für ein Heizkraftwerk auf Biomassebasis in Lüdinghausen Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Flüthmann | 43 |
| 22 | Konzeptionierung eines Geruchsmessstandes zur Überprüfung der Effizienz von geruchsneutralisierenden Maßnahmen am WC Dipl.-Ing. (FH) Elmar Frenken | 45 |
| 23 | Analysis and suppression of water bound shock waves caused by a stirling engine Dipl.-Ing. (FH) Jens Funcke | 47 |
| 24 | Research and design of fibreglass reinforced plastic quench towers for hot industrial waste gas-streams Dipl.-Ing. (FH) Christoph B. Gazda | 49 |
| 25 | Schwefelbilanzierung bei Biogasanlagen Dipl.-Ing. (FH) Matthias Geiping | 51 |
| 26 | Aufbau und Inbetriebnahme einer Biofermentationsanlage sowie Versuche zur Steigerung des anaeroben Celluloseabbaus Dipl.-Ing. (FH) Andreas Geiser M.Sc. | 53 |
| 27 | Optimierung der Heizungsanlage im Informationszentrum am Kraftwerksstandort Lingen (Ems) Dipl.-Ing. (FH) Heiner Gnodtke | 55 |
| 28 | Abwärmenutzung von Bogenoffset-Druckmaschinen Dipl.-Ing. (FH) Martin Gotsch | 57 |
| 29 | Optimierung eines Lüftungsgerätes mit nachgeschaltetem reversiblen Kältemittelkreis Dipl.-Ing. (FH) Thomas Grave | 59 |
| 30 | Erstellung eines Fremdwassersanierungskonzeptes für die Stadt Rheine Dipl.-Ing. (FH) Katharina Graweloh | 60 |
| 31 | Entwicklung von Sanierungsmaßnahmen für die Technischen Schulen des Kreises Steinfurt durch energetische Simulationen Dipl.-Ing. (FH) Thomas Grothaus | 62 |
| 32 | Analyse des Energieaufwands in der gewerblichen Kältetechnik – Validierung und Verifizierung durch Messdaten Dipl.-Ing. (FH) Jörg Haverkamp | 64 |
| 33 | Validierung der Gebäudesimulationssoftware <i>EnergyPlus</i> anhand der VDI 6007 Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Hembach | 65 |

| | | |
|----|--|----|
| 34 | Messtechnische Untersuchung der Raumluftrömung in einem Konferenzraum Dipl.-Ing. (FH) Thomas Henrichsmann | 67 |
| 35 | Energie- und Massenbilanzen von Biogasaufbereitungsverfahren auf Erdgasqualität B.Eng. (FH) Torben Hermann | 69 |
| 36 | Technische und energetische Bewertung gasbefuerter Absorptionswärmepumpen mit anlagenintegriertem Eisspeicher zur Wärme- und Kälteversorgung des Stadtarchiv Bad Cannstatt Dipl.-Ing. (FH) Andreas Heuer | 71 |
| 37 | Entwicklung eines Hybrid- Heizgerätes mit Kühlfunktion Dipl.-Ing. (FH) Gerald Holtz | 73 |
| 38 | Auslegung einer thermischen Nachverbrennungsanlage gemäß Atex bzw. den Explosionsschutzzonen Dipl.-Ing. (FH) Michael Honig | 74 |
| 39 | Entwicklung eines alternativen Verfahrens zur chlorfreien Abwasserdesinfektion Dipl.-Ing. (FH) Sascha Iker | 76 |
| 40 | Thermische Gebäudesimulation als Berechnungsinstrument der Energieeinsparverordnung Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Matthias Jacobsen M.Eng. | 78 |
| 41 | Überprüfung des Wasserversorgungsnetzes der Stadt Lünen mit Hilfe des Rohrnetzberechnungsprogrammes STANET und Simulation von verschiedenen Versorgungssituationen Dipl.-Ing. (FH) Philipp Jünemann | 80 |
| 42 | Die Bereitstellung von Kälteleistung zur Gebäudekühlung an den Technischen Schulen in Steinfurt Dipl.-Ing. (FH) Michael Jurk | 82 |
| 43 | Technisch und wirtschaftliches Optimum von Holzhackschnitzel für die Prozessdampfbereitstellung und Stromerzeugung B. Eng (FH). Stefan Kienz | 83 |
| 44 | Aufbau eines nutzenorientierten Servicekonzeptes für Dusch-WCs im Rahmen der Integration von Gruppenfunktionen im Qualitätsmanagement unter Berücksichtigung modernen Wissensmanagements Dipl.-Ing. (FH) Damian Konieczka | 85 |
| 45 | Konzeptionelle Untersuchung der Energieversorgung am Audi Standort Neckarsulm unter Berücksichtigung der Zielstruktur 2030 sowie von Umwelt – und Sicherheitsaspekten Dipl.-Ing. (FH) Burkhard Kopp | 87 |
| 46 | Implementation and Elaboration of a Database Management System for Exhaust Tool Hook-Up Projects Dipl.-Ing. (FH) Jochen Koppernock | 89 |
| 47 | Energieeffizienz der Versorgungsanlagen in der Wohnungswirtschaft Primärenergiebilanz; CO ₂ -Bilanz, Wirtschaftlichkeitsbilanz Dipl.-Ing. (FH) Jan Kurowski | 91 |
| 48 | Funktionelle Anpassung und Feinabstimmung eines simulationsgestützten Versuchsstandes zur Demonstration des dynamisch ablaufenden hydraulischen Abgleichs Dipl.-Ing. (FH) Dennis Lienkamp | 93 |

| | | |
|----|---|------------|
| 49 | Vergleichende Betrachtung der Energieeffizienz raumluftechnischer Zentralgeräte Dipl.-Ing. (FH) Mario Lukas | 95 |
| 50 | Entwicklung und Konstruktion eines Prüfstandes für Füllventile sowie Durchführung erster Messreihen Dipl.-Ing. (FH) André Meiermann | 97 |
| 51 | Vergleichsuntersuchungen ausgewählter Regelorgane auf ihre Regelfähigkeit am Prüfstand zum dynamisch ablaufenden hydraulischen Abgleich Dipl.-Ing. (FH) Michael Mostolski | 99 |
| 52 | Krisenmanagement bei großflächigen Versorgungsstörungen im Versorgungsgebiet der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH Entwicklung eines Handlungskonzeptes Dipl.-Ing. (FH) Joachim Müller M.Sc. | 101 |
| 53 | Optimierung und Erweiterung einer Druckluftanlage in einem Industriepark Dipl.-Ing. (FH) Michael Munning | 103 |
| 54 | Development of an Active Cooling Unit for Electrical Ground Source Heat Pumps Dipl.-Ing. (FH) Martin Nussbaum | 104 |
| 55 | Untersuchungen zur weitergehenden Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk Echthausen mittels einer Ultrafiltrationsanlage Dipl.-Ing. (FH) Anna Maria Ostendarp | 106 |
| 56 | Strategische Erschließung von Offshore-Märkten auf der Basis der Transaktionskostenanalyse am Beispiel eines Anlagenbauers in der chemischen Industrie Dipl.-Ing. Thorsten Pätzold M.Eng. | 108 |
| 57 | Aktivkohleadsorption auf einer kommunalen Kläranlage zur Elimination von Mikroverunreinigungen Dipl.-Ing. (FH) Simon Prinz | 110 |
| 58 | Betrieb und begleitende Untersuchungen von Aufbereitungstechnologien für Wasserrecycling Dipl.-Ing. (FH) Benxin Rao | 112 |
| 59 | Optimierung und Erweiterung der Wärmeversorgung von Gebäuden der Evangelischen Kirchengemeinde in Burgsteinfurt Dipl.-Ing. (FH) Patrick Reibholz | 114 |
| 60 | Untersuchungen zur biologischen Reinigung lösemittelhaltiger Abluft am Beispiel eines Lackierbetriebes Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Riesewick | 116 |
| 61 | Strom- und Wärmekostenminimierung durch Kraftwärmekopplung und regenerative Energieversorgungssysteme in einem landwirtschaftlichen Betrieb Dipl.-Ing. (FH) Michael Gebhardt Dipl.-Ing. (FH) Birgit Rubbert | 118 118 |
| 62 | Energetische Optimierung der Heizwärmeversorgung des gastlichen Dorfes, Delbrück Dipl.-Ing. (FH) Frank Schmidt | 120 |
| 63 | Untersuchungen zur in-situ chemischen Oxidation am Beispiel einer ehemaligen chemischen Reinigung B.Eng. (FH) Fenja Schonebeck | 122 |
| 64 | Überwachungs-, Ortungs- und Sanierungsstrategien von Stahlmantelrohrleitungen B.Eng. (FH) Daniel Schumacher | 124 |

| | | |
|----|---|------------|
| 65 | Überprüfung der Wirksamkeit eines Desinfektionsverfahrens für kommunales Abwasser Dipl.-Ing. (FH) Ingo Schuster | 126 |
| 66 | Optimierung eines Brandschutzbodenablaufs hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit Dipl.-Ing. (FH) Frank Speller | 127 |
| 67 | Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz - Systementwicklung zur Verfahrensauswahl B.Eng. (FH) Ralf Sygulla | 129 |
| 68 | Erfassung und Bewertung der Abluftsituation in einem Unternehmen der Farb- und Lackherstellung Dipl.-Ing. (FH) Simon Tallarek M.Eng. | 130 |
| 69 | Entwicklung einer Lüftungsanlage für einen Flughafentower Dipl.-Ing. (FH) Andreas Terwei | 131 |
| 70 | Projektierung einer Biogas BHKW Anlage zur Dampferzeugung Dipl.-Ing. (FH) Christoph Rotthaus Dipl.-Ing. (FH) Gert Veldscholten | 133 133 |
| 71 | Innovative Fernwärme: Abwärmennutzung aus Biogasanlagen Dipl.-Ing. (FH) Jörg Viefhues | 135 |
| 72 | Energieeffizienz von Lüftungssystemen: Eine vergleichende wirtschaftliche und energetische Betrachtung für die Beheizung und Belüftung von Verkaufsräumen B.Eng. (FH) Daniela Weiant | 136 |
| 73 | Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Inliner-Zirkulation gegenüber der klassischen Trinkwasserzirkulation an realen Projekten Dipl.-Ing. (FH) Eva Wies | 138 |
| 74 | Wirtschaftlichkeitsanalyse eines BHKW- Einsatzes in einem produzierenden Pharmaunternehmen Dipl.-Ing. (FH) Tobias Wilken | 139 |
| 75 | Energieversorgung in Südafrika - Analyse des Marktpotenzials für Blockheizkraftwerke Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilkens M.Sc. | 141 |
| 76 | Simulationsrechnungen zur energetischen Optimierung der Wirtschaftsschulen in Steinfurt Dipl.-Ing. (FH) Jens Willmes | 142 |
| 77 | Entwicklung eines Kühlsystems für Händlertische Dipl.-Ing. (FH) Matthias Winkelhaus | 144 |
| 78 | Optimierung eines Membranenzymreaktors Dipl.-Ing. (FH) Lingen Yu | 146 |
| 79 | Entwicklung des Solar Sandwich Dipl.-Ing. (FH) Edouard-Elie Zeller | 148 |
| 80 | Risk Assessment of a Thermal Oxidizer Unit with Downstream Hydrochlorid Acid Scrubber in Explosive Atmosphere in Nanjing, P.R. China Dipl.-Ing. (FH) Yanyan Zhao | 150 |

Namensverzeichnis

| A | | H | |
|---------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| Al-Barim, Kahlid..... | 10 | Haverkamp, Jörg | 64 |
| Anger, Sebastian..... | 11 | Hembach, Sebastian | 65 |
| B | | Henrichsmann, Thomas | 67 |
| Bacanak, Ibrahim | 13 | Hermann, Torben | 69 |
| Behrens, Stefan..... | 15 | Heuer, Andreas | 71 |
| Berg, Wibke..... | 17 | Holtz, Gerald..... | 73 |
| Bergemann, Jens | 18 | Honig, Michael..... | 74 |
| Bergmann, Matthias | 19 | I | |
| Bieler, Matthias..... | 21 | Iker, Sascha..... | 76 |
| Brickwedde, Wilhelm | 22 | J | |
| Bücker, Christin | 24 | Jacobsen, Matthias | 78 |
| Buß, Frank..... | 26 | Jünemann, Philipp..... | 80 |
| C | | Jurk, Michael | 82 |
| Canpolat, Baha..... | 28 | K | |
| D | | Kienz, Stefan | 83 |
| Decking, Steffen | 29 | Konieczka, Damian | 85 |
| Dewert, Jan | 31 | Kopp, Burkhard..... | 87 |
| Dreising, Guido..... | 32 | Koppernock, Jochen..... | 89 |
| Dubisch, Florian | 34 | Kurowski, Jan | 91 |
| E | | L | |
| Engelen, Justus..... | 35 | Lienkamp, Dennis..... | 93 |
| F | | Lukas, Mario | 95 |
| Faqiri, Parwiz..... | 37 | M | |
| Farwig, Raul | 39 | Meiermann, André | 97 |
| Fischer, Markus..... | 41 | Mostolski, Michael | 99 |
| Flüthmann, Wilfried | 43 | Müller, Joachim | 101 |
| Frenken, Elmar..... | 45 | Münning, Michael | 103 |
| Funcke, Jens | 47 | N | |
| G | | Nussbaum, Martin | 104 |
| Gazda, Christoph B..... | 49 | O | |
| Gebhardt, Michael | 118 | Ostendarp, Anna Maria | 106 |
| Geiping, Matthias | 51 | P | |
| Geiser, Andreas | 53 | Pätzold, Thorsten | 108 |
| Gnodtke, Heiner | 55 | Prinz, Simon | 110 |
| Gotsch, Martin | 57 | | |
| Grave, Thomas..... | 59 | | |
| Graweloh, Katharina..... | 60 | | |
| Grothaus, Thomas..... | 62 | | |

R

| | |
|---------------------------|-----|
| Rao, Benxin..... | 112 |
| Reibholz, Patrick | 114 |
| Riesewick, Hendrik..... | 116 |
| Rotthaus, Christoph | 133 |
| Rubbert, Birgit | 118 |

S

| | |
|-------------------------|-----|
| Schmidt, Frank..... | 120 |
| Schonebeck, Fenja | 122 |
| Schumacher, Daniel..... | 124 |
| Schuster, Ingo | 126 |
| Speller, Frank..... | 127 |
| Sygulla, Ralf | 129 |

T

| | |
|-----------------------|-----|
| Tallarek, Simon | 130 |
| Terwei, Andreas | 131 |

V

| | |
|-------------------------|-----|
| Veldscholten, Gert..... | 133 |
| Viefhues, Jörg | 135 |

W

| | |
|----------------------------|-----|
| Weiant, Daniela | 136 |
| Wies, Eva | 138 |
| Wilken, Tobias..... | 139 |
| Wilkens, Marco..... | 141 |
| Willmes, Jens | 142 |
| Winkelhaus, Matthias | 144 |

Y

| | |
|------------------|-----|
| Yu, Lingen | 146 |
|------------------|-----|

Z

| | |
|----------------------------|-----|
| Zeller, Edouard-Elie | 148 |
| Zhao, Yanyan..... | 150 |

Advanced Oxidation Processes (AOPs) zur Oxidation von persistenten Spurenstoffen im technischen und wirtschaftlichen Vergleich

Dipl.-Ing. (FH) Kahlid Al-Barim

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dr. Jörg Mielcke

Datum des Kolloquiums:

13. November 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Diplom Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



In Oberflächen- und Grundwässern können immer häufiger Pharmazeutika, Pestizide und auch andere Chemikalien nachgewiesen werden. Viele dieser Kontaminanten können mit der herkömmlichen Wasserbehandlung (Abwasserbehandlung und auch Trinkwasseraufbereitung) nicht aus dem Wasser eliminiert werden, sodass andere Techniken erforscht und auch zum Einsatz kommen müssen.

Advanced Oxidation Processes sind in der Lage, diese Spurenstoffe wirkungsvoll zu bekämpfen. Dabei wirken besonders starke Oxidationsmittel wie Ozon und OH-Radikale als eigentliche Reaktanden. Aufwendige Studien mussten durchgeführt werden, um den Abbau von Kontaminanten mit Hilfe von unterschiedlichen AOPs nachzuweisen und zu erforschen.

Grundlage dieser Arbeit sind Versuche an einem realen Anwendungsfall, bei dem nachzuweisen war, dass ausgewählte Substanzen aus dem Trinkwasser eliminiert werden können.

Dazu sind vier mögliche AOP-Anwendungen sowohl im Labor, als auch beim Kunden, auf ihre Wirtschaftlichkeit und Effizienz bezüglich der Reduktion von sechs Spurenstoffen, untersucht worden. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe einer mobilen Versuchsanlage durchgeführt.

Das Resultat zeigt deutlich, dass AOPs in diesem Bereich kostengünstig und höchst effektiv eingesetzt werden können und eine Alternative zu bestehenden Behandlungsmöglichkeiten sind. Dies wird auch zunehmend von den Betreibern der Wasserwerke erkannt.

Die Anwendung $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ mit Niederdruck-Strahlern und Ozon/UV zeigen deutlich, dass sehr gute Abbaresultate bei einer zusätzlichen Behandlung des Wassers zu erzielen sind.

Gleichzeitig zeigt diese Studie auch, wo noch Verbesserungspotenzial ist, um AOPs noch effizienter und dementsprechend noch kostenattraktiver zu gestalten. AOPs waren bislang nicht erfolgreich in der Wasserwirtschaft, doch aufgrund von immer strikteren Grenzwerten und höheren Qualitätsansprüchen können AOP-Verfahren zukünftig stärkere Beachtung finden.

Machbarkeitsanalyse zur Integration einer Absorptionskältemaschine in ein bestehendes Kaltwasserkonzept zur Kühlung dreier Rollenoffsetdruckmaschinen

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Anger M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Hans-Hermann Boiting

Datum des Kolloquiums:

16. Januar 2009

Studiengang:
Vertiefungsrichtung:
Labor:

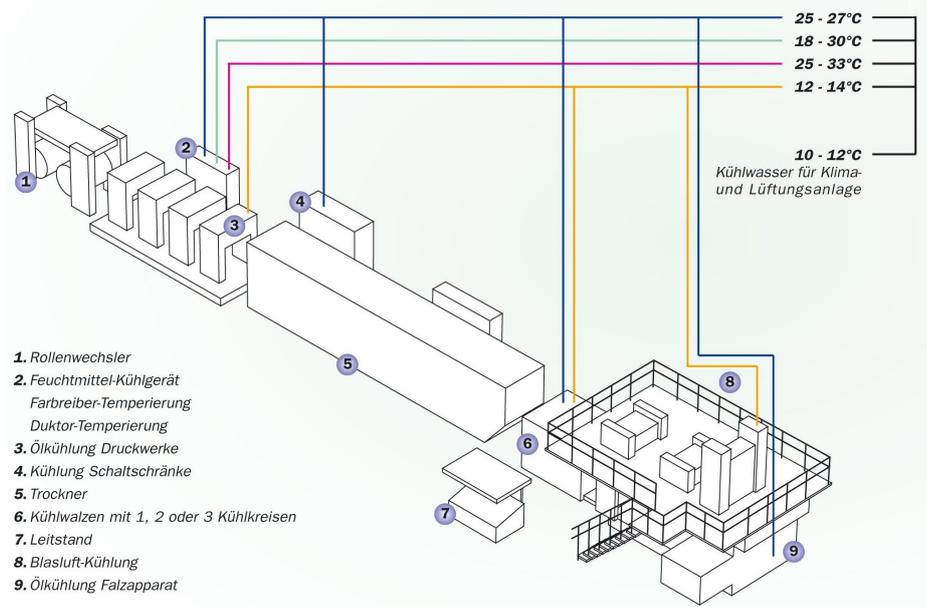
Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Gebäudetechnik
Raumluftechnik



Jedem Ingenieur sollte es naheliegen, die ihm bei einem Projekt zur Verfügung stehenden Energieressourcen und -quellen energetisch und wirtschaftlich auszuschöpfen. Dieses stellt sich in Zeiten von hohen Rohstoff- und Energiepreisen also umso wichtiger dar.

Beim Rollenoffsetdruckprozess wird Druckfarbe auf ein endloses Papierband aufgebracht, welches durch den Farbauftrag befeuchtet wird. Dieses befeuchtete Papierband muss anschließend mithilfe eines mit Gas direkt befeuerten Hochleistungstrockners getrocknet werden.

Kühlwasseranschlüsse an der Druckmaschine

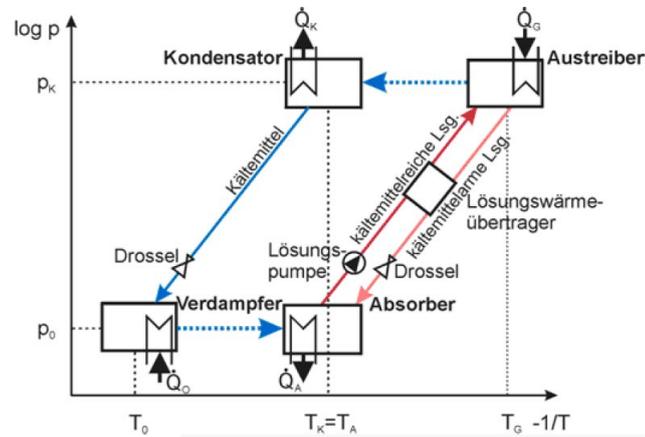


Die durch den Trocknungsprozess erzeugte Abwärme wird zu 98% ungenutzt an die Umwelt abgegeben, obwohl es technisch realisierbar ist, diese Abwärmeleistung über einen Abgaswärmeübertrager für den Absorptionskälteprozess nutzbar zu machen.

Diese Masterarbeit befasst sich sowohl mit den technischen als auch den wirtschaftlichen Aspekten und Problemstellungen, die beachtet werden müssen, wenn die Idee eine Absorptionskältemaschine zur Kühlwassererzeugung für den Rollenoffsetdruckprozess zu nutzen in Detail eruiert wird.

Damit wird Neuland beschritten, da der Rollenoffsetdruckprozess mit variablen Kühlleistungsabnahmen behaftet ist, dessen Dynamik in erster Linie durch den Einsatz von Kompressionskältemaschinen abgefangen werden kann.

Der Absorptionskälteprozess weist ein träges Regelverhalten auf. Aus diesem Grund musste überprüft werden, ob und wie dieses mit dem Lastverhalten des Druckprozesses in Einklang zu bringen ist.



Der Einsatz einer Absorptionskälteerzeugung wurde in Betracht gezogen, da das Einsparpotenzial bei den elektrischen Betriebskosten zu finden ist. Der elektrische Energieverbrauch einer Absorptionskältemaschine beträgt einen Bruchteil dessen, was eine Kompressionskältemaschine benötigt. Die Anschaffungsmehrkosten einer Absorptionskältemaschine gegenüber denen einer Kompressionskältemaschine hingegen, belaufen sich auf ca. 30%.

Das Ergebnis dieser Arbeit lautet, dass eine Implementierung einer Absorptionskältemaschine zur Kühlwassererzeugung für den Rollenoffsetdruckprozess unter technischen Gesichtspunkten realisierbar ist. Dieses Ergebnis wird durch theoretische Betrachtung und empirische Ermittlungen gestützt.

Doch, da Druckmaschinen innerhalb weniger Jahre den wirtschaftlichen Break-even-Point erreicht haben müssen, stellt es sich, in diesem speziellen Fall, in der wirtschaftlichen Betrachtung als derzeit noch nicht realisierbar dar. Erst wenn die Kosten für elektrischen Strom sich verdoppeln würden, wäre die Implementierung unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit durchführbar.

Dipl.-Ing. (FH) Ibrahim Bacanak M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker

Datum des Kolloquiums: 27. November 2008

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Vertiefungsrichtung: Gebäudetechnik
Labor: MSR-Technik und Gebäudeautomation



In der heutigen Zeit gewinnt sowohl in Privathaushalten als auch in Nutzgebäuden (Großkomplexen) die Mensch-Maschine-Schnittstelle (*engl. Human-Machine-Interface, HMI*) an Bedeutung, da die Systeme im Gebäude effizienter genutzt werden können. Nicht nur Komfort oder Sicherheitsaspekte sind Auslöser des Einsatzes von Steuerungssystemen, sondern auch die drastisch ansteigenden Energiekosten tragen bei, dass die Betreiber bzw. Nutzer über intelligente und energiesparende Bussysteme nachdenken. Jedes Bussystem hat ihre Vor- bzw. Nachteile. Nehmen wir als Beispiel die vorgestellten Bussysteme EIB und LON. Die beiden Systeme sind ca. zeitgleich Anfang der 1990er Jahre auf den Markt gebracht worden. EIB wurde eher für Regelungs- und Steuerungsaufgaben für Licht und Jalousie verwendet. LON konzentrierte sich eher auf den Bereich Heizen, Kühlen, Lüften. Dies führte dazu, dass in einem Gebäude mehrere Bussysteme verwendet wurden. Für den Betreiber wird daher das System „Gebäude“ immer unübersichtlicher und komplexer. Von Komfort ist man heute noch weit entfernt, da jedes Bussystem seiner eigenen Systemschulung und entsprechende Werkzeuge bedarf.

Die verschiedenen Systeme bringen auch unterschiedliche Bedieneinheiten in Form von verschiedenen Displays oder PC's mit. Bei einem Störfall kann viel kostbare Zeit verloren gehen, um den Fehler zu erörtern. Durch Rationalisierung und Kostensparen werden heute viele Betrieb- und Instandsetzungstätigkeiten durch weniger Servicepersonal abgedeckt. Die Bedienung und Überwachung der haustechnischen Anlagen werden immer häufiger durch Webcontroller ersetzt. Die Nutzung des Webcontrollers wie z. B. das TAC Xenta 711 mit TCP / IP Protokoll bringt mehrere Vorteile mit sich. Bei Großkomplexen ist es sinnvoll jede Etage oder jeden Bereich mit Webcontrollern auszustatten die unmittelbar mit Ein- und Ausgangsmodulen verbunden ist. Die Vernetzung der Webcontroller kann heutzutage eine standardmäßige Ethernet Netzwerkverkabelung sein, die zumindest in Nutzgebäuden und neuen Privathaushalten ohnehin vorhanden sein dürfte.

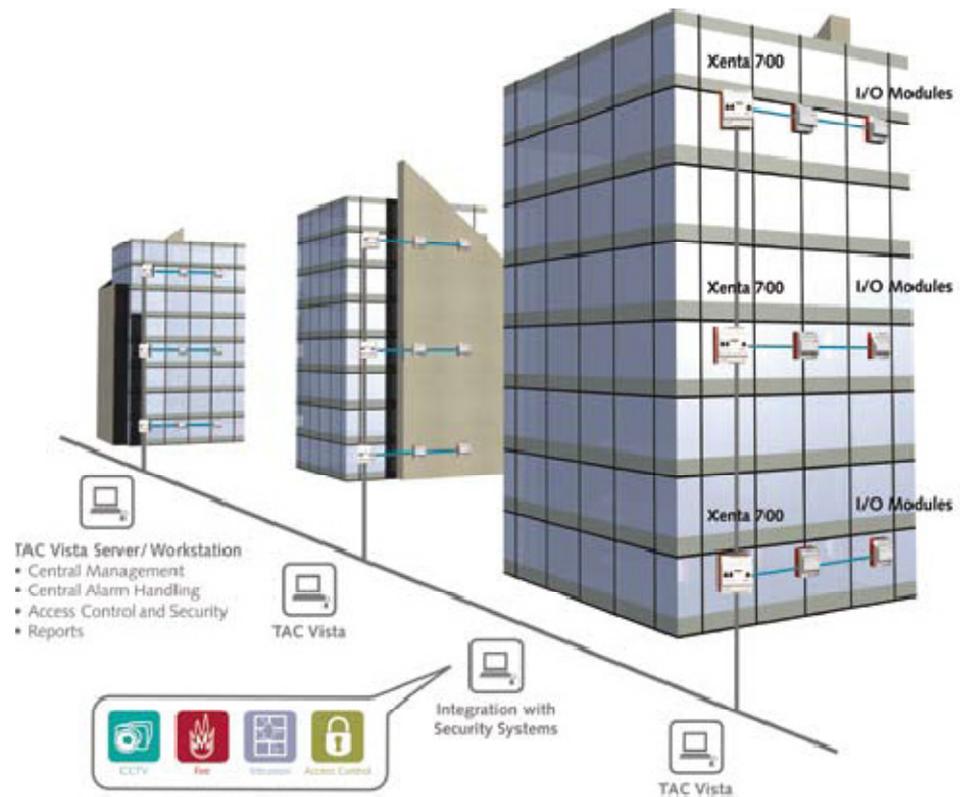


Abbildung 1: Vernetzung von mehreren TAC Webcontrollern

Der Leitrechner für die Gebäudesteuerung ist nicht an einen Platz gebunden. Durch Fernwartung und Ferndiagnose lassen sich haustechnische Anlagen von Ferne steuern und beobachten. Jeder beliebige PC, der im gleichen Netz verbunden ist, hat die Möglichkeit alle Webcontroller zu bedienen. Für Visualisierung und Dokumentation werden immer häufiger Webbrowser-Tools genutzt, die mit geringem Schulungsaufwand die Bedienung der komplexen Technikanlagen ermöglichen.

Das Berufsbild des zukünftigen Hausmeisters (bzw. Facility Managers) ist nicht nur seine Werkzeugkiste mit zu führen sondern auch ein mobiler Rechner, mit dem er überall über das Internet evtl. auch im Urlaub seine Anlagen im Blick hat. Die rapide Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien mit flächendeckend verbreitetem Internet macht dies grundsätzlich möglich.

Nachteil von Webcontrollern ist dass jeder Hersteller ihre eigenen Softwaretools haben, Webseiten zu gestalten. Leider setzen diese Softwaretools eine firmenspezifische Schulung voraus. Wenn man täglich Anlagen mit solchen Webcontroller projiziert und in Betrieb nimmt, lohnt es sich an einer solchen Schulung teilzunehmen. Aber wenn nur selten in einem Gebäude Webcontroller in Betrieb genommen werden ist die aufwendige Systemschulung nicht effizient. Hier bleibt nur der Ausweg, diese Aufgabe an einen geschulten Betrieb abzugeben.

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Behrens

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

Datum des Kolloquiums: 24. November 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Labor: Raumluftechnik



In dieser Ausarbeitung soll nachgewiesen werden ob das zu untersuchende Gebäude, ein Schulgebäude, letztendlich als „Passivhaus“ bezeichnet werden darf.

Um die Bezeichnung Passivhaus tragen zu dürfen muss das Gebäude speziellen Anforderungen gerecht werden. Diese Anforderungen werden vom Passivhaus-Institut, vorgegeben.

Insgesamt müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden:

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Energiekennwert Heizwärme | max. 15 kWh/(m ² a) |
| Drucktestluftwechsel n_{50} | max. 0,6 h ⁻¹ |
| Energiekennwert gesamte Primärenergie | max. 120 kWh/(m ² a) |

Ein Passivhaus ist eine Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses (NEH). Im Vergleich benötigt ein Passivhaus rund 80 % weniger Heizenergie als ein NEH. Um diese Werte erreichen zu können müssen verschiedene Dinge beachtet werden.

Die Ausrichtung der Fensterfront des Gebäudes sollte zum Süden sein, auf eine Verschattungsfreiheit der Fenster ist zu achten. Die Fenster sollten einen U-Wert von 0,80 W/(m²K) nicht überschreiten. Eine Wärmebrückenfreie Außenhülle mit einer durchgehend gleich starken Dämmschicht mit U-Werten unter 0,15 W/(m²K) ist anzustreben. Zudem ist eine hocheffiziente Lüftungsanlage mit hohen Wärmerückgewinnungsgraden zu verwenden.

Werden diese und zusätzliche Anhaltswerte beachtet ist ein angenehmes Wohnklima gewährleistet. Man erhält erhöhten Wohnkomfort bei angenehmen Innentemperaturen. Aufgrund der guten Wärmedämmung sind die Raumboflächen gleichmäßig warm und es treten keine Zugerscheinungen auf. Durch die Lüftungsanlage ist das Öffnen der Fenster und durchlüften überflüssig. Die Lüftungsanlage kann auch mit Pollenfilter ausgestattet werden um Allergikern eine unbelastete Luft zu liefern.

Bei diesem Nichtwohngebäude welches hier behandelt wird, wurde allen Parametern Beachtung geschenkt. Es gibt eine Hauptfensterfront deren Ausrichtung zum Südosten ist. Die Fenster erfüllen ebenfalls die hohen Anforderungen. Die Wand- und Dachstärken betragen um die 50cm so dass wir einen U-Wert kleiner 0,15 W/(m²K) erhalten. Es wurden hocheffiziente Lüftungsgeräte eingebaut mit einem Wärmerückgewinnungsgrad $\eta_{WRG} > 75\%$.

Alle Räume erhalten einen Sensor zur Personenerkennung. Zusätzlich ist in den Klassenräumen ein Lichtsensor vorhanden der die künstliche Beleuchtung, bei einer ausreichenden Beleuchtung durch Tageslicht, ausschaltet. Somit ist gewährleistet dass die Beleuchtung optimal genutzt, und ein verschwenderischer Umgang mit Energie vermieden wird.

Etwas besondere an diesem Schulgebäude ist die Einbindung einer Küche.

Die Küche ist so ausgestattet dass bis zu 120 Mahlzeiten zubereitet werden können. Einige Geräte werden mit Gas betrieben um den Primärenergieverbrauch weiter zu senken.

Der Nachweis des Passivhausstandards wird mit zwei verschiedenen Programmen durchgeführt. Zum einen wird der Nachweis mit dem vom Passivhaus-Institut erstellten Excel-Tool „PHPP 2007“ – Passiv-Haus-Projektierungs-Paket erbracht, und zum anderen mit dem Dynamischen Gebäudesimulationsprogramm „Design Builder“.



Hier ist das Gebäude zu sehen wie es in der dynamischen Gebäudesimulation dargestellt wird. Das Gebäude ist mit einem Teil der Umgebung zu sehen. Gut zu erkennen die Generierung der Schatten.

Das Excel-Tool ist ein statisches Berechnungsprogramm dessen Formeln mit Hilfe von Dynamischen Eichsimulationen validiert wurden.

Das Schulgebäude ist ein dreistöckiges Bauwerk mit einer Grundfläche von 446 m². Die in Nord-West-Richtung zeigende Fläche, ist zudem mit wenig Verglasung ausgestattet. Im Erdgeschoss sind die Küche, der Speiseraum und die WC-Räume untergebracht. Im Obergeschoss sind die Unterrichts- und Lagerräume zu finden.

Die Wärmeversorgung findet nur über die Lüftungsanlagen statt. Auf eine konventionelle Heizung mit Heizflächen wird verzichtet. Für die Be- und Entlüftung sind zwei getrennte Lüftungsanlagen vorgesehen. Eine für den Küchen-Mensa-Bereich die andere für die Unterrichtsräume. Um ein Auskühlen des Gebäudes zu verhindern wird die Anlage außerhalb der Nutzungszeiten im abgesenkten Modus betrieben. Die Absenkttemperatur beträgt 17°C. Fällt die Temperatur nachts, am Wochenende oder in den Ferien unter die Absenkttemperatur wird die Anlage im Umluftbetrieb die Erwärmung einleiten.

Der Luftaustausch mit außen findet nur in der Belegungszeit und in der Vorspülzeit statt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen dass das Gebäude den Passivhausstandard einhält.

Ergebnisse nach PHPP 2007:

Energiekennwert Heizwärme $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Energiekennwert ges. Primärenergie $87 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Der Luftwechsel muss mit einem Drucktest während der Rohbauphase nachgewiesen werden um möglich Mängel ohne größeren Aufwand beheben zu können.

Dipl.-Ing. (FH) Wibke Berg

| | |
|------------------------|--|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Andreas Lindenthal M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 14. April 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |



Ziel dieser Diplomarbeit war es, für einen typischen landwirtschaftlichen Betrieb eine alternative Energieversorgung zu planen.

Es wurde der mögliche Betrieb einer Hofbiogasanlage in Kombination mit dem Einsatz eines Motorheizkraftwerkes (MHKW) untersucht. Für die umfangreichen Berechnungen diente ein beispielhafter Landwirtschaftsbetrieb als Grundlage. Dabei sollten die Wirtschaftlichkeit und die damit zusammenhängende Umsetzbarkeit untersucht werden. Vorrangig wurde auf möglichst geringe Investitionen geachtet und vorhandene Strukturen wurden so weit wie möglich genutzt.

Das Themengebiet der Biogaserzeugung ist sehr komplex und so wurde praxisnah eine typische Anlagenkonfiguration mit den wesentlichen Parametern entwickelt. Die Auslegung der Anlage und ihre ökonomische, sowie ökologische Betrachtung lagen hierbei im Vordergrund. Die anfallende Wärme wurde zum Beheizen eines Stallgebäudes verwendet.

Eine Planung mit dem vorgegebenen MHKW TE 25 zeigte, dass mit einer solchen Biogasanlage Gewinne erwirtschaftet werden können. Groß ist auch der Beitrag zum Umweltschutz. Durch die Verbrennung des Biogases im MHKW lassen sich nicht nur die in Kraftwerken eingesetzten Brennstoffe, sondern auch das Flüssiggas der ehemaligen Wärmeversorgung einsparen. Dasselbe gilt für die Treibhausgase CO_2 und CO . Ihr Ausstoß wird erheblich vermindert und die Bundesregierung ist nicht erst seit dem Umweltschutzgipfel in Kyoto immens hieran interessiert. Der Betrieb von Blockheizkraftwerken ist ein Weg in die richtige Richtung. Die NO_x -Emissionen steigen, allerdings in verhältnismäßig geringem Umfang und sind daher eher vernachlässigbar.

Die bestehenden Potenziale der Biogasgewinnung in der deutschen Landwirtschaft sind beachtlich und energiewirtschaftlich relevant, doch ihre Nutzung erfolgt bisher nur auf einem geringen Niveau. Insbesondere die Nutzung der verfügbaren Wärmeenergie sollte zukünftig weiter vorangetrieben werden, um diese Energieressourcen besser auszunutzen. Die zur Erschließung dieser Potenziale eingesetzte Anlagentechnik hat sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt und es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend fortsetzt. Mittelfristig sind Probleme zu lösen, aber die Gewinnung und Nutzung von Biogas stellt schon jetzt eine marktgängige Technologie dar. Sie ist als eine vielversprechende Option zur Nutzung regenerativer Energien anzusehen, die in den nächsten Jahren verstärkt zu einer nachhaltigen Energiebereitstellung sowie zur Senkung der Emission von Treibhausgasen beitragen kann.

6 „Technische Anforderungen für die Fertigung und den Vertrieb von NH₃-Absorptionskältemaschinen sowie Auslegung und Aufbau einer Demonstrationsanlage“

Dipl.-Ing. (FH) Jens Bergemann

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Carsten Thomas, Schüco International KG

Datum des Kolloquiums: 10. Oktober 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Energieversorgung und Energiewirtschaft



Das Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik in Stuttgart möchte mit seiner Forschung einen Beitrag zur Weiterentwicklung der solaren Kälteerzeugung leisten. In diesem Zusammenhang hat das Institut eine rein luftgekühlte NH₃-Absorptionskältemaschine mit einer Nennkälteleistung von 10 kW entwickelt und in Betrieb genommen. Zielsetzung der Entwicklung war es, Aussagen über die Zuverlässigkeit, Betriebssicherheit und Effizienz der Anlage im realen Betrieb bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen zu ermitteln.

Im Rahmen der vorgelegten Diplomarbeit wurden die technischen Anforderungen für die Fertigungs- und Prüfverfahren und den Vertrieb einer solchen NH₃-Absorptionskältemaschine untersucht.

Speziell wurde der Einsatz in Wohnhäusern und Bürogebäuden hinsichtlich der Vorschriften für die Aufstellung, die Montage und den Betrieb solcher Anlagen geprüft.

Ebenso erfolgte eine Auslegung der peripheren Komponenten bezüglich Kollektorfeld, Rückkühlwerk, Kälteverteilung, Pumpen, Wärmetauscher, Dreiwegeventile und Eisspeicher für den Aufbau einer Demonstrationsanlage im Technologiezentrum von Schüco International KG.

Anhand dieser Anlage wurde die Möglichkeit eines Komplettsystems und eine möglichst einfache Handhabung der Technik erörtert.

Untersuchung der Temperaturentwicklung einer Bauteilaktivierung mit Hilfe eines Gebäudesimulationsprogramms für das Museum für Kunst und Kulturgeschichte in Münster

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bergmann

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Joachim Behrens

Datum des Kolloquiums:

28. April 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluftechnik, Kältetechnik

in Kooperation mit:

Winkels Behrens Pospich - Ingenieure für Haustechnik GmbH

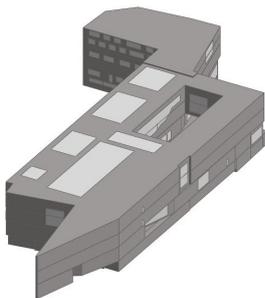


Der Landschaftsverband Westfalen-Lippe (LWL) plant den Um- und Neubau des Westfälischen Landesmuseums für Kunst und Kulturgeschichte in Münster.

An die haustechnische Planung des Museums wurden von den politischen Gremien des LWL hohe Erwartungen gestellt, die das Umsetzen des Bauvorhabens auf alle Möglichkeiten einer energieeffizienten Versorgung des Gebäudes unter Wahrung von funktionalen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten berücksichtigt.

Für die Klimatisierung des Museums werden energiesparende Kühlsysteme wie Betonkernaktivierung, Fußboden- und Wandtemperierung eingesetzt. Damit die klimaempfindlichen Kunstwerke in den Ausstellungsräumen vor plötzlichen Temperatur- und Feuchteschwankungen geschützt werden, wird durch eine Kombination aus stillen und dynamischen Systemen das erforderliche Klima für das Museum sichergestellt.

In dieser Diplomarbeit wird unter Zuhilfenahme des Simulationsprogramms DesignBuilder untersucht, welche max. Raumtemperaturen sich im Sommerfall, bei Aktivierung der Raumumschließungsflächen mit einer vorgegebene Kühlleistung im Computermodell einstellen.



DesignBuilder ist ein thermisch-dynamisches Simulationsprogramm. Durch die manuelle Eingabe eines Modellgebäudes (siehe links) des zu simulierenden Objektes, können zuverlässige Prognosen verschiedener Gebäudeeigenschaften erstellt und schon in der Planung die entsprechenden Maßnahmen berücksichtigt werden.

Für die Berechnung wurden die Büros des Verwaltungsgebäude und die Büros (Blick zum Hinterhof) im Untergeschoss auf die sich einstellenden operativen Temperaturen untersucht. Das Konzept sieht vor, dass das Verwaltungsgebäude vom 1. bis zum 3.Obergeschoss über eine Fußbodenkühlung und im 3.Obergeschoss zusätzlich über eine Betonkernaktivierung im Sommer gekühlt werden. Im Untergeschoss wird lediglich durch eine natürliche Fensterlüftung gekühlt.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist es nicht möglich, mit dem Programm DesignBuilder eine Berechnung am Computermodell durchzuführen, welches eine Aktivierung der Raumumschließungsflächen und das Abführen von Wärmeenergie berücksichtigt.

Damit dennoch eine Ermittlung der operativen Raumtemperatur erfolgen konnte, wurden zwei Berechnungsverfahren angewandt:

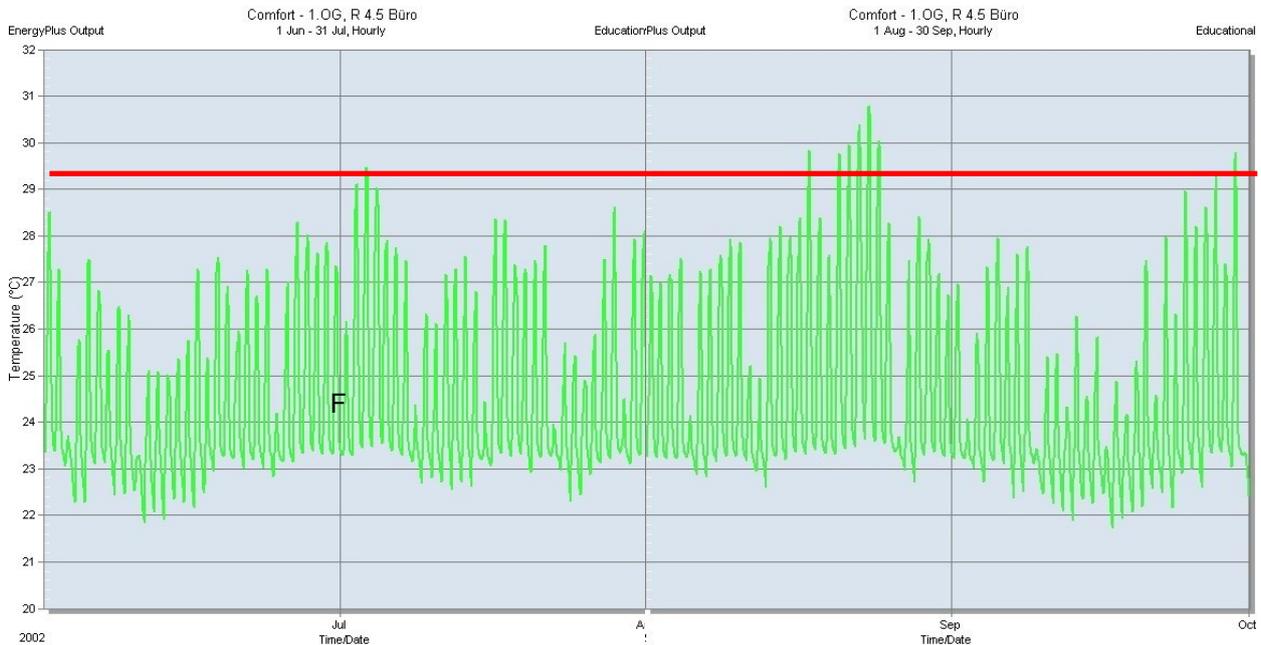
1. Iteration:

Für den heißesten Tag im Sommer (worst case), wurde für jede Raumlufthtemperatur von 20°C bis 30°C eine Kühllastberechnung vorgenommen. Über die Differenz (ΔQ_K) aus der Kühllast (Q_2) und der Kühlleistung (Q_1), stellt sich ein Vorzeichenwechsel ein, worüber dann die theoretischen operativen Temperaturen (ϑ_{op}) festgestellt werden konnten.

| Etage | Raum | ohne Kühlung | | | 30°C Kühlung | | | 29°C Kühlung | | | 28°C Kühlung | | | $q_{spez.}$ | A | Q_1 |
|-------|------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|-------------------|----------------|-------|
| | | Q_2 | ϑ_{op} | ΔQ_K | Q_2 | ϑ_{op} | ΔQ_K | Q_2 | ϑ_{op} | ΔQ_K | Q_2 | ϑ_{op} | ΔQ_K | | | |
| | | kW | °C | kW | kW | °C | kW | kW | °C | kW | kW | °C | kW | W/ m ² | m ² | W |
| 1.OG | R 4.5 Büro | 0,00 | 33,37 | -0,55 | 0,46 | 30,72 | -0,09 | 0,59 | 29,84 | 0,04 | 0,71 | 28,95 | 0,16 | 30,00 | 18,42 | 553 |

2. Simulation:

Bei der Simulationsberechnung wurde dem Programm eine Kühlleistung, die für einen vorgegeben Zeitraum gilt, vorgegeben. Durch Festlegen einer Oberflächentemperatur (= Raumlufthtemperatur von 23°C) konnten die operativen Temperaturverläufe grafisch dargestellt werden.



Für die genauere Betrachtung wurden die Simulationsberechnungen herangezogen. Anhand der grafischen Darstellung konnten die Lastspitzen, bei einer max. Behaglichkeitstemperaturgrenze, festgelegt werden. Sodass das Beispiel im 1.Obergeschoss nach DIN EN 13779 zugelassen werden kann.

Des Weiteren wird in der Diplomarbeit ausführlich auf das Programm DesignBuilder eingegangen, wie z. B. eine Anleitung für das Erstellen eines Computermodells und welcher Unterschied bei einer Berechnung zwischen DesignDay und Simulation (Heiz- bzw. Kühllast- und Simulationsberechnung) besteht.

Hinzu kommt das bei der Simulationsberechnung, aufgrund der Größe des Computermodells, eine Vielzahl an Problemen aufgetreten sind. Diese Probleme werden genannt und mit deren Lösungsansätzen bis zur erfolgreichen Berechnung beschrieben.

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bieler

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Biol. Petra Kauer

Datum des Kolloquiums:

12. Dezember 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

in Kooperation mit:

TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG, Hannover



Ab dem 01.01.2009 tritt das novellierte Erneuerbare Energien Gesetz in Kraft. Dieses verspricht Investoren und Anlagenbetreibern eine sichere Vergütung, mit dem Ziel, den Anteil an erneuerbaren Energien an der Stromproduktion bis 2020 auf 25 bis 30% zu erhöhen und gleichzeitig den Schadstoffausstoß zu vermindern.

Für den Bereich Biomasse – Energieträger aus pflanzlichen und tierischen Bestandteilen – ergeben sich viele Veränderungen.

Im Zuge der Neuerungen ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungsfragen für die Praxis, für die anhand von Beispielen im Rahmen der Diplomarbeit Lösungen aufgezeigt werden.

Ziel ist es hierbei, eine Grundlage für die von dem EEG 2009 geforderten gutachterlichen Aussagen zu schaffen sowie alle damit, im Bereich der Biomasse, aufkommenden Anforderungen zu erläutern und darzustellen.

Durchgeführt wurde die Arbeit im Rahmen einer Beschäftigung bei der TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG am Standort Hannover.

Die Diplomarbeit „Vergleichende Betrachtungen von Fördermöglichkeiten nach dem EEG 2004 und EEG 2009 am Beispiel konkreter Anlagenkonstellationen“ gliedert sich in sechs Schwerpunkte.

Die Schwerpunkte umfassen die konkreten, faktischen Darstellungen der Neuerungen in den Bereichen der Grundvergütung und Boni.

Anschließend wird auf die Sachverhalte, zu denen im EEG 2009 gutachterliche Aussagen gefordert sind, eingegangen. Anhand von Beispielrechnungen werden die Anforderungen an die Gutachten sowie die damit verbundenen Probleme erklärt. Mit den Beispielrechnungen als Basis wurden dann Formblätter entwickelt mit Hilfe derer man ein Gutachten erstellen kann.

Darüber hinaus werden verschiedene Sachverhalte, die im EEG 2009 durch eine nicht eindeutige Formulierung schwer zu erfassen sind, anhand von Fließbildern und Beispielen verdeutlicht.

Im EEG 2009 sind in den Übergangsbestimmungen Festlegungen getroffen, die sich über die im EEG 2009 festgelegten Regelungen setzen um z. B. bereits bestehenden Anlagen die Möglichkeit einer besseren Vergütung zu ermöglichen oder diese davor zu bewahren, den Vergütungsanspruch zu verlieren. Die Übergangsbestimmungen werden in der Arbeit klar formuliert aufgezeigt und erläutert, ohne dabei wie im EEG 2009 überwiegend auf Paragraphen zu verweisen.

Abschließend werden die innovativen Technologien sowie dessen Vor- und Nachteile aufgezeigt.

Mit der Diplomarbeit ist eine Grundlage für gutachterliche Aussagen im Bereich der Biomasse geschaffen worden.

Aufbau einer Versuchsanlage zur Filterspülung mit Luft und Untersuchungen zur optimalen Spülluftverteilung

Dipl.-Ing. (FH) Wilhelm Brickwedde M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

17. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung
Labor:

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



Im Bereich der Schnellfiltration sind im Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik bereits diverse Abschlussarbeiten durchgeführt worden. Die Versuche zur Filtration und Wasserspülung mit den im Technikum befindlichen halbertechnischen Versuchsanlagen zur Schnellfiltration sollten im Rahmen dieser Masterarbeit durch Versuche zur Spülung mit Luft ergänzt werden. Aus diesem Grund befasst sich diese Masterarbeit mit der Auslegung einer neuen Filteranlage und Versuchen zur optimalen Spülluftverteilung (siehe Bild 1).

Die grundlegendsten Unterschiede zu den bestehenden Filtern sind zum einen die Dimension der Säule mit einem Durchmesser von 500 mm, die Anordnung eines Sichtfensters im Polsterraum, um die Vorgänge während der Luftspülung auch unterhalb des Filterbodens beobachten zu können und abschließend zwei 1“-Gewindestutzen im Boden des Polsterraums für die Spülluftzufuhr. Eine Neuerung dieser Anlage ist auch der frequenzgesteuerte Seitenkanalverdichter, mit dem der Filteranlage ein stufenlos regulierbares Spülluftvolumen zugeführt werden kann.

Der zweite Teil der Aufgabenstellung ist die Optimierung der Spülluftverteilung. Die optimale Verteilung der Spülluft ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Hierzu war eine große Anzahl von Versuchen nötig, um gesicherte Erkenntnisse zu erzielen.

Bei den Versuchen mit Düsenböden wurden die Schaftlängen der Düsen variiert, es wurden Versuche mit unterschiedlichen Stüttschichtmaterialien durchgeführt, die Höhe des Überstaus wurde verändert und die Zuführungen der Spülluft wurden bautechnisch variiert. An dieser Stelle seien der „freie Einlauf“ und der Düseneinlauf exemplarisch zu nennen. Diese Einläufe wurden aber im Laufe der Versuche verändert und durch diverse andere Einläufe ersetzt.

Abschließend wurde anstelle des Düsenbodens noch ein düsenloser Boden in Form eines gelaserten Schlitzbodens untersucht.

Die Versuche in Verbindung mit diversen Düsenböden zeigten, dass das Einbringen der Spülluft kurz unterhalb des Filterbodens am sinnvollsten ist, da sich in diesem Bereich während der Spülung mit Luft ein Luftpolster ausbildet und somit die einströmende Luft keine Turbulenzen verursacht, sondern einfach nur das Luftpolster auf konstantem Niveau hält.

Somit kann das Fazit gezogen werden, dass der „freie Einlauf“ im Luftpolster das Optimum hinsichtlich der gleichmäßigen und ruhigen Durchströmung des Düsenbodens sowie der enorm hohen maximalen Spülluftgeschwindigkeit, die erzielt wurde, darstellt.

Bei der Betrachtung der Versuche mit vollständigem Filteraufbau, wie beispielsweise FEL_DB140_K_A¹⁾, kann man beobachten, dass weder die Spülung mit einer Spülluftgeschwindigkeit von 60 m/h als auch die mit 100 m/h das gesamte Filtermaterial fluidisiert. Aus diesem Grund müssten abschließende Versuche mit Schmutzpartikeln noch die Wirksamkeit der Spülung mit Luft bestätigen.

Mit dem Schlitzboden wurde noch kein optimales System zur Spülluftverteilung gefunden. Der Versuchsaufbau DE_SB_A²⁾ deutet jedoch auf ein noch vorhandenes Optimierungspotenzial hin. Hierbei könnten Versuchsreihen mit Schmutzpartikeln hilfreich sein.



Bild 1: 3d-Ansicht des Versuchsfilters

¹⁾„Freier Einlauf“ der Spülluft im Luftpolster, Düsenboden mit Düsen der Schaftlänge 140 mm, 10 cm Stützschticht aus Quarzkies 5,6-8,0 mm und 50 cm Filterschticht aus Anthrazit Typ I ²⁾Düseneinlauf im Polsterraum, Schlitzboden, 50 cm Filterschticht aus Anthrazit Typ I

Dipl.-Ing. (FH) Christin Bucker

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

Datum des Kolloquiums: 05. Dezember 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Labor: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Um die Entsorgungskosten für die in Abwasserreinigungsanlagen anfallenden Reststoffe möglichst gering zu halten, findet vorab deren Entwässerung während der Schlammbehandlung statt. Einen wichtigen Prozessschritt der Schlammbehandlung stellt danach die Schlammstabilisierung dar. Das vorrangig angewandte Verfahren unter den verschiedenen Stabilisierungsverfahren ist dabei in der Europäischen Union die anaerobe Stabilisierung.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Gewinnung des energiereichen Faulgases, welches in Blockheizkraftwerken verstromt werden kann. Dennoch führen die prozessbedingten langen Aufenthaltszeiten des Schlammes zu großen Faulbehältervolumina, so dass die anaerobe Schlammbehandlung ca. 30 % der Investitionskosten einer Abwasserreinigungsanlage ausmacht. Weiter müssen 90 % der von der Abwasserreinigungsanlage benötigten Wärmeenergie für die Erhaltung der Prozesstemperatur im Faulbehälter bereitgestellt werden. Aus diesem Grund ist eine Intensivierung des Faulprozesses anzustreben, um sowohl einen energiewirtschaftlichen als auch verfahrenstechnisch optimalen Betrieb zu erreichen.

Zu den wesentlichen Voraussetzungen für eine gute Schlammfäulung zählt die effektive Durchmischung des Faulbehälterinhaltes. Zusätzlich ist die Wahl einer geeigneten Temperatur aus wirtschaftlicher Sicht von entscheidender Bedeutung.

Auf einer Klärschlammbehandlungsanlage des Ruhrverbandes werden in Zukunft Co-Substrate verarbeitet, um den Energiegewinn zu steigern. Allerdings sind im Jahr 2007 starke Schwankungen des organischen Abbaugrades aufgefallen, die aus einer nicht ausreichenden Durchmischung resultieren könnten.

Vor dem Hintergrund einer möglichst effektiven Ausnutzung der Co-Substrate und des kommunalen Schlammes ist in dieser Arbeit die Leistungsfähigkeit der Umwälzeinrichtungen auf der Klärschlammbehandlungsanlage mit Hilfe eines Tracerversuches überprüft worden. Außerdem sollte in einem Ausfäulversuch die Faulraumtemperatur ermittelt werden, bei der am meisten Energie für eine weitergehende Nutzung zur Verfügung steht.

Die Messergebnisse des Tracerversuches sind in Abbildung 1 dargestellt. Zu sehen sind die gemessenen Tracerkonzentrationen in Abhängigkeit von der Zeit. Zum Vergleich stellt die Abbildung ebenfalls die ideale Ablaufkurve eines vollständig durchmischten Reaktors dar.

Die gewonnenen Ergebnisse weisen daraufhin, dass der untersuchte Faulbehälter 23% Totraumzone und 20% Kurzschlussströmung besitzt. Damit der Anteil an Kurzschlussströmung in Zukunft geringer ausfällt, wurde empfohlen, die bis zum jetzigen Zeitpunkt bestehende einstufige Fäulung in eine zwei-stufige Fäulung umzuwandeln. Der Totraumanteil von 23% könnte durch eine Erhöhung der Durchmischungseffektivität behoben werden.

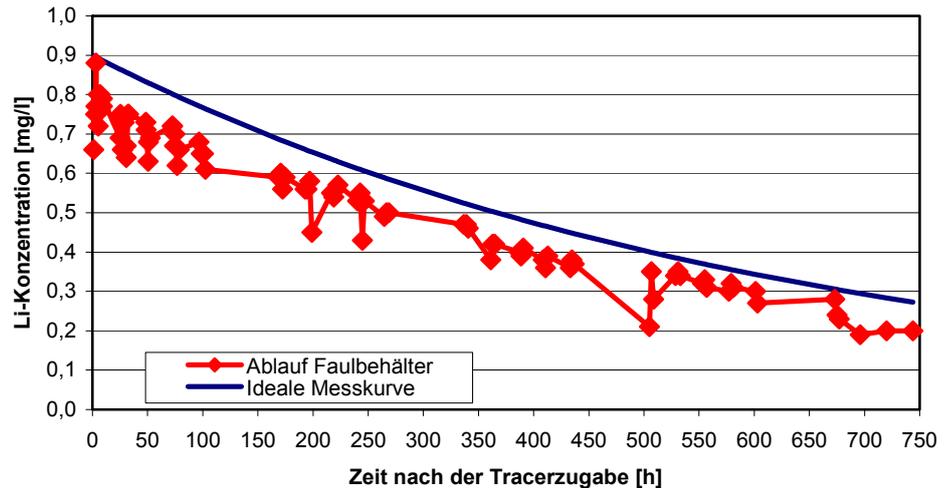


Abbildung 1: Gemessene Tracerkonzentration am Ablauf des Faulbehälters in Abhängigkeit von der Zeit

Um die Faulraumtemperatur zu ermitteln, bei der am meisten Energie für eine weitergehende Nutzung zu Verfügung steht, ist Schlamm von einer Abwasserreinigungsanlage bei Temperaturen von 32°C, 37°C und 40°C ausgefäult worden. Da der Energiegehalt des entstandenen Gases in den unterschiedlichen Temperaturstufen ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, ist die Zusammensetzung des Faulgases überprüft worden.

Die Ergebnisse des Ausfäulversuches sind in Abbildung 2 dargestellt.

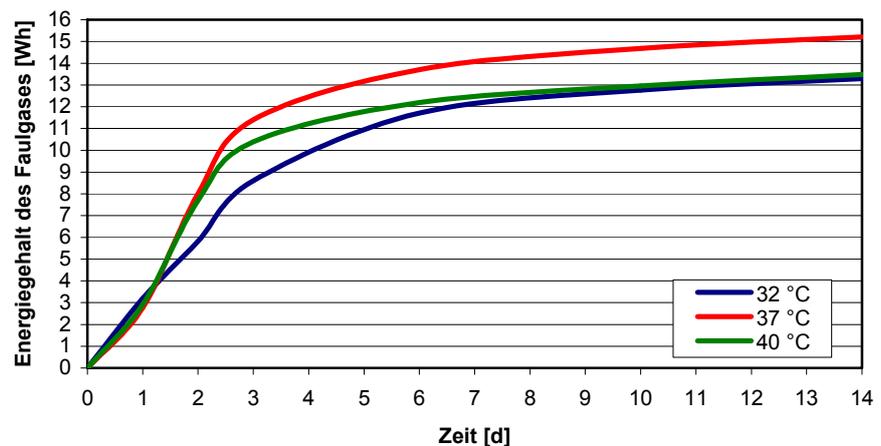


Abbildung 2: Energiegehalt des Faulgases in unterschiedlichen Temperaturbereichen in Abhängigkeit von der Zeit

Zu erkennen ist, dass bei einer Temperatur von 37°C der Energiegehalt des Faulgases größer ist als bei den Temperaturen 40°C und 32°C. Berücksichtigt werden muss allerdings, dass für die Anhebung der Temperatur auf 37°C oder sogar 40°C bedeutend mehr Energie erforderlich ist als für 32°C. Weiter ist es fragwürdig, ob der in Batch-Versuchen ablaufende Versuch auf eine Biozönose in einem Durchlaufreaktor übertragbar ist.

Abschließend wird empfohlen, die Faulraumtemperatur an dem auf der Abwasserreinigungsanlage bestehenden Wärmeangebot auszurichten. Das bedeutet im Fall eines großen Wärmeüberschusses kann die Temperatur im Faulbehälter bis zu 42°C angehoben werden. Bei hohen Verweilzeiten des Schlammes im Faulbehälter sind auch Temperaturen von unter 30°C denkbar.

Versuche zur Minderung von Geruchsemissionen aus aktiven Flächenquellen bei Kläranlagen

Dipl.-Ing. (FH) Frank Buß

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums: 21. August 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
Labor: Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

in Kooperation mit Zech Ingenieurgesellschaft mbH, Lingen / Stadt Lingen, Stadtentwässerung



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde untersucht, ob und wie die Möglichkeit der Anordnung eines Biofilters auf aktiven Flächenquellen bei Kläranlagen (Belebungsbecken, Sand- und Fettfang) vorgenommen werden kann.

In Zusammenarbeit mit der Zech Ingenieurgesellschaft mbH und der Kläranlage Lingen wurden Versuche durchgeführt, um eine Geruchsminderung zu ermitteln. Die Zech Ingenieurgesellschaft mbH stellte dabei die Räumlichkeiten und Probenahmegeräte zur geruchstechnischen Untersuchung, sowie Fahrzeuge und Literatur zur Verfügung. Die Versuche wurden auf dem Gelände der Kläranlage Lingen vorbereitet und durchgeführt. Desweiteren konnten die Abwasseranalysen in ihrem Labor untersucht werden.

Nach Fertigen der zehn Versuchsbehälter und Auswahl der drei Versuchsmaterialien, begann der erste Versuchsabschnitt im Belebungsbecken (siehe Bild 1). Zu den drei ausgewählten Filtermaterialien gehörten ein gebrochener Blähton, Schaumstoffmatten und Kokosfasermatten. Von jedem dieser Materialien wurden drei verschiedene Schichtdicken beprobt und somit neun Behälter mit einem zu beprobenden Biofiltermaterial (Reingas) versehen, wobei der zehnte Behälter als Nullprobe (Rohgas) bzw. Vergleichsprobe für die anderen Materialien diente.

Die zehn Versuchsbehälter wurden in den Bereich der Nitrifikation (belüfteter Bereich) direkt über die Wasseroberfläche gehängt. Nach einer Einarbeitungszeit von rund drei Wochen erfolgte die erste Probenahme mit anschließender olfaktometrischen Auswertung. In den drei darauffolgenden Wochen wurden alle Behälter jeweils einmal beprobt.

Nach Absprache mit der Zech Ingenieurgesellschaft mbH und dem Leiter der Kläranlage, erfolgte der zweite Versuchsabschnitt im Sand- und Fettfang (siehe Bild 2) der Kläranlage Lingen, da die Geruchsstoffkonzentrationen im Belebungsbecken zu gering für auswertbare Ergebnisse waren. Weiter lagen die Mittelwerte der Geruchsstoffkonzentration von z. B. der Nullprobe im Vertrauensbereich (zwischen der Unter- und Obergrenze) der Konzentration der Reingasproben.

Zunächst wurde nur ein Behälter zur Probe in den Sand- und Fettfang gesetzt. Später folgte die Verlegung der anderen neun Versuchsbehälter. Nach einer zweiwöchigen Standzeit (Bildung der Biologie) begann die erste Probenahme. Nach neun Wochen waren alle Behälter dreimal olfaktometrisch untersucht.

An jedem Messtag wurde eine Abwasserprobe entnommen, im Labor der Kläranlage auf verschiedene Parameter untersucht und der Druckverlust des Filtermaterials gemessen. Weiter fand ein Vergleich der Geruchsstoffkonzentration mit den Abwasserparametern, der Abwassermenge der Großeinleiter und dem täglichen Zulauf der Kläranlage statt. Es wurde die

Verteilung der Geruchstoffkonzentration im Zu- und Ablauf des Sand- und Fettfangs dargestellt und die mikroskopischen Untersuchungen des Filtermaterials erläutert.

Das Ergebnis der Diplomarbeit zeigt, dass die Anordnung eines Biofilters direkt über einer aktiven Geruchsquelle möglich ist. Eine optimale, stabile Geruchselimination konnte allerdings noch nicht erreicht werden. Ursache hierfür könnte ein noch nicht vollständig ausgebildeter Biofilm sein. Dennoch wurde im Einzelfall eine Eliminationsrate von bis zu 80 % erreicht. Ein Zusammenhang zwischen der Geruchsstoffkonzentration den Abwasserinhaltsstoffe, des täglichen Zulaufs und der eingeleiteten Abwassermenge der Großeinleiter der Kläranlage Lingen konnte jedoch nicht festgestellt werden.



Bild 1: Versuchsbehälter im Belebungsbecken



Bild 2: Versuchsbehälter im Sand- und Fettfang

Darstellen von Optimierungsmaßnahmen an bestehenden RLT-Anlagen mit Hilfe von Simulationssoftware

Dipl.-Ing. (FH) Baha Canpolat

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Dirk Niemeier
 Datum des Kolloquiums: 06. Februar 2009
 Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Raumlufttechnik



Das Ziel der Diplomarbeit bestand darin, dem Anlagenbetreiber eines größeren Seminarzentrums Möglichkeiten aufzuzeigen den Energieverbrauch seiner insgesamt zwölf zentralen raumlufttechnischen Anlage zu senken. Hierzu sind verschiedene Maßnahmen zur Energieeinsparung diskutiert worden, um ein konkretes Angebot auszuarbeiten.

Da die RLT-Anlagen 10-14 Jahre alt sind, lag der Fokus der Energie einsparenden Maßnahmen auf einzelnen Bauteilen der Anlage. Diese Bauteile erreichen auf absehbare Zeit ihre maximale Standzeit und somit werden Verschleißerscheinungen und Reparaturaufwand wahrscheinlicher.

Zur Orientierung für die Einschätzung der Standzeit diente die VDI 2067, welche eine rechnerische Nutzungsdauer für einzelne Bauteile von RLT-Anlagen festlegt. Zu bedenken ist jedoch, dass die rechnerische Nutzungsdauer einen Richtwert darstellt und die tatsächliche Nutzungsdauer in der Praxis meist höher ist.

Ein Ansatz zur Anlagenoptimierung ist eine Überprüfung von Anlagenbetriebsdaten gewesen. Dazu sind Messungen durchgeführt worden, um charakteristische Werte wie Volumenstrom, Temperaturverlauf und Differenzdruck in den RLT-Anlagen zu erfassen. Eine Gegenüberstellung von Sollwerten und Messwerten ergab erste Ansätze, Maßnahmen zur Energieeinsparung zu erarbeiten.

Unter Zuhilfenahme von einer Simulationssoftware für RLT-Anlagen ist eine realitätsnahe Erfassung der bestehenden RLT-Anlagen vorgenommen worden. Nachdem diese Simulation anhand einer statischen Berechnung validiert wurde, sind verschiedene Varianten mit möglichen Optimierungsmaßnahmen dargestellt worden. Hierfür war die Ermittlung des aktuellen „Stand der Technik“ unabdingbar, welche Grundlage zu den Verbesserungsvorschlägen war. Im Anschluss an eine differenzierte Analyse der Anlage wurden Konzepte zur Energieeinsparung erarbeitet und diskutiert. Die konkreten Einsparungspotenziale der jeweiligen Maßnahmen wurden mit Hilfe der vorgenannten Simulationssoftware kalkuliert, um danach ein konkretes Konzept zur Umsetzung vorschlagen zu können.

Schließlich ergaben sich eine Reihe sinnvoller Maßnahmen, zu denen beispielsweise die Modernisierung der Regelungstechnik in den RLT-Zentralen gehört. Diese Maßnahme kann zur Verringerung der Betriebskosten eingesetzt werden, da zum einen die Anlagenbetriebszeiten verkürzt werden können und zum anderem ein variabler Volumenstrom in Verbindung mit Luftqualitätsfühlern in den Räumen zu einer Verringerung des geförderten Volumenstromes eingesetzt werden kann.

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Decking

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert
Dipl.-Ing. Norbert Heger

Datum des Kolloquiums:

12. August 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
MSR-Technik und Gebäudeautomation



Das Ziel dieser Diplomarbeit ist, eine energieeffiziente Volumenstromregelung zu projektieren und zu programmieren. In der heutigen Zeit, in der die Energiepreise weiter steigen, ist das Einsparen von Energie immer notwendiger. Ab dem Jahr 2009 ist der Energieausweis für Nichtwohngebäude Pflicht. In dem Ausweis ist der Energiebedarf des Gebäudes pro Quadratmeter abzulesen. Aufgrund der Volumenstromregelung wird das Gebäude in die Effizienzklasse A oder B der DIN EN 15232 einsortiert. Diese bescheinigt einen niedrigen Energieverbrauch.

Die Volumenstromregelung zur Energieeinsparung wird am Beispiel der Rheinhallen in Köln ausgeführt. Mit verschiedenen Bussystemen, wie MP-Bus oder LON, kann die Regelung realisiert werden. Ein wesentlicher Punkt, der bei diesem Projekt für die LonWorks-Technologie spricht ist, dass keine unterschiedlichen Bussysteme in dem Gebäudekomplex zu finden sind. Das bereits installierte Bussystem LON kann genutzt werden. Im Gegensatz zum MP-Bus sind keine Grenzen hinsichtlich der Gruppengröße gesetzt. Dadurch ist das System bei Erweiterungen flexibel. Außerdem muss das Personal, welches später für den Betrieb verantwortlich ist, auf nur einem Bussystem geschult werden. Aber auch die Flexibilität beim Einsatz unterschiedlicher Produkte verschiedenster Hersteller ist ein wesentlicher Vorteil. Es wird daher deutlich, wie flexibel die LonWorks-Technologie ist und somit ist der Einsatz bei diesem Projekt fast unumgänglich.

Bei der energieeffizienten Volumenstromregelung kommt es darauf an, dass die Klappenantriebe ihren aktuellen Öffnungswinkel dem Netzwerk zur Verfügung stellen. Die Regelung ist so zu programmieren, dass die Ventilatoren erst angesteuert werden, wenn die Klappen einen bestimmten Öffnungswinkel überschreiten. Dabei soll sich die Drehzahl der Lüftungsanlage immer an der größten Anforderung orientieren, um die Volumenstromregler im optimalen Bereich zu betreiben.

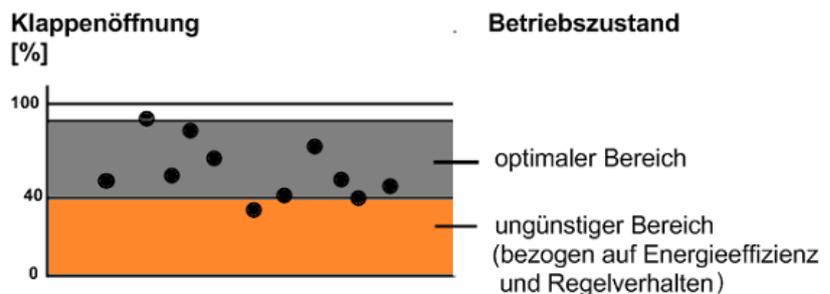


Abb.1: Betriebszustand einer Volumenstromklappe

Der an den Klappen aufgebaute Druck geht nun nicht mehr unnötig verloren. Da die Drehzahl der Ventilatoren mit der dritten Potenz in die Leistungsaufnahme eingeht, ist es wesentlich günstiger, wenn die Klappen möglichst weit geöffnet sind. Durch diese Volumenstromregelung können zwischen 20% und 50% des Energieverbrauches der Lüftungsanlagen eingespart werden. Somit verringern sich die Betriebskosten der Lüftungsanlage. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass störende Strömungsgeräusche, die durch die Querschnittsverengung an den Volumenstromklappen entstehen, entfallen.

Das Programm für die Regelung wird mit dem Anwendungsprogramm TAC Menta erstellt. Die Programme in der Menta werden durch Funktionsblockdiagramme (FBD) dargestellt, die aus einzelnen Funktionsblöcken (FB) bestehen. Die Funktionsblöcke haben zwei grundlegende Elemente: die Verarbeitung ankommender Signale und die Weiterleitung von Daten.

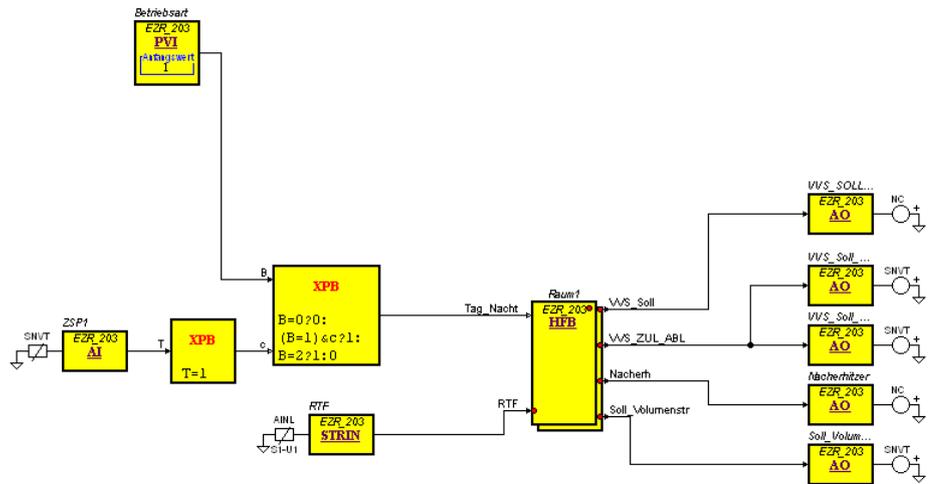


Abb.2: Funktionsblockdiagramm

B.Eng. (FH) Jan Dewert

Erstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
Dipl.-Ing. Christoph Wortmann

Datum des Kolloquiums:

07. Juli 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

in Kooperation mit:

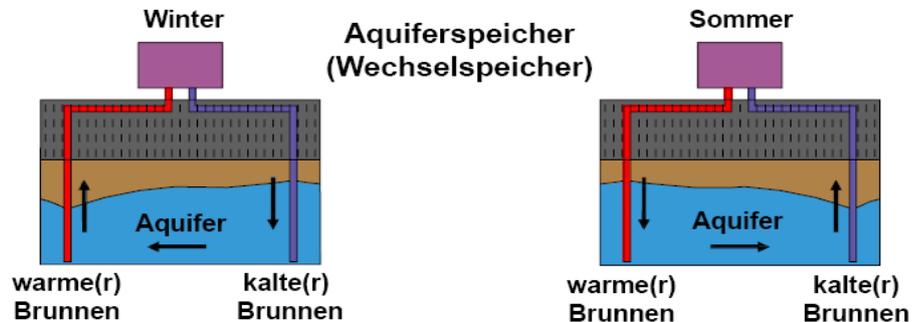
WESSLING, Beratende Ingenieure GmbH



Aufgrund der steigenden Energiepreise und CO₂-Emissionen werden derzeit viele Energiesparmaßnahmen getroffen. Eine Maßnahme ist die saisonale Wärmespeicherung (Langzeitspeicherung), zu der auch die Aquifer-Wärmespeicherung (Wärmespeicherung im Grundwasserleiter) gehört. Im Rahmen der durchgeführten Arbeit wurde die Aquifer-Wärmespeicherung beschrieben und auf einen Standort bezogen.

Die Langzeitspeicher stellen ein sinnvolles Konzept dar, um Energie zu sparen. Sie ermöglichen eine Nutzung der sommerlichen Wärme im Winter für Heizzwecke und der winterlichen Kälte im Sommer zur Kühlung.

Die Aquifer-Wärmespeicherung erfolgt in so genannten Wechselspeichern. Im Sommer wird dem Aquifer durch eine sogenannte „kalte Bohrung“ Grundwasser entnommen, über einen Wärmeübertrager erwärmt und anschließend über die sogenannte „warme Bohrung“ wieder in den Untergrund zur saisonalen Speicherung eingeleitet. Die Entladung, auch Ausspeicherung genannt, erfolgt im Winter durch eine Umkehrung der Durchströmungsrichtung.



Die Aquifer-Wärmespeicherung stellt aber relativ hohe Anforderungen an den Standort. Der Standort muss eine geeignete Hydrogeologie aufweisen, es dürfen keine negativen Umwelteinflüsse erfolgen, die Energieversorgung muss gedeckt sein und es bedarf einer wasserrechtlichen Genehmigung.

Der in dieser Arbeit betrachtete Standort weist eine geeignete Hydrogeologie auf und die Energieversorgung wurde mit Hilfe einer solar unterstützten Nahwärmeversorgung vordimensioniert, so dass ca. 55% des jährlichen Wärmebedarfs über die Solaranlage gedeckt werden. Die 55% werden etwa zu gleichen Teilen durch die direkte Nutzung der Solarwärme und durch den Speicher erreicht. Die Umwelteinflüsse und die wasserrechtliche Genehmigung müssten im Rahmen einer weiteren Untersuchung erschlossen werden.

Dipl.-Ing. (FH) Guido Dreising

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

21. November 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

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

in Kooperation mit:

Dr. Wessling Laboratorien GmbH Umweltanalytik, Altenberge



Ziel der Diplomarbeit war es, ein Messverfahren zu entwickeln, mit dem die Biogausausbeute bestimmt werden kann. Darüber hinaus wird nach der Entwicklung, durch Zugabe bestimmter Spurenelemente, der Gärprozess biologisch optimiert, um so einen höheren Biogasertrag zu erwirtschaften.

In der Annahme, dass bestimmte Spurenelemente einen Mehrgasertrag erzeugen würden, wurde eine Gärversuchsanlage im Labormaßstab entwickelt und angefertigt, um Untersuchungen zur Gärprozessoptimierung durchzuführen. Die entwickelte Gärversuchsanlage besteht im Wesentlichen aus zwei Becken. In einem 2,0 m · 0,4 m · 0,2 m großen V2a-Edelstahlbecken befinden sich die Gärgefäße mit den Gärproben. Diese Gärproben in 1.000 ml Laborflaschen, werden über das, im Becken befindliche, Silikonöl temperiert. Das durch Mikroorganismen anaerob gewonnene Biogas wird anschließend in die umfunktionierten Messzylinder gefasst und dort quantitativ abgelesen. Die 450 mm langen Messzylinder befinden sich in einem zweiten V2a-Edelstahlbecken mit einer Größe von 1,7 m · 0,2 m · 0,2 m. Als Sperrflüssigkeit dient ein mit Salzsäure angesäuertes Wasser zur Entgasung von Kohlendioxid, da die Biogaszusammensetzung qualitativ zu einem späteren Zeitpunkt über Gaschromatografie ausgewertet wird.



Links: Umfunktionierte Messzylinder zur Biogassfassung im V2a-Edelstahl-Becken Rechts: Gärgefäße (PE-Weitglasflaschen und Laborflaschen) als Reaktionsraum für die Vergärung im temperiertem Silikonöl, teilweise eingetaucht.

Der Mehrgasertrag ist definiert als die Differenz zwischen Probe mit Spurenelement und der Probe ohne Spurenelement (Blindwert). Für die Gärversuche wurden drei verschiedene Gärproben unterschiedlicher Anlagenherkunft untersucht. Nach einem Auswahlkriterium wurden drei Anlagen aufgrund ihrer niedrigen Spurenelementkonzentrationen und der schlechten Anlagenleistung ausgewählt. Grundlage für diese Auswahl ist die vor der Diplomarbeit durchgeführte Ausschreibung „Aktion Spurenelemente“. Dadurch konnten die Biogasanlagen über eine statistische Erhebung ermittelt werden. Zusätzlich wurde neben den drei Ansetzversuchen auch ein Dosierungsversuch angesetzt, um die Einflüsse der Spurenelemente auf die Biogasentwicklung zu beobachten.

| Spurenelement | Gesamtbiogausbeute | Mehrgasertrag | Relativer Mehrgasertrag |
|---------------|--------------------|---------------|-------------------------|
| | [ml] | [ml] | [%] |
| Nickel | 3.210 | 313 | 110,8 |
| Kobalt | 3.728 | 831 | 142,6 |
| Zink | 3.220 | 323 | 111,1 |
| Molybdän | 2.937 | 40 | 101,4 |
| Selen | 3.110 | 213 | 107,4 |
| Eisen | 3.167 | 270 | 109,3 |
| Kupfer | 3.330 | 433 | 115,0 |
| Mischung | 3.583 | 686 | 123,7 |
| Blindwert | 2.897 | 0 | 100,0 |

Relative Mehrgaserträge nach Zugabe der Spurenelemente am Versuchsende des zweiten Ansetzversuchs

Die Auswertung des zweiten und dritten Ansetzversuchs ergab einen positiven Mehrgasertrag. Vereinzelt ergab sich auch bei den Einzelproben ein Mehrgasertrag von 24 % bei der Mischung im zweiten Ansatz und 8 % bei Kupfer im dritten Ansatz. Weiterhin wurde herausgefunden, dass Kupfer, Kobalt, Nickel und Zink den größten Einfluss auf das Gärsubstrat zeigen. Alle restlichen Elemente bewirken zwar ebenfalls eine positive Restgasausbeute, wirken aber in geringerem Umfang hinsichtlich des Mehrgasertrages.

Zum Dosierungsansatz wurde ermittelt, dass die richtige Spurenelementkonzentration ebenfalls Einfluss auf den Maximalertrag haben kann. So wurde gemessen, dass Konzentrationen, die nahe an der Sollkonzentration liegen, den höchsten Gasertrag entwickeln können. Überversorgungen, Spurenelementkonzentrationen die über der Sollkonzentration liegen, führen nur bedingt zur Hemmung. Genauere Untersuchungen werden hierfür nach Abschluss der Diplomarbeit fortgeführt.

Untersuchungen zur Überarbeitung des Testverfahrens zum Nachweis von eingedrungenem Regenwasser in Solarkollektoren nach EN 12975-2:2006

Dipl.-Ing. (FH) Florian Dubisch

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums:

17. Oktober 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

in Kooperation mit:

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg



Die Solarthermie bietet eine gute Möglichkeit die Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten zu mindern und den Anteil Regenerativer Energien an der Wärmebereitstellung weiter zu erhöhen.

Für eine erfolgreiche und nachhaltige Kommerzialisierung muss die Haltbarkeit der Komponenten einer thermischen Solaranlage gewährleistet sein. Besonders der Kollektor, das Herzstück einer Solaranlage, muss auch nach bis zu 25 Jahren noch verlässlich Wärme liefern, um die Lebenszykluskosten möglichst gering zu halten.

Der Alterungsprozess eines Kollektors wird vor allem durch Feuchtigkeit im Kollektor beschleunigt. Durch Feuchtigkeit hervorgerufene Korrosion am Absorber führt unmittelbar zu Leistungseinbußen. Folglich muss sichergestellt werden, dass thermische Solarkollektoren ein Eindringen von Regenwasser verhindern.

Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg betreibt ein akkreditiertes Prüfzentrum für thermische Solarkollektoren (PZTS). Das PZTS prüft die Kollektoren hinsichtlich Dauerhaftigkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Wärmeleistung nach den normativen Vorgaben.

Die Prüfnorm DIN EN 12975-1,2:2006 beinhaltet u. a. Anforderungen bezüglich des Eindringens von Regenwasser in Kollektoren und beschreibt drei verschiedene Prüfverfahren, mit denen eingedrungenes Regenwasser nachgewiesen werden kann.

Erfahrungen haben gezeigt, dass zwei der Prüfverfahren, das Wiegeverfahren und das Kondensationsgrad-Verfahren, schlecht reproduzierbare Ergebnisse liefern.

Ziel der Diplomarbeit war es, das Messverfahren zur Bestimmung der Feuchte in Kollektoren als Nachweis von eingedrungenem Regenwasser zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Prüfstand um die erforderliche Messtechnik und notwendigen hydraulischen Komponenten erweitert. Anschließend wurden verschiedene experimentelle Untersuchungen durchgeführt.

Durch die Auswertung der gewonnenen Messdaten konnte beispielsweise der Einfluss von Dämmstoffen auf die Feuchtigkeitsmessung nachgewiesen werden. Durch ihre Fähigkeit den in der Luft enthaltenen Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben, beeinflussen die in den Kollektoren befindlichen Dämmstoffe die Feuchtigkeitsmessung innerhalb der Kollektoren.

Bezüglich der anstehenden Novellierung der EN 12975-1,2:2006 geben die Ergebnisse der Diplomarbeit diverse Empfehlungen hinsichtlich der Erweiterung und Änderung der normativen Anforderungen für die Berechnungsprüfung.

B.Eng. (FH) Justus Engelen

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Stefan Bölte

Datum des Kolloquiums: 31. Oktober 2008

Studiengang: Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Labor: Biologie- und Verfahrenstechnik



Sickerwasserrohrleitungen sind ein Bestandteil des Basisentwässerungssystems einer Deponie und realisieren neben der Erfassung die zügige Ableitung des Sickerwassers.

Die Notwendigkeit einer Sanierung begründet sich durch den baulichen Zustand der Leitungen. Dieser wird durch auflastbedingte Beanspruchungen, die aus den Verfüllhöhen einer Deponie resultieren, negativ beeinflusst. Dieses kann unter Umständen eine Behinderung der gesetzlich vorgeschriebenen Spülung und Kamerabefahrung zur Folge haben. Darüber hinaus kann durch einen auftretenden Sickerwasseraufstau die Standsicherheit des Deponiekörpers gefährdet werden. Häufig beobachtete Schäden sind Querschnittverformungen, horizontale und vertikale Lageabweichungen sowie Rissbildung und damit verbundene Leitungseinbrüche. Als maßgebliche Ursachen sind neben einer unzureichenden Dimensionierung, in Bezug auf die entstandenen Überdeckungshöhen, eine nach heutigem Stand der Technik ungeeignete Werkstoffwahl sowie mangelhaft ausgeführte Rohraufleger zu nennen.

Durch die vorgestellten Varianten grabenloser Verfahrenstechniken aus den Bereichen Reparatur, Renovierung und Erneuerung (Tabelle 1), wird die Sanierung einer Vielzahl auftretender Leitungsschäden in Abhängigkeit verfahrensspezifischer Besonderheiten ermöglicht. Im Gegensatz zu einer offenen Bauweise wird der Aushub von Abfall auf ein Minimum reduziert.

Tabelle 1 Sanierungsverfahren

| Reparaturverfahren (partielle Schäden) | Renovierungsverfahren (Auskleidungsverfahren) | Erneuerungsverfahren (Substanzerneuerung) |
|--|--|---|
| Roboterverfahren Kurz-Inliner Manschetten | Rohrstrangrelining Close-Fit-Verfahren Schlauchlining Wickelrohrverfahren | Berstverfahren |

Die Auswahl eines geeigneten Verfahrens wird hierbei nicht ausschließlich durch das Schadensbild, sondern zusätzlich von der Zugänglichkeit, dem Durchmesser und der teils enormen Länge der Leitung beeinflusst. Zudem spielt die Ausführung der Leitung eine große Rolle, da es sich im Deponiebereich teils um gelochte bzw. geschlitze Drainagerohre handelt. Die Sanierung kann in diesem Fall ausschließlich durch das Rohrstrangrelining oder das Berstverfahren realisiert werden.

Letzteres stellt das am häufigsten eingesetzte Verfahren dar. Hierbei wird die Altröhre durch einen Aufweitungskörper zerstört und in die umgebende Leitungszone verdrängt. Im gleichen Arbeitsschritt wird das am Aufweitungskörper befestigte Neurohr eingezogen. Der Vortrieb wird durch ein Zugseil oder Zuggestänge (statische Verfahrensvariante) und zusätzlich durch eine hydraulisch betriebene Berstramme (dynamische Verfahrensvariante) erzielt. Darüber hinaus ist eine Kombination beider Techniken möglich, wodurch größere Sanierungslängen erreicht werden können. Der Sanierungserfolg des Berstverfahrens ist maßgeblich von der Leitungsumgebung abhängig. Die im Deponiebereich - im Gegensatz zum kommunalen Abwasserbereich - zum Teil hoch verdichtete Leitungszone birgt dabei unterschiedliche Risiken. Neben der Gefahr des Steckenbleibens des Berstzuges, was mit enormen Bergungskosten verbunden ist, sind Beschädigungen des Neurohres durch den Einzug nicht auszuschließen. Der Einsatz von PE 100 Röhren aus bimodalen Formmassen, die, zusätzlich zu einer hohen Spannungsrisssbeständigkeit, eine hohe Festigkeit aufweisen, ist somit bei einer Sanierung mittels des Berstverfahrens unbedingt anzustreben.

Der zweite Teil der Ausarbeitung stellt die Auswahl geeigneter Verfahren unter Berücksichtigung der Machbarkeit sowie der Notwendigkeit einer Sanierung unterschiedlicher Schadensbilder an einem Deponiestandort in Nordrhein-Westfalen dar. Während im Bereich einer Querschnittverformung/Lageabweichung (Abbildung 1, links) die Notwendigkeit einer Sanierung aufgrund der eingetretenen Stagnation in Bezug auf die Entwicklung des Schadens nicht erkannt werden konnte, wurde die Beseitigung einer mineralischen Ablagerung (Abbildung 1, rechts) durch den Einsatz einer hydraulisch betriebenen Schlagbohrfräse geplant. Außerdem wurde dem Deponiebetreiber die Sanierung einer partiellen Rissbildung innerhalb einer Steinzeugleitung durch die Einbringung einer Edelstahlmanschette vorgeschlagen.



Abbildung 1 Querschnittverformung und Ablagerung in einem Sickerwasserrohr

Aufgrund der deponiebedingt erschwerten Bedingungen - im Wesentlichen sind hier die Haltungslängen sowie deren Zugänglichkeit zu nennen - bedürfen Sickerwasserrohrsanierungen in jedem Fall einer Einzelfallbetrachtung. Trotz der Minimierung der Aushubmengen, im Gegensatz zu einer offenen Bauweise, spielen beim Einsatz grabenloser Verfahren zudem der Arbeits- und Emissionsschutz sowie die Erstellung von Baugruben eine große Rolle bei den entstehenden Kosten. Zudem ist bei der Auswahl der Maschinenteknik der EX-Schutz zu berücksichtigen. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist somit unumgänglich.

Darüber hinaus müssen grabenlose Sanierungsverfahren und speziell das Berstverfahren grundsätzlich als nachträgliche Maßnahme gesehen werden. Gerade im Deponiebereich können keine definierten Verhältnisse in Bezug auf die Bettung und statische Tragfähigkeit des Neurohres erzielt werden, wie es durch die offene Bauweise möglich ist.

Dipl.-Ing. (FH) Parwiz Faqiri

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Georg Schumacher

Datum des Kolloquiums:

04. November 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Chemie- und Werkstofftechnik



The appliance of composite materials dates back to the ancient times when the combination of materials to form a new material system with improved material properties was employed. For example, the ancient Israelite worker under the slavery of the Pharaohs compounded chopped straw in bricks as a means of enhancing their structural integrity. The technique of Laminated Metal Composites (LMCs) was well known by the ancient Japanese Samurais and applied by using laminated metals in forging their swords to create a blade which had a unique hard and highly razor sharp cutting edge with an inner core which is resilient and able to absorb shocks in a way which reduces the possibility of the blade breaking or bending when used in combat. Another more recent invention, which strongly influenced our architecture construction, was made in 1848 by a French gardener named Joseph Monier who placed steel rebars in cement to make a material well known as reinforced concrete.

With the introduction of the fibreglass polymer matrix during World War II by the United Kingdom a modern era began and the metallic structured material like steel, aluminum alloy and titanium began to get increasing competition by fibre reinforced composites.

The fabrication of the lamination build-up of Fibre-Reinforced-Plastic (FRP) pipes Type B with Polypropylene (PP) and Polyvinyl Chloride (PVC) liner according to DIN 16964 can be achieved in two different types of lamination methods. The first option is to reinforce the lamination with Fabric Tape. The second option is to reinforce the lamination with Unidirectional (UDI) and Roving.



The aim of this thesis is to analyse the mechanical properties of Unsaturated-Polyester-Fibreglass (UP-GF) Type B according to DIN 16964 "Pipes of glass fibre reinforced polyester resins; wound; general quality requirements and test methods".

The Type B pipe consists of an inliner made from a thermoplast Polyvinyl Chloride (PVC) or Polypropylene (PP) for highly hazardous medium application and FRP surfacing for outer protection and mechanical strength enhancement.

The material properties of FRP pipes depend strongly on the manufacturing process such as glass-ratio content, fibreglass alignment and lamination build up. In order to analyse the mechanical properties and to calculate the state of stresses in the lamination build-ups, a short time burst pressure test is conducted in an burst experimental set-up as shown in figure below.

The quality and quantity of the glass content in ashing tests are determined. All raw materials such as woven glass fabrics reaction resins and reactants are tested for quality. The two lamination methods are evaluated in reflection of economic efficiency and the Break-Even-Point are calculated.



Dipl.-Ing. (FH) Raul Farwig

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

Datum des Kolloquiums: 14. Mai 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Kommunal und Umwelttechnik
 Labor: Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Die Arabische Republik Syrien liegt im Nahen / Mittleren Osten und grenzt im Norden an die Türkei, im Osten an den Irak, im Süden an Israel und Jordanien und im Westen an den Libanon und das Mittelmeer. Die Hauptstadt von Syrien ist Damaskus. Das Projektgebiet Diabiah ist südlich von Damaskus gelegen und Teil des "Damascus Rif Governorate". Die Diplomarbeit ist eine Ergänzung der Projektstudie, in dessen Rahmen bereits für einige Randstädte südlich von Damaskus eine Wasserversorgung und Abwasserentsorgung geplant wurde. Die Aufgabenstellung umfasste die Planung eines kommunalen Wasserversorgungssystems für den Außenbezirk Diabiah, mit dem eine verlässliche Versorgung bis zum Jahr 2025 gesichert werden kann.

Vor dem Planungsbeginn galt es, die Fakten über die vor Ort gegebene Situation und die lokalen geografischen sowie physikalischen Bedingungen zusammenzutragen.

Sowohl die geologischen und topografischen als auch die klimatischen, hydrologischen sowie hydrogeologischen Konditionen im Projektgebiet waren für die Ausarbeitung der Diplomarbeit von zentraler Bedeutung. Vor allem die menschlichen Ressourcen und die dichte Besiedelung des Projektgebietes von 750 EW/ha hatten entscheidende Auswirkungen auf die Planung, da eine langfristige flächendeckende Versorgung der stark wachsenden Bevölkerung in Diabiah (prognostiziertes Wachstum bis 2025 etwa 46,2 %) durch das vorhandene Versorgungssystem nicht realisiert werden kann.

Im Allgemeinen ist das vorhandene Wassersystem in dem Projektgebiet Diabiah, in dem die Wasserversorgung aufgrund der Trockenheit und des geringen Niederschlags nur durch Grundwasser geschehen kann, im Bezug auf Produktion, Wasserqualität, Wasseraufbereitung, Speicherung und Verteilung in einem desolaten Zustand.

Anstatt durch einzelne in der Stadt verteilte und ungeschützte Brunnen soll zur Versorgung des Systems künftig ein ausgelagertes Brunnenfeld dienen, da nur so eine ausreichende Absicherung der Versorgung durch Schutzzonen sowie eine kontinuierliche Wasserentnahme gewährleistet werden können.

In diesem Brunnenfeld wird das geförderte Grundwasser durch Sammelleitungen über Gravitation zu einem zentralen Wasserreservoir geleitet, von dem aus es zur Aufbereitungsanlage gepumpt wird, bevor es in das Versorgungsnetz gespeist wird (Abbildung 1).

Die folgenden zwei Vorgehensweisen empfahlen sich als sinnvoll:

- Option 1:
“Gestaltung eines eigenständigen zentralen Förder- und Aufbereitungssystems für Diabiah“
- Option 2:
“Örtliche Trennung von Förderung und Aufbereitung unter Einbeziehung und Ausbau des parallel geplanten Systems nördlich von Diabiah“

Vor allem, da Diabiah in dem aktuell für den Norden des Projektgebietes geplanten System keine Berücksichtigung gefunden hat, und da es darüber hinaus auch in dem Final Design nicht berücksichtigt werden wird, obwohl es die gleichen Ansprüche an die Wasserversorgung stellt, überwogen die Argumente für ein Versorgungssystem mit eigenständiger zentraler Aufbereitung. Darum wurde Option 1 als Grundlage für die Ausgestaltung des Wasserversorgungs- und Aufbereitungssystems gewählt.

Bei dem Vergleich der unterschiedlichen möglichen Wasseraufbereitungsprozesse wurden die hohen Nitrat- bzw. Ammoniumkonzentrationen, die hohe Wasserhärte, die Salzkonzentration und vereinzelte fäkale Verschmutzungen sowie Trübungen des Wassers berücksichtigt. Dabei haben sich fünf Verfahren als geeignet herausgestellt. Ein weiterer Vergleich hat letztlich zwei Verfahren als am besten geeignet ausgewiesen. Die dann durchgeführte detaillierte Bewertung dieser beiden Verfahren hinsichtlich der für das Projekt wichtigen Kriterien und Rahmenbedingungen hat ergeben, dass die Umkehrosmose in Kombination mit einem Gasaustauschverfahren das vorteilhafteste Verfahren ist.

Durch den mit dieser Diplomarbeit ausgearbeiteten Entwurf kann die Wasserversorgung für Diabiah mit einer erwarteten Bevölkerungszahl von 80.385 EW im Jahr 2025 und darüber hinaus realisiert und gesichert werden.

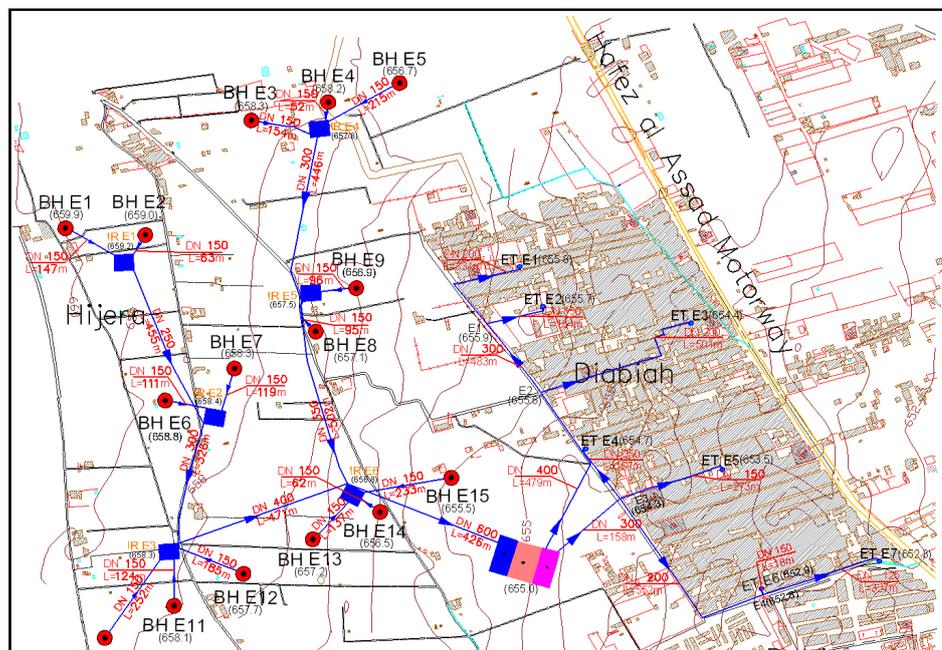


Abbildung 2: Projektgebiet Diabiah mit neuem Wasserversorgungssystem Option 1

Freie Konvektion an der Platte - Messtechnische Untersuchung der Freien Konvektion an einer elektrisch beheizten Kupferplatte in verschiedenen Positionen

Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz Robert Stupperich
 Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums: 08. Oktober 2008

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



In der *Heizungstechnik*, der *Klimatechnik* und in der gesamten *Thermischen Verfahrenstechnik* muss der Wärmeübergang zwischen Festkörpern und Fluiden berechnet werden. Man unterteilt den konvektiven Wärmeübergang in *Erzwungene* und *Freie Konvektion*. *Freie Konvektion* wird durch Dichteunterschiede im Fluid verursacht. Die zur Berechnung des Wärmeübergangs notwendigen Wärmeübergangskoeffizienten können in einfachen Fällen numerisch berechnet, müssen aber meistens experimentell ermittelt werden.

Ziel dieser Arbeit war die Messung des Wärmeübergangs bei freier Konvektion zwischen Luft und einer ebenen Platte in verschiedenen Positionen. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit lag in der Recherche von Formeln und Versuchsergebnissen aus der Literatur. Alle Ergebnisse sollten zudem verglichen werden mit einer von *Stupperich* entwickelten allgemeinen Formel für den Wärmeübergang für *Freie* und *Erzwungene Konvektion* (ohne Phasenwechsel).

Da die Messergebnisse in der Literatur im Allgemeinen nur in grafischer Vorliegen, mussten sie zur weiteren Verarbeitung zunächst digitalisiert werden, um sie dann jeweils auf eine einheitliche charakteristische Länge umzurechnen und schließlich zusammen mit den eigenen Ergebnissen vergleichbar darstellen zu können.

Um den Wärmeübergang an der Platte messtechnisch zu ermitteln, wurden elektrische Heizstäbe in eine Kupferplatte eingebaut. Zur Messung der Temperatur wurden zuvor sorgfältig kalibrierte Thermoelemente ebenfalls in die Platte eingelassen. Um den Wärmeübergang durch Strahlung von der Plattenoberfläche an die Umgebung stark zu verringern, war die Kupferplatte verchromt. Der Rest der Strahlungsleistung wurde mit aus der Literatur entnommenen Emissionsgraden berücksichtigt.

Die rechteckige Platte wurde zum Ersten mit der langen Seite, zum Zweiten mit der kurzen Seite senkrecht aufgehängt und zum Dritten waagrecht in eine gedämmte Kiste flächenbündig eingelegt. Damit konnte der Wärmeübergang nicht nur für die senkrechte Platte mit zwei verschiedenen Überströmlängen sondern auch der Wärmeübergang von der horizontalen Platte mit Wärmestrom nach oben gemessen werden. Für den dritten Fall waren allerdings Vormessungen erforderlich, um die Wärmeverluste durch die kastenförmige Unterlage zu erfassen.

Natürgemäß ist es schwierig, auf Grund der zahlreichen Einflussgrößen bei der Messung von Wärmeübergangskoeffizienten gerade bei *Freier Konvektion* eine hohe Genauigkeit zu erzielen. Die eigenen Ergebnisse des Wärmeübergangs von der Platte an Luft sind zusammen mit denen anderer Autoren in Bild 1 für horizontale und in Bild 2 für vertikale Flächen dargestellt. Im Vergleich zu den mit der neuen allgemeinen Formel berechneten Werten ergaben die eigenen Messwerte lediglich eine mittlere relative Abweichung von nur 5,5 % und fügen sich damit – wie aus den Bildern ersichtlich – sehr gut in die Werte aus der Literatur ein.

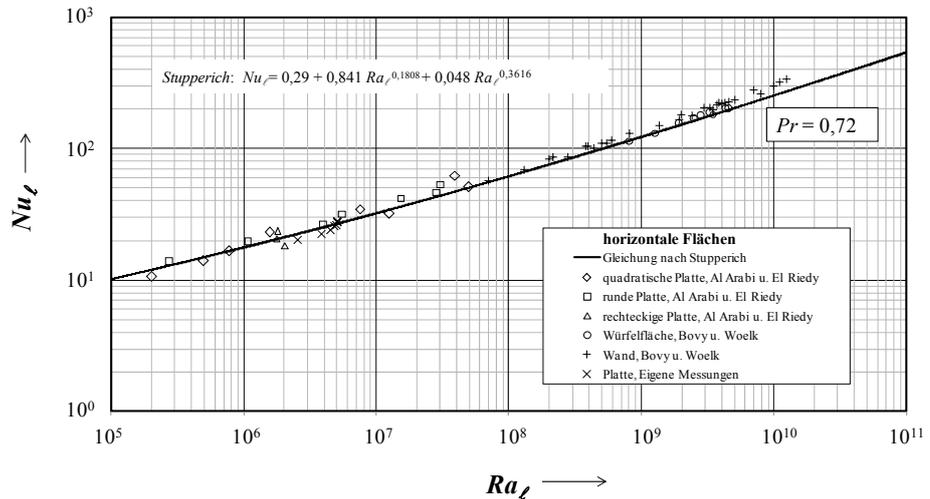


Bild 1: Nusseltzahl als Funktion der Rayleighzahl, gesammelte Messwerte vertikale Flächen

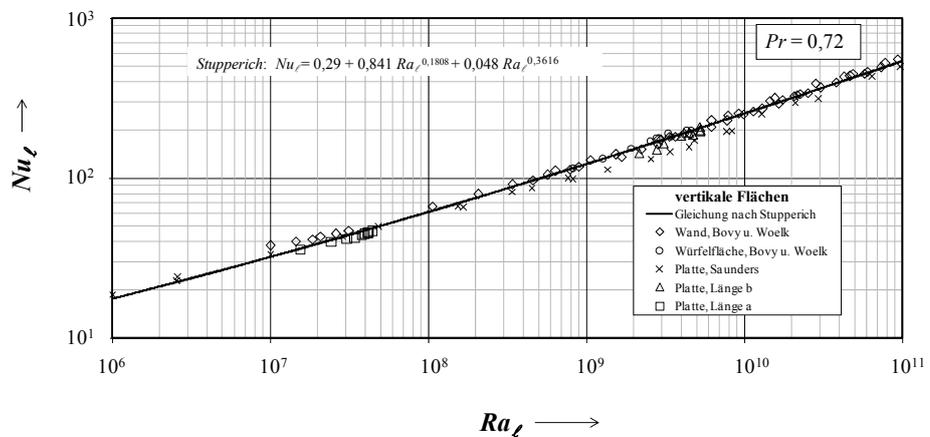


Bild 2: Nusseltzahl als Funktion der Rayleighzahl, gesammelte Messwerte horizontale Flächen

$$\text{Nusseltzahl} \quad Nu_\ell \equiv \frac{\alpha \ell}{\lambda}$$

$$\text{Rayleighzahl} \quad Ra_\ell \equiv \frac{g \ell^3}{\nu_G^2} \frac{|\rho_F - \rho_W|}{\rho_G} Pr$$

$$\text{Prandtlzahl} \quad Pr \equiv \frac{\eta c_p}{\lambda}$$

Entwicklung eines technischen und wirtschaftlichen Konzeptes für ein Heizkraftwerk auf Biomassebasis in Lüdinghausen

Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Flüthmann

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

Datum des Kolloquiums: 25. September 2008

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Vertiefungsrichtung: Energietechnik
Labor: Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Aufgrund der in den letzten Jahren beständig steigenden Energiepreise und der seit eineinhalb Jahren anhaltenden Diskussion zum globalen Klimawandel wird verstärkt nach Alternativen zur Energieerzeugung gesucht. Stark im Fokus steht dabei die Gewinnung von regenerativen Energien aus Biomasse. So erlebte Deutschland einen regelrechten Boom bei der Errichtung von Biogasanlagen.

Aber die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen wie Mais, Getreide und Gülle ist nicht die einzige Möglichkeit der Energieerzeugung. Ein weiterer stark wachsender Bereich ist die Erzeugung von Energie aus Holz; eigentlich eine der ältesten Energiegewinnungsarten der Menschheit. Besonders der private und klein-gewerbliche Sektor hat hier für eine Blüte in Form von Holzpellets- oder Holz hackschnitzelheizungen gesorgt. In der Holz verarbeitenden Industrie ist die Nutzung der eigenen Produktionsabfälle mittlerweile nahezu selbstverständlich.

Ebenfalls stark angestiegen ist der Anbau von Energiepflanzen zur Produktion von Pflanzenöl, Biodiesel und Bioethanol. In diesen drei Bereichen wird auch verstärkt Forschung betrieben, um die Effizienz zu steigern, sei es durch bessere Anlagentechnik oder durch Züchtung hochwertigerer Energiepflanzen.

Ein potenzieller Brennstoff fristet in Deutschland allerdings ein Schattendasein: Stroh. Vorbild kann in diesem Bereich Dänemark sein, wo seit nunmehr 30 Jahren intensiv Stroh zur Energieerzeugung genutzt wird.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Konzeptes für die Errichtung eines Heizkraftwerkes, das mit Stroh und Holz befeuert werden soll. Standort der Anlage soll die Stadt Lüdinghausen in Nordrhein-Westfalen sein. Lüdinghausen liegt im südlichen Münsterland, einer Landschaft die stark land- und forstwirtschaftlich geprägt ist. Die grundsätzliche Versorgung mit Rohstoffen stellt daher kein Problem dar.

Als Einzugsgebiet für die Rohstoffversorgung ist ein Bereich von 25 km Radius um Lüdinghausen festgesetzt worden. Das regionale Potenzial und dessen Zusammensetzung und Herkunft ist dargestellt worden und ergibt eine Größenordnung von ca. 22,8 MW Feuerungswärmeleistung. Hierfür liegt eine jährliche Betriebsdauer von 7.500 Stunden zugrunde. Das entspricht einer Auslastung von ca. 85 %. Die Rohstoffverteilung liegt dabei bei ca. einem Drittel Holz und zwei Drittel Stroh, bezogen auf den Energiegehalt.

Danach sind kurz die vorhandenen Energiebedarfe der örtlichen Industrie- und Gewerbebetriebe aufgezeigt und die damit einhergehenden Möglichkeiten erläutert worden. In direkter Nachbarschaft zum potenziellen Standort liegt eine der größten Brennereien für die Rohbrandtweinherstellung in Deutschland, die einen hohen und gleichmäßigen Wärmebedarf hat. In kurzer Entfernung befindet sich zudem eine Niederlassung eines namhaften deutschen Herstellers von Fertigsuppen und Fertiggerichten.

Im nächsten Schritt sind die rechtlichen Anforderungen vorgestellt worden. Wesentliches Instrument ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz mit seinen nachgeordneten Verordnungen, vor allem die 4. BImSchV, und Verwaltungsvorschriften (TA Luft).

Bei der Vorstellung der verschiedenen technischen Konzepte ist deutlich geworden, dass eine Vorschubfeuerung oder eine Wirbelschichtfeuerung besonders geeignet ist, da sie eine große Brennstoffbandbreite erlauben und somit speziell auch für den Einsatz von Stroh als Brennstoff geeignet sind.

Allerdings ist nicht gelungen ist, ein konkretes Angebot für das vorgestellte Projekt zu bekommen. Die Schwierigkeit hierbei scheint die Kombination der beiden Brennstoffe in Verbindung mit der Anlagengröße zu sein.

Die Anlagenbauer von Holzheizkraftwerken haben große Probleme und Befürchtungen bezüglich des Einsatzes von Stroh. Aber die, vor allem im Ausland, zahlreich und seit langen Jahren vorhandenen Strohfeuerungen zeigen, dass die kritischen Punkte wie Ascheerweichung und hohe Stickstoff-, Chlor- und Alkaligehalte handhabbar sind. Die Anlagenbauer für Strohfeuerungen haben wiederum Probleme mit der Größe der Anlage.

Das zweite Problem ist die geringe Auskunftsfreudigkeit mit Hinblick auf ein, aus Sicht der Anlagenbauer, noch sehr unsicheres Projekt, angefragt von einem Studenten. Hier sollte aber der nächste Schritt ansetzen. Das Projekt muss „offizieller“ präsentiert werden, so dass ein fundiertes Interesse mit konkreten (Bau-)Absichten ersichtlich ist.

Wie die Darstellung der Energiebedarfe der örtlichen Industrie- und Gewerbebetriebe gezeigt hat, gibt es zwei potenzielle Hauptkunden, die jeweils sehr spezielle Anforderungen an die bereitgestellte Wärmeenergie haben. Hier gilt es nun, evtl. in Zusammenarbeit mit einem Anlagenbauer oder -betreiber, konkrete Modelle zur Deckung des Energiebedarfs zu entwickeln, da dieser mit einem einfachen Nahwärmesystem nicht erfüllt werden kann. Aus diesen Modellen ergeben sich dann auch die Standortfrage und die Anschlussmöglichkeiten für weitere Kunden über Nahwärme.

Abschließend hat eine Wirtschaftlichkeitsberechnung gezeigt, dass das Projekt auch ökonomisch interessant ist. Die Beurteilung ist mittels der Kapitalwertmethode durchgeführt worden und ergab einen Wert von ca. 3,73 Mio.€. Stellt man die Gleichung um und bestimmt den Kalkulationszinsfuß so erreicht man einen sehr attraktiven Wert von 7,6%.

Dipl.-Ing. (FH) Elmar Frenken

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Prof. Dr.-Ing. Stephan Schirz

Datum des Kolloquiums:

23. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik

in Kooperation mit:

Geberit International AG, Rapperswil-Jona CH



Das Badezimmer dient in der heutigen Zeit nicht nur der Körperpflege, sondern hat sich vielmehr zu einem Wellnessbereich gewandelt.

Moderne Badezimmer sprechen die Sinne an. Neben visueller Harmonie ist vor allem das Geruchsempfinden ein wesentlicher Aspekt des Wohlfühlens. Unangenehme Gerüche sind daher unerwünscht.

Geberit konnte die Wirksamkeit geruchsneutralisierenden Maßnahmen bis jetzt nur durch zeitintensive Probandenbefragungen in Feldversuchen prüfen. Die Ergebnisse solcher Befragungen sind sehr subjektiv und lassen meist keine klaren Aussagen zur Effizienz eines geruchsneutralisierenden Verfahrens zu.

Bereits heute bietet Geberit verschiedene Lösungen zur Geruchsbeseitigung im Sanitärbereich an.



Abb. 1: Dusch-WC Balena 8000 mit integrierter Geruchsabsaugung



Abb. 2: UP-Spülkasten UP320 mit Anschluss für externe Lüftung

Ziel dieser Diplomarbeit war es, die notwendigen Grundlagen zum Thema Geruch zu erfassen und zu dokumentieren.

Außerdem sollten konkrete Verfahren zum Thema Geruchsmessung vorgestellt sowie eine Empfehlung ausgesprochen werden. Des Weiteren sollte eine theoretische Konzipierung eines Geruchsmessstandes erarbeitet und ein dazu erforderlicher Messprozess verfasst werden.

Die Geruchswahrnehmung des Menschen kann nicht durch einen Messprozess mit technischen Komponenten nachgebildet werden, da das Geruchsempfinden eine individuelle Interpretationsleistung des Gehirns ist.

Dies hat zur Folge, dass die dynamische Olfaktometrie nach wie vor das einzige Verfahren darstellt, mit dem Geruchsmessungen mittels trainierter Probanden möglich sind.

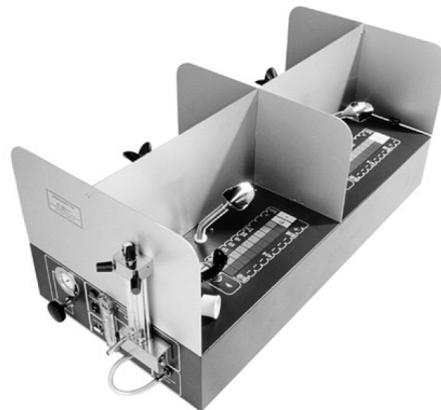


Abb. 3: Olfaktometer T07-SIH der Firma Mannebeck, für den zeitgleichen Einsatz von vier Probanden

Ergebnis dieser Diplomarbeit ist das Konzept eines Messstandes, dessen Grundkonzept auf nebeneinander angeordneten Messkabinen beruht.

Im Verlauf einer simulierten Toilettennutzung wird ein Geruchsstoff in den Prüfling eingebracht und Geruchsproben mittels dynamischer Olfaktometrie ausgewertet.

Die mit dem Messstand erzielten Aussagen können durch Geberit zur Produktverbesserung genutzt werden. Ebenso können Vergleichsmessungen mit Wettbewerbsprodukten erfolgen. Die so erzielten Ergebnisse sollten jedoch ausschließlich intern publiziert werden, da der Geruchsstoff, der Versuchsablauf und der Messstand keiner normierten Vorgabe unterliegen.

Dipl.-Ing. (FH) Jens Funcke

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Prof. Dr.-Ing. Hans-Hermann Boiting

Datum des Kolloquiums:

15. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluftechnik

in Kooperation mit:

BOSCH Thermotechnik, Worcester



The present research report addresses a water noise problem, especially water bound shock waves caused by a Stirling engine. This stirling engine is integrated into a micro cogeneration (μ -CHP) unit for domestic applications. The term μ -CHP stands for combined heat and power in the small unit sector ($<5 \text{ kW}_{el}$).

During operation the whole stirling engine vibrates with 50 Hz and an amplitude of 1 mm. This causes water bound shock waves which travel through the whole piping system. Potentially a noise is created in the radiators. To launch this unit in the market it has to achieve a noise level similar to a standard boiler. At this stage of development the engine vibration is not preventable, for this reason a damper is required.

Presented and analysed are different damper assemblies which could solve the challenge of the water bound shock waves. The main difficulty of this posed problem is the low frequency of 50 Hz where very few analysis or indication point exist.

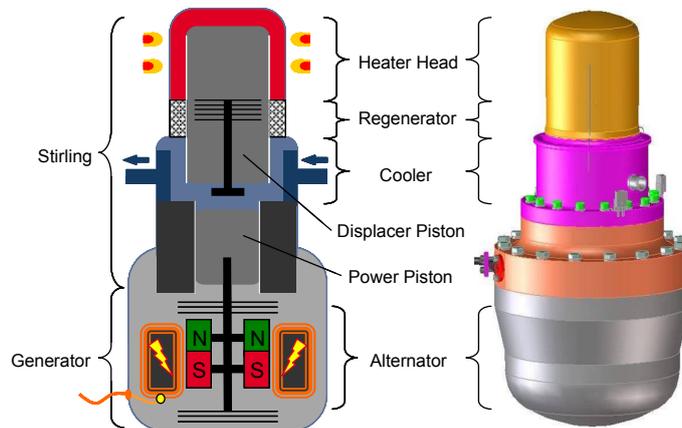


Figure 1: Stirling engine, technology in detail

The undamped engine vibrations create an overall noise level in the water of approximately 165 dB. A background measurement without pumps and Stirling engine running was around 106 dB.

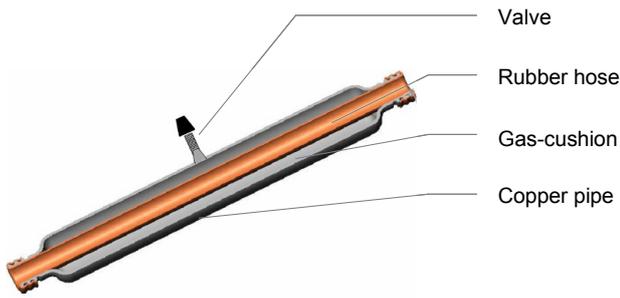


Figure 2: Rubber pipe damper depressurised



Figure 3: Rubber pipe damper 150 mm

The developed damper assembly has to fulfil requirements for noise attenuation, compactness, lifetime and low manufacturing costs. Furthermore the damper has to work at different system pressures and temperatures.

The suggested rubber pipe damper, against other solutions like baffles and mini expansion vessels, meets the best demands in noise attenuation. It accomplished a decrease of the water noise level in real installation of approximately 35 dB in consideration of the system influences. Without these system effects a maximum attenuation of 54 dB is possible. The rubber pipe damper is an easy structured assembly, which absorbs the water bound shock waves via the spring-mass effect. The water in the rubber hose creates a mass. The associated spring is created by the air-cushion pressure, as well as the stiffness of the rubber hose. The sound particle velocity caused by a water bound shock wave is reduced by the change in cross section of the rubber hose.

Numerous measurements were made to get an insight of the damper characteristics and the reactions of the variable system pressure.

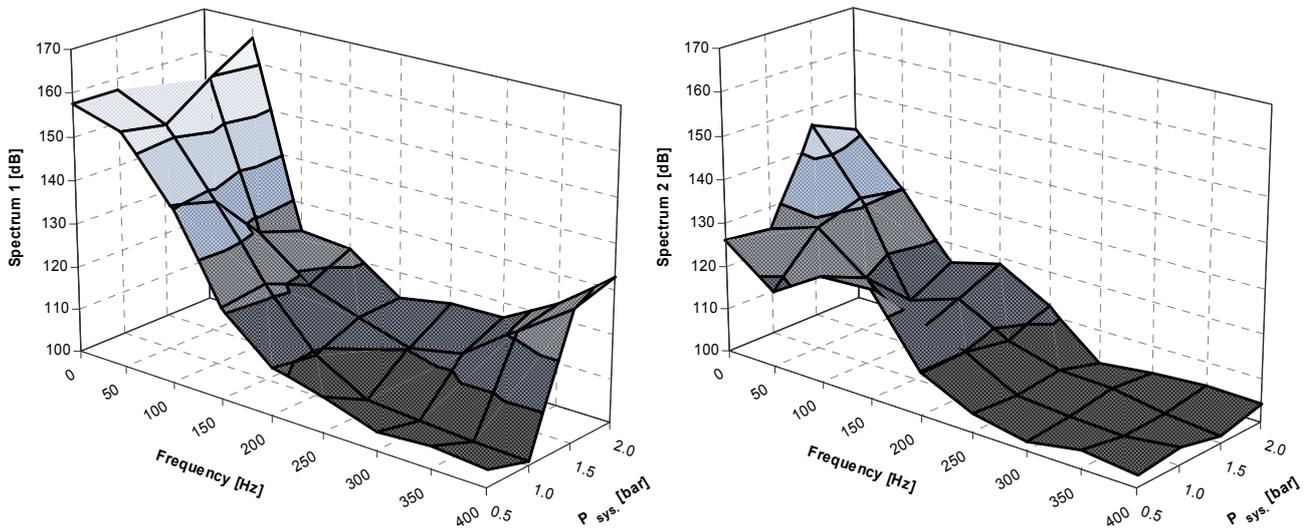


Figure 4: Noise attenuation of the rubber pipe damper; noise level before the damper (Spectrum 1) and noise level behind the damper (Spectrum 2)

Dipl.-Ing. (FH) Christoph B. Gazda

| | |
|------------------------|--|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Datum des Kolloquiums: | 01. April 2009 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| in Kooperation mit: | atea Environmental Ltd., Shanghai |



The aim of the quenching process is to bring hot gas in thermal equilibrium with water or a special quench liquid. Quench towers are used in the chemical industry for a rapid cooling of an incoming hot exhaust gas. The quench tower cools down hot gases from high temperatures, in this case 350 C, to a lower temperature, here 68 C. Normally the hot gas is generated in an incinerator. The areas of a quench which are in permanent contact with the hot gas and quench liquid are eminently prone and endangered to corrosion. These areas require a special collection of material and careful attention to the construction. A typically used material is fibre reinforced plastic (FRP), which is non-corrosive against aggressive chemical substances, like Hydrogen Chloride (HCl) and Chlorine (Cl₂), and has also good mechanical properties. Quench towers are needed as a first step, followed by another gas treatment step which normally is to treat the polluted gas in a scrubber.

The goal of this thesis is to develop a FRP quench tower with focus on the critical hot-gas entry and to develop a cooling system by applying a water film onto the inner quench wall.

This cooling system protects the inner quench wall against heat damages, because of the hot and aggressive flue gas. In order that the reader can comprehend this, he will be introduced step by step into the quenching process. In the first chapter the procedure of quenching, and what it is for, is explained. The key statement of this chapter is 'quenching is rapid, shock-like cooling by direct contact between the quench liquid and the incoming hot flue gas'.

It is explained to the reader why it is so important to use high-quality materials like Hastelloy and fibre reinforced plastics. Especially the relatively new fibre composite material (FRP) is defined in detail. The lamination structure as well as the choice of the right resins and fibre materials are described.

Furthermore, a complex static calculation of a quench tower, according to DIN 18820 (glass fibre reinforced unsaturated polyester [GF-UP] and phenacrylic [GF-PHA] resin structural composites; Structure, fabrication and properties) is explained in detail by an example.

After the basics of quenching and the corresponding material collection have been brought closer to the reader, it should be more and more clear why a wall cooling system at the hot gas entry is essential.

To test the functionality of the designed cooling system, a prototype with the scale 1:1 was built up, which is shown in the following picture.



Photo of the Prototype

Several cases were simulated, such as failure of a tangential nozzle, reduction of the cooling water flow rate, installation of a dam, etc. The result of these test series is a diagram which shows the relation between nozzle diameter and volume flow rate. Furthermore, the spraying system which is used for gas cooling is explained in detail, especially the function of a full cone spray nozzle.

In this context, thermodynamic considerations are put forward. The basic principle of cooling in a quench tower is cooling by evaporation.

Furthermore, the author describes the process of standardization of FRP quench towers in five steps.

Finally, a view into the future is done, which can be proved or disproved by other prototypes, also experiences and problems which were collected during building up the prototype are described.

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Geiping

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke |
| Datum des Kolloquiums: | 18. November 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Labor: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |



Aufgrund der Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) erlebt die Biogasbranche zurzeit einen rasanten Aufschwung. Dieser intensive Ausbau führt auch zu einem sehr großen Bedarf an Optimierungsmaßnahmen des Biogasprozesses. Bei vielen Biogasanlagen, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) arbeiten, kann die anfallende Energie in Form von Wärme, aufgrund der fehlenden Nachfrage am Ort der Biogasanlage kaum genutzt werden. Eine Beimischung von aufbereitetem Biogas in vorhandene Erdgasnetze oder sogar der Betrieb von kleinen Biogasnetzen würde die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen erheblich verbessern.

Das aus der Vergärung von organischen Stoffen entstandene Biogas besteht zu rund 50 bis 60 % aus Methan (CH_4), 40 bis 50 % aus Kohlendioxid (CO_2) und geringen Anteilen an Schwefelwasserstoff (H_2S), Ammoniak (NH_3) und weiteren Spurengasen.

Damit das Biogas in Block-Heizkraft-Werken (BHKW) genutzt oder in Erdgasnetze eingespeist werden kann, muss dieses aufbereitet werden. Im Allgemeinen wird das Biogas in den Verfahrensschritten Filterung/Trocknung und Entschwefelung aufbereitet. Die Entschwefelung ist insofern wichtig, da schon geringe Konzentrationen von H_2S zu Korrosionsschäden an der technischen und baulichen Ausführung sowie zur „Versauerung“ des Motorenöls bei den BHKW führen können. Des Weiteren wird bei der Verbrennung von Schwefelwasserstoff Schwefeldioxid (SO_2) emittiert. Schwefeldioxid ist in hohen Konzentrationen schädigend für Menschen, Tiere und Pflanzen. Zusätzlich führen die Immissionen der Oxidationsprodukte (schweflige Säure und Schwefelsäure) zu Schäden in den verschiedenen Ökosystemen und an Gebäuden.

In der Biogaspraxis werden verschiedene Verfahren zur Entschwefelung eingesetzt. Die hauptsächlich eingesetzten Verfahren sind die biologische Entschwefelung durch Luftzufuhr, interne Entschwefelung durch Eisensalzzugabe, externe Entschwefelung durch Adsorption an Aktivkohle und die externe Entschwefelung durch einen Biowäscher. Die Auslegung der Entschwefelungsverfahren erfolgt in der Praxis anhand von Erfahrungen und Abschätzungen, denn zurzeit kann kaum vorhergesagt werden, wie viel H_2S bei der Vergärung von organischen Stoffen genau entsteht.

Eine Voraussetzung für die Vorhersage der zu erwartenden H_2S -Konzentration im Biogas ist, dass die Schwefelfrachten in und aus einer Biogasanlage hinreichend genau ermittelt werden können.

Ziel der Diplomarbeit war es, die Schwefelfrachten im Input und Output von Biogasanlagen im praktischen Betrieb zu ermitteln und daraus ein eventuelles Prognosemodell zu erstellen.

Da sich die Schwefelfrachten in und aus einer Biogasanlage durch die Art und Zusammensetzung der eingesetzten Inputstoffe stark unterscheiden können, musste zunächst eine Typunterscheidung stattfinden. Diese Typunterscheidung bezog sich auf die eingesetzten Inputmaterialien. Es wurden daher für die Schwefelbilanzierung drei Biogasanlagen, die nur mit Gülle und nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) betrieben werden, ausgewählt.

Es wurden die Inputstoffe (Gülle und NaWaRo) und Outputstoffe (Biogas und Gärrest) beprobt und auf Gesamt-Schwefel bzw. H_2S hin analysiert. Aus der Datenerfassung der Biogasanlage in Verbindung mit den analysierten Werten der Proben wurde daraufhin eine Frachtenbilanz des Gesamt-Schwefels erstellt. Es wurde festgestellt, dass eine Bilanzierung des Gesamt-Schwefels im praktischen Betrieb einer Biogasanlage unter bestimmten Bedingungen möglich ist. Die Erstellung eines Prognosemodells für die Vorhersage der zu erwartenden H_2S -Konzentration bei Biogasanlagen, die mit NaWaRo und Gülle beschickt werden, war aus den gewonnenen Daten jedoch nicht möglich. Schon die unterschiedlichen Mischungsverhältnisse zwischen Gülle und NaWaRo beeinflussen die H_2S -Konzentration im Biogas erheblich. Zusätzlich beeinflussen anlagenspezifische Größen, wie Temperatur und pH-Wert im Fermenter, die H_2S -Konzentration.

Abschließend wurden Verbesserungsvorschläge für die allgemeine Schwefelbilanzierung von Biogasanlagen gemacht und darüber hinaus ein Ausblick gegeben, wie eine Vorhersage über die zu erwartenden Schwefelwasserstoffmengen im Biogas unter Praxisbedingungen möglich wäre.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Geiser M.Sc.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

27. Oktober 2008

Studiengang:
Vertiefungsrichtung:
Laborbereich:

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



Die Umwelt hat in unserer Gesellschaft zu Recht einen sehr hohen Stellenwert. Dies hat unter anderem zur Folge, dass Prozesse immer weiter optimiert werden, um deren direkte oder indirekte Auswirkungen auf unsere Umwelt zu minimieren oder besser ganz zu unterbinden.

Ein Prozess zur umweltschonenden Energiegewinnung, der immer mehr Beachtung findet, ist die Biogasproduktion. Ein weiterer Prozess zur Schonung der Ressourcen ist das Papierrecycling. Beide Verfahren haben neben ihrem Nutzen für die Umwelt etwas gemeinsam: Es bleiben schlecht verwertbare Cellulosefasern übrig, die nur schwer abgebaut werden können.

In der Natur gibt es durchaus Zersetzungsprozesse, die die Cellulosefasern angreifen, diese können aber nur schlecht oder mit hohem Aufwand genutzt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, den anaeroben Abbau von Cellulosefasern zu verbessern, indem ein leicht abbaubares Kofermentat zugesetzt wurde, welches den Aufbau der Cellulose zersetzenden Biologie unterstützen sollte.

Der bei den einzelnen Versuchsreihen genutzte Biofermenter war zu Beginn zerlegt, unvollständig und nicht betriebsbereit. Es mussten zum Teil Komponenten hinzugekauft oder selbst entworfen werden. Die bei der Anlageninstallation auftretenden Probleme wurden zum größten Teil eliminiert und Eigenkonstruktionen führten dazu, dass die Anlage in Betrieb genommen werden konnte. Die im Rahmen dieser Arbeit erstellten Anleitungen für die Software ermöglichten es, die Anlage zu konfigurieren und die Messdaten des Biofermenters auszuwerten.

Es wurde eine Versuchsreihe zur Steigerung des anaeroben Celluloseabbaues durchgeführt. Dies sollte mit der Zugabe von Stärke erreicht werden. Der Cellulosegehalt, die Trockensubstanz, die organische Trockensubstanz und der Gehalt an organischen Säuren wurde dabei über einen Versuchszeitraum von 360 Stunden betrachtet.

Anhand der durchgeführten Versuche konnte keine eindeutig abbaufördernde Wirkung durch Stärkezugabe beobachtet werden. Der absolute Cellulosegehalt nahm bei allen Versuchsansätzen in etwa gleich stark ab. Lediglich der prozentuale Anteil vom Ausgangswert zeigte einen geringen Unterschied.

Eine mögliche Erklärung hierfür ist der komplexe enzymatische Abbau-mechanismus der beteiligten Bakterien, der durch viele verschiedene Faktoren gefördert oder gestört wird. So kann die Stärke zwar den Zellaufbau der Bakterien positiv, die Enzyymbildung aber negativ beeinflusst haben.

Auch besteht die Möglichkeit, dass die durch den Stärkeabbau entstandenen Abbauprodukte hemmend auf den Celluloseabbau gewirkt haben. Hierbei kann es sich z. B. um organische Säuren gehandelt haben, welche nachgewiesen wurden.

Die im Zusammenhang mit dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse und Verfahrensweisen bilden die Grundlage für weitergehende Untersuchungen bezüglich des anaeroben Celluloseabbaues und schaffen ebenso eine Basis zur Betrachtung ähnlich gearteter Fragestellungen.



Bild: Bioreaktor im Betrieb

Dipl.-Ing. (FH) Heiner Gnodtke

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Petra Hüser

Datum des Kolloquiums:

12. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

in Kooperation mit:

Kernkraftwerke Lippe- Ems GmbH, Lingen (Ems)

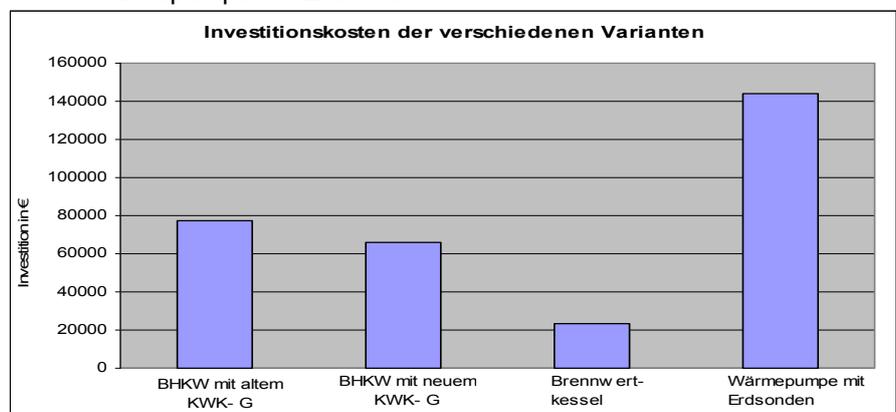


Seit dem Jahr 1984 existiert am Kraftwerksstandort Lingen (Ems) ein Informationszentrum. Seitdem haben über 300.000 Besucher sich hier über die Themen Energieerzeugung, Versorgungssicherheit und Umweltschutz informiert. Das repräsentative Gebäude wurde damals mit einer Wärmepumpe mit 160 kW Heizleistung ausgerüstet, die heute allerdings durch häufige Reparaturen und Ausfälle auffällt. Die Suche nach heizungstechnischen Alternativen war Ziel dieser Diplomarbeit. Dabei sollten die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte der drei untersuchten Varianten untersucht, verglichen und zusammengestellt werden.

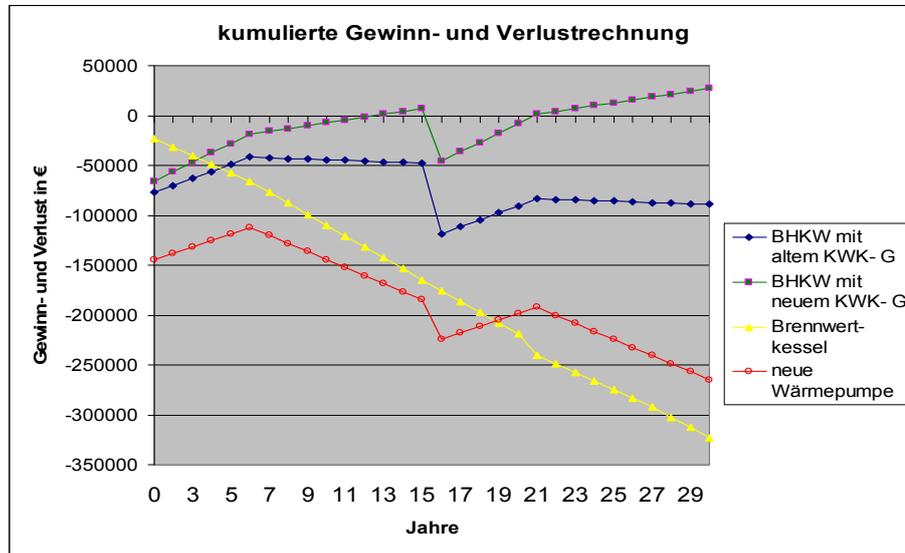
Für den wirtschaftlichen und ökologischen Vergleich der Varianten war es zunächst notwendig, den Wärme- und Strombedarf des Gebäudes zu ermitteln. Nach der Analyse der aufgenommenen Daten konnte anhand umfangreicher Excel-Berechnungen eine Beheizung des Gebäudes mittels BHKW simuliert werden. Dabei könnte der sehr hohe Fremdstrombezug für das Infozentrum durch den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf Null reduziert werden. Berücksichtigt wurden dabei auch die Novellierung des KWK-Gesetzes ab Januar 2009. Dies bringt nach Auswertung des neuen Gesetzes erhebliche Einsparungen bei den jährlichen Energiekosten und den Investitionskosten durch veränderte Vergütungen und erhöhte Fördermittel. Die jährlichen Energiekosten, und Investitionskosten wurden hierbei einmal nach dem alten, und nach dem neuen KWK-Gesetz, ermittelt und mit der jetzigen Anlage verglichen.

Die zweite Variante beruht auf die Beheizung mittels Gasbrennwertkessel und Vollstrombezug. Dabei wurden auch hier wieder die wirtschaftlichen und ökologischen Werte mit der vorhandenen Anlage verglichen.

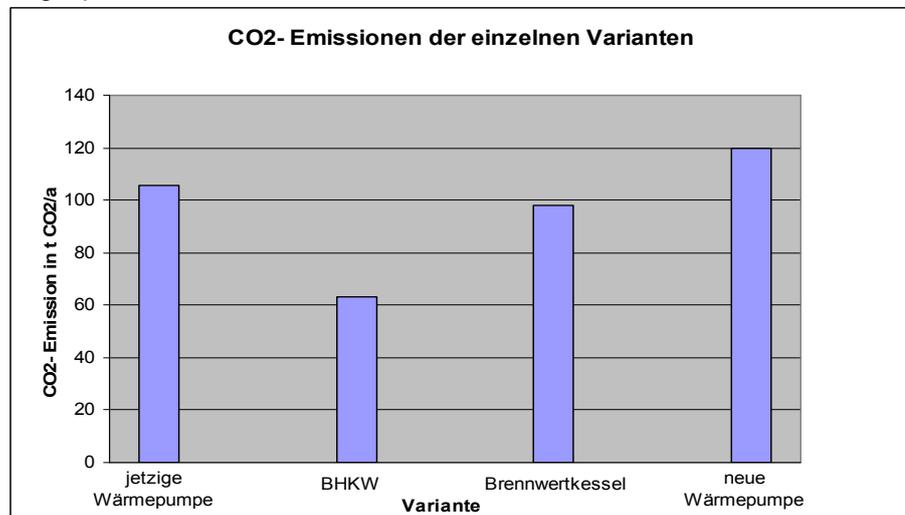
Das dritte Energieversorgungskonzept basiert auf die Beheizung mittels einer neuen Wärmepumpe mit Erdsonden.



Die durchgeführten Berechnungen zeigen deutlich, dass sich die KWK-Variante mit Erdgasbetrieb mit 3 Blockheizkraftwerksmodulen als wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Lösung herausgestellt hat. So werden bei einer Amortisationszeit von 7,6 Jahren (neues KWK- G) fast 32 %/a an Energiekosten gegenüber der jetzigen Wärmepumpe eingespart.



Auch die ökologische Betrachtung der untersuchten Anlagenvarianten brachte erhebliche Einsparpotenziale bei den Emissionen von CO₂ verglichen mit der jetzigen Wärmepumpe. So werden durch den Einsatz der KWK- Technologie über 40 % oder 42,5 t/a der CO₂- Emissionen im Vergleich zur jetzigen Anlage eingespart.



Dipl.-Ing. (FH) Martin Gotsch

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

Datum des Kolloquiums: 22. Dezember 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Labor: Raumluftechnik

in Kooperation mit: Heidelberger Druckmaschinen AG



Die Heidelberger Druckmaschinen AG bietet Komplettlösungen für Druckereien an. Das beinhaltet die Bereiche Vorstufe, Druck und Weiterbearbeitung. Das Stammgeschäft ist die Entwicklung und der Verkauf von Bogenoffset-Druckmaschinen. In diesem Segment der Printmedien-Industrie ist der Konzern Weltmarktführer.

Anlass zur Diplomarbeit sind die stetig steigenden Energiekosten von Druckereien und damit auch der Anstieg des Energiekostenanteils an den Produkten. Damit diese Kostensteigerung gedämpft werden kann, ist eine möglichst effektive Nutzung der eingesetzten Energie nötig. Der bisherige Standard sind Wassergekühlte Druckmaschinen mit Außen aufgestellten Trockenkühlern. Die zugeführte elektrische Leistung einer Druckmaschine wandelt sich zu ca. 95% in Wärmeenergie um. Davon wird die Hälfte durch Strahlung und Konvektion in den Aufstellraum emittiert. Die andere Hälfte wird gezielt an den Peripheriegeräten gebündelt und nach Außen abgeführt.

Ziel der Arbeit war es zunächst grundsätzliche Möglichkeiten der Abwärmenutzung in Abhängigkeit von der Abwärmeleistung und der -temperaturen des gezielt abführbaren Teils der Abwärme zu erarbeiten.

Dazu wurden mehrere Messungen an Druckmaschinen der Heidelberger Druckmaschinen AG in verschiedenen Druckereien durchgeführt und ausgewertet. Verwendet wurde das Messgerät FLUXUS ADM 6725 der Firma Flexim. Es können gleichzeitig der Volumenstrom sowie die Vor- und Rücklauftemperatur des Kühlsystems erfasst werden. Das Messgerät verwendet zur Erfassung des Volumenstroms Ultraschall. Dadurch erlaubt es einen schnellen Messaufbau und der Druckprozess wird nicht durch Auftrennen der Leitungen beeinträchtigt. Die Temperaturen werden mit Pt100-Anlegefühlern erfasst und gespeichert. Die Messungen erfolgten jeweils über mehrere Tage.

Grundsätzlich sind die Möglichkeiten durch das sich anschließende Heizungssystem limitiert. Im Neubaubereich können die zur Verfügung stehende Abwärmeleistung und -temperatur von Anfang an durch die Wahl der Heizflächen berücksichtigt werden.

Zur näheren Untersuchung der Abwärmenutzung im Neubaubereich wurde ein einfaches Anlagenmodell mit Pufferspeicher, Zusatzkessel und Fußbodenheizung erstellt. Auf Basis dieses Anlagenmodells wurde, zur Simulation der sich im Pufferspeicher, unter Lastabnahme durch die Fußbodenheizung, einstellenden Temperatur und damit der Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage, ein Excel-Tool entwickelt.

Mit Hilfe dieses Tools kann für jede gemessene Druckmaschine, in Abhängigkeit der Maschinenauslastung und der benötigten Heizlast eines Gebäudes, ermittelt werden ob die Investition in eine Abwärmenutzungsanlage ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist.

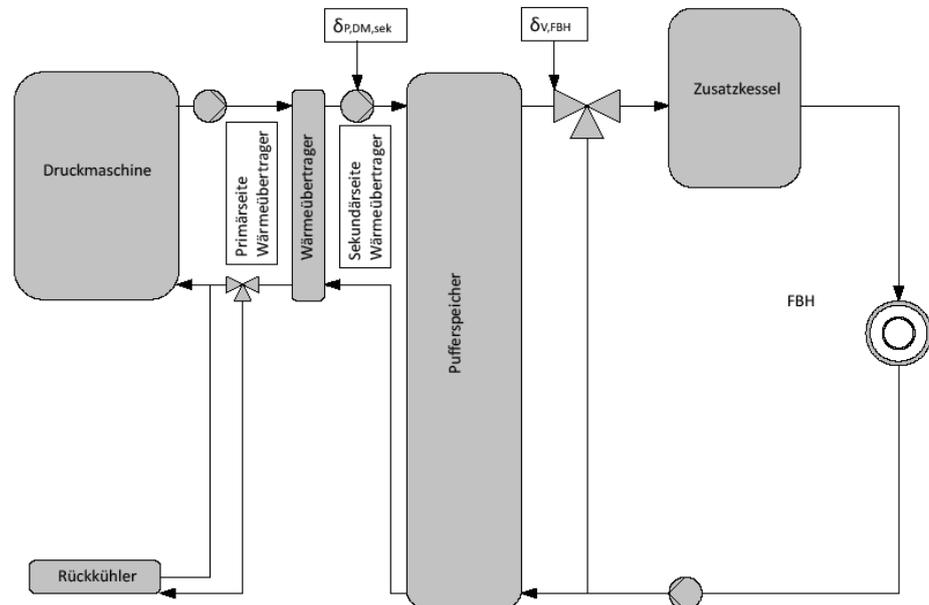


Abbildung 3: Anlagenmodell der Simulation

Anders gestaltet sich die Nutzung der Abwärme im Gebäudebestand. Die in den meisten Fällen installierten Heizkörperheizungen benötigen Vorlauftemperaturen, die von der Druckmaschine nicht geliefert werden können. Die Abwärme kann somit nur als Wärmequelle für Wärmepumpen dienen um ein Gebäude zu beheizen.

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Grave

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

Datum des Kolloquiums: 13. Oktober 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrichtung
 Labor: Raumluftechnik



Das Thema „Energiesparen“ spielt sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht eine immer größere Rolle. Angesichts begrenzter Primärenergieträger und dem steigenden Energiebedarf der Weltbevölkerung, muss mit immer stärker ansteigenden Energiekosten gerechnet werden.

So stellt sich die Herausforderung immer energieeffizientere Heizsysteme zu entwickeln um sicherzustellen, dass die Gebäudeheizung nicht zum Luxusgut wird. Der Gesetzgeber gibt zurzeit in Form der EnEV 2002 vor, wie energiesparend Gebäude erstellt werden müssen. Diese Vorgaben führen dazu, dass Gebäude luftdichter und besser gedämmt werden. Durch die luftdichte Bauweise ist häufigeres Lüften erforderlich, um den Mindestluftwechsel zu gewährleisten. Eine Fugenlüftung wie bei älteren Gebäuden findet fast nicht mehr statt. Dieses wird jedoch oft von den Bewohnern vernachlässigt, welches zu schlechten Luftverhältnissen im Gebäude führt.

Besonders die Feuchtigkeit in der Luft stellt ein Problem dar, da sie bei einer Taupunktunterschreitung an kalten Flächen wie zum Beispiel Wänden auskondensiert. Durch dieses Kondensat werden Wände feucht bzw. nass. Im Extremfall kann diese Feuchtigkeit zu Schimmelbildung führen. Die Gebäudesubstanz und die Gesundheit der Bewohner kann dadurch Schaden nehmen. Aus diesem Grund sollten Gebäude nach Niedrigenergiehausstandard kontrolliert be- und entlüftet werden. Bei Passivhäusern ist dies ein Muss. Das kontrollierte Be- und Entlüftungssystem sollte mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet sein. Die in der Abluft enthaltene Heizenergie wird so genutzt und nicht an die Umwelt abgegeben. Hausbesitzern, die sich für eine kontrollierte Be- und Entlüftung entschieden haben, soll die Möglichkeit gegeben werden ohne konventionelles Heizgerät ihren Energiebedarf an Heizwärme und Warmwasser zu decken. Hierzu ist eine Wärmepumpe konzipiert worden, welche die Energie der Fortluft des Lüftungsgerätes nutzt.

Da die in der Fortluft des Lüftungsgerätes enthaltene Energie nicht ausreicht, wird dieser Außenluft beigemischt. Die Wärmepumpe soll so den gesamten Heizwärme- und Warmwasserbedarf des Hauses abdecken. Die Wärmebereitstellung sollte über ein Flächenheizsystem sowie über die Zuluft erfolgen.

Ziel der Diplomarbeit war es, ein vorhandenes Gerät in Betrieb zu nehmen. Die vorzunehmenden Veränderungen und Einstellungen der Hydraulik sowie der Regelungstechnik waren aufzuzeigen. Hierfür ist es nötig gewesen einen Prüfstand aufzubauen und ein Messkonzept zu entwickeln. Anhand dieser Daten sind hydraulische und regelungstechnische Optimierungsansätze und eine erste Abschätzung zu den Leistungszahlen und der Einsatzgrenzen aufgezeigt worden.

Dipl.-Ing. (FH) Katharina Graweloh

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

Datum des Kolloquiums:

04. November 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

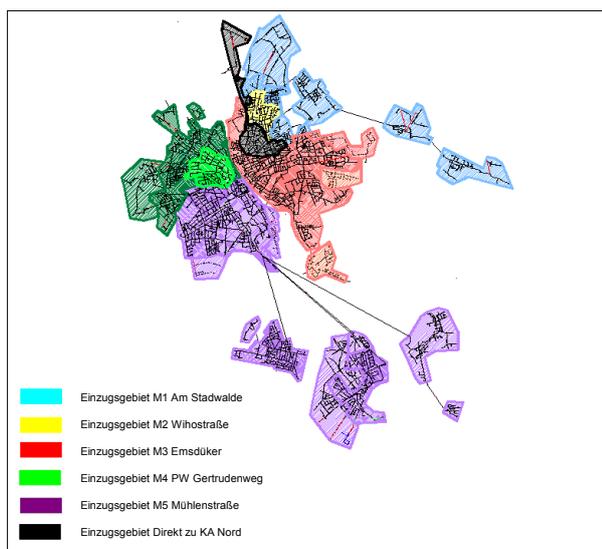
in Kooperation mit:

PFI Planungsgemeinschaft GbR

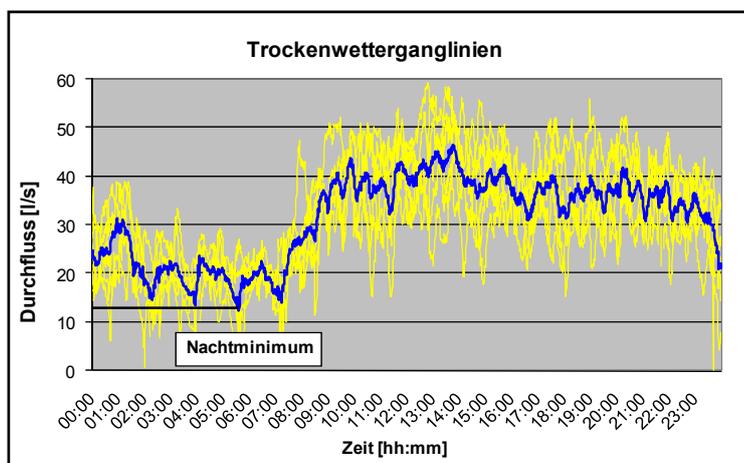


Als Fremdwasser wird unerwünscht und unkontrolliert in die Kanalisation zufließendes Wasser bezeichnet. Das in die Kanalisation eindringende Fremdwasser behindert auf vielfältige Weise die Abwasserbehandlung und -ableitung und wirkt damit der Effektivität und Wirksamkeit der weitgehend optimierten Abwasserbehandlungsanlagen entgegen. Dadurch ergeben sich zum Teil erhebliche Zusatzkosten im Kläranlagenbetrieb und Ziele des Gewässerschutzes können nicht erreicht werden.

Im vorliegenden Fall war die Stadt Rheine daran interessiert, die Art und Menge des Fremdwassers für ihr Entwässerungssystem zu bestimmen. Für diesen Zweck wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit ein Fremdwassersanierungskonzept für das Rheiner Entwässerungssystem erstellt. Ein solches Konzept enthält die Ermittlung der Fremdwasseranteile im Netz, des Fremdwasserursprungs, analysiert den baulichen Zustand und zeigt Sanierungsvorschläge auf. Es stützt sich auf die Auswertung einer großen Datenmenge und berücksichtigt unter anderem Pumpwerksabflüsse, Grundwasserdaten und Trinkwasserdaten. Ausgangsbasis des Konzeptes sind Durchflussmessungen an verschiedenen Stellen des Entwässerungssystems. Sie sind so gewählt, dass alle Abwasserströme bilanziert werden können. Die Abbildung zeigt die Aufteilung des Rheiner Entwässerungssystems in 6 Einzugsgebiete, deren Abflüsse durch die installierten Messstellen erfasst werden.



Anhand der Durchflussmessungen können über die Nachtminima und dem Trinkwasserverbrauch die Fremdwasseranteile für die Messgebiete bestimmt werden. Die Durchflussmessungen werden für die einzelnen Messstellen als Tageswerte zusammengestellt und diese nach Trockenwettertagen selektiert:



Die blau hervorgehobene Ganglinie wird aus den (gelben) Einzelganglinien erzeugt und spiegelt den mittleren Trockenwettergang wider. Das Minimum der mittleren Trockenwetterganglinie welches in den Morgenstunden auftritt, wird in erster Näherung mit dem Fremdwasserabfluss gleichgesetzt. Diese Gleichsetzung beruht auf der Annahme, dass zu dieser Zeit geringe bis keine Schmutzwasserabflüsse aus den angeschlossenen Haushalten und Kleingewerbebetrieben anfallen. Im Vergleich wird anhand des Trinkwasserverbrauchs der Fremdwasseranfall bestimmt. Der Trinkwasserverbrauch entspricht in der Größenordnung dem Schmutzwasserabfluss, der vom mittleren Trockenwetterabfluss subtrahiert wird, um auf den Fremdwasserabfluss zu schließen.

Aufbauend auf die Fremdwasserbestimmung wird mit dem „Kontinuierlichen Simulationsmodell“ KOSIM das Entlastungsverhalten des Entwässerungssystems untersucht. Kläranlagen werden in der Regel so bemessen, dass der doppelte Schmutzwasseranfall plus eines Anteils an Fremdwasser gereinigt werden kann. Durch einen erhöhten Fremdwasseranfall springen Entlastungsbauwerke eher und häufiger an als geplant, sodass öfter verschmutztes Wasser in die Gewässer gelangt. Um dies zu vermeiden, sind Bestimmungen zu beachten, deren Einhaltung mit dem Programm KOSIM überprüft wird.

Zur Gesamtbetrachtung gehört die Analyse des baulichen Zustandes. Es wurde geklärt, welche Gebiete konzentriert im Grundwasser befindliche Haltungen besitzen, die ein Schadensbild aufweisen. Dies geschieht mit dem Hintergrund, dass eindringendes Grundwasser in die Haltungen als primärer Fremdwasserursprung bestimmt wurde. Es kann abgeleitet werden, dass die ermittelten Gebiete einen großen Anteil am gesamten Fremdwasseraufkommen haben, da sie die Infiltration von Grundwasser in die Haltungen begünstigen.

Daraufhin wurde untersucht, inwieweit eine Sanierung der gewählten Gebiete das Entlastungsverhalten beeinflusst und ob Einsparungen im Kläranlagenbetrieb erzielt werden können. Den möglichen Einsparpotenzialen werden die aufzubringenden Sanierungskosten gegenübergestellt.

Durch die ermittelten Ergebnisse kann die Fremdwassersituation des Rheinenser Entwässerungssystems beurteilt werden und befähigt die Stadt Rheine darauf zu reagieren.

Entwicklung von Sanierungsmaßnahmen für die Technischen Schulen des Kreises Steinfurt durch energetische Simulationen

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Grothaus

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

Datum des Kolloquiums: 30. September 2008

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



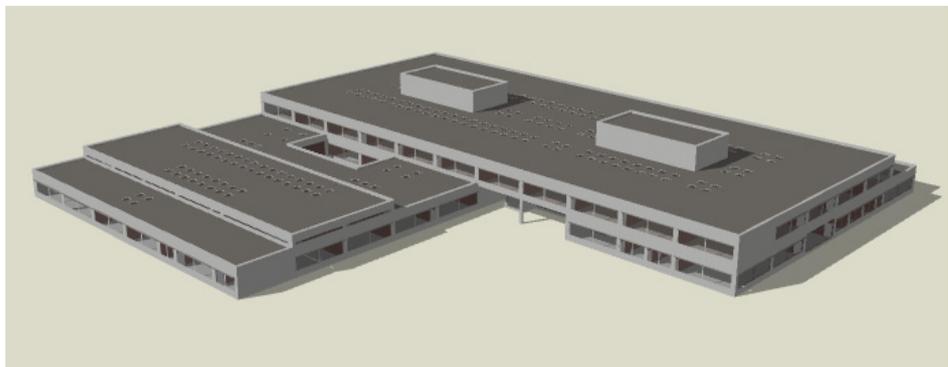
Seit der ersten Ölkrise Anfang der 70er Jahre ist Energiesparen ein Thema. Heute mehr denn je, betrachtet man die Entwicklung des Ölpreises in den letzten Jahren, so wird deutlich, dass sich jede eingesparte Kilowattstunde positiv auf den Geldbeutel auswirkt. Außerdem wird CO₂ als wesentlicher Verursacher des Treibhauseffektes genannt und vom Gesetzgeber die Reduzierung des Treibhausgases gefordert. Die Sanierung bestehender Gebäude ist also eine wichtige Aufgabe in der heutigen Zeit.

Aber gerade bei öffentlichen Gebäuden hat sich aufgrund leerer Kassen in den letzten Jahren ein erheblicher Sanierungsstau gebildet. Dem gilt es nun sinnvoll zu begegnen. Deshalb arbeiten der Kreis Steinfurt und der Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt der FH-Münster zusammen an einem Projekt, dessen Ziel es ist, einen Leitfaden zur integralen Sanierung von Schulgebäuden zu erstellen. Neben der Untersuchung von Möglichkeiten der Energie- und Kosteneinsparung werden auch Aspekte zur Verbesserung des Lernumfeldes betrachtet.

Diese Diplomarbeit hat sich nun als Teil des Projektes mit der Untersuchung der Technischen Schulen des Kreises Steinfurt befasst. Es wurde das Energie- und Kosteneinsparpotenzial untersucht, sowie für die Verbesserung der Luftqualität ein System zur Belüftung eines Klassenraumes durch automatisches Öffnen der Oberlichter entwickelt.

Daten der Technischen Schulen:

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Adresse: | Liedekerkerstr.84, 48565 Steinfurt |
| Nettogrundfläche: | 9200 m ² |
| Schülerzahl: | ca. 1900 |
| Baujahr: | 1973 |
| Wärmeverbrauch: | 733.000 kWh/a |



Das Energieeinsparpotenzial des Gebäudes wurde mittels einer energetischen Simulation mittels der Software DesignBuilder untersucht. Zunächst wurde ein Simulationsmodell geschaffen, welches sich in Bezug auf den Wärme- und Strombedarf so verhält, wie das reale Objekt, dann konnten an diesem Modell verschiedene Sanierungsmaßnahmen durchgespielt werden.

Die Technischen Schulen sind nie umfassend saniert worden. Die Außenwände, das Dach, sowie die Fenster entsprechen somit nicht mehr den heutigen Wärmeschutzanforderungen. Daher wurde untersucht, welches Einsparpotenzial eine Anpassung der Dämmung der Außenhülle auf einen nach heutigen Gesichtspunkten hochwertigen Standard bietet.

Bei Verbesserung der U-Werte der Außenhülle auf die in der nebenstehenden Tabelle aufgeführten Werte, kann der Wärmebedarf um bis zu 48% verringert werden. Dadurch können in 20 Jahren die Wärmebereitstellungskosten um bis zu 530.000 € reduziert werden. Außerdem werden jährlich ca. 170 t CO₂ eingespart.

| Bauteil | Alt | Neu |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | U-Wert in [W/(m ² ·K)] | U-Wert in [W/(m ² ·K)] |
| Außenwand | 0,8 | 0,14 |
| Dach | 0,49 | 0,11 |
| Fenster | 2,7 | 1,0 |
| Dachluken | 3,2 | 1,0 |

Die Luftqualität in Unterrichtsräumen ist für optimale Lernbedingungen häufig nicht ausreichend. Dies lässt sich an der CO₂-Konzentration in der Raumluft messen. 1500 ppm wird als Grenzwert genannt, deutliche Überschreitungen sind aber keine Seltenheit. Je höher die Konzentration ist, desto schlechter wird die Konzentrationsfähigkeit. Es wurde deshalb untersucht, ob durch automatische Belüftung über die Oberlichter eines Testraumes in den Technischen Schulen eine Verbesserung der Situation möglich ist.

Mit wenigen Bauteilen ließ sich das automatische Lüftungssystem realisieren. Lediglich zwei Motoren für die Oberlichter, eine speicherprogrammierbare Steuerung, ein Schaltrelais, ein Hand-schalter und ein kombinierter CO₂- und Temperaturfühler wurden dafür benötigt. Die speicherprogrammierbare Steuerung wurde entsprechend den Vorgaben der nebenstehenden Tabelle programmiert.

| Fenster Auf | Fenster Zu |
|---------------------------------|--------------------------------|
| CO ₂ > 1500 ppm | CO ₂ < 800 ppm |
| Temperatur > 20°C | Temperatur < 19°C |
| In den Pausen | außerhalb des Schulbetriebs |
| manuell AUF, für bestimmte Zeit | manuell ZU, für bestimmte Zeit |
| <u>weitere Funktionen:</u> | |
| Anzeige der IST-Werte | |
| Verstellung der SOLL-Werte | |
| Datenlogging | |

Durch die Möglichkeit der Messwert-erfassung konnte die Funktionalität der Lüftung untersucht werden. Während der Erstellung dieser Diplomarbeit ließ sich aber noch keine endgültige Aussage dazu formulieren. Es hat sich lediglich herausgestellt, dass bei starker Belegung des Testraumes die Frischluftzufuhr durch die Oberlichter nicht ausreicht, um die CO₂-Konzentration der Raumluft auf einem für Unterricht ausreichenden Niveau zu halten.

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Haverkamp

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Douven

Datum des Kolloquiums: 16. Mai 2008

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

in Kooperation mit: Carrier Kältetechnik, Köln



Niedrige Energiepreise und langfristige Lieferverträge haben in der Vergangenheit dafür gesorgt, dass der elektrische Energieaufwand kältetechnischer Anlagen bei der Konzeptionierung eines Supermarktes eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Steigende Energiekosten und ein wachsendes Umweltbewusstsein sorgen für ein Umdenken bei den Betreibern. Zusätzlich steigt, durch die Verlängerung der Ladenöffnungszeiten, der Energieaufwand für alle Gewerke eines Supermarktes.

Diese Diplomarbeit analysiert den Energieaufwand gewerblicher Kälteanlagen. Hierfür wurde ein Berechnungsmodell geschaffen, welches die Simulation des thermischen Energiebedarfs und des elektrischen Energieaufwands ermöglicht. Bestandsmärkte können mit diesem Modell hinsichtlich ihres Energiebezugs analysiert und gegebenenfalls gezielt optimiert werden.

Das Berechnungsmodell wurde grundlegend validiert und verifiziert. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden unter anderem in ein *Cycle Analyses Tool* eingehen, welches zurzeit bei der *Carrier Corporation (USA)* entwickelt wird.

Kompetenz im Bereich von energieeffizienter Anlagenplanung und energieeffizientem Betrieb spielt in einer Zeit mit steigendem ökologischem Bewusstsein und der stetigen Verteuerung von Energieträgern, die zentrale Rolle.

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Hembach

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

Datum des Kolloquiums: 22. September 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Raumluftechnik



Die Preise für Erdöl, Gas und Strom sind in den letzten Jahren stark gestiegen und Prognosen zufolge wird dieser Trend anhalten. Hinzu kommt, dass die Diskussion über den Klimawandel ein neues Umweltbewusstsein hervorgerufen hat.

Diese Entwicklung hat Auswirkungen auf die Planung von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen. In der Vergangenheit wurden Heizungsanlagen sowie Klimaanlage oft überdimensioniert, was zu einer Erhöhung der Betriebskosten und zu einem Mehrausstoß von Umweltgiften führte.

Aufgrund der stark gestiegenen Computerleistungen können mittlerweile dynamische Simulationen wirtschaftlich betrieben werden. Die Simulation erlaubt die hohe technische Komplexität der Gebäude und ihre Wechselwirkung mit äußeren und inneren Lasten abzubilden. Aufgrund dieser Ergebnisse lassen sich Energiekosten und Umweltbelastungen senken. Überdimensionierungen werden verhindert und die Baukosten gesenkt.

Es gibt eine relativ große Auswahl an Simulationsprogrammen. Da dieser Markt sich sehr frei entwickelt hat, gibt es auch keine einheitlichen Randbedingungen. Die Programme haben unterschiedliche Rechenverfahren und Modellbildungen.

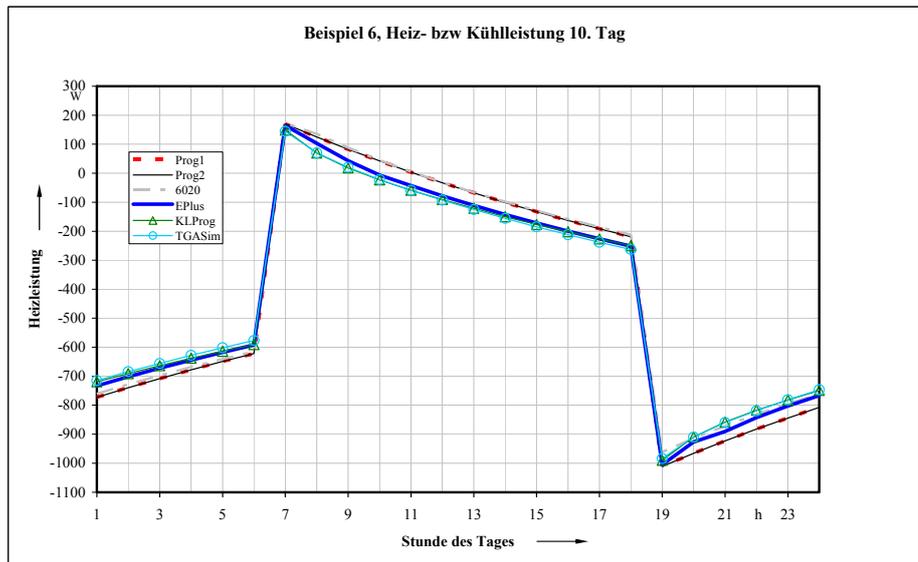
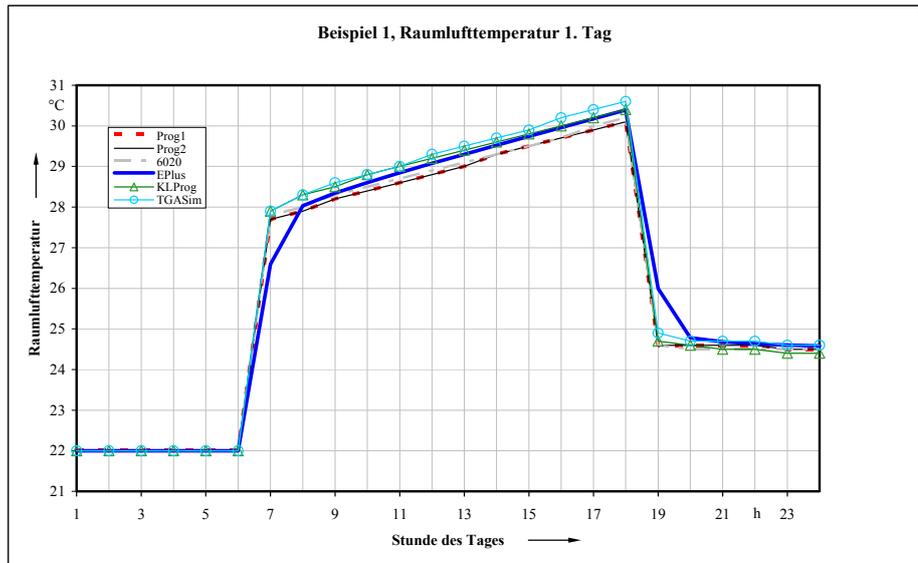
Das Problem für die planenden Anwender ist nun, dass sie dem Bauherrn gegenüber für diese Ergebnisse haften, selber aber keine Möglichkeit der Verifikation haben.

Der VDI hat eine Richtlinie zur Validierung von Simulationsprogrammen erstellt.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, dass Simulationsprogramm EnergyPlus anhand der ersten sieben Beispiele der VDI 6007 zu Testen.

EnergyPlus ist ein Simulationsprogramm aus den USA, genauer gesagt ist es der Rechenkern, welcher einfache ASCII – Texte als Ein- und Ausgabeparameter hat. Eine grafische Benutzeroberfläche fehlt.

EnergyPlus ist frei verfügbar und kann von der Homepage kostenlos heruntergeladen werden. Weiterhin stehen diverse Wetterdatensätze für viele Regionen zur Verfügung.



Die Gebäudesimulationssoftware EnergyPlus liefert mit geringen Abweichungen (im Mittel unter einem Kelvin) gute Ergebnisse. Mit dieser Untersuchung ist gezeigt worden, dass EnergyPlus nach den ersten sieben Beispielen der VDI 6007 validiert ist.

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Henrichsmann

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

Datum des Kolloquiums: 06. Februar 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Labor: Raumluftechnik



Im Gegensatz zu allem Bekannten steht der Werbeslogan „Je höher die Einsparung, umso angenehmer das Raumklima“ einer neuen Optimierungsart in der Raumluftechnik.

Hierbei wird in die herkömmliche Lüftungsregelung einer RLT-Anlage ein „Plug-in“ eingebunden, das autark als Regelglied funktioniert und durch seine Arbeitsweise eine homogene Temperaturverteilung der Raumluf sicher stellt, sowie das Zugluftrisiko minimiert. Folglich werden gerichtete Strömungen, sowie hohe Luftgeschwindigkeiten, die wir als Zugerscheinungen empfinden, verhindert. Thermische Lasten, wie warme Personen, Maschinen oder kühle Fensterflächen, wirken nicht mehr störend auf die Luftvermischung bzw. die Raumströmung.

Ebenfalls wirbt der Erfinder damit, dass eine vertikale thermische Schichtung unterbunden wird. Die warme Luft staut sich hierbei nicht wie bei der herkömmlichen Lüftungsregelung an der Decke, während die Aufenthaltszone kühl erscheint. Eine Senkung des Raumheizsollwertes durch den Benutzer sind somit Folgen der empfundenen bzw. der mittleren Raumtemperatur und senken die Energiekosten. Bei der üblichen Lüftungsart ist die Transmission an der Decke aufgrund des hohen Temperaturunterschiedes der Deckenluft zur Außenluft sehr hoch und hat erhebliche Energieverluste zur Folge. Da dies mittels der Optimierungs-Technik verhindert werden soll, kann der Raumheizsollwert um 1° bis 2°C gesenkt werden, da in der Aufenthaltszone die gleiche Temperatur herrscht wie an der Raumdecke. Die Energieeinsparung wird durch diese Art der Optimierung auf 30% bis 80% und im Durchschnitt mit 60% angegeben. Diese Einsparungen sind nicht nur der besseren Temperaturverteilung zu verdanken, sondern auch den ersparten Stromkosten des Zu- und Ablüfters, welche mit geringerer Drehzahl, oder wie der Ablüfter teilweise gar nicht in Betrieb sind.

Ein überschreiten der MAK-Werte wird allerdings trotz der geringen Luftwechselrate mittels Raumqualitätsfühler verhindert und sorgt vorrangig für einen Mindestluftwechsel. Ebenso, behauptet der Erfinder, kann bei der Verwendung dieses Systems auf kostenintensive Luftauslässe, die hohe Anforderungen erfüllen müssen, verzichtet werden.

Da dies für jeden Fachmann paradox klingt, galt es in der Diplomarbeit Messdaten, wie Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten und Turbulenzgrade rasterartig im Raum aufzunehmen. Um möglichst unter realen Bedingungen zu messen, wurden innere thermische Lasten mittels Personendummies simuliert, ebenso wie deren CO₂-Ausstoss.

Hierbei sollten die angeblich auftretenden Phänomene untersucht und eventuell aufgeklärt werden.

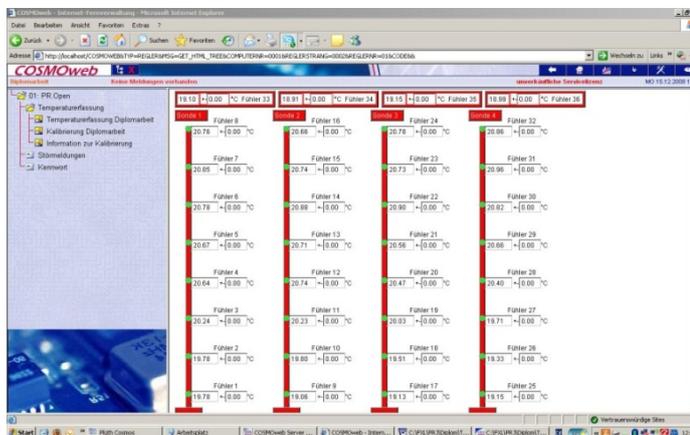
Zur Datenaufnahme wurde ein Messroboter mit Hitzdrahtanemometersonden zur richtungsunabhängigen Geschwindigkeits-, sowie Turbulenzgradmessung der Raumluft verwendet.



Die Temperaturen in den unterschiedlichen Höhen sind mit Hilfe einer Gebäudeleittechniksoftware und Hardware sowie vier Fühlerständer aufgezeichnet worden. Die Sensorik hierfür wurde in einer Klimakammer kalibriert und programmiertechnisch in die GLT-Software eingebunden.



Die so auf den korrekten Wert umgerechneten Messwerte waren dann grafisch visualisiert abrufbar und konnten auch über den zeitlichen Verlauf dargestellt werden.



B.Eng. (FH) Torben Hermann

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Datum des Kolloquiums: | 18. Juni 2008 |
| Studiengang: | Gebäude- und Umwelttechnik |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Labor: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| in Kooperation mit: | EnviTec Biogas AG |

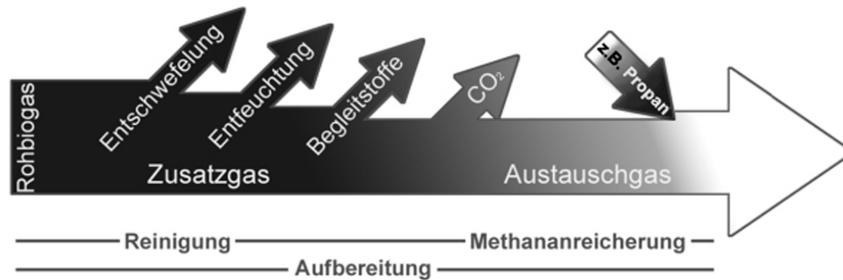


In den letzten Jahren hat das Thema Energiewirtschaft insbesondere im Bereich der regenerativen Energien immer mehr an Bedeutung gewonnen. Grund hierfür sind die immer knapper werdenden Ressourcen der fossilen Energieträger, wie Öl, Erdgas und Kohle sowie der durch die Verbrennung dieser Energieerzeuger entstehende Treibhauseffekt. Dieser Klimawandel lässt globale mittlere Temperatur auf der Erde seit Beginn des 20. Jahrhunderts um 0,6 C steigen und hat zur Folge, das Polkappen schmelzen und der Meeresspiegel steigt, wodurch auch immer mehr Extreme in den Wetterlagen auftreten. Dies macht sich durch extreme Regenfälle und Winde bemerkbar.

Zu den diesen erneuerbaren Energien gehört auch das Biogas, das u. a. aus landwirtschaftlicher Gülle und nachwachsenden Rohstoffen, wie z. B. Mais und Getreide, gewonnen wird und so für die Energiegewinnung weitestgehend CO₂-neutral ist. Das bedeutet, dass das Kohlendioxid, was durch die anschließende Verbrennung des Biogases freigesetzt wird, von den nachwachsenden Pflanzen wieder gebunden wird. Bei der Verbrennung des Biogases in BHKW's wird elektrische Energie erzeugt, die nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vergütet wird.

Bei dieser Verbrennung entsteht zusätzlich zur elektrischen auch thermische Energie, die in Form von Nahwärme genutzt werden kann, sofern sich ein Wärmeverbraucher in der Nähe befindet. Da sich häufig kein solcher Wärmeverbraucher in der nahen Umgebung einer Biogasanlage befindet, kann die thermische Energie oftmals nicht genutzt werden. Aus diesem Grund wurden folgende verschiedene Biogasaufbereitungsverfahren, die das Biogas auf Erdgasqualität anheben, dargestellt und untersucht:

- Druckwechseladsorption
- Druckwasserwäsche
- Selexolwäsche
- Drucklose Aminwäsche
- Gaspermeation mittels Membran
- Niederdruck-Membranabsorption
- Kryogene Verfahren



Für einige der dargestellten Verfahren wurden die Massen- und Energiebilanzen erstellt, andere konnten nicht berücksichtigt werden, weil sich diese Verfahren (Gaspermeation mittels Membran, Niederdruck-Membranabsorption, Kryogene Verfahren) noch im Entwicklungsstadium befinden und keine ausreichenden Daten für die Bilanzierung vorliegen.

Bei der Erstellung der Energie- und Massenbilanzierung wurde für alle vergleichenden Verfahren von gleichen Ausgangsbedingungen, wie Eintrittsvolumenstrom (1.000 Nm³/h) und Zusammensetzung des Roh-Biogases, ausgegangen. Zunächst wurden für die einzelnen Verfahren, wie PSA, DWW, Selexolwäsche und LP-Cooab-Verfahren, die Massen- und Energiebilanzen mit Hilfe der Herstellerdaten erstellt. Bei der Massen- und Energiebilanzierung stellte sich heraus, dass die verglichenen Verfahren eine leicht abweichende Zusammensetzung und Menge des Bio-Methans und dadurch unterschiedlich hohe Brennwerte aufweisen.

Die bilanzierten Verfahren wurden anhand einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung überprüft und verglichen. Hierbei spielte die Nutzungsmöglichkeit des eingespeisten Bio-Methans eine wichtige Rolle, da von ihr abhängt, ob eine Vergütung nach dem EEG stattfinden kann. Zusätzlich werden die Einspeisekriterien bei dem Beispiel-Projekt berücksichtigt.

Bei dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stellte sich heraus, dass alle diese zu vergleichenden Verfahren wirtschaftlich arbeiten. Bei dem jährlich übrig gebliebener Erlös der einzelnen Verfahren wurden jedoch große Unterschiede festgestellt. Allerdings müssen zur realistischen Aussage der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung u. a. die Investitionskosten, Abschreibungs-, Wartungs- und Personalkosten ergänzt werden, die in dieser Arbeit, aus Datenmangel nicht berücksichtigt werden konnten. Des Weiteren ist die Abluftbehandlung in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Durch eine Einbeziehung der Abluftbehandlung wird die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren beeinflusst.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Heuer

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Uwe Bürgel

Datum des Kolloquiums:

12. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

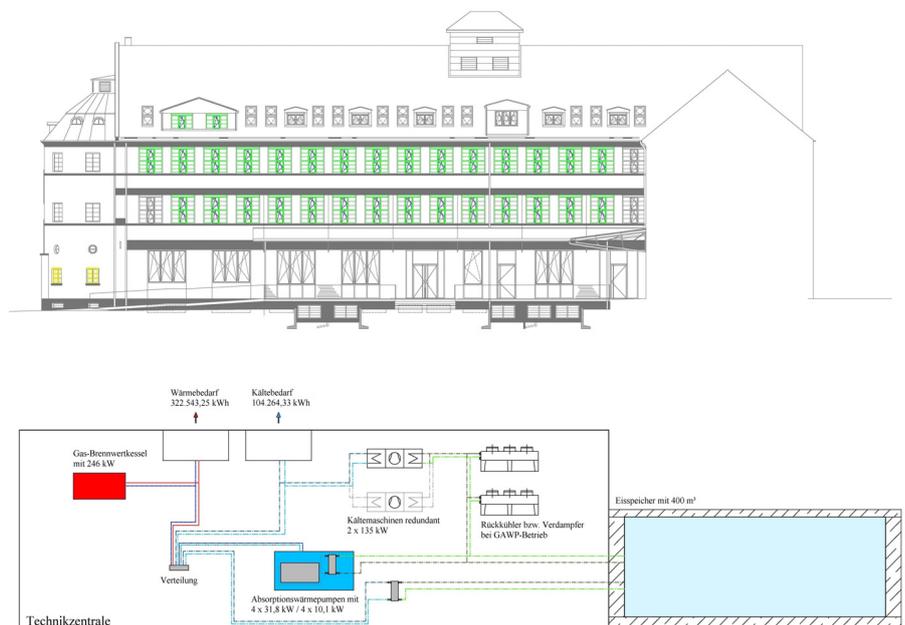
Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Kältetechnik

in Kooperation mit:

agn Niederberghaus & Partner GmbH / siganet GmbH



Das Thema dieser Diplomarbeit behandelte das, in Anlehnung an ein zur Ausführung stehendes Projekt, Problem der kontinuierlichen Energieversorgung unter Beachtung von Energie einsparenden, technischen Maßnahmen. Das Stadtarchiv in Bad Cannstatt soll mit einem neuen Konzept, bestehend aus einer Kombination aus gasbetriebenen Absorptionswärmepumpen und einem Eisspeicher ausgestattet werden. Höchste Anforderung an die Technik unterstellt hier zwangsläufig eine sinnvolle und Energie einsparende Betriebsweise mit einer Regelungsstrategie, die den Eisspeicher mit ca. 400 m³ nicht nur saisonal sondern auch kurzfristig, im Wechsel zwischen Kühlen und Heizen nutzt.



Typische Anforderungen an die klimatischen Bedingungen sind nach der DIN ISO 11799 einzuhalten. Daraus ergeben sich neben konstant zu haltende Raumtemperaturen auch Feuchtegehalte, welche im Hinblick auf den Schwankungsbereich eng eingegrenzt sind.

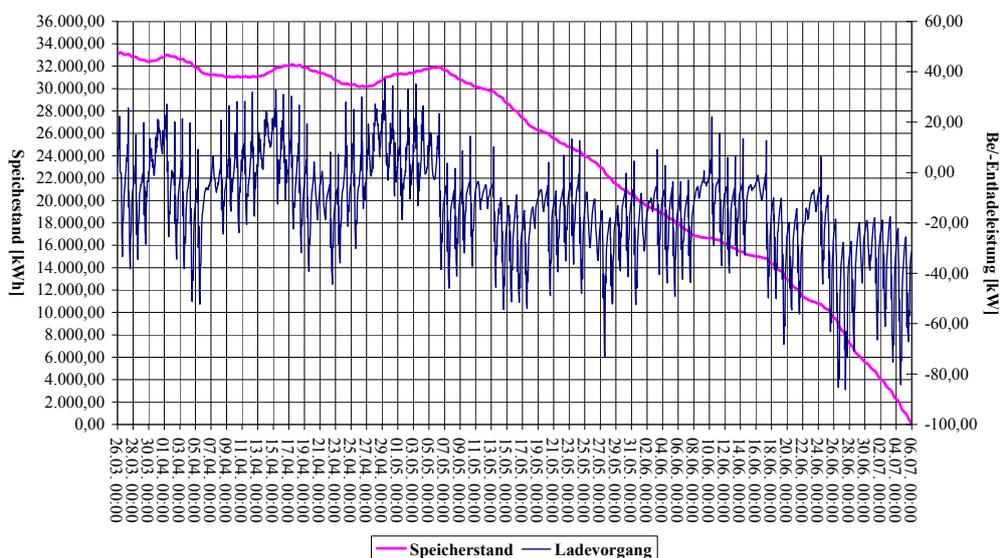
Voraussetzung für eine Betrachtung des Gesamtverhaltens der geplanten Anlagentechnik war eine dynamische Gebäudesimulation mittels DesignBuilder.

Das englische Simulationsprogramm ermittelte nach Eingabe aller Gebäude- und Nutzungsdaten stündliche Heiz- und Kühllasten, welche in einem eigens erstellten Excel-Tool der Auswertung des Eisspeicherverhaltens dienen.

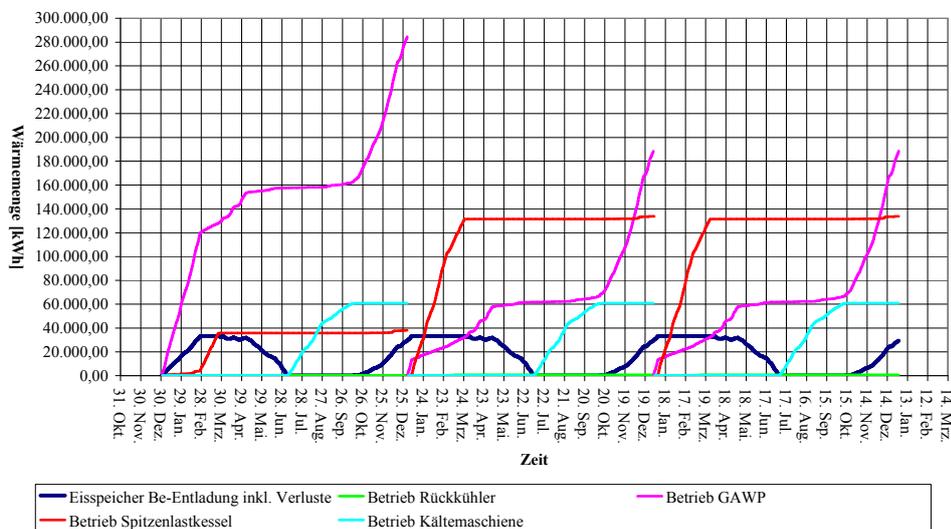
Hieraus wurden Nutzungszeiten und Auslastungen aller Anlagenteile der geplanten Wärme- und Kälteversorgung über drei Jahre simuliert, womit nach Ausgabe der homogenisierten, erforderlichen Daten und Diagramme eine Bewertung der einzelnen Wärme- und Kälteerzeuger erfolgen konnte.

Um ein Gesamtergebnis zu erhalten, wurde neben den ermittelten energetischen und CO₂ einsparenden Ausgaben, eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach der VDI 2067 durchgeführt, welche nach Anwendung der Annuitätsmethode eine Aussage über den ökonomischen Nutzen ergab.

Speicherverhalten 26.03.02 - 06.07.02



Verhalten des Gesamtsystems 2002



Dipl.-Ing. (FH) Gerald Holtz

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

Datum des Kolloquiums: 13. Oktober 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Raumluftechnik

in Kooperation mit: Bosch Thermotechnik GmbH



Ziel der vorliegenden Diplomarbeit war, die Entwicklung eines Hybrid-Heizgerätes mit Kühlfunktion, dieses Gerät war im Rahmen einer Vorentwicklungsstudie aufzubauen und zu erproben. Das Gerät sollte sich aus einer Gas-Brennwert-Therme und einem Split-Klima-Gerät, das zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe umfunktioniert wurde, bestehen. Die Vorentwicklungsstudie sollte die Machbarkeit eines Hybrid-Heizgerätes nachweisen und Erkenntnisse im Umgang mit Split-Klima-Außeneinheiten erbringen, die zu einem Luft-Wasser-System umgebaut werden.

Die Diplomarbeit hat gezeigt, dass sich Split-Klima-Außeneinheiten sehr gut als Luft-Wasser-Wärmepumpe eignen und auch die Kombination mit einer Gas-Brennwert-Therme sinnvoll ist. Wegen der im Vergleich zur Wärmepumpe hohen Heizleistung der Gas-Brennwert-Therme, kann mit dem System ein hoher Komfort gewährleistet werden, denn eine Wärmepumpe alleine nicht realisieren kann. Das Hybrid-Heizgerät kann aufgrund der Kombination der Heizgeräte, die Wärmebereitstellung für den Heizbetrieb und auch der Brauchwasserbereitung kosteneffizient realisieren und deckt zudem die Kühlfunktion ab.

Dipl.-Ing. (FH) Michael Honig

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert

Datum des Kolloquiums:

15. Oktober 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung



Die Aufgabe der Diplomarbeit bestand darin, eine thermische Nachverbrennungsanlage (Abb. 1) nach Atex bzw. nach den Explosionsschutzzonen auszulegen.



Abb. 1: Thermische Nachverbrennungsanlage (TNV)

Bei einer „normalen“ TNV- Anlage wird Erdgas als Brenngas genutzt. Die Abluft wird in die Brennkammer eingeführt und dort durch den Konusbrenner verbrannt (Abb. 2).

Das Besondere der hier betrachteten TNV- Anlage ist, dass die Abluft als Brenngas mit in den Brenner eingeführt wird. Das Erdgas wird nur zur Zündung des Brenners benötigt (Abb. 3). Dies hat zur Folge, dass die verwendeten Bauteile so ausgelegt werden müssen, dass sie in den explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden können.

Bei den explosionsgefährdeten Bereichen handelt es sich um Bereiche, wo eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (Atex = Atmosphäre ex-plosible) vorliegt.

Explosionsgefährdete Bereiche werden in sechs Zonen eingeteilt. Für Gase, Nebel oder Dämpfe ergeben sich die Zonen 0, 1 und 2, wobei die Anforderungen an die dort eingesetzten Betriebsmittel von Zone 2 nach Zone 0 steigend sind.

Für Stäube ergeben sich die Zonen 20, 21 und 22, wobei die Anforderungen an die dort eingesetzten Betriebsmittel von Zone 22 nach Zone 20 steigend sind.

Die Anforderungen müssen durch technische Maßnahmen so sichergestellt werden, dass entsprechend der Eingruppierung eines unterstellten explosiven Gemisches keine Zündquelle wirken kann.

Um den Explosionsschutz eines elektrischen Gerätes zu erreichen, gibt es mehrere technische Möglichkeiten:

- d – druckfeste Kapselung
- e – erhöhte Sicherheit
- i – Eigensicherheit
- o – Ölkapselung
- q – Sandkapselung
- m – Vergusskapselung
- p – Überdruckkapselung
- n – nicht funkende Geräte

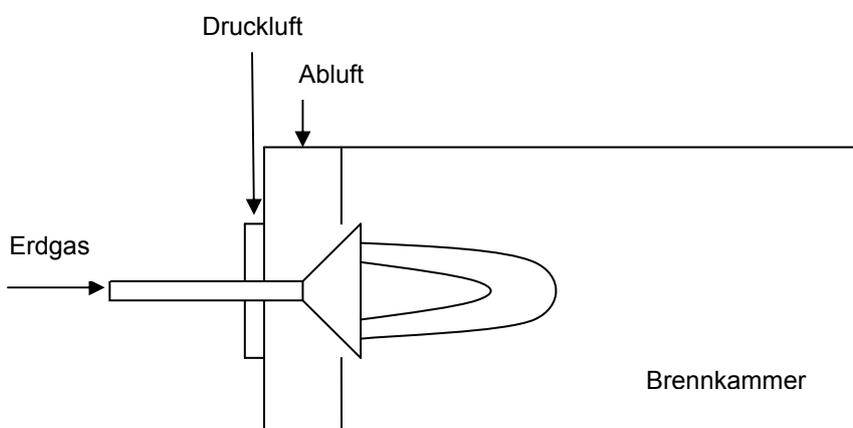


Abb. 2: Schematische Darstellung der TNV- Anlage mit Konusbrenner

In diesem speziellen Fall entstehen Schadstoffkonzentrationen, die ein explosionsfähiges Gemisch ergeben.

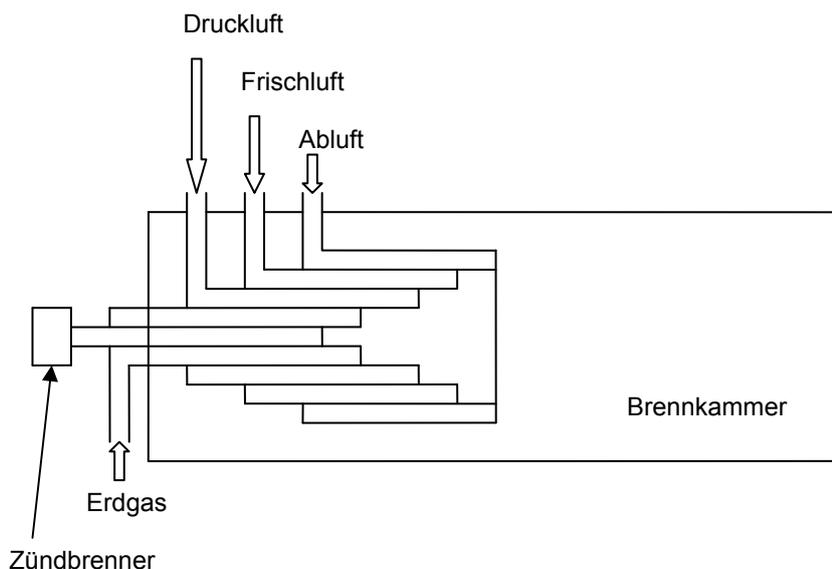


Abb. 3: Schematische Darstellung der TNV- Anlage mit speziellem Brenner

Dipl.-Ing. (FH) Sascha IkerErstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann

Datum des Kolloquiums:

07. August 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Der Einsatz von Chlor und Chlorverbindungen zur Abwasserdesinfektion wird in vielen Ländern praktiziert. Das heutzutage sehr umstrittene Verfahren wird derzeit sowohl in Industrieländern als auch in Entwicklungsländern häufig angewendet.

Der Kern dieser Arbeit bestand darin, die Wirksamkeit und die Auswirkungen zweier verschiedener Desinfektionsmittel zu untersuchen. Eingesetzt wurden dafür Natriumhypochlorit und ein chlorfreies Desinfektionsmittel mit dem Namen Oxidice® S-Des von der Fa. ANOVIS BIOTECH GmbH.

In den Versuchen konnten Aussagen über die Wirksamkeit aufgrund der Anwendung von mikrobiologischen Methoden getroffen werden. Zusätzlich wurden zur Beschreibung der Wasserchemie bei dem Hauptversuch Abwasserparameter gemessen.

Die ersten Versuchsreihen mit einer verdünnten E. coli K-12 Stammlösung zeigten, dass die Desinfektionswirkung von Chlor stark negativ beeinflusst wurde. Das ist auf dem Gehalt an organischen Substanzen in der gewählten 0,1 % Pepton-Lösung zurückzuführen. Das Desinfektionsmittel Oxidice® S-Des hatte bei 10-fach niedrigeren Konzentrationen, als von der Fa. Anovis Biotech GmbH vorgeschlagen, gute keimreduzierende Ergebnisse. Dabei kam es zu deutlichen pH-Wert-Senkungen nach der Dosierung.

Bei den Hauptversuchen wurde Kläranlagen-Ablaufwasser mit Natriumhypochlorit und Oxidice® S-Des desinfiziert.

Anhand von Diagrammen wird anschaulich aufgezeigt, wie sich die Abwasserparameter während der Desinfektionszeit verändern. Die Abbildung 1 zeigt die Veränderung des pH-Wertes für die eingesetzten Desinfektionskonzentrationen.

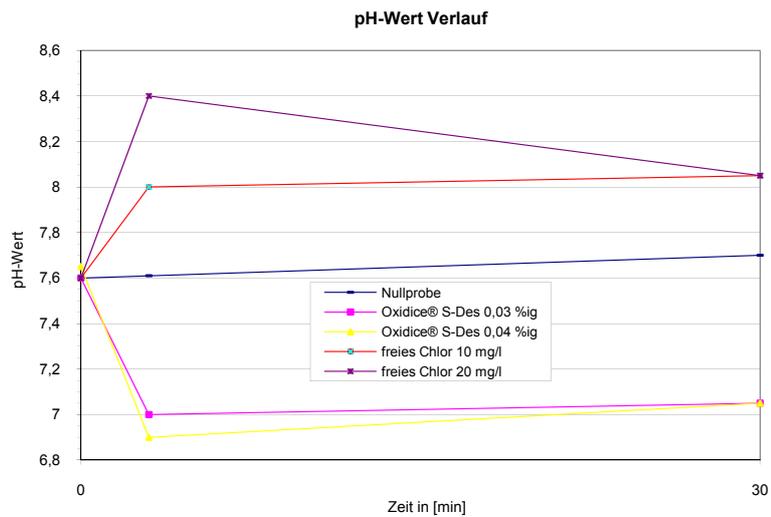


Abb. 1: Vergleich des pH-Wert-Verlaufs für unterschiedliche Desinfektionsmittel im Vergleich zur Nullprobe

Eine Übersicht über die keimreduzierende Wirkung wurde durch die Berechnung der Kolonie bildenden Einheiten in den Versuchstabellen aufgeführt. Die Berechnung erfolgte mit Hilfe der Auszählung der Kolonien, wie in der Abbildung 2 dargestellt.

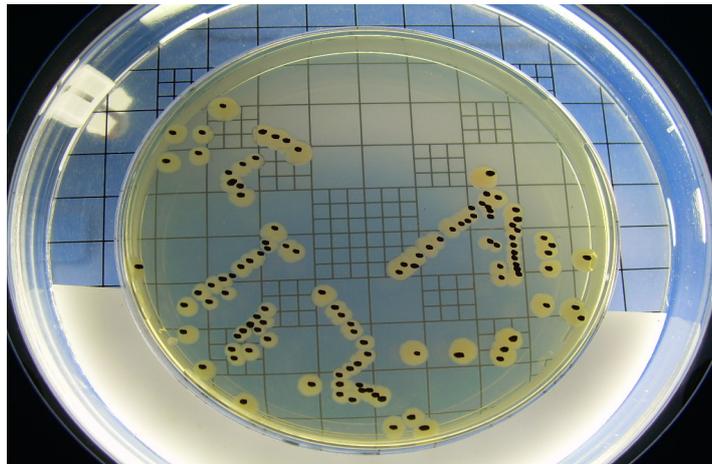


Abb. 2: Ausgezählte Agarplatte mit Kolonie-Bildenden-Einheiten (KBE)

Die Abwasserparameter von Chlor haben sich bei der Verwendung wie erwartet verhalten. Nur die Entchloring stellte sich als problematisch dar. Bei dem Einsatz von Oxidice® S-Des war eine deutliche Veränderung des chemischen Sauerstoffbedarfs sehr auffallend.

Um eindeutige und gesicherte Aussagen über die Verwendung von Oxidice® S-Des als ein alternatives Verfahren zur Abwasserdesinfektion treffen zu können, sind weitere Untersuchungen notwendig. Diese wurden in der Diplomarbeit im Einzelnen erläutert.

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Matthias Jacobsen M.Eng.

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

Datum des Kolloquiums: 09. April 2009

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Vertiefungsrichtung: Gebäudetechnik
Labor: Raumluftechnik



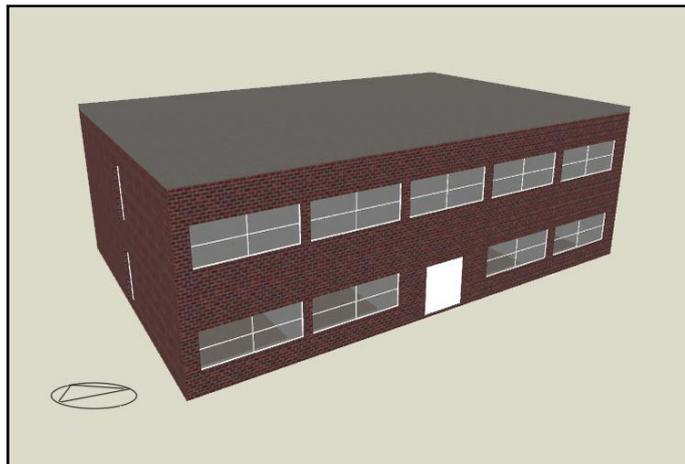
Die aktuelle Energieeinsparverordnung sieht für Nicht-Wohngebäude eine Energiebedarfsermittlung nach DIN V 18599 vor. Mit der neuen, novellierten Ausgabe der Energieeinsparverordnung kann die Bedarfsermittlung auch für Wohngebäude nach dieser Norm erfolgen.

Die Norm selber fast mehr als 800 Seiten und lässt sich in der Praxis kaum wirtschaftlich ohne speziell auf diese Vornorm zugeschnittene Software durchrechnen.

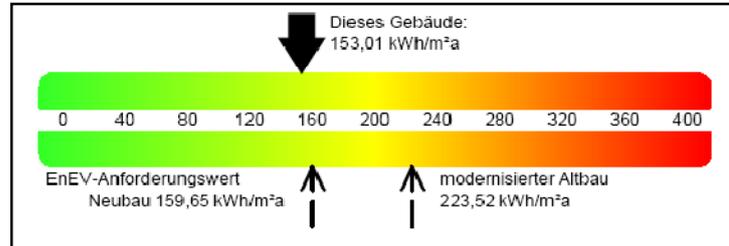
Da die DIN V 18599 und eine thermisch-energetische Gebäudesimulation zunächst dasselbe Ziel verfolgen, sollte mit dieser Ausarbeitung untersucht werden, in welchem Umfang sich die Ergebnisse der DIN V 18599 mit denen einer thermisch-energetischen Gebäudesimulation decken.

Die Untersuchung erfolgt dabei unter Zuhilfenahme von zwei Programmen. Für den Bereich der EnEV-Berechnung nach DIN V 18599 wurde das Programm IBP18599 der Firma 5S gewählt, das einen Rechenkern des Fraunhofer IBP enthält. Die thermisch-energetische Simulation erfolgte mit dem Programm DesignBuilder, welches die Simulationen selber mit dem freien Rechenkern EnergyPlus durchführt.

Um mit beiden Programmen das gleiche Gebäude zu untersuchen wurde hierfür zunächst ein Modell entworfen. Gewählt wurde ein Bürogebäude in Nord/Südausrichtung mit insgesamt 14 Büroräumen. Die nachfolgende Abbildung entspricht dabei der Visualisierung durch das Programm DesignBuilder.

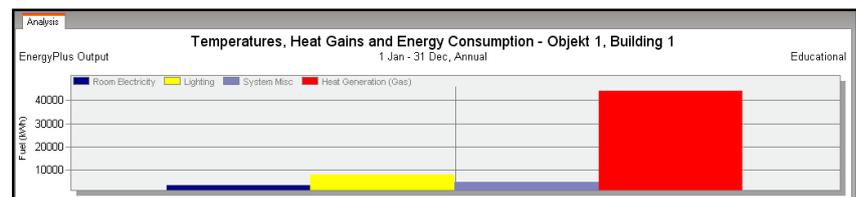


Dieses Gebäude wurde mit dem EnEV-Programm IBP18599 von 5S berechnet. Das Ergebnis hieraus war eine Berechnung des Modells nach den Anforderungen und Rechenregeln der aktuellen DIN V 18599. Nachfolgende Abbildung zeigt die Visualisierung der Ergebnisse:



Im Anschluss daran wurde das Modell in das Simulationsprogramm übertragen und eine thermisch-energetische Simulationen durchgeführt. Nachdem im Simulationsprogramm die für die EnEV gültigen Parameter programmiert und Modifikationen bezüglich z. B. Gebäudeundichtigkeit, Licht und RLT-Anlagen durchgeführt wurden, konnten die Ergebnisse der Berechnung nach EnEV durch den IBP18599-Kern, durch die Simulation nachvollzogen und bestätigt werden. Hierzu war es auch notwendig die Nutzungsszenarien entsprechend der DIN V 18599 einzugeben und die Bauteile des Gebäudes entsprechend den Vorgaben der EnEV abzubilden.

Nachfolgende Abbildung zeigt ein Ergebnis der Simulation:



Durch diese Ausarbeitung konnte anhand EnEV-Parametersätzen und Umsetzung von EnEV-Vorgaben gezeigt werden, dass die thermisch-energetische Gebäudesimulation in der Lage ist, das Ergebnis einer Berechnung nach DIN V 18599 und damit den EnEV-Nachweis durchzuführen.

Überprüfung des Wasserversorgungsnetzes der Stadt Lünen mit Hilfe des Rohrnetzrechnungsprogrammes STANET und Simulation von verschiedenen Versorgungssituationen

Dipl.-Ing. (FH) Philipp Jünemann

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
Dipl.-Ing. Michael Rinschede

Datum des Kolloquiums

19. Dezember 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

in Kooperation mit:

Stadtwerke Lünen GmbH



Lünen liegt am nordöstlichen Rand des Ruhrgebiets und ist mit rund 89.000 Einwohnern die größte Stadt des Kreises Unna.

Auf einer Fläche von 59 km² versorgt die Stadtwerke Lünen GmbH etwa 17.200 Objekte mit Trinkwasser. Die beiden Wasserrohrnetze werden insgesamt durch acht Übernahmestationen, die an verschiedenen Zubringerleitungen der Gelsenwasser AG angeschlossen sind, mit Trinkwasser versorgt. Anschließend verteilt sich das Trinkwasser über zwei insgesamt 345 km lange Hauptleitungsnetze im Versorgungsgebiet.

Durch Rohrreibung, Einzelwiderstände, Verengungen in Folge Inkrustation und geodätische Höhenunterschiede werden das Verteilungsverhalten und die Transportkapazität des Netzes spürbar beeinträchtigt.

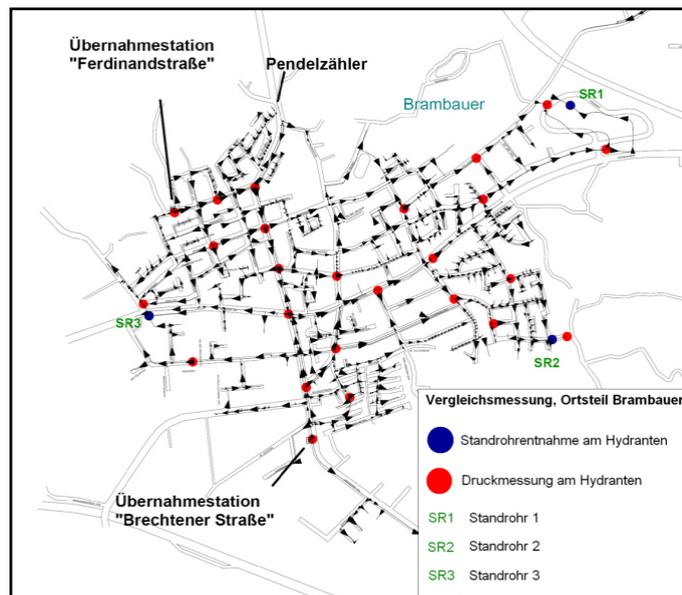


Bild 1: Vergleichsmessung im Ortsteil Brambauer

Aufgrund der großen Vielzahl von Einflussparametern war eine Berechnung des Netzes von Hand nicht möglich. Deshalb wurde mit Hilfe des EDV-Programms STANET eine Berechnungsgrundlage erstellt. Die notwendigen rechenrelevanten Daten konnten über eine GIS-Datenschnittstelle eingefügt werden.

Mittels verschiedener Volumenstrom- und Druckverlustmessungen, unterstützt durch Kurzentnahmen an Hydranten, erfolgte Aufnahme des Istzustand des Trinkwassernetzes. Dieser Vorgang wird auch als Vergleichsmessung bezeichnet.

Die dabei gewonnenen Werte wurden anschließend durch eine externe Auswertung genutzt, um über eine Vergleichsrechnung das Rechnetzmodell zu kalibrieren. Hierbei wurde die Betriebsrauigkeit k_2 so lange variiert, bis die zulässige Einzelabweichung nach DVGW GW 303-1 „Berechnung von Gas- und Wasserrohrnetzen – Teil 1: Hydraulische Grundlagen, Netzmodellierung und Berechnung“ im Toleranzbereich lag.

Mit diesem kalibrierten Rechnetzmodells konnten nun die relevanten Betriebszustände wie die Niedrig- und Spitzenbelastung simuliert werden. Auch die Auswirkungen einer geplanten Baumaßnahme auf die Versorgungssicherheit von Großkunden und die Löschwasserkapazität der Hydranten konnte so abgeschätzt werden. Ein weiterer Schritt war die Prüfung des Trinkwassernetzes auf Stagnationen.

Bei der Simulation der Spitzenbelastung wurde überprüft, ob der Versorgungsdruck bei einer überwiegenden Geschosshzahl von 2 Obergeschossen den nach der DVGW W 400-1 „*Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRVV)*“ geforderten Wert von 2,35 bar nicht unterschreitet. Für den Innenstadtbereich war diese Annahme allerdings nicht ausreichend, so dass dort eine überwiegende Geschosshzahl von 3 Obergeschossen gewählt wurde. Dort durfte der Druck von 3,05 bar nicht unterschritten werden, damit in diesen Objekten an der ungünstigsten Zapfstelle ein genügend großer Versorgungsdruck vorherrscht.

Der geringste bei einer Spitzenbelastung durch STANET simulierte Druck, wurde an einem Hausanschluss mit 3,3 bar ermittelt. Das Netz kann also als ausreichend dimensioniert angenommen werden.

Bei der Simulation einer Niedrigbelastung wurde überprüft, ob der Betriebsdruck 8 bar nicht überschritten wird. Hierzu wurden ein niedriges Verbrauchsverhalten und ein hoher Netzeinspeisedruck eingestellt. Im Ergebnis stellte sich durch die großflächige Unterlastung des Trinkwassernetzes eine weitreichende Überschreitung der in den Hausinstallationen idealerweise geforderten 6 bar. Aber auch eine Überschreitung des maximalen Betriebsdrucks von 8 bar trat in einem Versorgungsbereich ein. Rohrleitungen sollten dort zukünftig in der Druckstufe PN16 ausgeführt werden.

Anschließend wurde das Trinkwassernetz auf Stagnationsbereiche hin untersucht. Ist die Aufenthaltsdauer des Trinkwassers im Rohnetz zu groß, kann es zu unzulässigen Verkeimungen des Trinkwassers kommen. Ein zu geringer Wasseraustausch in einer Rohrleitung liegt vor, wenn der mittlere Stundendurchfluss unter den Wert von 0,005 m/s fällt. Dies war in zahlreichen Randbereichen der Fall. Es wird deshalb empfohlen, über die Hydranten ein turnusmäßiges Spülen durchzuführen.

In einer nächsten Simulation wurde geprüft, ob es nach Fertigstellung einer geplanten Verbindung der beiden Versorgungsnetze beim Ausfall einer Leitung zu Versorgungspässen kommt. Dies war nicht der Fall.

Zum Schluss wurde für das Lünener Trinkwassernetz auch noch eine Löschwasserberechnung durchgeführt. Grundlage dieser Simulation ist das DVGW-Arbeitsblatt W 405 „*Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung*“. Überprüft wurde der sogenannte „Grundschutz“ des Versorgungsnetzes. Im Ergebnis stellte sich heraus, dass an 5 Hydranten die geforderte Löschwasserbereitstellung von 24 m³/h nicht gegeben ist.

Dipl.-Ing. (FH) Michael Jurk

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

Datum des Kolloquiums: 29. Oktober 2008

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



In den nächsten Jahren werden die Kommunen und Landkreise in ganz Deutschland Sanierungen bezüglich der bauphysikalischen Gebäudehülle und der Anlagentechnik bei öffentlichen Gebäuden (z. B. Schulen) durchführen müssen. Der Landkreis Steinfurt sieht einen sehr großen Handlungsbedarf hinsichtlich der Sanierungen an den Schulgebäuden in den kommenden Jahren. Es soll ein Gesamtkonzept erarbeitet werden, welches eine komplette Betrachtung der beiden Schulen (Wirtschaftsschule, Technische Schule in Steinfurt) beinhalten soll.

Somit hat sich der Landkreis an den Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt gewandt, um innovative Ideen und Lösungen zur Erstellung eines Leitfadens zur integralen Sanierung von Schulen erarbeiten zu lassen. Das Hauptziel dieses Leitfadens soll sein, dass durch die Sanierungsmaßnahmen betreffend der Gebäudehülle Energieeinsparungen von ca. 50% und bei der Optimierung der Anlagentechnik von bis zu 30% erreicht werden.

Grundsätzlich sollen für beide Schulen in Steinfurt der KfW-40-Standard erreicht werden. Dies setzt einen maximalen Primärenergiebedarf von $40 \text{ kWh}^1 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ voraus.

Die Zielsetzung dieser Diplomarbeit war es, die technischen Möglichkeiten zur Gebäudekühlung an den Technischen Schulen in Steinfurt zu erarbeiten und diese dann auf ihre technische Umsetzung und der wirtschaftlichen Realisierbarkeit hin zu überprüfen.

Bei den möglichen anlagentechnischen Varianten wurde nur die Anlagentechnik selbst betrachtet, und das Verteilungssystem innerhalb des Gebäudes nicht in die Betrachtung miteinbezogen. Als mögliche Varianten kamen der Einsatz von Wärmepumpen, Absorptions-, Adsorptions- und Kompressionskältemaschinen in Betracht. Solare Kühlung, der Einsatz eines Kühlturms sowie die sorptionsgestützte Klimatisierung wurden ebenfalls thematisiert.

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung der einzelnen Varianten wurden einige Kostenfaktoren (Investitionskosten, Betriebskosten, Wartungskosten usw.) aufgestellt und ermittelt. Hierbei diente der Arbeitspreis pro Kälte (in €/kWh) einen einheitlichen Vergleichswert für alle möglichen Varianten.

Als Ergebnis hieraus, kann man zusammenfassend sagen, dass aus technischer und wirtschaftlicher Hinsicht der Kühlturm oder die Wärmepumpe (verschiedene Quellenarten) mögliche Lösungen an den Technischen Schulen in Steinfurt seien könnten.

B. Eng (FH). Stefan Kienz

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Robert Stupperich

Datum des Kolloquiums: 17. Oktober 2008

Studiengang: Gebäude- und Umwelttechnik
Studienrichtung: Umwelttechnik
Labor: Energieversorgung und Energiewirtschaft



In den letzten Jahren wurden auf Grund der festgesetzten Stromvergütungen einige neue Biomassekraftwerke errichtet. Bei viele dieser Kraftwerke, insbesondere welche die mit Altholz von Händlern beliefert werden, und nicht mit eigenem Restholz betrieben werden, bestehen Probleme mit der Altholzqualität.

Außer einer groben Einteilung der Herkunft dieser Althölzer gibt es keine für den Betrieb einer solchen Anlage festgesetzte Qualitätsabstufungen oder Normen.

Ziel dieser Arbeit war die Betrachtung der Altholzqualität und wie diese sich technisch und wirtschaftlich auf die Anlage, und deren Verfügbarkeit auswirkt



Holzhackschnitzel bei der Anlieferung

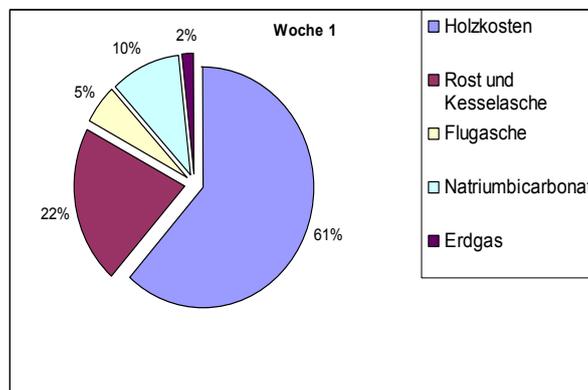
Hierzu wurden drei Mal, über je 6 Tage Betriebsmittelverbräuche und produzierte Dampfmengen notiert. Diese Werte wurden alle in dem Normalen Betriebszeitraum eines Biomassekraftwerkes erfasst, so dass durchaus allgemein verwertbare Daten für dieses betrachtete Kraftwerk gewonnen werden konnten.

Insbesondere wurde in dieser Datenerfassung Wert auf die Anlagenverfügbarkeit gelegt, da dies der Wichtigste Punkt für einen wirtschaftlichen Betrieb eines solchen Kraftwerkes darstellt.

Ebenso wurde im Rahmen dieser Arbeit auf Anlagenschäden hingewiesen welche durch eine schlechte Holzqualität verursacht werden. Dies ist in einigen Biomasseheizkraftwerken der Fall.

Es wurde allerdings auch sehr früh schon eindeutig klar, dass diese Ergebnisse aufgrund der verschiedenen Anlagentechnik nicht analog auf jedes andere Biomassekraftwerk zu übertragen sind.

Ein weiterer hoher Kostenfaktor ist die Entsorgung der Kesselasche. Dieser steigt bei einem diskontinuierlichen Betrieb durch unverbranntes Material in der Asche ebenfalls an.



Kostenverteilung im Regelbetrieb

Es hat sich gezeigt, dass ein großes Augenmerk auf die Holzqualität zu legen ist, die anfängliche Vermutung durch ein Einsatz von kostengünstigerem Brennstoff, Betriebskosten zu sparen, konnten nicht bestätigt werden.

Auch hat sich gezeigt, dass Laboranalysen von den Angelieferten Brennstoffen nur einen sehr groben Überblick über die Qualität des Altholzes geben. Deutlich Aussagekräftiger ist die visuelle Kontrolle bei der Anlieferung auf Störstoffe und Übergrößen der Holzhackschnitzel.

Aufbau eines nutzenorientierten Servicekonzeptes für Dusch-WCs im Rahmen der Integration von Gruppenfunktionen im Qualitätsmanagement unter Berücksichtigung modernen Wissensmanagements

Dipl.-Ing. (FH) Damian Konieczka

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Dipl.-Wirt.-Inf. (FH) Rolf Scheidegger

Datum des Kolloquiums:

12. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik

in Kooperation mit :

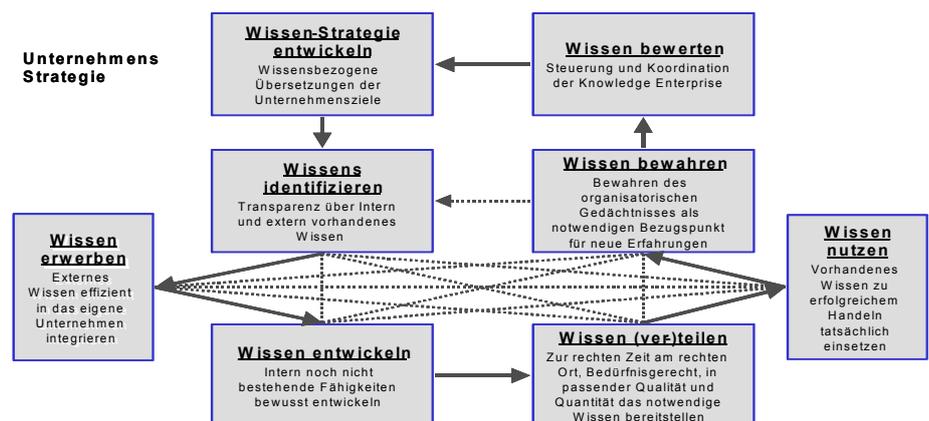
Geberit International AG, Jona (CH)



Im Rahmen der Diplomarbeit sollen die Eckpunkte eines wissensbasierten Servicekonzeptes für Dusch-WCs konzeptionell definiert und in ausgewählten Bereichen inhaltlich erarbeitet werden:

- wissensbasiert, d.h. Schließen des Informationskreislaufes unter Berücksichtigung der Ansätze modernen Wissensmanagements mit dem Ziel die Produkte auf Basis von Kunden- bzw. Marktfeedbacks gezielt zu verbessern.
- Servicekonzept, d.h. Angebot an Dienstleistungspaketen zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse im After Sales Service mit dem Ziel der langfristigen Kundenloyalität bzw. zur Erhöhung des Customer Recommendation Value.

Wissensmanagement ist abstrakt und bietet hinsichtlich Begriffsdefinition und Inhalt einen großen Interpretationsspielraum. Zur strukturellen Entwicklung des Servicekonzeptes wurde das von Probst, Raub und Romhardt entwickelte Modell „Bausteine des Wissensmanagements“ herangezogen. Aus einer realen Fallstudie systematisierten und kategorisierten sie die Problemstellungen im Sinne von Kernprozessen des Wissensmanagements. Es besteht aus zwei lenkenden Bausteinen (Wissensziel, Wissensbewertung) und sechs operativen Bausteinen. Sie alle dienen dazu, das operationale Lernen des Unternehmens zu unterstützen.



Durch Beantwortung folgender Kernfragen, wurde der Weg zum Servicekonzept geebnet:

Wissensziel / Vision

Kernfrage: Wie befähigen wir die Vertriebsgesellschaften für After-Sales-Service am Dusch WC?

Wissensidentifikation

Kernfrage: Wie schaffe ich PQC und Vertrieb Transparenz über vorhandenes Wissen?

Wissenserwerb

Kernfrage: Welche Fähigkeiten kaufe ich extern oder intern ein?

Wissensentwicklung

Kernfrage: Wie baue ich neues Wissen auf?

Wissens-(Ver-)teilung

Kernfrage: Wie bringe ich das Wissen an den richtigen Ort?

Wissensnutzung

Kernfrage: Wie bringe ich den Nutzer dazu die Anwendung zu verwenden?

Wissensbewahrung

Kernfrage: Wie schütze ich mich vor Wissensverlust?

Wissensbewertung

Kernfrage: Wie messe ich den Erfolg meiner Service-Datenbank?

Im Ergebnis wurde unter Umsetzung des Servicekonzepts eine neue Service Datenbank / Lotus-Notes-Datenbank entwickelt und aufgebaut. Diese soll speziell einen erhöhten Nutzen für Geberits (interne) Kunden zur Unterstützung in der Reklamationsbearbeitung bieten.

Konzeptionelle Untersuchung der Energieversorgung am Audi Standort Neckarsulm unter Berücksichtigung der Zielstruktur 2030 sowie von Umwelt – und Sicherheitsaspekten

Dipl.-Ing. (FH) Burkhard Kopp

| | |
|------------------------|---|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Robert Stupperich |
| Datum des Kolloquiums: | 25. August 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Energieversorgung |
| Labor: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| in Kooperation mit: | AUDI AG Neckarsulm |



Am Audi Standort Neckarsulm werden derzeit täglich 1150 Fahrzeuge produziert, dazu gehören der A4, A5 Cabrio, A6 und A8 sowie RS – und Allroad – Modelle und der Sportwagen R8.

Das Werksgelände umfasst knapp 1 Million m², von denen rund 90% bebaut sind. Allein die Gebäudegrundflächen nehmen fast die Hälfte des Areals ein. Die Produktionsflächen beinhalten im Wesentlichen Presswerk, Karosseriebau, Lackiererei und Montage. Diese Nutzungen sind die energieträchtigsten des Werkes.

Für die Zukunft, die bis in das Jahr 2030 vorgeplant ist, sind einige Neubauten und Umstrukturierungen vorgesehen, hauptsächlich in den energieträchtigen Nutzungen. Außerdem wird sich die Stückzahl gefertigter Fahrzeuge pro Tag erhöhen.

Dazu muss natürlich auch die Energieversorgung sichergestellt werden, die derzeitige Versorgungssituation, insbesondere die Wärmeversorgung, könnte schon kaum noch Extremfälle abfangen und hat für die geplante Zielstruktur keine Reserven mehr.

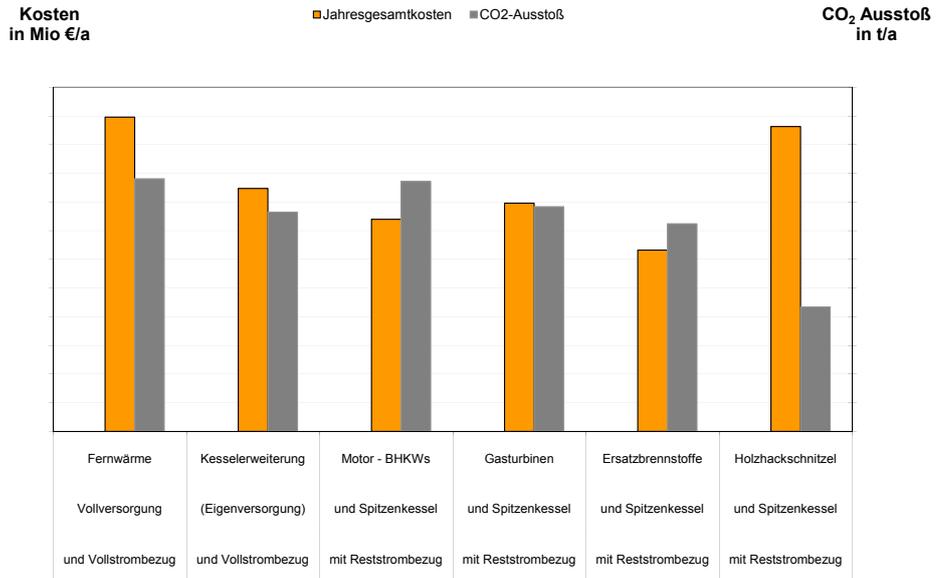
Im Rahmen dieser Diplomarbeit sind verschiedene Konzepte der Energieversorgung am Audi Standort Neckarsulm untersucht worden. Damit ist die allgemeine Strom – und Wärmeversorgung gemeint, ausgenommen sind die dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen für Prozesswärme wie z. B. Härteöfen im Karosseriebau.

Die Notwendigkeit von Investitionen in die Versorgungssicherheit ist dargestellt, auch mit Blick auf die geplanten Veränderungen der Werksstruktur. Verschiedene technische Möglichkeiten der Energieversorgung werden erläutert und auf eine mögliche Umsetzung am Standort geprüft. Danach werden die in Frage kommenden Varianten vergleichend gegenübergestellt. Nach den Kriterien Versorgungssicherheit, Bedarfsorientierung, Ressourcenschonung, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit ist eine Empfehlung erarbeitet worden, wie die Strom – und Wärmeversorgung auch in Zukunft sichergestellt werden kann.

Die Nutzung geothermischer Energien oder der Brennstoffzellentechnik scheiden zur Versorgung des gesamten Audi Standortes Neckarsulm aus. Selbst in der Grundlast sind die thermischen und elektrischen Anschlusswerte des Automobilwerkes einfach zu groß, um mit dem derzeitigen Stand der Technik dieser Technologien abgedeckt werden zu können.

Weiter ist der Ausbau der Fernwärmeversorgung, die Erweiterung der Heizzentrale mit erdgasbefeuerten Kesseln, auch in Kombination mit KWK - Anlagen betrachtet worden sowie der Betrieb von Festbrennstoffkesseln auf Ersatzbrennstoff - oder Holzhackschnitzelbasis.

Die beiden wichtigsten Beurteilungskriterien „Jahresgesamtkosten“ und „CO₂ Bilanz“ sind in folgender Abbildung vergleichend gegenübergestellt:
(wegen Geheimhaltungspflicht ohne Werte)



Es wird deutlich, dass demnach keine Variante eindeutig als Favorit hervorsteht. Alle Bewertungskriterien sind in einer Matrix zusammengestellt und zeigen Vorteile für KWK – Anlagen.

| Bewertungs- kriterien | Variante Nr. | 1 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | | 4 | | | | | | 5 | | | | | | 6 | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | Fernwärme Vollversorgung Vollstrombezug | | | | | | Kesselerweiterung Eigenerzeugung Vollstrombezug | | | | | | Motor - BHKW Spitzenkessel Reststrombezug | | | | | | Gasturbinen Spitzenkessel Reststrombezug | | | | | | Ersatzbrennstoffe Spitzenkessel Reststrombezug | | | | | | Holzhackschnittzel Spitzenkessel Reststrombezug | | | | | |
| gewertet wird gegen Variante Nr. | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Jahresgesamtkosten | | -5 | | | | | | -1 | | | | | | 3 | | | | | | 1 | | | | | | 5 | | | | | | -3 | | | | | |
| Umweltaspekt (CO ₂ Bilanz) | | -5 | | | | | | 1 | | | | | | -3 | | | | | | -1 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| Versorgungssicherheit | | -5 | | | | | | -1 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | -1 | | | | | | -1 | | | | | |
| Platzbedarf | | 5 | | | | | | 3 | | | | | | -1 | | | | | | 1 | | | | | | -4 | | | | | | -4 | | | | | |
| Image | | -1 | | | | | | -2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | -5 | | | | | | 5 | | | | | |
| Abhängigkeit von Energieträgern | | -5 | | | | | | -1 | | | | | | -1 | | | | | | -1 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| bedarfsgerechte Erzeugung | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | -5 | | | | | | -5 | | | | | |
| Summe | | -14 | | | | | | 1 | | | | | | 6 | | | | | | 8 | | | | | | -3 | | | | | | 1 | | | | | |

| | | |
|-----------------|----------|----|
| Legende: | Nachteil | -1 |
| | neutral | 0 |
| | Vorteil | +1 |

Aufgrund der speziellen Randbedingungen wie stark schwankender Wärmebedarf oder die Parameter im werkseigenen Heißwassernetz kann eigentlich nur auf konventionelle Technik zurückgegriffen werden. Die Entscheidung für die Gasturbinen als unterstützende KWK – Anlagen in der Grundlast ist letztendlich auch strategisch der beste Kompromiss, keine Variante ist technisch die beste oder bringt ausschließlich Vorteile.

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Koppernock

| | |
|------------------------|---|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Christoph Engel |
| Datum des Kolloquiums: | 23. März 2009 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Labor: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| in Kooperation mit: | atea Environmental Technology Pte. Ltd. |



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Datenbank Management System entwickelt, welches den Umgang mit Exhaust Tool Hook-Up Projekten verbessert und die Effizienz steigert. Dies sind Projekte, die das Verbinden von Maschinen an die Hauptabluftleitung beliebiger Abluftarten beinhaltet.

Folgende Bereiche wurden gefordert und realisiert:

- 1) Angebotserstellung
- 2) Bestellungsanfrage
- 3) Kostenberechnung
- 4) Rechnungserstellung
- 5) Inventarkontrolle

Für die Bereiche 1) bis 3) kamen zusätzliche Anforderungen hinzu:

- Jeweils Eingabemasken um Details zu Projekt, Produkten und Maschinen auszuwählen
- Funktion zur Suche nach bestimmten Datenblättern des jeweiligen Bereiches
- Berichte nach ausgewählten Kriterien oder Gesamtübersichten
- Schaltflächen um zwischen diesen Bereichen navigieren zu können

Die Entwicklung und Einführung einer solchen Datenbank war notwendig, da bei Projekten dieser Art eine große Anzahl an Produkten, Materialien, Durchmessern und Preisen bearbeitet werden müssen.

Um hier den Überblick zu behalten und effizient zu arbeiten ist ein solches Datenbanksystem ideal. Auf einfachste Weise werden Tabellen mit den verschiedensten Informationen erstellt und durch Beziehungen untereinander verknüpft. Die geforderten Daten werden anschließend mit Hilfe von Abfragen, SQL Befehlen (Structured Query Language) und VBA Codes (Visual Basic for Applications) ausgelesen und in Formularen und Berichten dargestellt.

Berücksichtigt wurden hier zusätzlich die Anforderungen der Kunden an die Dokumentation bzw. an das Layout sowie die internen Anforderungen der Geschäftsleitung und weiterer Mitarbeiter.

Als Beispiel wird in folgender Grafik die Kostenübersicht einer ausgewählte Maschine darstellt. Es werden alle verwendeten Produkte mit den jeweiligen Detailinformationen aufgezeigt.

Costing_ID: 1
 Project Name: SSW
 Project Number: S12.6617
 Date of issue: 15.01.2009
 Created by: Sai Wong

Tool Number: L4901.T24.FV001
 Tool Description: Bag Sealer
 System: GEX
 Revision: 0



| Comp. ID | Description | Material | Size | Qty | Unit | Material Rate | Installation Rate | Unit Rate | Total Rate |
|----------|--------------------------|----------------|-----------|-------|------|---------------|-------------------|-----------|------------|
| HE-P04 | Exhaust Ducting | SS304 w/ETFE | 200 | 22,55 | m | \$293,57 | \$48,47 | \$342,04 | \$7.713,00 |
| HE-P02 | Exhaust Ducting | SS304 w/ETFE | 100 | 0,2 | m | \$177,32 | \$25,85 | \$203,17 | \$40,63 |
| HE-T04 | Equal T-Piece (short) | SS304 w/ETFE | 200 x 200 | 1 | nos | \$375,01 | \$63,01 | \$438,02 | \$438,02 |
| HE-E04 | Elbow 90° | SS304 w/ETFE | 200 | 6 | nos | \$277,05 | \$48,47 | \$325,51 | \$1.953,06 |
| HE-E11 | Elbow 45° | SS304 w/ETFE | 200 | 5 | nos | \$214,89 | \$48,47 | \$263,36 | \$1.316,80 |
| HE-E02 | Elbow 90° | SS304 w/ETFE | 100 | 1 | nos | \$152,74 | \$25,85 | \$178,59 | \$178,59 |
| HE-V09 | Manual Damper | SS304 | 100 | 1 | nos | \$183,66 | \$25,85 | \$209,51 | \$209,51 |
| HE-R10 | Concentric Reducer | SS304 w/ETFE | 200 x 100 | 1 | nos | \$254,92 | \$48,47 | \$303,39 | \$303,39 |
| HE-S06 | Test Port ; Fitup Nipple | SS304 | 1" | 1 | nos | \$65,59 | \$64,61 | \$130,20 | \$130,20 |
| HE-F14 | PVC Flexible | PVC | 100 | 2 | nos | \$20,00 | \$4,20 | \$24,20 | \$48,40 |
| HE-M51 | Soft Connections | PVC | 100 | 1 | nos | \$60,00 | \$15,00 | \$75,00 | \$75,00 |
| HE-E18 | Elbow 90° | SS304 - Welded | 200 | 0 | nos | \$163,98 | \$48,47 | \$212,45 | \$0,00 |

Total Amount: \$12.406,61

verify by

| | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| Signature: _____ | Signature: _____ | Signature: _____ |
| Contractor: _____ | Sub Client: _____ | Main Client: _____ |
| Date: _____ | Date: _____ | Date: _____ |

Donnerstag, 19. März 2009

Page 1 of 1

Abb. 1: Kostenübersicht für eine Maschine

Vor Beginn der Entwicklung und der Umsetzung des Programms musste jedoch erst ein Arbeitsablauf erarbeitet werden, um den Projektablauf für jedes Projekt zu vereinheitlichen und das Datenbank Management System zu integrieren.

Außerdem wurde mit Hilfe einer Bedienungsanleitung für das entwickelte Datenbank Management System sichergestellt, das jeder zukünftige Benutzer problemlos mit dem Tool arbeiten kann.

Dipl.-Ing. (FH) Jan Kurowski

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Robert Stupperich

Datum des Kolloquiums: 09. Mai 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Energieversorgung und Energiewirtschaft



Untersucht wurde bei dieser Arbeit die Energieeffizienz, die Kohlendioxid-emissionsbilanz, sowie die Bilanz der Energiekosten eines realen und unzählige Male bestehenden Einfamilienhauses, dessen Standort in Mitteleuropa eingeordnet wird. Der Jahresnutzwärmebedarf von 45.000 kWh und ein jährlicher Strombezug von 4.800 kWh setzen die Rahmenbedingungen. Zur Ermöglichung der Brennwerttechnologie wird eine Fußbodenheizung eingesetzt. Die untersuchten Anlagen sind: der vorhandene Standardgaskessel, ein Brennwertkessel, ein Blockheizkraftwerk, ein Brennwert-Blockheizkraftwerk, ein Holzpelletkessel und eine Wasser-Sole-Wärmepumpe mit Erdspieß.

Im zweiten Teil werden diese Anlagen in Verbindung mit einer 60 m² großen Fotovoltaikanlage zur Stromeinspeisung bilanziert.

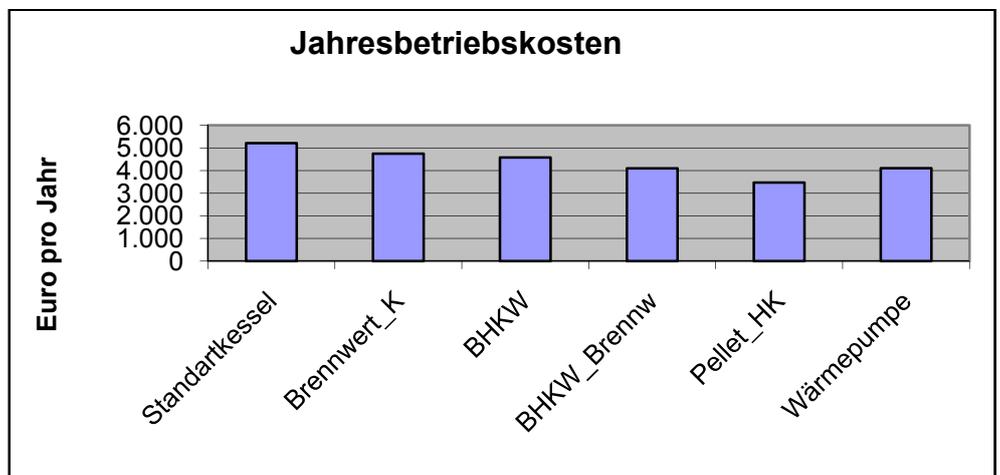
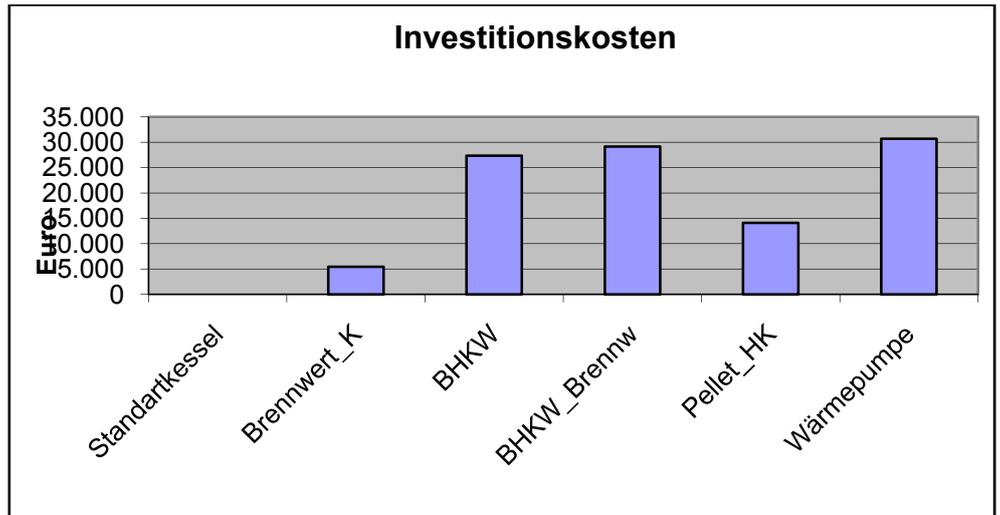
Der dritte Teil umfasst die Einbindung der solaren Energienutzung zur Brauchwassererwärmung durch eine sechs Quadratmeter große Kollektorfläche.

Der vierte Teil enthält die Verwendung eines 40 m² großen Solarkollektors zur Heizungsunterstützung. Allerdings kann eine derart große Kollektorfläche nur mit entsprechend großer Wärmeabführung oder durch Zusatzmaßnahmen wie beispielsweise künstliche Verschattung während der Sommermonate dauerhaft funktionieren. Der verwertbare Nutzwärmeanteil beträgt dabei 36 Prozent.

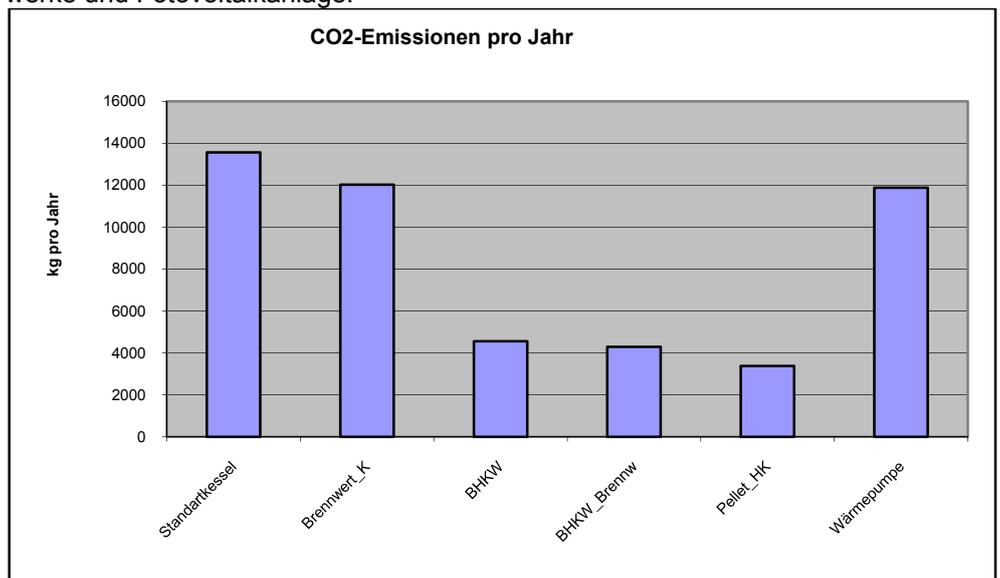
Als ökologisch sinnvollste Kombination ergibt sich eine Verbindung zwischen Pelletkessel und Fotovoltaikanlage. In diesem Fall liegt bei angenommener Kohlendioxidneutralität des Pelletbrennstoffes und der Gutschrift der Stromerzeugungsemissionen durch die Fotovoltaikanlage angenommene Emissionsfreiheit vor. Ebenfalls sinnvoll ist der Einsatz von Blockheizkraftwerken mit Fotovoltaikanlagen.

Solare Wassererwärmungssysteme hingegen eignen sich am besten in Kombination mit Gas- / Ölkesseln und Wärmepumpen.

Abschließend sind die notwendigen Investitionskosten, die jährlichen Betriebskosten sowie die Kohlendioxidemissionen der einzelnen Energieversorgungssysteme gegenübergestellt.



Bei den Kohlendioxidemissionen wurde der Strombezug von 4.800 kWh mit dem CO₂-Emissionsfaktor für NRW von 0,704 kg CO₂ pro kWh Strom umgerechnet. Entsprechend auch die Strom einspeisung durch Blockheizkraftwerke und Fotovoltaikanlage.



Funktionelle Anpassung und Feinabstimmung eines simulationsgestützten Versuchsstandes zur Demonstration des dynamisch ablaufenden hydraulischen Abgleichs

Dipl.-Ing. (FH) Dennis Lienkamp

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann
Zweitprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Lars Heinert

Datum des Kolloquiums: 26. September 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Heizungstechnik



Es gibt momentan kein anderes Thema, welches von Verbrauchern, Medien und Politikern gleichermaßen ausführlich diskutiert wird, wie die Einsparung von Energie und damit einhergehend die Verminderung des CO₂ Ausstoßes. Die Hauptursache dafür sind neben einem gesteigerten Umweltbewusstsein vor allem stark angestiegene Energiekosten für elektrischen Strom, Gas und flüssige Kraftstoffe, wie Heizöl und Diesel.

Nicht zuletzt führen der beträchtliche Endenergieverbrauch für Heizung und Klimatisierung in Gebäuden und die stark gestiegenen Energiekosten dazu, die Energieeinsparpotenziale auszuschöpfen, die vor einigen Jahren noch als unerheblich erschienen, wie z. B. die Minderung der Verteilungsverluste in Warmwasserheizungssystemen.

Ziel der Diplomarbeit war die praktische Umsetzung eines Regelungskonzeptes zum automatischen hydraulischen Abgleich in Heizungsanlagen. Dieses Konzept wurde im Rahmen eines ProInno Projektes in Zusammenarbeit der Fachhochschule Münster und der Fa. Plüth Regelsysteme entwickelt. Dabei wurde eine neuartige, auf Auslegungsberechnungen und Auslegungsdaten basierende, automatisch hydraulisch abgleichende Regelungsgrundlage für Warmwasserheizungsanlagen ausgearbeitet. Die Grundlage wurde in eine Simulationssoftware eingepflegt und zur Validierung der Simulation wurde ein Versuchsstand gebaut.

Vor Inbetriebnahme des Versuchsstandes mussten die elektronischen Einrichtungen zur Durchführung der Mess-, Steuer und Regelungsaufgaben in den Aufbau integriert werden. Dazu gehörte neben Anschluss und Justierung, die Einbindung von Berechnungsdaten und Anpassung der Regelungssoftware um sicherzustellen, dass die vorgenannten Komponenten ihre zugeordneten Analyse- und Ansteuerungsfunktionen fehlerfrei ausführen können. Anschließend wurde in ersten Versuchen und Messungen überprüft, inwieweit das Regelverhalten der Stellglieder und die hydraulischen Zustände im Versuchsstand mit den Ergebnissen der Simulation konform gehen. Basierend auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen wurde die Software Schritt für Schritt angepasst, bis ein zufrieden stellendes Ergebnis vorlag. Daraufhin wurden theoretische Überlegungen zu Szenarien, die die Funktion des dynamischen hydraulischen Abgleichs am Versuchsstand demonstrieren, angestellt, welche anschließend ihre praktische Umsetzung in der Programmierung der Abläufe auf der Softwareebene fanden. Abschließend erfolgte die Aufnahme und Auswertung von Messdaten um die Wirkungsweise im Zusammenspiel von Regelungssoftware und Versuchsstand überprüfen zu können.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit ist es gelungen, das theoretische Regelungskonzept zum automatischen hydraulischen Abgleich an die Anforderungen eines realen Versuchsstandes anzupassen und diesen in Betrieb zu nehmen. Nach Weiterentwicklung der bereits in der vorangegangenen Simulationsberechnung eingesetzten Regelungssoftware konnte der Nachweis erbracht werden, dass ein dynamisch ablaufender hydraulischer Abgleich mit den Möglichkeiten der Gebäudeautomation durchaus in der Praxis zu realisieren ist.

Dazu ist anzumerken, dass lediglich drei Temperaturmessungen die Grundlage für alle weiteren Berechnungsschritte bilden. Mit Hilfe dieser Temperaturmessungen kann in Kombination mit herstellerspezifischen Auslegungsdaten eine Volumenstrombestimmung durchgeführt werden, auf der die Erfassung und Regelung der hydraulischen Zustände basiert.

Die dynamische Anpassung der Förderhöhe konnte durch Ansteuerung der Umwälzpumpe mittels eines analogen Stellsignals realisiert werden. Dazu wird über die berechneten Druckverluste in den Teilstrecken der Fließwege über die Heizkörper mit einer vorgegebenen Mindestventilautorität zu jedem Zeitpunkt der aktuell hydraulisch ungünstigste Fließweg bestimmt.

Der zu überwindende Druckverlust dieses Fließweges bildet die Führungsgröße für die Förderhöhe der Umwälzpumpe. Für die Regelventile der verbleibenden, zu diesem Zeitpunkt hydraulisch günstigen Fließwege, wird ein Hubstellwert berechnet, der es ermöglicht, einen hydraulisch abgeglichenen Zustand zu erreichen. Dabei wird neben den hydraulischen Verhältnissen die momentane Heizlast berücksichtigt, um eine ausreichende Wärmeversorgung jedes Verbrauchers sicherzustellen.

Die Umsetzung des Hubstellwertes durch Ansteuerung der Regelventile wurde wie bei der Umwälzpumpe mithilfe eines analogen Stellsignals realisiert.

Weiterhin wurden zusätzliche Bausteine wie ein Reset-Baustein, ein Frostschutzbaustein und Bausteine zur Berücksichtigung von Fremdenergie und zur automatischen Anpassung der Förderhöhe entwickelt und in die Regelung integriert, um verschiedene Teillastzustände bedingt durch äußere Einflüsse oder unterschiedliches Nutzerverhalten während des Betriebes am Versuchsstand vorgeben zu können.

Diese Bausteine wurden durch Messungen auf ihre Funktion hin überprüft und anhand der Ergebnisse so angepasst, dass die geforderten Raumtemperaturen erreicht wurden.

Abschließend konnten erste Erfahrungen in Bezug auf das Regelverhalten gesammelt werden, die es ermöglichten, die Abstimmung der Regelung weiterzuentwickeln, um die ursprüngliche Simulationssoftware Schritt für Schritt an reale Vorgänge anzunähern.

Dipl.-Ing. (FH) Mario Lukas

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Zweitprüfer: | Dr.-Ing. Helge Uhlig |
| Datum des Kolloquiums: | 04. März 2009 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Raumluftechnik |
| in Kooperation mit: | TÜV NORD Systems GmbH Co. KG |



In dieser Abschlussarbeit wird dargestellt wodurch der Energieverbrauch einer Raumluftechnischen Anlage maßgeblich verursacht wird und durch welche Maßnahmen dieser bereits im Vorfeld minimiert werden kann. Die erforderlichen Auslegungsparameter werden erläutert, die die Gerätegröße und seine Anschlussleistung optimieren sollen. Weiterhin wird beschrieben, aus welchen wichtigen Komponenten ein RLT-Gerät besteht und inwiefern diese den energetischen Verbrauch beeinflussen. Es werden Optimierungsmaßnahmen genannt, die nachhaltig den Verbrauch reduzieren können.

Außerdem werden die Zertifizierungsprogramme des Herstellerverbandes Raumluftechnische Geräte e.V. und von EUROVENT Certification Company analysiert, die darauf basierenden Energieeffizienzklassifizierungen für RLT-Geräte vorgestellt und im Detail erläutert. Diese Klassifizierungen, wie sie bereits bei Haushaltsgeräten publik sind, lassen sich allerdings bei RLT-Geräten nicht so einfach realisieren. Probleme ergeben sich z. B. durch die Vielzahl verschiedener Gerätekonfigurationen, die Systemarten, die konstruktiven Bauarten, die Gerätegrößen in Abhängigkeit vom geförderten Luftvolumenstrom und den Nutzungsanforderungen der Geräte in verschiedenen Klimata.

Anhand eines Referenzobjektes wird eine Überprüfung der Leistungsdaten nach DIN EN 13053 und DIN EN 1216 und der mechanischen Eigenschaften nach DIN EN 1886 im Zuge der Zertifizierung dokumentiert und beschrieben. Eine kritische Beurteilung der Zertifizierungen soll Anreize zur Verbesserung der Klassifizierungsprogramme geben. Eine mit Excel 2007 erstellte Datenbank beinhaltet Messdaten von 53 verschiedenen RLT-Geräten, die auf dem Prüfstand der TÜV NORD Systems für Air Handling Units gemäß der EUROVENT Operational Manual überprüft wurden. Ein mit Formeln und Tabellen hinterlegtes Programm wendet die aktuellen Klassifizierungen automatisch unter Eingabe erforderlicher Daten an. Die Resultate werden anschließend ausgewertet und erläutert.



Abbildung 4: Energy Label gemäß EUROVENT Certification Company



Abbildung 5: Energy Label gemäß Herstellerverband Raumlufotechnischer Geräte e.V.

Mit den Zielen wertvolle Rohstoffe einzusparen, die CO₂-Emissionen zu reduzieren und die Energieverbräuche zu optimieren, wurden die Forderungen gemäß der EPBD (Energy Performance Directive Building, Richtlinie 2002/91/EG) in Bezug auf die Raumluftechnik von den unabhängigen Organisationen auf nationaler und europäischer Ebene angegangen. Die speziellen Zertifizierungsprogramme und die darauf basierenden Energieeffizienzklassen schaffen Klarheiten über die Energieverbräuche und liefern Entscheidungskriterien für die planenden Ingenieure durch einen direkten Vergleich der Leistungsdaten, der mechanischen Eigenschaften und der Energieverbräuche. Dadurch sind die Unternehmen gehalten, ihre Geräte auf einem möglichst hohen Niveau herzustellen. Die Untersuchung bzw. die vergleichende Betrachtung der Energieeffizienz Raumluftechnischer Zentralgeräte ergab, dass die bestehenden Klassifizierungsmodelle noch einige Defizite aufweisen. Nicht umsonst ist dieses Thema eines der derzeit Brisantesten in der Raumluftechnik. Trotz bereits positiver Resonanz aus der Branche werden sich zukünftig noch weitere Modifizierungen in den Modellen und den entsprechenden Normungen ergeben. Alleine wegen der sich fortschreitenden Entwicklung der Produktion ist eine dynamische Anpassung über die Zeit erforderlich, um ständig neue Standards anzustreben und damit auch in Zukunft den Energieverbrauch weiter zu senken.

Natürlich liegt der Energieverbrauch nicht nur in der alleinigen Verantwortung der Hersteller. Die klimatischen Bedingungen, das Nutzerverhalten und Wartung- und Instandhaltung sind außerdem wesentliche Einflussfaktoren. Da aber der eigentliche Betrieb den Großteil der Kosten verursacht, sollte trotzdem das Hauptaugenmerk auf die Geräte gerichtet werden.

Dipl.-Ing. (FH) André Meiermann

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Martin Krabbe |
| Datum des Kolloquiums: | 29. September 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Haus- und Energietechnik |
| in Kooperation mit: | TECE GmbH, Emsdetten |



Die TECE GmbH aus Emsdetten stellt unter anderem Unterputzspülkästen her, die mit Füllventilen ausgerüstet werden. Die Eigenschaften von Füllventilen sollen umfangreich getestet werden.

Die Funktion eines Füllventils ist es, Wasser nachzufüllen, das für den Spülvorgang verwendet wird. Das Ventil wird in Abhängigkeit von der Füllstandshöhe in einem Behälter gesteuert. Wird ein gewisser Pegelstand des Wasserspiegels unterschritten, öffnet das Ventil. Ist der Sollpegel des Wasserspiegels erreicht, schließt das Füllventil.

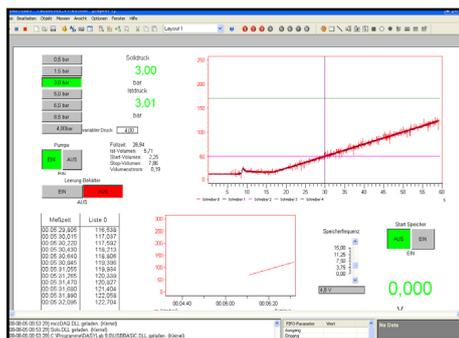
Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Teststand angefertigt, mit dem die unterschiedlichen Eigenschaften von Füllventilen getestet werden können. So wurden Prüfungen hinsichtlich des Wasserdurchflusses, der Füllgenauigkeiten, des hydraulischen Schließverhaltens und der entstehenden Schallemissionen des Füllventils durchgeführt.

Neben der Entwicklung des Messstandes wurde eine Messsoftware geschrieben, die die Ergebnisse aufnimmt und weiter verarbeitet. Zusätzlich übernimmt diese Software auch unterschiedliche Regel- und Steuerungsaufgaben während der Versuchsdurchführung.

Durch die Recherche von Normen und Vorschriften wurde ein Bewertungsmaßstab auf Grundlage der DIN EN 14124 angefertigt. Hiermit wurden verschiedene Füllventile und Produktserien getestet und verglichen.

Füllventile müssen unterschiedlichste Anforderungen erfüllen. Sie müssen rücksaug sicher sein, die Grenzwerte für entstehende Geräusche müssen eingehalten werden, beim Schließen des Ventils darf kein hoher Druckstoß entstehen, die einzelnen Bauteile müssen einer Druck- oder Kraftbeaufschlagung standhalten, die Ventile müssen genau füllen und die Funktion des Ventils muss bei unterschiedlichsten Anschlussdrücken sichergestellt sein.

Mit Hilfe der verwendeten Software wurde eine Bedienoberfläche für die einzelnen Prüfungen erstellt. Hier können die unterschiedlichsten Drücke mit Hilfe der Pumpe eingestellt werden. Der Füllstand im Behälter, der Druck in der Anschlussleitung und der Volumenstrom werden angezeigt. Ein Beispiel hierfür ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.



Die nächste Abbildung zeigt den Prüfbehälter, in dem die zu prüfenden Füllventile eingebaut wurden. Der Behälter ist aus Acrylglas gefertigt, um die Funktionen und Eigenschaften der Ventile besser beobachten zu können.



Die dritte Abbildung zeigt den eigentlichen Prüfstand. Die einzelnen Bauteile wie z. B. Schaltschrank, Kreiselpumpe und Druckbehälter (150 Liter) sind zu erkennen. Ebenfalls sind unterschiedliche Leitungswege für die Durchführung verschiedener Prüfungen zu sehen.

Die Pumpe wird mittels eines Frequenzumrichters angesteuert. Mit Hilfe der Software ist es möglich, die unterschiedlichsten Drücke zu erzeugen, die im Leistungsbereich der Pumpe liegen.



Aus den durchgeführten Messreihen konnten erste aussagekräftige Erkenntnisse gewonnen werden. Es sind deutliche Tendenzen und Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften einzelner Füllventile zu erkennen. Mit Hilfe dieser Ergebnisse wurde abschließend ein Vergleich der unterschiedlichen Füllventile aufgestellt.

Vergleichsuntersuchungen ausgewählter Regelorgane auf ihre Regelfähigkeit am Prüfstand zum dynamisch ablaufenden hydraulischen Abgleich

Dipl.-Ing. (FH) Michael Mostolski

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

21. November 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

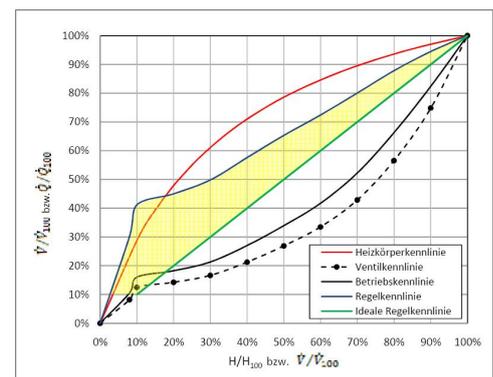
Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Heizungstechnik



Aufgabe dieser Diplomarbeit war es zu untersuchen, ob und welchen Einfluss herstellerspezifische abweichende Bauarten von gleichprozentigen und linearen Regelorgane mit gleichem K_{vs} -Wert auf die Regelbarkeit haben. Dabei sollten zunächst die Kennlinien der Regelorgane verschiedener Hersteller mit k_{vs} -Werten im Bereich von 0,25 bis 2,5 m^3/h an einem extra für diesen Zweck, nach VDI/VDE 2173, umgebautem K_v -Wert-Prüfstand an der FH-Münster aufgenommen und verglichen werden. Innerhalb der Messstrecke wurde der Volumendurchsatz der Ventile, bei einem Druckabfall Δp_v über dem Ventil von 1 bar gemessen. Zur Ermittlung der Kennlinie wurden Messpunkte zwischen 5% und 100% der Nennhubstellung aufgenommen.

Aus den resultierenden Regelkennlinien, aus Betriebskennlinie des Regelorgans und der Leistungskennlinie eines Heizkörpers, sollten Aussagen über die Regelfähigkeit der Prüfkörper getroffen werden.

Anschließend sollten diese Ventile in den Prüfstand zum dynamisch ablaufenden hydraulischen Abgleich eingebaut werden.



Dieser Prüfstand wurde im Rahmen einer Masterarbeit erstellt und simuliert sechs Verbraucher, die mit einer Drehzahl geregelten Umwälzpumpe versorgt werden. Die eingesetzten Regelorgane werden mit motorbetriebenen Stellantriebe gestellt, die durch PID-Regler gesteuert werden. In diesem Prüfstand sollten die Ventile und Kugelhähne auf ihre Regelbarkeit, bzw. ihrer Funktionalität bei verschiedenen Vollast- und Teillastsituationen geprüft werden. Diese Vollast- und Teillastsimulationen dienen einer Hubstellwertänderung im Bereich von H_0 bis H_{100} . Die erforderlichen Hubänderungen wurden iterativ über die in der Regelung hinterlegten Algorithmen ermittelt und in Abhängigkeit der Druckverluste und der Förderhöhe der Pumpe für jeden Heizkörper über die Stellmotoren gestellt.

Während dieser Simulationen wurden die Temperatur- und Volumenstromverläufe über der Zeit aufgezeichnet um diese dann in der Auswertung miteinander vergleichen zu können und Fehlverhalten deutlich machen zu können.

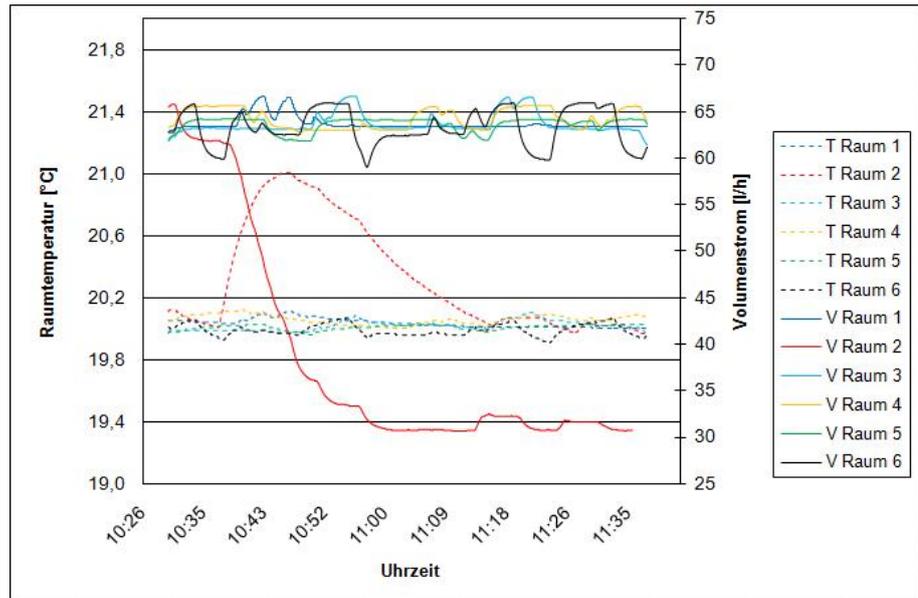


Abbildung 6: Fremdenergieeinwirkung von 400 Watt

Das Regelverhalten der Regelorgane hatte keine wesentlichen Einfluss auf die Einhaltung der geforderten Raumtemperatur von 20°C, denn mit allen Regelorganen was es möglich die geforderte Raumtemperatur bei Fremdwärmeeinfluss und bei Frostschutzanforderung einzuhalten. Jedoch zeigte sich, dass bei Regelorganen mit extremer Abweichung von der idealen Regelkennlinie, wie bei Regelorganen mit linearem Durchflussverhalten in Verbindung mit einem Heizkörper als Wärmeüberträger üblich, eine Regelung der Raumtemperatur nur durch ein ständiges Öffnen und Schließen (Takten) erreicht werden kann.

Die in dieser Arbeit untersuchten Regelorgane wurden von der Fa. HORA ausgewählt. Dabei handelte es sich um ein Durchgangsventil aus dem Hause HORA, ein Durchgangsventil der Fa. Siemens, ein Durchgangsventil der Fa. Kieback & Peter und einem Regel-Kugelhahn der Fa. Belimo. Jedes Regelorgan wurde mit dem passenden Stellantrieb des jeweiligen Herstellers angesteuert.

Krisenmanagement bei großflächigen Versorgungsstörungen im Versorgungsgebiet der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH Entwicklung eines Handlungskonzeptes

Dipl.-Ing. (FH) Joachim Müller M.Sc.

| | |
|------------------------|--|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums: | 15. Juni 2007 |
| Studiengang: | Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik |
| Vertiefungsrichtung: | Energietechnik |
| Laborbereich: | Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung |
| in Kooperation mit: | Energie Waldeck-Frankenberg GmbH, Korbach |



Die Erfahrungen der letzten 8 Jahre haben gezeigt, dass es im deutschen und europäischen Stromnetz wegen technischer Mängel, menschlicher Unzulänglichkeiten und nicht zuletzt wegen großer Naturkatastrophen immer wieder zu großflächigen Versorgungsstörungen kommt. Das bewirkte einerseits einen hohen Imageverlust und andererseits ein grundsätzliches Umdenken in den Betrieben der Strombranche und bei politisch Verantwortlichen.

Länger andauernde und großflächige Versorgungsausfälle werden nunmehr als reale Gegebenheiten akzeptiert und Fachleute gehen der Frage nach, wie solche Krisensituationen wirkungsvoll bewältigt werden können.

Auch das regionale Querverbund-Versorgungsunternehmen Energie Waldeck-Frankenberg GmbH bemüht sich um einen wirksamen Einstieg in diese Thematik.

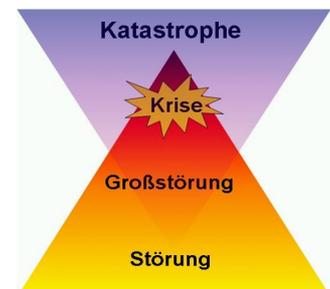
Mit der vorliegenden Masterarbeit wird speziell für den Bereich der EWF ein Krisenmanagement entwickelt und im Betriebsablauf etabliert. Das Ziel der Masterarbeit ist eine gut durchdachte Bewältigungsstrategie, die den Versorgungsbetrieb in Krisensituationen vor blindem Aktionismus bewahrt.

Stattdessen soll das Krisenmanagement dazu dienen, aufgrund fundierter Informationen gezielte Maßnahmen zur effektiven Krisenbewältigung ergreifen zu können.

Ein kleiner Einblick in die Risikotheorie zeigt auf, warum unser Gemeinwesen bei großflächigen Stromausfällen so stark erschüttert wird.

Mit Blick auf den viel diskutierten Klimawandel und den damit einhergehenden heftigen Naturereignissen werden die Ursachen für die veränderten Umweltbedingungen und deren Konsequenzen für die Stromnetze in Deutschland aufgezeigt.

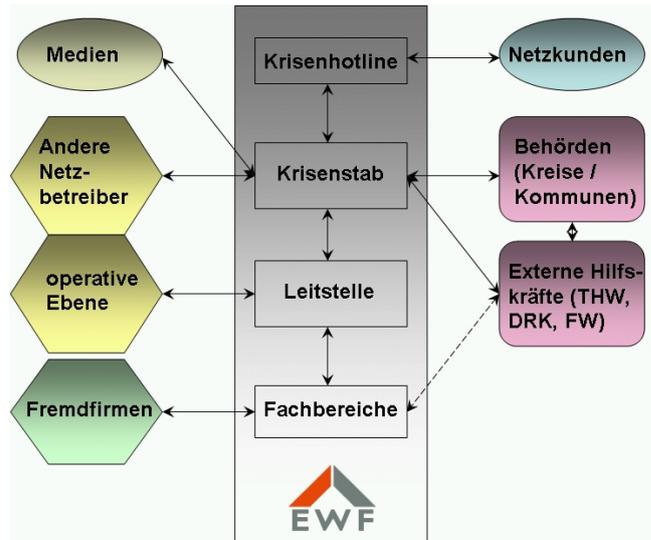
Anhand begrifflicher Abgrenzungen wird die Entstehung einer Krise dargestellt.



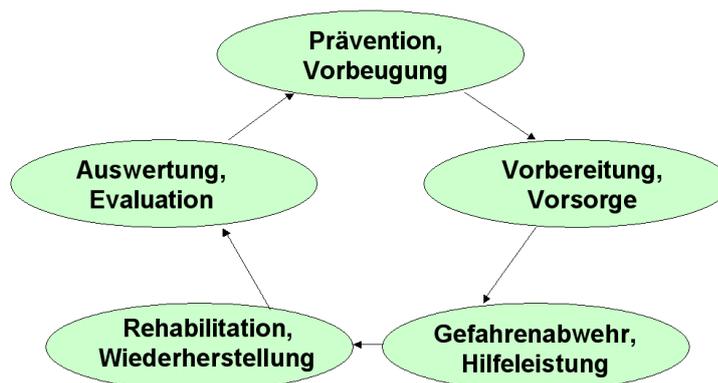
Daraus leitet sich ein Krisenmanagement ab, das sich deutlich von den üblichen Störungsmanagements unterscheidet und speziell bei Krisen zum Einsatz kommen soll.

Es enthält konkrete Handlungsanweisungen für die betriebliche Praxis der EWF.

Da Krisensituationen in die gesamte Infrastruktur des Versorgungsgebietes eingreifen, wird auch das Beziehungsgeflecht mit Behörden, Organisationen usw. in die Überlegungen mit einbezogen. Durch präventive Maßnahmen soll die Grundlage für eine gelingende Kooperation mit allen Beteiligten einer Krisensituation geschaffen werden.



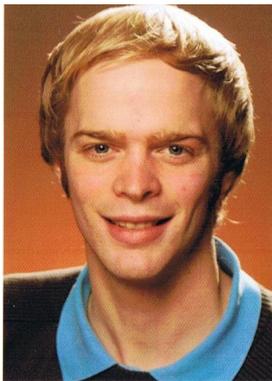
Die gesamten Maßnahmen verstehen sich als Initiative für einen kontinuierlichen Prozess, der nicht mit der Fertigstellung der Masterarbeit abgeschlossen sein wird. Deren Inhalte müssen regelmäßig aktualisiert werden und stets im Fokus der EWF-Mitarbeiter bleiben.



Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Zweitprüfer: Dr.-Ing. Peter Ackermann

Datum des Kolloquiums: 2. Oktober 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Labor: Raumluftechnik



Seit sieben Jahren trägt die Imtech Contracting GmbH & Co KG im Rahmen eines Energieliefercontracting die Verantwortung für die gesamte Energie- und Medienversorgung des Industrieparks Friedrichsort in Kiel. Hierzu werden Erzeugungs- und Verteileranlagen für die Gewerke Dampf, Strom, Anlage wird dabei fortwährend kontrolliert und auf Optimierungspotenziale hin untersucht.

Ziel meiner Arbeit war es, Energieeinsparungspotenzial in der Versorgung des Areals mit Druckluft ausfindig zu machen und Vorschläge zur Hebung des Potenzials auszuarbeiten. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob es möglich sei, das bestehende Netz in eine Ringstruktur umzuwandeln, um eine höhere Versorgungssicherheit zu erlangen.

Die Druckluft wird im Industriepark zentral erzeugt und wird von dort aus zu den einzelnen Hallen transportiert. Vor diesen befindet sich jeweils eine Druckluftmessung, welche die Schnittstelle zwischen Hallenbetreiber und Imtech Contracting ist.

Beim Überprüfen der Daten der Druckluftmessung wurde deutlich, dass die Differenz zwischen erzeugter Druckluft und verbrauchter Druckluft sehr hoch war. Hieraus ließ sich auf hohe Leckageverluste in der Druckluftverteilung schließen. Aus diesem Grund wurde an einem Wochenende der Teil des Netzes abgedrückt, in dem die Unternehmen nicht produzierten. Durch diese Maßnahme konnten einige Leckagen lokalisiert und behoben werden.

Darüber hinaus ist beim Abschiebern der Gebäude aufgefallen, dass die Druckluftmessungen außerhalb der Betriebszeiten keine Volumenströme erfassen, obwohl sich in den Gebäuden erhebliche Leckagen befanden. Um diese Kriechvolumenströme zu minimieren, wurde eine Steuerung entwickelt, die die Druckluftversorgung der Gebäude außerhalb der Betriebszeiten mit Hilfe eines Motorventils automatisch zufahren kann. Die Behebung der Leckagen und das Installieren der Ventile würden die Druckluftverluste signifikant reduzieren.

Eine weitere Aufgabe meiner Arbeit war es, einen Vorschlag zur Umwandlung des bestehenden Netzes in eine Ringstruktur auszuarbeiten und somit das Netz, zum Beispiel bei einer plötzlich auftretenden Materialermüdung eines Rohres, innerhalb weniger Minuten wieder in Betrieb nehmen zu können. Durch das Erstellen einer Druckverlusttabelle konnte die Ringleitung ausgelegt werden und das bestehende Netz auf Druckverluste geprüft werden. Da am Ende dieses Jahres eine zusätzliche Kompressorstation mit übergeordneter Regelung in Betrieb geht, wurde die vorhandene Regelung auf Optimierungsmöglichkeiten geprüft. Dabei kam zum Vorschein, dass der FU-geregelte Kompressor an einigen Tagen 24 Stunden am Tag in Volllast betrieben wird und die starr geregelten Kompressoren nur zur Lastspitzendeckung eingesetzt werden. Dieses wird mit der zukünftigen Regelung vermieden.

Development of an Active Cooling Unit for Electrical Ground Source Heat Pumps

Dipl.-Ing. (FH) Martin Nussbaum

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

Datum des Kolloquiums: 10. Oktober 2008

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Labor: Raumluft- und Kältetechnik

in Kooperation mit: Bosch Thermotechnik GmbH / IVT Industrier AB, Schweden



This diploma thesis is the result of the work which has been carried out in the innovation team which is part of the research and development department of IVT Industrier AB. IVT (Industriell Värme Teknik) has since 2004 been a subsidiary company under the ownership of the Bosch Thermotechnik GmbH and is located in Tranås, Sweden.

The Bosch Thermotechnik GmbH presents the Thermotechnology Division of the Bosch Group. Together with its subsidiaries, the company is a leading supplier of heating products and hot water solutions in Europe. A diversified product range with strong international and regional brands is manufactured in 18 plants in nine countries for sale in 50 countries worldwide.

IVT, which has been in business for more than 30 years, is the leader of the market for electric heat pumps in Sweden and one of the leading suppliers across Europe, with the widest range of electric heat pumps of any company. IVT products are available for the use of heat from surface soil, bedrock, groundwater, outside air and exhaust air. This means that solutions tailored to all types of houses and buildings can be supplied. IVT has a high level of engineering expertise which is well-recognised within the industry.

The heat pump market is at present experiencing rapid worldwide growth. In the light of steadily rising energy prices for oil and natural gas and the need to reduce the amount of green-house gases which are emitted, heat pump systems are becoming increasingly more attractive to and affordable for the customer. However, a higher standard of living also increases the demand for a higher comfort of maintained air temperatures inside buildings in the residential building sector. This means that the demand for mere heating systems is rapidly changing to systems which can also ensure a cooling effect during periods of hot weather. In most cases a reduction of the primary energy consumption is contradictory to a simultaneously increasing standard of living.

Liquid-water heat pumps which abstract stored solar heat from the soil with a ground collector, "pump" this heat up to a useable temperature level for heating and domestic hot water. In comparison with reversible heat pumps these kinds of heat pump systems also provide the possibility to use the permanent low temperature level of the soil for passive cooling without the operation of the heat pump. By operating the heat pump active cooling can be used if the cooling demand cannot be covered by passive cooling. This means a hydraulic switch from the cold side of the heat pump to the distribution system and the warm side has to be connected to the ground collector. These essential, variable hydraulic switches are normally installed in external units in order to produce no extra costs on the heat pump itself, to

permit use with different heat pump series and to offer the possibility of a later installation.

The aim of this diploma thesis was to develop a hydraulic concept for an active cooling unit for electrical liquid-water heat pumps with a heat capacity ranging from 6 kW to 17 kW. After a comparison of the external active cooling systems of competitors which are already on the market had been undertaken, three of my own hydraulic solutions were shortlisted during the development phase to become the final concept whose components were calculated and dimensioned.

The competitor comparison shows that almost every manufacturer of heat pumps in Europe offers different systems and solutions for the use of their heat pumps for heating as well as for cooling. Only in the case of three of them are external cooling units available which can be installed additionally to their heat pumps if required and enable the use of passive and active cooling. Two competitors offer almost identical wall-mounted cooling units which can only be used with fan converters in the distribution system and make it necessary to fill up the piping of the distribution system with the same antifreeze which is normally only used in the brine circuit. In addition to this considerable drawback and a high purchase price for the end customer these cooling units cannot ensure a constant and stable cooling supply during all occurring operation modes of the heat pump. The active and passive cooling unit offered by the third competitor differs basically from the two cooling solutions mentioned above. Their system is dew-point controlled and can be used with a wide range of heat transmitting systems in the distribution system, whereby heating and brine circuit are separated by heat exchangers. The biggest drawback of this cooling system is that this unit obtains these assets with a high technical complexity and at the same time the heavy weight and high sales price of their cooling unit, which is also unable to ensure a constant and stable cooling supply during all occurring operation modes of the heat pump.

Each of the concepts which I have developed provides the possibility to have an assembly of the cooling unit as a wall-mounted unit with small dimensions and light weight. A stable, continuous and dew-point controlled cooling supply in every occurring operation mode of the heat pump ensures the use of almost every heating/cooling system in the distribution system. A separation of heating fluid and brine by plate heat exchangers makes it possible to connect these active cooling units to every existing heat distribution system and the possibility of using passive and active cooling can be provided whenever it is necessary. Finally, the defined marketable concept consists of only three valves, one circulation pump and two plate heat exchangers, which makes a cost-efficient production, a competitive sales price and an easily installable and comprehensible product for the plumber attainable.

In summary and with regard to the work for this diploma thesis, it is possible to state that in the case of the hydraulic concept which was finally developed and with it the component calculation and dimensioning, the realization of a marketable product of the active cooling unit offers the Bosch Thermotechnik GmbH good prospects with a highly innovative product on the market.

A patent has been applied for in the case of this hydraulic concept, however up to the completion of this thesis it is not known whether or not this application has been successful

Dipl.-Ing. (FH) Anna Maria Ostendarp

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

02. Dezember 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

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

in Kooperation mit:

Gelsenwasser AG / Wasserwerke Westfalen GmbH



Die Wasserwerke Westfalen GmbH und die GELSENWASSER AG haben im Zeitraum Oktober 2006 bis September 2008 im Wasserwerk Echthausen eine technische Versuchsanlage zur weitergehenden Aufbereitung von angereichertem Grundwasser betrieben. Verschiedene Technologien zur weitergehenden Trinkwasseraufbereitung wurden in technischer, ökonomischer und ökologischer Hinsicht erprobt. Ziel war es, über die bestehenden Aufbereitungsprozesse hinaus jederzeit ein mikrobiologisch einwandfreies Wasser (vor der Abschlussdesinfektion) zu erzeugen. Zusätzlich sollten organische (anthropogen erzeugte) Spurenstoffe auf Gehalte verringert werden, die der Trinkwasserverordnung 2001 und den Empfehlungen des Umweltbundesamtes entsprechen.

Ziel der Diplomarbeit war es, im Rahmen der Gesamtpilotierung die Anlageneinstellungen einer Teilanlage (Ultrafiltrationsanlage der Firma *inge*) unter Verwendung von angereichertem Grundwasser dahin gehend zu optimieren, dass ein stabiler Betrieb mit einem maximalen Durchsatz erreicht wird. Mittels der Membrananlage sollte ein Teilziel der weitergehenden Aufbereitung, die Partikelabtrennung zur Erreichung eines mikrobiell einwandfreien Wassers, erzielt werden.

Folgend ist die Versuchsanlage der Firma *inge* abgebildet.



Die Membrananlage der *inge* AG war mit einem dizzer 5000 plus Modul ausgerüstet. Bei der eingesetzten Hohlfasermembran handelte es sich um eine Ultrafiltrationsmembran mit einer Porengröße von $0,02 \mu\text{m}$. Eine Besonderheit gegenüber anderen Hohlfasern ist, dass in den Multiboremembranen der Firma *inge* sieben Kapillaren in einer Faser angeordnet sind.

Das nachstehende Bild zeigt die Multiboremembran im Querschnitt.



Im Untersuchungszeitraum vom 21. Februar 2008 bis zum 29. September 2008 wurden die Anlageneinstellungen unter Verwendung von angereichertem Grundwasser optimiert. Diesbezüglich wurde die Anlage mit unterschiedlichen Flächenbelastungen, Filtrationsintervallen und Spülzyklen betrieben.

Zur Überwachung der Anlage wurden im Zu- und im Ablauf sowohl kontinuierliche Trübungs- als auch Partikelmessungen durchgeführt. Die Intaktheit der Membran wurde mittels mehrfach durchgeführter Integritätstests überprüft.

Für den Standort Echthausen erwies sich, dass die Ultrafiltrationsanlage der Firma *inge* zur Aufbereitung von angereichertem Grundwasser geeignet ist. Sie konnte sowohl hinsichtlich ihrer Aufbereitungsleistung, das meint sowohl die Quantität und die Variabilität der Menge des aufbereiteten Wassers, als auch in Bezug auf die Rückhaltung partikulärer Wasserinhaltsstoffe im Vergleich zu anderen Anlagen gute Ergebnisse erzielen. Die im Filtrat kontinuierlich durchgeführten Trübungs- und Partikelmessungen haben gezeigt, dass das eingesetzte System über die gesamte Versuchsdauer die im Zulaufwasser enthaltenen Partikel zuverlässig zurückgehalten hat. Durch die Integritätstests konnte die Intaktheit der Membran bestätigt werden. Der Zyklus der chemisch unterstützten Spülung konnte auf bis zu vier Tage ausgedehnt werden. Die Abwässer aus diesen Spülungen genügten den einzuhaltenden Anforderungen. Nachteilig wirkte sich der notwendige Einsatz von Reinigungschemikalien aus. Hierdurch fiel unter den Versuchsbedingungen in Echthausen ein belastetes Abwasser an. Bei einer großtechnischen Anlage erfordert diese Reinigung einen Erstfiltratabschlag. Die verwendete Reinigungschemikalie Natriumhypochlorit stellte sich als wirksam heraus. Insgesamt ergaben sich aufgrund der Spülungen und Reinigungen des Moduls Produktionsverluste von ca. 3,6 %.

Strategische Erschließung von Offshore-Märkten auf der Basis der Transaktionskostenanalyse am Beispiel eines Anlagenbauers in der chemischen Industrie

Dipl.-Ing. Thorsten Pätzold M.Eng.

Erstprüfer: Prof. Dr. Schwanitz
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Wetter

Datum des Kolloquiums: 22. August 2008

Studiengang: Technisches Management in der Energie-, Gebäude- und Umwelttechnik
Vertiefungsrichtung: Energietechnik
Lehr- und Forschungsgebiet: Human Resource Management



Thema meiner Masterarbeit war es den Markteintritt der Firma Purplan in den Offshoremarkt China anhand der Transaktionskostentheorie zu bewerten.

Das Management der Firma Purplan GmbH stand vor der Herausforderung der Wahl einer Markteintrittsstrategie zur Vermarktung ihrer Produkte im Offshore Markt China. Als mittelständischer Anlagenbauer errichtet Purplan für die chemischen Industrie und insbesondere für die Polyurethan Branche, Anlagen zur Lagerung und Förderung von wassergefährdenden Stoffen. Die Identifizierung, Bewertung und Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile verschiedener Markteintrittsstrategien im gegebenen Kontext stellte das Unternehmensmanagement vor eine komplexe Entscheidungssituation, deren Analyse der Gegenstand meiner Masterarbeit war.

Im Rahmen der Masterarbeit wurde der Transaktionskostenansatz als Effizienzkriterium für die Analyse der zu wählenden Markteintrittsstrategie verwendet. Die Untersuchung wurde am Markteintritt der Firma Purplan in den Offshore Markt China beispielhaft durchgeführt, wobei sich das Vorgehen sowohl auf andere Offshore Märkte als auch auf andere Anlagenbauer übertragen lässt.

Die Arbeit gliedert sich im Hauptteil in drei Kapitel. Der erste Hauptteil besteht aus den Grundlagen zur Planung der Internationalisierung, den Markteintrittsstrategien sowie den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Aspekten des Offshore Marktes China. Die aktuelle Situation der chemischen Industrie und im Besonderen der Polyurethan Branche sowie die Merkmale des Anlagenbaues des zu untersuchenden Unternehmens Purplan wurden hinsichtlich der Bedeutung für den Markteintritt verdeutlicht. Die einleitenden Grundlagen zur Planung der Internationalisierung, zu den Fakten des Marktes und zum Anlagenbau wurden abschließend zur Verdeutlichung auf die Firma Purplan übertragen und schaffen somit die Grundlage für das Analyseobjekt.

Im nächsten Schritt wurden die Grundlagen zur Transaktionskostentheorie dargelegt, die als Effizienzkriterium für die anschließende Analyse der Markteintrittsstrategie diente.

Im nächsten Hauptteil wurde die Analyse der Markteintrittsstrategie in einem dreistufigen Entscheidungsprozess durchgeführt: In einer ersten Stufe wurde die Wahl des Standortes der Produktion entschieden, Stufe zwei diente zur Identifizierung des Kooperationsbedarfs, und in Stufe drei erfolgte die Bestimmung der Transaktionskosten zur Wahlentscheidung zwischen Vertrags- und Eigentumsstrategie.

Fazit der Untersuchung war, dass bei der Analyse der Vorteilhaftigkeit einer Markteintrittsstrategie eines Anlagenbauers die Eignung der Transaktions-

kostentheorie grundsätzlich zu bejahen ist. Das Betrachten der Transaktionskosten als Effizienzkriterium erfordert jedoch eine Identifizierung der zu untersuchenden Gegenstände, die eine Relevanz für die Wettbewerbsvorteile der Firma im Auslandsmarkt darstellen. Der resultierende Analyseansatz integriert die Zusammenhänge zwischen Markteintrittsstrategie, Unternehmensstrategie und Transaktionskosten. Nachteilig ist bei der Operationalisierung der Transaktionskostentheorie die Bemessung der Höhe der jeweiligen Transaktionskosten, die lediglich indirekt über die Ermittlung der Ausprägung der transaktionskostenrelevanten Dimensionen einer Transaktion geschieht.

Bei der Wahl der Markteintrittsform der Firma Purplan auf Basis von Transaktionskosten zeigte sich eine große Auswirkung ihrer Produkte auf die Unternehmensstrategie. Die Produkte entsprechen Kontraktgütern, die zum einen durch eine hohe Spezifität und zum anderen durch einen hohen Grad an Dienstleistungsaufwendungen gegenüber ihren Kunden geprägt sind. Dieses hat eine besondere Auswirkung auf die Markteintrittsstrategie. Vor dem Hintergrund, dass die Koordinations- und die Organisationstätigkeiten im Anlagengeschäft der Firma Purplan stark ausgeprägt sind, bietet der Transaktionskostenansatz eine entsprechende Grundlage zur Analyse der Markteintrittsstrategien.

Das Ergebnis der Analyse zur weiterführenden Marktbearbeitung in China ergab für Purplan eine Vorteilhaftigkeit der hierarchischen Organisationsform. Bei einer vorgeschalteten Auswertung des Produktionsstandortes, ergab sich für die Firma Purplan aufgrund der Unternehmensstrategie und aufgrund marktspezifischer Standortfaktoren, die Wahl eines Produktionsstandortes in China.

Die empfohlene Gründung einer Tochterfirma mit angeschlossenem Anlagenbau führt zu einer stärkeren Präsenz der Firma Purplan in China. Dieses fördert die Vertrauensbildung bei ihren Kunden und den mittelfristigen Aufbau einer Reputation. Die Unsicherheit und der resultierende Klärungsbedarf der Kunden, die neben der hohen Dienstleistungsaufwendungen spezifisch für industrielle Anlagengeschäfte sind, lassen sich durch die gesteigerte Marktpräsenz einschränken.

Die bestehenden Wettbewerbsvorteile von Purplan aus jahrelangen branchen- und anlagenspezifischem Know-how nach westlichem Standard, sowie aus bestehender Kontakte zu den westlichen Chemiekonzernen in China, sollten durch die Integration bestehender Netzwerke zu Kundenkreisen und Behörden mit Hilfe eines lokalen Unternehmens gefestigt werden. Die Analyse des Kooperationsbedarfs bestätigt, dass es für Purplan vorteilhaft ist unspezifische Leistungen, wie z. B. den Rohrleitungsbau und die Elektroinstallation auf der Baustelle, gerade zu Beginn des Markteintrittes durch lokale Unternehmen durchführen zu lassen. Durch eine Kooperation mit einem lokalen Unternehmen auf Basis eines relationalen Vertrages lassen sich gemeinsame Ziele festhalten und auf diesem Wege werden marktspezifische Defizite für Purplan ausgeglichen.

Die vorliegende Analyse steht in keinem Widerspruch zu dem, von der Firma Purplan bereits eingeleiteten schrittweisen Vorgehen der Internationalisierung und liefert die aufgeführte Handlungsempfehlung für das Management hinsichtlich der weiteren Markterschließung.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

22. August 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

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

In zahlreichen Studien der letzten Jahre wurde ermittelt, dass die so genannten „Mikroverunreinigungen“ oder auch „Spurenstoffe“ in der gesamten aquatischen Umwelt anzutreffen sind. In Abbildung 1 kann dieses anhand einer Untersuchung des Stoffes Carbamazepin (Antiepileptikum) durch das Bayerische Landesamt für Umwelt dargestellt werden.



| Probenart | Typischer Konzentrationsbereich in µg/l |
|---|---|
| Kläranlagenablauf | 0,5-2,5 |
| Oberflächengewässer | 0,05-0,15 |
| Uferfiltratbeeinflusstes Grund-/Trinkwasser | 0,01-0,03 |

Abb. 1: Carbamazepin in verschiedenen Wässern in Bayern

Die Auswirkungen der Mikroverunreinigungen auf die Umwelt sind noch nicht vollständig geklärt. Jedoch kann man sagen, dass die Anwesenheit dieser Substanzen kritisch zu betrachten ist, weil verschiedene Beispiele zeigen, welche Wirkung diese Stoffe besitzen. Am Beispiel des Ethinylestradiol („Antibabypille“) wird deutlich, dass bereits ab einer Konzentration von 0,1 ng/l ein Anstieg von Vittellogenin bei männlichen Forellen zu verzeichnen ist. Das Vittellogenin ist allerdings ein Dottervorläuferprotein für heranreifende Eier bei weiblichen Forellen. Diesbezüglich kann in diesem Fall von einer östrogenen Wirkung ausgegangen werden.

Im Hinblick u. a. dieser Problematik befasst sich meine Diplomarbeit mit der Elimination von Mikroverunreinigungen aus dem Ablauf einer kommunalen Kläranlage durch den Einsatz von Pulveraktivkohle (PAC).

Alle Mikroverunreinigungen werden von dem Menschen in die Umwelt eingetragen. Die analysierten Größenordnungen dieser Stoffe liegen im Bereich Mikrogramm (µg/l) bzw. Nanogramm (ng/l) pro Liter. Zu diesen Substanzen zählen Pharmaka, Personal-Care-Produkte (Körperpflegeprodukte), Röntgenkontrastmittel, Pflanzenschutzmittel, Desinfektionsmittel, Östrogene usw. Nach aktuellem Kenntnisstand sind Kläranlagen die Hauptemittenten dieser Spurenstoffe in die Umwelt. Derzeit gibt es noch keine Grenzwerte, jedoch wird die Erfordernis zur Elimination dieser Stoffe aus der aquatischen Umwelt durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) verdeutlicht.

Aktivkohle ist ein hochporöses Material mit einer großen inneren Oberfläche und hat den entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Adsorbentien, dass man mit dem Einsatz von Aktivkohle unterschiedliche Substanzen gleichzeitig aus dem Abwasserstrom entfernen kann. Man unterscheidet zwei Arten von Aktivkohle, die Kornkohle (Einsatz in Filtern bzw. Adsorbentien) und die Pulveraktivkohle (Dosierung in den Abwasserstrom). Die Pulveraktivkohle wird als

wässrige Suspension dem Abwasserstrom über eine Dosieranlage dazu- gegeben. Eine Kontaktzeit von 10-30 Minuten ist i.d.R. ausreichend um eine 90 % Annäherung der Mikroverunreinigungen an das Adsorptionsgleich- gewicht zu erreichen. Die Abbildung 2 zeigt, eine prozentuale Elimination unterschiedlicher Arzneimittelwirkstoffe aufgrund der Zugabe von 10 mg/l Pulveraktivkohle. Man kann erkennen, dass eine mittlere Entnahme von 80 % je Wirkstoff gegeben ist. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Spurenstoffe in ihrer Konzentration gut durch eine Aktivkohle-Adsorption verringert werden können.

Für einen Praxisbezug wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit eine theoretische Einbindung einer PAC-Adsorption auf der Kläranlage Coesfeld vorgenommen, um zu verdeutlichen welche Punkte für eine Nachrüstung zu beachten sind. In Abbildung 3 wird die Einbindung der PAC-Adsorption schematisch dargestellt. Die PAC sollte in den Kläranlagenablauf dosiert werden, um eine konkurrierende Beladung zu minimieren. Nach einer Kontaktzeit von 30 Minuten kann die beladene Kohle über eine Flockungs- filtration abgetrennt werden. Die Kontaktzeit wird über ein Kontaktbecken realisiert, hierfür wurden zwei Varianten entwickelt, ein Neubau und eine Um- rüstung eines Schlammstillers.

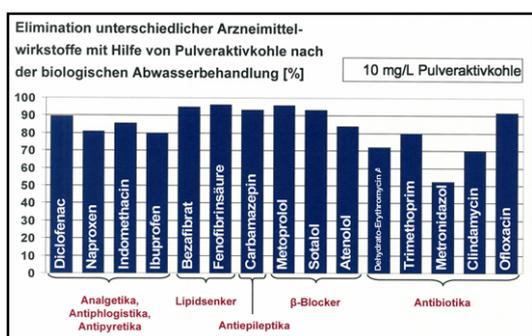


Abb. 2: Elimination unterschiedlicher Wirkstoffe

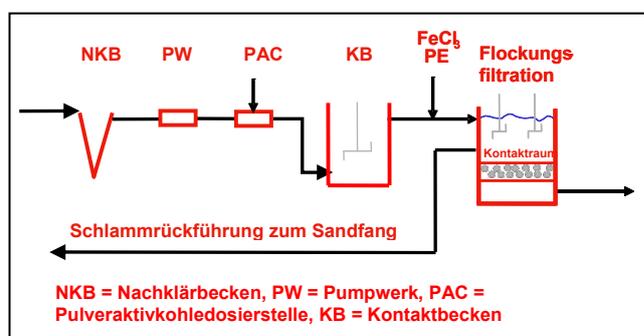


Abb. 3: Ausbaukonzept Kläranlage Coesfeld

Um die Anwesenheit von Rückständen pharmazeutischer Wirkstoffe im Coesfelder Abwasser zu bestimmen, wurde eine Abwasseruntersuchung über das IWW rheinisch-westfälische Institut für Wasser durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass auch im Coesfelder Abwasser Konzentrationen von Arzneimitteln enthalten sind. Bei zwei Parametern konnte man eine übereinstimmende Tendenz mit anderen Kläranlagen in Deutschland feststellen. Diese Untersuchung dient als Orientierung und es ist zu erwarten, dass diese Situation höchstwahrscheinlich nicht anders auf anderen kommunalen Kläranlagen der Bundesrepublik Deutschland vorzufinden ist.

Abschließend wurde noch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung der Förderrichtlinien NRW und dem Abwasserabgabengesetz durchgeführt. In der daraus resultierenden Kostenschätzung kann eine Adsorptionsstufe zum „Nulltarif“ gebaut werden.

Sollte in Zukunft nun gefordert werden, die Mikroverunreinigungen auf den Kläranlagen zu reduzieren, so ist die Pulveraktivkohleadsorption ein Verfahren zur Bewältigung dieser Forderung. Um gegebenenfalls eine weitere Reduzierung des Rest-CSB zu realisieren und damit die Abwasserabgabe zu minimieren, ist die Technik auch heute schon interessant. Folglich kann durch eine PAC-Adsorptionsstufe eine Elimination der Mikroverunreinigungen und des Rest-CSB kombiniert werden und dies zu sozialverträglichen Konditionen.

Dipl.-Ing. (FH) Benxin RaoErstprüfer:
Zweitprüfer:Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Volkmar Keuter

Datum des Kolloquiums:

11. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunale Umwelttechnik
Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Weltweit haben ca. 1,2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Etwa 2,4 Milliarden Menschen haben keinen Anschluss an eine Abwasserentsorgung und jeder Zweite auf der Welt verfügt über keine sanitären Einrichtungen. Besonders kritisch ist die Lage in der Dritten Welt. Wasserknappheit und Mangel an Sanitäreinrichtungen sowie hygienisch bedenkliche Lebensbedingungen sind in vielen Ländern nach Unterernährung die bedeutendste Ursachen der hohen Sterberate.

Das bestehende Abwassersystem offenbart große Nachteile, da das angeschwemmte Abwasser unterschiedlich belastet ist und Industrieabwasser mit kommunalem Abwasser vermischt wird. Die Reinigung ist als insgesamt sehr aufwendig anzusehen und die Belastung durch Schadstoffe stellt das Kläranlagensystem vor Probleme. Ein weiterer Aspekt ist der, dass bei der herkömmlichen Verfahrensweise der Abwasserreinigung wichtige Nährstoffe, die im Abwasser enthalten sind, wie z. B. Stickstoff und Phosphat, verloren gehen. Darüber hinaus wird beim Transport des Abwassers eine große Menge hochwertigen Trinkwassers verbraucht. Kläranlagen bedürfen außerdem einer komplexen Infrastruktur und sind daher als wenig flexibel anzusehen.

Aufgrund der oben aufgeführten Problematiken ist es nahezu unrealistisch das bestehende Abwassersystem in ein Entwicklungsland übertragen zu können. Deswegen ist es sinnvoll sich „Sanitären Alternativkonzepten“ zu zuwenden, mit deren Hilfe man die oben genannten Problematiken in den Griff bekommt. Die Hauptaufgabe dieser Ansätze ist es, die Inhaltsstoffe des Abwassers nach ihrer Herkunft zu trennen und sie je nach Nutzbarkeit aufzubereiten und wieder einzusetzen.

Ein Ziel von alternativen Sanitärkonzepten ist es, wieder verwertbare Nährstoffe aus dem verunreinigten Abwasser herauszufiltern und anschließend in den ökologischen Kreislauf wieder einzugliedern. Stoffe, wie z. B. Stickstoff und Phosphor, können so als Dünger wieder eingesetzt werden, vorausgesetzt es gelingt die Stoffe sauber und einwandfrei aus dem Abwasser herauszufiltern. Eine weit verbreitete Ansicht unter Anbieter alternativer Abwasserverfahren ist, dass eine hygienisch saubere Trennung der Stoffe durchaus möglich ist. Jedoch gibt es auch einige Punkte, die als kritisch angesehen werden, wie z. B. Akzeptanz eines solchen Systems beim Endverbraucher sowie dessen Wirtschaftlichkeit. Außerdem wird bezweifelt, dass ein solcher Ansatz dauerhaft und zuverlässig funktioniert.

Vor dem Hintergrund der aktuellen und zukünftigen Herausforderungen wird ein innovativer Ansatz zur Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten dreijährigen Verbundprojektes verfolgt. Dieses Projekt trägt den Titel: „KOMPLETT – Entwicklung und Kombination von innovativen System-

komponenten aus Verfahrenstechnik, Informationstechnologie und Keramik zu einer nachhaltigen Schlüsseltechnologie für Wasser- und Stoffkreisläufe“. In einer Pilotphase wird das Komplett-System in einem Großobjekt als Demonstrationsanlage integriert, betrieben und optimiert.

Das Projekt hat zum Ziel das Abwasser dezentral aufzubereiten. Dabei soll es zentral überwachbar sein können. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten Partner aus unterschiedlichen Branchen zusammen und bringen ihr höchstes technisches Know-how in dieses Projekt mit ein. Das System soll in der Pilotphase auf Ergebnisse einer vorher durchgeführten Labor- und Technikumsphase basieren und in der Lage sein Grau- und Schwarzwasser wieder verwertbar zu machen. Es soll außerdem möglich sein, dass ungeschultes Überwachungspersonal vor Ort den Betrieb übernehmen kann. Die Steuerung erfolgt dabei über ein intelligentes und zentrales Computersystem, das es ermöglicht jederzeit einen auswählbaren Zugriff auf unterschiedliche Messdaten zu erlangen.

In dieser vorliegenden Arbeit wird das Vorhaben dieses alternativen Konzepts aufgezeigt und anhand von Abbildungen die Pilotanlage des „Komplett-Projektes“ dargestellt. Anschließend wird das Arbeitsprogramm für den Betrieb vor Ort entwickelt, getestet und optimiert. Abschließend wird ein Fragebogen zur Erhebung der Akzeptanz der Anlage entwickelt und die Erhebung durchgeführt und ausgewertet.



Abbildung: Die Anlage des KOMPLETT-Systems

Dipl.-Ing. (FH) Patrick Reibeholz

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Axel Raus

Datum des Kolloquiums: 20. Februar 2009

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



Ein akuter Sanierungsbedarf der zentralen Wärmeversorgung der Kleinen Kirche in Burgsteinfurt und der geplante Neubau eines Gemeindezentrums mit Anbindung an den Hewenshof waren Anlass dieser Diplomarbeit. Ausdrücklich untersucht wurde die Möglichkeit der Beheizung durch eine Wärmepumpe mit der entsprechenden Anlagentechnik über ein Nahwärmesystem.

Besonderes Augenmerk wurde auf das Heizsystem der Kleinen Kirche und dessen Einfluss auf das Raumklima gelegt. Bei ausreichender Behaglichkeit der Kirchenbesucher dürfen der Baukörper und die Kirchenorgel keinen langfristigen Schaden nehmen.

Verschiedene Heizsysteme wurden daraufhin untersucht, inwieweit sie für die Beheizung der Kleinen Kirche in Frage kommen und welchen Einfluss sie auf das Kirchenklima haben. Es stellte sich heraus, dass eine Beheizung durch elektrische Direktheizungen oder Radiatoren aus Gründen der geplanten Nutzung, der Behaglichkeit, der Leistungsfähigkeit und der Wirtschaftlichkeit in Verbindung mit einer Wärmepumpe für die Kirche nicht in Frage kommt. Weitere Betrachtungen ergaben, dass Flächenheizungssysteme (Fußboden- und Wandheizungen) zwar geeignet sind, die Beheizung der Kirche durch diese Systeme alleine aber nicht zu realisieren ist. Besonders in der Hinsicht, dass ein zusätzliches Heizsystem erforderlich ist, ist die Installation einer Flächenheizung nicht zu vertreten. Zur Vermeidung der Zugerscheinungen durch den Kaltluftabfall an den Kirchenfenstern könnten Wandheizungen allerdings eine gute Lösung sein. Als geeignetes Heizsystem stellten sich zentrale Wärmestationen heraus. Bei richtiger Dimensionierung und Anordnung werden gleichmäßige Raum- und Oberflächentemperaturen erreicht ohne dabei zu hohe Raumluftgeschwindigkeiten zu erzeugen. Ferner ist der Installationsaufwand im Gegensatz zu einer Fußbodenheizung gering.

Hinsichtlich der Raumluftfeuchtigkeit zeigte sich, dass trotz der vielen Einflüsse wie der Sorptionsfähigkeit, der Fugendurchlässigkeit der Raumschale, der Nutzung und des Luftwechsel durch eine kontrollierte Lüftung, die für die Kirchenorgel unbedenkliche relative Feuchte zwischen 45 % und 75 %, einzuhalten sind. Die Entscheidung, über eine Lüftung in der Kirche den Feuchtehaushalt zu verbessern, kann allerdings nicht vom Menschen sondern nur von einer geeigneten Regelung mit entsprechenden Prozessoren und Fühlern getroffen werden.

Ein Nahwärmenetz ist technisch möglich und in Verbindung mit indirekten Übergabestationen für die einzelnen Gebäude zur hydraulischen Entkopplung ein wichtiger Bestandteil bei der Realisierbarkeit einer zentralen Wärmeversorgung.

Die Untersuchung der Vor- und Nachteile verschiedener Wärmepumpenarten zeigte, dass besonders die Kompressionswärmepumpe mit Elektromotor und die direkt befeuerte Gasabsorptionswärmepumpe als Wärmeerzeuger für die Liegenschaft in Frage kommen. Ferner erwies sich das Erdreich im Hinblick auf die ganzjährige Verfügbarkeit und den geringen Temperaturschwankungen, im Gegensatz zu anderen verfügbaren Wärmequellen, als vorteilhaft.

Für den Vergleich der Kosten der Wärmeversorgungsanlagen wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 2067 eine Berechnung der Wärmegestehungskosten für die Wärmepumpenanlagen und der kompletten Anlagentechnik inklusive Nahwärmenetz durchgeführt. Verglichen wurden beide Varianten mit dem Austausch des sanierungsbedürftigen Umluftgerätes der Kleinen Kirche ohne eine zentrale Wärmeversorgung für die gesamte Liegenschaft. Über einen Betrachtungszeitraum von zwanzig Jahren stellte sich heraus, dass die Absorptionswärmepumpenanlage als wirtschaftlich beste Variante dar.

Bei der Berechnung der CO₂-Emissionen der verschiedenen Anlagen, zeigte sich, dass durch die Senkung des Einsatzes fossiler Brennstoffe ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der Emissionen geleistet wird. Mit einer emittierten CO₂-Menge der Absorptionswärmepumpe von 15,8 t/a kann gegenüber einer Elektrowärmepumpe eine CO₂-Einsparung in Höhe von 25 % und im Vergleich zu einem Gasbrennwertkessel von ca. 41 % realisiert werden.

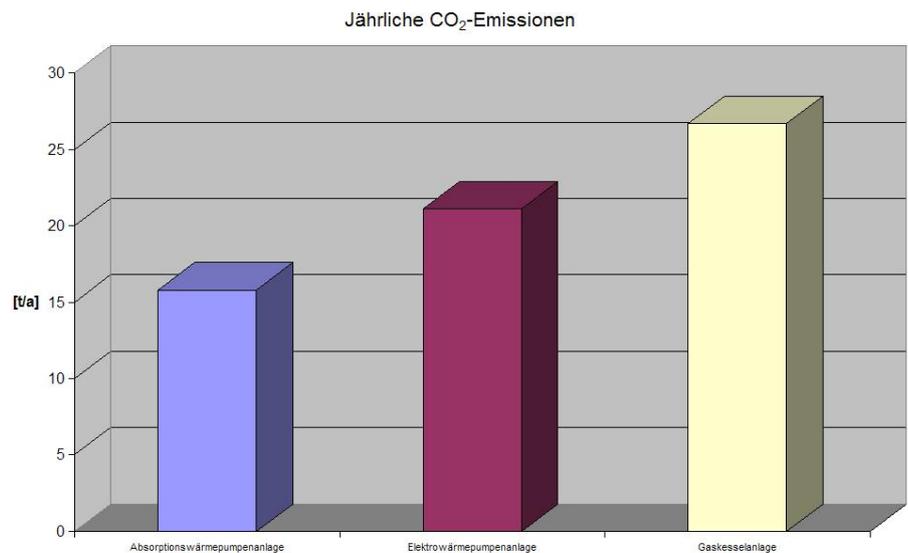


Abb. 7: Jährliche CO₂-Emissionen der verschiedenen Anlagenvarianten

Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Riesewick

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

01. Oktober 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

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

in Kooperation mit:

Störk Umwelttechnik GmbH
Uppenkamp und Partner GmbH



Der Ausstoß von NMVOCs (non methane volatile organic compounds) durch Lackierprozesse trägt als Vorläufersubstanz zur Bildung von bodennahem und damit treibhauswirksamem Ozon bei. Zur Minimierung und Regulierung dieser Emissionen wurde durch die deutsche Bundesregierung die 31. BImSchV erlassen. Besonders mittelständische Lackierbetriebe wurden bei der Umsetzung der Verordnung vor erhebliche wirtschaftliche Probleme gestellt, da durch die Installation konventioneller Reinigungsverfahren (thermisch/katalytisch) enorme finanzielle Belastungen entstehen.

Innerhalb dieser Diplomarbeit sollte daher untersucht werden, ob das bestehende Biofiltersystem der Fa. Störk Umwelttechnik zur Emissionsreduzierung lösemittelhaltiger Abluftströme aus Lackiereinrichtungen geeignet ist und eine Einhaltung des nach 31. BImSchV festgelegten Grenzwertes möglich ist. Hierzu wurde bei einem mittelständischen Fahrzeugreparaturlackierbetrieb eine Versuchsanlage mit vorgeschalteter Rohluftkonditionierung im halbtechnischen Maßstab ($300 \text{ m}^3/\text{h} - 500 \text{ m}^3/\text{h}$) installiert und über einen Versuchszeitraum von 12 Wochen betrieben. Die Beschickung mit lösemittelhaltiger Abluft erfolgte diskontinuierlich durch einen Teilstrom des Abluftvolumenstroms einer Großraumlackierkabine.

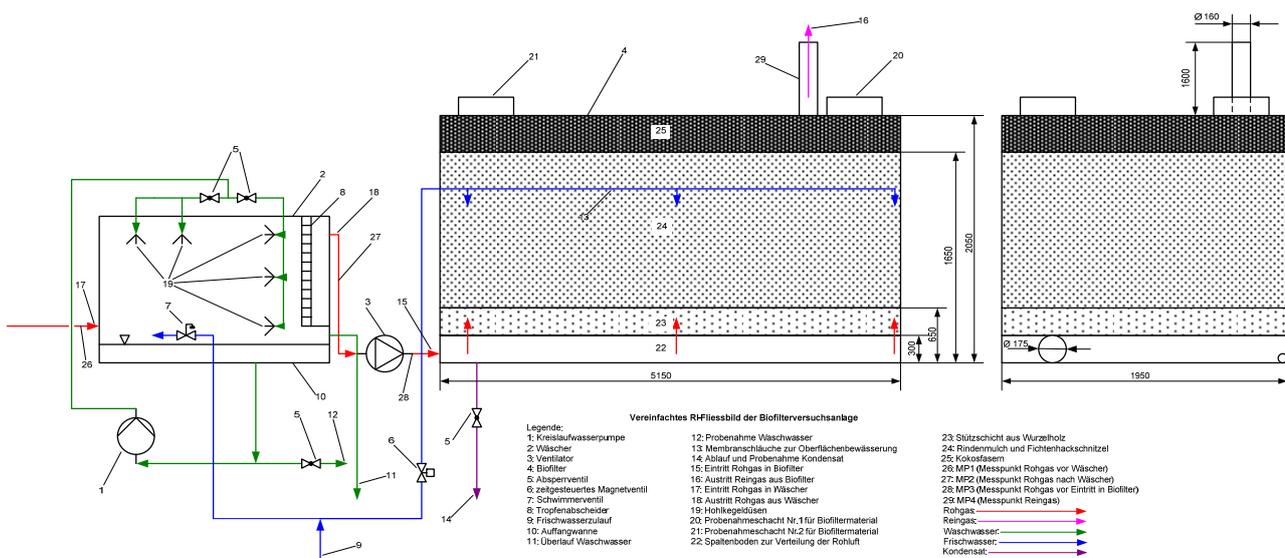


Abb.-1: vereinfachtes RI-Fließbild der Biofilterversuchsanlage

Während der Versuchsdauer wurden periodisch pH-Wert, Leitfähigkeit, Chloridgehalt sowie chemischer (CSB) und biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB) des Waschwassers und Kondensats ermittelt. Zusätzlich wurden die Kolonie-Bildenden-Einheiten, pH-Wert, Leitfähigkeit sowie die Nährstoffverhältnisse bezüglich Stickstoff, Phosphor und Kalium des Biofiltermaterials analysiert, da diese Parameter einen direkten Einfluss auf die Aktivität der Mikroorganismen ausüben. Die Wirksamkeit der biologischen Elimination der flüchtigen organischen Verbindungen wurde durch parallele Gesamt-Kohlenstoff-Messungen ($C_{ges.}$) in Roh- und Reingas mittels Flammenionisations-Detektoren bestimmt.

repräsentativer Tagesverlauf für $C_{ges.}$ während eines Messtages

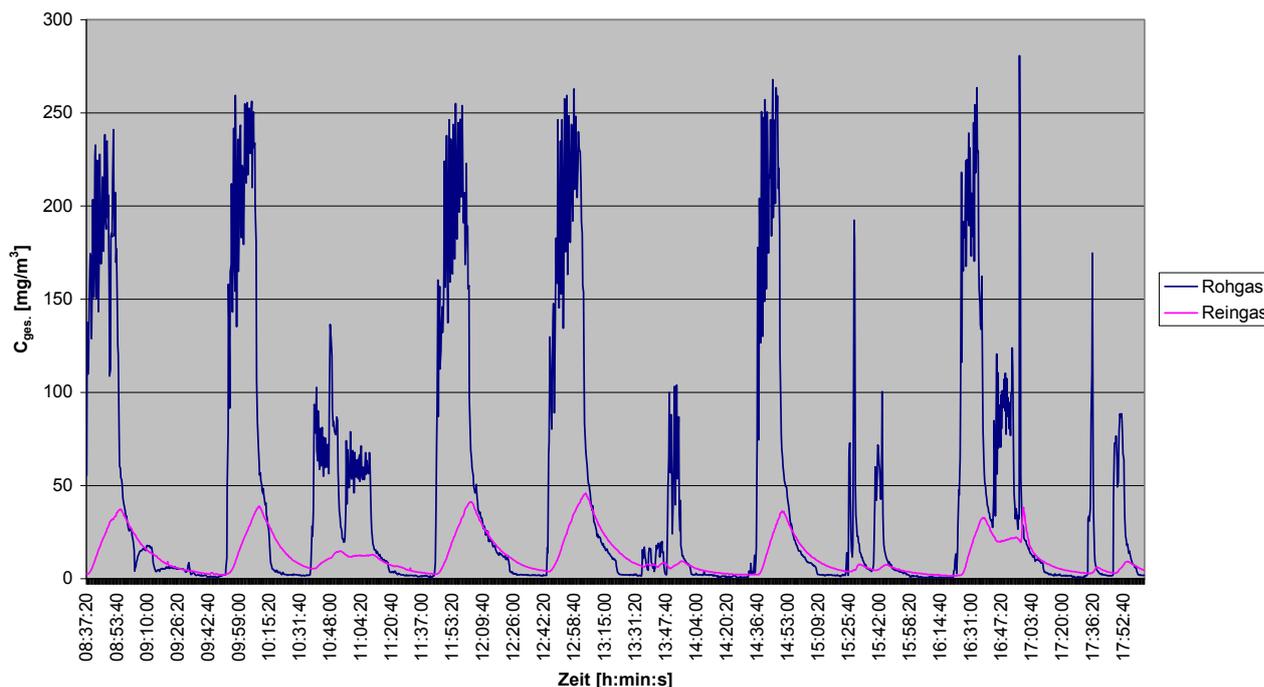


Abb.-2: repräsentativer Tagesverlauf der Gesamt-Kohlenstoffkonzentrationen

Aus den Messreihen konnten Bereiche für die Flächen- und Volumenbelastung des Biofilters ermittelt werden, in denen zu jedem Zeitpunkt der Grenzwert nach 31. BImSchV (50 mgC/m^3) eingehalten wurde.

Weitere Untersuchungen deuteten darauf hin, dass der Gehalt an Stickstoff im System das Wachstum der Mikroorganismen limitiert. Eine externe Stickstoffzufuhr könnte daher bei erhöhten Flächen- und Volumenbelastungen zur Leistungssteigerung des Systems herangezogen werden.

Durch die Analysen des CSB und BSB in Waschwasser und Kondensat konnte ein in der Abwassertechnik anerkanntes Maß der Verunreinigung ermittelt werden, welches in zukünftigen Planungen Berücksichtigung findet.

Insgesamt konnte durch die Versuchsreihen belegt werden, dass das Biofiltersystem zur Abscheidung von lösemittelhaltiger Abluft aus Lackiereinrichtungen geeignet ist.

Strom- und Wärmekostenminimierung durch Kraftwärmekopplung und regenerative Energieversorgungssysteme in einem landwirtschaftlichen Betrieb

Dipl.-Ing. (FH) Michael Gebhardt
Dipl.-Ing. (FH) Birgit Rubbert

Erstprüfer:
 Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
 Prof. Dr.-Ing. Franz-Robert Stupperich

Datum des Kolloquiums:

19. August 2008

Studiengang:
 Studienrichtung:
 Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Technische Gebäudeausrüstung
 Energieversorgung und Energiewirtschaft



Für den landwirtschaftlichen Betrieb Gehring in Riesenbeck / Hörstel sollten verschiedene Alternativen der Energieversorgung unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten untersucht werden.

Zurzeit wird das Wohnhaus mit angrenzendem Restaurantbetrieb mit einer Holzhackschnitzelanlage beheizt und der Strom vollständig vom Energieversorger bezogen. Diese Lastgänge wurden in der Zeit vom 16.12.2007 - 26.01.2008 aufgenommen und grafisch dargestellt. So ließ sich eine Stromgrundlast von 3 kW erkennen und einen Spitzenwert des Wärmelastganges von 53,2 kW.

Die Heizlastberechnung, die mit Hilfe der liNear Software nach DIN EN 12831 durchgeführt wurde, ergab eine Heizlast von rund 57 kW.

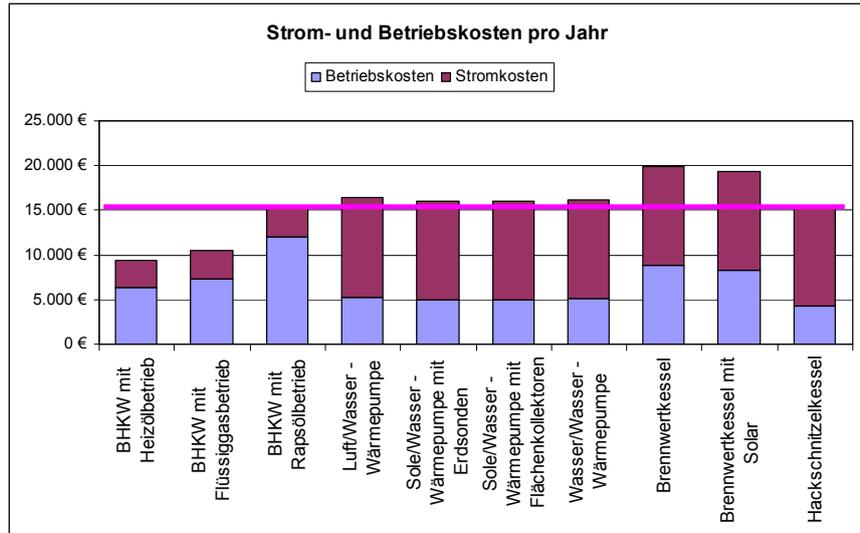
So ließen sich dann aufgrund der Heizlastberechnung 9 Konzepte zur Energieversorgung aufstellen:

1. Konzept: BHKW betrieben mit Heizöl und Spitzenkessel
2. Konzept: BHKW betrieben mit Flüssiggas und Spitzenkessel
3. Konzept: BHKW betrieben mit Rapsöl und Spitzenkessel
4. Konzept: Luft/Wasser Wärmepumpe
5. Konzept: Sole/Wasser Wärmepumpe mit Erdsonden und Spitzenkessel
6. Konzept: Sole/Wasser Wärmepumpe mit Flächenkollektoren und Spitzenkessel
7. Konzept: Grundwasser Wärmepumpe und Spitzenkessel
8. Konzept: Brennwertkessel
9. Konzept: Brennwertkessel mit Solaranlage

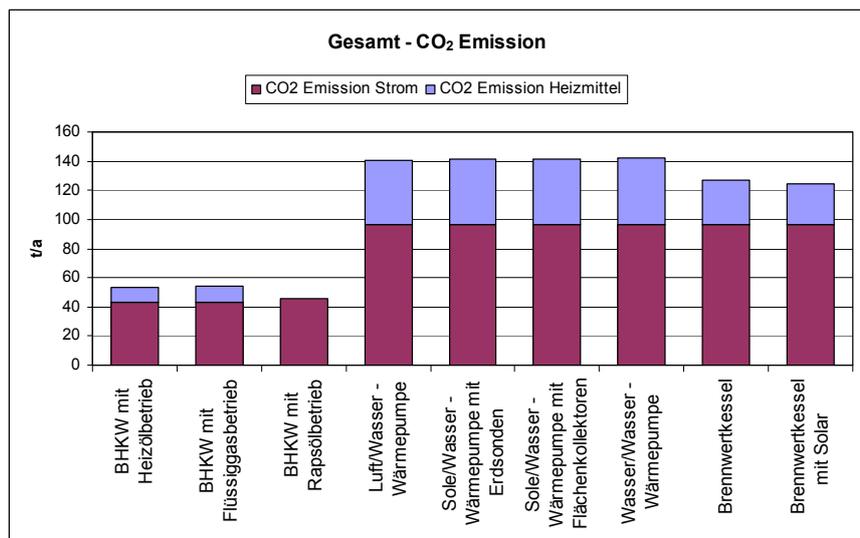
Als Spitzenkessel wurde der bereits betriebene Holzhackschnitzelkessel einbezogen.

Für diese 9 Konzepte wurden die Investitionskosten, Betriebskosten und Strombezugskosten aufgenommen und verglichen.





Die Grafik zeigt, dass eine Strom- und Betriebskosteneinsparung nur mit dem Einsatz eines Blockheizkraftwerkes erfolgen kann. Diese Energiekosteneinsparung beläuft sich auf rund 6000 € im Jahr. Im Vergleich sind das Einsparungen in Höhe von rund 39%.



Für das Objekt Gehring ist aus ökonomischer und ökologischer Sicht daher der Einsatz eines Blockheizkraftwerkes betrieben mit Heizöl bzw. Flüssiggas sinnvoll.

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung unserer Diplomarbeit wurden Förderungen von Mini-KWK-Anlagen im Klimaschutz-Impulsprogramm von bis zu 7.900 € verabschiedet. Somit beträgt die Amortisationszeit ohne Förderung:

$$\frac{28.060\text{€}}{5.967\text{€/a}} = 4,7\text{Jahre}$$

und bei Inanspruchnahme des Klimaschutz-Impulsprogramms zur Förderung der Mini-KWK-Anlagen

$$\frac{28.060\text{€} - 7.900\text{€}}{5.967\text{€/a}} = 3,4\text{Jahre}$$

Dipl.-Ing. (FH) Frank Schmidt

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

25. August 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik



Aus Gründen der stetig steigenden Energiepreise, den endlichen Ressourcen der fossilen Energieträger und einer notwendigen Reduzierung der Umweltbelastungen kommt dem Bereich Energieversorgung eine immer größere Bedeutung in privaten Haushalten und in gewerblichen Einrichtungen zu. Diese Tatsache und die enormen Heizenergiekosten waren für die Betreiber des gastlichen Dorfes der Anlass, im Rahmen dieser Diplomarbeit Möglichkeiten zur energetischen Optimierung der Heizwärmeversorgung erarbeiten zu lassen.

Das gastliche Dorf ist ein gastronomisches Ausflugsziel und liegt westlich von Delbrück. Es besteht aus fünf mittels Nahwärme beheizten Fachwerkbauwerken aus dem 17. bis 19. Jahrhundert und drei anderen Gebäuden. Die Liegenschaft umfasst zudem noch einen Bäckereibetrieb (s. Abb.).

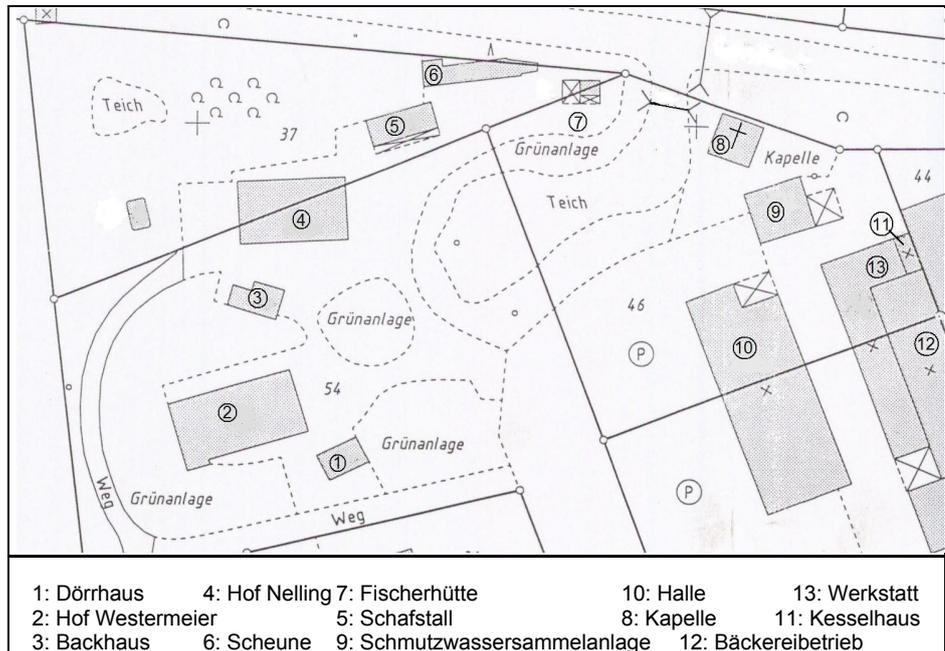


Abb.: Liegenschaftskarte des gastlichen Dorfes und des Bäckereibetriebes

Im Allgemeinen besteht die Möglichkeit zur Verringerung des Heizenergieverbrauchs durch Dämmen der Gebäudehülle und durch Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz. Eine Möglichkeit zur Energiekostensenkung besteht darüber hinaus in der Verwendung alternativer Energieträger wie Sonnenenergie, Geothermie und Biomasse.

Im Falle des gastlichen Dorfes kam eine zusätzliche Dämmung der Gebäudehülle mit Ausnahme der Gebäudekeller nicht in Frage, da die Optik der historischen Fachwerkarchitektur erhalten bleiben sollte.

Um die Anlageneffizienz zu erhöhen, wurde die heizungstechnische Anlage zunächst aufgenommen und in Teilsysteme gegliedert. Hierbei wurde bereits festgestellt, dass der Anlagenteil zur Beheizung der Kapelle außer Betrieb genommen werden kann, da diese, abgesehen von kurzen Besichtigungen durch die Gäste, kaum genutzt wird. Ein Schwachpunkt waren Heizungsleitungen und andere Anlagenteile, die nicht gedämmt waren.

Nach der Bestandsaufnahme wurde mit Hilfe dokumentierter Verbrauchsdaten von Oktober 2004 bis Februar 2008 und eigenen Messungen am Kessel, an der Hauptverteilung, am Wärmenetz sowie an zwei Unterverteilungen der Wärmeverbrauch der einzelnen Teilsysteme und die Wärmeverteilung analysiert. In Verbindung der Ergebnisse dieser Analyse mit den ermittelten Nutzungseigenschaften für die Gebäude konnten weitere Energieeinsparmöglichkeiten in den Bereichen der Regelungstechnik, der Hydraulik und dem Nutzerverhalten ermittelt werden.

Um diese Möglichkeiten zu nutzen, wurden Maßnahmen zur effizienteren Nutzung der Heizenergie vorgeschlagen und ihr energetisches und finanzielles Einsparpotenzial ermittelt. Diese Maßnahmen umfassten grundlegende Verbesserungen der Anlagentechnik, wie zusätzliche Dämmmaßnahmen und Verbesserungen der Hydraulik und Regelung durch den Einbau zusätzlicher Komponenten, als auch Vorschläge neuer Konzepte zur Heizwärmeversorgung wie z. B. die zentrale Versorgung durch eine neue Brennwertanlage oder die dezentrale Versorgung durch Brennwerttechnik und Biomasse.

Die Ergebnisse dieser Diplomarbeit dienen zur Entscheidungsfindung für oder gegen einzelne Maßnahmen zur energetischen Optimierung der heizungstechnischen Anlage des gastlichen Dorfes.

Untersuchungen zur in-situ chemischen Oxidation am Beispiel einer ehemaligen chemischen Reinigung

B.Eng. (FH) Fenja Schonebeck

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Zweitprüfer: Dipl. Geol. Gundolf Voigt
 Datum des Kolloquiums: 31. Oktober 2008
 Studiengang: Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Labor: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Bei der Sanierung von Altlasten können verschiedene Sanierungsverfahren angewendet werden. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde eine Literaturrecherche zum Sanierungsverfahren ISCO (in-situ chemische Oxidation) durchgeführt, die Zusammenhänge und Randbedingungen wurden erläutert. Zudem wurde der Einsatz dieses Verfahrens für die Sanierung eines Standortes geprüft.

ISCO ist eine Dekontaminationsmaßnahme, bei der organische Schadstoffe in-situ durch chemische Oxidation im Grundwasser und Boden beseitigt werden. Es gibt bei diesem Sanierungsverfahren ebenso wie bei anderen Verfahren Randbedingungen, unter denen der Einsatz von ISCO nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Zudem kann auf verschiedene Oxidationsmittel zurückgegriffen werden, die wiederum für verschiedene Randbedingungen unterschiedlich gut geeignet sind.

Eine Sanierung mittels ISCO kann unter günstigen Voraussetzungen in einer im Vergleich zur hydraulischen Sanierung (z. B. Pump and Treat) kurzen Zeitdauer durchgeführt werden. ISCO ist vielseitig einsetzbar. Die Wahl des Oxidationsmittels (Ozon, Wasserstoffperoxid bzw. Fenton's Reagenz, Calcium- / Magnesiumperoxid, Persulfat und Permanganat) ist von den Randbedingungen (Schadstoffart, -verteilung, geologische, hydrogeologische, chemische und physikalische Bedingungen) am Standort abhängig.

So sind z. B. gasförmige Oxidationsmittel besser für eine Sanierung der ungesättigten, die flüssigen Oxidationsmittel besser für den Einsatz in der gesättigten Bodenzone geeignet. Das Sanierungsverfahren ISCO befindet sich noch in der Entwicklungsphase. Bisher wurden in Deutschland nur wenige ISCO-Sanierungsvorhaben realisiert.

Beim Standort handelt es sich um einen Tetrachlorethen-Schadensfall, der seit 1993 mittels Pump and Treat und Bodenluftabsaugung saniert wird. Um die Sanierungsdauer zu verkürzen, wurden die Optimierungsmöglichkeiten der Sanierung am Standort geprüft.

Als Ergebnis der in der Bachelorarbeit durchgeführten Literaturrecherche und der anschließenden Bewertung kann ISCO als mögliches Sanierungsverfahren für die Sanierung des Standortes in Betracht gezogen werden. Die Oxidationsmittel Ozon, Wasserstoffperoxid bzw. Fenton's Reagenz und Calcium- bzw. Magnesiumperoxid sind aufgrund der Randbedingungen für die Sanierung eher nicht geeignet. Eine Sanierung mittels Permanganat oder Persulfat scheint möglich.

Die Eignung dieser Oxidationsmittel sollte jedoch zunächst in Laborversuchen und anschließenden Pilotversuchen vor Ort überprüft werden.

Für einen Einsatz von Permanganat muss z. B. das Ausmaß der Verringerung der Durchlässigkeit des Bodens aufgrund der Braunsteinausfällung und für einen Einsatz von Persulfat die tatsächliche Auswirkung des pH-Wertes auf die Oxidierbarkeit des Schadstoffes ermittelt werden.

B.Eng. (FH) Daniel Schumacher

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

Datum des Kolloquiums: 24. Juni 2008

Studiengang: Gebäude- und Umwelttechnik
 Studienrichtung: Umwelttechnik
 Labor: Energieversorgung und Energiewirtschaft



An der Fernwärmehauptschlagader der Stadtwerke Münster GmbH, im folgenden SWMS genannt, wurde im Oktober 2007 eine Undichtigkeit festgestellt. Das Erscheinen dieser Undichtigkeit hatte einen langwierigen und kostenintensiven Prozess zur Folge. Jegliche Arten der Lecksuche wurden ausprobiert, der Verkehr wurde stellenweise beeinträchtigt und verschiedenste Unternehmen wurden für eine Eingrenzung des Schadens beauftragt.

Um eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten, müssen Kosten und Aufwand für die Lecksuche in Zukunft gering gehalten werden. Die Instandhaltung bzw. die Aufrechterhaltung der Netzqualität steht bei jedem Versorger oben an. Um diese Ziele zu verwirklichen, suchten die SWMS bzw. der Netzbetreiber nach einer Lösung.

Aufgabe war es, eine Überwachungs-, Ortungs- und Sanierungsstrategie für die Fernwärmehauptschlagader der SWMS zu entwickeln.

Während meiner Praxisphase in der Betriebsabteilung der SWMS wurden mehrere Leckortungsverfahren durchgeführt. Die tatkräftige Mitarbeit bei der Leckortung ermöglichte mir einen tiefen Einblick bezüglich Leckortung für Stahlmantelrohre, welcher für diese Arbeit sehr hilfreich war und auch zur Anwendung kam. So war es möglich, aus dem Leckortungsverfahren Thermografie ein System zur Rohrnetzüberwachung abzuleiten. Zusätzlich zu den konventionellen Leckortungsverfahren konnten bis dahin unbekannte Verfahren wie z. B. die Bodentemperatur-Messverfahren erforscht werden. Auch die „Leckfindung über sonstige Tracer“, die aus anderen Bereichen der Technik stammen (Medizintechnik), konnten auf die Fernwärmeversorgung projiziert werden.

Durch einen Besuch der Fernwärmemesse in Bremen konnte mit anderen Versorgern und Firmenvertretern über Probleme und deren Lösung sowie über Neuigkeiten im Bereich der Fernwärme diskutiert werden. Daraus entstand u.a. das Überwachungsverfahren „Evakuierung in Teilstücken“, wozu ein bestimmtes Dichtungselement notwendig ist, welches auf der Messe vorgestellt wurde.

Für eine Instandsetzung bzw. Sanierung mussten vorab Parameter wie zeitliche Abschaltbegrenzung, Kapazitätsprüfung und zukünftige Entwicklung betrachtet werden. Basierend auf diesen Grundlagen wurden Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren aus vielen Bereichen der Technik, aber auch neue Verfahren in Betracht gezogen. Durch Fachliteratur und das Internet wurden die Verfahren „Schlauchrelining-Verfahren“ und „die Ionisierung eines Dichtmittels“ ergründet. „Die Auskleidung mit Zementmörtel“ fand bisher aufgrund der hohen Temperaturen und Drücke in Fernwärmeleitungen keine Verwendung. Dieses Verfahren war bisher nur aus den Bereichen der Wasser- oder Gasversorgung bekannt. Nach Rücksprachen mit diversen Herstellern wurde dieses Verfahren für den Bereich der Fernwärme konzipiert und in dieser Arbeit für einen möglichen Einsatz auf die betrachtete Leitung projiziert.

Die Arbeit beinhaltet Lösungen aus bereits vorhandenen Systemen wie z. B. „die offene Instandsetzung“ oder „das Relining-Verfahren“. Ziel war es auch, neue Systeme zu entwickeln und diese für die zu betrachtete Leitung zu optimieren. Unter anderem konnte ein neues System (Vorlauf-Rücklauf-Leitung) entwickelt werden, welches auf die betrachtete Leitung zugeschnitten wurde und auch bei der „technischen Bewertung“ gut abschnitt. Einige Untersuchungen wurden aufgrund der Durchführbarkeit nicht weiter geprüft. Nach der Erarbeitung der Verfahren mussten diese bewertet werden. Da unterschieden wird zwischen,

- Leckortung
- Lecküberwachung und
- Sanierung/Instandsetzung,

wurde ein Bewertungssystem für jede Maßnahme entwickelt.

Einige Verfahren können nur in Kombination angewendet werden. Demnach wurde ein Bewertungsschlüssel für die Verfahrenskombinationen erstellt. Die Durchführung der Bewertung zeigte auch, dass manche Verfahren für die betrachtete Leitung nicht geeignet sind. Nach dem entwickelten Bewertungssystem hat sich das

„Relining-Verfahren mit Kunststoffverbundmantelrohren“

als empfehlenswertestes Verfahren herauskristallisiert.

Dadurch, dass das System durch die Überwachung und Ortung mit der Widerstandfeuchtemessung (Brandes) nur sehr kurze Ausfallzeiten aufweist und die Lebensdauer des Kunststoffmantelverbundrohres im Vergleich zum Stahlmantelrohr besser ist, fiel die Bewertung für die Überwachung, Ortung und Lebensdauer sehr gut aus. Weiterhin ist für das Relining Verfahren durch das bestehende alte Stahlmantelrohr weniger Tiefbau notwendig und somit beinhaltet es eine enorme Kostenersparnis im Vergleich zu den anderen Verfahren.

Ein weiteres Bewertungskriterium stellt die Kostenbetrachtung dar. Die Kosten zeigen Tendenzen auf und dienen zur Richtungsweisung für eine Entscheidung welches Verfahren angewendet werden soll. Basierend auf dieser Ausarbeitung wird eine genauere Kostenbetrachtung durch die Kaufmännische Abteilung durchgeführt. Verantwortliche der SWMS werden über die Verfahren diskutieren und mit den genauen Zahlen der kaufmännischen Abteilung ein Verfahren aus technischer und wirtschaftlicher Sicht zur Ausführung heranziehen.

Überprüfung der Wirksamkeit eines Desinfektionsverfahrens für kommunales Abwasser

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Schuster

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dr.-Ing. Anja Kornmüller

Datum des Kolloquiums:

13. Oktober 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

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



In den letzten Jahren sind die Anforderungen für die Abwassereinleitung in einen Vorfluter in Deutschland und Europa weiter gestiegen. Der allgemeine Zustand der Vorfluter hat sich in den letzten Jahren stark verbessert und damit steigt auch die Nutzung des Vorfluters als Badegewässer an. Damit dies ohne gesundheitliche Bedenken geschehen kann, muss die Europäische Badegewässerrichtlinie 2006/7/EG erfüllt werden. Hierzu ist eine Desinfektion des Abwassers erforderlich.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Desinfektionsverfahren in einer halbtechnischen Versuchsanlage auf seine Wirksamkeit am Ablauf einer kommunalen Kläranlage überprüft.

Es ist ein Verfahren, bei dem die im Abwasserstrom vorhandenen Mikroorganismen und Bakterien eliminiert werden. Die erreichte Desinfektionsleistung wurde anhand mikrobiologischer Parameter vor und nach der Behandlung überprüft.

Optimierung eines Brandschutzbodenablaufs hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit

Dipl.-Ing. (FH) Frank Speller

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Martin Krabbe |
| Datum des Kolloquiums: | 14. Mai 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Sanitäre Haustechnik |
| in Kooperation mit: | TECE GmbH, Emsdetten |

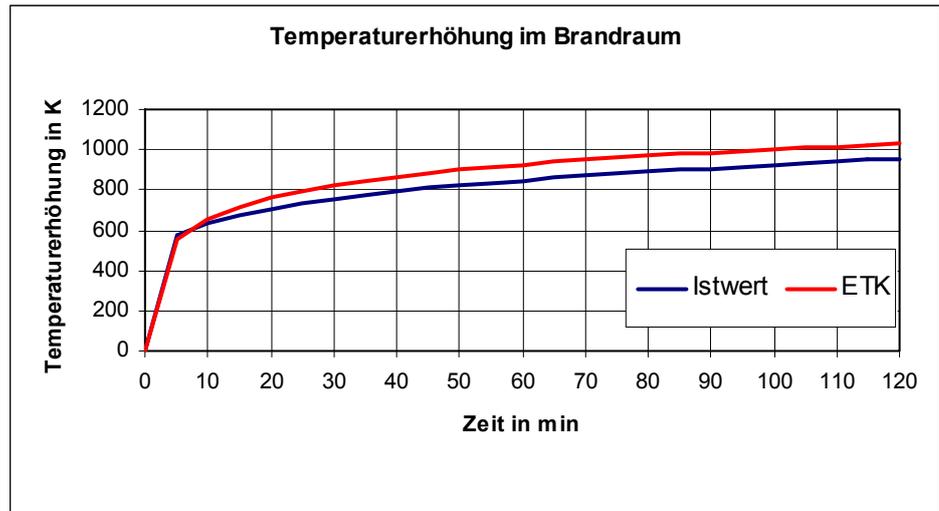


Die Haustechnik in einem Gebäude führt durch Wände und Decken und stellt somit eine Verbindung zu angrenzenden Räumen her, an der sich ein Gebäudebrand ausbreiten kann. Aus diesem Grund muss durch baulichen Brandschutz entlang der Haustechnik die Übertragung von Feuer und Rauch verhindert werden. Somit auch bei Bodenabläufen, die in raumabschließende Decken eingebaut werden, und dadurch eine Gefahr der Brandweiterleitung darstellen.

Die Firma TECE in Emsdetten fertigt und vertreibt einen bereits brandschutztechnisch geprüften Bodenablauf aus Edelstahl. Ziel dieser Diplomarbeit war, diesen Brandschutzbodenablauf optimal zu gestalten. Dazu wurde hauptsächlich eine schnelle und einfache Montage des Ablaufs berücksichtigt. Außerdem sollte die Optimierung eine brandschutztechnische Abnahme erleichtern.

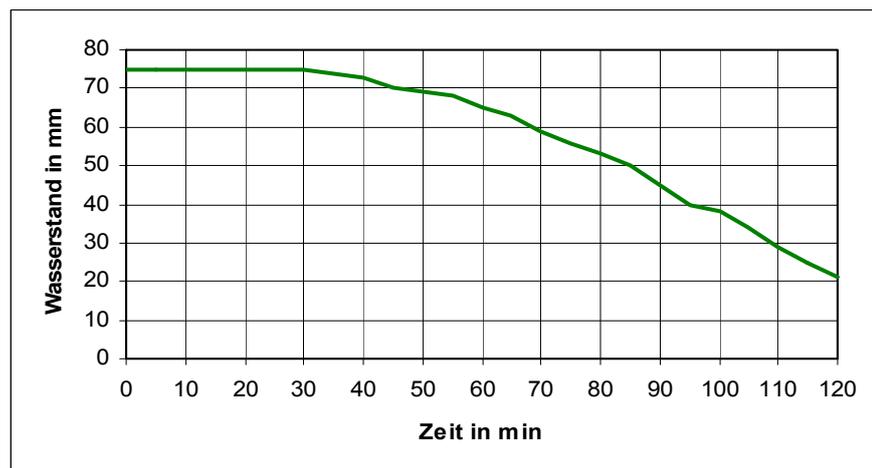
Bei Brandschutzbodenabläufen gibt es verschiedene Maßnahmen gegen ein Durchdringen von Feuer und Rauch im Brandfall. Am häufigsten werden Bodenabläufe mit intumeszierendem Material ausgestattet, welches im Brandfall aufquillt und dadurch den Auslaufstutzen Rauch- und Feuerschutz verschließt. Die Maßnahme gegen Brandweiterleitung bei dem optimierten Bodenablauf wird durch das Halten einer ausreichenden Wasservorlage im Geruchverschluss erzielt, um ein Durchkommen von Feuer und Rauch zu verhindern.

Um die Optimierung hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit zu erproben, wurde ein orientierender Brandversuch durchgeführt. Die Versuchsdurchführung erfolgte annähernd nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK), die in DIN 4102-2 festgelegt ist. Die Temperaturzeitkurve während des orientierenden Brandversuchs (Istwert) wird in nachfolgendem Bild mit der ETK verglichen.



ETK und Temperaturzeitkurve (Istwert) während des Brandversuchs

Um die Feuerwiderstandsdauer des optimierten Brandschutzbodenablaufs nachzuweisen, wurden während des Brandversuchs, in Abständen von fünf Minuten, die Wasserstände im Geruchverschluss gemessen. Folgende Abbildung zeigt das Ergebnis des Versuchs.



Ergebnis aus dem Brandversuch

Das Ergebnis des optimierten Brandschutzbodenablaufs aus dem Brandversuch ist positiv ausgefallen und hat sogar ergeben, dass es möglich ist, die Feuerwiderstandsfähigkeit von 90 Minuten auf 120 Minuten zu verbessern.

Um ein Brandschutztechnisches Prüfzeugnis zu erlangen, muss der optimierte Brandschutzbodenablauf noch eine Prüfung von einer staatlich anerkannten Prüfanstalt bestehen.

B.Eng. (FH) Ralf Sygulla

| | |
|------------------------|--|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Frank Matthes |
| Datum des Kolloquiums: | 11. Mai 2009 |
| Studiengang: | Gebäude und Umwelttechnik |
| Studienrichtung: | Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| in Kooperation mit: | Projekthaus GmbH, Bremen |



Die Nutzung von Biomasse als Energieträger wird zunehmend als Möglichkeit gesehen, die Energieversorgung auf Basis fossiler Energieträger wie Erdöl und Kohle in Richtung nachhaltiger, erneuerbarer Energien weiterzuentwickeln. Im Rahmen der Klimaschutzziele der Bundesregierung kann die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas einen aktiven Beitrag zur Einhaltung des Kyotoabkommens leisten.

Nach der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) kommt den Wärmenutzungskonzepten der Biogasanlagen eine noch größere Bedeutung zu. Die Aufbereitung und Einspeisung des Biomethans kann so eine Möglichkeit zur Integration guter Wärmenutzungskonzepte darstellen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit werden die rechtlichen Grundlagen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) sowie der Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV) und der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) betrachtet. In die GasNZV ist beispielsweise Teil 11a „Sonderregelung für die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz“ aufgenommen worden, welcher als Zielsetzung die Einspeisung von 6 Milliarden Kubikmeter pro Jahr bis zum Jahr 2020 und 10 Mrd. Kubikmeter pro Jahr bis zum Jahr 2030 ermöglichen soll.

Im technischen Teil der Arbeit werden die verschiedenen Technologien zur Kohlendioxidabtrennung betrachtet und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bewertet. Es wird ein Ausblick auf sich in der Entwicklung befindliche Verfahren gegeben, jedoch werden hauptsächlich die Druckwasserwäsche, die Genosorb- sowie die Aminwäsche und die Druckwechseladsorption betrachtet.

Diese Aufbereitungstechnologien haben ihre Funktionalität und Wirtschaftlichkeit durch realisierte Einspeiseprojekte in Deutschland bzw. dem europäischen Ausland mehrfach bewiesen.

Der wirtschaftliche Teil der Arbeit stellt die Investitionskosten sowie die Betriebskosten der Aufbereitungsverfahren im Bezug auf den aufgestellten Bilanzrahmen gegenüber. Weitere Aspekte sind die Abluftbehandlungsanlagen, welche zur Einhaltung der Grenzwerte der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) erforderlich sind und die Verdichteranlagen, welche zur Einspeisung des Biomethans in Netze höherer Druckstufen notwendig sind.

Das entwickelte System stellt eine Hilfe zur Verfahrensauswahl unter Berücksichtigung der örtlichen Rahmenbedingungen dar. Eine generelle Tendenz zu einer Technologie ist aufgrund ähnlicher Kostenstrukturen der Aufbereitungsverfahren und der zahlreichen Rahmenbedingungen wie Einspeisemenge, Einspeisequalität, Einspeisedruck und Prozesswärmebereitstellung nicht zu erkennen.

Dipl.-Ing. (FH) Simon Tallarek M.Eng.

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Detlef Römermann
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums:

19. Dezember 2008

Studiengang:
Vertiefungsrichtung:
Labor:

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



Farben und Lacke begleiten die Menschheit schon seit Jahrtausenden. Schon vor über 32.000 Jahren wurden in spanischen und französischen Höhlen erste farbige Kunstwerke an Decken und Wände gemalt. Wurden bei früheren Malereien pflanzliche und tierische Grundstoffe genutzt, so sind in unserer Zeit Lösungsmittel wichtige Bestandteile der Farben und Lacke. Lösungsmittel haben in der heutigen Zeit die Aufgabe, den Lack auf eine Oberfläche zu bringen und dann rückstandslos zu verdunsten. So entstehen beim Verarbeiten sowie auch bei der Herstellung von Lacken VOC-Emissionen (VOC = Volatile Organic Compounds = flüchtige organische Verbindungen = Lösungsmittel). Diese organischen Verbindungen sind Ozon-Vorläuferstoffe. Sie reagieren in komplexen fotochemischen Reaktionen mit Stickoxiden zu Ozon. In bodennahen Regionen ist Ozon die wichtigste Einzelsubstanz für die Bildung von Sommersmog. Hohe Ozonkonzentrationen können u.a. das Pflanzenwachstum beeinträchtigen oder Lungenschäden bei Mensch und Tier hervorrufen.

Zur Begrenzung der VOC Emissionen hat die Europäische Gemeinschaft im Jahr 1999 eine Richtlinie erlassen, die im Jahr 2001 durch die 31. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt wurde. In dieser werden vor allem Betriebe reglementiert, bei denen die Lösungsmittelverbräuche einen bestimmten von der Art der Anlage abhängigen Schwellenwert überschreiten.

Ziel dieser Arbeit war die Abluftsituation in einem Unternehmen der Farb- und Lackindustrie zu analysieren und eine Bewertung mittels 31. BImSchV durchzuführen.

Wichtigstes Instrument zur Bewertung eines Betriebes ist dabei die Lösungsmittelbilanz. In diese Bilanz fließen alle Lösungsmittel Input- und Outputströme, die in die Firma eingebracht werden oder die Firma verlassen. Dazu gehört u.a. der Lösungsmittelinput durch Rohstoffe, sowie die Menge an Lösungsmitteln die die Firma u.a. über das Produkt, den Müll oder die Abluft verlassen. Zur Bestimmung der Lösungsmittelkonzentration in der Abluft wurden z. B. weitergehende Untersuchungen mit einem Flammenionisationsdetektor unternommen.

Zudem wurden noch Versuche durchgeführt, die überprüfen sollten, inwieweit die Ablufferfassung der Lösungsmittlemissionen an verschiedenen Anlagenteilen ausreichend dimensioniert ist, um Gefahren für die dort eingesetzten Mitarbeiter auszuschließen. Diese Versuche wurden an relevanten Anlagenteilen, wie Rührern, Dosierstationen und Lagertanks durchgeführt.

Mit den Untersuchungen zu den Lösungsmittel Input- und Outputströmen wurden Vorschläge zur Optimierung der Lösungsmittelbilanzierung erarbeitet. Des Weiteren konnte mit den Ergebnissen der Lösungsmittelkonzentrationen in der Abluft der hohe technische Stand des Abluftkonzepts bestätigt werden.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Terwei

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Zweitprüfer: | Dipl.-Ing. Eckart Frank |
| Datum des Kolloquiums: | 29. August 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Raumlufttechnik |
| in Kooperation mit: | Flughafen Münster/Osnabrück GmbH |



Das Personal der Deutschen Flugsicherungs GmbH beklagt sich regelmäßig über unbehagliche Raumluftzustände in der Towerkanzel des Flughafens Münster/Osnabrück. Dabei äußern sich die Behaglichkeitsstörungen in erster Linie in Form von Zuglufterscheinungen und einem zu hohen als Lärm empfunden Geräuschpegel. Ziel dieser Diplomarbeit war es, den Ursachen für die Entstehung der Unbehaglichkeiten auf den Grund zu gehen und geeignete Maßnahmen zu konzipieren, mit denen sich eine Behaglichkeitssteigerung erzielen lässt.

Hoch über dem Boden des Flughafens Münster/Osnabrück kontrollieren die Fluglotsen der Deutschen Flugsicherungs (DFS) GmbH das Geschehen am Boden und im umliegenden Luftraum. Per Sprechfunk koordinieren sie die rollenden, startenden und landenden Flugzeuge. Sie teilen dem Piloten das Abflugverfahren mit und erteilen die Startfreigabe. Dabei haben die Towerlotsen direkten Sichtkontakt zu den Maschinen. Bei Nebel und in der Nacht werden sie bei größeren Flughäfen mit viel Flugverkehr von einem Bodenradar unterstützt.

Die Arbeit in einem Flughafentower fordert höchste Konzentration, deshalb ist es von entscheidender Bedeutung den Fluglotsen ein angenehmes Arbeitsumfeld zu schaffen. Eine große Rolle für das Wohlbefinden des Menschen in geschlossenen Räumen spielt das Raumklima. Empfindet der Mensch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung in seiner Umgebung als optimal fühlt er sich behaglich. Zudem ist es wichtig, den emittierten Geräuschpegel in vorgegebenen Grenzen zu halten, damit Störungen der Sprachverständlichkeit, der Konzentrationsfähigkeit bei geistiger Tätigkeit und der Geschicklichkeit bei manueller Tätigkeit unterdrückt werden.

Da es am Flughafen Münster Osnabrück kein Nachtflugverbot gibt, ist der Tower durch die Mitarbeiter der DFS rund um die Uhr und sieben Tage die Woche besetzt. Gestaltungsänderungen an der vorhandenen Klimatechnik bzw. die Installation eines neuen Klimasystems in der Towerkanzel müssen somit berücksichtigen, dass die Ausführungen von Arbeiten nur im Stand by Betrieb möglich sind. D.h. es mussten Möglichkeiten zur Verbesserung des Raumklimas gefunden werden, die die Arbeit der Fluglotsen möglichst wenig einschränken und somit einen fortlaufenden Betrieb ermöglichen.

Den während des Betriebes der Klimazentralgeräte entstehenden Behaglichkeitsstörungen wurde im Zuge einer Bestandsaufnahme der vorhandenen Klimatechnik des Flughafentowers auf den Grund gegangen. Insgesamt zwei Umluftteilklimazentralgeräte mit einer Luftleistung von je 5400 m³/h klimatisieren den Tower des Flughafens Münster/Osnabrück.

Dabei fördert eine Anlage aufbereitete Zuluft in den äußeren Kanzelbereich, die zweite Anlage ist an einen Druckboden, mit Schlitzplatten als Luftauslässe, im inneren der Kanzel angeschlossen. Als Störquelle konnte die Anlage des inneren Kanzelbereiches ausgemacht werden. Ein rechnerischer Nachweis zeigte, dass durch beide möglichen Drehzahlstufen des Umluftventilators der Klimazentralanlage in Verbindung mit den vorhandenen Bodenschlitzauslässen, eine zu hohe Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich erzeugt wird.

Auch ein zu hoher Schalldruckpegel, als zweite Behaglichkeitsstörung, ließ sich rechnerisch nachweisen. Der Zuluftkanal ist mit seinen Einbauten für die volle Ventilatorleistung des Klimazentralgerätes zu klein dimensioniert. Eine hohe Luftgeschwindigkeit erzeugt vor allen Dingen, durch einen zu kleinen freien Querschnitt einer Brandschutzklappe, ein hohes Strömungsrauschen.

Um den Arbeitsaufwand für die Umgestaltung des Klimatisierungssystems des Towers gering zu halten, wird eine Lösung zur Verbesserung des Raumklimas realisiert, bei der die vorhandene Technik weiterhin genutzt wird. Die Lösung beschäftigt sich in erster Linie mit der Zuluftkanalführung des inneren Kanzelbereiches. Der vorhandene Luftkanal erhält innerhalb des Doppelbodens der Towerkanzeln einen Abzweig. Ein Kanalabgang wird erneut an den Druckboden angeschlossen. Als Luftauslässe werden anstelle der Schlitzplatten Bodenquellluftauslässe eingesetzt. Kennzeichnend für die Quelllüftung sind relativ niedrige Luftgeschwindigkeiten. Der Volumenstrom muss für die maximal mögliche zu installierende Anzahl an Auslässen von ursprünglich 5400 m³/h auf maximal 900m³/h begrenzt werden. Da für die thermische Lastabfuhr bei extremen Sommerbedingungen ein möglichst großer Zuluftvolumenstrom benötigt wird, muss die restliche Luftmenge an anderer Stelle eingebracht werden. Bei der Bestandsaufnahme der vorhandenen Klimatechnik fiel besonders das Koordinationspult mit der darunter installierten EDV-Technik auf, dass eine elektrische Anschlussleistung von ca. 6 kW aufweist und diese vollständig als Wärme an seine Umgebung abgibt. Der zweite Kanalabgang wird bis unterhalb der EDV-Schränke geführt, wo die Luft in den Doppelboden eingebracht wird und durch eine Öffnung im Boden durch die Schränke strömt. Die abgegebene Wärme wird somit gezielt schon an ihrem Entstehungsort abgeführt, wodurch die thermische Belastung der Geräte auf ihre Umgebung auf ein Minimum reduziert wird.

Beide Kanalabgänge erhalten zur Einregulierung der Volumenströme eine Jalousieklappe mit einem motorischen Stellantrieb, die sich dann über die Gebäudeleittechnik des Flughafens einstellen lassen. Das Geräuschproblem wird durch den Einsatz zusätzlicher Kulissenschalldämpfern bewältigt. Ein Verzug beider Luftkanalabgänge innerhalb des Doppelbodens bietet genügend Platz für die Installation der benötigten Kulissengrößen.

Zu Erzielung einer Gesamtvolumenstromreduzierung der Klimazentralgeräte und einer damit verbundenen Energieeinsparung werden die Ventilatormotoren mit Frequenzumrichtern ausgestattet. Da der Auslegungsvolumenstrom in der Regel nur in wenigen Jahresstunden auftritt, ist es heute Stand der Technik, den Zuluftvolumenstrom möglichst variabel an die Lastverhältnisse anzupassen.

Für den Flughafen Münster Osnabrück ergibt sich durch diese Lösung im Gegensatz zu einem komplett neuen Klimatisierungssystem eine relativ kostengünstige Möglichkeit die Behaglichkeit innerhalb des Towers deutlich zu steigern. Festzuhalten bleibt allerdings, dass auch bei einer derartigen Lösung, die Arbeit der Fluglotsen aufgrund der Umbaumaßnahmen innerhalb des Doppel- und Druckbodens zeitweise eingeschränkt sein wird.

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Rotthaus
Dipl.-Ing. (FH) Gert Veldscholten

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

Datum des Kolloquiums: 30. Januar 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Labor: Energietechnik

in Kooperation mit: 2G Energietechnik GmbH, Heek



Der landwirtschaftliche Betrieb Glitz-Ehringhausen in Werne betreibt eine Biogasanlage sowie eine landwirtschaftliche Brennerei. Für den Prozess der Alkoholproduktion in der Brennerei wird Wasserdampf benötigt. Der Wasserdampf dient dazu, den Alkohol aus der Maische auszutreiben.

Der Wasserdampf wurde bislang mit einem konventionellen Heizöldampferzeuger produziert. Im Zuge einer Erweiterung der Biogasanlage, bei der ein neues Blockheizkraftwerk (BHKW) eingesetzt werden soll, ist die Idee entstanden, den benötigten Dampf für die Brennerei mit Hilfe eines bereits vorhandenen BHKW sowie des neu geplanten BHKW zu erzeugen. Der Dampf soll dabei mit einem Abhitzedampferzeuger, der die Rauchgase der beiden BHKW nutzt, erzeugt werden. Dabei wird der Abhitzedampferzeuger so dimensioniert, dass dieser die gesamte benötigte Wasserdampfmenge für die Brennerei zur Verfügung stellen kann. Der konventionelle Heizöldampferzeuger kann somit außer Betrieb gesetzt werden und wird nur noch dann eingesetzt, wenn der Abhitzedampferzeuger aufgrund einer Betriebsstörung oder bei Wartungsarbeiten an den BHKWs die Wasserdampfproduktion einstellen muss, oder nicht genug Wasserdampf zur Verfügung stellen kann.

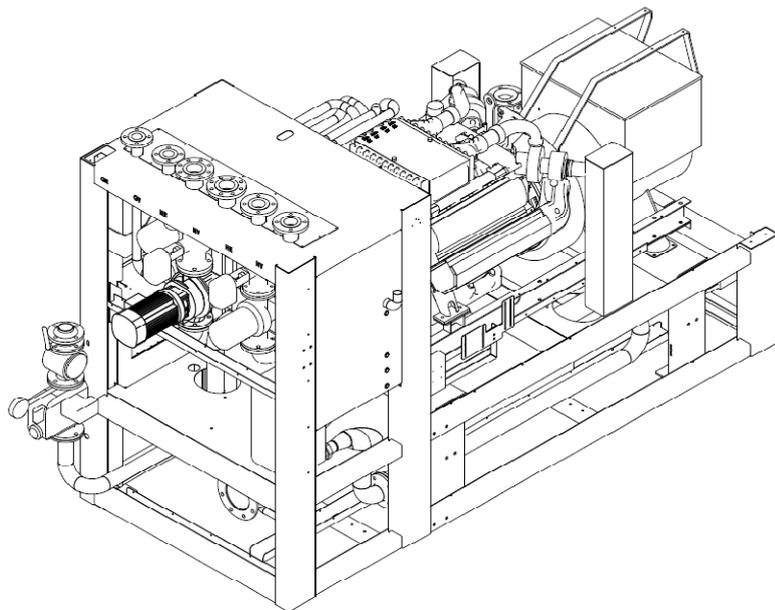


Bild 3: 2G-KWK-250BGG Blockheizkraftwerk

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein Anlagenkonzept für das oben genannte Vorhaben zu erarbeiten. Dabei waren das Erstellen des hydraulischen Konzeptes sowie die Auslegung der einzelnen Bauteile die Schwerpunkte der Arbeit.

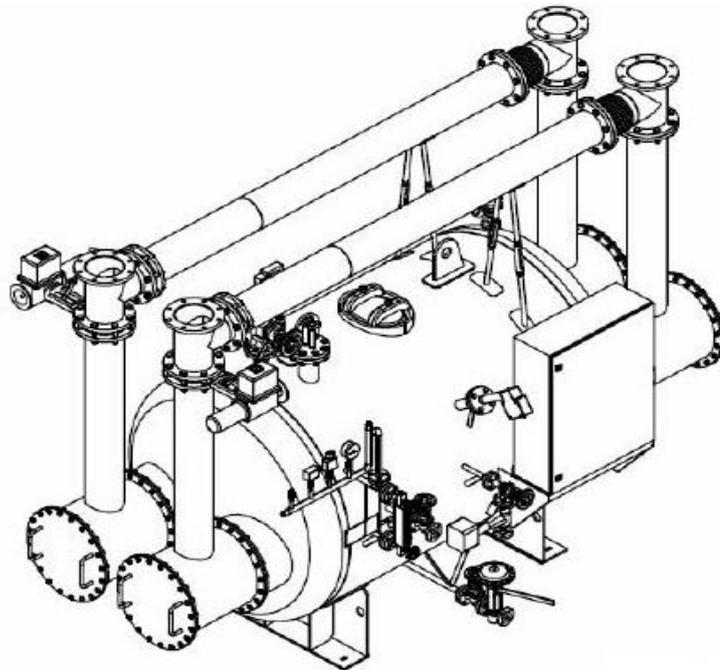


Bild 4: Abhitzedampferzeuger

Es wurde ein Konzept erarbeitet, welches die Möglichkeit bietet, den durch den Abhitzedampferzeuger produzierten Wasserdampf als Prozessdampf für die landwirtschaftliche Brennerei zu nutzen, zusätzlich aber auch für ein bestehendes Fernwärmesystem des landwirtschaftlichen Betriebes Glitz-Ehringhausen auskoppeln zu können. Dazu wird ein Dampf- / Warmwassermetauscher eingesetzt.

Für die landwirtschaftliche Brennerei Glitz-Ehringhausen bietet diese Art der Dampferzeugung erhebliche Vorteile. Abgesehen vom wirtschaftlichen Aspekt, eröffnet sich für die landwirtschaftliche Brennerei so nun die Möglichkeit, den „ökologischen Rucksack“ ihrer Produkte weiter zu reduzieren. Da der momentan benötigte Wasserdampf in der Brennerei zu 100 % mit Heizöl produziert wurde, ergeben sich enorme Einsparungen hinsichtlich des CO₂ Ausstoßes bei der Realisierung dieses Konzeptes.

Innovative Fernwärme: Abwärmenutzung aus Biogasanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Viefhues

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Zweitprüfer: Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Matthias Partetzke

Datum des Kolloquiums: 07. April 2009

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft

in Kooperation mit EnergieNetzwerk Weser-Ems eG



Heutzutage findet man über das gesamte Bundesgebiet verteilt Biogasanlagen auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen. Die Gasnutzung in diesen Anlagen erfolgt vorrangig mittels Gasmotoren, so dass die Energie des Biogases in Kraft (Strom) und Wärme umgewandelt wird. Die dabei anfallende Wärmeenergie findet dabei meist nur Anwendung im Biogasprozess sowie in den Liegenschaften der Anlagen-Betreiber. Diese sind vornehmlich Landwirte. Ein Großteil der Wärme kann in den Gebäuden nicht genutzt werden. Die Folge daraus ist, dass der Überschuss mittels Kühlwerke an die Umgebung abgegeben wird und sozusagen "verpufft".

Biogasanlagen, welche ortsnah aufgestellt sind, bieten Möglichkeiten, die Überschusswärme zu verwerten.

Anhand eines Beispiels wurde die Nutzung der Abwärme zur Speisung eines Nahwärmenetzes beleuchtet. Dabei wurde die benötigte Spitzenwärmeleistung ermittelt und diese mit den Absichten des Biogasanlagenbetreibers verglichen. Das Netz ist als Vollversorgung konzipiert worden. Das bedeutet, dass innerhalb der Anschlussobjekte keinerlei Anlagenteile benötigt werden, um einen Ausfall der Kraft-Wärme-Kopplung-Anlage abzufangen.

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die anfallenden Kosten für die Wärmekunden geworfen. Hierbei wurde zusätzlich die Möglichkeit von Schnittstellen innerhalb der Wärmeversorgung betrachtet. Aus Erfahrungen der ENWE eG wurde in diesem Beispiel die Gründung einer Energiegenossenschaft bevorzugt. Diese bildet sich aus den Wärmekunden und ist sowohl Investor als auch Betreiber des Nahwärmenetzes.

Die Investitionen zum Errichten des Nahwärmenetzes wurden ermittelt, um so einen Wärmepreis für den Endkunden darzustellen. Da sich die Nahwärme als Konkurrenz zum leitungsgebundenen Energieträger Erdgas versteht, ist abschließend ein Vergleich dieser zwei Varianten durchgeführt worden.

B.Eng. (FH) Daniela Weiant

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

04. August 2008

Studiengang:
Labor:

Energie- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft



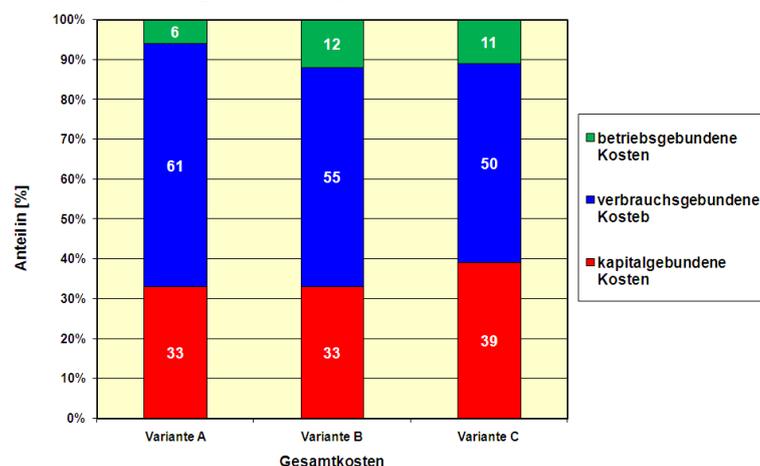
Verkaufsstätten geraten zunehmend in Zielkonflikte. Zum Einen stellen Kunden immer höhere Anforderungen an Öffnungszeiten, Service und Komfort, der Einkauf soll zu einem Erlebnis werden, zum Anderen fordern sie einwandfreie und frische Produkte zu günstigen Preisen. Für Verkaufsstätten stellen sich damit folgende Fragen:

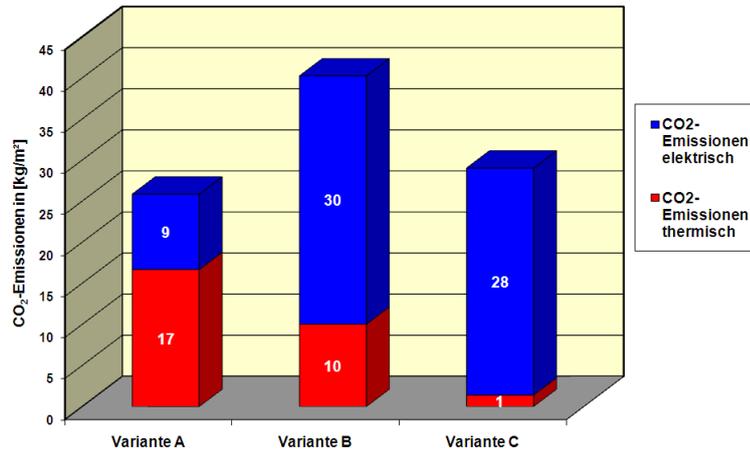
- Wie kann ein komfortables Raumklima geschaffen werden, das nicht nur die Kundenanforderungen zufrieden stellt, sondern auch für die angebotenen Waren optimal ist?
- Welche Belüftungs- und Beheizungsvarianten erweisen sich nicht nur im Hinblick auf den Komfort, sondern auch auf den Energieverbrauch als vorteilhaft?

Um Antworten auf diese Fragen zu erhalten, wurden 3 Lüftungskonzepte näher auf ihre Vorteilhaftigkeit hin betrachtet, nämlich die Beheizung und Belüftung über Deckenluftheizer (A), über eine raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung über einen Kreuzstromwärmetauscher (B) sowie über eine raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung über ein Kälte-Verbund-System (C).

Die Untersuchung erfolgte nach statischen und dynamischen Kostenrechnungsmethoden sowie nach energetischen Gesichtspunkten. Für die statische Kostenbetrachtung wurden in Anlehnung an die VDI 2067 die jährlich entstehenden Kosten differenziert nach kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten ermittelt. Im Rahmen der dynamischen Kostenbetrachtung wurden für verschiedene Energiepreisentwicklungen die Kosten für einen Zeitraum von 10 Jahren berechnet.

Die Untersuchung lieferte folgende Erkenntnisse:





Unabhängig von der betrachteten Variante machen die Energiekosten mit mindestens 50 % der jährlichen Gesamtkosten den größten Anteil aus. Variante B, die RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung über einen Kreuzstromwärmetauscher, erweist sowohl aus wirtschaftlicher wie auch aus energetischer Sicht als die am wenigsten vorteilhafte Variante. A und C weisen einen sehr ähnlichen Gesamtkostenverlauf auf, wobei die Vorteilhaftigkeit im konkreten Fall von der jeweils unterstellten Energiepreissteigerung abhängt. Aus energetischer Sicht ist Variante C auf Grund des geringeren Primärenergiebedarfs sowie der geringeren CO₂-Emissionen für kleine und mittlere Verkaufsflächen (bis 2.400 m²) zu bevorzugen, Variante A für größere.

Da in jeder Verkaufsstätte über die Kältemöbel erhebliche Abwärmemengen anfallen, erweist sich Variante C nicht nur aus ökologischer Sicht als hoffnungsvoller Ansatz. Denn statt die produzierte Abwärme ungenutzt an die Umgebung abzugeben und im Gegenzug größere Mengen an Öl oder Gas für die Beheizung einzusetzen, wird die ohnehin vorhandene Abwärme zur Beheizung genutzt. Dies ist ein wesentlicher Beitrag zu Energieeffizienz und CO₂-Minderung.

Dipl.-Ing. (FH) Eva Wies

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Joachim Behrens

Datum des Kolloquiums:

29. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Sanitäre Haustechnik

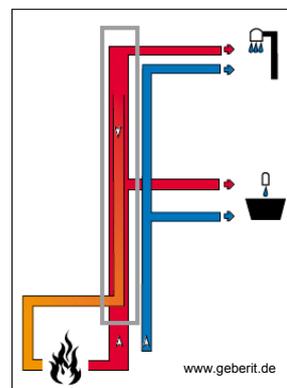
in Kooperation mit:

Ingenieurbüro für Haustechnik Winkels Behrens Pospich



Die immer steigenden Energiekosten für eine Trinkwasserzirkulation führen zu der Suche nach einer Alternative. Die Ausführung eines Warmwasser-netzes als Inliner - System anstatt der klassischen Trinkwasserinstallation wurde schon 1984 in der DDR durchgeführt.

In dieser Installationsart wird der Zirkulations-Strang nicht neben der Warmwasserleitung verlegt, sondern wie in der Abbildung inner-halb des Warmwasserstranges geführt. Durch diese Anordnung entstehen weniger Wärme-verluste, doch wie wirtschaftlich so eine Installation tatsächlich ist, wurde bei der Diplomarbeit untersucht. Es wurden vier ver-schieden große Projekte mit unterschiedlichen Nutzungs-Anforderungen in das Be-rechnungsprogramm Dendrit eingegeben und die jeweiligen Leitungsnetze für die Aus-führung als klassische Zirkulation und als In-liner - Zirkulation berechnet. Hierdurch konnten die Wärmeverluste im Warmwasser- und Zirkulationsstrang gegen-übergestellt und die dadurch entstehenden Kosteneinsparungen berechnet werden. Zusätzlich wurden die anfallenden Installationskosten und der Strom-verbrauch der Zirkulationspumpe verglichen.



Obwohl die Ergebnisse der einzelnen Projekte sehr unterschiedlich waren, hat sich herausgestellt, dass eine Zirkulationsinstallation als Inliner-System bei jedem der untersuchten Projekte sinnvoll ist. Wie schnell sich die in allen Projekten höheren Investitionskosten für ein solches System rentieren ist abhängig von der Anzahl der Stockwerke, da bei der Inliner - Zirkulation bei höheren Steigesträngen weniger Wärmeverluste entstehen als bei der klassischen Zirkulation. Die Anzahl und die Anordnung der Sanitärobjekte mit Warmwasseranschluss ist auch ein wichtiges Kriterium für die Wirtschaftlichkeit einer Inliner - Zirkulation.

Bei den untersuchten Projekten schnitt das Projekt mit den meisten Stockwerken und einem sehr ähnlichen Aufbau der einzelnen Geschosse mit Abstand am besten ab. Die Arbeit hat gezeigt, dass es für bestimmte Gebäudetypen sinnvoll ist, die Installation einer Inliner - Zirkulation in Betracht zu ziehen.

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Wilken

| | |
|------------------------|---|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Datum des Kolloquiums: | 15. August 2008 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Labor: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| in Kooperation mit: | Imtech Deutschland GmbH & Co. KG |



Die immer weiter steigenden und unvorhersehbaren Energiepreise geben der Industrie immer mehr Anreiz sich nach unkonventionellen Energiequellen umzusehen. In dieser Diplomarbeit wurde eine Energiebereitstellung durch ein erdgasbetriebenes Motorheizkraftwerk (MHKW) mit der bestehenden Anlagentechnik mit einem Dampferzeuger, Kessel und Strombezug aus dem öffentlichen Netz verglichen. Dazu musste geprüft werden welche Energiemengen auf hohen und niedrigen Temperaturniveau durch ein MHKW substituiert werden können. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung der einzelnen Varianten wurde mit Hilfe der VDI 2067 nach der Annuitätenmethode durchgeführt.

Es wurden insgesamt 5 Varianten mit der herkömmlichen Versorgung verglichen. Die MHKWs hatten dabei ein Leistungsspektrum von 230kW_{el} bis 2MW_{el} . Unterschiedliche Konzepte von vollständig autarker Stromversorgung mit Dampfproduktion durch das KWK-Aggregat und gekoppelter Absorptionskältemaschine, bis hin zur teilweisen Übernahme der Stromversorgung und Einbindung in das NT-Wärme Netz wurden untereinander verglichen.

Zu den Aufgaben der Arbeit gehörten unter anderem die Aufnahme der Energiebedarfsstruktur, das Prüfen der Energiebezugsverträge, Auswerten von Lastverläufen, Konstruieren von Jahresdauerlinien, Dimensionierung der KWK-Anlagen, Anfertigen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung und das Erstellen einer Emissionsbilanz. Durch die Lastverläufe für Strom und Gas konnte eine Bilanzierung für verschiedene Typtage erstellt werden. Aus dieser Bilanzierung gingen alle Verbrauchparameter wie z. B. benötigte Wärmemenge, benötigter Zusatzstrom, eingespeister Überschussstrom und die erzeugten Energiemengen hervor.

Der schwierigste Part der Diplomarbeit bestand in der Aufteilung der Energiemengen. Durch einen Wärmetauscher der Primärseitig mit Dampf beaufschlagt wird und Sekundärseitig ein niedriges Temperaturniveau hat konnten die Energiemengen nicht direkt an den Gaszählern der Erzeuger abgelesen werden. So musste der außentemperaturunabhängige Energieanteil anhand eines heißen Sommertages ermittelt werden.

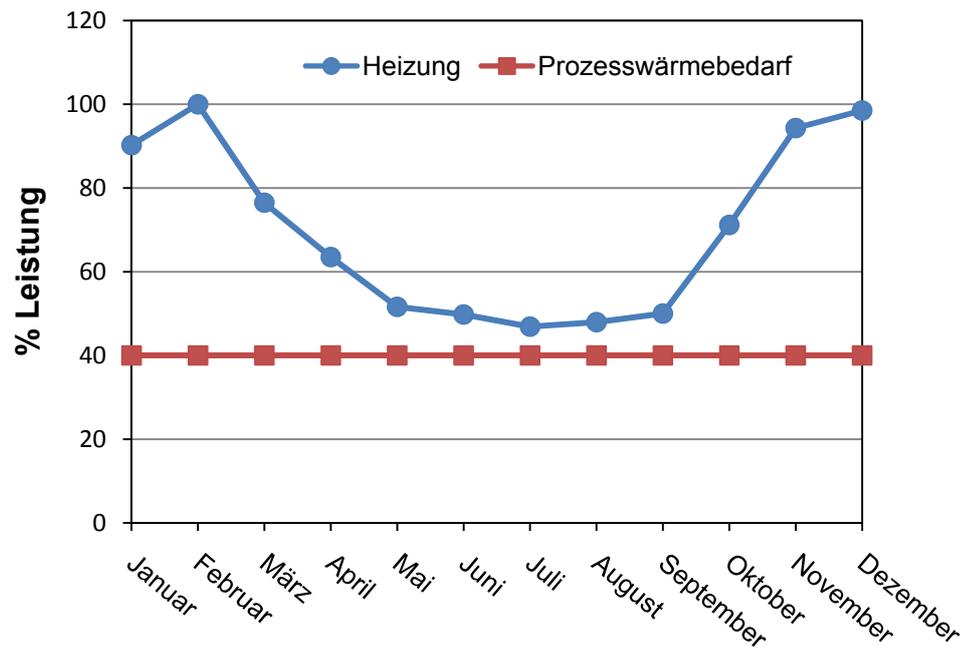


Tabelle 1 Aufteilung der Wärme

In dem oben abgebildeten Diagramm ist die Aufteilung der verschiedenen thermischen Energien über das Jahr zu erkennen. Der Prozesswärmebedarf ist über das ganze Jahr hin konstant und beträgt ca. 40% der Spitzenleistung, er ist Außentemperaturunabhängig. Hier ist bereits der Anteil der Brauchwassererwärmung enthalten, der aber nur einen kleinen Teil der gesamten benötigten Energie ausmacht.

Das Ergebnis der Berechnung zeigte, dass es sich derzeit nicht rechnet die Dampfproduktion und Kälteproduktion durch ein MHKW zu ersetzen bzw. zu ergänzen. Hierfür sind vor allem die gestiegenen Anlagenkosten, die zeitliche Begrenzung des KWK-Zuschlags von 4 Jahren und der günstige Stromarbeitspreis von Sondervertragskunden verantwortlich. Bei den kleineren MHKW's die ausschließlich zur Unterstützung des NT-Wärmenetzes dienen und somit einen Teil des Strombedarfs übernehmen, stellten sich Amortisationszeiten von rund 4 Jahren ein. Ein wirtschaftlicher Betrieb der MHKW ist nur bei vollständiger gleichzeitiger Abnahme von Strom und Wärme auf niedrigem Temperaturniveau (90°C) gegeben.

Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilkens M.Sc.

| | |
|------------------------|--|
| Erstprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Zweitprüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Datum des Kolloquiums: | 10. Oktober 2008 |
| Studiengang: | Technisches Management der Energie- Gebäude- und Umwelttechnik |
| Vertiefungsrichtung: | Energietechnik |
| Labor: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |



Der Anstoß für die Masterarbeit ist aus dem Interesse für den süd-afrikanischen Strommarkt entstanden.

In Südafrika wird der Bedarf an elektrischer Energie, u.a. durch das enorme Wirtschaftswachstum und der immer weiter steigenden Elektrifizierung der Privathaushalte, in den kommenden Jahren weiterhin stark ansteigen.

Schon jetzt wird aber weniger Strom erzeugt als verbraucht werden könnte. Diese bereits bestehende Unterversorgung findet, durch Revisionen und Ausfälle der überalterten Energieerzeugungsanlagen, regelmäßig neue negative Höhepunkte. In solchen Fällen der Unterversorgung werden dann von dem monopolistischen Energieversorger Eskom systematisch Regionen/Stadtteile vom Netz genommen, um sensiblere Bereiche in der Wirtschaft zu schützen. Die Versorgungssicherheit ist dadurch schon jetzt unbefriedigend. Es ist auch schon jetzt absehbar, dass sich der Zustand mittelfristig verschlimmern wird. Es wurde von der staatlichen Eskom versäumt, dem prognostizierten Energieanstieg rechtzeitig entgegen zu wirken.

Das Ziel der Masterarbeit war es den südafrikanischen Strommarkt zu analysieren und die Möglichkeiten für den Einsatz von Blockheizkraftwerken zu überprüfen, um so eine höhere Versorgungssicherheit für potenzielle Anwender dieser Anlagen zu gewährleisten.

Die für die Arbeit notwendigen Daten wurden vor Ort in Kapstadt/Südafrika - in Zusammenhang eines Praktikums bei der Firma Lesedi NS in 2007 (01.04.2007 - 31.10.2007) - recherchiert. Die Arbeit wurde in 2008 fertiggestellt.

Dipl.-Ing. (FH) Jens Willmes

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

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

Datum des Kolloquiums:

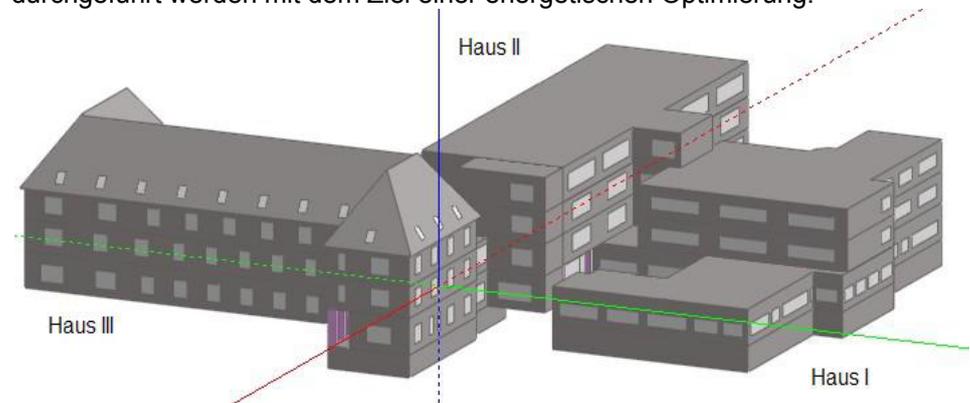
03. April 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:
in Kooperation mit:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik
Kreis Steinfurt



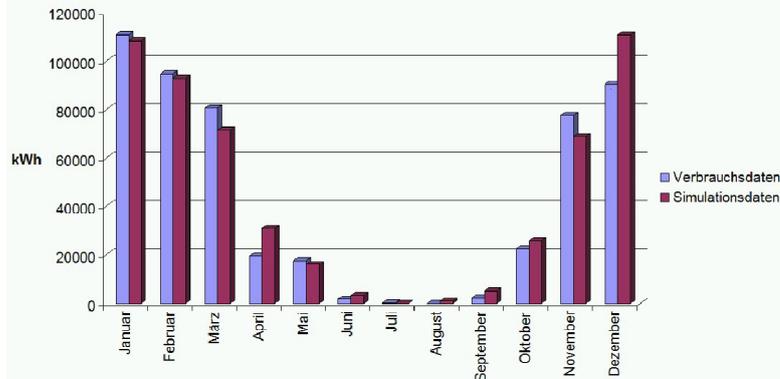
Im Verlauf dieser Arbeit wurde die Wirtschaftsschule in Steinfurt aufgenommen und anschließend in ein Modell der Software DesignBuilder (thermisches Simulations-Software) überführt. Dieses Modell wurde auf Plausibilität geprüft und konnte als repräsentativ für das reale Objekt betrachtet werden. An diesem Modell konnten nun verschiedene Experimente durchgeführt werden mit dem Ziel einer energetischen Optimierung.



In Zukunft werden thermische Simulationen einen wichtigen Platz einnehmen. Die Wechselwirkungen zwischen dem Gebäude mit Anlagentechnik und den verschiedenen Störgrößen (Wetter, Nutzer, Geräte, Wind, Sonne, ...) sind komplex. Hier kann Simulations-Software eine Lücke schließen und es den Planern ermöglichen, eventuelle Probleme bereits in der Planungsphase zu erkennen. Gerade in Planungsbüros der technischen Gebäudeausrüstung sind thermische Simulationen hilfreich, um die Auswirkungen innovativer und unkonventioneller Optimierungsmaßnahmen zu untersuchen. Standardberechnungen, wie Heizlast oder Kühllast, werden von diesen Programmen abgedeckt, nur das hier noch zusätzlich das Gebäude als Modell simuliert werden kann. Jedoch ist der Einsatz von thermischen Simulationsrechnungen auch nicht unproblematisch. Die Programme erfordern oftmals eine längere Einarbeitungsphase und auch das Erstellen eines realitätsnahen Modells bedarf Zeit. Zeit, die vielleicht nicht in Rechnung gestellt werden kann. Die zusätzliche Arbeit, die ein solches Programm erfordert, kann sich nur rechnen, wenn die Arbeit bezahlt wird oder zukünftige Arbeit gespart wird.

Die Untersuchungen an den Wirtschaftsschulen teilten sich in bauphysikalische und technische Maßnahmen auf. Im Bereich der bauphysikalischen Maßnahmen entfiel ein großes Augenmerk auf das Haus I der Wirtschaftsschulen. Das untersuchte Maßnahmenpaket für Haus I, welches die Sanierung des Daches, der Fenster und der Außenwände beinhaltet,

kann den Heizwärmebedarf von 148740 Kilowattstunden pro Jahr auf 75470 Kilowattstunden pro Jahr senken. Dies ist eine Einsparung von absolut 73270 Kilowattstunden oder relativ von fast 50 %. Daraus resultierend errechnet sich eine Einsparung an CO₂-Emissionen von 40 Tonnen pro Jahr. Zudem bewegt sich die Wirtschaftlichkeit innerhalb der Nutzungszeit. Außerdem wird der Baukörper deutlich aufgewertet und die Lebenszykluskosten für die Zukunft verringern sich.



Insgesamt betrachtet kann bei einer Realisierung aller untersuchten bauphysikalischen Maßnahmen für die Gebäude der Wirtschaftsschulen unter Einbeziehung der anstehenden Sanierung des Hauses III eine Heizwärmebedarfseinsparung von 207000 Kilowattstunden pro Jahr erreicht werden. Dies senkt den Heizwärmebedarf der Gebäude von derzeit circa 490000 Kilowattstunden pro Jahr auf 281000 Kilowattstunden pro Jahr. Relativ entspricht dies einer Einsparung von circa 42 % und einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes um absolut 113 Tonnen pro Jahr.

Eine zusätzliche Optimierung der Regelungstechnik kann den Energieverbrauch weiter senken. Eine weitere, zur Zeit eher theoretische Option, durch welche der Energiebedarf sinken würde, ist eine Brennstoffsubstitution. Dies ist aber nicht gewollt, da die Fernwärmeübergabestation erst im Jahr 2003 erneuert wurde und sich daraus eine vertragliche Bindung an die DSK als Fernwärmelieferant bis 2011 ergeben hat.

Neben den bauphysikalischen Optimierungsmaßnahmen wurden in dieser Arbeit auch Maßnahmen beleuchtet, die darauf abzielen, die Regelungstechnik und die Behaglichkeit zu verbessern. Als sehr einfache, effektive und kostenfreie Maßnahme hat sich die Optimierung der Nachtabsenkung herausgestellt. Ohne Investitionskosten, kann hier eine beachtliche Einsparung erzielt werden. Ferner wurden Maßnahmen zur Steigerung der thermischen Behaglichkeit und der Luftqualität untersucht. Klassenräume, in denen am Computer unterrichtet wird, haben sich in der Realität wie auch in der Simulation als thermisch problematisch herausgestellt. Selbst in der Übergangszeit kommt es zum unkomfortablen Anstieg der Temperaturen. Die Ursache liegt in den hohen inneren Lasten. Hier wurden Kennwerte erstellt, die bei der Auslegung von Anlagentechnik ihren Einsatz finden. Mögliche Maßnahmen zur Steigerung der Luftqualität in Schulen ohne maschinelle Lüftung stehen zur Zeit noch in der frühen Versuchsphase. In dieser Arbeit wurde die Notwendigkeit einer erhöhten Frischluftzufuhr bestätigt und die thermischen Auswirkungen bei reiner Außenluftzufuhr ohne Wärmerückgewinnung anhand des Simulationsmodells überprüft. Des Weiteren wurde beschrieben wie ein solches System aussehen könnte.

Die technischen Möglichkeiten zur Durchführung von Optimierungsmaßnahmen an den Wirtschaftsschulen in Steinfurt sind vorhanden. Die energetischen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen ihrer Realisierung sind in dieser Arbeit ausführlich dargelegt worden. Nun gilt es diese umzusetzen, um Rohstoffe zu schonen, den CO₂-Ausstoß zu mindern, die Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit der Schüler zu erhöhen und nicht zuletzt, um in eine energiesparende und betriebskostensparende Zukunft zu investieren.

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

Datum des Kolloquiums: 01. August 2008

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



Durch den Fortschritt der Informationstechnologie ist der Anteil der durch EDV-Komponenten erzeugten Kühllasten speziell in Bürogebäuden in den vergangenen Jahren stetig gewachsen.

Insbesondere in Arbeitsbereichen, die eine hohe Dichte an elektronischen Geräten aufweisen, wie z. B. in Banken, Börsen und Versicherungen, stellen EDV-Komponenten den Hauptanteil der Kühllast. Zudem werden entsprechende Arbeitsplätze in der Praxis häufig in Großraumbüros mit bis zu 100 Arbeitsplätzen angeordnet. Eine Abführung der dort entstehenden Lasten über ein konventionelles Klimazentralsystem ist aus technischer und energetischer Sicht nicht sinnvoll. Da besonders bei EDV-Komponenten auch die Gewährleistung der Betriebssicherheit von enormer Bedeutung ist und diese Geräte häufig in die Büroeinrichtung integriert sind, empfiehlt es sich die Wärme direkt am Ort der Entstehung abzuführen.

In Kooperation mit einem Hersteller für Büromöbel wurde im Klimatechnischen Labor der Firma Emco ein Kühlsystem zur Abführung der in einem Händlertisch entstehenden Kühllasten entwickelt. Als Händlertisch bezeichnet man spezielle Büromöbel, die sich durch eine hohe Anzahl von EDV-Komponenten (bis zu 8 PCs und 16 Monitoren pro Doppelarbeitsplatz) auszeichnen. Als Anforderung an das Gerät stand zu Beginn der Entwicklung neben der Einhaltung der üblichen akustischen Vorgaben in Büroräumen die Abführung der durch PCs im Untertischbereich erzeugten Wärme und die Bereitstellung von Kühlleistung zur Klimatisierung des Aufenthaltsbereiches im Raum.

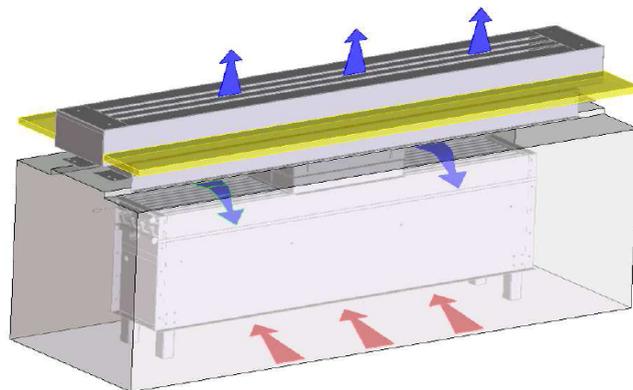
Im Rahmen der Diplomarbeit wurde ein Sekundärluftkühlgerät für den Einbau im Untertischbereich entwickelt, welches in zwei separaten Regel-/Steuerkreisen die Betriebssicherheit der betriebenen EDV-Geräte gewährleistet und darüber hinaus einen Beitrag zur Raumklimatisierung im Aufenthaltsbereich leistet. Die prozessorgesteuerte Temperaturregelung für die PC-Kühlung ermöglicht eine automatische Regelung der benötigten Geräteleistung an die jeweilige Betriebssituation durch Anpassung der Gebläsedrehzahl. Über einen 4-Stufenschalter kann durch manuelle Einstellung des Volumenstroms durch die Ausblashaube der Beitrag des Gerätes zur Raum- und Monitorkühlung beeinflusst werden. Die in der Ausblashaube integrierten Schlitzdurchlässe der Firma Emco ermöglichen eine optimale Anpassung der Ausblasgeometrie an Kundenanforderungen und bauliche Gegebenheiten.

Bei der Umsetzung des Konzeptes wurde ein besonderes Augenmerk auf die Einhaltung der aktuellen Normen und Richtlinien bezüglich Akustik und Hygiene gelegt. Zum Beispiel wurde die gesamte Anbindung des Gerätes an das Strom- und Wasserversorgungsnetz mittels steckbaren Verbindungen realisiert und die Funktionseinheit mit Wärmeübertrager und Gebläsen auf Rollen montiert. So ist eine werkzeugfreie und schnelle Demontage im Um-

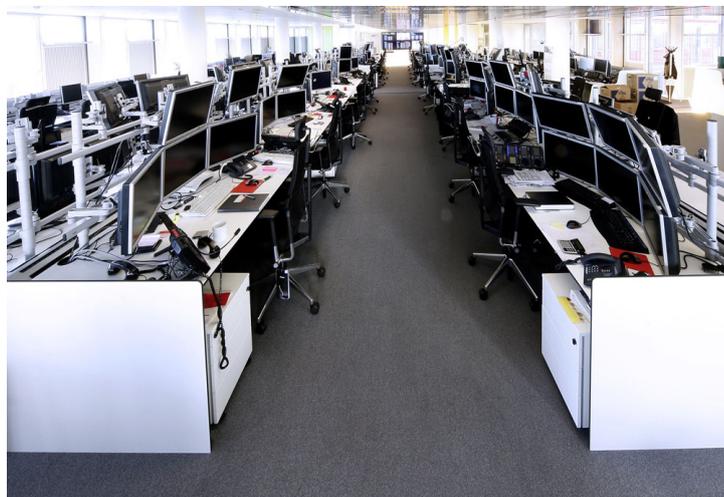
bau- oder Wartungsfall sowie zur Hygieneinspektion gemäß VDI-Hygienerichtlinie 6022 möglich.

Erstmals eingesetzt wurde das Kühlsystem für Händlertische „EKO-T“ in einem Bauprojekt des Energiekonzerns EON in Düsseldorf. Im sogenannten Capricornhaus im Düsseldorfer Medienhafen wurden auf zwei Etagen ca. 230 Händlerarbeitsplätze für den Energiehandel geschaffen. Zur Deckung der Kühllast kamen unter anderem rund 140 Geräte vom Typ EKO-T zum Einsatz.

Zum Umfang der Diplomarbeit gehörte neben der Konzeptentwicklung und messtechnischen Erfassung aller für die Geräteauslegung benötigten Parameter auch die Betreuung der Montage und Inbetriebnahme vor Ort.



Funktionsschema EKO-T



Dipl.-Ing. (FH) Lingen Yu

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

Datum des Kolloquiums:

23. Januar 2009

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Bestimmung der optimalen Parameter für den Abbau von Erbsenproteinlösung zur Optimierung von Produktionsprozessen und die Rückgewinnung von Enzymen durch Membranfiltration.



Bild 1: Schütteltisch (Laborversuch) und Trennzelle (Membranfiltration)

Durch den Einsatz von 7 Enzymen der Firmen Novo (www.novozymes.com) und Biocatalysts (www.biocatalysts.com) sollte das Erbsenproteinkonzentrat (EPK) in Peptid und Aminosäure durch eine enzymatische Hydrolyse aufgespalten werden. In der Produktion waren diese speziellen Enzyme ein großer Kostenfaktor. Letztlich sollte herausgefunden werden, bei welchen Enzymen und welchen Bedingungen ein möglichst effizienter Umsatz erreicht werden kann. Dabei sollte sich herausstellen, wie aktiv die Enzyme noch waren und dieser Prozess sollte optimiert werden.

Um eine deutliche Wirkung der Einflussfaktoren (pH, T, Kombination) beobachten zu können, wurden alle Einflussfaktoren in drei Gruppen unterschieden. Dafür wurde der Laborversuch in drei Phasen hintereinander durchgeführt.

Die Versuche sollte in 3 Zeit Phasen durchgeführt wurden:

- Phase 1: Probenbestimmung – Trockensubstanz- und Proteingehalt-Bestimmung.
- Phase 2: Enzyme auswählen – Durch mehrmalige Versuche um wirksamste Enzyme und Ihre optimale Verwendung (pH-Werte und Temperatur) herauszufinden.
- Phase 3: Kombination Anwendung von Enzymen – Exopeptidasen und Endopeptidasen.

Die Versuchsergebnisse hatten eine hohe Übereinstimmung mit den Annahmen. Aus Bild 2 kann hier gesagt werden, dass Alcalase mit Neutrase sehr offensichtlich einen höheren Hydrolysegrad hat, als nur Alcalase.

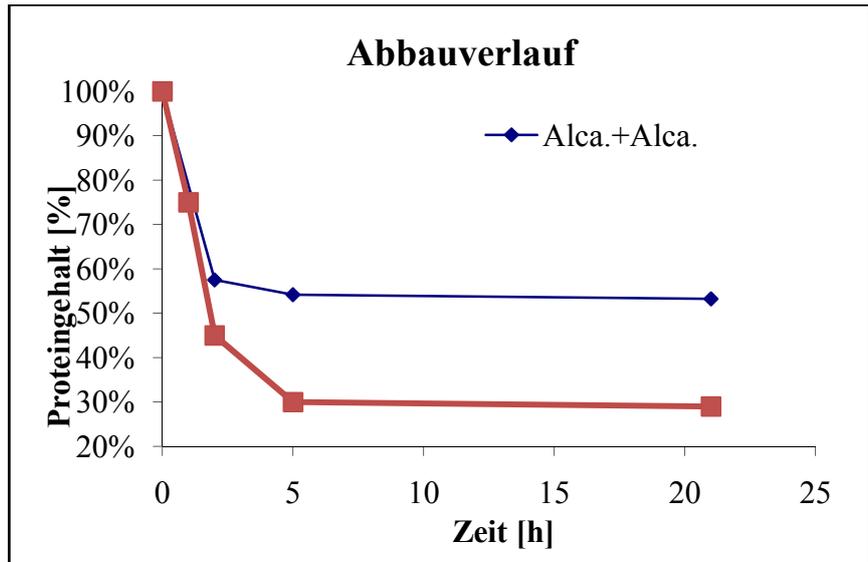


Bild 2: Abbau allein mit Alcalase und extra mit Neutrase

Weiter wurden die wirksamsten Enzyme im Technikum mit Hilfe eines Membran-Reaktors getestet. In den durchgeführten Versuchen wurden abschließend deutlich gezeigt, dass eine Kombination mit zwei Enzymen offensichtlich besser ist, als nur Alcalase (Abb. 3 Spur 2 und 3). Zudem können die eingesetzten Enzyme fast zu 100 % rückgewonnen werden (Abb. 3 Spur 7 und 8). Abb. 3 zeigt zudem, dass zusätzliche Enzymkombinationen nicht nötig waren (Spur 3, 4 und 5).

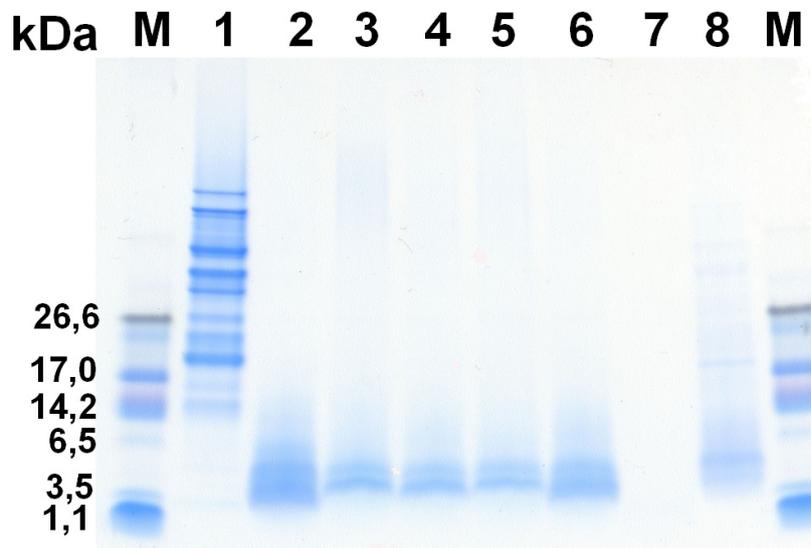


Abb. 3: Vergleich der Proteinfragmentgrößen

(M = Marker, 1 = Originalprobe, 2 = Alcalase, 3 = Alcalase + Neutrase, 4 = Alcalase + Flavourzyme, 5 = Alcalase + Neutrase + Flavourzyme, 6 = Alcalase + Promod. 24L, 7 = Permeat nach Hydrolyse, 8 = Retentat).

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Markus Kauling

Datum des Kolloquiums:

16. Dezember 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Haus- und Energietechnik



Tatsächlich wird das *Solar Sandwich*, ein von der Firma Innova entwickeltes Halbzeug, in der Lage sein, die mit der Solarenergie verbundenen Probleme zu lösen.

Während meine Diplomarbeit habe ich das *Solar Sandwich* weiterentwickelt. Die Materialauswahl, das Produktionsverfahren und ein Optimierungsprogramm wurde durchgeführt.

Das *Solar Sandwich* ist dadurch gekennzeichnet, das durch geeignete technische Maßnahmen der Absorber und die transparente Abdeckung fixiert sind, keine spezifische Halterungen für den Absorber nötig sind und Glas und Absorber dauerhaft luftdicht miteinander verbunden werden.

Das *Solar Sandwich* hat den Vorteil, dass kein Beschlag unter der Glasabdeckung entstehen kann. Bei der Materialauswahl ist das Solar Sandwich fast identisch mit einem konventionellen Kollektor. Aber mit seinen Gestaltungsmöglichkeiten kann die Tiefe eines Kollektors verringert werden und für neue Anwendungen genutzt werden.

Neue Baukonzepte sind möglich, z. B. Sonnenkollektoren in ein Dach mit kleinem Gefälle oder in eine Fassade zu integrieren. Deswegen soll ein Versuch durchgeführt werden, um die Materialmenge zu senken und ein neues Dämmverfahren zu finden, um die Aufbauhöhe für die Anwendung eines Kollektors zu reduzieren.

Mit dem *Solar Sandwich* soll versucht werden, übliche Mineralfaser Dämmung durch neue dünnere Techniken wie z. B. einen hochreflektierenden Spiegel zu ersetzen mit dem die Emission des Absorbers reflektiert werden kann. Es soll getestet werden, welche Verfahren optimal funktionieren und welche Ergebnisse der Vergleich mit anderen Dämmungen bringt. Der Kollektor soll getestet werden, um die theoretischen Annahmen zu bestätigen und Hinweise für die Materialauswahl zu geben.

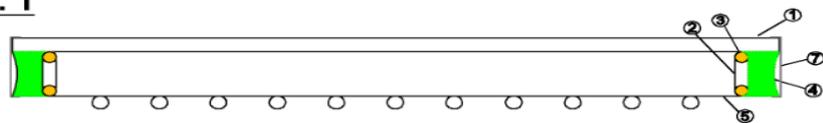
Ziel des Projektes ist es, dass das *Solar Sandwich* - Projekt seine Vorteile im Solartechnikbereich darstellen kann.

Die verschiedenen Dämmungen mit Alukaschierung sind die besten und der Hochreflektivspiegel hat einen Effekt.

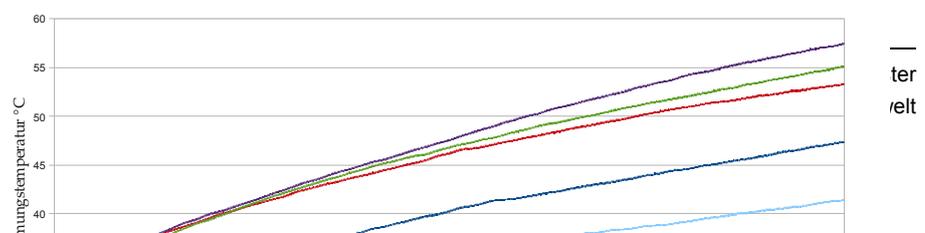
1. Glas
2. Edelstahl Abstandhalter
3. Dichtung
4. Verklebung
5. Absorber
7. Kantenschutz

Solar Sandwich

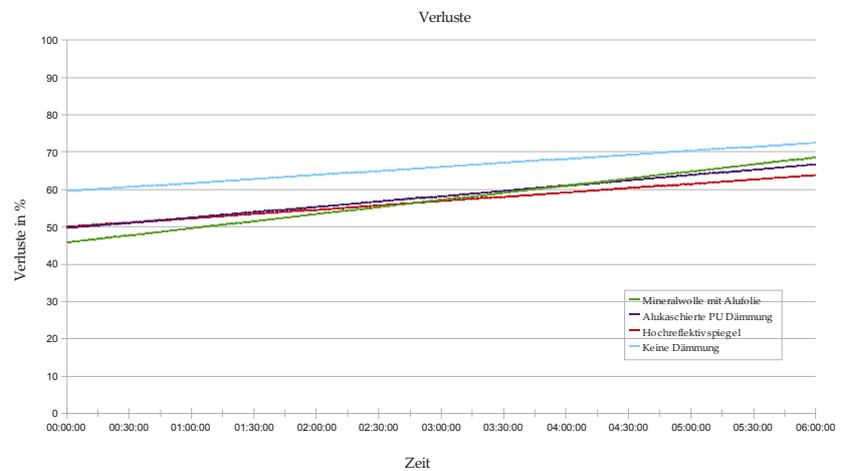
Fig. 1



Dämmtemperatur bei 1000 W Strahlung



Temperatur auf der Oberfläche der Dämmung bei 1000 W Bestrahlung



Durchschnittsverluste mit den verschiedenen Dämmungsversuchen

Prototypen wurden schon gebaut und auf Dächern in Berlin und Wettringen montiert. Diese Kollektoren sollen überprüft werden, um die Effizienz und die Kompatibilität der verschiedenen Materialien im Betrieb zu sehen. Aus dieser Betrachtung sollen neue Prototypserien entstehen, um Effizienzwerte eines « Solar Sandwich » zu messen.

Das *Solar Sandwich* ist ein Zukunftsprodukt, denn es wird mit neuen Technologie wie Wärmepumpen und Latentspeicher gekoppelt. Solche Systeme eignen sich für den Einsatz mit Solartechnologie, weil sie in demselben Temperaturbereich arbeiten.

Das *Solar Sandwich* wird auch die Fassadenintegrationsmöglichkeit in Gebäuden verbessern. Erstens sind die Verbesserungsmöglichkeiten optisch, denn es wird kein Beschlag auf der Scheibe zu sehen, und zweitens energetisch, da vertikalintegrative Kollektoren im Sommer weniger Leistung von der Sonne bekommen und Stagnationsphasen vermeiden. Im Winter steht die Sonne tiefer und die Strahlung kann Wärme für Heizungsunterstützung erzeugen.

Dipl.-Ing. (FH) Yanyan Zhao

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

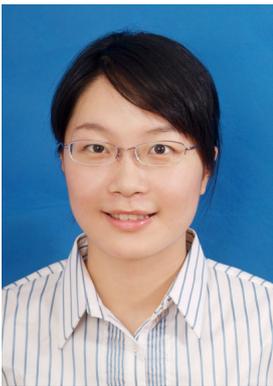
Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt

Datum des Kolloquiums:

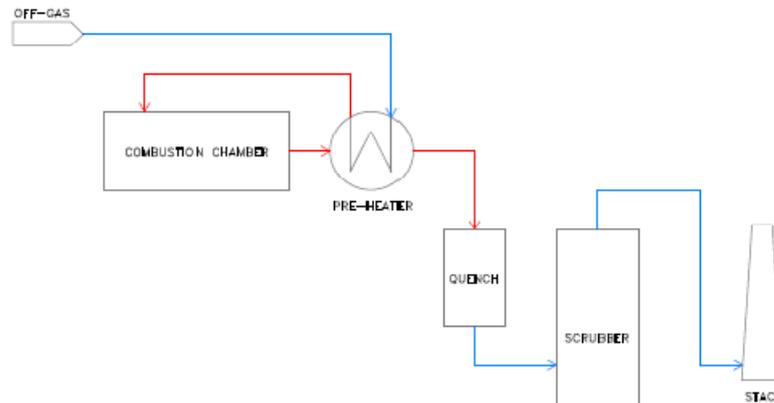
24. September 2008

Studiengang:
Studienrichtung:
Labor:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik
Kommunale Umwelttechnik
Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



DyStar Nanjing produces dyestuff for the textile industry, hazardous gases are produced during the production process. The main inlet pollutants are Methanol, Chloromethane and Chlorobenzene. To avoid pollution, the Thermal Oxidizer process (TOx- System) has been put into place to decompose the pollutants into CO₂ and H₂O. The main process steps are Thermal Oxidation, Cooling/Quench and Scrubbing/Scrubber (see diagram).



From the production, the waste gas is let into the air pre-heater and is heated up to a temperature of 500°C to reduce the temperature differences between inlet and reaction temperature in the combustion chamber to save energy. In the combustion chamber the waste gas will be oxidized at a temperature of 800-950°C.

The hot exhaust gas will then pass through the pre-heater to be cooled down to a temperature of 530°C before entering the quench and scrubber system.

Coming out of the Thermal Oxidizer, the hot exhaust gas will then pass the quench. The quench is installed in vertical arrangement between TOx-System and scrubber inlet with the material of graphit. The hot exhaust air comes into contact with the washing liquid from the scrubbers to cool down the exhaust stream from 530°C to a Fiberglass Reinforced Plastic harmless temperature in the quench before entering the scrubber inlet. Then the exhaust passes through the wet scrubber and comes into contact with washing liquid and pollutants are removed.

Before the discharge, the treated exhaust passes through a demister, and the solution is collected to the collection tank.

The TOx-plant of DyStar Company came to a deflagration at 4.30 pm on 20th June, 2007. This incidence requires heavy engineering investigation in order to determine the nature and cause of the deflagration. Based on the previously

available data and information, such as pictures taken showing the damage pattern of the plant after deflagration, it suggested that the deflagration started at the pre-heater for waste gas within the plant.

The description and evaluation will be carried out, why the TOx-plant of DyStar came to an explosion and what measures could be implemented to that ensure, the plant in the future could be operated safely.

After analyzing the previously available data and information, concerns are raised in particular with the following issues:

- a) Inflammation of explosive waste gas mixtures on the hot surface of the waste gas pre-heater.
- b) Input of combustible condensate in the air pre-heater with subsequent evaporation and formation of explosive gas within the air pre-heater followed by inflammation on the hot surface of the air pre-heater pipe.
- c) Dust explosion on the hot surface of the pre-heater

In order to prevent future incidences, using known data and information and based on the requirements of Ex-Zone 1 for the waste gas, the following measures are proposed:

- (a) Installation of an effective condensate trap or pre-scrubber
- (b) Installation of flow monitoring
- (c) Implement pressure surge protection and ignition source free waste gas fan in the pipeline leading to the burner of TOx-Plant
- (d) Parallel installation of two effective flame arresters that are designed and tested to comply with the requirements of flashbacklocks.
- (e) Using ignition source free waste gas fans in the waste gas pipeline leading to the chimney such as, in this case, installation using suitable design and material with flashbacklocks in the pipeline

Several improvements, including redesign, reconstruction and new maintenance methodologies at critical areas, have been suggested, some of which have already been implemented in the new plant construction, however, more are yet to be implemented and still require further discussions and evaluations.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Stegerwaldstr. 39
48565 Steinfurt
Tel +49 (0)2551-962197
Fax +49 (0)2551-562706
www.fh-muenster.de/egu**

