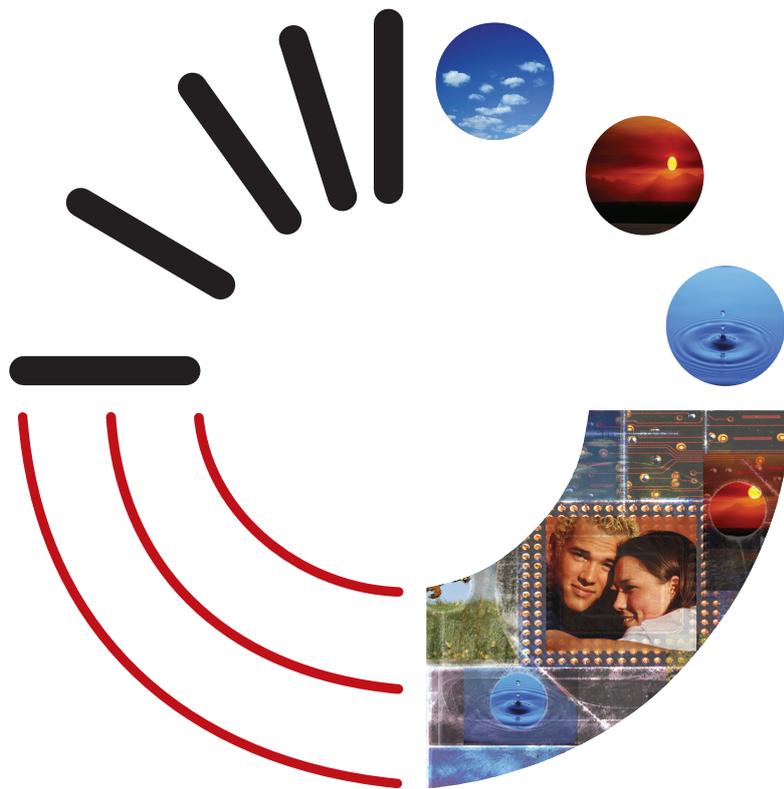


Akademisches Jahrbuch 2006/2007



Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences





Liebe Freunde des Fachbereiches Energie · Gebäude · Umwelt,



wieder ist ein Studienjahr vergangen und ein weiterer Jahrgang unserer Studierenden hat das Studium in unserem Fachbereich erfolgreich absolviert. Viele Diplom- und Masterarbeiten wurden verfasst und damit wissenschaftliche Forschung an unserem Fachbereich dokumentiert. Dieses Jahrbuch enthält die jeweiligen Zusammenfassungen und bietet einen Überblick über den Jahrgang 2006 / 2007.

Studierende des Fachbereiches Energie · Gebäude · Umwelt haben in dreibis fünf-monatiger intensiver Arbeit ihre Abschlussarbeiten verfasst. Mit Recht können die Studierenden stolz auf diese Werke, die wir hier in Form einer Kurzfassung vorstellen, sein. Als kleines Geschenk erhält jeder Absolvent zusammen mit seiner Diplom- bzw. Masterurkunde ein Exemplar dieses Jahrbuchs überreicht. Es dient somit auch als Erinnerung und Nachschlagwerk, Kommilitonen und/oder Arbeiten aus dem entsprechenden Jahrgang wiederzufinden.

Das Jahrbuch spiegelt aber auch die Aktivitäten des Fachbereiches wider. Die Vielfalt unseres Studienangebotes und die Zunahme der Forschungstätigkeit werden auch hier offensichtlich. Durch die Akkreditierung der Bachelor- und Masterstudiengänge haben unsere Studiengänge ein weiteres Qualitätsmerkmal erhalten. Auch die Forschungsaktivitäten, die in den vergangenen Jahren stetig zugenommen haben, werden in diesem Jahrbuch in Form der präsentierten Arbeiten vorgestellt.

Wir wünschen Ihnen, geschätzte Leserin und geschätzter Leser, eine spannende Lektüre, und vielleicht auch die ein oder andere gute Anregung für Ihren späteren Berufsalltag.

Steinfurt, im April 2007

Dekan



**Verzeichnis der Diplom- und Masterarbeiten**

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Entwicklung eines zentralen Abwasserbehandlungskonzeptes für die metallbe- und metallverarbeitende Industrie in der Bergischen Region Dipl.-Ing. (FH) Sandra Patalla | 13 |
| 2 | Zuverlässigkeitsuntersuchung von Gasverteilungssystemen am Beispiel eines örtlichen Gasversorgungsnetzes Dipl.-Ing. (FH) Christian Zapatka | 14 |
| 3 | Entwicklung von Planungs- und Auslegungsunterlagen für flächenorientierte Heiz- und Kühlsysteme Dipl.-Ing. (FH) Gregor Thissen | 16 |
| 4 | Regenerative Energieversorgung eines Hotel- und Restaurantbetriebes Dipl.-Ing. (FH) Mathias Querdel | 18 |
| 5 | Schmutzwassertestanlage Aufbau und Inbetriebnahme eines automatisierten Prüfstandes zur Untersuchung der Schmutzanfälligkeit wasserdurchströmter Armaturen Dipl.-Ing. (FH) Peter Buschmann | 20 |
| 6 | Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden anhand eines Beispielgebäudes Dipl.-Ing. (FH) Martin Dransmann | 22 |
| 7 | Zwangsdurchströmung einer Stockwerksinstallation mittels eines Venturi-T-Stücks; Ermittlung optimaler Auslegungsparameter Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bonk Dipl.-Ing. (FH) Jens Lübbers | 24 |
| 8 | Optimierung des Blockheizkraftwerk-Einsatzes im Hallenbad Energieeffizienz, hydraulische Einbindung, minimale Energiekosten, maximale CO ₂ -Einsparung Dipl.-Ing. (FH) Matthias Wegmann | 26 |
| 9 | Regelstrategien zum wirtschaftlich optimierten Betrieb von RLT-Anlagen Dipl.-Ing. (FH) Lars Pollmeier | 28 |
| 10 | Einsatz und Grenzen der Nutzung von nativen pflanzlichen Ölen zur Substitution von fossilen Kraftstoffen Dipl.-Ing. (FH) Johannes Verdirk M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Heinz Welberg M.Sc. | 29 |
| 11 | Erstellung eines Moduls „mathematische Berechnung“ für die Gebäudemanagementsoftware WEBVISION Dipl.-Ing. Lothar Müller M.Sc. | 33 |
| 12 | Untersuchung einer Einrichtung für die Adiabate Stallkühlung Dipl.-Ing. (FH) Li Xu | 34 |
| 13 | Entwicklung eines Lüftführungssystems für eine Glasschmelzanlage mit Heißformgebungsprozess in einem Floatbad. Dipl.-Ing. (FH) Martin Masbaum | 35 |
| 14 | Legionellenprophylaxe – Anforderungen an Trinkwassersysteme / Zirkulationssysteme aus hygienischen Gesichtspunkten in Europa Dipl.-Ing. (FH) Christian Jansen | 37 |
| 15 | Entwicklung und Aufbau einer Instandhaltungsstrategie für eine Brennerei Dipl.-Ing. (FH) Andreas Rak M.Sc. | 39 |



| | | |
|----|---|----|
| 16 | Energiemanagement auf Basis der LonWorks Technologie Dipl.-Ing. (FH) Christoph Fangmeyer | 41 |
| 17 | Zentrale Luftversorgung von IVC-Systemen Dipl.-Ing. (FH) Arne Feldmeier | 43 |
| 18 | Strom- und Wärmeerzeugung mit Hilfe von Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken Dipl.-Ing. (FH) Jan-Bernd Scheele | 45 |
| 19 | Ermittlung von Einzelwiderstandsbeiwerten für das Pluvia- Druckentwässerungssystem Dipl.-Ing. (FH) Klaas Junge | 47 |
| 20 | Bewertung von Infrastruktursystemen – am Beispiel der Fernwasserversorgung Jeddah-Mekkah-Taif, Saudi Arabien Dipl.-Ing. (FH) Philipp Ditzel | 49 |
| 21 | Einsatz stückiger Ersatzbrennstoffe in der Vorcalciniierung des Zementherstellungsprozesses Dipl.-Ing. (FH) Christoph Harrott | 51 |
| 22 | Computergestützte Simulation der Löschwasserbereitstellung im Stadtgebiet Düsseldorf unter Einhaltung hoher Trinkwasserqualität Dipl.-Ing. (FH) Torsten Raßmussen | 53 |
| 23 | Energieanalyse von Industriegebäuden verschiedener Nutzung Dipl.-Ing. (FH) Alexander Jung | 55 |
| 24 | Analyse der Wärmeverteilung eines Bereichs der Fernwärmeversorgung der Universität Bielefeld Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Anger | 57 |
| 25 | Entwicklung einer Messwerterfassungsanlage für eine zweistufige Kälteanlage Dipl.-Ing. (FH) Nicole Aben | 58 |
| 26 | Vergleichende Untersuchung zu den energetischen Bewertungsmethoden der Gebäudeenergieeffizienz an einem Wohngebäude und einer Kurklinik Dipl.-Ing. (FH) Markus Böck M.Sc. | 59 |
| 27 | Entwicklung einer Datenbank zur Bewertung von Planungsleistungen in der Technischen Gebäudeausrüstung Dipl.-Ing. (FH) Thomas Honscha M.Sc. | 61 |
| 28 | Implementierung der Balanced Scorecard in der öffentlichen Verwaltung Dipl.-Ing.(FH) Dirk Radojewski M.Sc. | 63 |
| 29 | Energetische Sanierung der Gustav-Adolf-Schule in Herne Dipl.-Ing.(FH) Architekt Thomas M. Nowak M.Sc. | 65 |
| 30 | Messung von Netzurückwirkungen einer Photovoltaikanlage Dipl.-Ing. (FH) Joachim Wieneke | 67 |
| 31 | Energetische Verwertung von Biogas -Aufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lenger | 69 |
| 32 | Erstellung eines Leitfadens für die Desinfektion von Trinkwasser sowie Anwendung des Leitfadens an einem Praxisbeispiel Dipl.-Ing. (FH) Christian Schröder M.Sc. | 71 |
| 33 | Untersuchungen zum Verhalten von Muster-Trübstoffen bei der Schnellfiltration Dipl.-Ing. (FH) Stefan Haskamp | 73 |



| | | |
|----|--|-----|
| 34 | Entwicklung einer Programmroutine zur zeitnahen Berechnung der pH-Wert-Korrektur bei Mischung der Wässer im Wasserwerk Langenau Dipl.-Ing. (FH) Wilhelm Brickwedde | 75 |
| 35 | Biologische Stickstoffelimination von Abschlammwasser eines zur Abluftreinigung in der Landwirtschaft eingesetzten Rieselfbetreaktors Dipl.-Ing. (FH) Simon Tallarek | 77 |
| 36 | Dimensionierung von Trinkwasserinstallationen auf Grundlage von EN 806-3 - Ein kritischer Vergleich mit DIN 1988-3 - Dipl.-Ing. (FH) Ludger Kuper | 79 |
| 37 | Planung und Aufbau eines Versuchsstandes für trinkwasserhygienische Untersuchungen in Stockwerksinstallationen Dipl.-Ing. (FH) Eva Baumeyer Dipl.-Ing. (FH) Johannes-Hermann Wessels | 81 |
| 38 | Strom- & Wärmeversorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung mit einem BHKW in einer Obstkellerei Dipl.-Ing. (FH) Carsten Kock | 83 |
| 39 | Mikrobiologische in-situ-Sanierung von LCKW-kontaminiertem Boden und Grundwasser Weiping Sun M.Sc. | 84 |
| 40 | Energetische Regelstrategie von Luft-Erdregistern Dipl.- Ing. (FH) Matthias Klene | 85 |
| 41 | Entwicklung eines Strategiekonzeptes für die Instandhaltung der Versorgungsnetze innerhalb eines Mehrspartenunternehmens am Beispiel der Stadtwerke Osnabrück AG Dipl.-Ing. (FH) Viktor Bader | 87 |
| 42 | Untersuchung zum Verhalten von Schnellfiltern zur Badewasseraufbereitung bezüglich des Abscheideverhaltens bei Erhöhung der Filtrationsgeschwindigkeit Dipl.-Ing. (FH) Jessica Simon | 89 |
| 43 | Reduzierung des Energiebedarfs eines Altenheims durch gebäude- und anlagentechnische Veränderungen Dipl.-Ing. (FH) Anton Kunzmann | 91 |
| 44 | Machbarkeitsstudie zur Erweiterung des Wasserverbundnetzes der Stadt Schwerte um ein Wohngebiet im Ortsteil Geisecke Dipl.-Ing. (FH) Mathias Kronemann | 93 |
| 45 | Kraftwerkstypische Automatisierung einer Durchflussmessstrecke Dipl.-Ing. (FH) Ralf Wiescher | 95 |
| 46 | Theoretische Betrachtung der Realisierung eines Kälteringes an der TU Berlin Dipl.-Ing. (FH) Jens Neuber | 97 |
| 47 | Untersuchung von zwei typischen Wohngebäuden mittels eines Gebäudesimulationsprogramms zur Ermittlung der Optimierungsmöglichkeiten und ihrer jeweiligen Potentiale Dipl.-Ing. (FH) Christian Barfuß M.Eng. | 99 |
| 48 | Entwicklung eines integralen Energiekonzeptes für die Fa. Franz Kaldewei GmbH & Co. KG Dipl.-Ing. (FH) Oliver Schlering M.Sc. | 101 |
| 49 | Optimierung eines ventilatorunterstützten Bodenkonvektors für hohe kalorische Leistungen Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bembom | 103 |



| | | |
|----|--|-----|
| 50 | Untersuchung von zwei Wärmeüberträgern zur Verdampfung von flüssigem Wasserstoff als Bestandteil einer U-Boot Betankungsanlage Dipl.-Ing. (FH) Noel Theisen | 106 |
| 51 | Konzeption, Aufbau und Inbetriebnahme eines Versuchsstandes zur Messung von Druckschlägen in Trinkwasserleitungen Dipl.-Ing. (FH) Jan van Wersch | 108 |
| 52 | Vergleichende Bewertung von Trinkwasserversorgungskonzepten als Verbund- oder Individualsystem für ländliche Gemeinden südlich des Mount Elgon/Kenia Dipl.-Ing. (FH) Mathias von der Heide | 110 |
| 53 | Optimierung einer Abluftanlage in einer Gießerei Dipl.-Ing. (FH) Andrej Frick | 112 |
| 54 | Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen von historischen Gebäuden am Beispiel des Steinfurter Schlosses Dipl.-Ing. (FH) Markus Schröder M.Sc. | 114 |
| 55 | Zyklisch spezifische Lag-Phase und α -Wert-Dynamik beim Sequencing Batch Reaktor-Verfahren Dipl.-Ing. (FH) Marion Scharfscheer | 116 |
| 56 | Experimentelle Untersuchungen des Einflusses organischer Anhaftungen beim Recyclingprozess von Aluminiumschrott Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Rahms M.Sc. | 118 |
| 57 | Ermittlung von Energieeinsparpotentialen der Backstube Essmann / Altenberge Dipl.-Ing. (FH) Markus Kauling M.Sc. | 120 |
| 58 | EnEV 2007 und DIN V 18599 – Ermitteln der Nutzenergie im Bereich Trinkwasser am Beispiel eines 800-Betten-Krankenhauses Dipl.-Ing. (FH) Thomas Frerick M.Sc. | 122 |
| 59 | Die EnEV 2007 und die DIN V 18599 Kritische Bewertung des Berechnungsverfahrens im Bereich Trinkwarmwasser am Beispiel eines 800-Betten-Krankenhauses Dipl.-Ing. (FH) Diana Lutter M.Sc. | 124 |
| 60 | Darstellung und Bewertung von Sanierungsverfahren für PFT-belastete Böden am Beispiel einer kontaminierten Fläche in Brilon-Scharfenberg Dipl.-Ing. (FH) Simon Schritt M.Sc. | 126 |
| 61 | Marketingaspekte und Diversifikationsmöglichkeiten bei Wasserversorgungsunternehmen – dargestellt unter Verwendung von Filmmaterial als Public Relations (PR) Instrument Georg Hennekes M.Sc. | 128 |
| 62 | Optimierung der Energieverbrauchsstruktur eines mittelständischen Industriebetriebes Dipl.-Ing. (FH) Andre Dwersteg Dipl.-Ing. (FH) Christian Matzker | 129 |
| 63 | Bestimmung der Einfügungsdämpfung von Kanalschalldämpfern nach DIN EN ISO 7235 Dipl.-Ing. (FH) Sven Grashoff | 131 |





Verzeichnis der Absolventen

| A | | L | |
|----------------------------|-----|------------------------------|-----|
| Aben, Nicole | 58 | Lenger, Andreas | 69 |
| Anger, Sebastian | 57 | Lübbbers, Jens | 24 |
| | | Lutter, Diana | 124 |
| B | | M | |
| Bader, Viktor | 87 | Masbaum, Martin | 35 |
| Barfuß, Christian | 99 | Matzker, Christian | 129 |
| Baumeyer, Eva | 81 | Müller, Lothar | 33 |
| Bembom, Matthias | 103 | | |
| Böck, Markus | 59 | N | |
| Bonk, Stefan | 24 | Neuber, Jens | 97 |
| Brickwedde, Wilhelm | 75 | Nowak, Thomas M. | 65 |
| Buschmann, Peter | 20 | | |
| D | | P | |
| Ditzel, Philipp | 49 | Patalla, Sandra | 13 |
| Dransmann, Martin | 22 | Pollmeier, Lars | 28 |
| Dwersteg, Andre | 129 | | |
| F | | Q | |
| Fangmeyer, Christoph | 41 | Querdel, Mathias | 18 |
| Feldmeier, Arne | 43 | | |
| Frerick, Thomas | 122 | R | |
| Frick, Andrej | 112 | Radojewski, Dirk | 63 |
| | | Rahms, Hendrik | 118 |
| G | | Rak, Andreas | 39 |
| Grashoff, Sven | 131 | Raßmussen, Torsten | 53 |
| H | | S | |
| Hanrott, Christoph | 51 | Scharfscheer, Marion | 116 |
| Haskamp, Stefan | 73 | Scheele, Jan-Bernd | 45 |
| Hennekes, Georg | 128 | Schlering, Oliver | 101 |
| Honscha, Thomas | 61 | Schritt, Simon | 126 |
| | | Schröder, Christian | 71 |
| J | | Schröder, Markus | 114 |
| Jansen, Christian | 37 | Simon, Jessica | 89 |
| Jung, Alexander | 55 | Sun, Weiping | 84 |
| Junge, Klaas | 47 | | |
| K | | T | |
| Kauling, Markus | 120 | Tallarek, Simon | 77 |
| Klene, Matthias | 85 | Theisen, Noel | 106 |
| Kock, Carsten | 83 | Thissen, Gregor | 16 |
| Kronemann, Mathias | 93 | | |
| Kunzmann, Anton | 91 | V | |
| Kuper, Ludger | 79 | van Wersch, Jan | 108 |
| | | Verdirk, Johannes | 29 |
| | | von der Heide, Mathias | 110 |



W

| | |
|-------------------------|----|
| Wegmann, Matthias | 26 |
| Welberg, Heinz..... | 29 |
| Wessels, Hermann..... | 81 |
| Wieneke ,Joachim..... | 67 |
| Wiescher, Ralf..... | 95 |

X

| | |
|--------------|----|
| Xu, Li | 34 |
|--------------|----|

Z

| | |
|--------------------------|----|
| Zapatka, Christian | 14 |
|--------------------------|----|





1 **Entwicklung eines zentralen Abwasserbehandlungskonzeptes für die metallbe- und metallverarbeitende Industrie in der Bergischen Region**

Dipl.-Ing. (FH) Sandra Patalla

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Prüfer | Dipl.-Ing. (FH) Udo Kraft |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Joachim Ronneburger |
| Datum des Kolloquiums | 07. April 2006 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |

Die Bergische Region mit den drei bergischen Großstädten Wuppertal, Solingen und Remscheid sowie dem Kreis Mettmann ist von der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie insbesondere mit Messerfertigungen oder Schlüsselhandwerk geprägt.

Etwa 450 ansässige Betriebe der Metallbranche in dieser Region haben eigene Abwasserbehandlungsanlagen, die sie den stetig wandelnden wasserrechtlichen Anforderungen anpassen müssen. Um diese Betriebe bei ihren Abwasserbehandlungen zu unterstützen und die Gewässergüte zu verbessern, initiierte die Stadt Solingen das Forschungsprojekt

"Verbesserung der Gewässergüte durch Neuordnung der Abwasserentsorgung für metallbe- und metallverarbeitende Betriebe am Beispiel der Bergischen Region".

In diesem Projekt soll für eine zentrale Abwasserbehandlungsanlage mit vorgelagerter Logistik für die metallverarbeitenden Betriebe ein Konzept entwickelt werden.

Die metallverarbeitenden Betriebe behandeln derzeit ihre Abwässer nach dem Stand der Technik und setzen die Anforderungen des branchenspezifischen Anhangs 40 zur Abwasserverordnung unter anderem mit wassersparenden Maßnahmen in der Produktion Gesetzeskonform um. Für die neuen wasserrechtlichen Anforderungen nach den europäischen Richtlinien (z.B. EU-Wasserrahmenrichtlinie), die durch deutsches Recht zeitnah umgesetzt werden müssen, werden zukünftig in vielen Fällen jedoch technische Veränderungen an den dezentralen Behandlungsanlagen notwendig.

Die geplante zentrale Abwasserbehandlung soll als Serviceanlage mit eigener Transportlogistik, die die Betriebe nach dem Stand des technisch Möglichen aufgebaut werden, so dass auch zukünftige rechtliche Anforderungen schon beim Bau der neuen Anlage umgesetzt sind. Die Betriebe können bei dieser Behandlungslösung ihre internen Abwasserbehandlungen freiwillig stilllegen und das Abwasser direkt der Anlage zuführen.

Die erste Phase des Projektes ist die Erhebung von branchenspezifischen Daten, die die Grundlage dieser Masterarbeit darstellt.

Es werden zunächst beide Abwasserbehandlungskonzepte, die dezentrale Lösungen in den 450 Betrieben und das zentrale Konzept vorgestellt.

Darüber hinaus werden in der Masterarbeit die Vor- und Nachteile näher betrachtet und ausgewertet.

Es ist festzustellen, dass beide Abwasserbehandlungen ihre Vor- und Nachteile haben und die Sichtweise des Betrachters – ökonomischer oder ökologischer Art – den Ausschlag geben wird, welche Betriebsform für jeden einzelnen die sinnvollere ist und dann bevorzugt wird.

Für die Metallbetriebe kann eine Neuordnung mittels zentralem Konzept nur in die engere Betrachtung kommen, wenn es für sie wirtschaftlich attraktiv ist, da sie sich auch in eine gewisse Abhängigkeit durch den freiwilligen Anschluss an die zentrale Anlage begeben.

2

Zuverlässigkeitsuntersuchung von Gasverteilungssystemen am Beispiel eines örtlichen Gasversorgungsnetzes**Dipl.-Ing. (FH) Christian Zapatka**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 26. April 2006

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



Um die Auswirkung von technisch induzierten Unterbrechungen auf die Versorgungszuverlässigkeit zu prüfen, wird in dieser Diplomarbeit die Zuverlässigkeit von Gasverteilungsnetzen anhand eines repräsentativen Modellnetzes unter Zuhilfenahme des Netzberechnungsprogramms OptiPlan untersucht.

Am Beispiel des repräsentativen Modellnetzes wird der Einfluss der Netzauslastung auf die Verfügbarkeit der Gasversorgung untersucht, d.h. die Möglichkeit vorhandene freie Kapazitäten im Netz als Redundanz zur Kompensation von Systemausfällen zu nutzen. Bei dem Modellnetz handelt es sich um ein typisches Versorgungsgebiet. Die Grundstruktur des Gasverteilungsnetzes entspricht einem realen geschlossenen Versorgungsgebiet einer mittelgroßen westfälischen Stadt. Für die Bearbeitung dieser Arbeit wird das Gasverteilungsnetz um ein Gewerbegebiet mit Industriebetrieben erweitert.

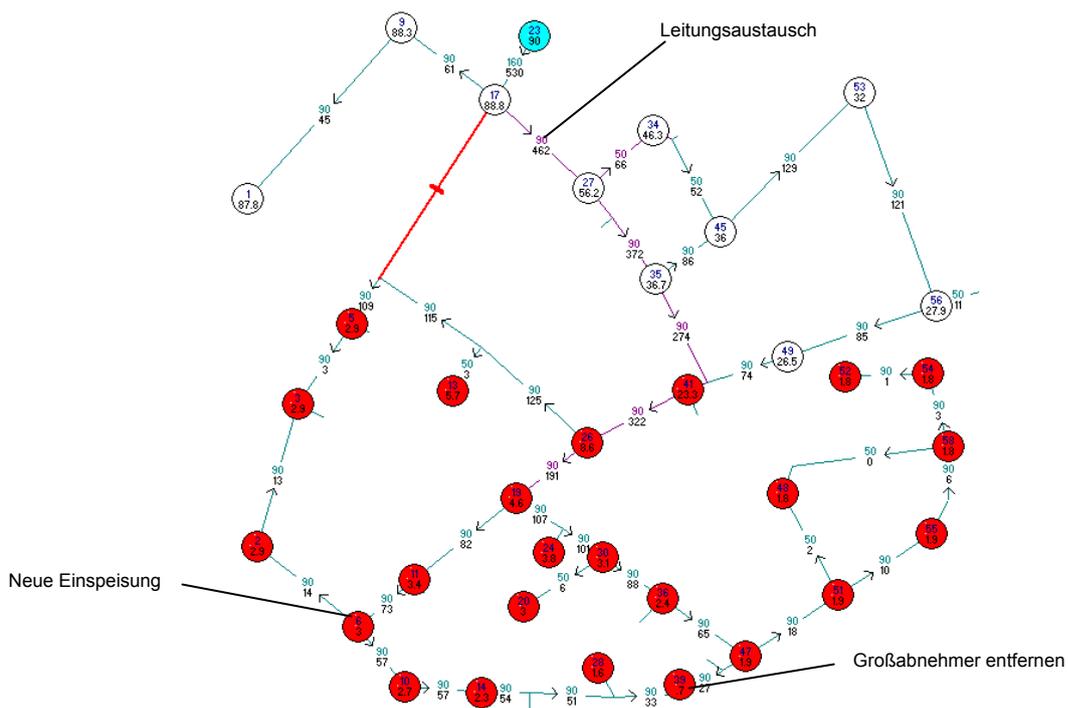


Übersicht des Modellnetzes

Durch die Unterstützung des Berechnungsprogramms OptiPlan wird die Netzsimulation an vier verschiedenen Netztypen durchgeführt. Hier sollen das Niederdrucknetz, das erhöhte Niederdrucknetz, ein Mitteldrucknetz und ein Hochdrucknetz betrachtet werden.

Die Berechnungsergebnisse für einen Systemausfall im Niederdrucknetz und im erhöhten Niederdrucknetz zeigen, dass die Versorgung aller Kunden nur eingeschränkt möglich ist.

Um einen möglichen Systemausfall im Niederdrucknetz vorzubeugen, sind Investitionen in eine zweite Einspeisung oder der Abschluss von abschaltbaren Lieferverträgen mit Kunden erforderlich.



Simulierter Rohrbruch im Leitungsabschnitt 8 – 17 im erhöhten Niederdrucknetz; Darstellung von Optimierungsvorschlägen, Auslegungstemperatur -14°C

Im erhöhten Niederdrucknetz ist die Gasversorgungssicherheit bei einem auftretenden Rohrbruch im Vergleich zum Niederdrucknetz größer. Um auch hier die Versorgung jederzeit zu garantieren, sind abschaltbare Lieferverträge eine Lösungsvariante. Durch eine geringe Senkung des Gasabsatzes besteht die Möglichkeit, die Gasversorgung aller weiteren Kunden zu sichern. Gegen abschaltbare Lieferverträge spricht jedoch der starke Wettbewerb auf dem Energiemarkt. Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Versorgungssicherheit ist die Überdimensionierung des Netzes an den neuralgischen Punkten in der Neuplanung. Durch Mehrinvestitionen in das Rohrmaterial ergibt sich die Möglichkeit, die dann vorhandene Leitungskapazität bei einem Leitungsausfall zu nutzen.

Die Vorhaltung einer zweiten GDRM-Anlage für den Fall eines Systemausfalls im Leitungsnetz ist eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Versorgungssicherheit; hat aber vergleichsweise erhöhte Investitionen und wiederkehrende Instandhaltungskosten zur Folge.

Im Mittel- und Hochdrucknetz ist für die in der Vergangenheit in Deutschland verlegten Rohrdimensionen die Versorgungssicherheit jederzeit gegeben.

3

Entwicklung von Planungs- und Auslegungsunterlagen für flächenorientierte Heiz- und Kühlsysteme**Dipl.-Ing. (FH) Gregor Thissen**

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 10. April 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | Fa. cobau GmbH, Münster-Roxel |



Das Bauunternehmen cobau GmbH & Co. KG hat sich als Spezialist im Bereich Innenausbau / Trockenbau auf dem deutschen Markt in seiner knapp 40-jährigen Tätigkeit einen bleibenden Namen gemacht.

In den vergangenen Jahren hat die Fa. cobau mit der Entwicklung von Heiz- und Kühlplatten für den Trockenbau begonnen. Bei cobau bestand das Interesse die eingesetzten Heiz- und Kühlplatten auszulegen und in einem Planungsprospekt darzustellen.

Ziel der Arbeit war es, unter Zuhilfenahme von praktischen Messwerten eine Auslegungsunterlage für flächenorientierte Heiz- und Kühlsysteme zu entwickeln. Des Weiteren wurden theoretische Ansätze mit den praktisch gemessenen Leistungen verglichen.

Vergleich der ermittelten Werte mit den theoretisch Errechneten

Die Messungen zur Ermittlung der Wärmeabgabe der cb-Klimaplaten wurden in verschiedenen Laboren durchgeführt. Alle Messungen und die daraus resultierenden Ergebnisse beruhen auf der DIN 4715-1. Die Messergebnisse wurden in einer Tabelle zusammengefasst. Aus den praktisch ermittelten Werten, konnte eine Grafik bzw. ein Leistungsdiagramm erstellt werden. Dargestellt werden hier die Kennlinien der theoretisch errechneten Wärmeleistungen mit den praktisch gemessenen Wärmeleistungen.

Wärmeabgabe mit 60 mm Mäanderabstand

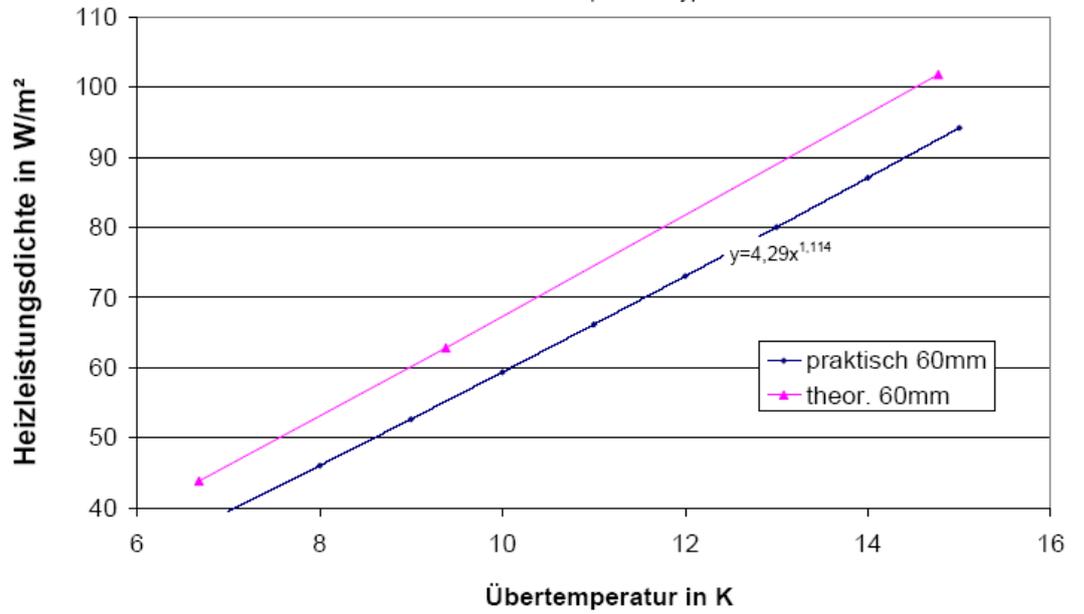
Die Klimaplatte mit dem 60 mm Mäanderabstand wurde im WSP Labor in Stuttgart gemessen, hier handelt es sich um eine reine Messung zur Wärmeabgabeleistung. Die Art des Prüfstandes beruht auf der EN 442-2.

Mit Hilfe der errechneten Leistungen konnten die Druckverluste und Massenströme der einzelnen Teilheizkreise bestimmt werden. Auf der Basis durchgeführter DIN Messung und der errechneten Massenströme wurde abschließend eine Auslegungsunterlage für die Fa. cobau erstellt.

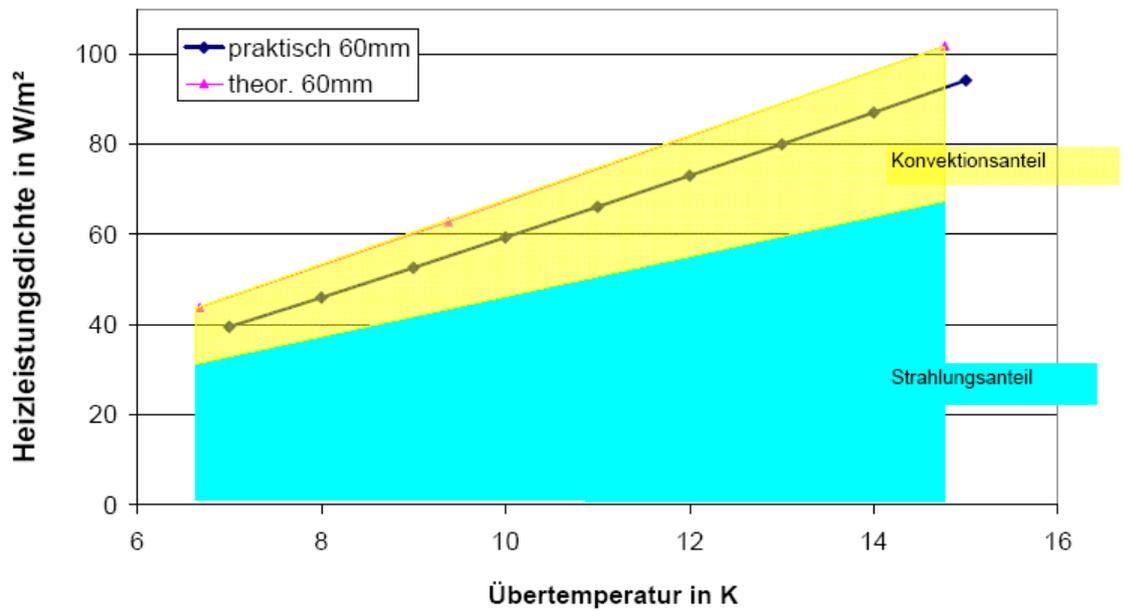


Darstellung der Kennlinien

Vergleich Theorie und Praxis
Heizwand cb-Klimaplaten Typ 2



Heizleistungsdiagramm 60 mm Mäander



Konvektions- Strahlungsanteile 60 mm Mäander

4 Regenerative Energieversorgung eines Hotel- und Restaurantbetriebes**Dipl.-Ing. (FH) Mathias Querdel**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer: Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc.

Datum des Kolloquiums: 26. April 2006

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



Ziel meiner Diplomarbeit war die Untersuchung von direkt genutzter Sonnenenergie am Beispiel eines Hotel- und Gastronomiebetriebes. Dabei ging es hauptsächlich um die wirtschaftliche Betrachtung dieser Energienutzung, d.h. wie viel Gewinn eine Anlage nach der Anlagenlaufzeit erwirtschaftet.

Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit dem Labor für Energieversorgung und Energiewirtschaft erstellt. Der Hotel- und Gastronomiebetrieb liegt im Münsterland und wurde schon zuvor von einigen Diplomanden als Referenzobjekt genutzt.



Bei der Nutzung solarer Energie wurden zwei grundsätzliche Typen betrachtet Solarthermie und Photovoltaik.

Um die verschiedenen Anlagentypen miteinander vergleichen zu können, wurden mehrere Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt. Für diese Wirtschaftlichkeitsberechnung sind verschiedene Faktoren zu beachten. Besonders wichtig sind der Standort und die Ausrichtung der Dachflächen, da eine möglichst große Energiemenge eingestrahlt werden sollte. Aber auch die Wahl des Kollektors und der einzelnen Komponenten, um die eingestrahelte Energiemenge nutzbar zu machen, spielen hier eine wichtige Rolle.



Weiterhin sind die Kosten für die Finanzierung zu beachten. Umweltfreundliche Baumaßnahmen jeglicher Art werden zinsgünstig von der KfW-Förderbank finanziert. Die Bank bietet verschiedenen Förderprogramme an wie z.B. „Wohnraum Modernisieren“ oder „Solarstrom Erzeugung“.

Mit einbezogen wurden auch die verschiedenen Förderprogramme, die im Erneuerbaren-Energie-Gesetz geregelt sind, aber auch die Förderung von Bund und Ländern.

Um die Berechnungen realistisch darzustellen, wurden von verschiedenen Firmen Angebote für das Hotel eingeholt. Diese wurden dann in der Wirtschaftlichkeitsberechnung gegenübergestellt.

Als Ergebnis dieser Berechnung ist folgende Tabelle für die Wirtschaftlichkeit von Solarthermieranlagen und Photovoltaikanlagen entstanden.

| | aufzubringendes Kapital | Ergebnis nach Anlagenlaufzeit |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Vakuumpolymerkollektor | 31654 | -30152 |
| Flachkollektor | 22710 | -18101 |
| Polykristalliner Zelltyp | 49750 | -14179 |
| Monokristalliner Zelltyp | 50040 | -14537 |
| HIT Modul | 58995 | -17483 |

Bei der Tabelle ist noch Folgendes zu beachten:

Die Anlagen und somit die Kollektoren sind optimal ausgerichtet und nicht verschattet. Die Kollektorgröße beträgt ca. 60 m² bei der Photovoltaikanlage und bei der Solarthermieranlage ca. 30m². Die Berechnungen wurden ohne Abschreibungsmöglichkeiten oder eventueller Steuervorteile durchgeführt. Die Anlagenlaufzeit beträgt bei den Solarthermieranlagen 25 Jahre und bei den Photovoltaikanlagen 20 Jahre.

Abschließend ist zu sagen, dass in Zukunft ein wirtschaftlicher Betrieb solcher Anlagen bei steigenden Energiepreisen sicherlich sinnvoll ist.

Um die Solarthermieranlage wirtschaftlich zu betreiben, müsste der Energiepreis für Erdgas von heute ca. 5 ct/kWh auf ca. 10ct/ kWh ansteigen, bei Photovoltaikanlagen wäre eine Steigerung der Vergütung von heute 52 ct/ kWh auf 63 ct/ kWh erforderlich.

5

**Schmutzwassertestanlage
Aufbau und Inbetriebnahme eines automatisierten Prüfstandes zur
Untersuchung der Schmutzanfälligkeit wasserdurchströmter Armaturen****Dipl.-Ing. (FH) Peter Buschmann**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer: Dipl.-Ing. Markus Tanner

Datum des Kolloquiums: 10. Mai 2006

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

In Kooperation mit: Geberit International AG, Rapperswil



Die Geberit Gruppe ist europäischer Marktführer mit globaler Ausrichtung in der Sanitärtechnik. In dieser Position ist eine ständige Neu- und Weiterentwicklung der Produkte erforderlich. Ausgehend von den Normen und technischen Richtlinien der jeweiligen Absatzmärkte wird dabei ein firmenspezifisches, über den Mindeststandards liegendes Anforderungsprofil zugrunde gelegt.

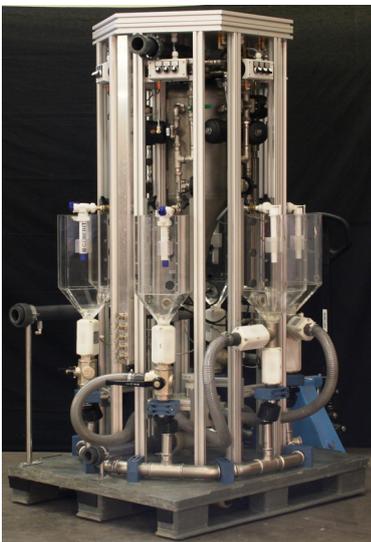
Für die Entwicklung und Qualitätssicherung ist es erforderlich, dass die Produkte vielfältigen Prüfungen unterzogen werden. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Funktionstests bis zu komplexen Strömungssimulationen am virtuellen Prüfling. Daran schließen sich Referenzmessungen mit realen Prüflingen im sanitärtechnischen Labor an. Neuentwicklungen können zu diesem Zweck z. B. durch einen 3D Plot erzeugt oder in der Prototypenwerkstatt unter Verwendung verschiedener Verfahren gebaut werden.

Ein Geschäftsbereich der Geberit AG befasst sich mit wasserdurchströmten Armaturen, wie z. B. mechanisch arbeitenden Spülkastenfüllventilen oder elektrisch angesteuerten Auslaufarmaturen für den Public Bereich. Seit ca. 12 Jahren verfügt das sanitärtechnische Labor über einen mobilen, manuell zu betreibenden Versuchsaufbau, mit dem wasserdurchströmte Armaturen mittels einer Wasser-Sand-Suspension auf ihre Schmutzanfälligkeit geprüft werden können. Durch die fortschreitende Erschließung neuer Absatzmärkte mit häufig schlechteren Wasserqualitäten haben diese Prüfungen an Bedeutung gewonnen, so dass die Kapazitäten des bestehenden Versuchsaufbaus nicht mehr ausreichen. Diese Diplomarbeit behandelt den Bau, die Inbetriebnahme und die Dokumentation einer Anlage, die automatisiert Schmutzwassertests durchführen kann. Die Grundlagen wurden schon während des Praxissemesters erarbeitet. Da es sich bei der Schmutzwassertestanlage um einen Prototypen handelt, hat sich während der Inbetriebnahme und den ersten Tests Optimierungsbedarf ergeben. Die Diplomarbeit schließt daher mit einer Störgrößenbetrachtung ab und evaluiert einen Maßnahmenkatalog zur Ursachenbehebung. Die mit bis zu 6 Prüflingen bestückte Schmutzwassertestanlage kann eine praxisnahe Betriebssituation simulieren; die Prüflinge werden dabei mit einer Wasser-Sand-Suspension betrieben. Variationen der Schmutzwasserprüfung ergeben sich aus unterschiedlichen Sandkonzentrationen oder Sandsorten, verschiedenen Durchflüssen und Drücken an den Prüflingen oder einer reinen Schmutzwasser- bzw. einer mit Frischwasser alternierenden Spülabfolge. Bewertungskriterien, wie z. B. das Schließverhalten oder die Leckagemengen der Prüflinge werden automatisch über einen empfindlichen Drucksensor erfasst und protokolliert. Da diese Prüfungen in keiner Norm definiert sind, dienen die Ergebnisse Geberit ausschließlich zu internen Vergleichszwecken.



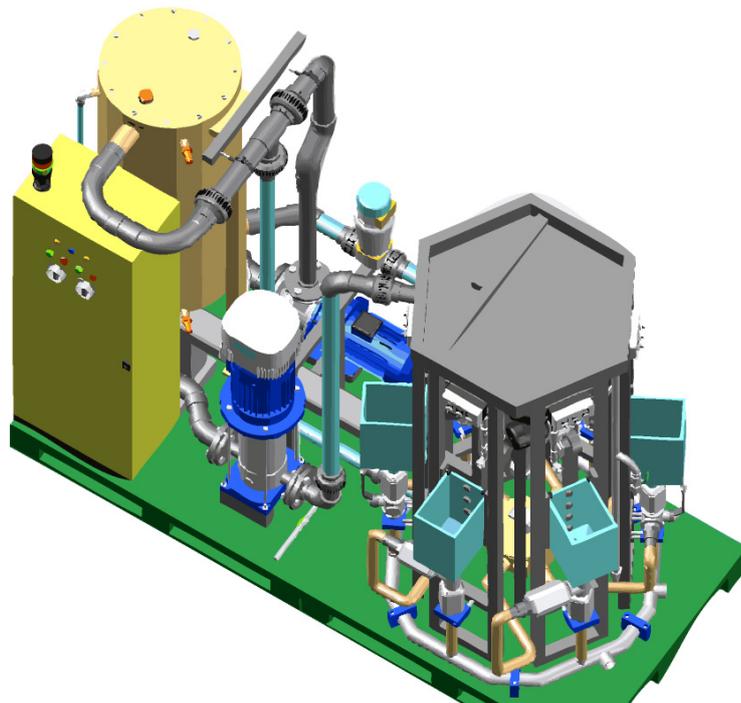
Aus Mobilitätsgründen wurde ein modularer Aufbau der Schmutzwassertest-anlage gewählt. Das Versorgungsmodul (Modul 1) besteht aus einem ca. 300 Liter fassenden Versorgungsbehälter, in dem der Sand durch eine Umwälz-pumpe in Schwebelage gehalten wird. In dem Umwälz-kreislauf ist eine Injektor-pumpe eingebaut, die durch Venturi-wirkung einen Unterdruck erzeugt. An der Unterdruckseite sind über einen Sammelbehälter (Modul 2) die Plexiglas-kästen (Modul 2), die das Spülwasser aufnehmen, angeschlossen. Das abge-saugte Wasser wird in den Umwälz-kreislauf injiziert und dem System wieder zugeführt. Zur Versorgung der Prüflinge ist eine frequenzumrichter-geregelte Pumpe auf diesem Modul montiert.

Das Prüfmodul (Modul 2) besteht aus einer Rahmenkonstruktion an der 6 transparente Plexiglas-kästen (Spülkästen) montiert sind. In der Rahmenmitte befindet sich ein Verteilbehälter, an dem entsprechend der Spülkasten-an-ordnung 6 Prüflingsanschlüsse angebracht sind. Unter diesem druck-festen Behälter ist ein weiterer Behälter montiert, der das in einem Kreislauf zu haltende Schmutzwasser sammelt welches von einer Injektorpumpe abge-zogen wird.



Aus Kostengründen sind die einzelnen Prüfplätze des Prüfmoduls in zwei Ausbaustufen umgesetzt worden. Zwei Prüfplätze werden als vollautomatisch, die anderen vier als teilautomatisch bezeichnet. Bei den vollautomatischen Prüfplätzen kann der gesamte Prüf-ablauf inklusive alternierendem Be-trieb (wechselweise Frisch- und Schmutzwasser) und Frischwasser-rei-nigungsspülungen über eine Betriebs-software, die mit LabView programmiert wurde, ablaufen. Bei den teilausgebaute-n Prüfständen erfolgt der Wechsel der Beaufschlagungsmedien manuell. Ein reiner Schmutzwasserbetrieb ist automatisiert möglich. Bei allen Ausbaustufen kann jederzeit manuell eingeg-riffen oder eine manuelle Ansteuerung gewählt werden. Die Prüfplätze sind so konzipiert, dass eine Vollausrüstung aller Prüfstände möglich ist.

Aus den bereits durchgeführten Messreihen konnten erste Erkenntnisse ge-wonnen werden, die mit in den Produktentwicklungsprozess einfließen und die hohe Qualität dieser Produkte sichern.



6 **Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden anhand eines Beispielgebäudes**

Dipl.-Ing. (FH) Martin Dransmann

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Beisitzer: Dipl.-Phys. Deppe

Datum des Kolloquiums: 30. Mai 2006

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



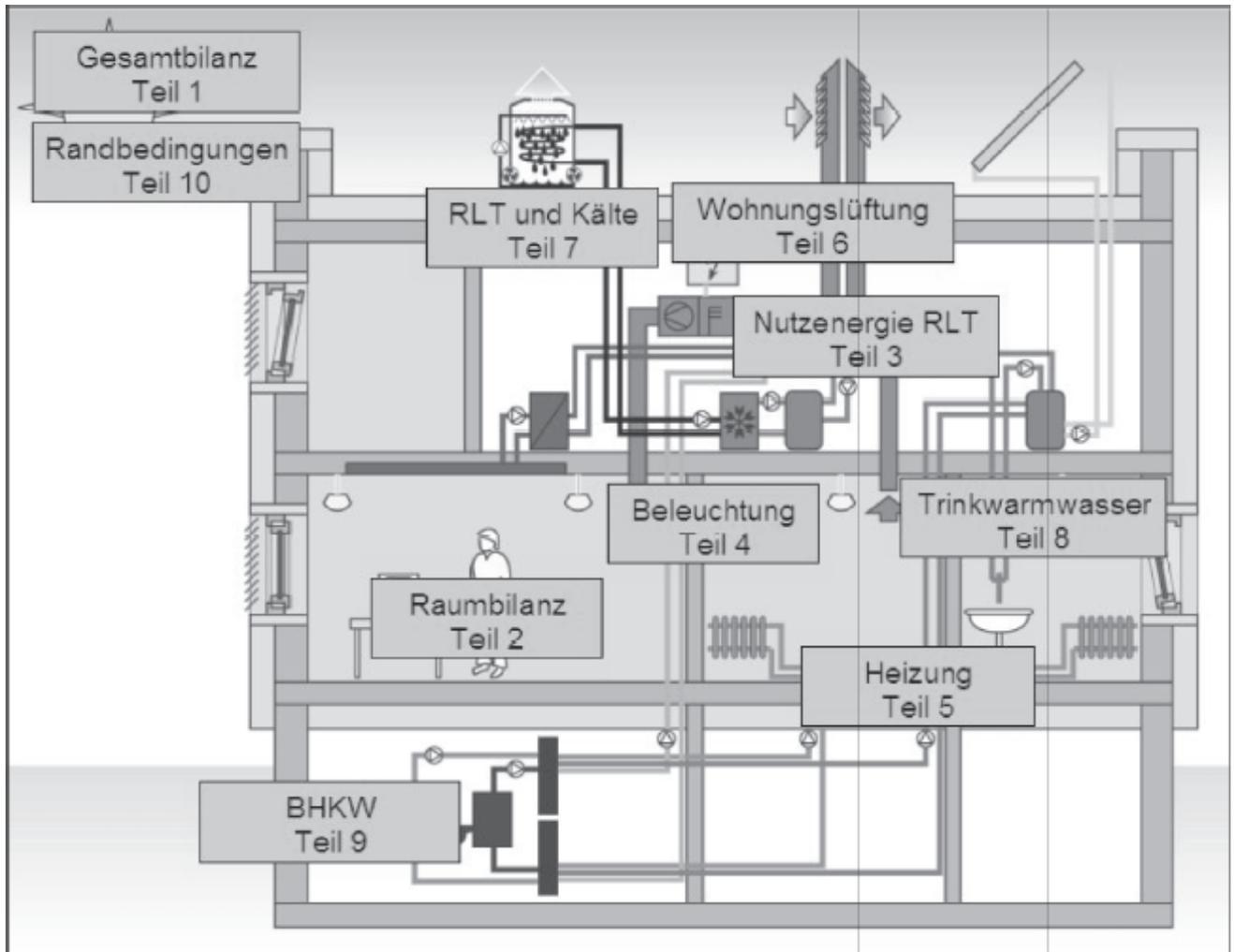
In Rahmen dieser Arbeit wurden Möglichkeiten der Vereinfachung der DIN V 18599 untersucht. Dies geschah beispielhaft an einem Verwaltungsgebäude.

Einer ausführlichen Darstellung der rechtlichen und technischen Grundlagen durchzuführenden Bilanzierungen folgte die Darstellung und Bilanzierung des Beispielobjekts als Referenzbilanzierung für die folgenden Untersuchungen. Hierbei wurde näher auf die bauphysikalischen und anlagentechnischen Kennwerte des Gebäudes eingegangen sowie weitere Schritte der Bilanzierung näher erläutert.

Diese Referenzbilanzierung zeigte auf, dass die zur Verfügung stehenden Instrumente, gegeben durch die DIN V 18599, noch praxisorientierter und – freundlicher gestaltet werden müssen. Besonders kritisch sollte das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen betrachtet werden.

Zu diesem Zweck wurden drei verschiedene mögliche Vereinfachungen der Bilanzierung untersucht. Hierbei handelte es sich um eine Vereinfachung der Zonierung, eine Vereinfachung der Beleuchtungsbereiche sowie die Nutzung von normgegebenen Standardwerten.

Aufgrund sehr stark voneinander abweichender Ergebnissen bei verschiedenen Anzahlen von Zonen konnte keine definitive Aussage darüber getroffen werden, inwieweit sich eine Vereinfachung der Zonierung auf den Primärenergiebedarf auswirkt. Betrachtet man das Beispielobjekt allein, kann gesagt werden, dass es nicht sinnvoll ist eine Vereinfachung der Zonierung vorzunehmen, da sie sehr ausgeprägte Verfälschung der Ergebnisse erwirkt. Soll jedoch eine allgemeine Aussage gemacht werden, so sind noch weitere Untersuchungen in dieser Richtung durchzuführen. Bei der Vereinfachung der Beleuchtungsbereiche sowie bei der Nutzung der Standardwerte ergaben sich lediglich sehr geringe Abweichungen von den ursprünglichen Ergebnissen. Diese lagen im Bereich von einem Prozent. Für die Vereinfachung der Beleuchtungsbereiche kann festgestellt werden, dass diese Vereinfachung aufgrund der geringen Abweichungen durchaus sinnvoll und möglich ist. Bei wachsender Größe des Objekts sowie bei größerer Zahl südlich bzw. nördlich ausgerichteter Fensterfassaden sollte jedoch unter Umständen davon abgesehen werden.



Übersicht über die Teile der DIN V 18599 [DIN V 18599-1]

Für die Nutzung der Standardwerte wiederum kann keine allgemeingültige Aussage über die Qualität der in dieser Arbeit erarbeiteten Ergebnisse getroffen werden. Zwar bewegen sich die Standardwerte im unteren Bereich der anlagentechnischen Kennwerte. Jedoch liegen keine Vergleichswerte für die Anlagentechnik dieses Objekts vor. Somit kann in dieser Arbeit kein aussagekräftiger Vergleich angestellt werden.

Allgemein kann gesagt werden, dass die DIN V 18599 ein hervorragendes Instrument zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden darstellt und damit einen Beitrag zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz leistet. Allerdings müssen noch weitere Untersuchungen dieser Art - speziell im Bereich der Zonierung - angestellt werden, um die Berechnungsalgorithmen der DIN V 18599 praxistauglicher und anwenderfreundlicher zu gestalten.

7 Zwangsdurchströmung einer Stockwerksinstallation mittels eines Venturi-T-Stücks; Ermittlung optimaler Auslegungsparameter

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bonk
Dipl.-Ing. (FH) Jens Lübbers

Prüfer: Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 07 Juni 2006

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

In Kooperation mit: Gebrüder Kemper, Olpe



Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Daher ist besonders auf den richtigen Umgang mit Trinkwasser zu achten. Wir betrachten hier die Seite der Kaltwasserinstallation. In dieser soll, wie auch in der Warmwasserinstallation, stagnerendes Trinkwasser aus selten benutzten Rohleitungsabschnitten vermieden werden. Die Zielsetzung der DIN 1988 Teil 2 ist es, ein Überschreiten der Kaltwassertemperatur an den Entnahmestellen von 25°C nach Ablauf des Stagnationswassers zu vermeiden. Hierdurch soll eine Biofilmbildung auf der Innenoberfläche der Rohrleitung und damit eine Verkeimung vermieden werden.

Speziell im Bereich der Kaltwasserversorgung sind unspezifische Verkeimungen (= Erhöhung der Zahl Koloniebildender Einheiten - KBE) und Kontaminationen von Pseudomonaden von Bedeutung. Pseudomonaden haben die Eigenschaft sich schon bei Temperaturen unterhalb von 15 °C zu vermehren.

Man bedenke, dass die Rohrleitungen und deren Bauteile die „Verpackung“ für das Lebensmittel Trinkwasser ist.



Da die Kaltwasserleitungen aus installationstechnischen Gründen fast immer neben den Warmwasser-, der Warmwasserzirkulations- und den Heizungsleitungen verlegt werden, steigt zwangsläufig die Kaltwassertemperatur durch Wärmeübertragung auf ein höheres Temperaturniveau an.

Wenn durch das Benutzerverhalten nicht sichergestellt ist, dass genügend Kaltwasser nachströmt, kann hier die zulässige Temperatur von 25°C überschritten werden.

Gemäß der VDI Richtlinie 6023 „Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen“ muss aber spätestens nach drei Tagen das gesamte Kaltwasser ausgetauscht sein, damit die Trinkwasserqualität nicht negativ beeinträchtigt wird. Aus diesem Grunde ist bereits während der Planung darauf zu achten, möglichst kurze Leitungswege einzuhalten, Wasserentnahmestellen nach ihrer Art der Benutzung anzuordnen, die Leitungen nicht zu groß zu bemessen oder durch andere Maßnahmen Stagnation zu vermeiden.

Der Armaturenhersteller Kemper aus Olpe hat sich mit der Problematik Stagnation in Kaltwasserleitungen auseinandergesetzt und eine neue Systemtechnik für eher selten durchströmte Leitungsbereiche konzeptionell entwickelt. Basis dieses Systems ist ein Venturi-T-Stück.

Dieses Venturi-T-Stück wurde in dieser Diplomarbeit auf Funktionalität, optimalen Einbauort und seinen sinnvollen Einsatzbereich hin untersucht. Es soll vorzugsweise in Kaltwasser-Verteilleitungen eingesetzt werden, an denen jeweils die Stockwerksleitungen angebunden sind. Ziel ist es, durch den richtig gewählten Einbauort einen Austausch des gegebenenfalls in den Stockwerksleitungen stagnierenden Kaltwassers zu erzwingen.

Das Thema Hygiene in Trinkwasserinstallationen findet in Zukunft eine immer größere Bedeutung. In dieser Diplomarbeit haben wir unter der Betrachtung der Stagnation von kaltem Trinkwasser in Stockwerksinstallationen die optimalen Auslegungsparameter für das von der Fa. Kemper entwickelte Venturi-T-Stück erarbeitet. Die Funktionsweise und die Leistungsfähigkeit von möglichen Varianten wurden an Beispielen dargestellt.

Die Idee, über ein Venturi-T-Stück die Durchströmung unbenutzter Leitungsabschnitte zu erzwingen, ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der trinkwasserhygienischen Verhältnisse. Es darf erwartet werden, dass nach der Markteinführung dieses Venturi-T-Stück immer häufiger eingesetzt wird und vielleicht eines Tages zum „Stand der Technik“ wird.



8

Optimierung des Blockheizkraftwerk-Einsatzes im Hallenbad Energieeffizienz, hydraulische Einbindung, minimale Energiekosten, maximale CO₂-Einsparung

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Wegmann

Prüfer:
Beisitzer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

13. Juli 2006

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Kommunal- und Umwelttechnik
Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit:

Fernwärme Niederrhein GmbH, Dortmund



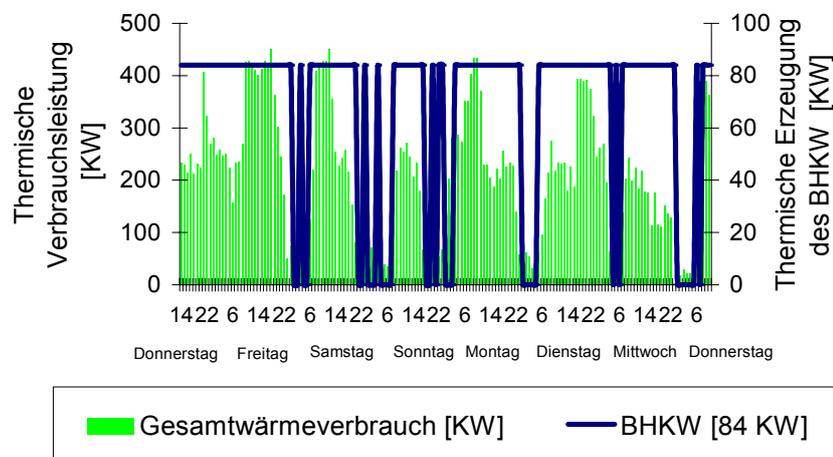
In den vergangenen Jahren ist eine effiziente Nutzung von Energie u.a. zur Strom- und Wärmeerzeugung immer stärker in den Vordergrund getreten. Dadurch sollen die knapper werdenden Ressourcen geschont werden, außerdem soll ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden.

Aufgabe dieser Diplomarbeit war die Optimierung der technischen Konfiguration eines BHKW in einem Schwimmbad in Bonn-Beuel. Um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, sollte die Anlage eine Betriebslaufzeit von ca. 6.000 bis 8.000 Stunden im Jahr aufweisen. Derzeit hat die Anlage eine Betriebslaufzeit von nur ca. 3.000 Stunden pro Jahr. Aufgrund der zu niedrigen Laufzeit ist der Betrieb unter diesen Bedingungen nicht wirtschaftlich.

Mit Hilfe der Messwerterfassung wurden Kennwerte für Temperatur und Volumenstrom ermittelt, die eine spätere Optimierung und Projektierung der Anlage bei unterschiedlichen Bedingungen ermöglicht.

Das nachfolgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der BHKW-Laufzeit und dem thermischen Verbrauch während einer Woche.

**Thermischer Lastgang Woche vom 09.02.2006 bis
16.02.2006**

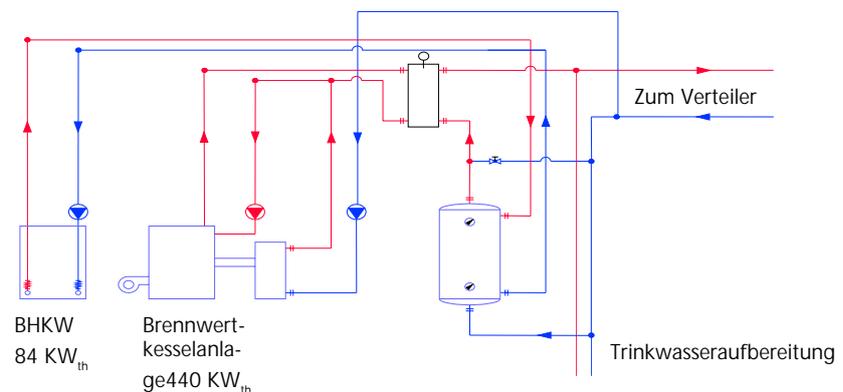




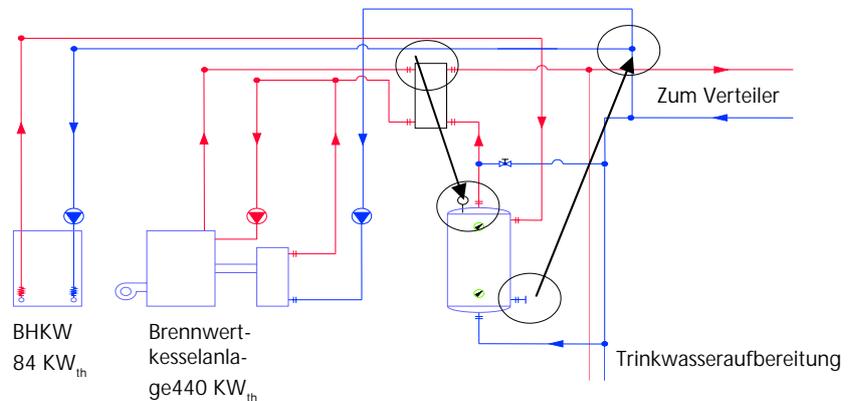
Das Ergebnis der Untersuchungen ist, dass durch einen Umbau an zwei Stellen die Anlage so konfiguriert werden könnte, dass sich die Laufzeit des BHKW auf ca. 8.000 Stunden pro Jahr erhöhen würde. Daraus würde eine Einsparung an CO₂-Emissionen um 297,5 t CO₂/a resultieren, und eine erhebliche Verkürzung der Amortisationszeit erzielt.

Die durchgeführten Berechnungen zeigen deutlich, dass die bestehende Heizungsanlage durch die Umsetzung der Verbesserungsvorschläge mit einem signifikant niedrigeren Primärenergieeinsatz betrieben werden könnte; dies wäre nicht nur eine ökonomische, sondern auch eine ökologische Verbesserung.

Das obere Schaubild zeigt die derzeitige hydraulische Einbindung der Anlage. In der unteren Darstellung werden die Verbesserungsvorschläge aufgezeigt.



Ist-Zustand der Anlage



Änderungsvorschläge

Der Be- und Entladezyklus des Wärmespeichers, wird über den BHKW-Anlagenbetrieb bestimmt. Der Heizkesselbetrieb wird nur noch zugeschaltet, wenn Wärmemangel über eine Hysteresezeit besteht. Die Laufzeit der BHKW-Anlage wird dadurch wesentlich erhöht und ebenfalls die Stromeigenenergieerzeugung im energiesparenden Kraft-Wärme-Kopplungsbetrieb. Die Installation eines weiteren BHKW-Moduls zur Erhöhung der Stromeigenenergieerzeugung ist ratsam.

Dipl.-Ing. (FH) Lars Pollmeier

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Reinhard Leugers |
| Datum des Kolloquiums: | 18. Juli 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Automatisierungstechnik und Elektrotechnik |
| In Kooperation mit: | August Storck KG in Halle / Westfalen |



In der heutigen Zeit wird es immer wichtiger, mit den vorhandenen Rohstoffen und Ressourcen sinnvoll umzugehen. Durch steigende Energiepreise und ein verstärktes Umweltbewusstsein der Verbraucher haben Betriebe, die ökologisch und ökonomisch sinnvoll handeln einen klaren Wettbewerbsvorteil gegenüber ihrer Konkurrenz.

Da jedoch gerade in der Raumluftechnik in der Lebensmittelindustrie nur enge „Behaglichkeitsfelder“, durch die der Energieverbrauch und die Kosten gesenkt werden können, zulässig sind, muss eine andere Möglichkeit der wirtschaftlichen Optimierung gefunden werden.

Die Firma Storck verwendet zur Konditionierung ihrer Produktionsgebäude viele Vollklimaanlagen mit Kühler, Erhitzer, Sattdampfbefeuchtung und Mischluftkammer; die älteren Anlagen besitzen überwiegend 2-stufige Lüfter, die neueren Anlagen besitzen (mittels Frequenzumrichter) drehzahlgeregelte Antriebe.

Um auf den gewünschten Raumlufzustand zu gelangen, stehen bei den vorliegenden Anlagen verschiedene Möglichkeiten der Ansteuerung der einzelnen Aggregate zur Verfügung. Die bisher programmierten Regelalgorithmen erreichten zwar im Bereich der Möglichkeiten meist die gewünschten Raumzustände, taten dieses aber nicht immer energetisch sinnvoll beziehungsweise kostenoptimal; insbesondere die Regelung der Klappenantriebe (Außen-, Um- und Fortluft) durch „Wirksinnumschaltung mittels Enthalpievergleich“ führte zeitweise zu sonderbaren Anlagen-Betriebsweisen.

Um das Potenzial der Energieeinsparung ausnutzen zu können, wurden im Rahmen der Diplomarbeit verschiedene Regelstrategien entwickelt, die mittels eines kostenspezifischen Berechnungsmoduls anhand der gemessenen Außen- und Abluftbedingungen sowie der vom Regler errechneten Soll-Zulufwerte die wirtschaftlichste Regelstrategie auswählen.



10

Einsatz und Grenzen der Nutzung von nativen pflanzlichen Ölen zur Substitution von fossilen Kraftstoffen

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Verdirk M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Heinz Welberg M.Sc.

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Beisitzer:

Datum des Kolloquiums: 09. August 2006

Studiengang: Technisches Management (Master)
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



„Billig-Sprit vom Acker“ oder „Sonne tanken“, diese und andere Formulierungen kommen zur Anwendung, wenn die Diskussion über den Ersatz der klassischen fossilen Kraft- und Brennstoffe geführt wird.

In Zeiten immer knapper werdender fossiler Rohstoffreserven in Form von Rohölen und Gas und daraus resultierenden steigenden Preisen wird die Abhängigkeit der westlichen Industriestaaten von diesen Energieträgern besonders deutlich.

Die Erfordernis der Suche nach ökologischen und wirtschaftlichen Alternativen wird immer mehr erkannt und auf vielen Feldern erforscht und vorangetrieben.

Eine Alternative zur Substitution von fossilen Energieträgern ist die Nutzung von pflanzlichen, nativen Ölen. Diese werden durch Pressung, hauptsächlich der Samen von Ölpflanzen, gewonnen.

Die Rapspflanze ist in Deutschland unter pflanzenbaulichen, ökologischen und ökonomischen Betrachtungen als „Öllieferant“ am besten geeignet.

Die Gewinnung pflanzlicher Öle erfolgt daher in Deutschland fast ausschließlich durch die Nutzung von Rapssamen.

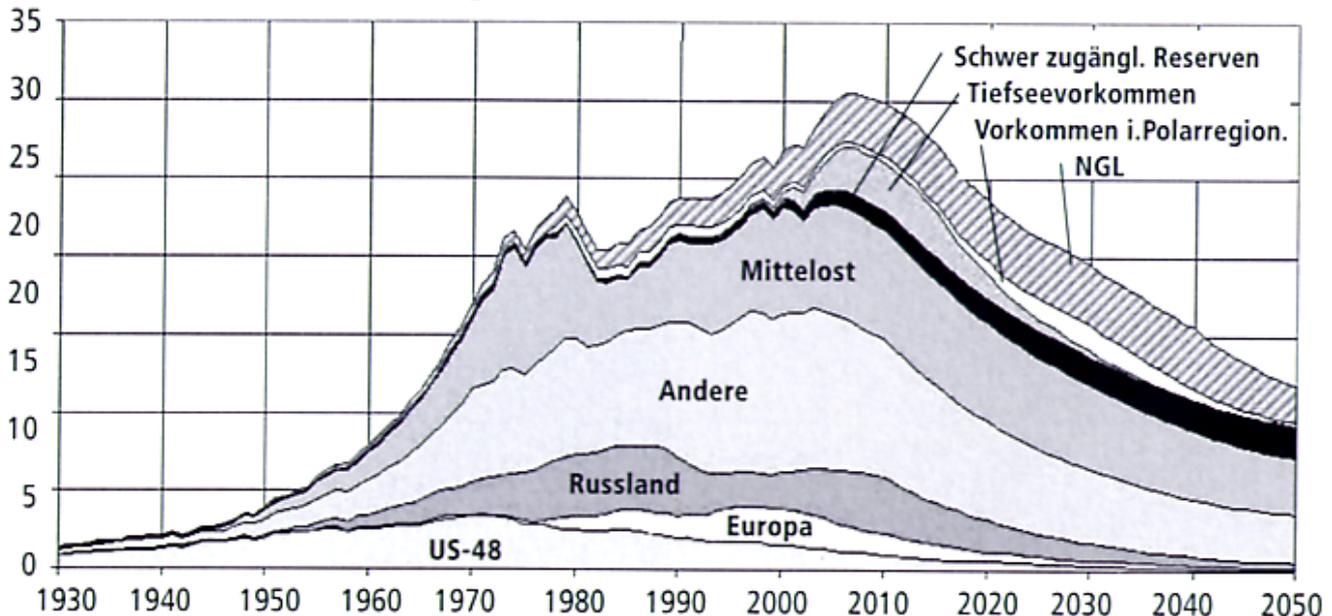


Zielsetzung dieser Masterarbeit war die Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten und des Potentials von pflanzlichen Ölen zur Substitution von fossilen Kraftstoffen. Bisherige Erfahrungen im Anbau, der Herstellung der Öle und in der praktischen Nutzung mit den ökologischen und ökonomischen Wirkungen werden dargestellt.

Zum Einstieg in die vielschichtige Thematik wird die gegenwärtige Nutzung der heute eingesetzten fossilen Kraftstoffe dargestellt. Verfügbare Ressourcen unter der Betrachtung von Entwicklungsprognosen werden in verschiedenen Abbildungen dargestellt und bewertet.

Im Weiteren erfolgt eine Betrachtung der weltweiten Produktion von Ölsaaten. Die historische Entwicklung des Rapsanbaus in Deutschland bis zur Gegenwart wird textlich und grafisch dargestellt, Potentiale und Auswirkungen einer verstärkten Nutzung pflanzlicher Öle als Kraftstoff werden aufgezeigt. Der Rapsanbau wird anhand der Vegetationsperioden der Rapspflanzen von der Aussaat bis zur Ernte gezeigt. Maßnahmen zur Steigerung des Ölertrages sowie eine Betrachtung des Rapsanbaus aus pflanzenbaulicher und landwirtschaftlicher Sicht, schließen sich an.

Förderung in
Mrd. Barrels/Jahr

Entwicklung der weltweiten Öl- und Gasreserven


Weltweite Öl- und Gasreserven aus Sicht des Jahres 2004

Die Herstellung und Veredelung von nativen Ölen wird von der Ernte und Lagerung der Ölsaaten über die Trocknung, Reinigung und Konditionierung beschrieben. Die Ölgewinnung in zentralen und dezentralen Ölmühlen kann anhand von Abbildungen und Schemazeichnungen nachvollzogen werden. Die Beschreibung der Verwertung des Reststoffes aus der Ölgewinnung beschließt diesen Themenabschnitt.

In einem weiteren Kapitel werden die Einsatzmöglichkeiten von Rapsölen zur Verwendung als Kraftstoff in Kraftfahrzeugen anhand der kraftstoffspezifischen Problemstellungen erörtert. Anschließend erfolgt die Darstellung der Lösungsansätze in Form von Anpassungen des Kraftstoffes, bzw. der Technik der Kraftfahrzeuge.

Die ökologischen Vorteile durch geschlossene Kreisläufe bei der Nutzung von Pflanzenölen werden grafisch und tabellarisch deutlich gemacht.

Die technische Anpassungserfordernis der Motoren wird textlich und anhand von Abbildungen ausführlich beschrieben bevor die Umrüstmaßnahmen bei den unterschiedlichen Dieselmotoren und Einspritzsystemen dargestellt werden.

Es folgt ein tabellarischer Vergleich der verschiedenen Umrüstmaßnahmen mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen.

Der bisherige Verlauf der Standardisierung des Rapsölkraftstoffes über den „Weihenstephaner Standard“ bis zur Vornorm DIN 51605 wird unter Angabe und Beschreibung der einzelnen Parameter aufgezeigt.

Weiterhin werden rechtliche Aspekte bei der Umrüstung von Fahrzeugen auf Pflanzenölbetrieb, Auswirkungen auf Herstellergarantien und die Möglichkeiten von Motorversicherungen beschrieben.



Ein Vergleich der Abgasemissionen von diesel- und pflanzenölbetriebenen Fahrzeugen folgt.

Erfahrungen im Praxiseinsatz werden anhand von Umrüstungen in einem Busunternehmen und ausführlich anhand des wissenschaftlich begleiteten und staatlich geförderten „100 Traktoren-Demonstrationsobjektes“ aufgezeigt. Folgende Sachverhalte werden betrachtet und beurteilt:

- die Umrüstkonzepte,
- das Leistungsverhalten,
- das Emissionsverhalten,
- die Betriebsstörungen,
- die Rapsölqualität,
- die Schmierölqualität und der Motorenverschleiß im Langzeitbetrieb

Im folgenden Kapitel werden weitere Nutzungsmöglichkeiten von Rapsölen dargestellt. Hier insbesondere die Nutzung in Schienen- und Wasserfahrzeugen und sonstigen mobilen und stationären Anlagen. Auch die Verwendung als Hilfs- und Betriebsstoff mit seinen besonderen Vorteilen wird beschrieben.

Volkswirtschaftliche Betrachtungen zur Nutzung alternativer Energien zur Substitution von fossilen Energieträgern und auch die bisherige Entwicklung der steuerpolitischen Rahmenbedingungen werden dargestellt.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Nutzung verschiedener Kraftstoffe erfolgen anhand eines tabellarischen Vergleichs der Nutzung von Diesel, Bio-Diesel und Pflanzenöl, ergänzend werden Amortisationszeiten von Umrüstungen auf Pflanzenölbetrieb sowohl für LKW und PKW beschrieben.

Die Zusammenfassung technologischer und marktpolitischer Erfordernisse beschließt das Kapitel.

Ökologische Betrachtungen bezüglich des Anbaus von Ölpflanzen, der Produktion von nativen Ölen, der Substitution von fossilen Kraftstoffen, des Klima- und auch des Gewässerschutzes führen schließlich zum Ausblick und zur Zusammenfassung der Ergebnisse der Masterarbeit.

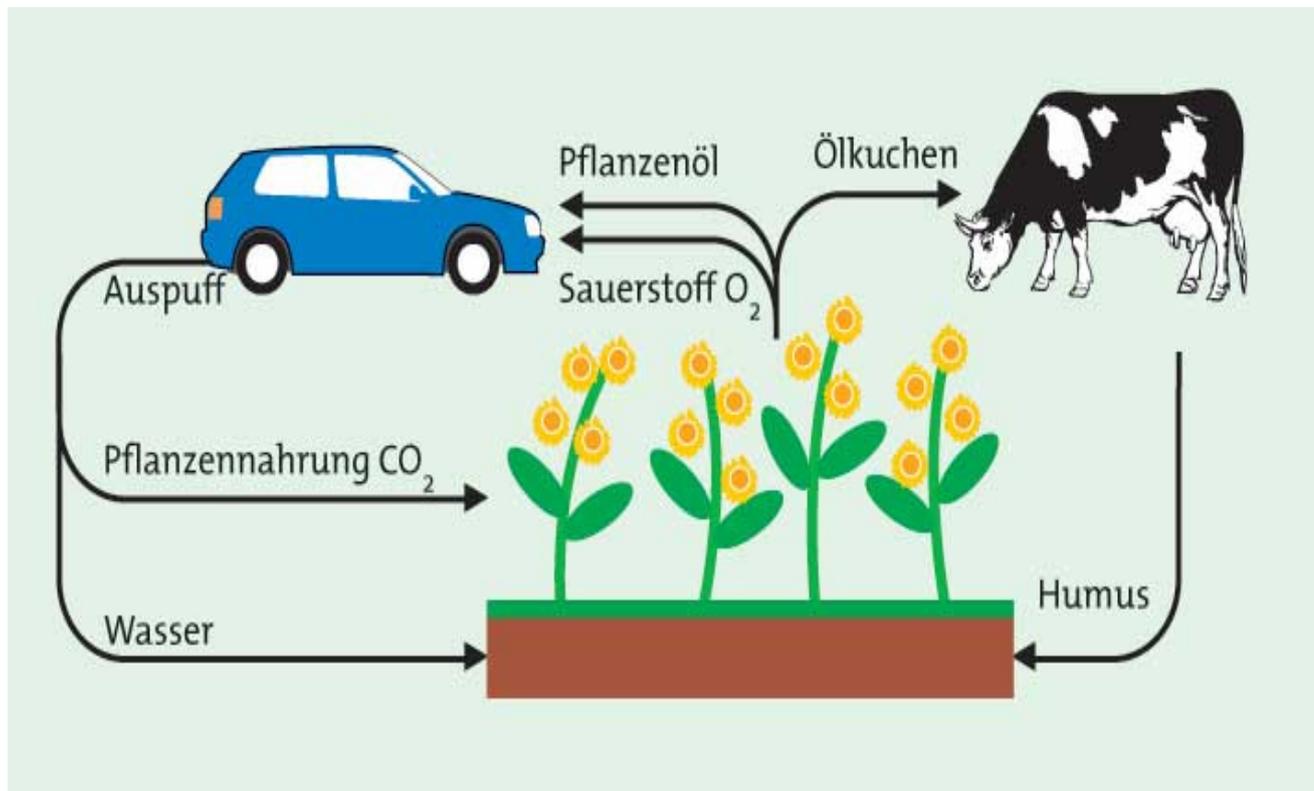
Diese Arbeit zeigt, dass verschiedene Lösungen und vielversprechende Lösungsansätze zur Nutzung von nativen pflanzlichen Ölen als Kraftstoff bereits vorhanden sind, diese allerdings die Serienreife für den großflächigen Einsatz noch nicht erreicht haben oder aber sich noch nicht durchsetzen konnten.

Der Anbau von Ölpflanzen und die Gewinnung von Pflanzenöl, insbesondere in dezentralen Ölmühlen, bietet für strukturschwache landwirtschaftlich geprägte Gebiete die Chance, neue Arbeitsplätze und Verdienstmöglichkeiten zu schaffen.

Neben den positiven ökonomischen Effekten durch die Nutzung nativer pflanzlicher Öle führen auch Betrachtungen aus ökologischer Sicht zu der Erkenntnis, dass es zweckmäßig ist, den Einsatz der o.g. Öle zur Substitution von fossilen Kraftstoffen zu intensivieren.

Hierzu müssen jedoch seitens der Politik, der Fahrzeughersteller und der Wirtschaft größere Anstrengungen unternommen und entsprechende Zielsetzungen formuliert und verfolgt werden.

Auch die Verbraucher können durch entsprechendes Nachfrageverhalten und die Einwirkung auf politische Gremien den vermehrten Einsatz von Pflanzenölen als Kraftstoff fördern.



Geschlossene Kreisläufe bei der Nutzung von Rapsölen als Kraftstoff

Die Masterarbeit zeigt, dass die Nutzung von nativen pflanzlichen Ölen zur Substitution von fossilen Kraftstoffen ökonomisch und ökologisch sinnvoll und möglich ist. Dieses auch, obwohl nur ein Teilbereich des Kraftstoffmarktes (Diesel), durch die Verwendung dieser Öle ersetzt werden kann.

Ein Beitrag zur Abwendung bzw. Milderung der sich abzeichnenden Energiekrise durch die kommende Verknappung von Erdgas und Erdöl kann mit durch die Verwendung von pflanzlichen Ölen als Kraftstoff geleistet werden.



Erstellung eines Moduls „mathematische Berechnung“ für die Gebäudemanagementsoftware WEBVISION

Dipl.-Ing. Lothar Müller M.Sc.

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker |
| Datum des Kolloquiums: | 10. August 2006 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Automatisierungs- und Elektrotechnik |



Aufgrund der gestiegenen Anforderungen an ein Gesamtsystem Gebäudeautomation werden immer häufiger Systeme verschiedener Hersteller zusammengeschaltet. Diese Integration ist über fabrikatsneutrale Schnittstellen, OPC oder BACnet, auf der Gebäudemanagementstation einfach und kostengünstig zu realisieren. Für den Betreiber ist so eine komfortable Möglichkeit zum Bedienen und Beobachten seiner Anlagen gegeben. In einigen Anwendungsfällen ist es aber notwendig Datenpunkte aus Unterstationen verschiedener Hersteller miteinander zu verrechnen. Beispiele hierzu sind: der Gesamtverbrauch von Trinkwasser oder der Energieverbrauch.

Das Softwaremodul „mathematische Berechnung“ soll diese Lücke schließen und dem Anwender die Möglichkeit bieten beliebige Berechnungen auf der Gebäudemanagementstation ohne besondere Programmierkenntnisse zu erstellen. Dazu kann er Formeln aus bis zu fünf Teilformeln und vier Datenpunkten zusammensetzen. Neben den mathematischen Grundrechenarten stehen auch die Funktionen: $\sin()$, $\cos()$, $\tan()$, $\text{atn}()$, $\text{exp}()$, $\log()$ und $\text{sqr}()$ zur Verfügung.

Das Berechnungsergebnis muss in allen weiteren Softwaremodulen der WEBVISION, wie zum Beispiel dem historischen Trend oder dem Energietagebuch, für die Anzeige, Erfassung oder Archivierung zur Verfügung stehen. Zur Erfüllung seiner Aufgabe besteht das Softwaremodul aus zwei separaten Teilen, einer Bedienoberfläche zum Eingeben und Konfigurieren von verschiedenen Berechnungsformeln und einem Berechnungsserver, der das entsprechende Ergebnis bei einer Anfrage liefert.

Für die Konfigurationsoberfläche wird die Technologie der Active Server Pages (ASP) benutzt, die notwendigen Funktionalitäten werden über Scripte in VBScript oder JScript erstellt und in HTML-Seiten eingebettet. Wenn dann die entsprechenden Seiten aufgerufen werden, verarbeitet der Server den Scriptteil und fügt das Ergebnis, zum Beispiel das Ergebnis einer Datenbankabfrage, an der entsprechenden Stelle in die HTML-Seite ein. Der Client-Browser sieht nur einfache HTML-Seiten.

Der Berechnungsserver hingegen ist in Visual Basic programmiert. Um keine weiteren Änderungen am Gesamtsystem zu verursachen, ist er als Schnittstellentreiber realisiert, von denen bis zu acht gleichzeitig von der WEBVISION unterstützt werden.

Das System benötigt ein Berechnungsergebnis und übergibt dem Berechnungsserver die entsprechende Adresse des Datenpunktes. Der Berechnungsserver ermittelt in der Konfigurationsdatenbank die notwendigen Komponenten, beteiligte Datenpunkte und notwendige Teilformeln. Anschließend werden die aktuellen Werte der Datenpunkte abgefragt und mit den Teilformeln zu einem String zusammengesetzt. Dieser wird mit Hilfe der VBScript Methode $\text{Eval}()$ berechnet und das Ergebnis an das System zurückgegeben. Sollten Fehler bei der Berechnung auftreten werden, diese automatisch im Eventlog für spätere Analysen eingetragen.

12 Untersuchung einer Einrichtung für die Adiabate Stallkühlung**Dipl.-Ing. (FH) Li Xu**

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers

Datum des Kolloquiums: 18. August 2006

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



Die adiabate Kühlung im Allgemeinen ist für die Landwirtschaft und Industrie ein wesentlicher Faktor. In der Tierhaltung wird das Wohlempfinden der landwirtschaftlichen Nutztiere stark durch die Umgebungstemperatur beeinflusst. Da die Bauherren an geringen Kosten interessiert sind, wird nach preisgünstigen und robusten Alternativen gesucht. Papiereinbauten verschiedener Hersteller tun sich hier hervor, die zwar kostengünstig sind, aber nach entsprechenden Standzeiten kaum zu reinigen sind. Daher wird nach leistungsfähigeren Füllkörpern gesucht, die deutlich höhere Standzeiten besitzen und zusätzlich einfacher zu reinigen sind.

Durch adiabate Befeuchtung wird die Umgebungsluft abgekühlt und ein für die Tiere deutlich angenehmeres Raumklima erzeugt. Allerdings bedingen die Einbauten einen gewissen Druckverlust, der wiederum den Stromverbrauch der Anlagen ungünstig beeinflusst.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden erfolgreich zwei Wabenstrukturen verglichen und im Hinblick auf ihre Leistung untersucht.

Die Leistungsdaten wurden teilweise mit den Herstellerdaten verglichen und Abweichungen aufgezeigt. Die im Vergleich überprüften Kunststoff-Wabenstrukturen zeigten akzeptable Befeuchtungsleistungen, wodurch sie sich, aufgrund ihrer zu erwartenden höheren Standfestigkeiten und besseren Reinigungsfähigkeiten, zukünftig besser durchsetzen könnten.



13

Entwicklung eines Lüftungssystems für eine Glasschmelzanlage mit Heißformgebungsprozess in einem Floatbad.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Masbaum

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Detzer |
| Datum des Kolloquiums: | 18. August 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | SCHOTT Displayglas Jena GmbH |



Das Ziel dieser Arbeit war es ein neues Lüftungssystem für eine Glasschmelzanlage zu entwickeln. Das bestehende Lüftungssystem basiert auf dem Prinzip der natürlichen Lüftung. Wetterbedingte Außenlufttemperaturschwankungen, die sogleich Schwankungen in der Zulufttemperatur sind, führen an dem Floatbad zu wechselnden Wärmeübergängen. Diese Bedingungen beeinflussen die Formgebung des Glases negativ.

Es wurden mehrere Lüftungssysteme vorgestellt. Die Schichtlüftung eignet sich bei den gegebenen Randbedingungen am besten. Bei der Schichtlüftung dient eine Auftriebsströmung, die sich an allen Wärme abgebenden Körpern ausbildet, als Transportmittel für Wärme- und Stofflasten.

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass eine räumliche Trennung zwischen dem Bereich der Schmelzwanne und dem Floatbad besteht, um Querströmungen zu verhindern. Durch unkontrollierte Querströmungen lässt sich eine konstante Temperatur nicht realisieren.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Methoden zur Messung der Temperatur mit einem Strahlungspyrometer und der Luftgeschwindigkeit mit einem Hitzdrahtanemometer vorgestellt.

Diese physikalischen Größen werden zur Ist-Aufnahme und zur Berechnung des nachzuführenden Luftvolumens benötigt.

Des Weiteren wurden die Berechnungsgrundlagen und die einzuhaltenden Randbedingungen zur Auslegung einer Schichtlüftung erläutert. Durch Messungen an der vorhandenen Anlage und den daraus folgenden Berechnungen wurde der nachzuführende Luftvolumenstrom mit 150.000 m³/h bestimmt. Sollten sich die Oberflächentemperaturen durch eine Modifikation im Produktionsprozess ändern, muss der Volumenstrom angepasst werden um die Höhe der Schichtgrenze konstant zu halten. Eine Verringerung der Oberflächentemperatur um 20% erfordert nur etwa 87% des Volumenstroms. Die Zuluft sollte möglichst gleichmäßig und impulsarm in den Nachströmbereich eingebrecht werden. Die vorhandenen Lufteintrittsöffnungen sollten deshalb mit Lochblechen ausgestattet werden.



Da bei dem Float-Verfahren konstante Umgebungstemperaturen wichtig sind, muss die Luft im Sommer gekühlt und im Winter geheizt werden. Die Beheizung der Luft erfolgt am sinnvollsten mittels einer Beimischung von Abluft in die Zuluft. Durch diese Maßnahme stellt sich allerdings nur eine thermische Schichtgrenze ein. Bei der Produktion von Floatglas, werden laut Betreiber, alle entstehenden Schadstoffe über das vorhandene Filter- und Abgassystem geleitet, wodurch sich eine Grenzschichtbildung, die Schadstoffe trennt, als nicht notwendig erweist.

Die Kühlung der Luft kann über mehrere Verfahren erzeugt werden. Zum einen über einen vorhandenen Wasserkreislauf, des Weiteren durch die vorhandene Kaltwasserversorgung oder durch den vorhandenen Luftwäscher, der das Prinzip der adiabaten Kühlung nutzt.

Da diese Arbeit den Betreibern als ein Lösungsvorschlag für die Umgestaltung des vorhandenen Luftführungssystems dienen soll, wurden Unterschiede von der angepassten zur theoretischen Lösung aufgezeigt. Unter anderem, eine vom Betreiber gewünschte direkte Belüftung der Floatbadoberfläche. Durch diese Belüftung ändern sich die Oberflächentemperatur und auch der Auftriebsstrom. Die Folge ist eine Verschiebung der Schichtgrenze, solange der Zuluftstrom konstant bleibt.

Das bedeutet, dass der Zuluftvolumenstrom mit der Modifikation des Produktionsprozesses und der Regelung der Roof – Belüftung veränderbar sein muss, um eine konstante Höhe der Schichtgrenze einzuhalten.

Für zukünftig geplante Anlagen wurden Grundlagen aufgelistet, die bei einem Neubau, bezüglich des Luftführungssystems, beachtet werden sollten.



14 Legionellenprophylaxe – Anforderungen an Trinkwassersysteme / Zirkulationssysteme aus hygienischen Gesichtspunkten in Europa

Dipl.-Ing. (FH) Christian Jansen

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 29. August 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Viega GmbH & CO. KG, Attendorn |



Trinkwasserhygiene ist nicht nur ein nationales Thema. Am Beispiel der Legionellen Problematik gilt es in dieser Arbeit herauszufinden, wie groß das öffentliche Interesse am Thema „Gesundheitsgefährdung durch Legionellen“ ist und welche Maßnahmen bezüglich der Legionellenprophylaxe für Trinkwasser- und Zirkulationssysteme in Europa vorgeschrieben werden. Dass das Thema der Gesundheitsgefährdung durch Legionellen von großem öffentlichem Interesse ist, lässt sich durch aktuelle Berichte u.a. aus den europäischen Tageszeitungen belegen.

In den untersuchten Ländern gelten verschiedene Regelwerke und Gesetze. Es ist nicht möglich, ein Schema für ein Land wie Deutschland anzufertigen und dies auf andere Länder zu übertragen, da oftmals die juristischen Strukturen große Unterschiede aufweisen. Aus diesem Grund wurde der Fokus auf die technischen Anforderungen gelegt. Viele Merkmale einer Installation bezüglich der Legionellenprophylaxe sind in den untersuchten Ländern gleich. Die folgenden Merkmale müssen in allen untersuchten Ländern eingehalten werden.

- Kalt- und Warmwasserleitungen sind mit Wärmedämmung auszustatten.
- Es darf keine Stagnation oder Toteleitungen geben.
- Es muss für bestimmungsgemäßen Betrieb gesorgt werden.
- Trinkwassererwärmer sind so klein wie möglich und so groß wie nötig auszuliegen.
- Die Speicher-Trinkwassererwärmer müssen regelmäßig gereinigt werden.
- Es sollen nur Entnahmearmaturen mit Einzelsicherung eingebaut werden.
- Die Wasserfilter sind regelmäßig zu reinigen und zu desinfizieren.
- Es soll für eine gute Durchspülung gesorgt werden.

Unterschiede gibt es bei den einzuhaltenen Wassertemperaturen und dem Einsatz von Zirkulationsleitungen. Da leider nicht alle Installationen diese Anforderungen erfüllen, müssen sie überprüft werden. Natürlich gibt es auch nationale Unterschiede bei der Beprobung und Bewertung der Installationssysteme. Während in den Niederlanden und Italien schon bei 100 KBE/l erste Maßnahmen ergriffen werden, geschieht dies in Deutschland und Österreich erst ab 1.000 KBE/l. Die Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, beginnen mit der Überprüfung der vorgeschriebenen Präventionsmaßnahmen und gehen über die thermische und chemische Desinfektion bis hin zur Stilllegung der Installationssysteme.



Damit die geforderten Warmwassertemperaturen eingehalten werden, bedarf es einer Temperaturhaltung. Diese kann beispielsweise über eine elektrische Begleitheizung oder eine Zirkulationsleitung realisiert werden. Eine energieeinsparende Variante der Zirkulationsleitung ist die Inliner-Zirkulation. Thermische Regulierventile bringen aufgrund ihrer Regelcharakteristik weitere Vorteile mit sich.

Bei einem Sanierungsfall gibt es die Möglichkeit, betriebstechnische, verfahrenstechnische oder bautechnische Maßnahmen einzuleiten. Die wohl am häufigsten verwendeten Maßnahmen sind die thermische und chemische Desinfektion. Der Erfolg der Maßnahmen ist durch mikrobiologische Untersuchungen nachzuweisen.

Hygienische Risiken können immer wieder auftreten, wenn technische und hygienische Anforderungen sowie die Wartung und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen vernachlässigt werden. Unter Beachtung der einzelnen Vorschriften der Länder ist es ohne weiteres möglich Legionellen zu vermeiden.

Aufgrund der Vorfälle mit Legionellen, ist nicht nur die menschliche Gesundheit gefährdet, sondern auch die Existenz der betroffenen Betriebe. Für diese Betriebe entsteht durch Schließung oder eingeschränkte Nutzung nicht nur ein wirtschaftlicher Schaden sondern auch ein erheblicher Imageverlust. Ferner werden Planungs- bzw. Ausführungsfehler und damit der Verstoß gegen geltende Regelwerke als Straftat geahndet.

Um für Planer und Betreiber auf europäischer Ebene Planungssicherheit zu schaffen, sollten die einzelnen nationalen Regelwerke dringend vereinheitlicht werden.



15

Entwicklung und Aufbau einer Instandhaltungsstrategie für eine Brennerei

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

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Peter Senker

Datum des Kolloquiums: 30. August 2006

Studiengang: Technisches Management (Master)
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Mit den schnell wechselnden Trends und Marktanforderungen erhöht sich der Leistungsdruck an das produzierende Gewerbe stetig. Die Komplexität der vielfältigen Maschinenteknik einer Produktionsanlage nimmt zu und wird bis an die Grenzen der technischen Belastbarkeit ausgereizt. Vor diesem Hintergrund wachsen auch die Forderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen. Die Instandhaltung bekommt einen neuen Stellenwert und wird mehr denn je zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor. Wer schnell reagieren und kontinuierlich auf hohem qualitativem wie quantitativem Niveau produzieren kann, verschafft seinem Unternehmen deutliche Vorteile. Um diese Vorteile aufzeigen zu können, genügt es nicht mehr ausschließlich nach festgelegten Intervallen Inspektionen und Wartungen durchzuführen oder nur nach störfallbedingten Ausfällen mit möglichst schnellen Instandsetzungsmaßnahmen zu reagieren. Eine vorausschauende Instandhaltung mit der richtigen Balance zwischen Prävention und Reaktion ist ein wichtiges Hilfsmittel die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Es gilt Schäden zu verhindern um Stillstände und folglich Umsatzausfälle zu vermeiden. Eine zustandsorientierte Instandhaltung in Verbindung mit vorbeugenden Wartungs- und Inspektions-elementen und bewusst akzeptierten ungeplanten Instandsetzungen bildet eine intelligente Misch-Strategie, die auf die Unternehmensphilosophie abgestimmt, technische wie kaufmännische Zielvorgaben vereint und positive Effekte verspricht.

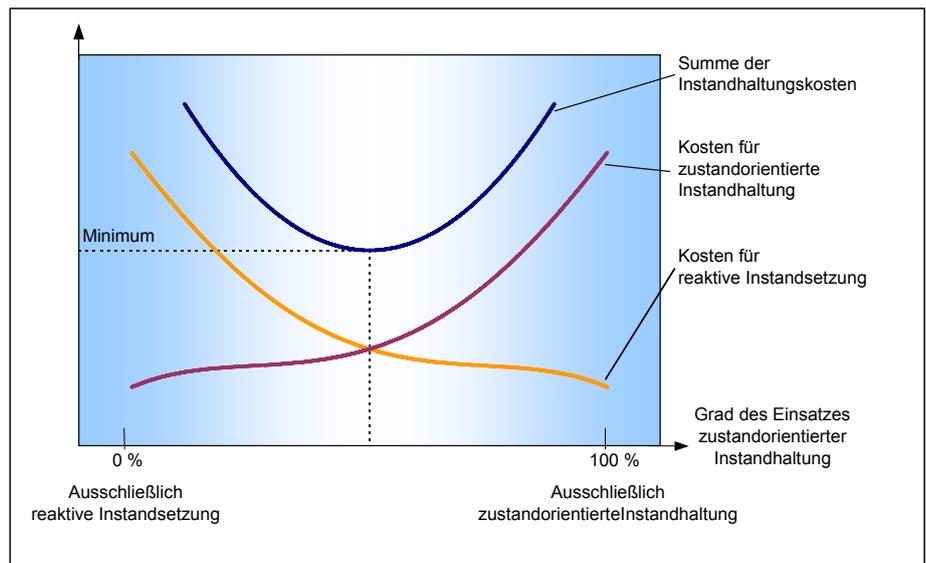
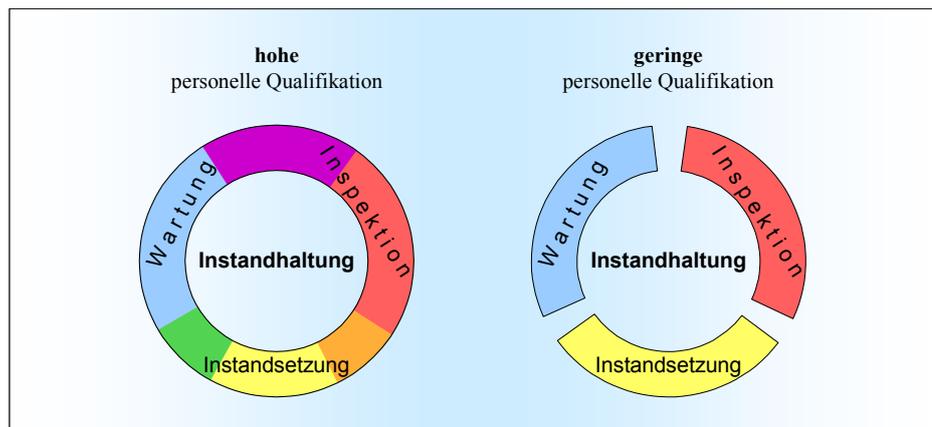


Abb. 1: Qualitative Darstellung der Kosten einer Mischstrategie

Die vorliegende Masterarbeit dokumentiert die Entwicklung und den Aufbau einer Instandhaltungsstrategie für eine Brennerei. Die Veranlassung und die Aufgabenstellung beginnen die Arbeit und zeigen die Aspekte für die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Erarbeitung der Thematik auf.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die geltenden Begrifflichkeiten erläutert und klargestellt und ein Überblick zum aktuellen Kenntnisstand im Management der Instandhaltung gegeben. Aktuell zur Anwendung kommende Instandhaltungsstrategien werden aufgezeigt und historische Systeme angeführt. Überlegungen zu möglichen Verfahren der Informationsverwaltung stehen der Auswahl des geeigneten Datenbanksystems voran. Die Darstellung der Entwurfsebenen der Instandhaltungsdatenbank schließen die theoretischen Grundlagen der Arbeit ab.



Synergie in der Instandhaltung durch personelle Qualifikation

Die Entwicklung der Instandhaltungsstrategie begann mit der Erstellung einer Anforderungsanalyse. Auf Grundlage der erarbeiteten Ergebnisse wurde ein Kennwertsystem zur Aufnahme und Verwaltung der notwendigen Informationen entwickelt und in Form eines konzeptionellen Datenbankentwurfs für die praktische Umsetzung aufbereitet.

Der vierte Teil der Arbeit beschreibt die Realisierung der Strategie und zeigt die erzeugten Elemente innerhalb der Datenbank im Detail auf. Die einzelnen implementierten Funktionselemente werden erläutert und mit dem geforderten Leistungsumfang verglichen. Den Abschnitt beendend wird das Einpflegen der erhobenen Datensätze nachvollziehbar dokumentiert.

Zur Überprüfung der gesamten Strategie und Datenbank wurde die Planung der Instandhaltungsarbeiten exemplarisch durchgeführt, der Vorgang genau erläutert und die Beziehungen zu bestehenden organisatorischen Strukturen geschaffen. Mit der Darstellung von praktischen Anwendungsfällen und dem Aufzeigen der Instandhaltungsdokumentationen und deren Verwendung wurden die geforderten Anforderungen an die Strategie mit dem Ergebnis der Arbeit kritisch verglichen.

Ausblick und Zusammenfassung schließen die Arbeit ab. Im Anhang sind detaillierte Einzelheiten der Instandhaltungsdatenbank angefügt, die für das Verständnis ergänzend hilfreich sind.



16 Energiemanagement auf Basis der LonWorks Technologie

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Fangmeyer

| | |
|------------------------|---|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Norbert Heger |
| Datum des Kolloquiums: | 30. August 2006 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Automatisierungs- und Elektrotechnik |
| In Kooperation mit: | HGI, Heger Gebäudeautomation Ingenieurgesellschaft mbH, Hörstel |



Bei den Energiepreisen zwingt die steigende Preisentwicklung uns zum Handeln. Besonders bei größeren Liegenschaften muss und wird bereits heute auf ein Energiemanagementsystem gesetzt. Durch den Einsatz solcher Systeme werden Energieverbräuche und Lastspitzen beispielsweise einer Liegenschaft aufgezeigt.

Viele bereits ausgeführte Projekte zeigen, dass gerade die LonWorks Technologie besonders für ein Energiemanagementsystem geeignet ist. Speziell bei verzweigten Liegenschaften wie beispielsweise beim stadtweiten Energiemanagement findet der LON Bus seinen Einsatz.

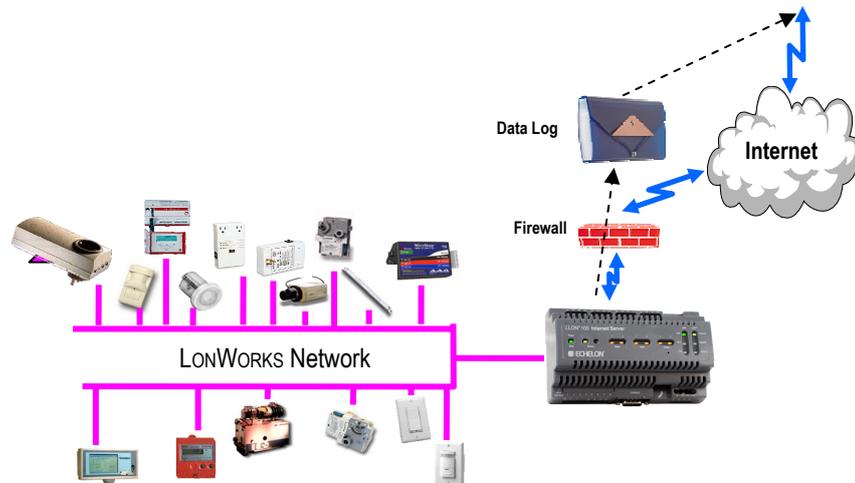
Durch den offenen Standard der LonWorks Technologie können Energiedaten aus einem LON Netzwerk weitergegeben werden. Der relativ einfache Datenaustausch zwischen LON Netzwerken und anderen Technologien zeichnet die LonWorks Technologie aus.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein LON Netzwerk zu erstellen und anschließend die Energiedaten aus diesem Netzwerk auf einer Oberfläche darzustellen. Die entsprechenden Daten werden per SOAP/XML Schnittstelle über den hier verwendeten i.lon100 Webserver Baustein der Firma Echelon in eine Excel Tabelle übermittelt. So können aktuelle Energiedaten ausgewertet und beliebig mit anderen simulierten Lastszenarien verglichen werden.

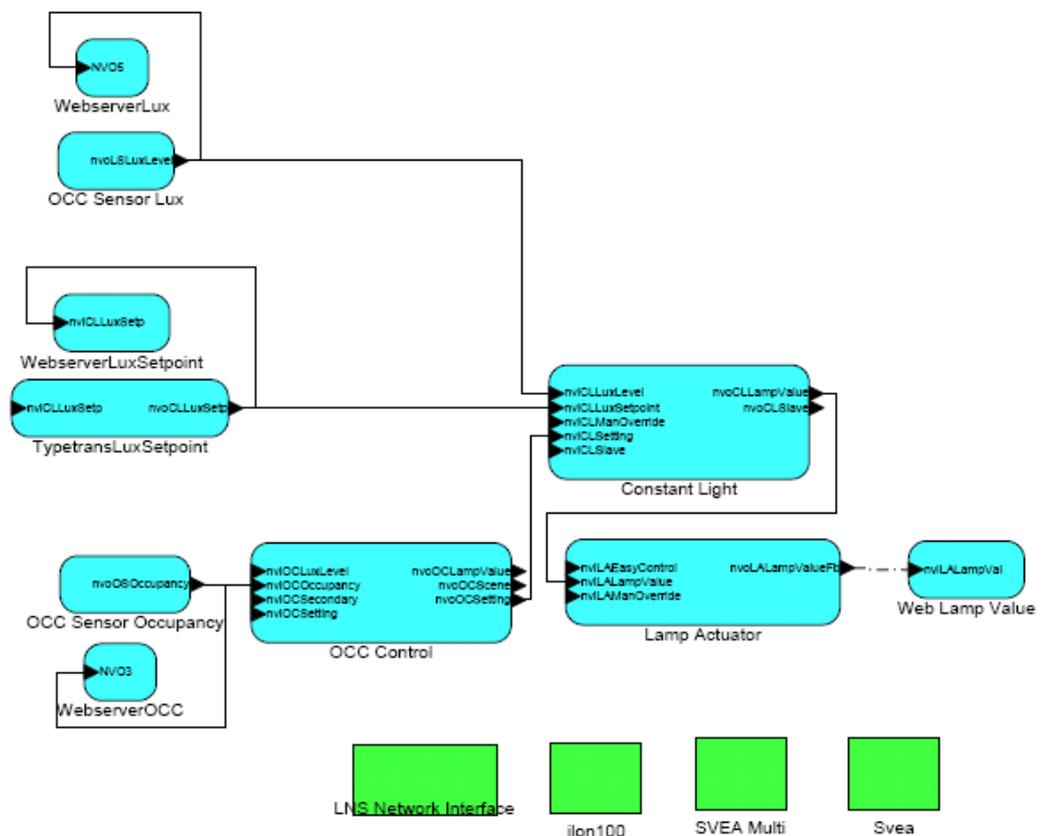
Durch die Auswertung der Energiekenndaten kann ein Benutzer klar erkennen, welche Energiekosten an bestimmten Verbrauchern entstehen und welche CO₂ Menge ausgestoßen wird.

Durch solche Maßnahmen kann man eine einfache Übersicht über die Entwicklung des Energieverbrauches bekommen und so Kosten an der richtigen Stelle einsparen. Durch den Einsatz der LonWorks Technologie können so Energieverbraucher automatisiert bzw. je nach Lastgang geregelt werden.

In der folgenden Abbildung wird ein kleiner Überblick über die Vernetzung von LonWorks Komponenten mit einem IT Netzwerk dargestellt, wie es auch in der Diplomarbeit angewandt wurde.



Bevor jedoch die verschiedensten Daten aus einem LON Netzwerk ausgelesen werden können, müssen alle Funktionsbausteine je nach Aufgabe „gebündelt“ werden: Das bedeutet, alle Werte, die aus dem LON Netzwerk ausgegeben werden sollen, müssen zuerst auf die Webserver Funktion des i.Ion100 gebracht werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Übersichtsplan des Beleuchtungsnetzwerkes dieser Diplomarbeit.



17 **Zentrale Luftversorgung von IVC-Systemen**

Dipl.-Ing. (FH) Arne Feldmeier

| | |
|------------------------|---|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann |
| Datum des Kolloquiums: | 04. September 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Endsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumluftechnik |
| In Kooperation mit: | Max-Planck-Gesellschaft & Dr. Heinekamp Labor- und Institutsplanung |



Trotz aller Bemühungen um Verzicht sind in der naturwissenschaftlichen, speziell der medizinischen Forschung für absehbare Zeit Tierversuche ein weiterhin notwendiges Übel. Die dabei am häufigsten in Erscheinung tretenden Versuchstiere sind Mäuse und Ratten, bzw. schlichtweg Nagetiere allgemein. Die erlaubte Anzahl der Tiere pro Versuchsansatz ist durch immer strenger werdende Schutzregularien in den letzten Jahren drastisch gesunken, während die Komplexität der Experimente der modernen transgenen Forschung immer höher wird. Der Haltung der Tiere kommt dadurch eine Art Schlüsselrolle zu. Als Standard konnten sich sogenannte IVC's (Individually Ventilated Cages; deutsch: Einzelbelüftete Käfige) durchsetzen, die einen Hygiene-/Allergieschutz für Tier und Mensch bieten. Dies wird erreicht, indem der Käfig durch eine Käfighaube verschlossen wird.



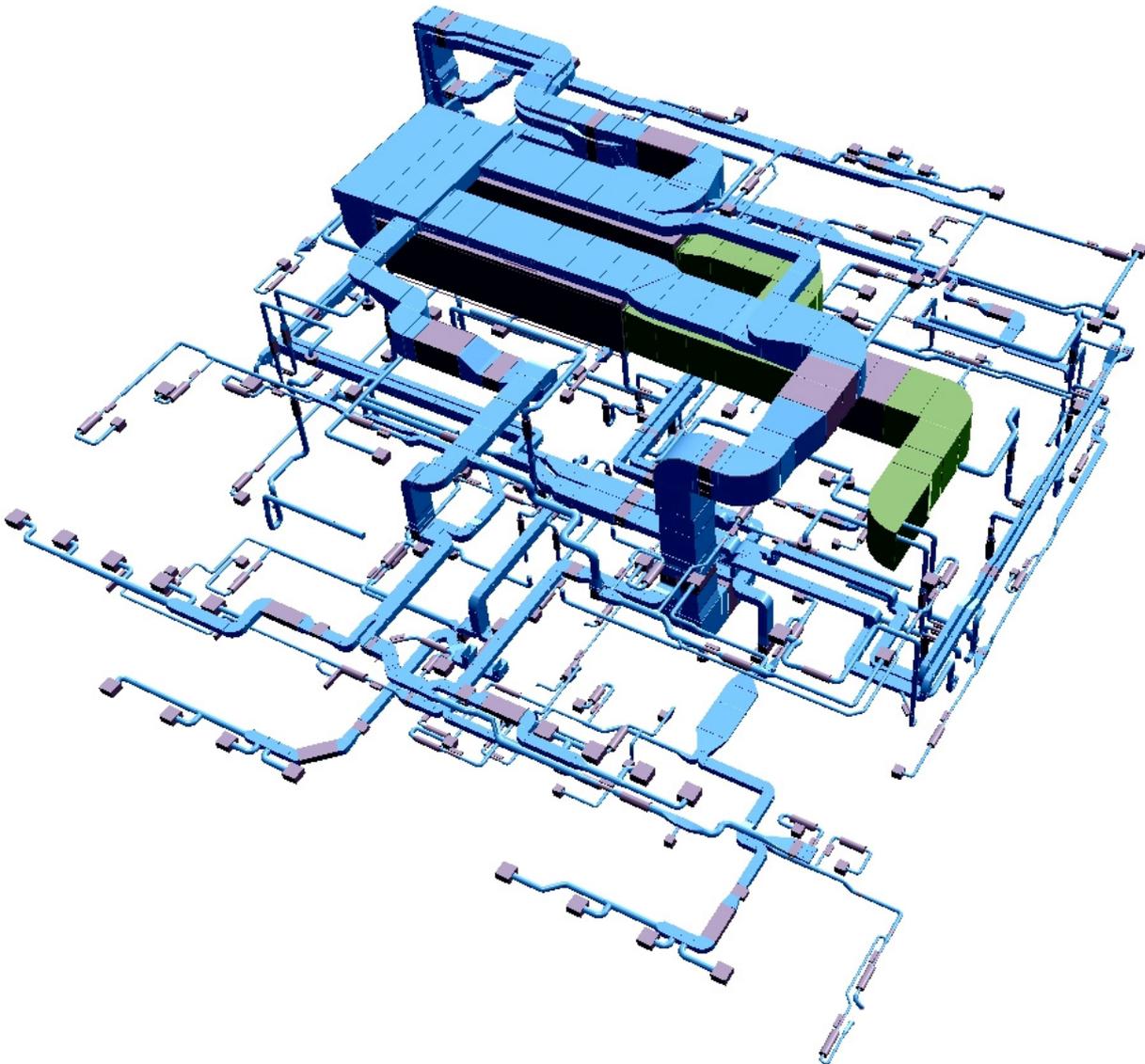
Beispielfoto eines einzelbelüfteten Käfigs (IVC)

Damit die Tiere trotzdem mit Luft versorgt werden, sind dann entsprechende Be- und/oder Entlüftungsgebläse erforderlich, die eine Durchströmung der Käfige mit Luft bewirken. Diese Be- und Entlüftungsgebläse können entweder gebäudeseitig (zentral) oder dezentral realisiert werden. Während die dezentrale Luftversorgung schon tausendfach in Form von herstellereinspezifischen, aber vom Grundaufbau identischen Gebläseeinheiten in verschiedensten Instituten in Verwendung ist, konnte sich für die wesentlich komplexere zentrale Verwirklichung noch keine Standardbauweise behaupten und die wenigen bisher realisierten Systeme unterscheiden sich wesentlich.

Die Max-Planck-Gesellschaft entschied sich beim Neubau des Institutes für molekulare Biomedizin in Münster für den Bau eines gebäudeseitigen Luftversorgungssystems.

Ziel der Diplomarbeit war neben einer theoretischen Gegenüberstellung beider Varianten mit Aufarbeitung der ausschlaggebenden Faktoren, die zu der Wahl der zentralen Ausführung führten, in erster Linie der Beweis der Funktionalität der völlig neuartigen druckgeregelten Luftversorgung, welche für die gebäudeseitige Anlage konzipiert wurde.

Besonders auf die Sicherheit der Tiere, deren Wert aufgrund ihrer genetischen Einzigartigkeit später im zweistelligen Millionenbereich anzusiedeln ist, wurde enorm geachtet. Aber auch im Hinblick auf die Bedienfreundlichkeit und Stabilität des Systems wurden detaillierte Untersuchungen durchgeführt. Speziell Letztere stellte durch die zuvor angesprochene Komplexität, welche durch die 3D-Darstellung des Raumlufsystems verdeutlicht wird, eine gewaltige Herausforderung für die Planer und ausführenden Firmen dar.





18

Strom- und Wärmeerzeugung mit Hilfe von Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken

Dipl.-Ing. (FH) Jan-Bernd Scheele

| | |
|------------------------|---|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Jan-Bernd Meyer |
| Datum des Kolloquiums: | 08. September 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | EWE AG Oldenburg, Abteilung Umwelttechnologie |



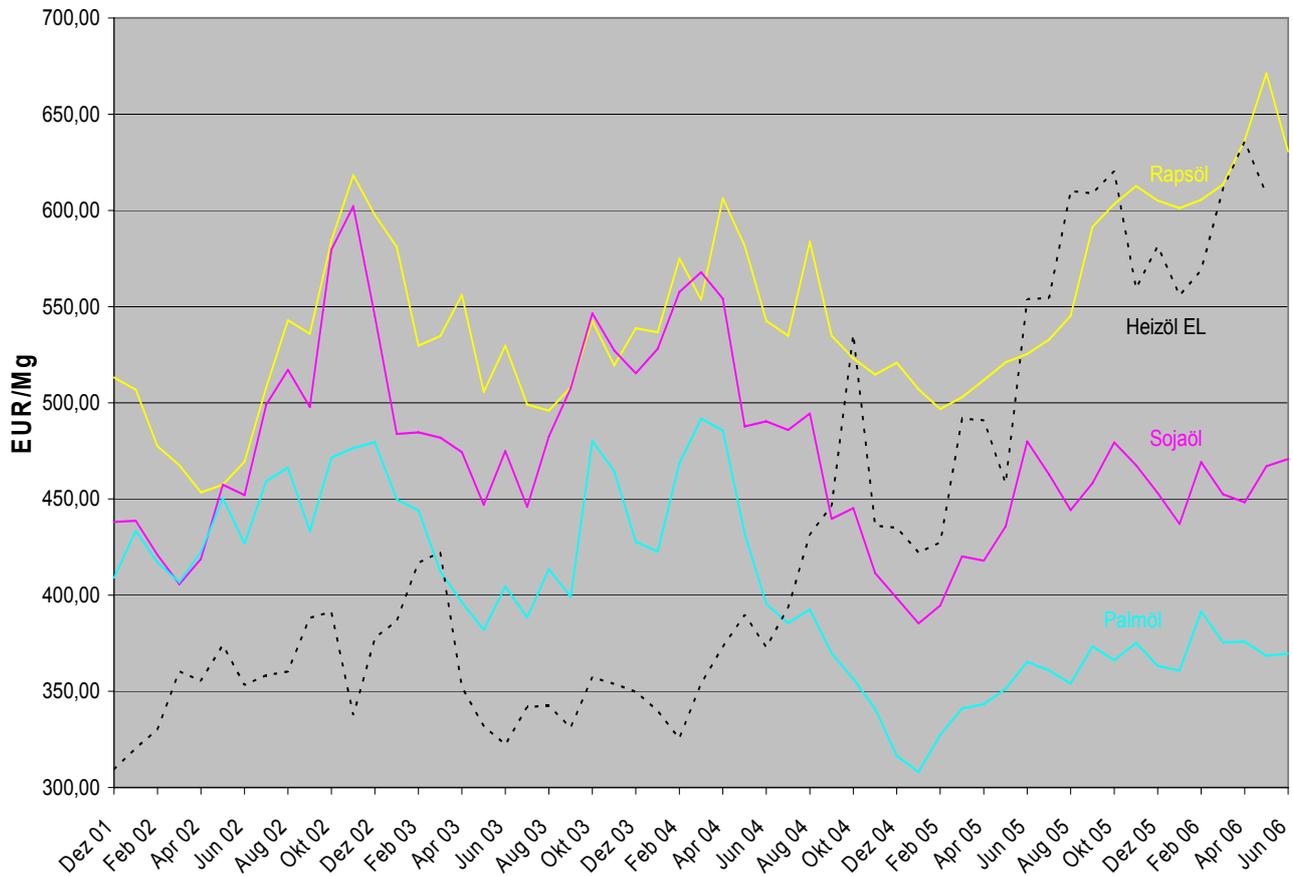
Die langfristige Sicherung der Energieversorgung und das Finden von Alternativen zu den herkömmlichen fossilen Energieträgern stellt eine der größten Herausforderungen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten dar. Pflanzenöle bieten sich besonders als eine Alternative zu dem fossilen Kraftstoff Diesel an, da sie vergleichbar genutzt werden können und dabei gleichzeitig CO₂-neutrale Energie erzeugen.

Um einen Überblick der Strom- und Wärmeerzeugung in Pflanzenöl-BHKW zu bekommen, sind in dieser Arbeit die zutreffenden Rahmenbedingungen untersucht worden. Dazu wurden die am häufigsten eingesetzten Öle, ihre Herstellung und Eigenschaften, die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie die Wirtschaftlichkeit der Pflanzenölnutzung ausgearbeitet. Im Anschluss daran erfolgte die Auflistung und Beurteilung einiger Probleme und Risiken sowie Potentiale und Möglichkeiten der Pflanzenölnutzung.

Die bedeutendsten Pflanzenöle für die energetische Nutzung in Deutschland sind Raps-, Soja- und Palmöl. Im Wirtschaftsjahr 2005/06 machten die drei Sorten ca. 75% der gesamten weltweiten Pflanzenölmengen aus. Da die Eigenschaften der Pflanzenöle nicht denen von fossilem Diesel in allen Punkten gleichen, werden besondere Anforderungen an die Dieselmotoren und deren Peripherie gestellt. Bei der energetischen Nutzung spielt die Qualität der Pflanzenöle eine besondere Rolle, denn Verunreinigungen können den Betrieb der Motoren erheblich stören und zu Schäden führen. Die wichtigsten Gesetze im Zusammenhang mit der Pflanzenölnutzung in BHKW-Anlagen sind das Erneuerbare-Energien-Gesetz und das Energiesteuergesetz, da sie Auswirkungen auf den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen haben. Das EEG regelt die Vergütung für Strom aus Biomasse und im EnergieStG sind die Besteuerung von Pflanzenöl sowie die Bedingungen für eine mögliche Steuerminderung festgelegt. Weiteren großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat der Pflanzenölpreis, der an internationalen Terminmärkten gehandelt wird und ständigen Schwankungen ausgesetzt ist.

Um die finanziellen Auswirkungen der Rahmenbedingungen abzuschätzen, wurde eine beispielhafte BHKW-Anlage betrachtet und die Erlöse und Ausgaben in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung gegenübergestellt. Die Ergebnisse zeigten, dass der Pflanzenölpreis aktuell den größten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. Ebenfalls ergab sich, dass die Besteuerung von Pflanzenöl nach dem Energiesteuergesetz einen wirtschaftlichen Betrieb von Pflanzenöl-BHKW unmöglich macht und die Erfüllung der Bedingungen für die Steuerminderung zwingend erforderlich ist.

Pflanzenölpreise Nord-West Europa 2002-06



Ein elementares Problem dieser Arbeit und der Pflanzenölnutzung ist, dass die Aussagen nur einen gewissen Zeitraum Gültigkeit besitzen, da sich die wirtschaftlichen sowie technischen Rahmenbedingungen ständig ändern. Ein Beispiel dafür ist die Besteuerung der Pflanzenöle durch das EnergieStG, das am 01. August 2006 in Kraft trat. Durch die Besteuerung wird die Pflanzenölnutzung eingeschränkt, da ein wirtschaftlicher Betrieb der BHKW-Anlagen nur unter gewissen Voraussetzungen noch möglich ist. Eine Novellierung des EEG's könnte ebenso gravierende Folgen für die Pflanzenölverwertung haben. Des Weiteren ist die Technik der Pflanzenölnutzung noch nicht ausgereift, die Motoren besitzen kürzere Lebenszyklen und geringere Laufleistungen als konventionell befeuerte Motoren. Daher gibt es in dem Bereich noch Entwicklungsbedarf und ständig Neuerungen.

Da der aktuelle Anteil der Strom- und Wärmeproduktion aus Pflanzenöl in Deutschland relativ gering ist und die Ausbaumöglichkeiten durch die Rahmenbedingungen begrenzt sind, haben die Pflanzenöle nicht das Potenzial die fossilen Energieträger vollständig zu substituieren. Allerdings stellen sie unter gewissen Voraussetzungen eine Alternative zu den fossilen Brennstoffen dar und sind als ein Baustein der nachhaltigen regenerativen Strom- und Wärmeversorgung anzusehen.



19 **Ermittlung von Einzelwiderstandsbeiwerten für das Pluvia-Druckentwässerungssystem**

Dipl.-Ing. (FH) Klaas Junge

| | |
|--|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums | 10. September 2006 |
| Studiengang Studienrichtung Laborbereich | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) Technische Gebäudeausrüstung Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | GEBERIT International AG |

Für die Entwässerung von Dächern stehen der Praxis zwei Entwässerungsprinzipien zur Verfügung, das Freispiegel- und das Druckentwässerungsprinzip. Während in der Freispiegelentwässerung viele Falleitungen in ein ausge dehntes Grundleitungssystem entwässern, wird in Druckentwässerungsanlagen das Regenwasser in Anschlussleitungen bereits unter der Dachhaut gesammelt und über wenige Falleitungen in die Grundleitung abgeführt.

Aus verletechnischen und aus wirtschaftlichen Gründen wird für die Entwässerung größerer Dachflächen heute zunehmend das Druckentwässerungssystem eingesetzt.

In Druckentwässerungsanlagen ist das Abflussvermögen der Dachabläufe abhängig von der Gesamthydraulik der nachgeschalteten Leitungsanlage. Aus diesem Grunde werden für solche Systeme objektbezogene Nachweise der Leistungsfähigkeit gefordert.

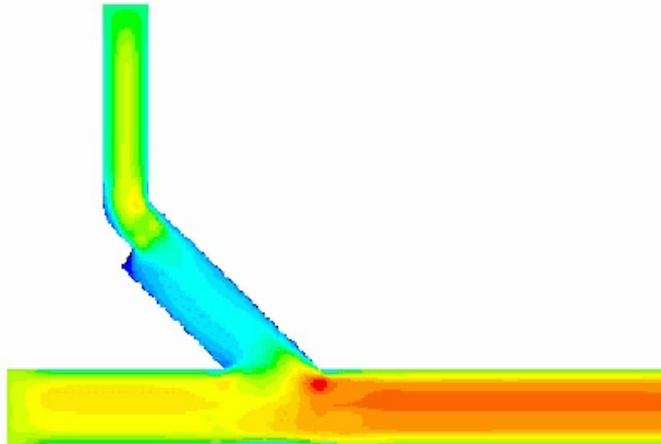
Eine Rohrnetzrechnung für ein solches System muss das Ziel verfolgen, in jedem Fließweg die Strömungsverluste so einzustellen, dass sie möglichst genau der jeweils verfügbaren Druckdifferenz entsprechen. Wird dieses Ziel erreicht, spricht man vom so genannten „hydraulischen Abgleich“ des Rohrnetzes. Nur in diesem Zustand stellen sich die am Dachablauf geforderten Abflüsse in der ausgeführten Druckentwässerungsanlage tatsächlich ein. Kann der „hydraulische Abgleich“ nicht vollständig erreicht werden, verändert sich auch das Abflussvermögen!

Für die verlässliche Reproduktion der Strömungsverluste in Einzelwiderständen, wie in Bögen oder auch in Abzweigen, ist die genaue Kenntnis der sogenannten Einzelwiderstandsbeiwerte von großer Bedeutung.

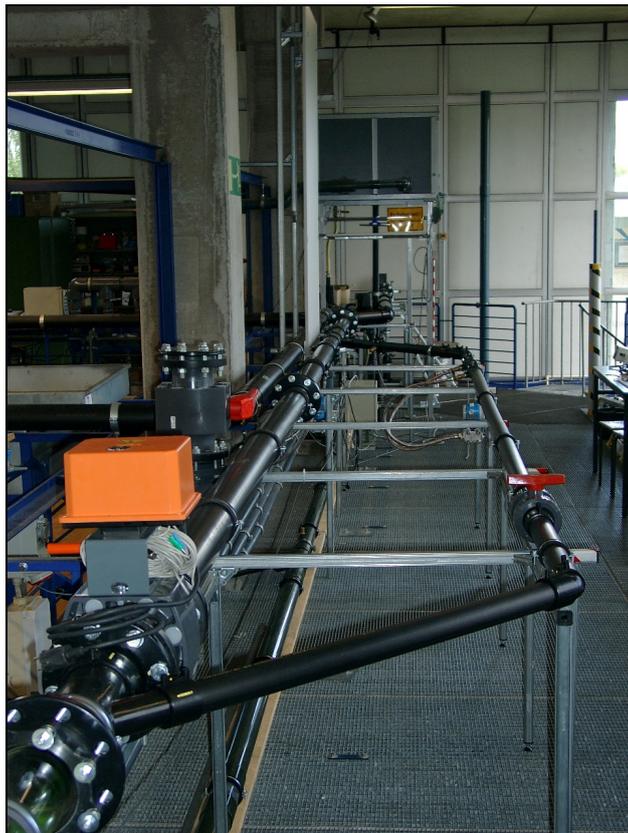
In den Technischen Regelwerken für die Bemessung von Druckentwässerungsanlagen werden nur pauschalierte Werte für solche Einzelwiderstandsbeiwerte angegeben, die die konstruktiven Eigenheiten konkreter Formstücke eines Entwässerungssystems nicht berücksichtigen.

Die Firma Geberit, mit Hauptsitz in der Schweiz, stellt Komplettsysteme für die Trinkwasser- und die Abwasserinstallation her. Sie ist auch ein führender Systemanbieter von Druckentwässerungssystemen im europäischen Markt. Wegen der besonderen Bedeutung genauer hydraulischer Berechnungen für die Funktion von Druckentwässerungssystemen hat die Geberit International AG ein Drittmittelprojekt in Auftrag gegeben, mit dem Ziel, die Einzelwiderstände ihrer Formteile genauer zu bestimmen.

Im Rahmen des Drittmittelprojektes wurden für das gesamte PEHD-Formstückprogramm die Einzelwiderstandsbeiwerte auf der Grundlage von hydraulischen Simulationsrechnungen (Fluent) ermittelt.



Ziel dieser Diplomarbeit war die Validierung der Ergebnisse von Simulationsrechnungen durch messtechnische Untersuchungen an einem Prüfstand. Im Rahmen der Arbeit wurden ein Prüfstand konzipiert und aufgebaut; Druck- und Volumenstrommesstechnik eingerichtet und kalibriert sowie umfangreiche Messreihen gefahren und ausgewertet.



Ein wesentliches Ergebnis dieser Diplomarbeit resultiert aus der Erkenntnis, dass die Einzelwiderstandsbeiwerte, ermittelt aus einer hydraulischen Simulationsrechnung, erstaunlich gut mit den im Versuchsstand messtechnisch ermittelten Werten übereinstimmen.



Bewertung von Infrastruktursystemen – am Beispiel der Fernwasserversorgung Jeddah-Mekkah-Taif, Saudi Arabien

Dipl.-Ing. (FH) Philipp Ditzel

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums: | 13. September 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Beller Consult GmbH, Freiburg |



Auf nationaler und internationaler Ebene erlebt die Wasserwirtschaft derzeit eine rasante Neustrukturierung. Zunehmend müssen Betriebsprozesse optimiert, nachhaltige Handlungsweisen berücksichtigt und neue gesetzliche Rahmenbedingungen umgesetzt werden. Die enormen Kosten, die für die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung infrastruktureller Einrichtungen anfallen, aber auch die leeren Staatskassen führen vielerorts zur Privatisierung wasserwirtschaftlicher Unternehmungen.

Sowohl bei Privatisierungen (Akquisitionen), als auch beim Management von infrastrukturellen Einrichtungen ist die Bewertung von technischen Anlagengegenständen von großer Bedeutung. Zum einen stellt sich die Frage nach dem tatsächlichen Vermögenswert, zum anderen sind Informationen über den tatsächlichen Zustand und der Restlebensdauer dieser Anlagengegenstände bezüglich anstehender Investitionen und Neuerungen von großem Interesse.

Ausgangspunkt dieser Diplomarbeit ist die Bewertung der Saline Water Conversion Corporation, Saudi Arabien, im Rahmen einer anstehenden Unternehmensprivatisierung. In dieser Arbeit werden verschiedene mögliche Bewertungsansätze betrachtet und unter Berücksichtigung internationaler Bewertungsstandards eine auf dem Zeitwert basierende Bewertungsherangehensweise entwickelt. An einem Fernversorgungssystem wird beispielhaft eine Vermögensbewertung der technischen Anlagengegenstände durchgeführt. In einem Bewertungsleitfaden wird abschließend der idealtypische Bewertungsverlauf beschrieben.

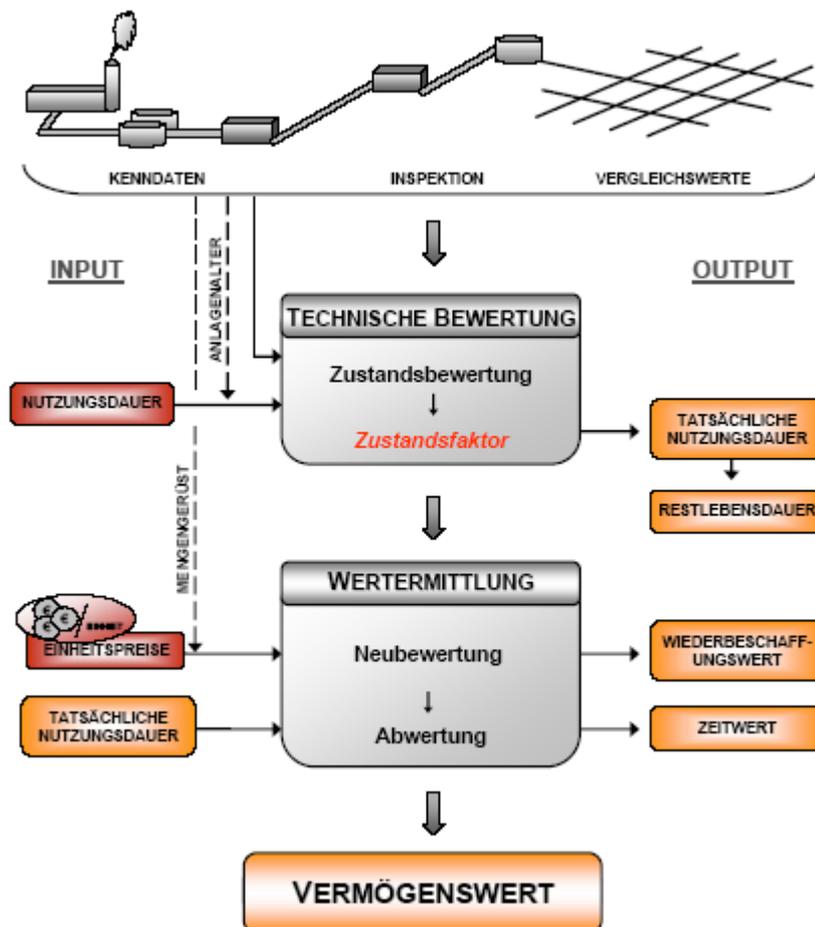
Seitens der Gesetzgeber und der Verfasser international geltender Bewertungs- und Bilanzierungsstandards zeichnet sich allgemein eine Forderung nach einer möglichst zeit- und marktnahen bzw. zukunftsorientierten Vermögensbewertung ab. Vergangenheitsbezogene Werte werden als nicht repräsentativ betrachtet. Aus diesem Grunde wird ein Zeitwertansatz gewählt, der sowohl den tatsächlichen Anlagenzustand und die zeitliche Abwertung, als auch die zum Bewertungszeitpunkt aktuellen Preise am Markt berücksichtigt.

Die Vermögensbewertung nach dem Zeitwertansatz wird in die technische Bewertung der Anlagengegenstände und deren Wertermittlung unterteilt. Ziel der technischen Bewertung ist die Festlegung von Zustandsfaktoren, die entweder verkürzend oder verlängernd auf die angesetzte Nutzungsdauer angewendet werden. Die dabei ermittelte tatsächliche Nutzungsdauer ist Ausgangsgröße für die nachfolgende Wertermittlung.

Die Wertermittlung nach dem Zeitwertansatz bedingt eine Neubewertung der Anlagegegenstände mit ihren Wiederbeschaffungskosten. Diese werden unter Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzungsdauer auf den Bewertungszeitpunkt abgewertet.

Es hat sich gezeigt, dass der verwendete Ansatz zur Vermögensbewertung infrastruktureller Anlagegegenstände sich von seinen Ansätzen an den international geltenden Standards orientiert. Bei der Bewertungsdurchführung und der Festlegung einzelner Einflussgrößen muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Auswirkungen auf den ermittelten Zeitwert erheblich sein können. Im Allgemeinen beruht eine solche Bewertung auf vielerlei Abschätzungen und Annahmen und wird daher immer eine gewisse Unsicherheit im Endergebnis beinhalten.

Die kombinierte Darstellung des Zeit- und des Wiederbeschaffungswertes von infrastrukturellen Anlagegegenständen erlaubt eine gute Einschätzung ihres tatsächlichen Vermögenswertes.



Prinzipieller Ablauf einer zeit- und zustandsnahen Vermögensbewertung



21

Einsatz stückiger Ersatzbrennstoffe in der Vorcalciniierung des Zementherstellungsprozesses**Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hanrott**Prüfer
Beisitzer:Professor Dr.-Ing. Theodor Belting
Dipl.-Ing. Sebastian Frie

Datum des Kolloquiums

26. September 2006

Studiengang
Studienrichtung
LaborbereichVersorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Technische Gebäudeausrüstung
Energieversorgung und Energiewirtschaft

Angesichts ständig steigender Brennstoffpreise und einem harten Wettbewerb sind Betreiber von Zementwerken bestrebt die fossilen Energieträger durch preiswertere Ersatzbrennstoffe zu ersetzen. So werden bereits heute Altreifen, Altöl, Kunststoffe sowie Holzabfälle in Deutschland zu einem Anteil von 50 % als Ersatzbrennstoffe eingesetzt.

Durch die Einsparung der fossilen Brennstoffe ergeben sich für den Zementwerkbetreiber eine Senkung der Betriebskosten und eine positive Ökobilanz. Eine weitere Erhöhung des Ersatzbrennstoffanteils bei gleich bleibender Produktqualität erfordert eine angepasste Technologie sowohl für den Brennstoffeintrag und die Gestaltung des Brennraumes als auch für den Brennstofftransport und den Umsatz.



Zementwerk mit Drehrohrofen und Vorwärmerturm

Vorhandene Systeme zur Steigerung des Ersatzbrennstoffanteils erfordern entweder eine höhere Aufbereitung des Ersatzbrennstoffes oder den Einsatz von wartungsempfindlichen beweglichen Teilen innerhalb des Brennraumes.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der *ThyssenKrupp Polysius AG* wurde in diesem Zusammenhang eine Brennkammer für stückige Ersatzbrennstoffe entwickelt. Die Verbrennung der stückigen Ersatzbrennstoffe erfolgt hierbei auf einem überströmten Festbett. Ziel dieser Entwicklung ist es den Anteil der Ersatzbrennstoffe bei geringerem Aufbereitungsgrad zu erhöhen und dabei auf mechanische Bauteile innerhalb der Brennkammer verzichten zu können.



In meiner Arbeit untersuchte ich die Funktionsweise der Brennkammer anhand eines Versuchstandes im Technikum der *Polysius AG*. Anhand dieser Experimente erfolgte die Ermittlung des Ausbrandverhaltens in Abhängigkeit unterschiedlicher Brennstoffe und verschiedener Verbrennungsparameter. Die Ergebnisse wurden in ein industrielles Upscaling eingebracht.



22

Computergestützte Simulation der Löschwasserbereitstellung im Stadtgebiet Düsseldorf unter Einhaltung hoher Trinkwasserqualität

Dipl.-Ing. (FH) Torsten Raßmussen

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke |
| Datum des Kolloquiums: | 05. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Stadtwerke Düsseldorf AG |



Das Trinkwassernetz der Stadtwerke Düsseldorf ist aufgrund von früheren Prognosen bezüglich der Bevölkerungsentwicklung und entsprechendem Wasserbedarf sowie der tatsächlichen Entwicklung überdimensioniert. In Anbetracht dieser Problematik (geringe Fließgeschwindigkeiten, Bildung von Stagnationszonen, Gefahr der Verkeimung) wurde im Rahmen einer Diplomarbeit der Fachhochschule Münster eine Netzoptimierung durchgeführt. Hierbei spielte die Löschwasserbereitstellung eine untergeordnete Rolle.

Da es sich bei dem derzeitigen Versorgungsnetz der Stadtwerke Düsseldorf um ein stark vermaschtes und, gemessen an der Trinkwasserabgabe, großzügig dimensioniertes Rohrleitungsnetz handelt, ist die Löschwasserbereitstellung für den Grundschutz bis auf wenige Bereiche (Netzperipherie) gewährleistet.

In einem Bebauungsgebiet an der Netzperipherie stellte man bei der Umsetzung eines Brandschutzgutachtens fest, dass für weitere Erschließungsmaßnahmen im oben genannten Bereich eine ausreichende Löschwasserbereitstellung nicht mehr gewährleistet werden konnte. Aufgrund von fehlenden Regelungen im Konzessionsvertrag wurde eine Abstimmung hinsichtlich der erforderlichen Maßnahmen zur Bereitstellung des Löschwasserbedarfs und der hiermit verbundenen Kosten zwischen der Stadt und der Stadtwerke Düsseldorf erforderlich. Hierbei formulierte die Stadt eine Forderung, dass auch nach der Netzoptimierung die Löschwasserbereitstellung wie im derzeitigen Netz gewährleistet werden muss. Die Forderung der Stadt wurde mit dieser Diplomarbeit gewährleistet.

Die Problemstellung die es zu lösen galt war, ob aufgrund der Netzoptimierung die Löschwasserbereitstellung auch weiterhin wie aus dem Ist-Netz 2001 gewährleistet werden kann.

Zunächst wurde flächendeckend die Netzoptimierung 2001 auf den maximalen Löschwasserbedarf von 192 m³/h, bezogen auf Referenzpunkte, hin untersucht.

Dadurch sollte vermieden werden, zunächst für jeden Bereich den laut W 405 erforderlichen Löschwasserbedarf zu ermitteln. Durch diese Maßnahme konnten von den 336 untersuchten Bereichen 94 Fälle identifiziert werden, in denen die maximale Löschwasserkapazität nicht bereitgestellt werden konnte. Im Anschluss an dieser Untersuchung wurde für die identifizierten Bereiche die Löschwasserkapazität aus dem Ist-Netz 2001 ermittelt.



Die oben genannte Untersuchung reduzierte den Berechnungsaufwand bereits um ein Vielfaches, so dass die Gegenüberstellung zum Ist-Netz 2001 sowie die Untersuchung auf Bereitstellung des erforderlichen Löschwasserbedarfs nach DVGW W 405 nahezu auf 30 % des Stadtgebietes eingeschränkt werden konnte.

Als nächster Schritt wurden die nach DVGW W 405 passenden Löschwasserkapazitäten festgelegt. Nun konnte das optimierte Netz auf die mögliche Einhaltung der zuvor festgelegten Löschwasserbedarfe untersucht werden. In 21 Fällen wurden an den Referenzpunkten des optimierten Netzes die Bereitstellungskapazitäten nicht zur Verfügung gestellt. Somit mussten die aus den im Umkreis der Referenzpunkte zugeordneten Hydranten auf die erforderlichen Löschwasserbedarfe hin untersucht werden. Aufgrund dieser Ermittlung reduzierte sich die Anzahl der Bereiche, für die der Löschwasserbedarf nicht gedeckt wurde, erneut.

Lediglich 5 der insgesamt 336 überprüften Bereiche mussten eingehend auf der Grundlage der Bebauungspläne sowie der Vorgaben aus der W 405 untersucht werden. Es konnte festgestellt werden, dass die Löschwasserkapazität des optimierten Netzes ausreicht, den erforderlichen Bedarf in den betreffenden Bereichen zu decken.

Die Überprüfung der Netzoptimierung hat gezeigt, dass durch Verringerung der Verweilzeiten keine Einbußen hinsichtlich der Trinkwasserqualität zu erwarten sind und die Löschwasserversorgung durch die Optimierungsmaßnahmen nicht eingeschränkt wird.

Die in dieser Diplomarbeit dargestellte Vorgehensweise kann beispielhaft auch auf andere Versorgungsnetze übertragen werden. Das Thema „Ausreichende Löschwasserbereitstellung unter Einhaltung der Trinkwasserqualität“ wird auch in Zukunft ein interessantes Thema bleiben, da die Stadtwerke Düsseldorf nicht das einzige Wasserversorgungsunternehmen sind, welches aufgrund von früheren Prognosen bezüglich der Bevölkerungsentwicklung und entsprechendem Wasserbedarf sowie der tatsächlichen Entwicklung über ein überdimensioniertes Trinkwassernetz verfügt.

**Dipl.-Ing. (FH) Alexander Jung**

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Datum des Kolloquiums: | 06. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Heizungstechnik |
| In Kooperation mit: | Imtech-Contracting |



Der Inhalt dieser Diplomarbeit beinhaltet eine Energieanalyse von Industriegebäuden unterschiedlicher Nutzung.

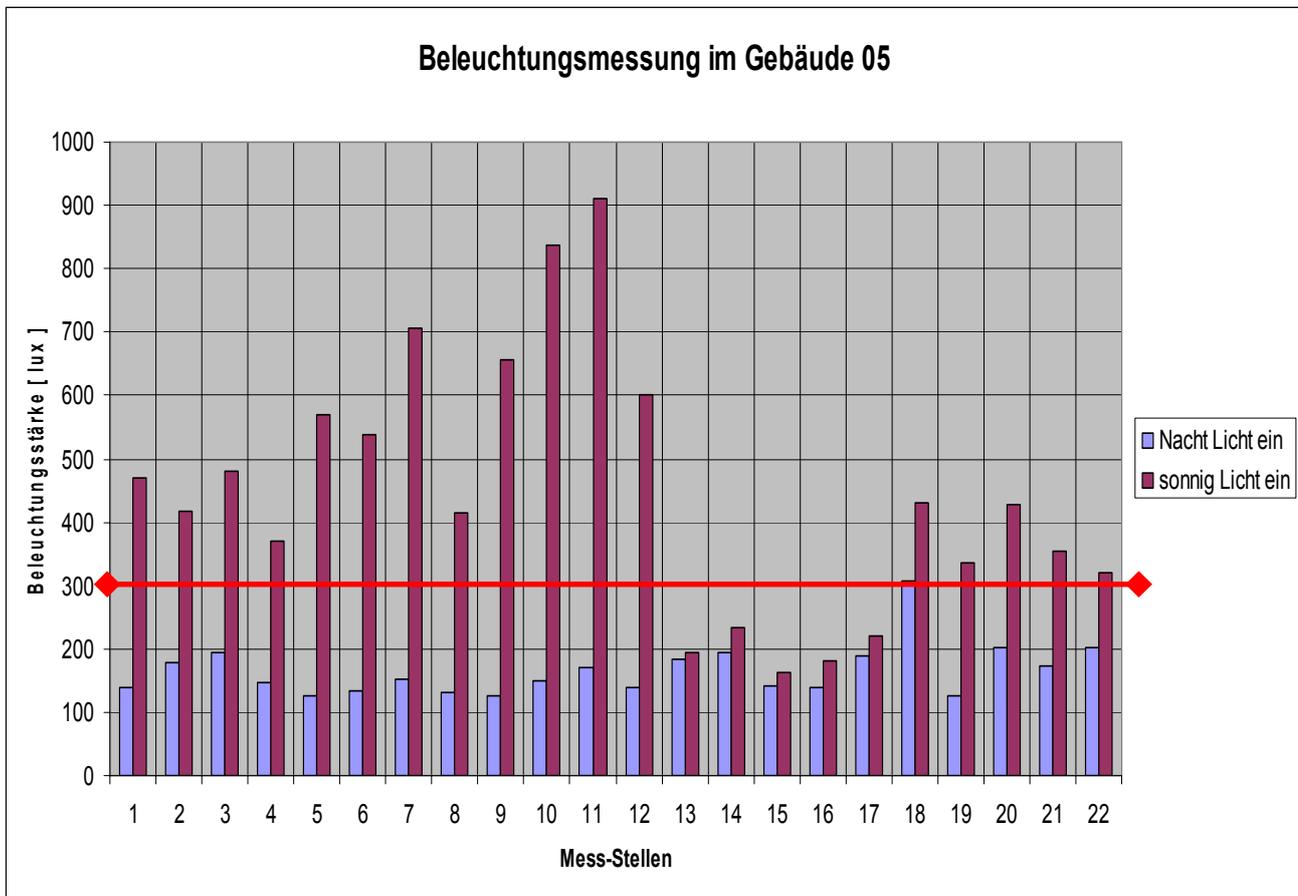
Durch den hohen Verbrauch und die steigenden Energiepreise sollte im Rahmen dieser Diplomarbeit ein Vergleich der Verbrauchskennwerte und eine Energieanalyse von vier Gebäuden durchgeführt werden. Insbesondere sollten die beiden Sektoren Beleuchtung und Heizung betrachtet werden. Bei der Heizung sollte die installierte Leistung der Luftherhitzer betrachtet werden, um zu sehen ob eine Überdimensionierung in den Gebäuden vorhanden ist. Bei der Beleuchtung sollte geprüft werden ob eine zu geringe Beleuchtungsstärke nach den Arbeitsstättenrichtlinien in den Gebäuden besteht.

Als erster Schritt wurde eine Bestandsaufnahme von vier Gebäuden durchgeführt, die installierte Leistung der Wand- und Deckenluftherhitzer und die installierte Leistung der Beleuchtung ermittelt. Bei der Betrachtung der Beleuchtung wurde zusätzlich mit einem Luxmeter die Beleuchtungsstärke in den Gebäuden gemessen.

Als zweiter Schritt wurde eine theoretische Berechnung des Energiebedarfs unter Anwendung der DIN V 18599, DIN 12831 und mit dem Simulationsprogramm TRNSYS durchgeführt. Eine Berechnung der Verbrauchskennwerte wurde nach der VDI 3807 durchgeführt.

Anschließend wurden die Ergebnisse miteinander verglichen und Energieeinsparpotential beim Strom- und Wärmeverbrauch ermittelt.

Die Beleuchtung war ein Teil der Diplomarbeit. Die Messung der Beleuchtungsstärke ergab, dass in drei von vier untersuchten Gebäuden die geforderte Beleuchtungsstärke in der Nacht nicht erreicht wird. Im Bild sieht man das Ergebnis der Messung von einem Gebäude. Die geforderte Beleuchtungsstärke von 300 lux, die für Gebäude mit mittlerer bis grober Metallverarbeitung nach den Arbeitsstättenrichtlinien gefordert wird, wird in keinem Bereich des Gebäudes erreicht. Ein Grund für die geringe Beleuchtungsstärke kann am Alter der Beleuchtung und an der Verschmutzung der Lampen liegen, so dass in diesem Gebäude die Beleuchtungsstärke erhöht werden sollte.



**24 Analyse der Wärmeverteilung eines Bereichs der Fernwärmeversorgung der Universität Bielefeld****Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Anger**

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 06. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | BLB NRW Bielefeld, Universität Bielefeld |



Die Universität Bielefeld betreibt ein Fernwärme-Heizkraftwerk und versorgt damit den Universitätscampus und die umliegenden Gebäude, die entweder zur Universität Bielefeld oder zum Studentenwerk Bielefeld gehören. Über eine indirekte Übergabestation, die sich im Keller des Gebäudes des Bau- und Liegenschaftsbetriebs NRW befindet, werden insgesamt elf Immobilien mit Fernwärme versorgt, wovon ein Großteil Studentenwohnheime sind. Weiterhin werden ein Bürogebäude, ein Seminargebäude und zwei Kindertagesstätten versorgt.

Im Zeitraum vom 02.01.2006 bis zum 04.01.2006 kam es in dem Seminargebäude und einer der beiden Kindertagesstätten zu einer Unterversorgung mit Fernwärme. Ziel der Diplomarbeit war es, die Ursachen für diese Unterversorgung zu eruieren. Dies sollte anhand einer Überprüfung des Fernwärmerohrnetzes mittels einer hydraulischen Simulation geschehen.

Da kaum Pläne und Unterlagen zur Verfügung standen, musste von vornherein das gesamte Rohrnetz im Detail aufgenommen werden. Weiterhin wurden aus monatlich abgelesenen Zählerstandsdaten für jedes Gebäude Lastprofile konstruiert. Der Hauptteil der Diplomarbeit bestand darin, mithilfe von Microsoft Excel das Rohrnetz hydraulisch zu simulieren.

Durch die Kombination der Ergebnisse der Excel-Simulation, den abgeleiteten Lastprofilen und den zur Verfügung gestellten Wetterdaten wurde als Ergebnis ermittelt, dass die o. g. Unterversorgung daraus resultierte, dass die Immobilien über die Weihnachtsfeiertage 2005 eine einwöchige Auskühlung erlitten und es sich im Zeitraum der Fernwärmeunterversorgung nicht um einen normalen Auslegungsheizfall, sondern um einen Aufheizfall handelt, der hinsichtlich des Wärmetransports über dem Auslegungsvolllastfall anzusehen ist.

25 Entwicklung einer Messwerterfassungsanlage für eine zweistufige Kälteanlage**Dipl.-Ing. (FH) Nicole Aben**

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring |
| Datum des Kolloquiums: | 9. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Kältetechnik |



Da die Kältetechnik aus dem Bereich der technischen Gebäudeausrüstung nicht mehr weg zu denken ist, werden im Fachbereich Energie Gebäude Umwelt der Fachhochschule Münster, Abteilung Steinfurt im Rahmen der Ausbildung, Untersuchungen an einer zweistufigen Kältemaschine durchgeführt. Um den Studenten ein verständliches und praxisnahes Praktikum anzubieten, ist es von großer Bedeutung die Zustandsänderungen innerhalb der Maschine darstellen zu können. Zu diesem Zweck ist eine funktionierende Messtechnik und übersichtliche Ausgabe der gemessenen Daten unverzichtbar. Doch aufgrund unvollständiger und nicht funktionierender Messtechnik konnte dieses Praktikum in den letzten Jahren nicht angeboten werden.

Die Aufgabe der Diplomarbeit bestand nun darin, eine Messwerterfassungsanlage für die bestehende zweistufige Kälteanlage zu entwickeln und in Betrieb zu nehmen. Mit der Erfassung der Messdaten sollen die entscheidenden Prozesswerte, wie Temperaturen, Drücke, Massenströme und Volumenströme mit der entsprechenden Technik ermittelt und dargestellt werden. Außerdem sollte die Diplomarbeit einen Überblick über die Kältetechnik, den darin vorkommenden Vorgängen und Prozessen bieten und die Besonderheiten der Kälteanlage erläutern.

Die Vorgehensweise zur Lösung der gestellten Aufgabe bestand darin, die vorhandenen Temperatursensoren zu überprüfen, zu kalibrieren, gegebenenfalls zu ersetzen und richtig zu positionieren, einen Datenschreiber auszuwählen und mit den einzelnen Temperatursensoren und Messgeräten zu verbinden. Anschließend wurde ein Rechner eingesetzt, um einen Austausch zwischen dem Datenschreiber und dem Rechner herzustellen. Für diesen Austausch musste die richtige Hardware in Form einer IEEE-488-Karte eingerichtet und funktionsfähig gemacht werden. Für das Verständnis des Prozesses ist eine einfache und übersichtliche Ausgabe der aktuell gemessenen Daten wichtig. Dazu wurde ein Programm, basierend auf Borland Pascal, entwickelt und auf den ausgewählten Datenschreiber und die Kälteanlage abgestimmt.

Nach der Einrichtung der neu entwickelten Messwerterfassungsanlage wurde die Kälteanlage bei unterschiedlichen Bedingungen betrieben und die Prozess- und Leistungswerte ermittelt. Da die Kälteanlage zu Praktikumszwecken eingesetzt werden soll, wurden diese Werte zur Plausibilitätsprüfung der Vorgänge innerhalb der Anlage herangezogen. Es konnte nachgewiesen werden, dass mit der so entwickelten Versuchsanlage realistische Betriebszustände gefahren und aufgenommen werden können.



26

Vergleichende Untersuchung zu den energetischen Bewertungsmethoden der Gebäudeenergieeffizienz an einem Wohngebäude und einer Kurklinik

Dipl.-Ing. (FH) Markus Böck M.Sc.

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Babara Kaimann |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Reinhold Döring |
| Datum des Kolloquiums: | 11. Oktober 2006 |
| Studienrichtung | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich | Heizungstechnik |



Hintergrund der Masterarbeit ist die in 2006 eingeführte Europäische Richtlinie 2002/91 EH „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ die auch umgesetzt werden muss. Die neue EU- Richtlinie fordert die Erarbeitung neuer Berechnungsgrundsätze der Energieeinsparung für Nichtwohngebäude und Wohngebäude im Bestand.

Mit dieser Novellierung wird eine neue Energieeinsparverordnung (EnEV 2006) fällig die Energieausweise auch schrittweise im Bestand einführt. Ein Ausstellungserfordernis besteht nach der Richtlinie bei Errichtung eines Gebäudes, beim Verkauf, Sanierung und bei der Neuvermietung.

Forderungen der Richtlinie nach nationalen Standards für die energetische Effizienz von Gebäuden in Neubau werden nach der EnEV 2002 bereits umgesetzt.

Für Nichtwohngebäude gab es noch keine Berechnungsgrundlage, erst durch die neue DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“- Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, ist es möglich diese Gebäudearten energetisch zu bewerten.

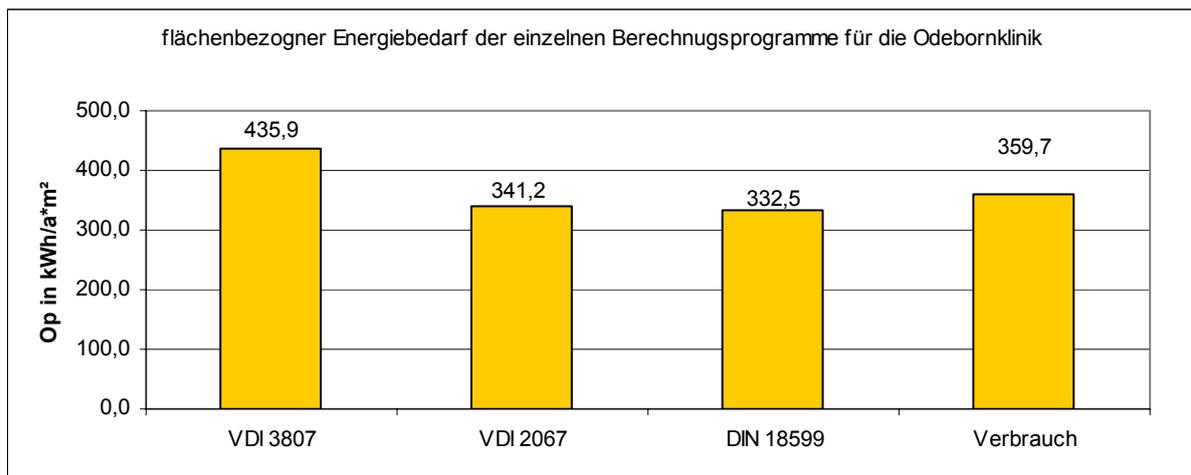
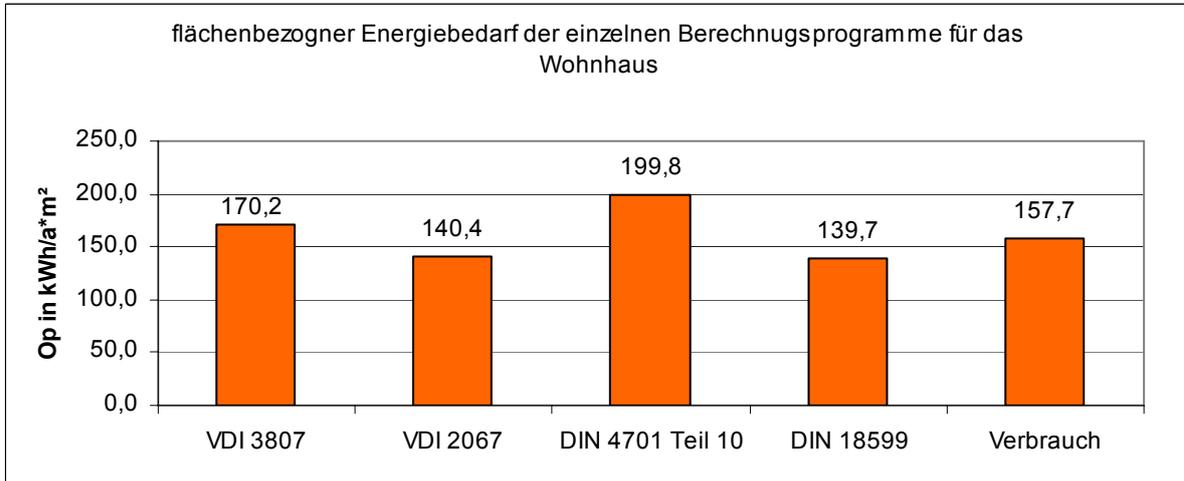
In diesem Zusammenhang wurde die neue DIN V 18599 mit den verschiedenen Bewertungsmethoden zur energetischen Bewertung des End und Primärenergiebedarfes nach der

- DIN V 4701-10 (08/2003) „ Energetische Bewertung heiz- und raumluft-technischer Anlagen – Heizung, Trinkwasser, Lüftung“
- DIN V 4701- 12 (02/2004) „ Energetische Bewertung heiz- und raumluft-technischer Anlagen im Bestand“
- VDI 2067 –10 (07/1998) „Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude“
- VDI 3807 –2 (07/1998) „ Energieverbrauchswerte für Gebäude“

verglichen.

Die verschiedenen Bewertungsmethoden zur energetischen Betrachtung wurden auf einem Wohnhaus mit anschließendem Umbau und auf einer Kurklinik in Bad Berleburg angewandt.

Die Nutzfläche für das Wohnhaus betrug nach der Umbaumaßnahme **207,11 m²** und für die Kurklinik **13.097 m²**. Der Primärenergiebedarf bezogen auf die Nutzfläche ist für die verschiedenen Berechnungsmethoden der Objekte in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt.



Durch die verschiedenen Randbedingungen der einzelnen Berechnungsmethoden wie z.B. Raumtemperatur, Luftwechsel, Nutzerverhalten, Wärmegewinne etc. lassen sich die Abweichungen erklären. Man sieht, dass die DIN V 18599 und die VDI 2067 etwa die gleichen Ergebnisse haben, dass kommt daher das diese Verfahren dynamische und die anderen Verfahren statische sind. Die DIN V 18599 berücksichtigt auch die Beleuchtung sowie die Klimaanlage. Die DIN V 18599 Unterteil die Nichtwohngebäude im einzelnen Zonen, für jede Zone wird die Primärenergie ermittelt und am Ende werden die einzelnen Werte zu einem gesamten Primärenergiebedarf aufsummiert. Bei den anderen Bewertungsmethoden wird der Primärenergiebedarf nur für das Gebäude (1-Zone) ermittelt. Daher ist die DIN V 18599 eine gute Berechnungsmethode für die Ausstellung von Energieausweise (EnEV 2006) für Wohn- und Nichtwohngebäude.



27

Entwicklung einer Datenbank zur Bewertung von Planungsleistungen in der Technischen Gebäudeausrüstung

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Honscha M.Sc.

| | |
|------------------------|---|
| Prüfer: | Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Datum des Kolloquiums: | 11. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Gebäudemanagement Schleswig-Holstein (GMSH) AöR |



Ziel der Masterarbeit ist es, eine Datenbank zu entwickeln, die in der Projektkalkulation der Fachabteilung „Technische Ausrüstung“ in der Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR (GMSH), Zweigniederlassung (ZNL) Itzehoe, eingesetzt werden soll. Motivation dieser Aufgabenstellung ist ein gesteigertes Interesse, hierbei den tatsächlich erforderlichen Zeitaufwand für die Abwicklung von Planungsleistungen, auf Basis von bisherigen Projekten, angeben zu können. Die Datenbank soll zukünftig als ein Werkzeug des Leiters der Fachabteilung „Technische Ausrüstung“ Anwendung finden.

Als Grundlage der Datenbank sind, aus den bereits beim Projektcontrolling der GMSH vorhandenen Daten, solche Daten ausfindig zu machen, die als Kennwerte für den Aufwand der Mitarbeiter herangezogen werden können. Aus Datenschutzgründen müssen diese Daten jedoch von derartiger Gestalt sein, dass sie nicht einzelnen Personen zugeordnet werden könnten.

Es konnte einerseits das aus der RBBau¹ bzw. der HBBau SH² bekannte „Muster 6“ als Basis für die anrechenbaren Baukosten gefunden werden sowie andererseits ein Ausdruck, der die Summe der geleisteten Zeitaufwendungen aller Mitarbeiter an einer Baumaßnahme enthält. Letztgenannter Ausdruck musste dabei für jedes Gewerk eines Projekts separat erstellt werden und enthält die Leistungen aufgeschlüsselt in Abhängigkeit der Leistungsphase, in welcher sie angefallen sind. Die Aufteilung der Leistungsphasen erfolgt nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI).

Um diese Aufgabenstellung zu lösen, wurde als Methode die Datenbanksoftware „Microsoft Access“ (Access) gewählt, in Verbindung mit ihrer Entwicklungsumgebung „Visual Basic for Applications“ (VBA). Dies ermöglicht einerseits die Nutzung der vorhandenen Standardfunktionen der Software Access (Tabellen, in Verbindung mit Abfragen, Formularen, Berichten) sowie andererseits die Erweiterung / Ergänzung dieser Funktionen in der Programmierumgebung VBA.

¹ Handbuch für die Durchführung von **B**auaufgaben des Landes **S**chleswig-**H**olstein

² Richtlinie für die Durchführung von **B**undes-**B**auaufgaben



Ein wesentlicher Bestandteil der entwickelten Datenbank ist die Datenerfassung. Hier können u. a. Daten zu den Projekten, zu deren anrechenbaren Baukosten und den während ihrer Abwicklung tatsächlich angefallenen Honorarkosten eingegeben werden. Die Basis hierzu sind die o. g. Daten aus dem Controlling der GMSH, ZNL Itzehoe.

Fokus der Datenbank ist das Formular zur Kalkulation neuer Projekte. Hierbei werden das entsprechende Gewerk, die geschätzten anrechenbaren Baukosten dieses Gewerks sowie die zu kalkulierende Bearbeitungsphase als Grundlage für die Kalkulation eingesetzt.

Aus diesen Angaben wird eine Auswahl an bisherigen Projekten zusammengestellt. Die Erstellung dieser Auswahl ist das Ergebnis einer Tabellenerstellungsabfrage, die dabei auf verschiedene miteinander verknüpfte Tabellen zugreift. Die Auswahl lässt sich weiter bearbeiten, so dass nicht geeignet erscheinende Projekte entfernt werden können.

Die Menge der verbliebenen Datensätze wird dann als Grundlage für die Ermittlung des Kalkulationshonorars verwendet. Weiterhin können noch bestimmte Zuschläge berücksichtigt werden, um das abschließende Honorar zu bestimmen.

Um das ermittelte Honorar mit einem Honorar gemäß HOAI vergleichen zu können, ist ein Modul integriert worden, mit dem ein HOAI-Honorar ausgeworfen werden kann. Diese Ermittlung basiert auf den aktuellen HOAI-Tafelwerten (Stand 2002) und der Aufgliederung der Leistungsphasen in die Leistungsabschnitte gemäß der Siemon-Tabelle.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, verschiedene Berichte zu den erfassten Daten erstellen zu lassen. Diese können am Bildschirm angesehen oder ausgedruckt werden.

Abschließend ist eine umfangreiche Gegenüberstellung von mit der Datenbank berechneten Kalkulationshonoraren zu den gemäß HOAI ermittelten Honoraren durchgeführt worden. Es zeigt sich dabei, dass die mit der Datenbank festgestellten Werte deutlich unter den nach HOAI berechneten liegen. Diese Werte erscheinen bei bestimmten Voraussetzungen nicht mehr zeitgemäß, spiegeln sehr wohl aber die bisherige Projektabwicklung in der Zweigniederlassung wieder. Sie können aus den in der Datenbank hinterlegten Datensätzen nachvollziehbar abgeleitet werden.

Die Aussage, dass die ermittelten Werte nicht mehr zeitgemäß erscheinen, rührt aus der Tatsache, dass die Projektabwicklung in der Zweigniederlassung in jüngster Zeit etwas umstrukturiert wurde. Die in der Datenbank hinterlegten Datensätze stammen z. T. noch aus den Anfangsjahren der Kostenleistungs-Rechnung in der GMSH bzw. dem vorherigen Landesbauamt (1997). Andererseits wurden die jüngsten der verwendeten Datensätze jedoch erst im September 2006 herausgegeben. Durch die auch zukünftig vorgesehene Integration von aktuellen Projektdaten kann somit davon ausgegangen werden, dass sich die Kalkulationsergebnisse schnell der Umstrukturierung anpassen werden.



28 Implementierung der Balanced Scorecard in der öffentlichen Verwaltung

Dipl.-Ing.(FH) Dirk Radojewski M.Sc.

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums: | 12. Oktober 2006 |
| Studienrichtung: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Tiefbauamt der Stadt Münster |



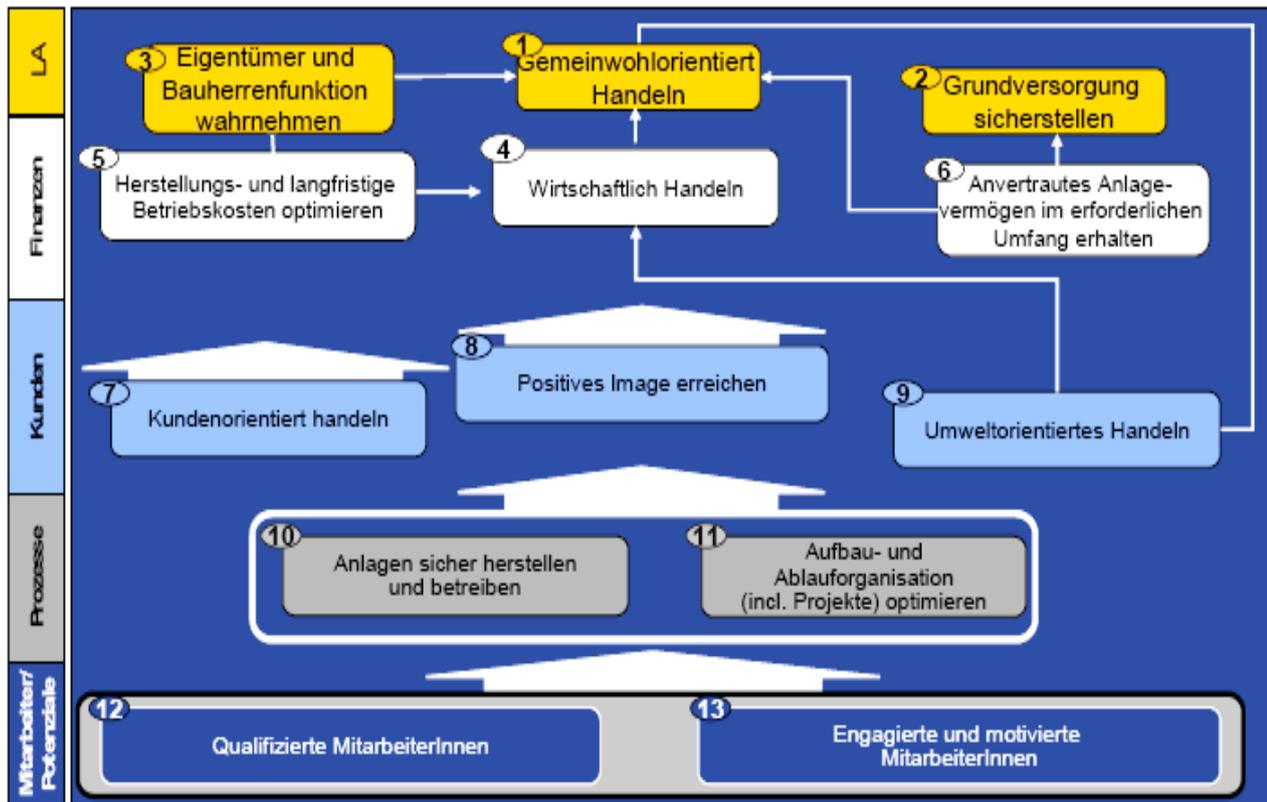
Die Kommunen befinden sich unter dem Einfluss gesellschaftlicher, politischer und ökonomischer Dynamik in der schwierigen Situation, gleichzeitig unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden zu müssen. Zu nennen sind eine sich verschärfende Finanzkrise, zunehmende Ansprüche der Bürger an öffentliche Dienstleistungen und der Wunsch der Mitarbeiter nach Selbstverwirklichung am Arbeitsplatz. Die wachsende Kritik am bisherigen System der kommunalen Verwaltung zwingt die Verantwortlichen immer häufiger dazu, die vorhandenen Strukturen auf Effizienz und Sinnhaftigkeit zu überprüfen. Zentrales Ziel ist die Entwicklung eines „kommunalen Konzerns“. Im Mittelpunkt stehen Konzepte, die auf einer Abgrenzung der Kompetenzen zwischen Politik und Verwaltung bei gleichzeitiger Dezentralisierung der Ergebnisverantwortung und einer verstärkten Wettbewerbsorientierung basieren.

Aber welche Hilfsmittel stehen dem Management zur Verfügung? Neben einer gewissen Intuition für das zukünftige Marktgeschehen wird vorwiegend auf Kennzahlen zurückgegriffen. Diese Kennzahlen können aber sehr einseitig sein, da sie immer nur aktuelle bzw. vergangene Perioden widerspiegeln und nicht die Potentiale aufzeigen, die in der Zukunft noch Wert schöpfend sein können. Eine Reflexion vergangener Ereignisse reichte im Industriezeitalter aus, da Investitionen in langfristige Fähigkeiten und Kundenbeziehungen nicht erfolgskritisch waren. Anders ist dies jedoch im Informations- und Dienstleistungszeitalter. Um Strategien klar zu kommunizieren und umzusetzen, schufen die beiden Amerikaner Robert S. Kaplan und David P. Norton das Instrument der Balanced Scorecard.

Ziel dieser Arbeit war es, ein Vorgehensmodell zur Einführung einer Balanced Scorecard in der öffentlichen Verwaltung am Beispiel des Tiefbauamtes der Stadt Münster zu schaffen. Die Arbeit bietet dem Leser Antworten auf folgende Fragen:

- Was ist die Balanced Scorecard (BSC)?
- Worin liegt ihr Nutzen?
- Wozu kann sie in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden?
- Wie kann eine BSC-Entwicklung aussehen?
- Was ist bei der Umsetzung zu berücksichtigen?
- Wie kann die BSC in einer Organisation implementiert werden?

Die strategischen Ziele des Tiefbauamtes



5 Workshop III BSC Tiefbauamt, Münster vom 17.03.05



| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Barbara Kaimann |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Datum des Kolloquiums: | 13. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Heizungstechnik |
| In Kooperation mit: | Gebäudemanagement Herne |



Im Jahre 1990 ergab der Anteil der Schulen am Wärmeverbrauch von den öffentlichen Gebäuden ca. 50%. Da Schulen demnach einen erheblichen Anteil am Heizenergieverbrauch kommunaler Gebäude haben, kommt ihnen eine besondere Bedeutung zu.

Das Energieeinsparpotenzial der Maßnahmen z.B. Überwachen des Energieverbrauchs verbunden mit der Förderung eines energiebewussten Nutzerverhaltens liegt dabei bei ca. 10 – 30 %. Darüber hinausgehende Einsparungen lassen sich nur, durch eine Sanierung/Modernisierung der Gebäudehülle und der Heizanlage verwirklichen.

Die hier vorgestellte Masterarbeit „Energetische Sanierung der Gustav-Adolf Hauptschule in Herne“ sollte aufzeigen, wie eine mögliche Sanierung erfolgen kann mit dem Ziel Energie zu sparen, Emissionen zu senken und die Betriebskosten zu reduzieren.

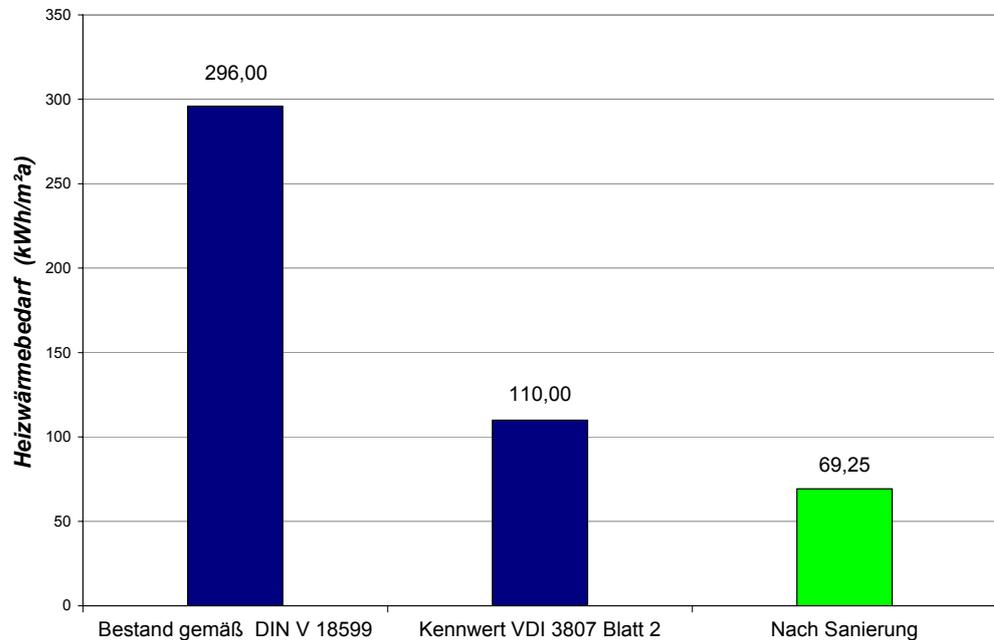
Das untersuchte Gebäude und seine Eckdaten:

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| Objekt: | Gustav - Adolf -Hauptschule |
| Adresse: | Edmund - Weber - Str.127, 44651 Herne |
| Baujahr: | 1964 |
| Netto Fläche: | 4487m ² |

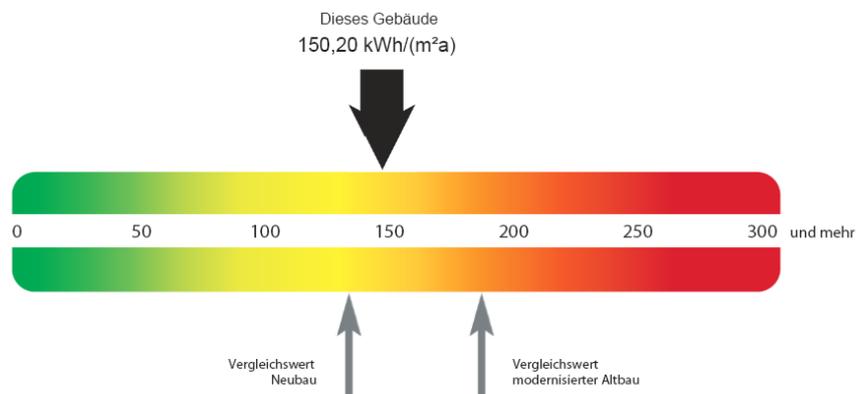


Ansicht auf die Gustaf-Adolf-Schule vor Sanierung

In der Untersuchung der Sanierung der Gustav-Adolf-Schule in Herne, wurden mehrere Sanierungskonzepte berechnet. Dazu wurde eine umfangreiche Bestandsaufnahme durchgeführt. Es erfolgte eine Konzepterarbeitung auf der Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die daraus resultierenden baulichen Maßnahmen, die zu einer ökologischen und ökonomischen Sanierung der Gustav-Adolf-Schule empfohlen werden sind: die Außenwände der Schule werden mit einem WDVS aus 12cm starkem Polystyrol-Hartschaum gedämmt, an die Kellerdecke wird eine 6 cm starke Heratekta Dämmung angebracht. An die Dachdecke wird ein 16 cm starker Polystyrol-Hartschaum gelegt. Es werden Fenster mit einem U-Wert der Verglasung nach Bundesanzeiger 1,1 W/m²K und einem g-Wert nach Bundesanzeiger von 0,60 eingebaut. Die Überdachung des Innenhofes ist aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit nicht sinnvoll und wird nicht empfohlen. Nach Auswertung aller Sanierungsmaßnahmen, kann die Gustav-Adolf-Schule mit der günstigsten Sanierungsvariante 80% der laufenden Betriebskosten im Jahr sparen. Durch eine Erneuerung der Heizungsanlage werden sogar 87% der Brennstoffkosten eingespart.



Heizwärmebedarf der Gustav-Adolf Schule



Gesamtbewertung des Primärenergiebedarfes nach Sanierung



30 Messung von Netzurückwirkungen einer Photovoltaikanlage
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Wieneke

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker
 Beisitzer: Dipl.-Ing. Reinhard Leugers

Datum des Kolloquiums: 20. Oktober 2006

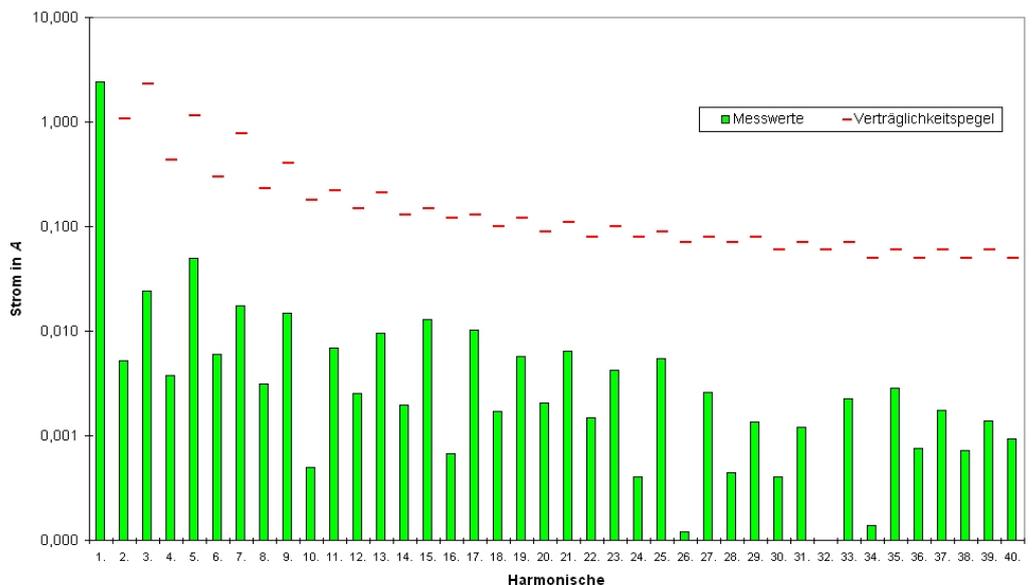
Studiengang: Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom)
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung



Die Vorkommen nicht-regenerativer Rohstoffe zur Energiegewinnung wie Erdöl, Erdgas und Kohle sind weltweit begrenzt. Dies macht einen schonenden Umgang mit den verbleibenden Ressourcen nötig. Eine Nutzung regenerativer Energien wie Wind, Biomasse und Sonnenenergie ist deshalb dringend notwendig.

Durch das EEG und das damit verbundene 100.000-Dächer-Programm bzw. die auf Jahre festgelegten Einspeisevergütungen wird es für Privatleute lukrativ, eigene Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) zu installieren. Diese können neben ihrer positiven Wirkung auf die Umwelt die Qualität des Energieversorgungsnetzes mindern. Auf diese so genannten Netzurückwirkungen muss durch die immer größer werdende Anzahl von installierten PV-Anlagen mittlerweile ein besonderes Augenmerk gerichtet werden. Der Verursacher dieser Rückwirkungen ist der so genannte Wechselrichter, der Hauptbestandteil einer PV-Anlage ist.

Die Diplomarbeit befasste sich mit den Messungen von Netzurückwirkungen, im Speziellen Oberschwingungsverhalten, einer PV-Anlage. Am Beispiel der Anlage des Labors für Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung der Fachhochschule Münster sollte durch Messungen festgestellt werden, wie groß die Netzurückwirkungen tatsächlich sind.



Oberschwingungspegel der PV-Anlage vom Labor für Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung



Zur Analyse der Oberschwingungen von Netz und Wechselrichter wurde ein Messaufbau und -ablauf konzipiert, dessen Schwerpunkt in der Erstellung von jeweils einem Skript für *Scilab* und *Octave* bestand.

Die Ergebnisse der Spannungs-Oberschwingungsanalysen für das FH-Netz mit sowie ohne angeschlossenen Wechselrichter liegen weit unterhalb der in der DIN EN 61000-2-2 zulässiger Verträglichkeitspegel. Das Zuschalten des WR an das FH-Netz verändert den Pegel der Netzurückwirkungen nicht wesentlich. Das Oberschwingungsverhalten bezüglich des Stroms vom Wechselrichter liegt ebenfalls weit unterhalb der nach DIN EN 61000-3-2 erlaubten Grenzwerte.

Es bleibt offen, ob Wechselrichter größerer Leistung oder anderer Bauart unzulässige Oberschwingungen erzeugen.



31 Energetische Verwertung von Biogas -Aufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lenger

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr. – Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl. –Ing. Peter Genau |
| Datum des Kolloquiums: | 21. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| In Kooperation mit: | Stadtwerke Lünen |

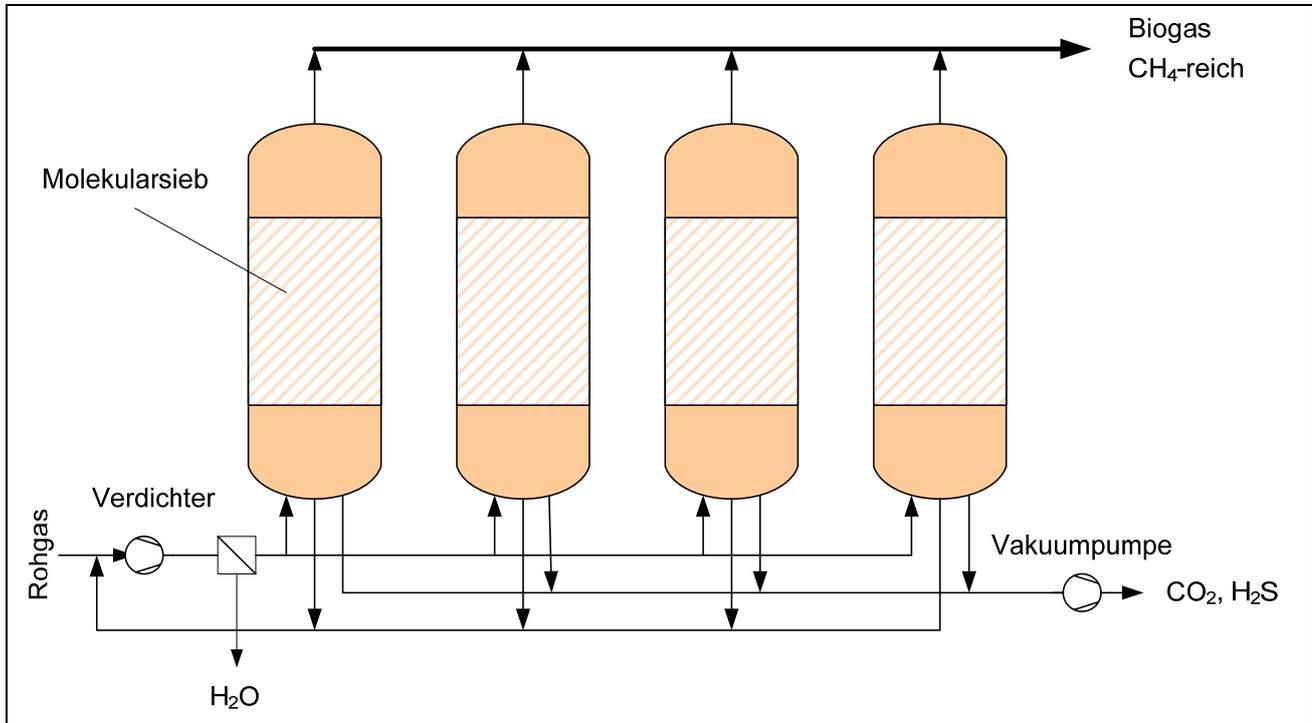


Die Entwicklung im Bereich der Erzeugung und Nutzung von regenerativen Energien hat in den letzten Jahren im erheblichen Maße zugenommen. Speziell in der Biogaserzeugung ist ein deutlicher Aufwärtstrend zu spüren. Den Großteil der Biogasanlagen, die derzeit in Deutschland betrieben werden, bilden landwirtschaftliche Einzelhofanlagen. Bei vielen dieser Biogasanlagen kann die in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) anfallende Wärme aufgrund fehlender Nachfrage am Ort der Biogasgewinnung jedoch nur im geringen Umfang genutzt werden.

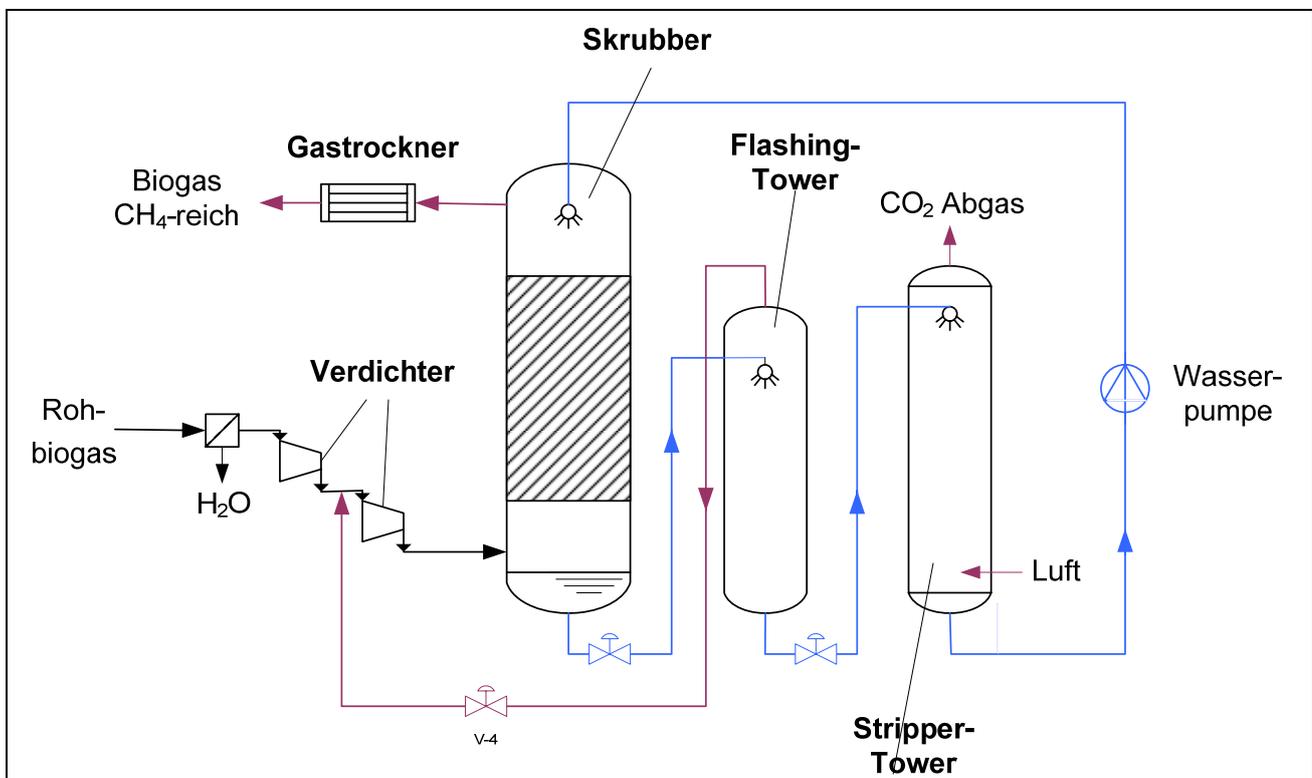
Um eine effiziente Nutzung gewährleisten zu können, stellt die Einspeisung des Biogases ins Erdgasnetz eine interessante Alternative dar. Die Biogaseinspeisung ist dabei an eine Reihe von technischen und rechtlichen Voraussetzungen gebunden. Eine der wichtigsten Voraussetzungen ist dabei die Aufbereitung des energiearmen Biogases auf Erdgasqualität. Diese zusätzliche Maßnahme ist allerdings mit enormen Mehrkosten verbunden, wodurch eine rentable Durchführung dieser Nutzungsmöglichkeit erst ab einer bestimmten Anlagengröße möglich ist. Dies wird im Rahmen dieser Diplomarbeit verdeutlicht.

Zunächst werden in der Arbeit die allgemeinen Grundlagen der Biogaserzeugung sowie die für den Fermentationsprozess nutzbaren Substrate erläutert. Ein erstes Hauptaugenmerk wird auf die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität gelenkt. Hier werden die derzeit gängigen Verfahren vorgestellt und bewertet. Im Anschluss werden dann einige Nutzungsrouten für das aufbereitete Biogas aufgezeigt, wobei ein weiterer Schwerpunkt in der Einspeisung des Produktgases in das Erdgasnetz anhand eines konkreten Beispiels für die Stadtwerke Lünen erfolgt. Neben den technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen wird die für das Lünen Gasnetz maximal möglich einzuspeisende Menge an Biogas ermittelt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse werden dann für eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zwei Anlagengrößen vorgeschlagen (Anlage 1 = $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Rohgasproduktion, Anlage 2 = $1.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Rohgasproduktion). Mit Hilfe der Break-Even-Analyse wird eine Preisuntergrenze für die eingespeiste Energiemenge ermittelt. Da es für die Einspeisung von Biogas noch keine Vergütungssätze gibt, werden im Rahmen dieser Arbeit drei Vergütungsvorschläge getroffen. Bei näherer Betrachtung wird schließlich deutlich, dass bei dem Sprung von Anlage 1 auf Anlage 2 enorme Vorteile für die größere Anlage vorherrschen.

Dies zeigt sich unter anderem auch in der Amortisationszeit der Projekte. Während sich eine Anlage der Größe von $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Rohgasproduktion bei einer Vergütung von 10 cent/kWh nach 15 Jahren amortisiert, rentiert sich eine doppelt so große Anlage bereits nach etwa 9 Jahren.



Verfahrensschema der Druckwechseladsorption



Verfahrensschema der Druckwasserwäsche



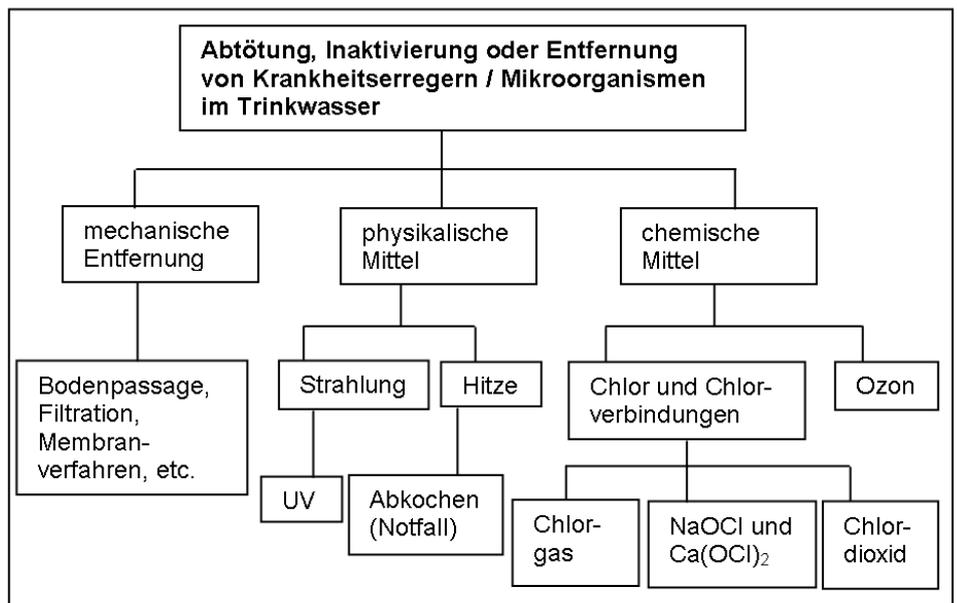
Erstellung eines Leitfadens für die Desinfektion von Trinkwasser sowie Anwendung des Leitfadens an einem Praxisbeispiel

Dipl.-Ing. (FH) Christian Schröder M.Sc.

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christian Becke
 Beisitzer: Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann
 Datum des Kolloquiums: 26. Oktober 2006
 Studiengang: Technisches Management (Master)
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Qualitativ hochwertiges und hygienisch einwandfreies Trinkwasser jederzeit in ausreichender Menge verfügbar zu haben, ist für viele Menschen zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Für die Erreichung dieses Zieles wird jedoch ein großer Aufwand von Wasserversorgungsunternehmen betrieben. Der hygienischen Unbedenklichkeit kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da auf dem Weg über das Wasser eine große Anzahl verschiedener Krankheitserreger übertragen werden kann. Die besondere Bedeutung ist darin begründet, dass im Trinkwasser enthaltene pathogene Keime unter Umständen große Epidemien hervorrufen können. Allerdings sind in der jüngeren Vergangenheit in Deutschland kaum Ausbrüche von Trinkwasserepidemien bekannt geworden. Hauptgrund dafür ist die angepasste, zentrale Trinkwasseraufbereitung in Deutschland, insbesondere der Verfahrensschritt der Desinfektion. Ziel dieser Arbeit war es daher, einen Leitfaden für die Desinfektion von Trinkwasser zu erstellen und diesen an einem Praxisbeispiel anzuwenden. Im Leitfaden sollte der Stand der Technik der Trinkwasserdesinfektion dargestellt werden, unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen und technischen Regelungen. Der Fokus sollte hierbei auf der zentralen Desinfektion im Wasserwerk liegen.



Mögliche Verfahren zur Abtötung, Inaktivierung oder Entfernung von Krankheitserregern/Mikroorganismen im Trinkwasser

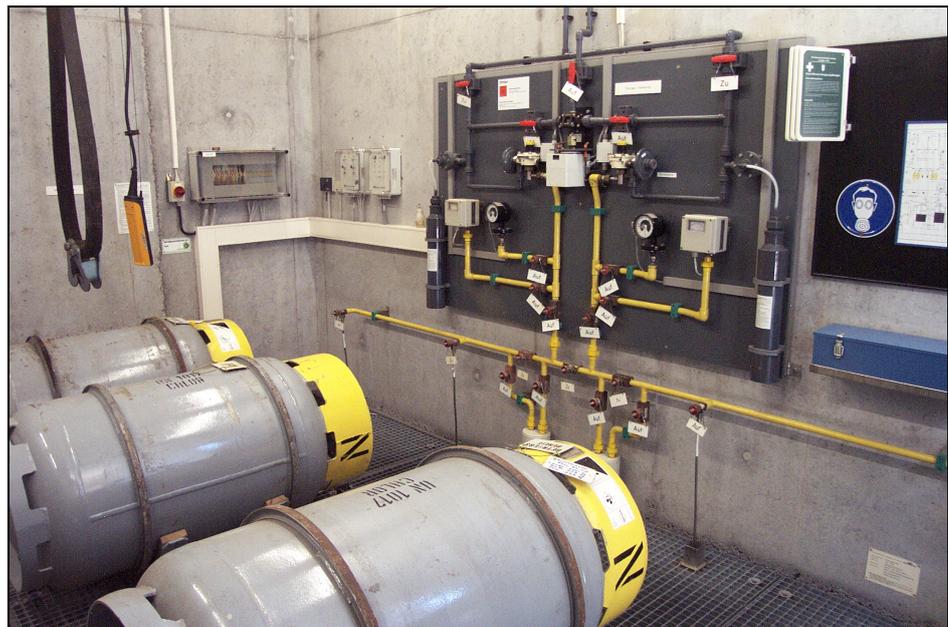
Um die wesentlichen Randbedingungen in Bezug auf die Trinkwasserdesinfektion zu verdeutlichen, wurden in einem ersten Schritt die rechtlichen Grundlagen sowie die Grundlagen der Trinkwasserhygiene dargestellt. Bei der Beschreibung der Desinfektionsverfahren wurden, im Hinblick auf deren Wirksamkeit, zunächst Möglichkeiten der Voraufbereitung betrachtet. Anschließend erfolgte die Darstellung der einzelnen Verfahren zur Desinfektion mit Chlor, Hypochloriten, Chlordioxid, Ozon und UV-Strahlung. Neben den chemischen und physikalischen Grundlagen wurde auch die Verfahrenstechnik und die notwendige Messung und Überwachung der Desinfektion beschrieben. Schließlich wurden die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren aufgeführt und in einer Übersichtsmatrix zusammengefasst.

Über die zentrale Desinfektion im Wasserwerk hinaus wurden Möglichkeiten der Desinfektion von Trinkwasser in Notstands- und Katastrophenfällen sowie in der dritten Welt beschrieben. Auch die Reinigung und Desinfektion von Anlagen und Rohrnetzen wurde in komprimierter Form dargestellt.

Abschließend wurde eine existierende Trinkwasserversorgung anhand des erstellten Leitfadens exemplarisch untersucht und auch bewertet. Durch die Anforderungen des Leitfadens sowie durch die ebenfalls beschriebenen aktuellen Entwicklungen in der Trinkwasseraufbereitung konnten für die untersuchte Wasserversorgung Optimierungsmöglichkeiten ermittelt werden.

Grundsätzlich kann der erstellte Leitfaden für die (zentrale) Desinfektion von Trinkwasser sowohl zur Beurteilung bestehender Anlagen wie auch zur Planung neuer oder zu ändernder Anlagen genutzt werden. Mit Hilfe der Übersichtsmatrix kann eine Vorauswahl für ein Desinfektionsverfahren erfolgen, da die wesentlichen Einsatzbereiche, Wirkungen und relevanten Nebenprodukte beschrieben sind.

Hinsichtlich der Anforderungen an die Trinkwasserdesinfektion werden im Leitfaden die zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen gesetzlichen, technischen und sicherheitstechnischen Regelungen berücksichtigt. Weitere Rahmenbedingungen sind der aktuellen Fachpresse und Literatur entnommen. Werden detaillierte Angaben zu den einzelnen Verfahren benötigt, die nicht im Leitfaden genannt sind, können diese den zitierten Quellen entnommen werden. Regelmäßige Änderungen der gesetzlichen und technischen Regeln sind jedoch zu beachten.



Beispiel für einen Chlorgaslagerraum (Fässer 500 kg)

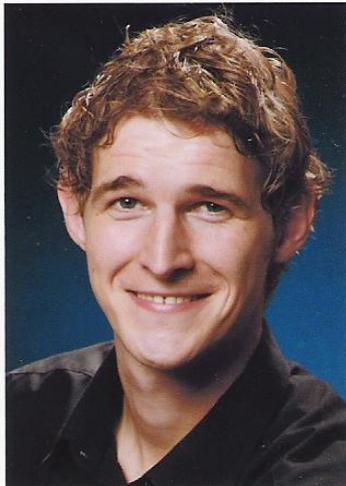


33

Untersuchungen zum Verhalten von Muster-Trübstoffen bei der Schnellfiltration

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Haskamp

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christian Becke |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums: | 26. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |



Die Filtration über Schichten aus körnigem Material wie Quarzsand, Kies oder Anthrazit hat von allen heute angewandten Verfahren zur Trink- und Brauchwasseraufbereitung die größte Bedeutung. Bei nahezu allen Wasseraufbereitungsverfahren spielt die Verfahrenstechnik der Filtration eine wichtige Rolle in der Vor- oder Nachbehandlung.

Für Filtrationsversuche bei der Schnellfiltration steht nicht immer Rohwasser zur Verfügung. Hier muss auf Muster-Trübstoffe zurückgegriffen werden, um praxisnahe Versuche durchführen zu können.

$\text{Fe}(\text{OH})_3$, erzeugt durch Zugabe von FeCl_3 ins Wasser, ist bei praxisnahen Filtrationsversuchen ein häufig eingesetzter Muster-Trübstoff. Die Trübungswerte, die bei $\text{Fe}(\text{OH})_3$ erzielt werden, sind $< 0,1$ FNU und entsprechen somit den Anforderungen aus der Praxis, die Einlaufphase ist sehr kurz. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ führt jedoch zu einer nicht zu beeinflussenden Flockung im Rohwasser. Durch den Flockungsprozess erhält man keine eindeutige Aussage über die Partikelgrößenverteilung im Rohwasser, da die Flockengröße sehr stark variieren kann.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, geeignete Muster-Trübstoffe zur Simulation von Rohwasser zu finden, die ähnlich gute Filtrations- und Spüleigenschaften aufweisen wie FeCl_3 . Diese sollten jedoch genauer auf ihre Partikelgrößenverteilung bei der Schnellfiltration zu untersuchen sein.

Die Versuche zur Trübstoffauswahl wurden als Vorversuche an einem DN 100 Anthrazit-Einschichtfilter durchgeführt, der mit Kieselgur, Ton, Quarzmehl und Ocker beladen wurde. Bei allen Versuchen mussten stationäre Versuchsbedingungen geschaffen werden.

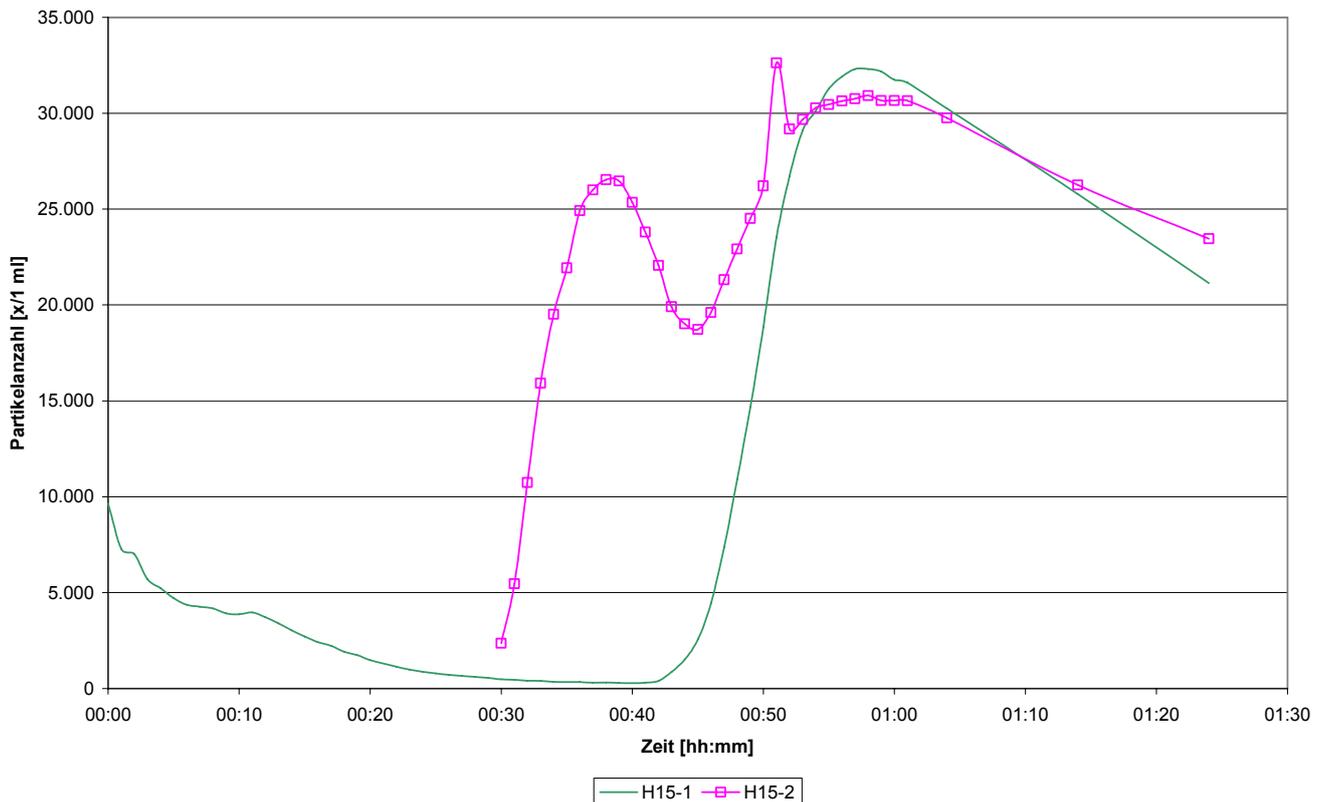
Es stellte sich heraus, dass Kieselgur und Quarzmehl eine zu große Dichte aufweisen, um ausreichend aus dem Filterbett gespült zu werden. Nach dem Spülen beim Filterlauf mit Rohwasser waren noch zu viele Partikel im Filterbett vorhanden. Die Ton-Partikel wurden beim Filterlauf nicht ausreichend vom Filtermaterial zurückgehalten.

Ocker dagegen stellte sich als anwendbarer Muster-Trübstoff bei Filtrations- und Spülversuchen heraus. Die Trübungswerte waren zwar nicht wie gewünscht $< 0,1$ FNU, es ließ sich jedoch eine gute Abbauleistung erkennen.

Nach diesen gewonnenen Erkenntnissen konnten gezielt Versuche durchgeführt werden, bei denen die optimale Dosierung und Filtergeschwindigkeit von Ocker zu ermitteln war.

Diese Versuche wurden an einem DN 400 Zweischichtfilter durchgeführt, der mit Anthrazit 0,80 bis 1,60 mm und Quarzsand 0,63 bis 1,00 mm befüllt war.

Aus diesen Hauptversuchen hat sich ergeben, dass eine Filtergeschwindigkeit von 3,5 m/h und eine Filterbelastung von 15 mg/l die besten Ergebnisse zur Darstellung der Abbauleistung des Schnellfilters liefern.



Übersicht Partikelanzahl; 0,8 bis 2,0 μ m (kumulativ); 15 mg/l; 3,5 m/h (H15-1, H15-2)

Danach wurde die Spülphase detaillierter betrachtet. Bild 1 zeigt die Partikelanzahl, die in Hauptversuch H15 im Filtrat gemessen wurde. H15-1 wurde mit Rohwasser gestartet und nach 30 Minuten wurde die Ocker-Beladung zugeschaltet. Nach 4 Stunden Filterlauf und 5 Minuten Spülphase (entgegen dem üblichen „sauber“ spülen von 15 Minuten) wurden Restpartikel des ersten Filterlaufs im Filtrat von H15-2 nachgewiesen (erster Peak der Kurve H15-2). Im darauf folgenden Kurven-Tal ist der Übergangspunkt zwischen Auswaschen der nach der Spülung zurückgebliebenen Partikel und Beginn der Einlaufphase durch die neu zugeführten Partikel zu erkennen. Im weiteren Verlauf befindet sich ein Messpunkt, der als Messabweichung zu deuten ist. Die darauf folgende Kurvenspitze ist vom zeitlichen Ablauf her identisch mit der Spitze von H15-1.

Die durchgeführten Versuche zeigen, dass Ocker als Muster-Trübstoff eine lange Einlaufphase erzielt und die in der Praxis üblichen Trübungswerte überschreitet. Für die Darstellung der Partikelverteilung ist Ocker jedoch sehr gut geeignet.



34 Entwicklung einer Programmroutine zur zeitnahen Berechnung der pH-Wert-Korrektur bei Mischung der Wässer im Wasserwerk Langenau

Dipl.-Ing. (FH) Wilhelm Brickwedde

| | |
|-----------------------|--|
| Prüfer | Prof. Dr.-Ing. Christian Becke |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums | 26. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Zweckverband Landeswasserversorgung; Stuttgart |



Die Landeswasserversorgung Baden-Württemberg versorgt mit ihren drei Wasserwerken jährlich rund 3 Millionen Einwohner mit insgesamt 90 Millionen Kubikmetern Trinkwasser. Das Wasserwerk Langenau (Bild 1) deckt ca. 70 % der gesamten Jahresabgabe und stellt somit das Hauptwerk dar. Das dort produzierte Trinkwasser setzt sich aus Grundwasser und aufbereitetem Donauwasser zusammen.

Das Wasserwerk Langenau

Im Mischreinwasser am Ende der Aufbereitung ist die Einstellung des pH-Wertes nach Trinkwasserverordnung notwendig. Sie besagt in der aktuellen Fassung, dass das Wasser nicht korrosiv wirken soll und gibt vor, dass die berechnete Calcitlösekapazität am Ausgang des Wasserwerks 5 mg/l nicht überschreiten darf.

Die Einstellung des Sättigungs-pH-Wertes kann im Wasserwerk Langenau sowohl durch die Dosierung von Kalkwasser und/oder von vorentsäuertem Grundwasser erfolgen. Da der Ziel-pH-Wert von den Mischungsanteilen der am Reinwasser herangezogenen verschiedenen Grundwasserressourcen sowie dem aufbereiteten Donauwasser abhängt und darüber hinaus von der Aufbereitung mitgeprägt wird, variiert dieser je nach aktueller Betriebsfahrweise. Momentan wird der Ziel-pH-Wert diskontinuierlich durch das betriebseigene Labor berechnet und dann der Zentralwarte des Betriebs übermittelt, was jedoch unbefriedigend ist. Ziel dieser Arbeit war es daher, eine Programmroutine zur zeitnahen Berechnung der pH-Wert-Korrektur bei Mischung der Reinwässer zu entwickeln. Das Programm soll der Zentralwarte im Wesentlichen den aktuellen Ziel-pH-Wert sowie die erforderliche Zuführungsmenge an vorentsäuertem Grundwasser liefern.

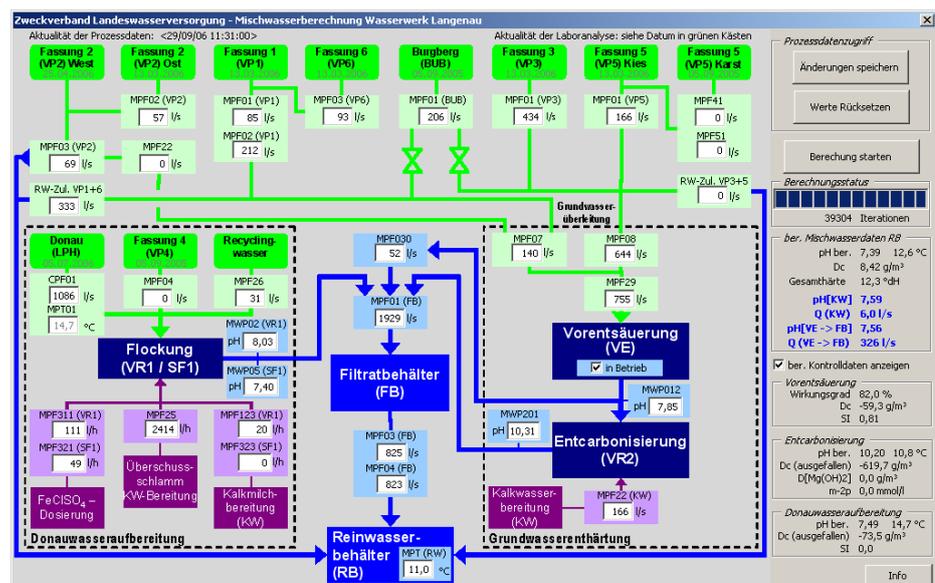
Um den Sättigungs-pH-Wert des Reinwassers ermitteln zu können, müssen umfangreiche Berechnungen zur Wasservermischung und zum „Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht“ (KKG) angestellt werden. Grundlage für letzteres ist die DIN 38404-C 10-R3, die die Grundlagen und Anforderungen an ein entsprechendes Rechenverfahren beschreibt. Auf Basis dieser DIN, der Theorie des KKG (unter Berücksichtigung von chemischen Komplexbildungsreaktionen) sowie der Gleichung für die Mischungsrechnung galt es zunächst, das chemisch-mathematische Gerüst vollständig heraus zu arbeiten und die für den vorliegenden Anwendungsfall notwendigen Analysen- und Prozessdaten darzustellen. Zur Berücksichtigung der Einflüsse der Aufbereitungsstufen des Wasserwerks Langenau auf das KKG musste darüber hinaus die bei diesen Stufen (Vorentsäuerung, Entcarbonisierung, Flockung) ablaufenden chemischen Vorgänge modelliert werden. Mit diesen Vorarbeiten konnte dann in Excel/Visual Basic for Applications eine Programmroutine („WWL-Mix.xls“)

erstellt werden, die die entwickelten Algorithmen als Makrocode enthält und das Wasserwerk Langenau bzgl. der Beeinflussung des Kalk-Kohlensäure-Systems der Wässer vollständig simuliert.



Für die Abarbeitung der Programmroutine unter Berücksichtigung der aktuellen Datensituation wurden weiterhin noch geeignete Schnittstellen für die Prozess- und Analysedaten definiert und der Datenaustausch via zwei Excel-Dateien (Prozessdaten_WWLMix.xls und Analysedaten_WWLMix.xls) realisiert. Damit ist es nun letztendlich möglich, aus den Grundwasserströmen sowie dem Donauwasser unter Berücksichtigung der Aufbereitungsprozesse den Sättigungszustand des Reinwassers zeitnah zu berechnen und die eingangs erwähnten Zieldaten der Zentralwarte „per Knopfdruck“ (siehe Bild 2) zur Verfügung zu stellen.

Wie eine abschließende Validierung zeigte, können mit der erstellten Rechenroutine erstaunlich gute, realistische Ergebnisse erhalten werden, die einer analytischen Überprüfung durch das Labor bisher überraschend genau standgehalten haben. Vor der weiteren Nutzung bzw. endgültigen „Freigabe“ des Programms wird aber dennoch empfohlen, eine Sensitivitätsanalyse sowie eine Langzeitvalidierung parallel zum laufenden Wasserwerksbetrieb durchzuführen.



Die Benutzeroberfläche der Programmroutine



35 **Biologische Stickstoffelimination von Abschlammwasser eines zur Abluftreinigung in der Landwirtschaft eingesetzten Rieselbettreaktors**

Dipl.-Ing. (FH) Simon Tallarek

| | |
|--|---|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke Prof. Dr.-Ing. Stephan Schirz |
| Datum des Kolloquiums | 26. Oktober 2006 |
| Studiengang Studienrichtung Laborbereich | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) Kommunal- und Umwelttechnik Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft |
| In Kooperation mit: | Liutec Labor für innovative Umwelttechnik, Münster |



In Tierhaltungsanlagen müssen in bestimmten Fällen Luftreinigungsanlagen installiert werden, um Geruch und z.T. auch Ammoniak aus der Abluft zu entfernen. Dabei kommen auch biologische Verfahren zur Abluftreinigung wie z.B. Rieselbettreaktoren zum Einsatz.

Bei der Luftreinhaltung von Intensivtierhaltung fallen in den Rieselbettreaktoren täglich erhebliche Mengen Abschlammwasser an. Dieses Abwasser ist so stark mit Stickstoffverbindungen belastet, dass es nicht in die Kanalisation abgeleitet werden kann. Stattdessen muss es wie auch die anfallende Gülle auf den Feldern ausgebracht werden. Um die durch das Abschlammwasser erhöhte Güllemenge zu reduzieren, sind verfahrenstechnische Maßnahmen erforderlich, mit denen ein Teil der Stickstoffverbindungen – hier Nitrit und Nitrat – aus dem Abschlammwasser eliminiert werden kann. Dies so entlastete Abwasser kann im Rieselbettreaktor verbleiben und wieder neu mit Stickstoffverbindungen beladen werden.

Eine effektive Methode zur Nitrit- und Nitrat-Elimination stellt die biologische Denitrifikation mittels Mikroorganismen dar. Hierbei wird Nitrit und Nitrat über verschiedene Zwischenstufen zu elementarem Stickstoff reduziert. Dieser entweicht als unschädliches Gas in die Atmosphäre.

Die Untersuchungen zur biologischen Stickstoffelimination wurden in zwei unterschiedlich arbeitenden Versuchsanlagen durchgeführt. Eine Anlage wurde im Forschungslabor für Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft der Fachhochschule Münster in Steinfurt betrieben. Eine zweite Anlage war direkt in einem landwirtschaftlichen Betrieb mit biologischer Abluftbehandlung in Lingen aufgebaut.

Die Versuchsanlage in Steinfurt arbeitete nach dem Prinzip eines getauchten Festbettreaktors (100 l) mit kontinuierlicher Beschickung. Der getauchte Denitrifikationsfestbettreaktor (850 l) in Lingen wurde im Batch- bzw. später auch im Teilbatchbetrieb gefahren. Wegen des sehr geringen Angebots an Zehrstoffen im Abwasser, musste ein möglichst leicht verwertbarer externer Kohlenstoff zugegeben werden. Nur so war ein ausreichender Stoffwechsel der Mikroorganismen möglich. Als externe Kohlenstoffquelle wurden Essigsäure und Haushaltszucker (Saccharose) gewählt.

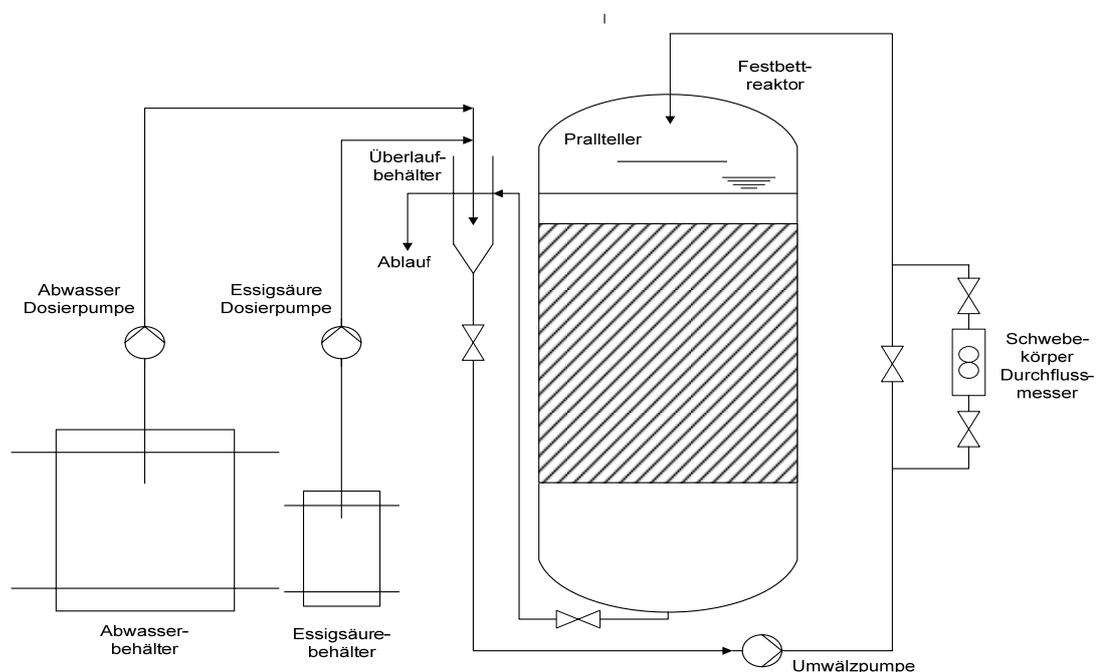
Im Verlauf der Diplomarbeit wurden an beiden Denitrifikationsreaktoren verschiedene Verfahrensvarianten erprobt, um so die Grenzen der Belastbarkeit der Mikroorganismen und mögliche positive und negative Einflüsse auf deren Stoffwechsellvorgänge herauszufinden.

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass mit der Versuchsanlage in Steinfurt unter Einsatz von 4 %iger Essigsäure und einer geringen überstöchiometrischen Dosierung ($\beta = 1,0$ bis $1,2$) Netto-Raumbelastungen von bis zu $1.500 \text{ g NO}_3\text{-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ erreichbar sind. Beim Einsatz von Zucker als Kohlenstoffquelle waren Raumbelastungen bis ca. $900 \text{ g NO}_3\text{-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ möglich.

Der geringere Wirkungsgrad beim Zuckereinsatz kann auf die schlechtere biologische Verfügbarkeit des Kohlenstoffs zurückgeführt werden. Dafür blieb der pH-Wert immer im neutralen Bereich. Dies war bei der Zugabe von Essigsäure nicht immer der Fall, da der pH-Wert je nach Zugabemenge und Abbau-grad sehr deutlich vom Neutralbereich abweichen konnte. Nicht zuletzt stellte eine starke Schaumbildung durch Entgasen von Stickstoff und Kohlendioxid mitunter ein verfahrenstechnisches Problem dar.

Mit der Versuchsanlage in Lingen konnten unter Einsatz von Essigsäure keine signifikanten Abbauleistungen erreicht werden. Durch den Batchbetrieb war der Einfluss der Essigsäure auf den pH-Wert zu stark. Bei Verwendung von Zucker als Kohlenstoffquelle traten dem gegenüber Raumbelastungen bis zu $1.200 \text{ g NO}_3\text{-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ auf. Hier war unter Umständen die relativ lange Vorhaltezeit der Zuckerlösung (wöchentlicher Ansatz) von Vorteil. Es kam bereits im Vorlagebehälter zum Aufschluss (Vorversäuerung) des Zuckers.

Insgesamt haben die Versuche gezeigt, dass eine biologische Denitrifikation von Nitrit- und Nitrat-Stickstoff aus dem Abschlämmwasser eines Rieselbettreaktors mit hohen Abbauraten möglich ist. Selbst hohe Nitratkonzentrationen bis 5.000 mg/l und Ammoniumkonzentration bis 2.000 mg/l störten diesen Prozess nicht. Dennoch waren die Ergebnisse nicht so stabil, dass hieraus eine sichere Bemessung einer großtechnischen Anlage abgeleitet werden kann. Hierzu sind weitere praktische Untersuchungen notwendig.



Verfahrensschema der Versuchsanlage zur Denitrifikation in Steinfurt



36

Dimensionierung von Trinkwasserinstallationen auf Grundlage von EN 806-3 - Ein kritischer Vergleich mit DIN 1988-3 -

Dipl.-Ing. (FH) Ludger Kuper

| | |
|------------------------|--|
| Prüfer: | Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 29. Oktober 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |



Die DIN 1988 beinhaltet bisher die „Technischen Regeln für Trinkwasserinstallationen“ (TRWI) innerhalb von Gebäuden. Im Zuge der europäischen Harmonisierung ist auch für dieses Fachgebiet eine Europeanorm erstellt worden, die die nationalen Normenwerke ablösen soll – die EN 806. Teil 3 dieser Norm behandelt die Dimensionierung von Trinkwasserleitungen und ist als Ersatz für DIN 1988-3 vorgesehen. Er ist im Juli 2006 erschienen und enthält ein neues vereinfachtes Auslegungsverfahren, welches auf einem tabellarischen System beruht. Dieses Verfahren ist jedoch nur für sog. Normal-Installationen zugelassen. Alle anderen Sonderbauten wie Industriegebäude, Krankenhäuser, Hotels usw. werden als Spezial-Installationen bezeichnet. Für die hier notwendige differenzierte Berechnung der Rohrdurchmesser wird in EN 806-3 auf nationale Regelwerke verwiesen. Für Deutschland ist dazu im Anhang die DIN 1988-3 angegeben. Das bedeutet im Klartext, dass in Deutschland die differenzierte Berechnung unverändert wie bisher zu erfolgen hat und die DIN 1988-3 als Ergänzung auch weiterhin bestehen bleibt. Dafür ist nun eine Überarbeitung und Anpassung an die aktuellen Anforderungen geplant.

Gegenstand der Diplomarbeit ist zunächst eine eingehende Analyse der EN 806-3 und der darin enthaltenen vereinfachten Berechnungsmethode, die ausführlich vorgestellt wird.

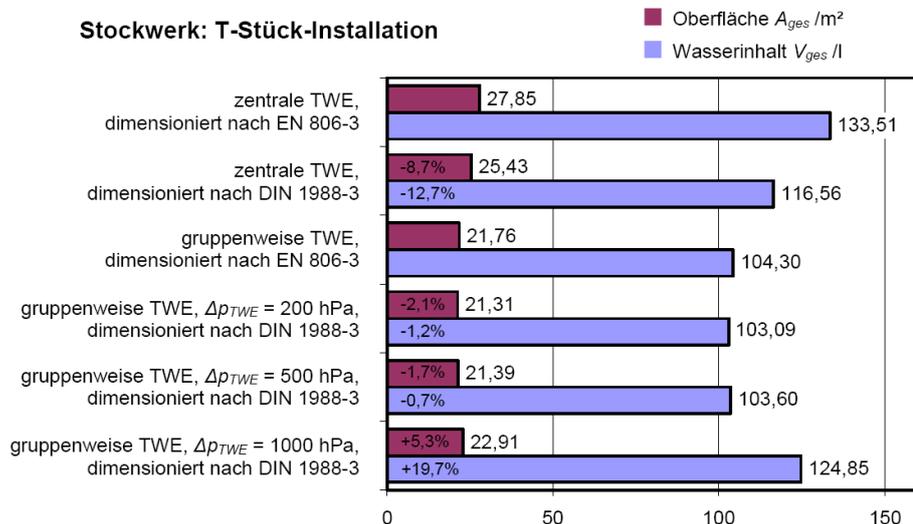
Im Anschluss an die Analyse sowie einer kurzen Zusammenfassung der DIN 1988-3 wird ein Standardwohngebäude definiert und seine Installation nach dem neuen vereinfachten und dem bisherigen differenzierten Verfahren ausgelegt. Darauf aufbauend erfolgt ein Vergleich der so dimensionierten Installationen in Bezug auf die für hygienische Belange charakteristischen Kenngrößen „innere Oberfläche“ und „Wasserinhalt“ des Rohrsystems, um eine Einordnung zu ermöglichen, inwieweit sich das Verfahren auf Hygienefaktoren auswirkt. Es zeigt sich, dass sich bei den betrachteten Kenngrößen durchaus gute Ergebnisse mit dem neuen Verfahren erzielen lassen, die an die der differenzierten Berechnung heran reichen. Gleichzeitig lässt sich aber auch feststellen, dass es maßgeblich darauf ankommt, inwieweit das Gebäude den Annahmen entspricht, auf denen das Verfahren basiert. Insofern ergibt sich eine gewisse „Unberechenbarkeit“, wie die Werte für die innere Oberfläche und den Wasserinhalt ausfallen. Das entspricht zwar nicht dem Streben nach schlanken Netzen. Eine befürchtete überhöhte Gefährdung lässt sich darin allerdings nicht erkennen.

In einer zweiten Untersuchung wurden die Druckverhältnisse in einer Normal-Installation rechnerisch überprüft. Für das Standardwohngebäude wurde dazu eine Druckverlustberechnung mit den Nennweiten nach dem vereinfachten Verfahren durchgeführt und eine Druckbilanz mit allen Druckverlustkomponenten aufgestellt.

Bei einem von der Norm als ausreichend erachteten Versorgungsdruck von $p_{min,V} = 0,3$ MPa soll ein Mindestfließdruck von $p_{min,FL} = 0,1$ MPa herrschen. Rechnerisch steht im betrachteten Beispiel jedoch an vielen Entnahmestellen ein weitaus geringerer Fließdruck zur Verfügung bis hin zum Totalausfall. Daraus resultiert in der Praxis eine eklatante Unterversorgung in weiten Teilen des Netzes, für die der Fachplaner zur Verantwortung gezogen werden kann. Verschärfend wirkt die Tatsache, dass die drohende Unterversorgung im Rahmen der Auslegung nicht auffällt, weil darüber keinerlei Informationen ablesbar sind.

Das Problem beim vereinfachten Berechnungsgang besteht darin, dass der vorhandene Versorgungsdruck und auch Apparatedruckverluste völlig ignoriert werden, da zu keiner Zeit eine Druckbilanz aufgestellt oder auch nur gefordert wird. Die neue Methode liefert Nennweiten, ohne im Geringsten die Druckverhältnisse zu beachten. Dabei sind diese für die Funktionsfähigkeit der Installation und auch der angeschlossenen Geräte von entscheidender Bedeutung. Die Festlegung der Nennweite einer Teilstrecke ist nur von der Art und der Anzahl der versorgten Entnahmestellen abhängig. Die „Berechnung“ erschöpft sich im Nachschlagen in der passenden Tabelle und in der vorhergehenden Überprüfung der einzuhaltenden Anwendungskriterien für dieses Verfahren.

Als Ergebnis bleibt festzustellen, dass der vereinfachte Berechnungsgang der EN 806-3 bei ohnehin engen Anwendungsgrenzen keine „Vereinfachung“ darstellt, da dessen Ergebnisse stets einer ausführlichen Überprüfung bedürfen. Von einer arglosen Anwendung des Verfahrens ohne zusätzliche, externe Kontrolle ist dringend abzuraten, da sonst die Notwendigkeit einer differenzierten Berechnung oder einer Druckerhöhungsanlage auf fahrlässige Weise unentdeckt bleiben könnte. Der Einsatz von einfach gestalteter, moderner Software bedeutet demgegenüber ein enormes Plus an Sicherheit in jeder Hinsicht. Der Zeitaufwand ist dabei insgesamt vergleichbar.



Die EN 806-3 muss aufgrund ihrer Unzulänglichkeiten in Inhalt und Struktur negativ bewertet werden. Sie kann nur ein vom Kompromiss geprägter erster Schritt auf dem Weg zu einer europäischen Auslegungsstrategie für Trinkwasserinstallationen sein. Bis dahin ist in Deutschland die bewährte Trinkwasser- und Hygienephilosophie durch die differenzierte Berechnung gewährleistet. Nun gilt es, diese in einem zweiten Anlauf auch auf europäischer Ebene durchzusetzen und für die Zukunft zu sichern.



37

Planung und Aufbau eines Versuchsstandes für trinkwasserhygienische Untersuchungen in Stockwerksinstallationen

Dipl.-Ing. (FH) Eva Baumeyer
Dipl.-Ing. (FH) Johannes-Hermann Wessels

| | |
|------------------------|---|
| Prüfer: | Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 10.November.2006 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Gebr. Kemper, Olpe Hygieneinstitut der Universität Münster |



Laut § 4 der Trinkwasserverordnung muss Wasser für den menschlichen Gebrauch frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein. Dies gilt als erfüllt, wenn sowohl bei der Wassergewinnung, der Wasseraufbereitung als auch bei der Verteilung die allgemein anerkannten Regeln der Technik, beispielsweise DIN 1988, DIN 50930-6, DIN EN 12502, VDI-Richtlinien 6023 und DVGW-Arbeitsblätter W551 und W553, eingehalten werden und das Wasser für den menschlichen Gebrauch den Anforderungen des § 5, Mikrobiologische Anforderungen, des § 6, Chemische Anforderungen und des § 7, Indikatorparameter, der Trinkwasserverordnung entspricht.

Hygienische und gesundheitliche Anforderungen einer Trinkwasserinstallation stehen vor Komfortansprüchen und Energieeinsparzielen. Eine große Zahl von Trinkwasserentnahmestellen, zusätzlich installierte Apparate und vielfältige Nutzungszwecke ermöglichen allerdings das Auftreten trinkwasserhygienischer Probleme.



Ziel dieser Diplomarbeit war es einen Versuchsstand zur trinkwasserhygienischen Untersuchung in Stockwerksinstallationen zu planen und aufzubauen. Es wurden vier verschiedene Installationen erstellt, die nach Inbetriebnahme hinsichtlich der Temperaturen, der Biofilmbildung und der Trinkwasserhygiene untersucht werden. Bei der Planung und dem Aufbau wurden die derzeitigen Richtlinien und anerkannten Regeln der Technik eingehalten.

Um die einzelnen Stockwerke später hinsichtlich der Trinkwasserqualität und der Temperaturübergänge vergleichen zu können und Aussagen über die bessere Installationsart zu treffen mussten hydraulisch gleiche Bedingungen geschaffen werden. D.h., die einzelnen Steigleitungen mussten schon die gleiche Länge aufweisen. Dies wurde ausgeführt, indem man Schlaufen, die in die einzelnen Stockwerke gelegt wurden, bildete. Somit hatte die Steigleitung der ersten Installation die gleiche Länge wie die in der vierten. In jedem Stockwerk befinden sich Anschlüsse für ein WC, einen Waschtisch, eine Dusche und eine Spüle.

Des Weiteren wurde in jeder Installation vor der letzten Entnahmestelle eine Verschraubung eingesetzt, dies soll die Entnahme von Probestücken des verwendeten Rohrmaterials vereinfachen.

In unterschiedlichen Intervallen werden dann einzelne Rohrstücke entnommen und hinsichtlich der Biofilmbildung untersucht. Um ein bestimmtes Zapfprofil in den einzelnen Stockwerken simulieren zu können wurde, an jeder Entnahmestelle ein Magnetventil installiert.

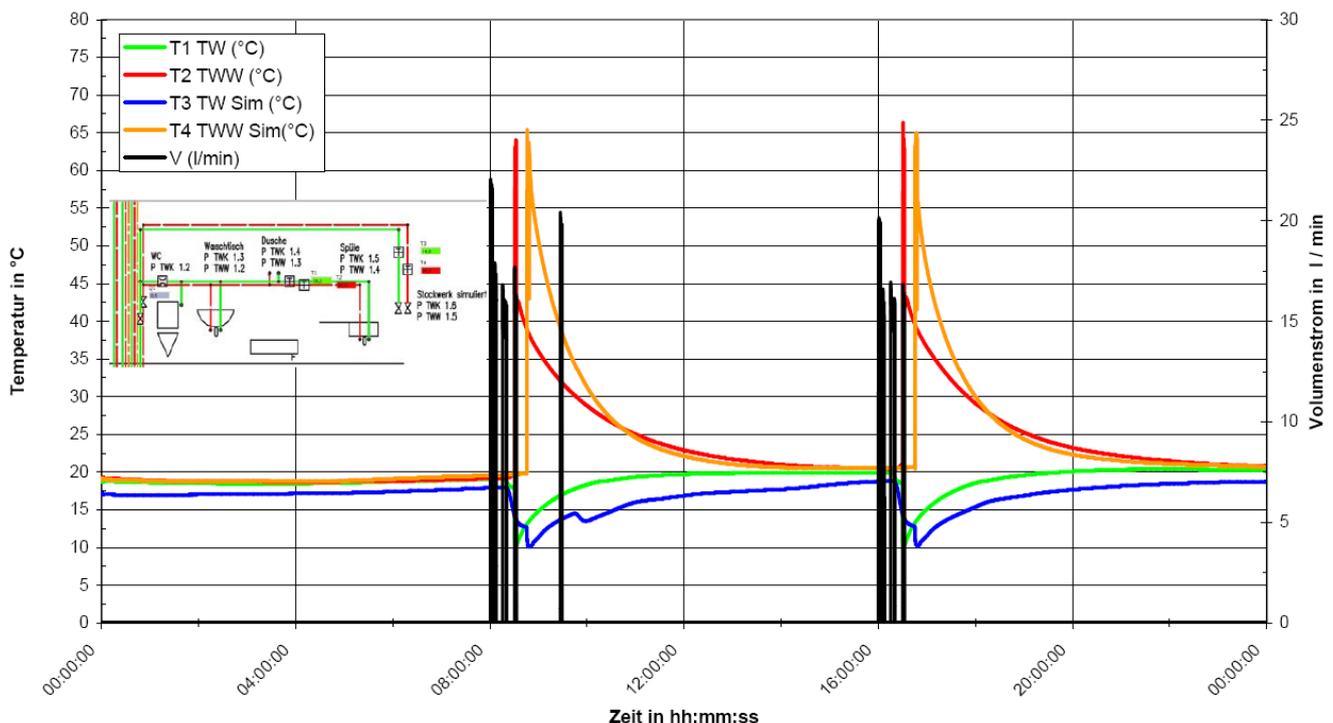
Außerdem wurde bei jeder Stockwerksinstallation ein weiteres Stockwerk simuliert indem die Steigleitung weiter geführt wurde. Am Ende dieser weitergeführten Leitungen wurde jeweils auf der Kalt- und Warmwasserseite ebenfalls ein Magnetventil installiert, damit auch hier eine Entnahme erfolgen kann. Dadurch soll geprüft werden in wie weit die Stockwerksinstallationen mit durchströmt werden. Zur Überprüfung der Volumenströme wurden Volumestrommessgeräte installiert.

Um annähernd realistische Temperaturbedingungen schaffen zu können wurden die einzelnen Stockwerke durch eine Zwischenbeplankung voneinander getrennt. Ebenso wurde der Schacht von den einzelnen Installationen getrennt. Zur genauen Überwachung der Temperatur im Schacht und um die Einwirkung der Schachttemperatur auf die jeweiligen Steigleitungen zu überprüfen wurde auch hier ein Temperaturfühler installiert.

Durch den Einsatz einer SPS lassen sich beliebig viele unterschiedliche Zapfprofile realisieren. Dadurch können entsprechende Betriebsbedingungen simuliert werden.

Messergebnisse und daraus resultierende Empfehlungen zu Installationsarten können zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorgelegt werden, da der Versuchstand erst nach Fertigstellung dieser Arbeit in Betrieb genommen wurde und sich die Messungen über einen längeren Zeitraum erstrecken werden.

Etage 1, 09.01.2007





Strom- & Wärmeversorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung mit einem BHKW in einer Obstkellerei

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Kock

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 13. November 2006 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Energieversorgung & Energiewirtschaft |



Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war es, unter den energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten im Rahmen einer Diplomarbeit den möglichen Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) für die Wärme- und Stromversorgung der Obstkellerei van Nahmen KG in Hamminkeln hin zu untersuchen. Es wurden in dieser Studie diverse Varianten zur Auslegung der BHKW-Anlage betrachtet mit dem Ziel, eine möglichst optimale Wirtschaftlichkeit für den untersuchten Betrieb zu erzielen. Für die umfangreichen Berechnungen dienten die Strom- und Heizölrechnungen des Jahres 2005/06 als Grundlage. Wegen der über das Jahr gesehenen auftretenden hohen Schwankungen des Wärme- und Strombedarfs fiel die Wahl auf ein BHKW-Anlagenkonzept mit Heizöl-Dieselmotorentchnik. Diese ist in der Lage, bei annähernd gleich bleibenden hohen elektrischen Wirkungsgraden diese Schwankungen abzufahren. Die hier vorgesehenen Heizöl-Dieselmotoren sind besonders umweltfreundlich bei maximal möglichem elektrischem Wirkungsgrad. Als wirtschaftlich und betriebstechnisch sinnvollste Anlagengröße wird die 100-kW_{el}-Anlage vorgeschlagen, da sie den gestellten Anforderungen genügt und noch Leistungsreserven besitzt. Die 100-kW_{el}-Anlage besteht aus einem Modul, das in einem schallisolierten Stahlcontainer auf dem Betriebsgelände aufgestellt wird. Auf einen Spitzendampfkessel kann hingegen nicht verzichtet werden. Die hier errechneten Amortisationszeiten sind so gering, dass ein wirtschaftlicher Betrieb einer BHKW-Anlage für die Strom- und Wärmeversorgung der Obstkellerei van Nahmen KG sehr schnell gegeben ist. Zusätzlich wird beim Kraft-Wärme-Kopplungs-Betrieb einer BHKW-Anlage im Vergleich zur derzeitigen konventionellen getrennten Energieversorgung durch Vollstromfremdbezug und Heizöleinkauf für den Betrieb des Dampfkessels die Umwelt entlastet und Energieressourcen geschont. Durch den umweltfreundlichen Kraft-Wärme-Kopplungs-Betrieb mit der BHKW-Anlage lassen sich über 1/3 Brennstoffenergie gegenüber der derzeitigen getrennten Energieversorgung der van Nahmen KG einsparen. Entsprechend groß ist der Beitrag zum Umweltschutz. Beim BHKW lässt sich der CO₂ Ausstoß um 572 t (66%) pro Jahr vermindern. Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland hat auf dem Umweltschutzgipfel in Kyoto die Selbstverpflichtung genannt, im eigenen Lande den CO₂ Ausstoß um 25% senken zu wollen. Der Betrieb der BHKW-Anlage bei der Fa. van Nahmen in Hamminkeln ist der Weg in die richtige Richtung. Blockheizkraftwerke bieten sich als sinnvolle Ergänzung zur Technik der Großkraftwerke an und sind in der Lage, aus Fossilen Brennstoffen mehr zu gewinnen als nur Niedertemperaturwärme. Insgesamt gesehen ist die dezentrale Variante, Kraft-Wärme-Kopplung mittels BHKW, in der Lage, sofort und auch in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Energiebilanz zu leisten und damit ökonomische und ökologische Vorteile zu erreichen. Aus diesen Erkenntnissen heraus sollte die Realisierung einer BHKW-Anlage bei der Fa. van Nahmen KG vorrangig angestrebt werden.

**39 Mikrobiologische in-situ-Sanierung von LCKW-kontaminiertem Boden und Grundwasser****Weiping Sun M.Sc.**

| | |
|-------------------------------|---|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann Prof. Dr.-Ing. Christian Becke |
| Datum des Kolloquiums | 14. November 2006 |
| Studiengang: Laborbereich: | Technisches Management (Master) Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Dr. Weißling Beratende Ingenieure GmbH |

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) wurden in der Vergangenheit zu verschiedenen industriellen Zwecken eingesetzt. Ein Anwendungsgebiet war die Verwendung als Lösungs-, Reinigungs- und Entfettungsmittel. Da die LCKW toxische Eigenschaften aufweisen, stellen sie ein hohes Gefährdungspotential für Boden und Grundwasser dar. Klassische Sanierungsmaßnahmen arbeiten zwar sehr zuverlässig, sind aber zeit- und kostenintensiv. Daher gewinnen Alternativverfahren wie mikrobiologische in-situ Maßnahmen oder „Enhanced Natural Attenuation (ENA)“ immer mehr an Bedeutung. Bei der ENA wird versucht, durch Zugabe von bestimmten Hilfsstoffen (Cosubstraten) eine Optimierung der natürlichen Abbaubedingungen im Untergrund zu erreichen und damit die Abbaugeschwindigkeit zu erhöhen.

Im Bereich eines Chemikalienlagers einer ehemaligen Textilfabrik wurden im Untergrund LCKW gefunden. Bei Einsatz von Standardsanierungsverfahren würde bis zur endgültigen Sanierung ein sehr langer Zeitraum vergehen. Daher wurde versucht, ein mikrobiologisches Sanierungsverfahren einzusetzen.

Hauptziel der Masterarbeit war es, in sogenannten Mikrokosmenstudien geeignete Cosubstrate zur Stimulierung des anaeroben Abbaus von LCKW, speziell den hoch chlorierten Ethenen, zu ermitteln. Bei der Durchführung der Versuche zeigten sich einige problematische Punkte. So erwies sich die Kontrolle und Einstellung des pH-Wertes als kritisch.

Es konnte im Rahmen der Arbeit ein geeignetes Cosubstrat ermittelt werden. Außerdem wurden Vorschläge zur Verbesserung der Mikrokosmen erarbeitet.

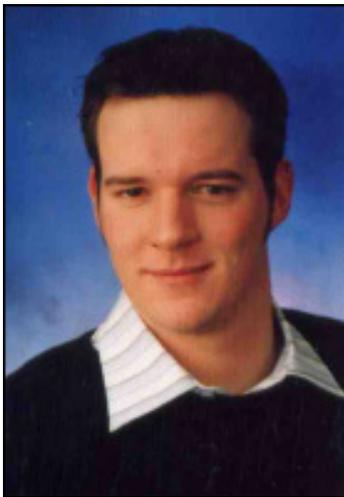


40

Energetische Regelstrategie von Luft-Erdregistern

Dipl.- Ing. (FH) Matthias Klene

| | |
|---|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting Dipl.- Ing. Volker Miklasz |
| Datum des Kolloquiums | 23. November 2006 |
| Studiengang: Studienrichtung: Laborbereich: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) Technische Gebäudeausrüstung Raumluftechnik |
| In Kooperation mit: | agn Paul Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren |

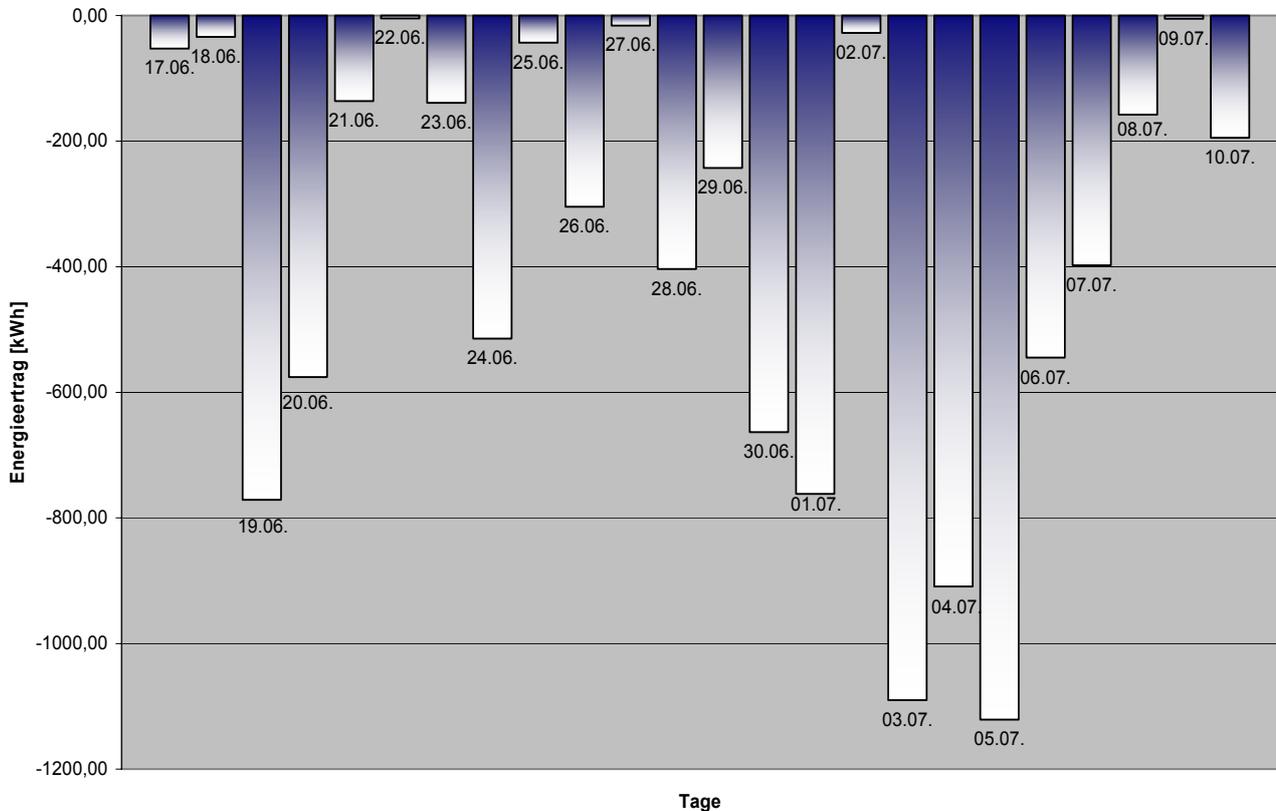


Diese Diplomarbeit bezieht sich auf ein bereits errichtetes Hochschulgebäude der Fachhochschule Osnabrück. Das im Jahr 2004 fertiggestellte Gebäude, welches als Hörsaal- und Seminargebäude genutzt wird, ist mit einer Klimaanlage ausgerüstet. Wesentliche Merkmale der Klimaanlage, die für einen Gesamtvolumenstrom von 32000 m³/h ausgelegt ist, sind, neben den Rotationswärmetauschern und den adiabaten Abluftbefeuchtern, auch ein so genanntes Luft-Erdregister. Dieses Luft- Erdregister dient, bei bestimmten Lufttemperaturen, zur Vorkonditionierung der Außenluft, bevor diese der Klimaanlage zugeführt wird. So kann, beispielsweise durch eine passive Kühlung des Gebäudes im Sommer mit Hilfe des Erdregisters, auf eine elektrische Kälteanlage verzichtet werden.

In dieser Diplomarbeit, mit dem Thema „Energetische Regelstrategie von Luft-Erdregistern“ wird zunächst die verbaute Klimatechnik der Fachhochschule erläutert, um dann im Weiteren auf die spezielle Thematik der passiven Kühlung von Gebäuden durch die Nutzung der erdoberflächennahen Geothermik einzugehen. Die Auswertung der Messdaten für den Bewertungszeitraum vom 17. Juni 2006 bis zum 10. Juli 2006 stellt einen wesentlichen Schwerpunkt der Diplomarbeit dar. So wird neben dem Luft- Erdregister auch die Klimaanlage, in besonderer Weise die Wärmerückgewinnung, unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet.

Das Ziel dieser Arbeit ist, ausgehend von den Ergebnissen dieser Auswertung, neben einer wirtschaftlichen Betrachtung der Referenzanlage, eventuelle regelungstechnische Verbesserungsvorschläge in Hinsicht auf einen energetisch optimierten Betrieb der Anlage zu unterbreiten.

Das Luft-Erdregister der Fachhochschule besteht aus einem Verteil- und einem Sammelkanal aus Stahlbeton und dem eigentlichen Register, bestehend aus 76 PE-HD Rohren. Die Gesamtlänge des Leitungsnetzes beträgt über 3000 m. Über die zirka dreiwöchige Messdauer konnte über das Erdregister eine Gesamtenergiemenge von etwa 9100 kWh erzielt werden. Dabei wurden Temperaturdifferenzen zwischen Lufteintritt und -austritt des Erdregisters von rund 16 Kelvin erzielt. Die erzielten Tageserträge sind auf dem unteren Diagramm dargestellt.



Nach Auswertung der Messdaten aller wesentlichen Bestandteile der Klimaanlage war ersichtlich, dass das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten, auch in Bezug auf den Erdregisterbetrieb, noch nicht optimal aufeinander abgestimmt war. So kommt es beispielsweise während der sommerlichen Kühlung dazu, dass die Außenluft über das Erdregister erst auf Zulufttemperaturniveau abgekühlt wurde und dann im weiteren lufttechnischen Prozess wieder durch die Wärme- bzw. Kälterückgewinnungseinheit der Klimaanlage erwärmt wurde, was absolut unnötig war. Zum Ende der Diplomarbeit konnten dann Vorschläge zur Änderung und Anpassung der Regelungsstrategie gegeben werden, die zum einen zu einer energieeffizienteren Ausbeute der Geothermik führen und zum anderen die Laufzeiten der Kälterückgewinnung minimieren.



41 Entwicklung eines Strategiekonzeptes für die Instandhaltung der Versorgungsnetze innerhalb eines Mehrspartenunternehmens am Beispiel der Stadtwerke Osnabrück AG

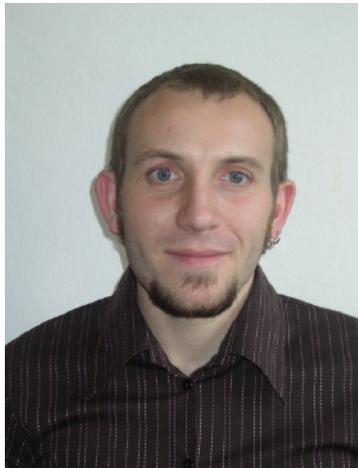
Dipl.-Ing. (FH) Viktor Bader

Prüfer Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke
 Beisitzer: Dipl.-Ing. Stefan Möckesch

Datum des Kolloquiums 24. November 2006

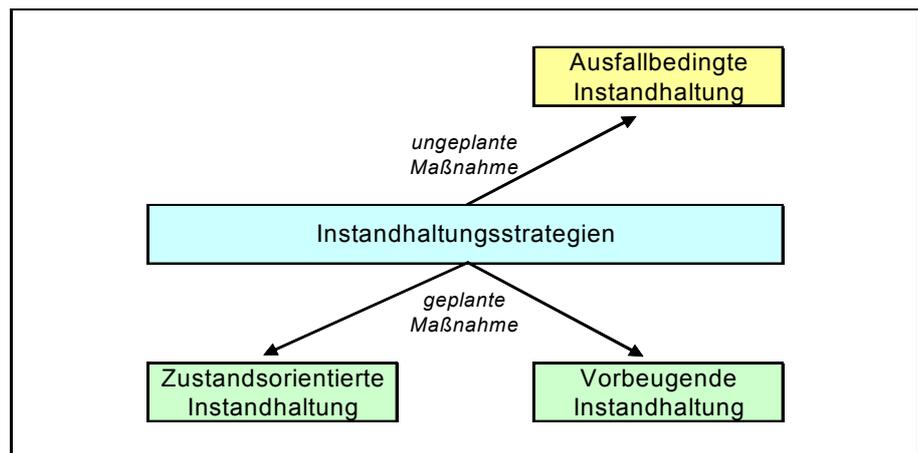
Studiengang Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
 Studienrichtung Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

In Kooperation mit Stadtwerke Osnabrück AG



Versorgungsunternehmen, die seit über 100 Jahren ihre Kunden mit Gas und Trinkwasser beliefern, stehen irgendwann vor der Entscheidung ihre Netze zu sanieren bzw. zu erneuern, um eine größtmögliche Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die Nutzungsdauer aller Rohrmaterialien einschließlich Rohrverbindungen, Umhüllungen und Auskleidungen ist begrenzt und von verschiedenen Einflüssen abhängig. Rohrnetze unterliegen außerdem einem ständigen Verschleiß durch Korrosion, Inkrustation, Versprödung oder Druckstoßbeanspruchung, so dass sich mit fortschreitendem Alter der Zustand aller Rohrleitungen deutlich verschlechtert. Da die Netze das größte Anlagevermögen eines Versorgungsunternehmens darstellen und die Investitionen für die Sanierung ein enormes Ausmaß annehmen können, ist es unabdingbar, für Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen eine sinnvolle Strategie zu entwickeln. Hierbei müssen die Aspekte einer größtmöglichen Versorgungssicherheit im laufenden Betrieb, Vermeidung größerer Versorgungsausfälle und Leitungsschäden und eines vertretbarem Kostenaufwand Rechnung getragen werden. Es lassen sich drei verschiedene Instandhaltungsstrategien unterscheiden.



Instandhaltungsstrategien

Am konkreten Beispiel des Gas- und Wasserversorgungsnetzes der Stadtwerke Osnabrück AG sollte ein entsprechendes Sanierungskonzept zur langfristigen Substanzerhaltung entwickelt werden.

Aus diesem Grund wurde in einem ersten Arbeitsschritt der Ist-Zustand der Versorgungsnetze bezüglich der verwendeten Werkstoffe, dem jeweiligen Alter der Leitungen und der tatsächlichen Belastungszustände aufgenommen. In einem zweiten Schritt schloss sich die Auswertung der vorliegenden Schadensstatistik unter Berücksichtigung der Faktoren Art der Schäden, Häufigkeit und Dauer der Versorgungsunterbrechungen, Erschwernisse bei den Aufgrabungen, Beeinträchtigung der Wasserqualität, Öffentlichkeitswirkung von Rohrschäden und deren Folgekosten an. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass das Gasnetz eine sehr niedrige Schadensrate von nur 0,045 Schäden/km ausweist. Beim Wassernetz liegt die Schadensrate mit 0,144 Schäden/km im mittleren Bereich. An erster Stelle sind in beiden Netzen Schäden der Bereich der Hausanschlüsse zu nennen. Im Gas- / Wassernetz waren dies Schäden an den Gewindeverbindungen (61/20 %), an den Zählern (32/25 %) und an den Absperrarmaturen (7/46 %). Schäden an den Versorgungsleitungen traten überwiegend nur am Wassernetz auf. Als Ursachen sind hier Rohrbrüche (56 %), Korrosion (42 %) und Frostschäden (2 %) zu nennen.

Gasnetzschnäden nach Materialarten

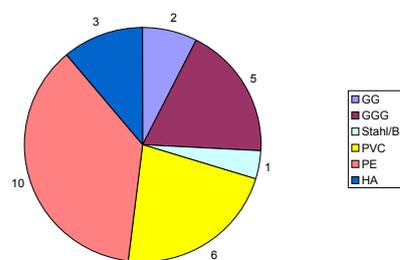


Bild 2: Gasnetzschnäden nach Verlegematerialien 2002-30.06.2006

Wassernetzschnäden nach Materialarten

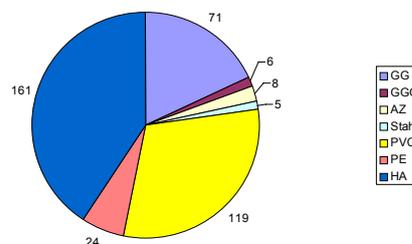


Bild 3: Wassernetzschnäden nach Verlegematerialien 2002-30.06.2006

Wegen der sehr geringen Schadensrate im Gasnetz ist ein detailliertes Strategiekonzept zur Sanierung und Instandhaltung nicht zwingend erforderlich. Aus diesem Grund kann auf statistische Verfahren wie z.B. der technischen Nutzungsdauer zurückgegriffen werden. Beim Wassernetz stellt sich die Situation allerdings etwas anders dar. Hier haben sich örtliche Bereiche mit erhöhter Schadensanfälligkeit z.B. im Bereich der Hausanschlüsse oder vermehrter Korrosion herausgebildet. Bedingt durch das Medium Wasser in Verbindung mit metallischen Werkstoffen ist dies auch nicht verwunderlich. Ein schrittweiser Austausch der Leitungen gegen solche aus korrosionsfesten Werkstoffen ist in diesem Fall angezeigt, soweit dies von der Zunahme der Schadenshäufigkeit und dem Alter der Leitung sinnvoll erscheint. In einzelnen Bereichen ist durch eine andersartige Schaltung der Druckerhöhungspumpen eine Dämpfung schädlicher Druckstöße zu erreichen, um der dort erhöhten Gefahr von Rohrbrüchen entgegenzuwirken.



42 Untersuchung zum Verhalten von Schnellfiltern zur Badewasseraufbereitung bezüglich des Abscheideverhaltens bei Erhöhung der Filtrationsgeschwindigkeit

Dipl.-Ing. (FH) Jessica Simon

| | |
|-----------------------|--|
| Prüfer | Prof. Dr.-Ing. Christian Becke |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums | 29. November 2006 |
| Studiengang | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Ingenieurbüro für Wassertechnik GmbH, Ronnenberg |



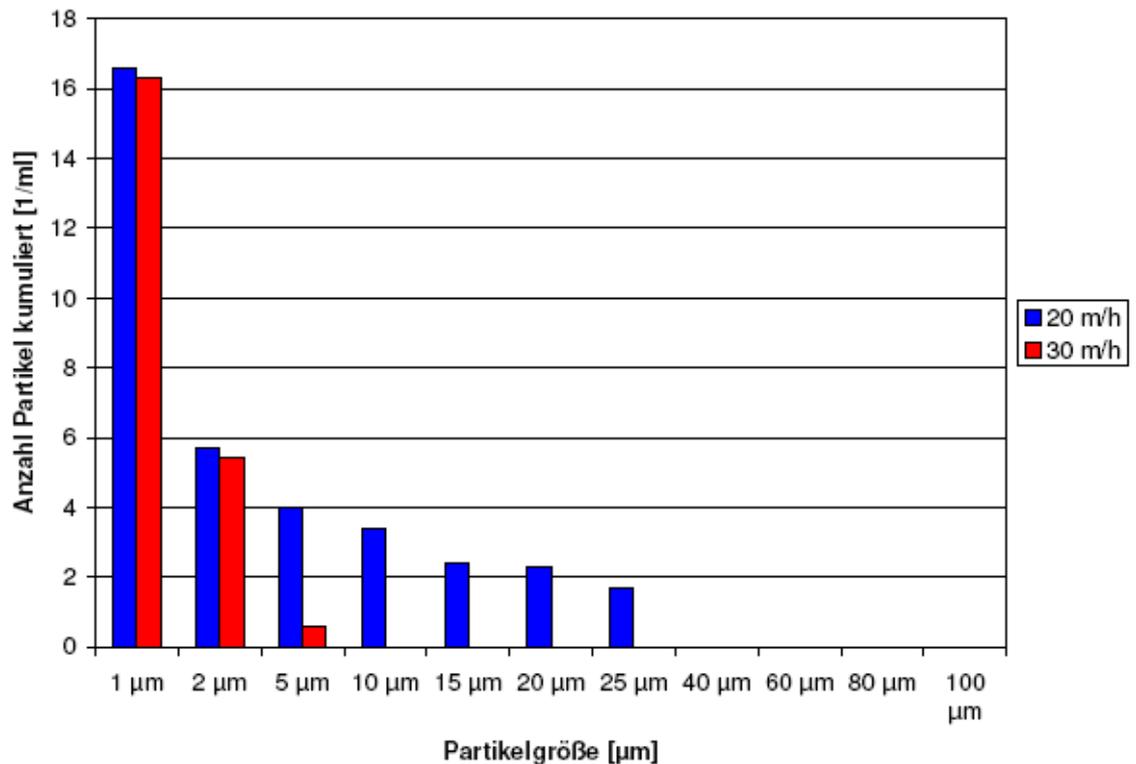
Diese Diplomarbeit wurde in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für Wassertechnik GmbH erstellt.

Die Diplomarbeit befasst sich mit der Filtrationsgeschwindigkeit bei der Filtration von Salzwasser zur Schwimmbadwasseraufbereitung. In der DIN 19643 wird gefordert, die Filtrationsgeschwindigkeit bei der Filtration von Salzwasser von 30 m/h auf 20 m/h abzusenken. Befragungen unter Experten ergaben, dass der Grund hierfür nicht bekannt ist. Es wurde also untersucht, ob diese Maßnahme wirklich notwendig ist. Dafür wurde die Filtrationsleistung bei den unterschiedlichen Filtrationsgeschwindigkeiten mit einem Partikelzählgerät gemessen.

In der Schwimmbadwasseraufbereitung findet die Flockungsfiltration Anwendung. Die abzuschneidenden Partikel sind zu klein, um im Filter abgeschieden zu werden. Deshalb müssen sie sich durch Zugabe eines Flockungsmittels zu größeren Agglomeraten zusammenballen, um eine Größe zu erreichen, die den Filter nicht mehr ungehindert passieren kann. Das Flockungsmittel wird vor dem Filter direkt in die Rohrleitung injiziert. Die Flockung findet dann in der Zuleitung zum Filter, im Überstauraum und im Filter selbst statt. Bei der Flockungsfiltration lassen sich die Vorgänge Flockung und Filtration nicht voneinander trennen. Es muss also immer der Gesamtprozess Flockungsfiltration betrachtet werden.

Da auf diesem Gebiet nur sehr wenig Literatur existiert, mussten zunächst Grundlagen geschaffen werden. Dazu wurden zunächst in Aufbereitungsanlagen für Süßwasser Partikelzählungen vorgenommen. Hier wurden erstmal Erfahrungen gesammelt, um abschätzen zu können, bei welchen Partikelzahlen die Aufbereitung optimal funktioniert und welche Partikelzahlen auf Probleme bei der Aufbereitung hindeuten. Auf der Grundlage dieser Erfahrungen wurden dann Messungen in Aufbereitungsanlagen für Salzwasser vorgenommen. Waren die Ergebnisse gut, wurden Testläufe mit erhöhter Filtrationsgeschwindigkeit gefahren und weiter gemessen. Waren die Ergebnisse nicht zufrieden stellend, wurden die Flockung und die Filtration optimiert. Dazu wurden Tests mit unterschiedlichen Flockungsmitteln gemacht oder Randparameter, wie z. B. die Säurekapazität oder die Reaktionsstrecke des Flockungsmittels verändert.

Das Ergebnis der Tests zeigt, dass die Absenkung der Filtrationsgeschwindigkeit unnötig ist. Ist eine Aufbereitungsanlage gut eingestellt, sind sowohl bei den vorgeschriebenen 20 m/h als auch bei 30 m/h Filtrationsgeschwindigkeit gute Wasserwerte zu erzielen. Es ist kein Unterschied der Ergebnisse bei beiden Filtrationsgeschwindigkeiten feststellbar.



Messergebnisse bei Filtrationsgeschwindigkeiten von 20 m/h und 30 m/h

Voraussetzung für gute Wasserwerte im Filtrat ist aber eine optimale Einstellung sämtlicher Prozessparameter, also die Wahl eines geeigneten Flockungsmittels, die ausreichende Länge der Reaktionsstrecke, ausreichend hohe Säurekapazität von mindestens 0,7 mmol/l, um die Hydrolyse des Flockungsmittels zu gewährleisten, und die Einstellung des pH-Wertes im Flockungsoptimum (im Allgemeinen 6,5 bis 7,0). Sind diese Parameter richtig eingestellt, ist die Filtrationsgeschwindigkeit nicht mehr der ausschlaggebende Faktor für ein gutes Filtrationsergebnis.

Die Versuche zeigen, dass die in der DIN 19643 geforderte Notwendigkeit, die Filtrationsgeschwindigkeit bei der Filtration von Salzwasser abzusenken, nicht durch praktische Erfahrung bestätigt werden kann. Das hätte in der Praxis zur Folge, dass Anlagen zur Aufbereitung von Salzwasser kleiner geplant und ausgeführt werden können. Daraus ergibt sich ein großes Einsparpotential für Anlagenbetreiber und Bauherren.



43 Reduzierung des Energiebedarfs eines Altenheims durch gebäude- und anlagentechnische Veränderungen

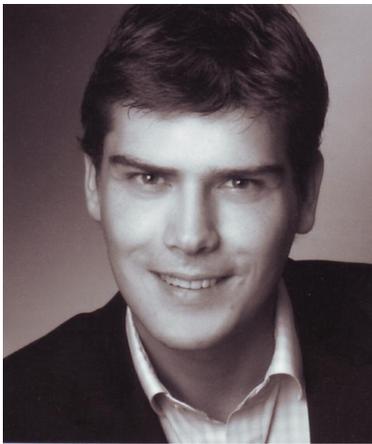
Dipl.-Ing. (FH) Anton Kunzmann

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
 Beisitzer: Dipl.-Ing. (FH) Markus Schröder

Datum des Kolloquiums: 11. Dezember 2006

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

In Kooperation mit: St. Augustinus Altenheim



Das Einsparen von Energie ist die größte umweltpolitische Herausforderung des Jahrhunderts. Da der Großteil des Energiebedarfs in Deutschland durch importierte, fossile Energieträger oder Kernenergie gedeckt wird, bedeutet der hohe Energieeinsatz nicht nur eine erhebliche Umweltbelastung bzw. -gefährdung, sondern auch eine starke politische Abhängigkeit von energieexportierenden Staaten. Ein Drittel der in Deutschland eingesetzten Endenergie entfällt auf die Haushalte wovon 75 % für Raumwärme benötigt werden.

Der Heizenergiebedarf älterer Gebäude spiegelt immer den Umgang mit Energie zur Zeit der Gebäudeerstellung wider, so dass in Zeiten niedriger Energiepreise aus wirtschaftlichen Gründen auf Wärmeschutzkomponenten verzichtet wurde. Heute verursacht dies einen unzeitgemäß hohen Heizenergiebedarf im nichtsaniierten Gebäudebestand, der durch einfache Maßnahmen unter wirtschaftlichen Bedingungen stark reduziert werden kann.

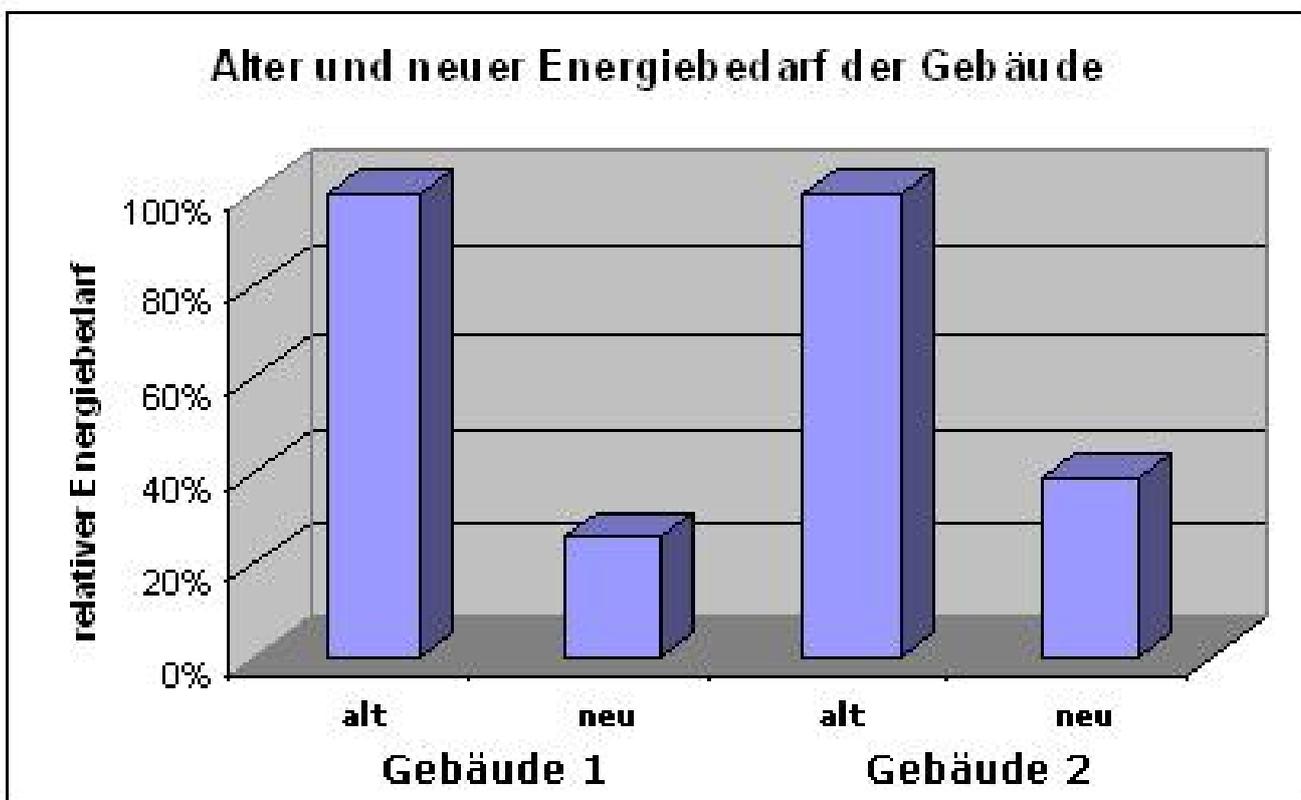
Im Rahmen dieser Arbeit wurden die möglichen gebäude- und anlagentechnischen Veränderungen der Hauptgebäude des Altenheims untersucht und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Einsparungen und Investitionskosten in dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnungen miteinander verglichen. Die Veränderungen, die die stärkste finanzielle Entlastung der Liegenschaft versprechen, wurden abschließend im Maßnahmenkatalog empfohlen.

Gewaltiger Fluss: Vom Energieträger zum Verbraucher

Energieflussbild für Deutschland, in Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten



Allein die bauphysikalischen Veränderungen der Gebäudehülle- das Aufbringen von Wärmedämmung oder der Einbau von Energiesparfenstern - führen zu einer starken Senkung des Heizenergiebedarfs. Die mit Hilfe von thermischen Simulationsprogrammen ermittelten gebäudetechnischen Optimierungen senken den Heizenergiebedarf um 66 %, was während der Lebensdauer der Maßnahmen und unter Berücksichtigung der Investitionskosten nicht nur eine Senkung der Heizkosten um 1,3 Millionen Euro verspricht, sondern durch den gesenkten Erdgasbedarf auch den Ausstoß von 5600 t CO₂ verhindert.



Die energetische Sanierung des Altenheims stellt ein nachahmenswertes Beispiel dar, dass die typischerweise großen Einsparpotenziale im Gebäudebestand ausschöpft und neben dem ökologischen und politischen Aspekt auch eine enorme finanzielle Entlastung der Kirchengemeinde bedeutet.



44

Machbarkeitsstudie zur Erweiterung des Wasserverbundnetzes der Stadt Schwerte um ein Wohngebiet im Ortsteil Geisecke

Dipl.-Ing. (FH) Mathias Kronemann

| | |
|-----------------------|--|
| Prüfer | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Datum des Kolloquiums | 14. Dezember 2006 |
| Studiengang | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich | Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft |
| In Kooperation mit: | Stadtwerke Schwerte GmbH |



Schwerte ist eine Stadt mit rund 50.000 Einwohnern, die sich auf einer Fläche von 56,2 km² verteilen. Die Stadtwerke Schwerte GmbH versorgen über 10.000 Gebäude aus drei Wasserdruckzonen mit Trinkwasser.

Im Schwerter Ortsteil Geisecke sind rund 3.000 Einwohner auf einem rund 4 km² großen Gebiet beheimatet. Die Unnaer Straße teilt Geisecke in Ober- und Unterdorf. Im Oberdorf werden zirka 240 Gebäude von dem rund 3,5 km langen Rohrnetz versorgt.

Das zur Trinkwasserversorgung vom Ortsteil Geisecke benötigte Trinkwasser wird von einer Dortmunder Zubringerleitung übernommen. Durch den durch geodätischen Höhenunterschied, Reibung, Einzelwiderstände und Verbrauch entstehenden Druckverlust in Geisecke-Unterdorf, sinkt der Betriebsdruck am gegenwärtigen Einspeisepunkt zum Oberdorf auf 3,28 bar.

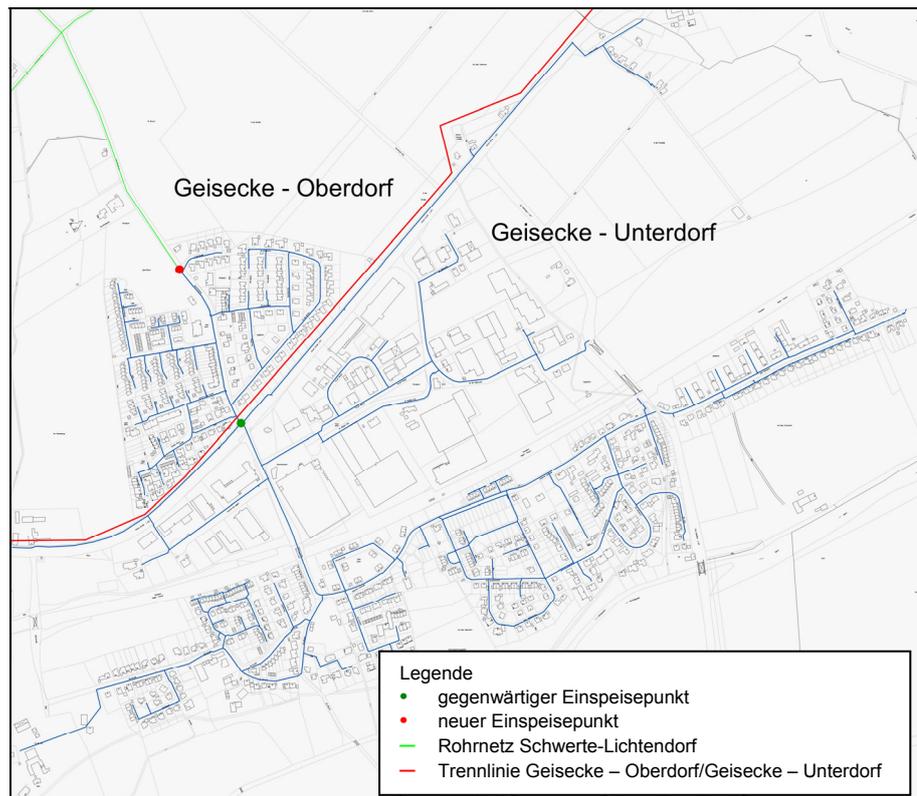
Bei den Gebäuden im Ortsteil Geisecke-Oberdorf mit EG und 1.OG muss nach DVGW W 400-1 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 1: Planung“ ein Versorgungsdruck von mindestens 2,35 bar bereitgestellt werden.

Durch den vorhandenen geodätischen Höhenunterschied von 14 m und die Druckverluste aufgrund von Reibung und Einzelwiderständen im Oberdorf reicht der am Einspeisepunkt zur Verfügung stehende Betriebsdruck nicht aus, um in den höher gelegenen Bereichen (≥ 144 m üNN) zu Spitzenzeiten den notwendigen Versorgungsdruck zur Verfügung zu stellen. Folglich kommt es dort zu Versorgungsengpässen, auf die die Stadtwerke Schwerte GmbH durch Kundenbeschwerden aufmerksam gemacht wurden.

Zur Behebung dieser Versorgungsengpässe will die Stadtwerke Schwerte GmbH eine vorhandene Anbindung des Geisecke-Oberdorfes an das Rohrnetz aus Schwerte-Lichtendorf nutzen. Sie bietet den Vorzug eines höheren Betriebsdruckes von maximal 6,73 bar und bezüglich der geodätischen Höhe, einen höheren Einspeisepunkt.

Das folgende Bild zeigt den gegenwärtigen und neuen Einspeisepunkt sowie die Trennlinie, die Geisecke in Ober- und Unterdorf teilt und einen Teil des Schwerte-Lichtendorfer Rohrnetzes.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollte nun durch praktische Messung und theoretische Berechnung geprüft werden, ob diese neue Anbindung die Versorgungssituation im Oberdorf verbessert aber gleichzeitig keine anderen Problembereiche entstehen lässt.



Rohrnetz Geisecke

In einem ersten Schritt wurde mittels einer vor Ort durchgeführten Volumstrom-, Einspeisedruck- und Druckverlustmessung der Ist-Zustand im Trinkwasserversorgungsnetz Geisecke-Oberdorf aufgenommen. Diese Messungen stellten die Basis für eine Vergleichsrechnung nach DVGW GW 303-1 „Berechnung von Gas- und Wasserrohrnetzen – Teil 1: Hydraulische Grundlagen, Netzmodellierung und Berechnung“ dar. Durch Gegenüberstellung der Ergebnisse der Vorortmessung und der der Vergleichsrechnung konnte eine Anpassung des virtuellen Rohrnetzes an die Realität erreicht werden.

In einer ersten Vergleichsrechnung wurden nun die relevanten Betriebszustände wie Spitzen- und Niedrigbelastung auf der Basis der alten Versorgungssituation simuliert. Dabei stellte sich heraus, dass sich nur bei Verwendung einer relativ geringen Betriebsrauigkeit von $k_2 = 0,1$ mm die tatsächlichen vor Ort gemessenen Druckverhältnisse einstellen.

In dem sich nun anschließenden zweiten Schritt sollte durch Simulation geprüft werden, wie sich das Verteilungsnetz auf der Basis der neuen Einspeisesituation verhält. Dabei musste darauf geachtet werden, dass der Versorgungsdruck bei Spitzenbelastung den für die überwiegend vorhandene Geschosshzahl von 2,35 bar nicht unterschreitet. Außerdem durfte der Betriebsdruck bei Niedrigbelastung 8 bar (PN 10) bzw. 6 bar (Sicherheitsventile der Trinkwassererwärmer) nicht übersteigen.

In dieser Vergleichsrechnung wurden zehn Betriebszustände simuliert. Es zeigte sich, dass die Versorgungsengpässe bei Spitzenbelastung durch den neuen Einspeisepunkt behoben werden konnten. Weiterhin konnte bewiesen werden, dass bei Niedrigbelastung nur bei zentraler Druckminderung im neuen Einspeisepunkt auf 4 bar alle zuvor genannten Bedingungen eingehalten werden können. Sollte der Einspeisedruck unerwartet auf 3 bar sinken, ist die Versorgungssicherheit aber weiterhin gegeben.

45 Kraftwerkstypische Automatisierung einer Durchflussmessstrecke

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Wiescher

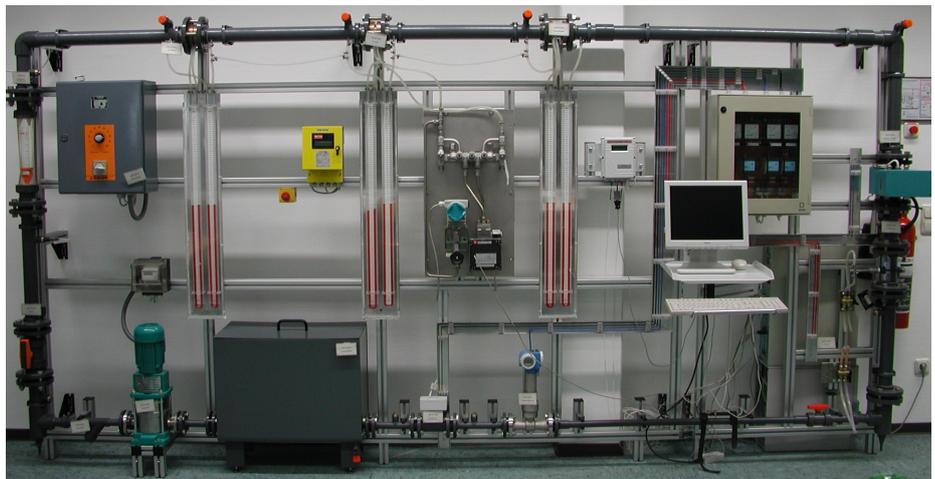
| | |
|---|---|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums | 20. Dezember 2006 |
| Studiengang: Studienrichtung: Laborbereich: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) Technische Gebäudeausrüstung Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| In Kooperation mit: | KRAFTWERKSSCHULE E.V. Essen |

An der KRAFTWERKSSCHULE E.V. in Essen werden Kraftwerker und Kraftwerksmeister aus ganz Deutschland und teilweise aus dem Ausland aus- und weitergebildet. Dabei wird besonders darauf geachtet, dass neben dem theoretischen Unterricht auch praxisnahe Versuche an kraftwerks-typischen Versuchsständen mit den angehenden Kraftwerkern bzw. Kraftwerksmeistern durchgeführt werden.

Einer dieser Versuchsstände ist die so genannte Durchflussmessstrecke, bei der mit Hilfe einer Kreiselpumpe Wasser durch ein ringförmiges Rohrsystem gepumpt wird. In diesem Rohrsystem sind verschiedene Messumformer installiert, die durch verschiedene Messverfahren den Durchfluss in diesem Rohrsystem messen. So soll den Kursteilnehmern gezeigt werden, welche unterschiedlichen Messverfahren es in der Durchflussmesstechnik gibt und was deren Vor- und Nachteile sind.

Bisher wurde dieser Versuchsstand per Hand über einen Schaltschrank bedient, in dem ein Frequenzumformer installiert war, um die Drehzahl der Pumpe zu steuern. Die Messwerte der einzelnen Messungen wurden an den Messumformern selbst bzw. an U-Rohr-Manometern abgelesen, die an einer Normdüse, einer Normblende und einer Normventuridüse angeschlossen sind.

Meine Aufgabe während dieser Diplomarbeit war es, diesen Versuchsstand kraftwerkstypisch zu automatisieren, d.h. ihn mit einer Prozessleittechnik zu versehen und ihn somit von einem „Leitstand“ aus bedien- und beobachtbar zu machen.



Durchflussmessstrecke im Labor der KWS

Ein Prozessleitsystem dient zum Führen einer verfahrenstechnischen Anlage. Es besteht typischerweise aus prozessnahen Komponenten und Bedien- und Beobachtungsstationen.

Die prozessnahen Komponenten sind in Schaltschränken, die sich in Schalt-räumen befinden, eingebaut. Sie erledigen die eigentlichen Steuerungs- und Regelungsaufgaben und sind mit den Sensoren (z.B. Temperatursensoren) und Aktoren (z.B. Pumpen) im Kraftwerk verbunden.

Die Bedien- und Beobachtungsstationen dienen zur Visualisierung der verfahrenstechnischen Anlage und befinden sich in der Schaltwarte des Kraftwerks, die ständig von Anlagenfahrern besetzt ist.

Dieser kraftwerkstypische Aufbau wurde auch am Versuchsstand der Kraftwerksschule realisiert.

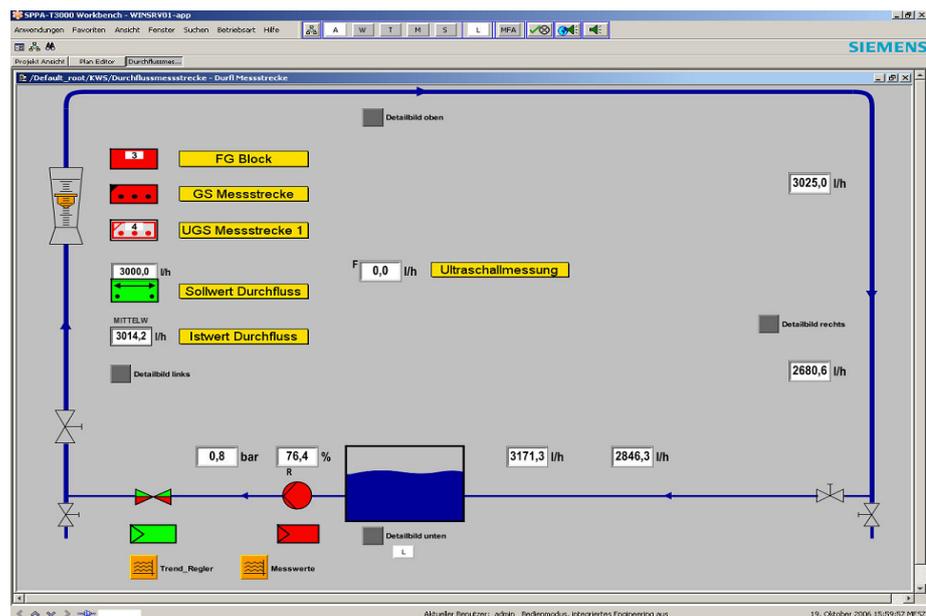
In der Planungsphase wurde sich hier für das Prozessleitsystem SPPA-T3000 der Firma Siemens entschieden, da dies speziell für den Einsatz im Kraftwerk entwickelt wurde und somit den neusten Stand der Technik im Bezug auf Kraftwerksleittechnik darstellt. Dies kann nun auch den angehenden Kraftwerkern und Kraftwerksmeistern im Unterricht an der KWS vermittelt werden.

Auch die Programmierung und Visualisierung der Anlage in SPPA-T3000 sollte einen kraftwerkstypischen Aufbau aufweisen. Als Hauptprogramm wurde eine Durchflussregelung programmiert, die den Durchfluss in der Anlage in 2 Schritten regelt:

- Drosselregelung bis zu einer Regeldifferenz $< 5\%$ (bei konstanter Pumpendrehzahl)
- Drehzahlregelung bis zu einer Regeldifferenz $< 0,5\%$

Diese Regelung ist, wie im Kraftwerk üblich, über eine Untergruppensteuerung realisiert, die den Ablauf dieser Regelung steuert. Übergeordnet wurde ein kleines Blockleitprogramm programmiert, das das An- und Abfahren der gesamten Anlage steuert.

Das Bedienen und Beobachten der Anlage ist über folgendes Übersichtsbild möglich, aus dem auch diverse Trendbilder zu erreichen sind:



Übersichtsbild der Messstrecke in SPPA-T3000



46 Theoretische Betrachtung der Realisierung eines Kälteringes an der TU Berlin

Dipl.-Ing. (FH) Jens Neuber

| | |
|---|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting Dipl.-Ing. Reinhard Leugers |
| Datum des Kolloquiums | 21. Dezember 2006 |
| Studiengang: Studienrichtung: Laborbereich: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) Technische Gebäudeausrüstung Raumluftechnik |
| In Kooperation mit: | TU Berlin |



In der Diplomarbeit wurde theoretisch betrachtet, wie die sechs Gebäude (siehe Abbildung) auf dem Nordgelände der Technischen Universität Berlin, optimal mit ihren Kälteerzeugern und Kältenutzern verbunden werden könnten.

Das primäre Ziel war dabei festzustellen, ob die drei vorhandenen Kältezentralen ausreichend dimensioniert sind um eine Gesamtversorgung des Nordgeländes der TU Berlin sicherzustellen. Die Kältezentralen versorgen zurzeit jeweils nur ein Gebäude. Drei weitere Gebäude auf dem Nordgelände sind derzeit noch nicht mit eigener Kälteversorgung ausgestattet. Um nun nicht alle Gebäude mit einer autark arbeitenden Kältezentrale auszustatten, ist eine neue Verteilung der vorhandenen Leistungen mit Hilfe eines Kälteringes erdacht worden. Der Kältering soll mit einer Vorlaufleitung und einer Rücklaufleitung alle sechs Gebäude miteinander verbinden.

Um eine Lösung mit einem Kältering realisieren zu können, musste als erstes die vorhandene Infrastruktur untersucht werden. Das Ergebnis der Untersuchung ergab, dass die bereits produzierte Leistung der vorhandenen Anlagen die Versorgung des gesamten Nordgeländes problemlos sicherstellen könnte. Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung ergab, dass die vorhandenen Kältemaschinen sich teilweise erheblich in ihren Leistungszahlen unterscheiden. Zwei Kältezentralen verfügen über ältere Kälteanlagen die nur geringe Leistungszahlen aufweisen, und eine Kältezentrale arbeitet mit ihren Maschinen dagegen besonders im Teillastbetrieb mit besonders guten Leistungszahlen.

Als nächster Schritt wurde in der Arbeit die Ringrohrleitungen bestimmt, die benötigt würden, um eine Versorgung der bisher noch nicht versorgten Gebäude sicherzustellen und eine Verbesserung der Verteilung zu ermöglichen. Als Ansatzpunkt zur Bestimmung des Rohrdurchmessers wurde die produzierte Überschussleistung der bereits versorgten Gebäude zu Grunde gelegt. Mit dem so ermittelten Rohr kann sichergestellt werden, dass die Versorgung aller Gebäude erreicht wird und dass sich ein optimales Verteilungsverhalten einstellen würde.

Anschließend zur Dimensionierung der Rohrleitung für den Ring wurde die mögliche Neuerteilung der erzeugenden Leistung betrachtet. Ein besonderes Augenmerk bei dieser Betrachtung lag dabei auf den modernen Anlagen die besonders im Teillastbetrieb gute Leistungszahlen aufweisen. Die modernen Kältemaschinen sollen nicht nur ihr angeschlossenen Gebäude versorgen, sondern auch die anderen bereits versorgten Gebäude, im Fall der geringer Lastfälle.



Das Ergebnis der neuen Verteilung ist so angedacht, dass die Kälteerzeuger mit den besten Leistungszahlen zuerst die Versorgung des Nordgeländes übernehmen und anschließend entsprechend ihrer Leistungszahlen die anderen Kältemaschinen zugeschaltet würden.

Ein weiterer bearbeiteter Punkt bei der theoretischen Betrachtung war die Anbindung der Kälteerzeuger und Kälteverbraucher an die erdachte Ringleitung. Wie von der TU Berlin erwünscht wurde eine Anbindung mit Hilfe von Wärmeübertragen gefunden.

Des Weiteren wurden die Parameter für die Apparaturen der Ringleitung in der Diplomarbeit berechnet. Berechnet wurden die Parameter für den Pufferspeicher, die benötigten Pumpen sowie das Massenausdehnungsgefäß.

Ein besonders zu berücksichtigen Punkt der Untersuchung war die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Umstrukturierung der Verteilung. Um die Wirtschaftlichkeit überprüfen zu können wurde zum einen die mögliche Energieersparnis durch die neue Verteilung betrachtet. Die neue Verteilung kann, bis zu einer benötigten Leistung von fünfzig Prozent, eine Reduzierung der elektrischen Leistungsaufnahme um mehr als zehn Prozent aufweisen.

Des Weiteren wurden die Kosten für eine Installation von neuen Kälteanlagen in den bisher noch nicht versorgten Gebäuden und den Kosten für die Installation und den apparativen Aufwand für die Verteilung mit einem Kältering verglichen. Diese Analyse wurde nicht bis ins Detail durchgeführt, weil sich relativ schnell erkennen ließ, dass die Kosten für neue Anlagen höher liegen würden als die Kosten für den Kältering.

Als Ergebnis der Untersuchung über eine Verteilung mit Hilfe eines Kälteringes können folgende Punkte festgehalten werden:

- Erhöhung der Ausfallsicherheit
- Energieersparnis
- Ökologisch sinnvoll
- Optimierte Betriebsweise der einzelnen Anlagen
- Wirtschaftlichkeit durch Nutzung bestehender Infrastruktur

Die Erhöhung der Ausfallsicherheit beruht darauf, dass die Versorgung einzelner Gebäude bei Ausfall einzelner Anlagen oder Anlagenteilen mit Hilfe eines Kaltwassersatzes von den anderen Gebäuden aufgebracht würde. Des Weiteren fällt durch die neue Verteilung, eine ständige Taktung der Verdichter und Rückkühler bei Lastschwankungen größtenteils weg, was förderlich für die Lebensdauer der einzelnen Kältemaschinen ist.

Die Energieersparnis beruht darauf, dass die günstigen Teillastbetriebsweisen der moderneren Kältemaschinen optimaler ausgenutzt würden. Aufgrund der Energieersparnisse der neuen Verteilung und des Wegfalls notwendiger großer Energieverbraucher in den noch nicht angeschlossenen Gebäuden ist die Lösung ökologisch sinnvoll.

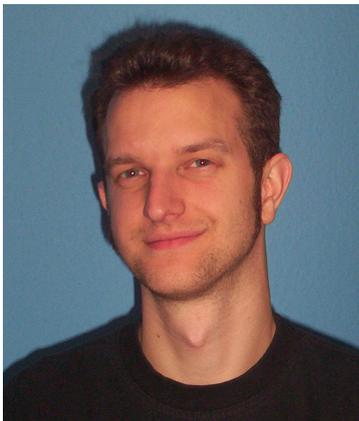
Die Anlagen würden optimiert betrieben und verbessern so das Betriebsverhalten des gesamten Verbundes. Wirtschaftlich wird die Verteilung mit Hilfe eines Kälteringes deswegen, weil sich eine Energieersparnis aufzeigen würde und die Kosten für die Installation gegenüber der Neuanschaffung von neuen Anlagen günstiger wären.



47 Untersuchung von zwei typischen Wohngebäuden mittels eines Gebäudesimulationsprogramms zur Ermittlung der Optimierungsmöglichkeiten und ihrer jeweiligen Potentiale

Dipl.-Ing. (FH) Christian Barfuß M.Eng.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Datum des Kolloquiums | 03. Januar 2007 |
| Studiengang: Laborbereich: | Technisches Management (Master) Raumluftechnik |



Durch die immer knapper werdenden Ressourcen an Energieträgern gewinnt das Thema Energieeinsparung immer mehr an Bedeutung. Gerade im Gebäudebereich ergeben sich große Potentiale und Möglichkeiten den Energieverbrauch zu verringern.

Die Gebäudemodernisierung von Wohngebäuden spielt hierbei eine wesentliche Rolle, da ca. 75 % der gesamten Wohnbebauung Altbauten sind. Durch eine energetische Sanierung lässt sich der Energieverbrauch erheblich verringern.

Ziel dieser Arbeit war aufzuzeigen, welche Potentiale ausgewählte Modernisierungsmaßnahmen besitzen. Dabei war zu betrachten wie viel Energie und wie viel Kosten eingespart werden können, und ob die Sanierung für den Eigentümer wirtschaftlich ist.

Beispielhaft wurden zur Ermittlung der Potentiale zwei typische Einfamilienhäuser aus den 1960er und 1970er Jahren ausgewählt. Zur Ermittlung der Verbrauchswerte der Gebäude kam ein Gebäudesimulationsprogramm zum Einsatz. Mit diesem Programm ist man in der Lage ein Gebäude zu konstruieren, mit bauphysikalischen und technischen Werten zu belasten und den Energieverbrauch zu berechnen.

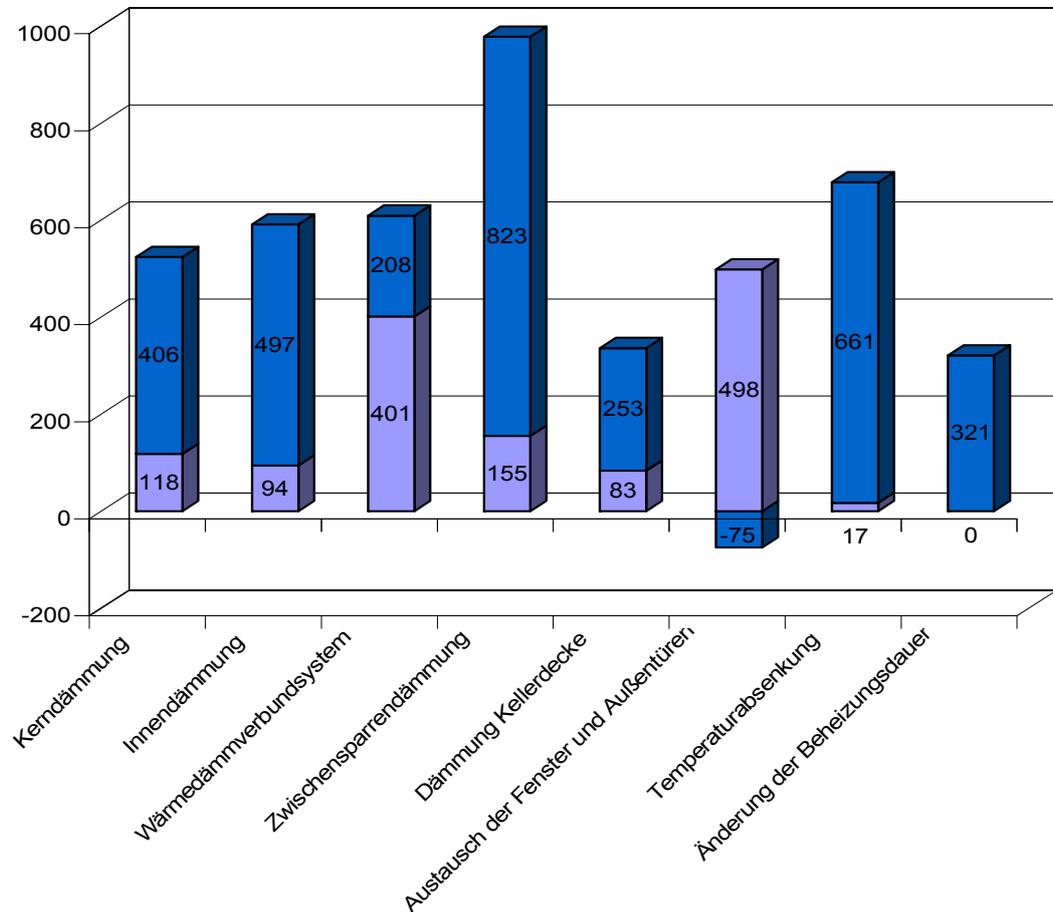
Die Gebäudetypen wurden, auf Grundlage von Konstruktionsplänen, mit dem Programm nachgebildet und deren Öl bzw. Gasverbrauch berechnet (Ist-Zustand).

Im Weiteren galt es geeignete Modernisierungsmaßnahmen auszuwählen. Zu Unterscheiden waren dabei bautechnische Maßnahmen, z.B. zusätzliche Isolierung der Außenwände durch ein Wärmedämmverbundsystem, und nutzungsbedingte Maßnahmen, z.B. Verringerung der Raumtemperatur.

Mit dem Simulationsprogramm wurde eine virtuelle Modernisierung der Gebäude durchgeführt. Eine Sanierungsmaßnahme wurde durch Veränderungen am konstruierten Modell simuliert. Bei der zusätzlichen Dämmung der Außenwände wurde die Außenwandkonstruktion um die Isolierschicht ergänzt und so die Dämmwirkung erhöht. In dieser Arbeit wurde jede Maßnahme einzeln betrachtet.

Der Verbrauch der Gebäude wurde nach Implementierung jeder Maßnahme neu bestimmt, wodurch es möglich war die Einsparpotentiale zu ermitteln.

Um im abschließenden Schritt festzulegen, ob die durchgeführte Modernisierung wirtschaftlich umsetzbar ist, wurden die Energieeinsparungskosten den Investitionskosten gegenüber gestellt.



Darstellung der Jahresfestkosten und der Jahresgewinne bzw. -verluste in €/a für den Gebäudetyp „Satteldach“ bei Durchführung der jeweiligen Modernisierungsmaßnahme.

Durch Addition der beiden Werte erhält man Energieeinsparkosten.

Mit den Ergebnissen des Gebäudesimulationsprogramms lassen sich Schwächen einer Konstruktion aufzeigen und Optimierungspotentiale erkennen. Weiterhin können Varianten der energetischen Modernisierung getestet werden, um ermitteln zu können, welche Maßnahmen den größten Nutzen bringen.



48

Entwicklung eines integralen Energiekonzeptes für die Fa. Franz Kaldewei GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. (FH) Oliver Schlering M.Sc.

Prüfer
Beisitzer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums

09. Januar 2007

Studiengang:
Laborbereich

Technisches Management (Master)
Raumluftechnik

In Kooperation mit:

Schlering GmbH; Ingenieurbüro Nordhorn



Die Masterarbeit befasste sich mit dem Thema Energieeinsparung und der Optimierung der bestehenden Anlagentechnik. Steigende Energiekosten und ein wachsendes Bewusstsein für nachhaltiges Wirtschaften regen auch große Unternehmen zum Umdenken an. Schließlich machen sich Energiesparmaßnahmen in Form von geringeren Betriebskosten besonders bei Großkonzernen deutlich bemerkbar.

In der Erkenntnis, dass Naturwissenschaft und Technik wesentliche Gestaltungsfaktoren für das moderne Leben und die Gesellschaft in Gegenwart und Zukunft darstellen, muss auf Energieeinsparung speziell im Bereich der Heizungs- und Klimatechnik großes Augenmerk gelegt werden. Energieeinsparung ist eines der wichtigsten Themen der Zukunft und gerade für einen Ingenieur ein an Bedeutung immer mehr zunehmendes Aufgabengebiet.

Aufgrund der technischen Weiterentwicklung seit dem Bau der Produktionshallen der Fa. Kaldewei stellte sich die Frage, in wie fern es möglich ist, die Energieverluste durch die Energienutzung bzw. den Energieverbrauch in den Gebäuden zu reduzieren und welche Optimierungsmöglichkeiten angewendet werden können, um damit die Energiekosten zu senken.

Das bedeutet, durch einen möglichst geringen finanziellen Aufwand einen hohen Grad an Energieeinsparung zu erreichen. Eine kontinuierliche kommunale Kontrolle hilft dabei, Gebäude mit hohem Energieverbrauch auszumachen. Produktionshallen und Bürogebäude weisen häufig einen hohen Energieverbrauch auf. Kennzeichnend ist ein hoher Heizwärme- und Stromverbrauch während der Nutzungszeiten in Verbindung mit Wärmeverlusten durch Lüftung und Abgasanlagen.

Die Masterarbeit widmete sich dem Thema am konkreten Beispiel einer produzierenden Firma und zeigt in einer Energiestudie Energieeinsparmöglichkeiten in allen Bereichen der technischen Gebäudeausrüstung auf. Die versorgungstechnische Seite des Unternehmens wurde auf den Prüfstein gestellt, Möglichkeiten der Energie- und Kosteneinsparung wurden aufgezeigt.



Trotz der bereits in den Jahren 2004-2006 durchgeführten Maßnahmen (siehe gesunkener Gasverbrauch im Diagramm) ist das Potential für weitere Einsparmöglichkeiten vorhanden. Jedoch unterteilen sich diese in wirtschaftlich lohnenswerte Maßnahmen und eher unrentable Maßnahmen. Die wirtschaftlichste Maßnahme ist die weitere Anschaffung einer dritten Abgaswärmerückgewinnung an Trockenofen 8. Hierzu ist ein Umbau in der Heizzentrale erforderlich, der die hydraulischen Anlagenprobleme beseitigt. Nach den erkennbaren ersten Erfolgen durch die Dämmmaßnahmen an den Heizbecken 10 und 11 sollten nun die restlichen Heizbecken isoliert werden (Verringerung der Auskühlverluste).

Im Zuge dieser Maßnahme würden auch die Punkte „Bedarfsabhängige Drehzahlregelung der Pumpen“ und „Nachisolierung von Rohrteilen“ mit ausgeführt werden. Nach Umsetzung vorgenannter Maßnahmen kann dann noch der Einbau eines „Blockheizkraftwerks“ mit einer garantierten Laufzeit von ca. 5.400 Betriebsstunden pro Jahr interessant werden.

Seit dem Jahr 2004 wurden durch die Vorabmaßnahmen insgesamt Energiekosten von ca. 70.000 € eingespart. Durch Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann dieser Betrag auf weit über 100.000 € ansteigen und somit der Gasverbrauch der Heizzentrale auf ein Minimum reduziert werden. Diese Masterarbeit erzielte somit Resultate, die bei Beginn der Arbeit nicht im Entferntesten für möglich gehalten wurden. Die bis dahin vertrauensvolle Zusammenarbeit der vorgenannten Firmen wurde somit weiter vertieft und ausgebaut.



49

Optimierung eines ventilatorunterstützten Bodenkonvektors für hohe kalorische Leistungen

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Bembom

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
 Beisitzer:

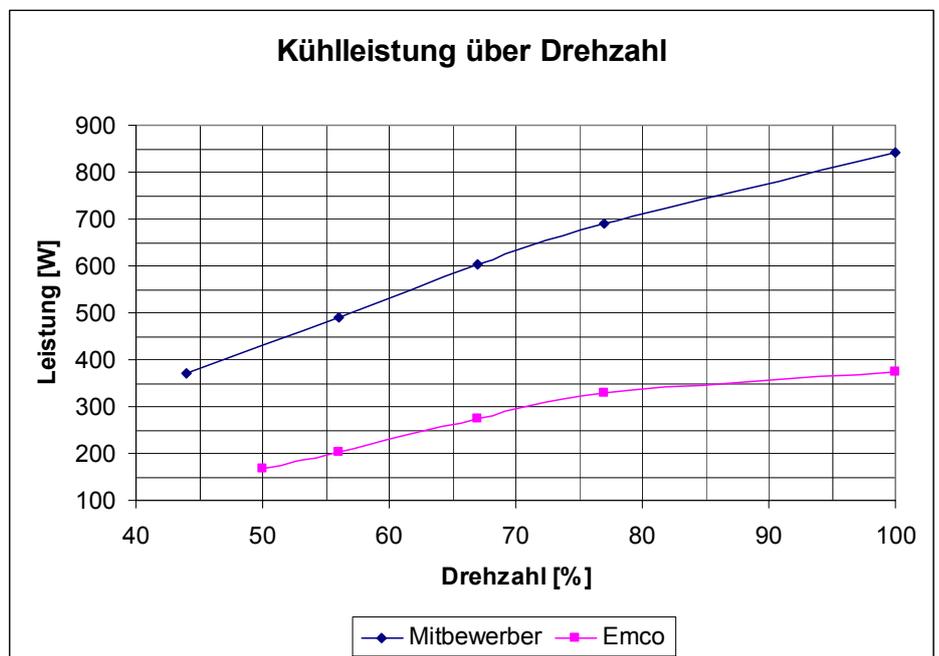
Datum des Kolloquiums: 30. Januar 2007

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

In Kooperation mit: Emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG



Aufgrund steigender Ansprüche an klimatechnische Systemkomponenten in der technischen Gebäudeausrüstung war das Thema dieser Arbeit die Optimierung eines ventilatorunterstützten Bodenkonvektors für hohe kalorische Leistung. Zusätzlich sollten Untersuchungen hinsichtlich der Optimierung der Einzelkomponenten, Beeinflussung der Austrittsrichtung und der Raumströmungsparameter vor dem Hintergrund der thermischen Behaglichkeit durchgeführt werden. Abschließend standen die Ermittlung der Leistungsparameter und die Bestimmung der akustischen Eigenschaften des Bodenkonvektors.



Eine zu Beginn der Arbeit durchgeführte Marktanalyse diente als Grundlage der Optimierungsarbeit. Hier konnte ein Leistungsdefizit sowohl im Heiz- als auch im Kühlfall festgestellt werden. Exemplarisch ein Vergleich des Emcotherm KQK 2-Leiter in der Baulänge 1250 mm, mit einem vergleichbaren Produkt eines Mitbewerbers.

Bei einer Untertemperatur von 8 K und einem gewähltem Schalleistungspegel von 40 dB(A) erreicht der Mitbewerber eine Kühlleistung von 603 W. Der Emcotherm KQK hingegen erreicht bei einem vernachlässigbar kleineren Schalleistungspegel eine Leistung von nur 275 W.

Die Zielsetzung der Diplomarbeit lautet somit bei annähernd gleichbleibendem Schalleistungspegel eine Leistungssteigerung von min. 120 % zu erreichen.

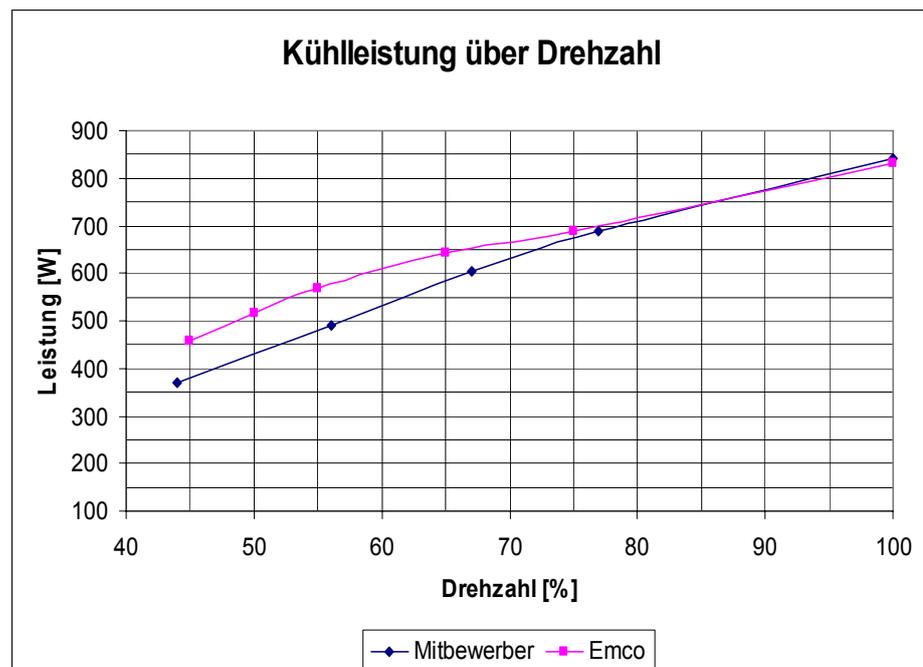
Durch den Einsatz eines Ventilators mit einem wesentlich größeren Walzendurchmesser soll aufgrund des direkten Zusammenhanges zwischen Leistung und geförderten Luftvolumenstrom die gewünschte Leistungssteigerung erreicht werden.

Experimentell, durch immer wieder durchgeführte Messungen des Volumenstroms und des Schalldruckpegels, wurden Ventilatoreinheit, Luftleitbleche, Diffusor und Wärmetauscher in Form und Anordnung aufeinander abgestimmt.

Die Bestimmung des Volumenstroms an einem Querstromgebläse stellt die größte Herausforderung bei den messtechnischen Untersuchungen dar. Da diese Art von Ventilatoren auf einen Gegendruck empfindlich reagiert, wurde eine Messung mittels Nullmethode durchgeführt. Hierbei werden durch ein externes Gebläse die durch die Messeinrichtungen hervorgerufenen Druckverluste ausgeglichen.

Abschließend wurden in Anlehnung an die DIN EN 442 und DIN EN 14815 wasserseitige Leistungsmessungen durchgeführt. Die Bestimmung des auftretenden Schalleistungspegels erfolgte in einem Hallraum nach DIN EN ISO 3741:1999.

Als Ergebnis dieser Arbeit lässt sich festhalten, dass die in der Aufgabenstellung angestrebten Anforderungen an den optimierten Bodenkonvektor durch die vorgenommenen Maßnahmen erreicht wurden.





Exemplarisch die Kühlleistung des optimierten Bodenkonvektors KQKL in der Baulänge 1250 mm als 2-Leiter.

Hier wird bei einer mittleren Untertemperatur von 8 K und einem für Bürogebäude angemessenen Schalleistungspegel von 40 dB(A) eine Leistung von 600 W erzielt.

Dies entspricht einer Leistungssteigerung zum Ausgangsprodukt KQK 2-Leiter von 120 %.

Wie die Aufnahme der Raumströmungsparameter zeigt, kann eine negative Beeinflussung der thermischen Behaglichkeit im Aufenthaltsbereich ausgeschlossen werden. Die Anordnung des Wärmeübertragers auf der Saugseite des Ventilators ermöglicht einen gebündelten Luftstrahl mit hohem Austrittsimpuls entlang der Fassade. Dies begünstigt den Coanda-Effekt, welcher für eine große Wurfhöhe und daher für einen ausreichenden Abbau der Temperaturdifferenzen sorgt.

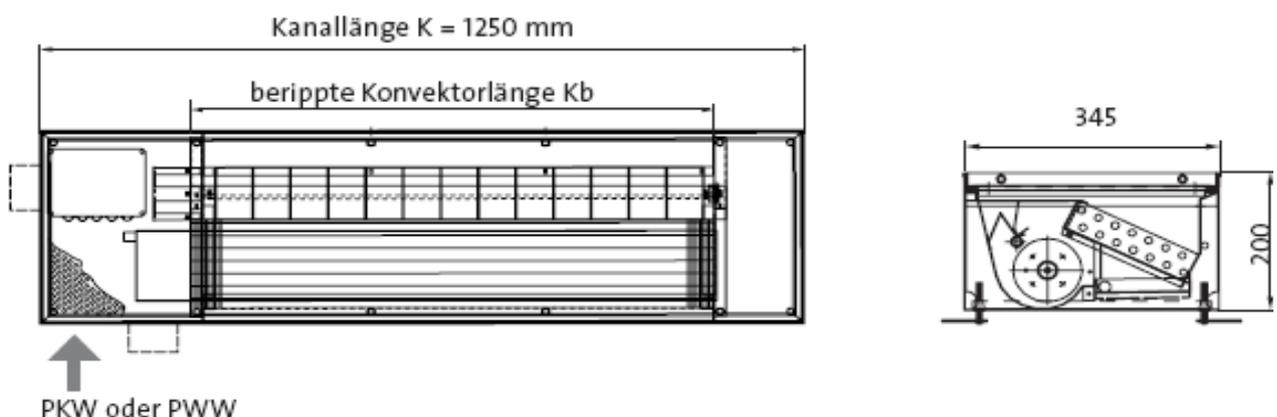
Somit kann davon ausgegangen werden, dass mit dieser Arbeit ein Bodenkonvektor entwickelt wurde, dessen Eigenschaften den heutigen Ansprüchen der Fachplaner und Architekten entspricht.

Der KQKL zeichnet sich durch hohe Effizienz und kompakte Bauweise aus, die eine optimale Integration in moderne oder bestehende Gebäudestrukturen ermöglicht.

Diese Neuentwicklung wird zurzeit bei der Firma Emco serienmäßig als 2-Leiter- und 4-Leiter-System ausgeführt. Desweiteren werden standardmäßig drei Baulängen angeboten, 1250 mm, 2000 mm und 2750 mm.

Exemplarisch die folgende Abbildung des Emcotherm Bodenkonvektor KQKL als 2-Leiter-System in der Baulänge 1250 mm.

emcotherm KQKL 2-Leiter



50 Untersuchung von zwei Wärmeüberträgern zur Verdampfung von flüssigem Wasserstoff als Bestandteil einer U-Boot Betankungsanlage

Dipl.-Ing. (FH) Noel Theisen

| | |
|---|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof.Dr.-Ing Franz Robert Stupperich Prof.Dr.-Ing Peter Dettmann |
| Datum des Kolloquiums | 01. Februar 2007 |
| Studiengang: Studienrichtung: Laborbereich: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik Kommunal- und Umwelttechnik Wärmetechnik |
| In Kooperation mit: | Theisen Versorgungstechnik GmbH, Ochtrup |



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zwei Wärmeüberträger zur Verdampfung von flüssigem Wasserstoff untersucht. Als Heizmedium dient Meerwasser, welches im ungünstigsten Fall eine Temperatur von 4°C besitzt. Beide Wärmeüberträger sind Bestandteil einer Betankungsanlage für ein mit Brennstoffzellen angetriebenes U-Boot.

In der Arbeit sollten folgende Fragen geklärt werden:
Wie hoch sind die tatsächlichen Enthalpieströme der beiden Verdampfer?
Wie hoch ist der tatsächliche Wärmeübergang beider Verdampfer?
Ist die Anlage auch bei maximaler Belastung in der Lage, die Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten?

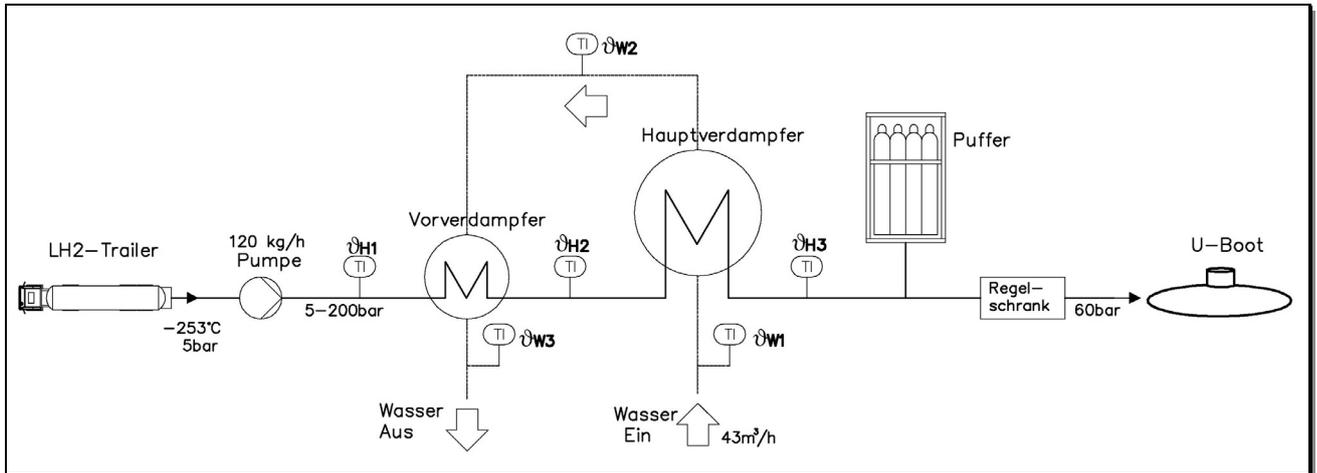
Durch das Studium von Literatur über Wärmeüberträger, dem Sieden von Flüssigkeiten sowie dem Element Wasserstoff, wurden die Grundlagen zur Ausarbeitung dieser Arbeit geschaffen.
Im Rahmen eines Funktionstestes wurde in einem Versuch die Kapazität der Anlage überprüft. Hierzu wurden Temperaturen, Volumenstrom sowie Drücke der Medien Wasser und Wasserstoff gemessen.

Daraus ließen sich Leistungsbilanz und Wärmedurchgangskoeffizienten der beiden Wärmeüberträger berechnen. Darüber hinaus wurden die Wärmeübergänge rein rechnerisch ermittelt und die Eisschicht auf den Verdampferrohren abgeschätzt.

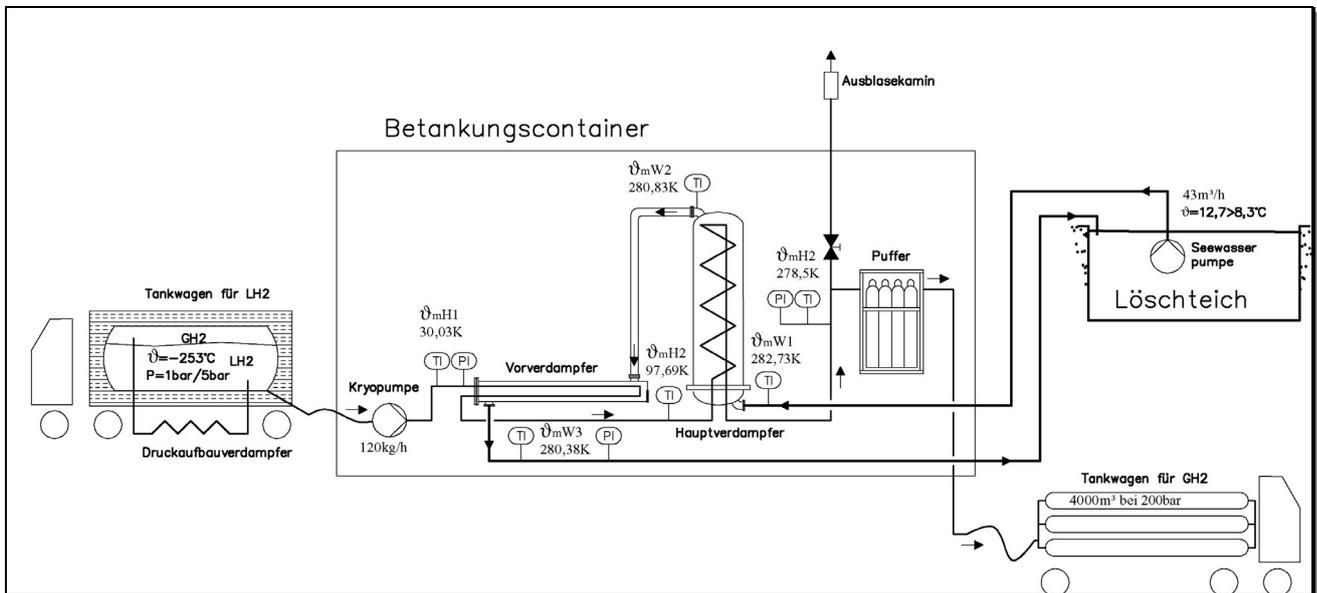
Die Arbeit konnte zeigen, dass die Betankungsanlage ausreichend ausgelegt ist und auch bei maximaler Verdampfungsleistung keinen bedeutenden Leistungsabfall aufweist.

Die bestehende Auslegungsrechnung des Unternehmens konnte anhand der gewonnenen Erkenntnisse optimiert werden.

Durch die Einbindung in die Planung und Abwicklung des Projektes konnten grundlegende Erfahrungen im Bereich der technischen Auslegung, von Sicherheitsbestimmungen, kaufmännischer Tätigkeiten sowie Fertigung, Abnahme und Dokumentation technischer Anlagen, gesammelt werden.



Schema der Betankungsanlage



Schema der Versuchsdurchführung

51 Konzeption, Aufbau und Inbetriebnahme eines Versuchsstandes zur Messung von Druckschlägen in Trinkwasserleitungen
Dipl.-Ing. (FH) Jan van Wersch

 Prüfer
 Beisitzer:

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

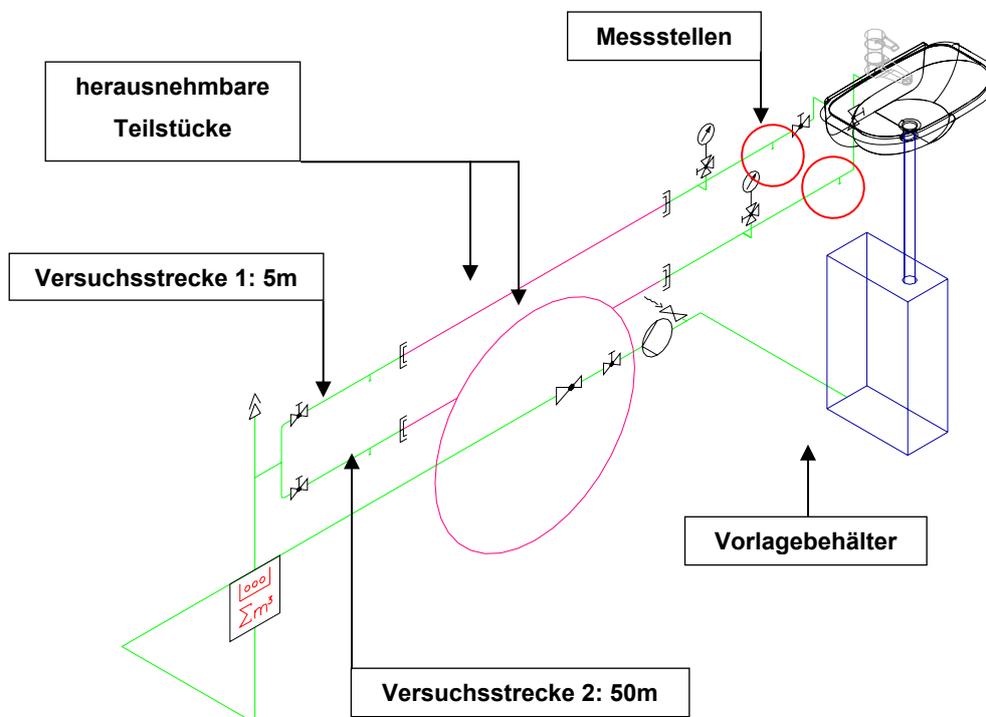
Datum des Kolloquiums

09. Februar 2007

 Studiengang:
 Studienrichtung:
 Laborbereich:

 Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom)
 Technische Gebäudeausrüstung
 Haus- und Energietechnik


Das physikalische Phänomen Druckstoß spielt aus Gründen der Betriebssicherheit und der Lärmbelästigung in sanitärtechnischen Installationen eine erhebliche Rolle. Die in der hydraulischen Berechnung zugelassenen Strömungsgeschwindigkeiten und die überwiegend eingesetzten Armaturen begünstigen diesen unerwünschten Effekt. Die neu erschienene VDI 6006 gibt dem planenden Ingenieur ein Werkzeug an die Hand, wie man konstruktiv Druckstöße in der Trinkwasserinstallation vermeiden, und so die von den einschlägigen Normen geforderten maximalen Betriebsdrücke einhalten kann. Um die Auswirkungen von Druckstößen weiter untersuchen zu können, ist im Rahmen dieser Arbeit ein Versuchsstand für das Labor Sanitäre Haustechnik erstellt worden. In dieser Versuchsanlage sind die Haupteinflussgrößen, die für die Entstehung von Druckstößen verantwortlich sind, berücksichtigt und darstellbar.



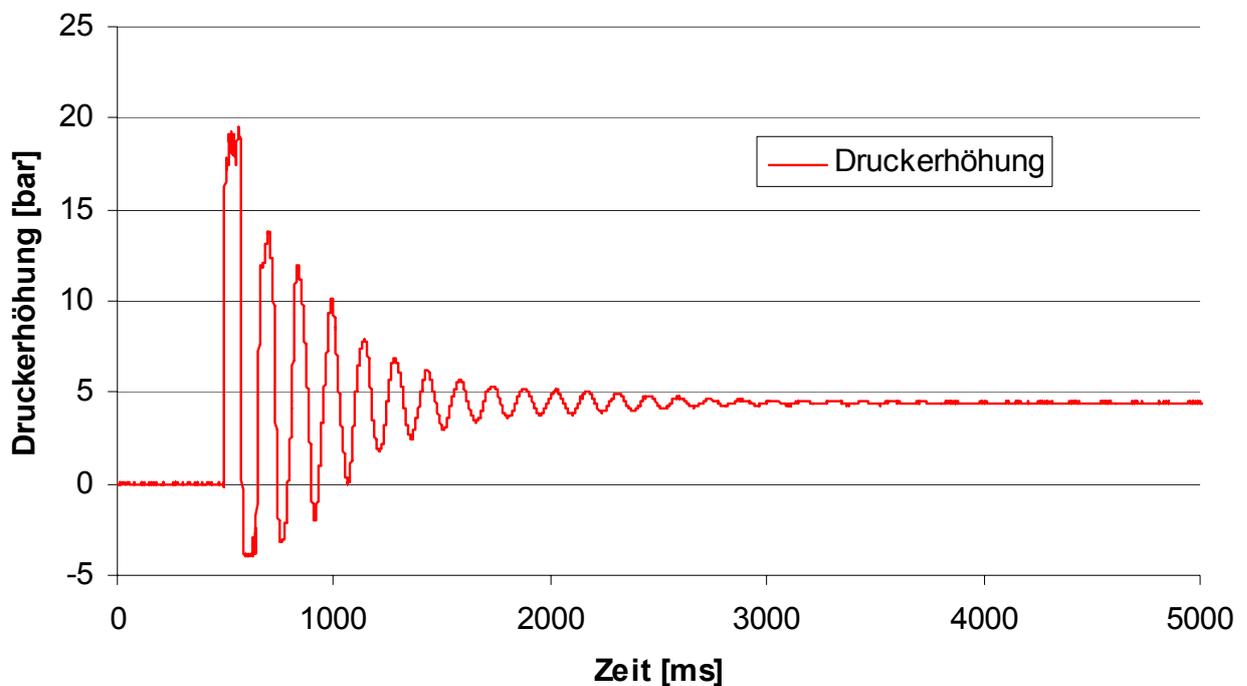
Skizze des Versuchsstandes



Die Nennweite wurde so gewählt, dass während einer Messung realistische Fließgeschwindigkeiten auftreten. In diesem Versuchsaufbau wird der Einfluss unterschiedlicher Leitungslängen dargestellt. Das Einsetzen unterschiedlicher Leitungslängen ist durch herausnehmbare Stücke in der Mitte der Prüfstrecke möglich. Auch sind zukünftig unterschiedliche Rohrmaterialien und Durchmesser einsetzbar.

Der Aufbau lässt einen Umbau auf verschiedene Armaturen zu. Die verwendete Druckmesstechnik ist in der Lage, die zeitliche Änderung des Druckverlaufs mit einer Auflösung von einer Millisekunde zu erfassen und zu verarbeiten. Der Druckstoß kann somit in seinem zeitlichen Verlauf sehr exakt gemessen werden.

Der maximal messbare Wert beträgt für die hier eingesetzte Messtechnik 25 bar Überdruck für die Summe aus Fließdruck und Druckstoß.



Beispiel für den zeitlichen Verlauf eines Druckstoßes

Zum Abschluss dieser Arbeit wurden Versuche mit unterschiedlichen Kombinationen der Leitungslängen, Schließzeiten und Armaturen durchgeführt. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass das Messen von Druckschlägen mit diesem Versuchszustand möglich ist und mit hinreichender Genauigkeit in dem oben beschriebenen Untersuchungsaufbau durchgeführt werden kann.

52 Vergleichende Bewertung von Trinkwasserversorgungskonzepten als Verbund- oder Individualsystem für ländliche Gemeinden südlich des Mount Elgon/Kenia

Dipl.-Ing. (FH) Mathias von der Heide

Prüfer
Beisitzer:

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
Dipl.-Ing. Wolfgang Hellwig

Datum des Kolloquiums

15. Februar 2007

Studiengang
Studienrichtung
Laborbereich

Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Kommunal- und Umwelttechnik
Wasser; -Abwasser Umwelttechnik

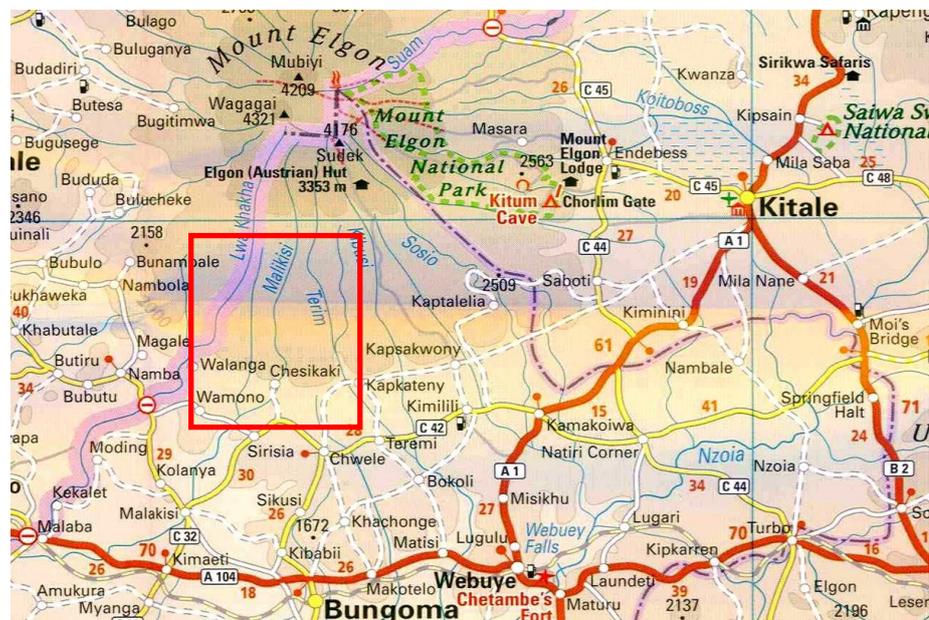
In Kooperation mit:

Consulting Engineers Salzgitter GmbH



2002 gab die kenianische Regierung mit der Bekanntmachung des Water Act 2002 den Startschuss für die Integration einer Wassersektorreform. Um die Wasserversorgung zu sichern und weiter auszubauen, wurden die Water Service Boards (Wasserdachverbände) eingeführt. Ihre Aufgabe besteht darin die Versorgungssituation zu überwachen, zu verbessern und weiter auszubauen. Vorbild ist ein System von dezentralen Wasserdachverbänden wie zum Beispiel in Deutschland.

In der Diplomarbeit wurden in Zusammenarbeit mit den Consulting Engineers Salzgitter die benachbarten Wasserversorgungssysteme der ländlichen Gemeinden Chesikaki, Sirisia und Cheptais untersucht und Planungsansätze entwickelt, ob der Individual- oder Verbundbetrieb vorteilhafter ist. Ziel der Untersuchung war es, eine Verbesserung der gesamten Wasserversorgung der betroffenen Gebiete herbeizuführen.



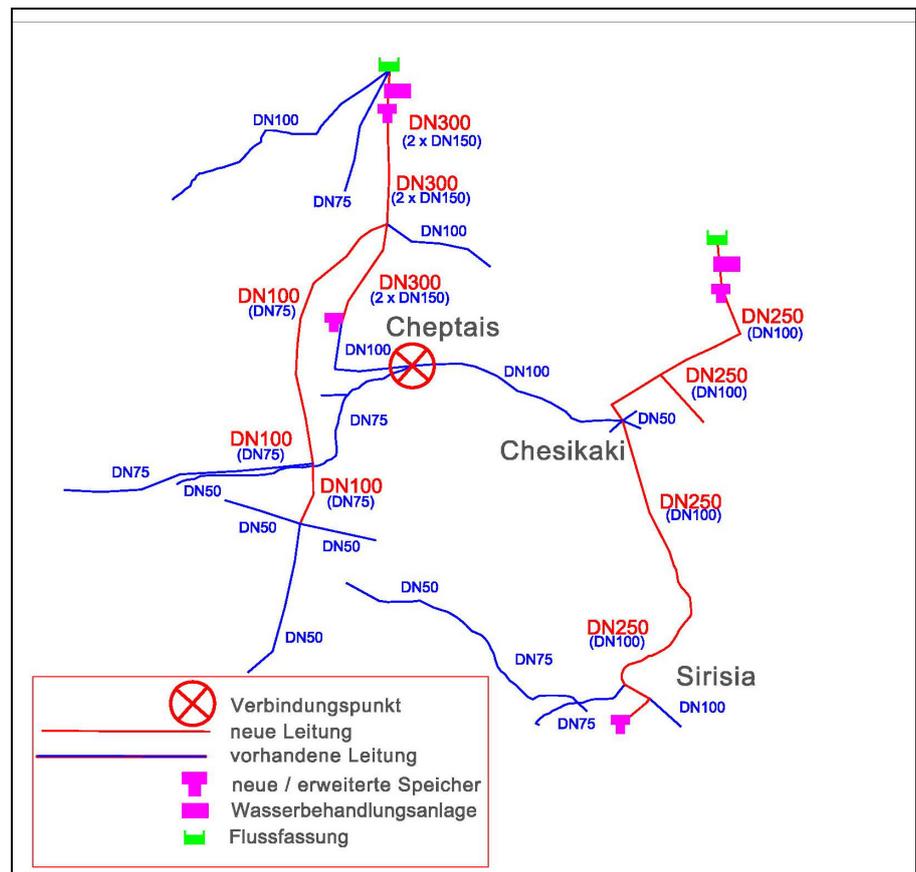
Kartenausschnitt mit dem in Rot markierten zu versorgenden Bereich



Die Untersuchung ergab, dass die vorhandene Wasserversorgung, installiert in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, sich zurzeit in marodem Zustand befindet. Außerdem hat die am Ende der Hauptleitung lebende Bevölkerung nur unregelmäßig Zugang zu Wasser. Hauptverantwortlich dafür sind das Verbraucherverhalten der ersten Nutzer sowie die nicht mehr ausreichende Dimensionierung der Hauptleitungen.

Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen wurden unter anderem neue Hauptleitungen vorgesehen und alle 1.000 m öffentliche Zapfstellen vorgeschlagen um die anliegende Bevölkerung mit Wasser zu versorgen. Ferner wurde der Wechsel des Tarifsystems vom Pauschaltarif in einen volumenbasierten Tarif vorgeschlagen.

Die Kosten der Sanierung werden von der KfW-Entwicklungsbank getragen. Vorgabe ist ein angemessener Wassertarif für den Kubikmeter Wasser (Weltbankvorgaben), der 5 % des Monatshaushaltseinkommens entspricht. Als Individualsystem sprengt der errechnete Wassertarif für das System Chesikaki die Weltbankvorgaben, so dass der Verbund hier von Vorteil ist. Hauptverantwortlich für den hohen Preis sind die Pumpkosten im Wasserwerk Chesikaki und die hohen Personalkosten in beiden Einzelsystemen. Beim Verbund reicht eine Personalbelegung für den Betrieb beider Systeme aus. Ferner werden die Kosten von einer größeren Nutzermenge getragen. Das Wasser kann somit zu dem niedrigsten Preis angeboten werden.



Rohrnetzplan mit eingezeichnetem Verbundpunkt

Das Bild zeigt den neu erstellten Rohrnetzplan mit möglichem Verbindungspunkt, der mit einfachen Mitteln herzustellen ist. Die Datenerhebung und die Erstellung der Diplomarbeit wurden zum größten Teil im Projektgebiet in Kenia erstellt.

53 Optimierung einer Abluftanlage in einer Gießerei**Dipl.-Ing. (FH) Andrej Frick**

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Prüfer | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Reinhard Leugers |
| Datum des Kolloquiums | 20. Februar 2007 |
| Studiengang: | Ver- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | Jürgens Gießerei GmbH & Co. KG |

**Optimierungsziele**

Die Absaugleistung und somit die Kühlerleistung des Sandkühlers soll optimiert werden. Über den Sandkühler muss ein größerer Zyklon eingebaut werden. Derzeitige Zyklon ist mit einem sehr verschleißanfälligen Aufsatzventilator versehen, der bei der Neuauslegung wegfallen soll. Die Absaugleistung an der Ausleerstation der Großformanlage soll verstärkt werden.

Vorgehensweise

Folgende Vorgehensweise wurde als sinnvoll empfunden:

Schritt: Korrektur der vorhandenen Zeichnungen.

Das führte zu einem besseren Verständnis der Arbeitsabläufe in einer Gießerei, und man hat die Anlage kennen gelernt.

Schritt: Aufnahme des Ist-Zustandes der Anlage.

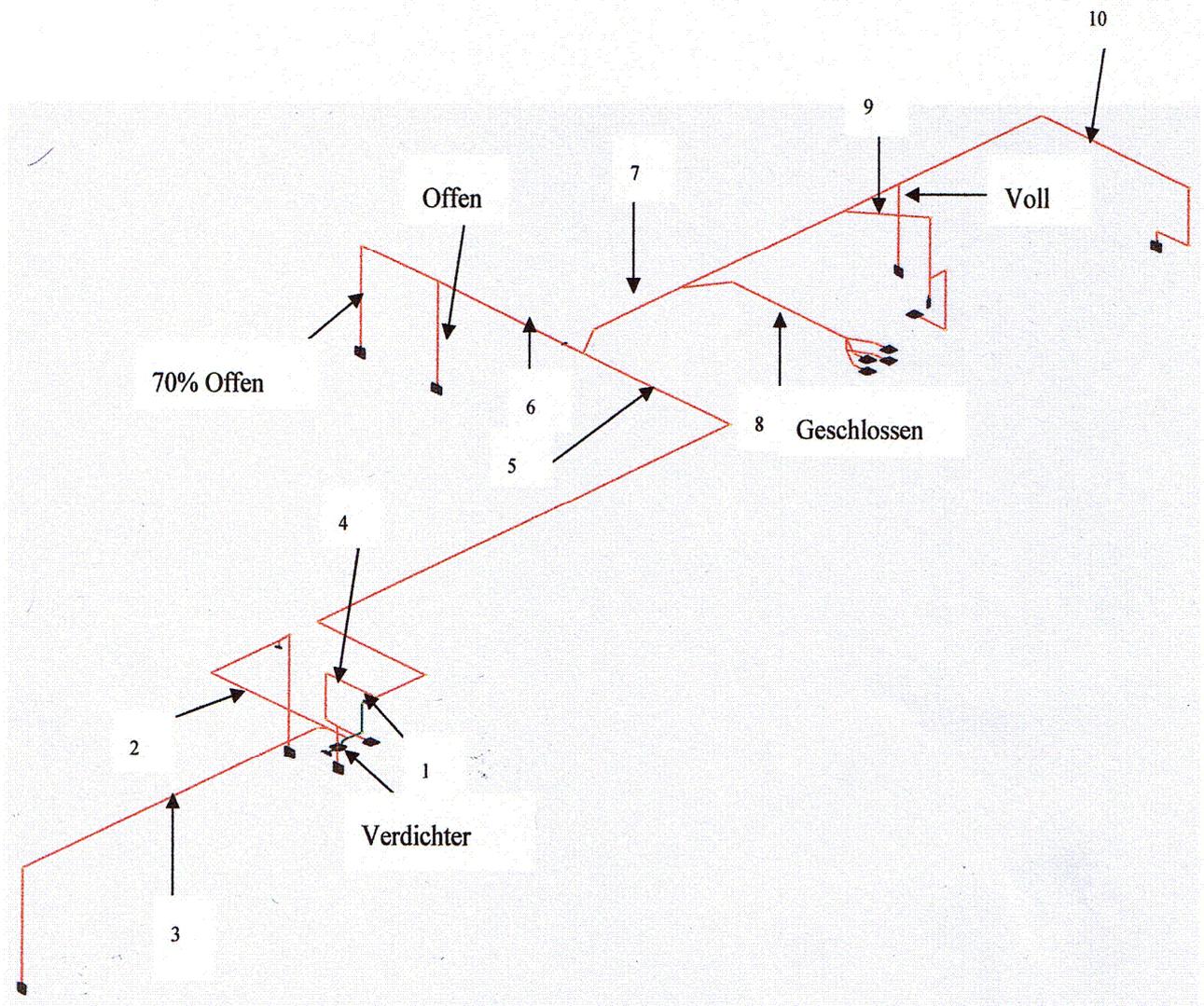
An jedem Abzweig der Anlage wurden Messwerte aufgenommen, um die Zustände in den Leitungen zu erfassen. Es wurden Sandanalysen durchgeführt, um die Temperatur und den Feuchtegehalt des Sandes zu protokollieren. Die relative Feuchte und die Temperatur der Kellerluft wurden auch gemessen.

Schritt: Auswertung der aufgenommenen Werte.

Die einzelnen Werte werden zum einem Bild zusammengefasst. Dieses gesamte Bild zeigt uns, welche Möglichkeiten wir durch Veränderung von verschiedenen Parametern an und in der Anlage haben, um unsere Ziele zu erreichen.

Lösung mit dem Computer.

Die Zeichnungen wurden mit der mh-software erstellt. Das Programm ist sehr leicht zu bedienen. Wenn zwei Leitungen aufeinandertreffen, erkennt das Programm, dass hier ein Abzweig hingehört. Die Software ermittelt auch gleichzeitig die Rohrreibungsverluste und den Gesamtvolumenstrom, so dass man mit den Werten den richtigen Verdichter finden kann.



So sieht eine Zeichnung aus die mit mh-software gezeichnet wurde. Die Zahlen kennzeichnen die Messpunkt, rote Farbe bedeutet runder Kanalquerschnitt und die blaue (am Verdichter) einen Rechteckkanal.

Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen von historischen Gebäuden am Beispiel des Steinfurter Schlosses**Dipl.-Ing. (FH) Markus Schröder M.Sc.**Prüfer
Beisitzer:Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums

22. Februar 2007

Studiengang:
Laborbereich:Technisches Management (Master)
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

Fürst zu Bentheimsche Domänenkammer, Steinfurt



Das Schloss Steinfurt ist eine der ältesten und mächtigsten Wasserburgen des Münsterlandes. Seine Anfänge reichen bis ins 10. Jahrhundert zurück. Zum Erhalt und zum Schutz von weit reichenden geschichtlichen Orten wie bspw. dem Schloss Steinfurt sind Gesetze und Richtlinien entstanden, die sich mit so genannten Denkmälern beschäftigen. Die Fürstliche Domänenkammer hat entschieden, eine energetische Bewertung und Optimierung der Liegenschaft durchzuführen. Da bei diesem Gebäudekomplex sowohl die Auflagen des Denkmalschutzes berücksichtigt werden müssen und zudem die vorhandene Anlage ein komplexes gewachsenes System darstellt, ergeben sich besondere Anforderungen.

Die Energieversorgung des Steinfurter Schlosses beschäftigt seine Bewohner schon seit Bestehen des Objekts. So wurde bereits die damalige, aber zum Teil noch heutige Beheizung, überwiegend durch das Verbrennen von Holz realisiert. Diese im Laufe der Jahrhunderte verbesserte Technik wurde zum größten Teil Anfang der 60er Jahre durch Ölkesselanlagen abgelöst.

Die Anforderungen des Denkmalschutzes, die moderne Heizungstechnik sowie die aktuellen Erfordernisse des Wärmeschutzes, sind nur schwer zu kombinieren und erfordern eine genaue Planung unter Einbeziehung der gegebenen Situation vor Ort. Ziel dieser Arbeit war es, Potenziale zur Verbesserung der energetischen Situation aufzudecken. Die Arbeit gibt eine Übersicht der Maßnahmen, die zur Optimierung der energetischen Versorgung beitragen und wirtschaftlich sinnvoll sind. Solche Maßnahmen können Einstellungen in den regelungstechnischen Anlagen der Gebäudetechnik aber auch Veränderung in der baulichen Struktur umfassen. Eine detaillierte Betrachtung der derzeitigen Situation ist erforderlich, um Aussagen hinsichtlich möglicher Maßnahmen treffen zu können.

Das von verschiedenen Epochen geprägte, Jahrhunderte alte Anwesen wurde hauptsächlich mit Sandstein gebaut und erweitert. Die Außenmauern erstrecken sich vom Kellergeschoss über zwei bewohnte Etagen. Der darüber liegende Dachstuhl enthält Raum für zwei weitere Etagen und einen Spitzboden. Der Dachstuhl ist nicht ausgebaut und somit nicht wohnlich genutzt. In den Kellerbereichen bestehen die Grundmauern teilweise aus einem über zwei Meter dicken Sandsteinmauerwerk. Diese massiven Mauern dienen der Statik. In den oberen Etagen erreichen die Außenwände noch eine Stärke von über einem Meter.

Auf Grund dieser Parameter gestaltet sich das Beheizen des Schlosses durchaus schwierig, weil in den beheizten Bereichen sehr große Massen von Mauerwerk aufgeheizt, entfeuchtet und auf Temperatur gehalten werden müssen. Dies ist der wesentliche Unterschied zur Beheizung heutiger Gebäude, deren weitaus dünneren Wände über eine bessere Wärmedämmung und bessere Wasserdampfdiffusionswiderstände, sowie bessere Fenster und Außentüren verfügen und somit einen größeren Spielraum für die Gestaltung der Energieversorgung bieten.



Durch Umsetzung der ermittelten Maßnahmen sind Einsparungen im Bereich zwischen 35% und 45% zu erwarten. Zusätzlich ist langfristig über eine Substitution des Brennstoffes oder eine Ergänzung der wärmetechnischen Versorgung nachzudenken.

55 Zyklisch spezifische Lag-Phase und α -Wert-Dynamik beim Sequencing Batch Reaktor-Verfahren**Dipl.-Ing. (FH) Marion Scharfscheer**

| | |
|-----------------------|--|
| Prüfer | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Dr. rer. nat. Niels Christian Holm |
| Datum des Kolloquiums | 19. März 2007 |
| Studiengang | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich | Wasser; -Abwasser Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | LimnoTec Abwasseranlagen GmbH |



Das Sequencing Batch Reaktor-Verfahren ist ein Belebtschlammverfahren, das bereits seit Jahren in der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung eingesetzt wird. Zur Optimierung der Reinigungsleistung und des Preis/Leistungs-Verhältnisses werden verschiedene Simulationsmodelle der heutigen International Water Association (IWA) verwendet. Diese Simulationsprogramme berücksichtigen weder die Dynamik des Alpha-Wertes noch das mögliche Auftreten einer Lag-Phase zu Beginn der Belüftung. Aber sowohl die Alpha-Wert-Dynamik als auch die Lag-Phase und ihre Länge sind für die Optimierung der Belüftungsdauer und Belüftungsintensität und damit für eine optimale Reinigungsleistung bei kostengünstigster Betriebsweise unerlässlich.

Daher war das Ziel dieser Diplomarbeit, festzustellen, von welchen Variablen die Länge der Lag-Phase und die Dynamik des Alpha-Wertes abhängen bzw. beeinflusst werden.

Zu diesem Zweck wurden diverse Versuche im Labormaßstab durchgeführt und ausgewertet. Des Weiteren wurden die Daten der Kläranlagen Bad Zwischenahn, Deuz, Hettstedt, Spenge und Weißtal, die mit Hilfe von Simulationen und Messkampagnen gewonnen wurden, in Bezug auf Lag-Phase und Alpha-Wert-Dynamik untersucht.

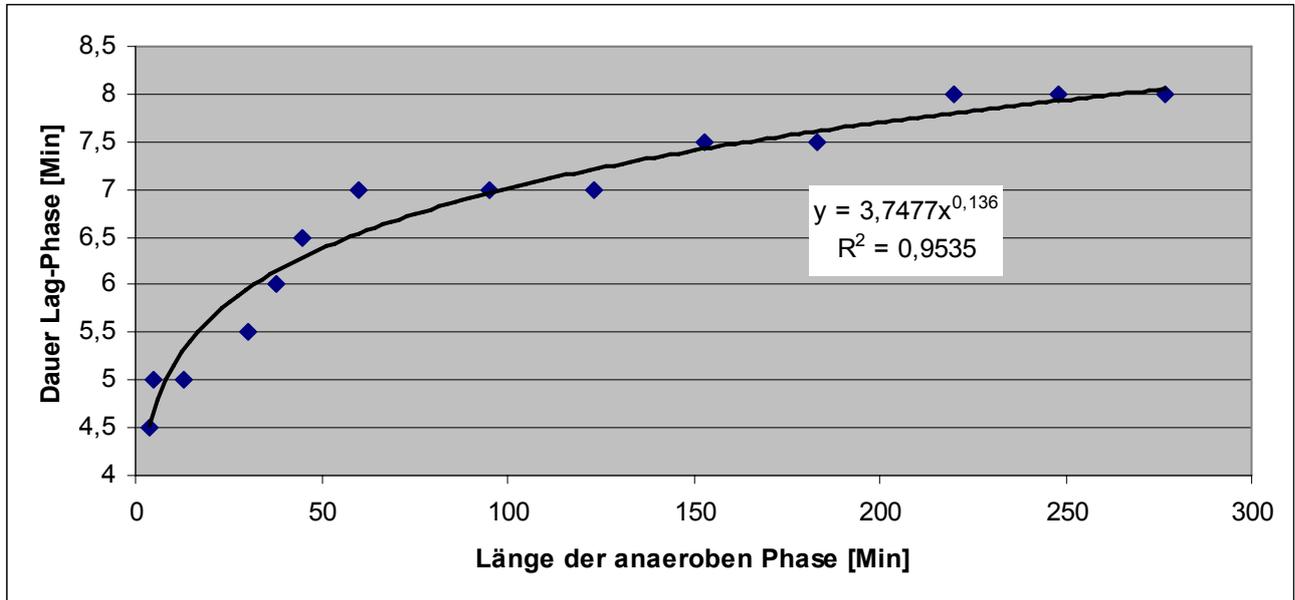
Wie sich herausstellte, ist die Lag-Phase von verschiedenen ineinander greifenden Parametern abhängig, die wesentlich komplexer zu sein scheinen, als sie im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden konnten. Bei den Versuchen zeigte sich, dass das Lag-artige Verhalten der autotrophen Mikroorganismen stärker ausgeprägt ist als das der heterotrophen Mikroorganismen. Aus diesem Grund war die Lag-Phase bei den Versuchen ohne Allylthioharnstoff (ATH) ausgeprägter. Der Zusammenhang zwischen der Länge der anaeroben Phase und der darauffolgenden Lag-Phase war bei den Laborversuchen deutlicher zu erkennen (Abb.1).

Ein wichtiger Faktor bei der Lag-Phase scheint die Sauerstoffkonzentration und die Induktion von Sauerstoff in den Belebtschlamm zu sein. Hierbei zeigte sich, dass je länger die Lag-Phase andauert, desto größer ist auch die Sauerstoffkonzentration zum Ende der Lag-Phase. Außerdem zeigte sich, dass je länger es dauert, Sauerstoff in den Belebtschlamm zu induzieren, desto länger ist auch die Lag-Phase. Des Weiteren zeigte sich, dass die Stickstoffkonzentration einen Einfluss auf die Lag-Phase hat. Wenn über einen längeren Zeitraum nicht genügend Stickstoff, wie beispielsweise Ammo-



nium, vorhanden ist, dann werden die Reduktionsäquivalente über die Zeit abgebaut.

Wenn dies geschieht, müssen bei erneuter Zufuhr diese Reduktionsäquivalente erst wieder neu aufgebaut werden, was dann zu einer Lag-Phase führt.



Dauer der Lag-Phase in Relation zur Länge der anaeroben Phase bei Laborversuche ohne ATH

Bei der Untersuchung der Alpha-Wert-Dynamik stellte sich heraus, dass der Alpha-Wert sowohl von der Fracht nicht inerte Stoffe (S_S und X_S) abhängig ist, als auch von der gesamten Stickstofffracht (TKN) und der NH_4^+ -N-Konzentration im Reaktor. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sowohl die heterotrophen als auch die autotrophen Mikroorganismen für die Dynamik des Alpha-Wertes verantwortlich sind.

Experimentelle Untersuchungen des Einflusses organischer Anhaftungen beim Recyclingprozess von Aluminiumschrott**Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Rahms M.Sc.**

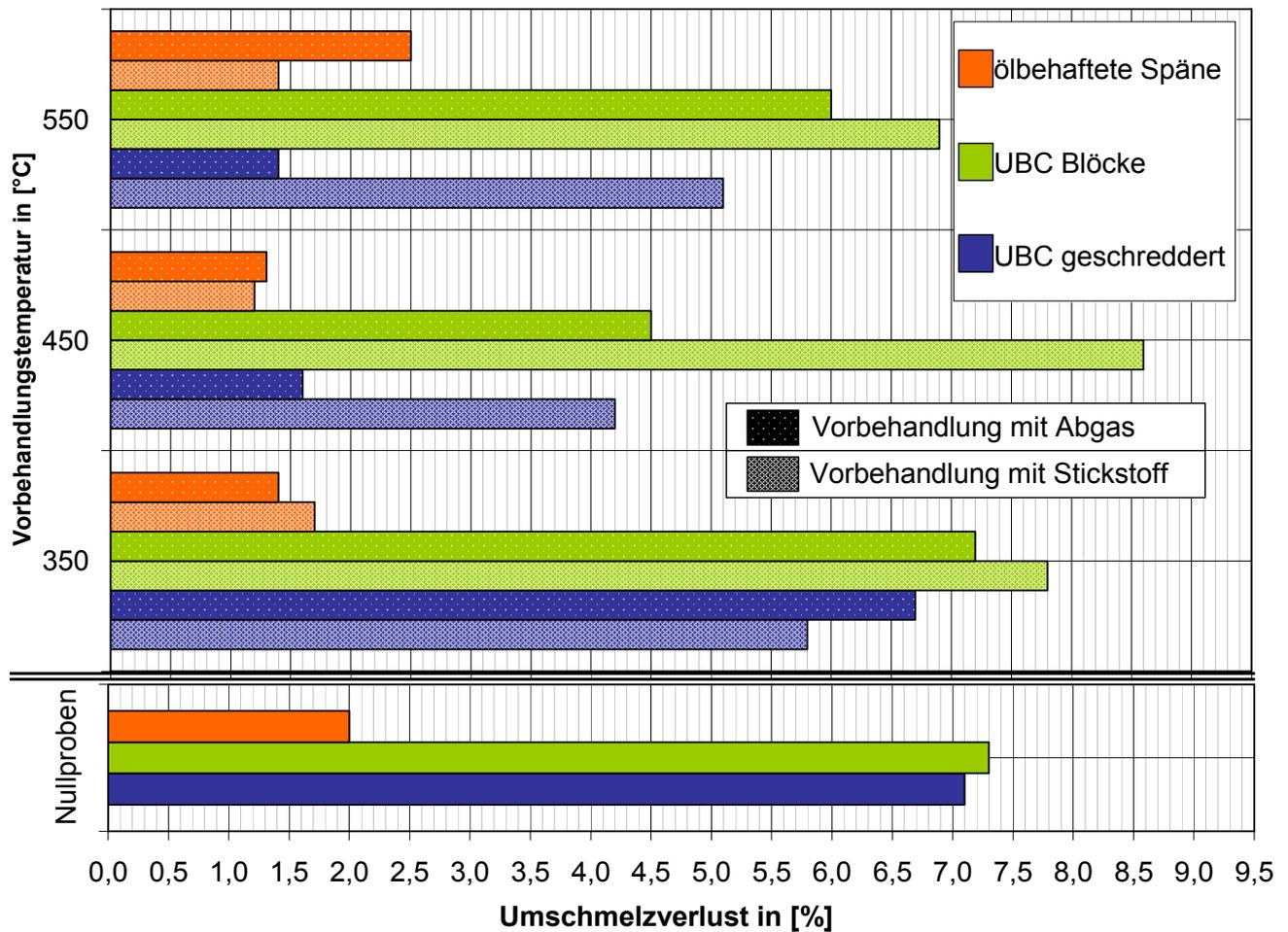
| | |
|------------------------------|---|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus Dr.-Ing. Anne Giese |
| Datum des Kolloquiums | 23. März 2007 |
| Studiengang: Laborbereich | Technisches Management (Master) Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Gaswärme-Institut e.V. Essen |



Die Aluminiumbranche ist mit einem spezifischen Energieeinsatz von durchschnittlich etwa 13,5 MWh elektrischer Energie bezogen auf eine Tonne produziertem Primäraluminium ein recht energieintensiver Industriezweig. Es gilt allerdings zu berücksichtigen, dass von dem jährlichen Aluminiumbedarf ein beachtlicher Teil durch das Recycling von Aluminium – der sog. Sekundäraluminiumerzeugung – gedeckt wird. Bei dieser Art der Aluminiumgewinnung kann ein Vielfaches an Energie eingespart werden, da nur rund 5 % des ursprünglichen Energieeinsatzes benötigt werden. Daher sollten ökonomische Lösungen abgeleitet werden, mit denen sich die Gewinnung von Sekundäraluminium und somit die Einschmelzung des Schrottes verbessern lässt.

Hintergrund ist der, dass die organischen Anhaftungen (Lacke, Öle, konsumbedingte Rückstände u.ä.) des Schrottes beim Einschmelzen verbrennen und sich negativ auf die Sekundäraluminiumausbeute auswirken. Um diesen Abbrand an Aluminium zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren, müsste der Schrott intensiv vorbehandelt werden. Die heutzutage eingesetzten Schmelzaggregate werden überwiegend direkt mit verunreinigtem Schrott beaufschlagt. Dies führt bei unterschiedlichen Schrottvarianten und schwankender Verschmutzung zu Verlusten beim Umschmelzen. Um jedoch alle Schrotte unabhängig von deren Verschmutzungsgrad einschmelzen zu können, sollte die Abschmelzung komplett vom Einschmelzprozess getrennt werden. Ein mögliches Verfahren ist die Pyrolyse, bei der die Anhaftungen und Rückstände in einem separaten Prozess abgeschwemmt werden. Die experimentellen Untersuchungen im Rahmen dieser Masterarbeit sollen Aufschluss über den Einfluss einer vom Einschmelzprozess getrennten Vorbehandlung durch Pyrolyse liefern. Ziel ist es, aussagekräftige Ergebnisse über die Umschmelzverluste in Bezug auf die gewählte Vorbehandlung zu erhalten.

Die Versuche wurden für drei Schrottarten und zwei unterschiedlichen Untersuchungsatmosphären durchgeführt. Des Weiteren wurden die Temperaturniveaus 350 °C, 450 °C und 550 °C untersucht. Die Wahl der Schrotte fiel auf feuchte, ölbehaltene Späne, sowie geschredderte und zum Block gepresste Getränkedosen, die verbrauchsgebundene Rückstände aufwiesen (sog. UBC = used beverage can). Als Untersuchungsatmosphäre wurden eine inerte Stickstoffatmosphäre und eine nah-stöchiometrischer Abgasatmosphäre realisiert. Die erzielten Endergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Durch die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen der Vorbehandlung mittels Pyrolyse und der nachträglichen Einschmelzung konnte aufgezeigt werden, dass eine Änderung des Verfahrensablaufs oder die Erweiterung einer bestimmten Anlage eine sinnvolle Prozessoptimierung darstellt. Weiterhin lassen die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse erkennen, dass diverse Randbedingungen zu beachten und spezielle technische Anforderungen unerlässlich sind. Ferner lohnt sich die Aufbereitung nicht generell für jeden Schrottyp. Allerdings wird durch steigende Kosten der Energiebereitstellung und durch hohe Schrottpreise eine effektivere Schrottaufbereitung allein aus ökonomischen Gesichtspunkten zunehmend bedeutungsvoller.

57 Ermittlung von Energieeinsparpotentialen der Backstube Essmann / Altenberge**Dipl.-Ing. (FH) Markus Kauling M.Sc.**

| | |
|------------------------------|---|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums | 23. März 2007 |
| Studiengang: Laborbereich | Technisches Management (Master) Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Dipl.-Ing. Erich Terbrack, INNOVA renewables consult |



Die Backstube Essmann ist ein mittelständisches Familienunternehmen im nordwestlichen Münsterland. Mit ca. 500 Mitarbeitern und knapp 60 Filialen gehört Essmann mit zu den führenden Anbietern von Backwaren in der Region. Aufgrund steigender Energiepreise stellt sich für das Unternehmen die Aufgabe seine Energieeffizienz zu erhöhen. Zwecks Unterstützung und Beratung in diesem Prozess trat die Backstube Essmann an das Ingenieurbüro Innova, Wetrtingen und die Fachhochschule Münster heran.

Die Energieberatung sollte folgende Aufgaben behandeln. Zunächst sollte der Ist – Zustand erfasst werden und eine detaillierte Aufschlüsselung der Energiemengen erfolgen. Hierbei soll aufgezeigt werden, welche Energiemengen wie verwendet werden und wie sie sich auf die einzelnen Verbraucherguppen aufteilen. Im Anschluss daran sollen Vorschläge unterbreitet werden.

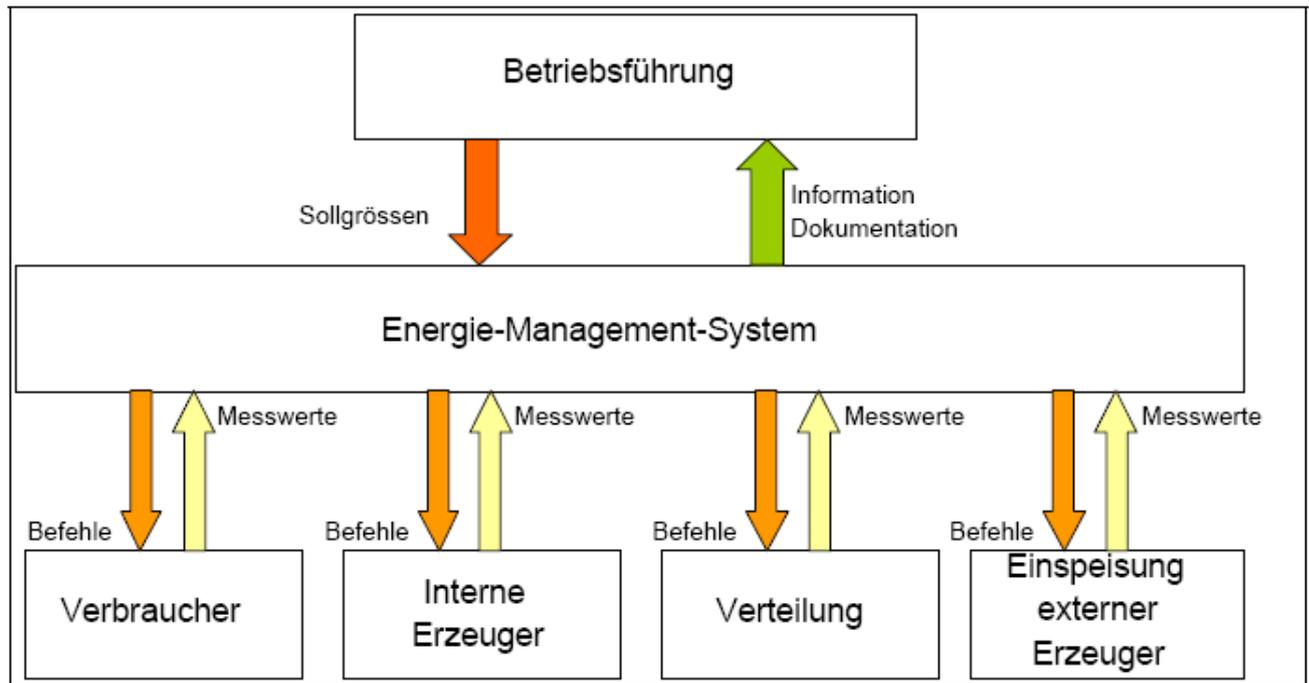
Im Rahmen der Untersuchungen wurden Dauermessungen an mehreren Einzelverbrauchern durchgeführt, anhand derer Leistungskurven des elektrischen Energiebezuges erstellt werden konnten. Der Gasverbrauch wurde über diesen Untersuchungszeitraum regelmäßig an dem Hauptzähler abgelesen. Ebenso wurden der Wasserverbrauch und der Warmwasserbedarf erfasst. Mit diesen Daten und den Verbrauchsabrechnungen aus dem Jahr 2005 wurde der Ist-Zustand des Unternehmens dargestellt und ein Branchenvergleich über den Energiebedarf und der Bäckereigröße erstellt.

Die Energieeinsparpotentialen werden entsprechend der eingesetzten Energieart dargestellt. Im Bereich der Kälteversorgung können z. B. verschiedene Lösungsansätze verfolgt werden. Diese werden im Einzelnen hinsichtlich Ihrer technischen sowie wirtschaftlichen Vor- und Nachteile beschrieben. Alle Maßnahmen zur Effizienzsteigerungen werden in Kategorien eingeteilt. Dieser Maßnahmenkatalog kann als „Fahrplan“ für die Zukunft gesehen werden.

Die Potentiale zur Energieeinsparung sind trotz des guten Abschneidens des Unternehmens beim Branchenvergleich in NRW erheblich. Sollten die Möglichkeiten zur Energieeinsparung konsequent genutzt werden, ist es möglich, ohne Erhöhung der vorhandenen Anschlusskapazitäten, eine Ausweitung der Produktion mit zusätzlichen Produktionsflächen voran zu treiben. Ein nur in Teilen umgesetztes Konzept zur Energieeinsparung wird eine Erneuerung der Trafoanlage zur Folge haben, die jetzt schon fast an der Leistungsgrenze liegt.



Eine konsequente Energieeinsparpolitik ist grundsätzlich bei jedem Unternehmen wünschenswert, zurzeit besteht zwar noch die Möglichkeit mit einem energieoptimierten Betrieb zu werben und das Unternehmen als ökologischen Vorreiter darzustellen. Ob aber in den nächsten Jahrzehnten überhaupt noch die wirtschaftliche und von den fossilen Ressourcen abgedeckte Möglichkeit besteht, entsprechend traditionelle Produktionsverfahren anzuwenden, bleibt offen.



Ablaufplan für den Betrieb eines LMS

EnEV 2007 und DIN V 18599 – Ermitteln der Nutzenergie im Bereich Trinkwasser am Beispiel eines 800-Betten-Krankenhauses**Dipl.-Ing. (FH) Thomas Frerick M.Sc.**Prüfer
Beisitzer:Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler
Dipl.-Ing. Tobias Ausländer M.Sc.

Datum des Kolloquiums

30. März 2007

Studiengang:
LaborbereichTechnisches Management (Master)
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:



Unternehmensverbund

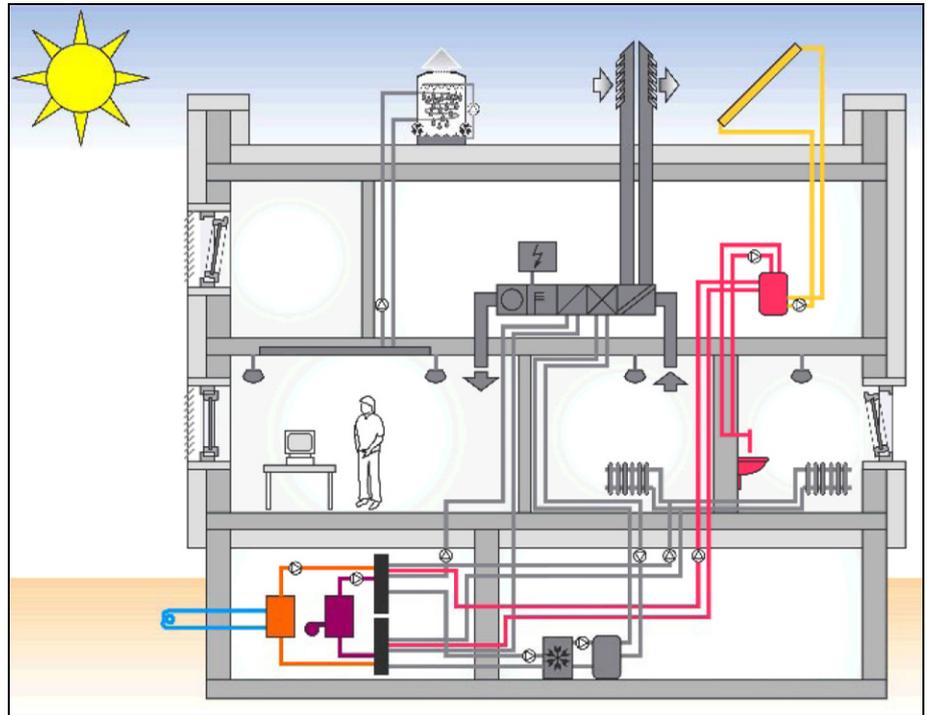
Märkische Gesundheitsholding GmbH & Co. KG



Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichten sich mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls, die Emission von Treibhausgasen zu verringern. Nach dem Kyoto-Protokoll wurde innerhalb der Europäischen Union eine Reihe von Richtlinien erlassen, um dieses Ziel umzusetzen. Die „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ ist die EU-Richtlinie, die europaweit Anforderungen an Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude für Neubauten und Bestandsgebäude regelt. Die Richtlinie umfasst nicht nur die Raumheizung sondern auch die Kühlsysteme, die Lüftungssysteme und die Beleuchtungssysteme sowie die Gebäudekonstruktion, um eine ganzheitliche Bewertung der energetischen Effizienz von Gebäuden zu erhalten. Für die Umsetzung der EU-Richtlinie in Deutschland ist es durch die erstmalige enge Zusammenarbeit der Normungsgremien für Bauwesen, Technische Gebäudeausrüstung und Lichttechnik gelungen, ein gemeinsames, durchgängiges Verfahren für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu entwickeln und in der Vornormreihe DIN V 18599 zu veröffentlichen. Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden soll, gemäß der EU-Richtlinie, nach einer Methode berechnet werden, die regional differenziert werden kann und bei der zusätzlich zur Wärmedämmung auch andere Faktoren einbeziehbar sind, wie beispielsweise verschiedene Anlagenvariationen für Heizungssysteme und Klimaanlage, Nutzung erneuerbarer Energieträger (z.B. Solaranlagen) und unterschiedlicher Konstruktionsarten des Gebäudes.

Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Überblick über die nationale Vornormreihe DIN V 18599 zu geben und speziell den Teil 8 – „Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungs-Systemen“ am Beispiel des Klinikums Lüdenscheid – Haupthaus Hellersen der Märkische Gesundheitsholding GmbH & Co. KG zu untersuchen. Für das Haupthaus Hellersen sollte die Nutzenergie für Trinkwarmwasser und letztlich der benötigte Primärenergiebedarf berechnet werden. Dargestellt werden sollte, wie groß jeweils der Anteil an Endenergie für die Erzeugung, die Speicherung, die Verteilung und die Übergabe von Trinkwarmwasser ist. Eine Aufgliederung erfolgte in die benötigte Nutzenergie, die anfallenden Wärmeverluste und die erforderlichen Hilfsenergien für alle Bereiche der Trinkwarmwasserversorgung.

Die Vornormenreihe der DIN V 18599 ist eine relativ neue Norm und besitzt in der Praxis noch keine Relevanz. Aus diesem Grund bestand die Schwierigkeit darin, dass das Berechnungsverfahren, speziell für ein Krankenhaus wie das Haupthaus Hellersen, grundlegend erarbeitet werden musste. Entsprechende Hilfsmittel wie z.B. Softwareprogramme sind nicht ausgereift und ihre Handhabung sehr kompliziert.



Inhalt und Umfang von DIN V 18599-8 [Quelle: DIN V 18599]

Bei den Berechnungsverfahren der Vornormenreihe wurde eine Affinität zur bereits bestehenden Vornormenreihe DIN V 4701-10 zur energetischen Bewertung von Trinkwassererwärmungsanlagen festgestellt. Die Erweiterung und Verbesserung der schon existierenden Vornormenreihe wäre ein schlüssigeres Vorgehen gewesen, um die bessere Akzeptanz bei den Anwendern zu finden.

Die ermittelten Werte für die Nutzenergie für Trinkwarmwasser, speziell im Versorgungsbereich Bettenhaus, sind sehr hoch ausgefallen. Daher besteht die Vermutung, dass der nutzungsspezifische Wert von 8,0 kWh pro Bett und Tag aus DIN V 18599-10; Tabelle 6 für das gesamte Gebäude anzusetzen ist. Die Vermutung resultiert aus dem Hintergrund, dass in der gesamten Vornormenreihe der DIN V 18599 keine eindeutige Beschreibung zur Anwendung der Kennwerte vorliegt.

In der DIN V 18599-10; Tabelle 6 sind nutzungsbezogene und flächenbezogene Angaben für verschiedene Gebäudenutzungsarten angegeben, wie z.B. für Bürogebäude, Hotels und für Krankenhäuser. Die Angaben bei den Hotels untergliedern sich weiter in „einfach“, „mittel“ und „Luxus“. Eine solche Gliederung wäre auch für Krankenhäuser zweckmäßig, da auch hier eine Gliederung durch die medizinische Ausstattung eines Krankenhauses erfolgt. So befinden sich in kleineren Krankenhäusern heutzutage kaum eigene Wäschereien oder Küchen, die Einfluss auf den spezifischen Warmwasserverbrauch haben. Dadurch ist die Annahme zu

**Die EnEV 2007 und die DIN V 18599
Kritische Bewertung des Berechnungsverfahrens
im Bereich Trinkwarmwasser am Beispiel eines 800-Betten-
Krankenhauses**

Dipl.-Ing. (FH) Diana Lutter M.Sc.

Prüfer
Beisitzer:

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

Datum des Kolloquiums

30. März 2007

Studiengang:
Laborbereich

Technisches Management – Gebäudemanagement
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

 Unternehmensverbund
Märkische Gesundheitsholding GmbH & Co. KG



Mit der wachsenden Einsicht, dass die Umweltprobleme sich nicht nur auf nationale Grenzen beschränken sondern durchaus von globalem Ausmaß sind, haben internationale Umweltschutzabkommen in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Mit der EU-Richtlinie 2002/91/EG „Energieeffizienz von Gebäuden“ und der daraus resultierenden EnEV 2007 als deutsche Gesetzesvorlage sowie die DIN V 18599 als gültige Norm wird eine umfassende Strategie zur Erhöhung der Energieeffizienz und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien verfolgt mit dem Ziel, die im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangenen Verpflichtungen zu erfüllen.

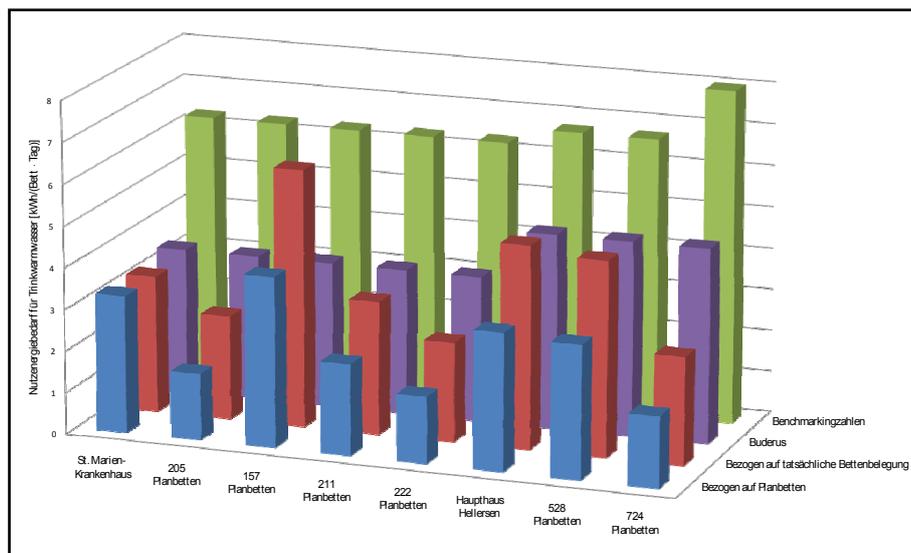
Die energetische Gesamtbewertung von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden in Abhängigkeit von der Nutzung wird mit der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV), die voraussichtlich ab dem 01.01.2008 in Kraft treten wird, einen bedeutenden Stellenwert im Neubau und bei der Modernisierung von Gebäuden einnehmen. Mit der neuen Energieeinsparverordnung ist die energetische Gesamtbewertung von Wohngebäuden möglich, die von Nicht-Wohngebäuden, wo z.B. Hotels, Gewerbegebäude oder Krankenhäuser dazu gezählt werden, hingegen wird in der Vornormreihe DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ behandelt, deren Bezug im Anhang der Energieeinsparverordnung zu finden ist.

Ziel dieser Arbeit war es, ausgehend vom gesetzlichen Hintergrund die Notwendigkeit einer energetischen Bewertung von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden vorzustellen. Aufbauend auf einer bereits durchgeführten energetischen Bewertung eines Trinkwarmwassersystems in einem Krankenhaus als Nicht-Wohngebäude (Unternehmensverbund der Märkischen Gesundheitsholding GmbH & Co. KG, Klinikum Lüdenscheid, Haupthaus Hellersen) nach der DIN V 18599-8 soll diese auf Plausibilität geprüft und kritisch bewertet werden. Eine Gegenüberstellung der berechneten Werte für den Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser mit diversen aus der Fachliteratur ermittelten und empfohlenen Angaben wurde genauso zur Wertung herangezogen wie auch Verbrauchszahlen anderer Gebäude gleicher Nutzung.



Um eine Aussagekraft aus der bereits durchgeführten Berechnung gewinnen zu können, war es erforderlich, die Daten für den Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser mit dem tatsächlichen Warmwasserverbrauch aus den Jahren 2000 bis 2005 des Haupthauses Hellersen zu vergleichen. Es zeigte sich, dass diese Werte dramatisch voneinander abweichen. Mögliche Ursachenquellen wie der Ansatz zur Unterteilung in verschiedene Zonen, die Verwendung des von der DIN V 18599-10 vorgegebenen Richtwertes für den Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser von 8,0 kWh pro Bett und Tag oder die fehlende Gruppierung von Krankenhäusern mit unterschiedlichen Einrichtungsstandards wurden geprüft.

Im direkten Vergleich mit Benchmarkingzahlen, die vom Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen veröffentlicht wurden und den Werten aus einer Planungsunterlage der Firma Buderus zur Größenbestimmung und Auswahl von Speicherwassererwärmern zeigte sich eine enorme Abweichung zu dem aus der Vornormenreihe zitierten nutzungsspezifischen Kennwert für Bettenzimmer von 8,0 kWh pro Bett und Tag. Dabei ist nicht nur der Wert an sich kritisch betrachtet worden, sondern auch der Bezugspunkt „Bett“ (Anzahl der Planbetten / Anzahl der tatsächlich belegten Betten). Bei einer Gegenüberstellung von ermittelten Verbrauchswerten anderer Krankenhäuser wurde deutlich, dass sich hier eine große Fehlerquelle zur Bewertung der Nutzenergie für Trinkwarmwasser verbirgt und sich andere Werte für die Nutzenergie für Trinkwarmwassererwärmung ergeben, wenn die Anzahl der Planbetten nicht mit der tatsächlichen Bettenanzahl übereinstimmt. Sehr gut veranschaulicht dies die nachstehende Abbildung.



Gegenüberstellung der Kennwerte für den Nutzenergiebedarf

Ferner wurde dargelegt, dass ein einziger Richtwert des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser in Krankenhäusern von 8,0 kWh pro Bett und Tag nicht ausreichend ist. Eine Unterteilung, gemessen an den medizinischen Einrichtungen, wird nicht nur für sinnvoll sondern für notwendig erachtet. Aus dieser Gesamtbetrachtung heraus würde sich für ein Krankenhaus eine Einteilung in Anlehnung an die von der Firma Buderus herausgegebenen Planungsbrochüre empfehlen, so z.B. in „Krankenhaus mit einfachen medizinischen Einrichtungen“ oder in „Krankenhaus mit umfangreichen medizinischen Einrichtungen“.

**60 Darstellung und Bewertung von Sanierungsverfahren für PFT-belastete Böden am Beispiel einer kontaminierten Fläche in Brilon-Scharfenberg****Dipl.-Ing. (FH) Simon Schritt M.Sc.**

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Prüfer | Dipl.-Ing. (FH) Udo Kraft |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Joachim Ronneburger |
| Datum des Kolloquiums | 27. März 2007 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |

Perfluorierte Tenside (PFT) sind ein weit verbreiteter Grundstoff der chemischen Industrie und finden zahlreiche Anwendungen in verschiedensten industriellen Produkten und Prozessen wie beispielsweise Textilien, Papier, Teflonbeschichtung, oder auch Reinigungsmittel. Bei einer Gewässeruntersuchung des Rheins konnten erhöhte Gehalte dieser Substanzen an der Mündung der Ruhr in den Rhein nachgewiesen werden. Hauptursache für die Verunreinigung ist ein mit PFT belasteter Dünger, der auf einer Ackerfläche in Brilon-Scharfenberg am Oberlauf der Möhne, welche im weiteren Verlauf in die Ruhr mündet, ausgebracht wurde. Auch in den Trinkwässern im Einzugsbereich der Möhne und der Ruhr konnten deutlich erhöhte PFT-Gehalte nachgewiesen werden, wobei die PFT-Konzentration im Trinkwasser, die von der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit vorgegebenen Höchstwerte für die PFT-Leitsubstanzen Perfluorooctansulfonat (PFOS) und Perfluorooctansäure (PFOA) deutlich überschritten. Vor diesem Hintergrund wurde die Sanierung der Ackerfläche in Brilon-Scharfenberg vom zuständigen Hochsauerlandkreis beschlossen.

In der Arbeit werden die perfluorierten Tenside genauer vorgestellt und ihr Verhalten in der Umwelt sowie ihre Wirkung auf den Menschen beschrieben. Dabei wird zunächst auf die wichtigsten Substanzen dieser Stoffe eingegangen und die wesentlichen Herstellungsverfahren sowie Hauptanwendungsbereiche der PFT dargestellt. Anschließend werden die chemisch-physikalischen Eigenschaften dieser Verbindungen vorgestellt und ein Überblick über die weltweite Verbreitung der PFT sowie deren Gehalte in verschiedenen Umweltmedien gegeben. Besonders in den Blickpunkt rückt dabei das Verhalten der PFT im Boden, da dies einen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl möglicher Sanierungsmaßnahmen besitzt. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf die umweltmedizinische Bedeutung der PFT für den Menschen eingegangen, da diese neben anderen Faktoren für die Notwendigkeit der Sanierung von PFT-belasteten Flächen ausschlaggebend ist.

Vor diesem Hintergrund wird detailliert das Sanierungskonzept der PFT-kontaminierten Fläche in Brilon-Scharfenberg beschrieben und es werden weitere mögliche Sanierungsverfahren für PFT-belastete Flächen vorgestellt sowie ihre Eignung im allgemeinen und speziell im vorliegenden Fall Brilon-Scharfenberg bewertet.

Bei der Sanierung der PFT-belasteten Ackerfläche wird das anfallende Sickerwasser über ein Drainagesystem erfasst und anschließend in einer Aktivkohlefilteranlage behandelt. Nach der Reinigung wird das Wasser in ein angrenzendes Gewässer abgeleitet oder aber in trockeneren Perioden erneut auf die belastete Fläche verrieselt. Die Gesamtkosten für diese Maßnahme liegen bei einer Laufzeit der Anlage von ca. 10 Jahren bei geschätzten 2 Millionen Euro.



Die weiteren in dieser Arbeit beschriebenen und bewerteten Sanierungsverfahren (u. a. Bodenwäsche, Phytoremediation, reaktive Reinigungswände, elektrokinetische Bodenbehandlung) eignen sich nur bedingt für die Sanierung der Fläche in Brilon-Scharfenberg und allgemein für die Sanierung von PFT-belasteten Flächen.

Vor allem aus wirtschaftlicher Sicht muss das Verfahren in Brilon-Scharfenberg als die sinnvollste Sanierungsmaßnahme angesehen werden, zumal der Einsatz der einer vorläufig errichteten mobilen Aktivkohlebehandlungsanlage gezeigt hat, dass das aufgefangene PFT-belastete Wasser nahezu vollständig gereinigt wird.

61 Marketingaspekte und Diversifikationsmöglichkeiten bei Wasserversorgungsunternehmen – dargestellt unter Verwendung von Filmmaterial als Public Relations (PR) Instrument

Georg Hennekes M.Sc.

| | |
|------------------------------|--|
| Prüfer | Prof. Dr. F. Keun |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums | 29. März 2007 |
| Studiengang: Laborbereich | Technisches Management – Gebäudemanagement Haus- und Energietechnik |



Die Versorgungsbranche ist – insbesondere auch durch das weiter voranschreitende EU-Recht angeschoben – im Umbruch. Mehr Markt ist gewünscht.

Die Wasserversorgungsunternehmen stehen augenblicklich scheinbar weniger unter Druck. Hingegen schreitet die Eigendynamik voran. Gutes Marketing kann der Versorgungswirtschaft in einer spannenden, aber auch zugleich unsicheren Zeit für die Unternehmenssicherung und –ausweitung sehr dienlich sein.

Die Belastung der Bürger mit einer mittlerweile so genannten „zweiten Miete“ ruft nach einer Gebührenreduzierung. Hier liegt die große Chance, insbesondere auch für die Wasserversorgungsunternehmen als Einspartenunternehmen mit ihrer auf Vertrauen aufbauenden Trinkwasserversorgung, die der ideale Türöffner für ein Multi Utility Angebot an den Bürger sein kann, um letztendlich über Synergie- und Skaleneffekte Kostenreduzierungen zu erzielen.

Über das Marketinginstrument Public Relations (PR) kann ein Imagefilm mit Blick auf das wichtigste Lebensmittel Trinkwasser weiteres positives Image aufbauen. Dieses dient der Existenzsicherung sowie der Chancenvorbereitung von Aufgabenausweitungen in der mit starken anstehenden Veränderungen behafteten Versorgungsbranche, zumindest im Hinblick auf den Energiesektor.

Ein derartiger Film ist für alle Gruppen in unserer Gesellschaft von Interesse und Bedeutung. Der mit der Masterarbeit vorgestellte Imagefilm soll zur Profilierung der kommunalen Wasserversorgungsunternehmen dienen, um sich so für weitere Aufgaben im Versorgungsbereich zu positionieren.

Einen weiteren Imageschub bringen Umweltaudits wie auch zusätzlich wünschenswerte Wasserlehrpfade. Hierdurch wird gleichzeitig eine Verbundenheit mit dem örtlichen Umweltschutz zusammen mit den orts- und regionalansässigen Wasserwerken gestärkt. In der Weise wie die Wasserversorgung der Region sich für die Region verpflichtet fühlt, ergibt sich eine Reihe von Aspekten zur Ausweitung der Unternehmensinteressen.

Insbesondere die Energiebranche mit ihren vielfältigen Möglichkeiten bietet hier für die Zukunft ein breites Feld für eine effiziente Energieversorgung in der Region mit den Stichworten „Wasserwirt = Landwirt = Energiewirt“. Das heißt, dass so auch die Wasserversorgung zur Diversifikation im Energiebereich einen Beitrag leisten kann.



62

Optimierung der Energieverbrauchsstruktur eines mittelständischen Industriebetriebes

Dipl.-Ing. (FH) Andre Dwersteg
Dipl.-Ing. (FH) Christian Matzker

| | |
|--|--|
| Prüfer Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums | 10. April 2007 |
| Studiengang Studienrichtung Laborbereich | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) Technische Gebäudeausrüstung Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Comfort Sinusverteiler GmbH |



Die Veröffentlichung des neuen Weltklimareports hat zu einer erneuten Diskussion über die Einsparung von Energien geführt. Es vergeht kein Tag, an dem das Thema Klimaschutz nicht in den verschiedenen Medien erscheint.

Die Thematik ist in Fachkreisen bekannt und wurde daher auch in dieser Diplomarbeit behandelt. Es wurde die Energieverbrauchsstruktur der Comfort Sinusverteiler GmbH in Wetringen untersucht und optimiert.

Das Ziel der Diplomarbeit war es Energieeinsparpotenziale aufzudecken, die vorhandene Heizungsanlage zu optimieren und den Primärenergiebedarf zu senken. Desweiteren wurde ein Maßnahmenkatalog mit Verbesserungsvorschlägen erarbeitet.

Die Ermittlung der einzelnen Energieverbräuche geschah über verschiedene Messungen, Simulationen und Datenauswertungen. Unter anderem wurde der elektrische Stromverbrauch mittels Lastgangsanalyse dargestellt.



Die Simulation wurde mit Hilfe der englischsprachigen Simulationssoftware DesignBuilder durchgeführt. Im Rahmen der Diplomarbeit wurde auch eine deutsche Bedienungshilfe der Simulationssoftware erstellt.

Die Heizlast-Ergebnisse der Simulationen wurden mit der DIN EN 12831 verglichen.

Aus den analysierten Werten und Daten sind folgende Maßnahmen und Vorschläge entwickelt worden:

- Austausch der Beleuchtung
- Einbau von Deckenstrahlplatten
- Einbau eines BHKW
- Nachträgliche Gebäudedämmungen
- Verriegelung von Toren
- Einbau von Torluftschleibern
- Einbau von Luftschleusen
- Einbau einer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung



Luftbild der Comfort Sinusverteiler GmbH

Nicht alle Vorschläge sind aus ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll. Deshalb wurden für einige Maßnahmen Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach VDI 2067 durchgeführt.

Das größte Einsparpotenzial des Unternehmens ist im elektrischen Bereich zu finden. Alleine bei einem Beleuchtungsaustausch wäre ein Einsparpotenzial von über 50 % zu erzielen.



63

Bestimmung der Einfügungsdämpfung von Kanalschalldämpfern nach DIN EN ISO 7235

Dipl.-Ing. (FH) Sven Grashoff

Prüfer
Beisitzer:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums

17. April 2007

Studiengang
Studienrichtung
Laborbereich

Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Technische Gebäudeausrüstung
Raumluftechnik



Lärm kann das Wohlbefinden eines Menschen erheblich beeinträchtigen. Um dies zu gewährleisten, müssen Schallschutzmaßnahmen in RLT-Anlagen getroffen werden. Richtwerte zu maximalen Schallpegeln sind in der DIN EN 13779 niedergeschrieben.

Es wird zwischen natürlicher und künstlicher Schalldämpfung unterschieden. Wenn die natürliche Schalldämpfung der Bauteile in RLT-Anlagen wie Kanäle, Formstücke und Luftdurchlässe nicht ausreicht, um die maximalen Schallpegel im Raum einzuhalten, sind zusätzliche Maßnahmen zu treffen. Es wird dann der Einbau von Schalldämpfern notwendig. Da die wesentlichen Emittenten in raumluftechnischen Anlagen die Zu- und Abluftventilatoren sind, sind die Schalldämpfer möglichst nahe hinter und vor dem Ventilator anzubringen. Bei der Berechnung der Schalldämpfer sind die Frequenzen 125 Hz und 250 Hz von Bedeutung.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, die Einfügungsdämpfung D_i von Absorptionsschalldämpfern, die von der Firma Imtech Schiffbau-/Dockbautechnik entworfen wurden, zu bestimmen. Es war von neun Schalldämpfern die Einfügungsdämpfung zu messen. Für die Bestimmung der Einfügungsdämpfung von Schalldämpfern ist nach der Norm DIN EN ISO 7235 vorzugehen. In der Norm wird das Substitutionsverfahren im Hallraum beschrieben. Zunächst wird bei diesem Verfahren der Schalldruckpegel einer Schallquelle, der durch den Messgegenstand (Schalldämpfer) durchgelassen wird, gemessen. Danach wird der Messgegenstand durch den Substitutionskanal (nicht absorbierendes Kanalstück) ersetzt und erneut der Schalldruckpegel gemessen. Um die erforderlichen Messungen durchführen zu können, wurde ein Messaufbau errichtet. Die DIN EN ISO 7235 verweist bezüglich der Messungen des Schalldruckpegels im Hallraum auf die DIN EN ISO 3741, in der das Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 beschrieben wird.

Die gemessenen Einfügungsdämpfungsmaße wurden mit Einfügungsdämpfungsmaßen von Standardschalldämpfern verglichen. Als Ergebnis fiel die Untersuchung zu Gunsten der von der Firma Imtech entworfenen Schalldämpfer aus.

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

**Postfach 1150
48541 Steinfurt
Fon 0251/83-62197
Fax 0251/83-62706
www.fh-muenster.de/egu**

