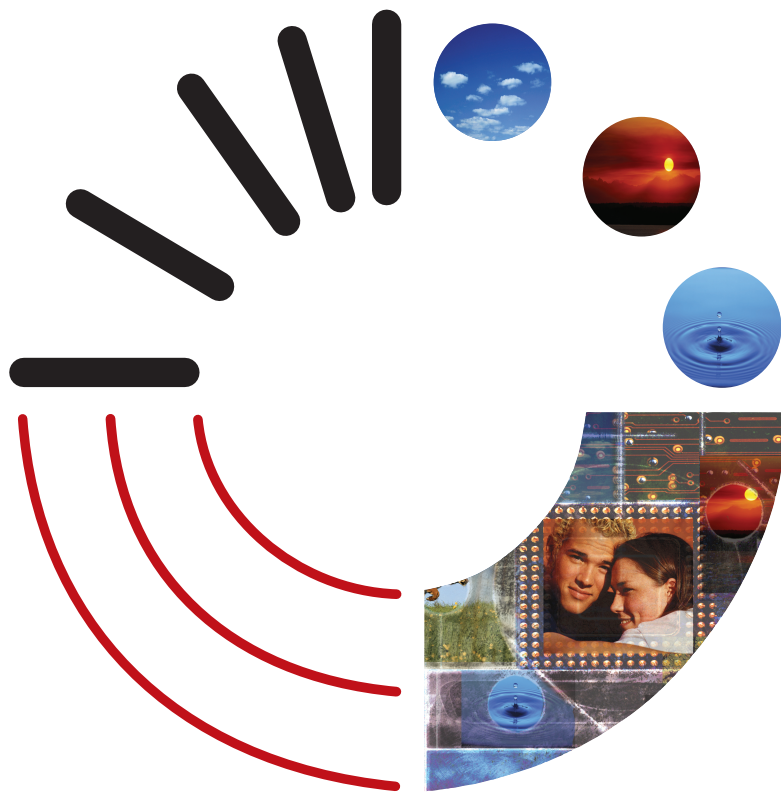


Akademisches Jahrbuch 2005/2006



Fachbereich
Energie · Gebäude · Umwelt

Fachhochschule
Münster University of
Applied Sciences





Die Absolventinnen und Absolventen des Fachbereichs Energie · Gebäude · Umwelt präsentieren in dem vorliegenden Akademischen Jahrbuch die Abschlussarbeiten des Studienjahres 2005/2006. In zusammengefasster Form werden die Zielsetzungen und Ergebnisse der Diplom- und Masterarbeiten dargestellt.

In diesem Jahr wird die Fachhochschule Münster 35 Jahre alt und viele Ehemalige kommen zum zehnten Mal auf den Campus in Steinfurt zum Absolvententreffen zusammen. Zu diesem Anlass wird das Akademische Jahrbuch veröffentlicht. Der Fachbereich hofft auf eine ebenso positive Resonanz auf das Jahrbuch, wie er sie bei den bisherigen Jahrbüchern erleben durfte.

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

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

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

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

Steinfurt, im Mai 2006

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Dekan



**Verzeichnis der Diplom- und Masterarbeiten**

| | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Umsetzung der EU-Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden: Energetische Gebäudebewertung auf Basis von Bedarfs- und Verbrauchswerten Dipl.-Ing.(FH) Burghard Brüning | 11 |
| 2 | Entwurf und Realisierung einer energetisch optimalen Beleuchtungssteuerung für ein Verwaltungsgebäude Dipl.-Ing- (FH) Arnd Henkelmann | 13 |
| 3 | Erhöhung der Ausspeicherleistung des Kavernenspeichers Epe der RWE Westfalen-Weser-Ems AG durch Modifikation der Ausspeicherstränge Eins und Zwei Dipl.-Ing. (FH) André Tenbrock-Ingenhorst | 15 |
| 4 | Analyse der Gasversorgungssicherheit der Stadtwerke Münster GmbH im Hinblick auf neue Rahmenbedingungen (GuD-Kraftwerk) Dipl.-Ing. (FH) Fabian Ruppert | 17 |
| 5 | Erweiterung und Anpassung eines Contractingvertrages durch Einbindung kältetechnischer Anlagen am Beispiel eines Krankenhauses vor dem Hintergrund energetisch und wirtschaftlich optimierter Gesamtkonzeption und Betriebsführung Dipl.-Ing. (FH) Marco Henning M.Sc. | 19 |
| 6 | Grundlegende Anforderungen an dezentrale Trinkwasseraufbereitung in Schwellen- und Entwicklungsländern Dipl.-Ing. (FH) Bernd Sperling M.Sc. | 21 |
| 7 | Untersuchungen zur Eignung einer transportablen Versuchsanlage zur Bodenfiltration für die Kreislaufwasseraufbereitung eines Intensivfischzuchtbeckens Dipl.-Ing. (FH) Armin Borgschulthe | 23 |
| 8 | Optimierung des Energieeinsatzes in der Dampfversorgung der A. Storck KG am Standort Halle (Westf.) Dipl.-Ing (FH) Lutz Brandes M.Sc. | 25 |
| 9 | Netz- und anlagentechnische Optimierung eines Gasverteilungsnetzes am Beispiel der RWE Gasversorgung Schloß Holte Stukenbrock Dipl.-Ing. (FH) Eugen Weiß | 27 |
| 10 | Untersuchung einer Schwimmbadanlage zur Klärung der Ursachen für häufig auftretende Funktionsstörungen Dipl.-Ing. (FH) Markus Wißmann | 28 |
| 11 | Einfluss dezentraler Energieversorgungsanlagen auf Schalt- und Schutzgeräte der Niederspannungsnetze Dipl.-Ing. (FH) Wojtek Szymanski | 29 |
| 12 | Steigerung der Energieauslastung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe durch Kombination von Heizung und passiver Kühlung in einem Musterhaus Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Burnecke | 30 |
| 13 | Lichtbänder / Lichtkuppeln Be- und Entlüftung / Rauch- und Wärmeabzug / Belichtung Dipl.-Ing. (FH) Christian Wenning | 31 |



| | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 14 | Evaluierung von integralen Raumklimakonzepten für Büro- und Verwaltungsgebäude Dipl.-Ing. (FH) André Potthast | 32 |
| 15 | Energetische und energiewirtschaftliche Betrachtung von Gebäudeversorgungskonzepten Dipl.-Ing. (FH) Christian Möller | 34 |
| 16 | Vergleich der Wirtschaftlichkeit von zentralen und dezentralen Lüftungsgeräten sowie Untersuchung des Nutzerverhalten in Verbrauchermärkten Dipl.-Ing. (FH) Heiko Termath M.Sc. | 35 |
| 17 | Validierung eines Dimensionierungsverfahrens für Durchfluss-Trinkwassererwärmer Dipl.-Ing. (FH) Thomas Zimpel M.Sc. | 37 |
| 18 | Konzeption und Auslegung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage Dipl.-Ing. (FH) Frank Runde | 39 |
| 19 | Innerbetriebliche Optimierung der Wasser- und Abwassersituation einer Brennerei Dipl.-Ing. (FH) Dominik Pollok | 41 |
| 20 | Thema: Analyse und energetische Optimierung eines Verwaltungsgebäudes mit Mischnutzung Dipl. Ing. (FH) Oliver Schlering | 43 |
| 21 | Untersuchung zur Druckverlustminimierung in Rohrleitungen von Hochdruckwassernebel-Löschanlagen durch Additive Dipl.-Ing. (FH) Markus Kauling | 45 |
| 22 | Biomasseheizkraftwerke zur Holzverstromung Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc. | 47 |
| 23 | Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung eines neuen Brennerkonzeptes für Schwachgase Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Rahms | 48 |
| 24 | Analyse und Optimierung eines Datenbanksystems für Rohrnetzberechnungen Dipl.-Ing. (FH) Danny Schulze | 50 |
| 25 | Planungsanalyse zur Erneuerung der Trinkwassertransportleitung der Stadtwerke Ochtrup Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Daus | 52 |
| 26 | Aufdeckung von Einsparpotentialen und Optimierung verschiedener Energieversorgungsanlagen im Zoo Osnabrück Dipl.-Ing. (FH) Frank Hanneken | 54 |
| 27 | Stand der Berechnung von Zustandsgleichungen bei der Speicherung von Erdgas in Salzkavernen Dipl.-Ing. (FH) Christian Friß | 56 |
| 28 | Modernisierung eines Mehrfamilienhauses unter Berücksichtigung energetischer und wirtschaftlicher Kriterien Dipl.-Ing. (FH) Marcus Krämer M.Sc. Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Ingo Mertens M.Sc. | 58 |
| 29 | Optimierung der Energiekosten eines Maschinenbaubetriebes Dipl.-Ing. (FH) Christian Wewer | 60 |



| | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 30 | Optimierung der Energiebilanz in einem Gewerbepark Dipl.-Ing. (FH) Arnd Albers M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Jens Schmiedeskamp M.Sc. | 62 |
| 31 | Bestandsaufnahme der Heizungsanlage des Fachhochschulgeländes HC im Hinblick auf ein Energiemanagementprogramm Dipl.-Ing. (FH) Markus Schröder | 64 |
| 32 | Machbarkeitsstudie und Dimensionierung der Deckenheizung eines Schulgebäudes Dipl.-Ing. (FH) Martin Stahmeyer Dipl.-Ing. (FH) Lars Altenhoff | 65 |
| 33 | Ermittlung des Heizenergiebedarfs eines Industriebetriebes in Hörstel- Bevergern Dipl.-Ing. (FH) Brigitte Kiele-Dunsche Dipl.-Ing. (FH) Stefan Wermers | 67 |
| 34 | Sicherung des Fernwärmebetriebes in unterschiedlichen Betriebssituationen Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burkhardt | 69 |
| 35 | DIN 1946 Teil 4 (2005) – Was ändert sich für Planer und Betreiber? Dipl.-Ing. (FH) Dennis Hecker | 71 |
| 36 | Aufbau eines Teststands zur Bilanzierung einer Speicher integrierten Sole/Wasser-Wärmepumpe Dipl.-Ing. (FH) Jörg Hero | 73 |
| 37 | Minderung von Geruchsemissionen aus einem Mastschweinegestall - Sanierung einer biologischen Abluftreinigungsanlage – Dipl.-Ing. (FH) Peter Merchel | 75 |
| 38 | Einführung eines wissensbasierten, digitalen Energieinformationssystems Dipl. Ing. (FH) Klaus Overesch M.Sc. | 76 |
| 39 | Mikrobiologische Laboratorien der Sicherheitsstufe S1 – S4 mit der Auslegung einer RLT – Anlage in einem S3 – Bereich und dem Vergleich der DIN-, EN- und ASHARE – Normen bei der Auslegung Dipl.-Ing. (FH) Vitalij Brill Dipl.-Ing. (FH) Markus Woithe | 78 |
| 40 | Verfahrenstechnische Optimierung im Zulaufbereich der Kläranlage Herford in Hinblick auf auftretende Ammonium Überlastungen bei Regenereignissen Dipl.-Ing. (FH) Björn Pipa | 80 |
| 41 | Möglichkeiten der energetischen Optimierung am Beispiel des Hallenbades der Gemeinde Nümbrecht Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Heinemann | 82 |
| 42 | Möglichkeiten zur Nutzung der Abwärme von landwirtschaftlichen Biogasanlagen Dipl.-Ing. (FH) Thomas Lube | 84 |
| 43 | Study about expanding Market Potential of Decanter for Sludge Dewatering in China's chemical Industry Yichun Lu M.Sc. | 86 |
| 44 | Abwärmepotential eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerkes Dipl.-Ing (FH) Thorsten Hanewinkel | 89 |
| 45 | Auslegung und Konstruktion eines Zweistufenfilters sowie Optimierung der Filtrationsleistung Dipl.-Ing. (FH) Ralf Wewer | 91 |



| | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 46 | Überprüfung und Auslegung des Trinkwasserversorgungssystems der Stadt Herat in Afghanistan - von den Brunnenpumpen bis zu den Wasserspeichern Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Diekmann | 93 |
| 47 | Erstellung eines Leitfadens zur Dimensionierung von Filteranlagen zur Partikelentfernung in der Wasseraufbereitung Dipl.-Ing. (FH) Jörg-Uwe Krombach M.Sc. | 95 |
| 48 | Kalkulation der Planungskosten eines Ingenieurbüros im Vergleich zur Vergütung nach HOAI Dipl.-Ing. (FH) Christoph Storm M.Sc. | 97 |





1 **Umsetzung der EU-Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden:
Energetische Gebäudebewertung auf Basis von Bedarfs- und
Verbrauchswerten**

Dipl.-Ing.(FH) Burghard Brüning

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 03. November 2004

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

In Kooperation mit: Berliner Energieagentur GmbH



Hintergrund der Diplomarbeit ist die EU-Richtlinie 2002/91/EH des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Ziel dieser Richtlinie ist es, die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der Gemeinschaft unter Berücksichtigung der jeweiligen äußeren klimatischen und lokalen Bedingungen sowie der Anforderungen an das Innenraumklima und der Kostenwirksamkeit zu unterstützen.

Die Berliner Energieagentur GmbH (BE) nimmt an einem bundesweiten Modellversuch zur Einführung von Energiepässen für Gebäude teil. Die Energiepässe erstellt die Berliner Energieagentur für Wohnungsbaugesellschaften aus den Städten Berlin und Potsdam. Insgesamt wurden 42 Objekte in der Diplomarbeit bewertet.

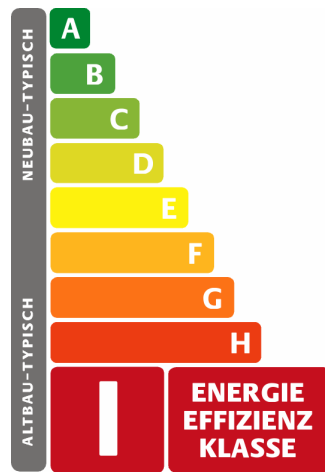
Die Energieausweise dienen lediglich der Information; etwaige Rechtswirkungen oder sonstige Wirkungen dieser Ausweise bestimmen sich nach den einzelstaatlichen Vorschriften.

Zur Zeit werden Energiebedarfsausweise mit Hilfe der EnEV für Neubauten erstellt.

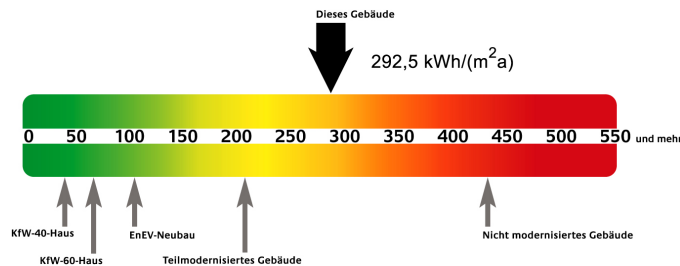
Die zukünftigen Energieausweise sollen über die energetische Qualität von Gebäuden berichten und damit Auskunft über die zu erwartenden warmen Betriebskosten geben. Die Kernaussage soll deshalb über ein aussagekräftiges Label transportiert werden, um den Verbraucher mit der Einführung des Energieausweises zu erreichen

Im Feldversuch werden zwei Modelle erprobt .

Das Stufenlabel schafft Anreize durch Modernisierungsmaßnahmen mögliche Sprünge in den Klassen zu erreichen. Kritisch zu betrachten ist die Klasse A mit einem möglichen Verbrauch von 0 bis 80 kWh/m²a worin durch die Energieeinsparverordnung alle Neubauten fallen würden und somit innovative Passivhäuser kaum gewürdigt werden. Des weiteren besteht die Gefahr, dass man oft nur knapp bis zum Erreichen einer Klassengrenze renoviert.



Das Farbverlaufslabel kommt ohne Klassen aus und gibt eine differenzierte Bewertung des Gebäudes wieder. Bei diesem Label wird das Objekt mit verschiedenen Referenzpfeilen verglichen. Auch diese Variante schafft Modernisierungsanreize. Nach einer Modernisierung verschiebt sich der Gebäudepfeil nach rechts in den grünen Bereich.



Bei der Erstellung der Diplomarbeit wurde ein Vergleich zwischen errechneten Werten zu Verbrauchswerten erstellt. Der Unterschied minimalisiert sich bei steigenden Wohneinheiten, da sich das nutzerspezifische Verhalten neutralisiert. Dadurch ist der verbrauchsbasierte Energiepass für Mehrfamilienhäuser eine echte Alternative.

Der konkrete Verbrauch eines einzelnen Haushalts ist von vielen Faktoren abhängig, z.B. von den Heiz- und Lüftungsgewohnheiten, von der Anzahl der Bewohner etc. Der Energiepass berücksichtigt nur das gesamte Gebäude nicht die Besonderheiten der einzelnen Wohnungen, was man am Beispiel einer innenliegenden Wohnung gegenüber einer im obersten Geschoß liegenden Wohnung leicht verdeutlichen kann, wo die Unterschiede um 30-40% voneinander abweichen.

Der Primärenergiebedarf bezogen auf Nutzfläche ist kein aussagekräftiger Wert. Die Diskrepanz des Labelwertes zum Verbrauchswert ist so hoch, dass dieser Wert den Mieter bzw. Käufer vor Übergabe eines Energiepasses genau erklärt werden muss.

In einem verbrauchsbasierten Energiepass könnten die jährlichen Verbräuche mit Hilfe der VDI 3807 klimabereinigt und über mehrere Jahre gemittelt und anschließend ins Farbverlauf bzw. Stufenlabel eingefügt werden. Dies hätte den Vorteil das sich die Kosten für die Erstellung des Energiepasses erheblich gesenkt würden.



2 Entwurf und Realisierung einer energetisch optimalen Beleuchtungssteuerung für ein Verwaltungsgebäude

Dipl.-Ing- (FH) Arnd Henkelmann

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto
Beisitzer: Dipl.-Ing. Norbert Heger

Datum des Kolloquiums: 13. September 2004

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



Sowohl beim Bau als auch bei der Unterhaltung moderner Verwaltungsgebäude treten in der heutigen Zeit drei Faktoren immer mehr in den Vordergrund: Ökologie, Ökonomie und Arbeitsplatzkomfort. Unter ökologischen Aspekten wird besonderer Wert auf einen möglichst geringen Energieverbrauch gelegt. Aus diesem resultiert dann direkt auch ein ökonomischer Vorteil durch geringere Energiekosten, die einen immer größeren Anteil an den laufenden Betriebskosten einnehmen.

In diesem Zusammenhang kann speziell bei der Beleuchtung durch eine intelligente Steuerung gespart werden. Aber auch aus folgenden Gründen ist eine Lichtstrom-Regulierung sinnvoll.

In Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigt sich eine lange Lampenlebensdauer, die u. a. die Wartungskosten reduziert. Ein konstantes Beleuchtungsniveau und gezielte Lichtinszenierungen fördern den Komfort am Arbeitsplatz. Im Tunnelbau können durch die gezielte Adaption an verschiedene Beleuchtungsniveaus erhöhte Sicherheit erzielt werden.

Einfache Überlegungen können helfen, die Grundsätze für eine Programmierung von Steuerungsanlagen zu erarbeiten.

Nicht benötigte Leuchten sollten nach Möglichkeit ausgeschaltet werden, z. B. falls sich keine Person im Raum befindet. Auch wenn sich durch Sonneneinstrahlung eine ausreichende Beleuchtungsstärke einstellt, kann die Raumbeleuchtung entsprechend gedimmt bzw. ganz ausgeschaltet werden. Dies hat den zusätzlichen Einspareffekt, dass weniger durch Beleuchtung verursachte Wärmestrahlung mittels entsprechender Kühlung abgeführt werden muss.

Um diese Forderungen erfüllen zu können, ist es unerlässlich, dass die Beleuchtung dimmbar ist. Selbst bei einfacher Steuerung können so bis zu 40% an Energie gespart werden. Bei tageslichtabhängiger Regelung ist im Sommer sogar eine Reduzierung um bis zu 75% möglich.

Ein weiterer entscheidender Vorteil der Beleuchtungssteuerung ist die Möglichkeit der individuellen Anpassung an jeden Arbeitsplatz. Sowohl das Dimmen als auch das komplette Abschalten der Beleuchtung führen hier zu gleichmäßigen Arbeitsbedingungen und somit angenehmem Arbeiten.

Die einfachste Möglichkeit, Beleuchtungsanlagen zu steuern, ist der Einsatz von Bewegungsmeldern. Sobald eine Person den überwachten Bereich betritt, registriert der Melder eine Bewegung. Das Licht in diesem Raum wird eingeschaltet. Jede weitere Bewegung aktiviert nun den Melder neu. Der Raum bleibt beleuchtet. Wird jedoch innerhalb einer voreingestellten Zeit keine Bewegung registriert, gibt der Melder Nachricht an die Beleuchtungssteuerung. Das Licht wird ausgeschaltet.

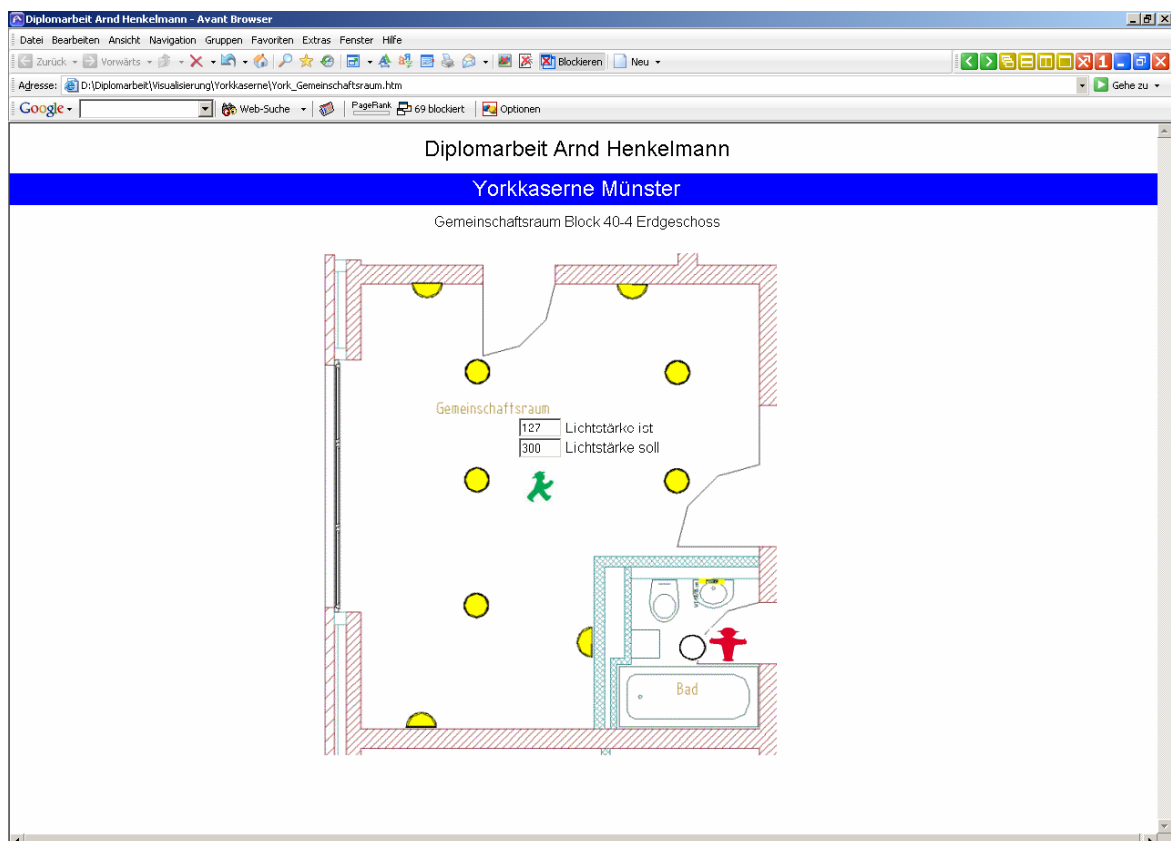
Effizienter ist eine tageslichtabhängige Steuerung, die als Erweiterung der bewegungsabhängigen Steuerung betrachtet werden kann.

Sie wird in der Regel mit elektronischen Vorschaltgeräten realisiert, welche bewirken, dass das künstliche Licht je nach Tageslichteinfall mehr oder weniger gedimmt wird.

Die konkrete Aufgabe bestand darin, die Steuerungsmöglichkeiten anhand von zwei Beispielgebäuden zu projektieren, in denen zum einen eine reine LON-Installation zum anderen eine Lichtsteuerung mit DALI-Technik zum Einsatz kommen sollte. Mit Hilfe einer Visualisierungssoftware sollte dies verdeutlicht werden.

Als Visualisierungssoftware findet das Programm „Webfactory“ von der Firma ASP Anwendung.

In dem Bild ist beispielhaft eine der auf HTML basierenden Visualisierungsseiten zu sehen, hierbei verdeutlichen die Ampelmännchen die Anwesenheit von Personen. Die aktuelle Lichtstärke und der Sollwert sind im Klartext abzulesen.





3

Erhöhung der Ausspeicherleistung des Kavernenspeichers Epe der RWE Westfalen-Weser-Ems AG durch Modifikation der Ausspeicherstränge Eins und Zwei

Dipl.-Ing. (FH) André Tenbrock-Ingenhorst

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 12. Mai 2005

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

In Kooperation mit: RWE Westfalen-Weser-Ems AG



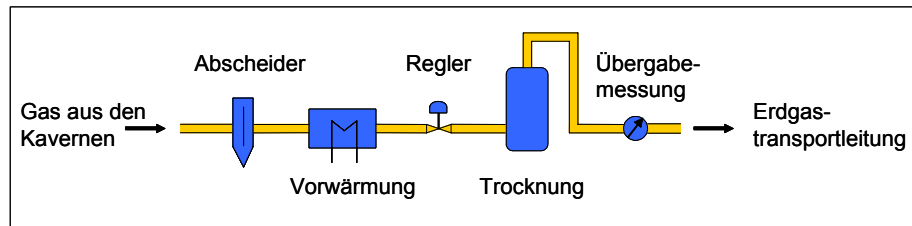
In der Rangliste der Primärenergieträger nimmt Erdgas im Jahr 2004 mit einem Anteil von 22,4 % den zweiten Platz in Deutschland ein. Dieser Teil setzt sich zum einen aus Importen aus Russland, Norwegen, den Niederlanden, Dänemark und Großbritannien, sowie zum anderen aus heimischen Fördermengen zusammen. Ausgehend von den Förderanlagen wird das Erdgas zum größten Teil über Leitungen zu den Verbrauchern transportiert. Die Schwankungsbreite der Bezugsmengen ist aus förderungstechnischen Gegebenheiten mit $\pm 5\%$ relativ gering. Der Gasabsatz hingegen unterliegt großen Schwankungen. Im Sommer liegen die Bezüge über dem Absatz, während in den kälteren Monaten der Bedarf nicht durch die Importe gedeckt werden kann.

Um diese Schwankungen ausgleichen zu können, werden von den Gasversorgungsunternehmen Speicher betrieben, welche dem saisonalen, sowie tageszeitlichen Ausgleich dienen. Diese Speicher werden befüllt, wenn der Absatz geringer ist als der Bezug und sie werden wieder entleert, wenn der Absatz mit den vorhandenen Bezugsmengen nicht gedeckt werden kann.

Die RWE Westfalen-Weser-Ems AG betreibt einen Porenspeicher in Kalle, sowie drei Kavernenspeicher in Xanten, Staßfurt und Epe. Darüber hinaus gehört noch ein Flüssiggasspeicher in Nievenheim dazu.

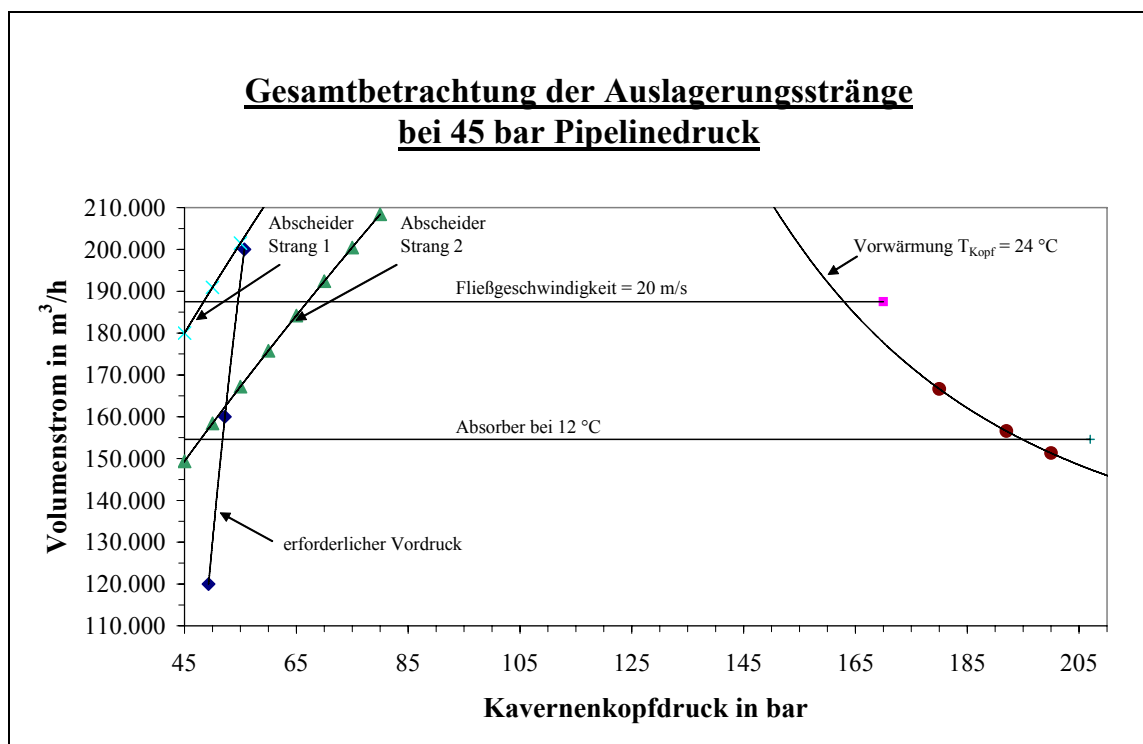
Der Kavernenspeicher in Epe wird zurzeit ausgebaut. Unter diesem Gesichtspunkt stellt sich die Frage, inwieweit die Ausspeicherleistung der bestehenden Anlage erhöht werden kann. Diese Arbeit untersucht, wie sich die einzelnen Anlagenteile verhalten, wenn sie nicht wie ursprünglich geplant am RWE-West-Netz (33 bar Betriebsdruck), sondern am RWE-Ost-Netz (55 bar Betriebsdruck) betrieben werden. Es werden nutzbare Potenziale, sowie mögliche Engstellen aufgezeigt. Darüber hinaus werden Möglichkeiten untersucht, die vorhandenen Engstellen auszubauen beziehungsweise an die geforderten Gegebenheiten anzupassen. Die Auswirkungen, die eine Modifikation der Anlage in Bezug auf das RWE-West-Netz hat, werden erörtert und die notwendigen Investitionskosten dargestellt.

Die einzelnen Verfahrensschritte, die das Gas von den Kavernen bis zur Transportleitung durchläuft, sind in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.



Die Anlagen sind ursprünglich für eine Ausspeichermenge von 120.000 m³/h bei einem Fernleitungsdruck von 30 bar ausgelegt worden. Durch den Betrieb der Ausspeicherstränge bei höherem Fernleitungsdruck sind größere Durchsätze möglich, wobei die maximalen Volumenströme für jeden Verfahrensschritt separat überprüft werden müssen.

Abhängig von den vorherrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen auf der Kavernen- und der Fernleitungsseite sind die Grenzen ermittelt und in Diagrammen zusammengefasst worden. Die folgende Abbildung zeigt das Durchsatzverhalten der einzelnen Komponenten bei einem Fernleitungsdruck von 45 bar, aufgetragen über den Kavernenkopfdruck.



Es hat sich bei der Untersuchung gezeigt, dass eine geringe Leistungssteigerung ohne konstruktive Änderungen möglich ist. Die größte Engstelle stellt die Trocknungsanlage dar. Bei Überschreiten eines maximalen Volumenstromes werden erhebliche Mengen des Trocknungsmittels Triethylenglykol aus dem Prozess in das Fernleitungsnetz befördert. Ein Umbau dieser Anlage durch den Austausch der Glockenböden in den Absorbern durch strukturierte Packungen ermöglicht eine Steigerung der Ausspeicherleistung um ca. 50 % pro Auslagerungsstrang über einen großen Kopfdruckbereich, so dass diese Investition empfohlen werden konnte.



4

Analyse der Gasversorgungssicherheit der Stadtwerke Münster GmbH im Hinblick auf neue Rahmenbedingungen (GuD-Kraftwerk)

Dipl.-Ing. (FH) Fabian Ruppert

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Professor Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Beisitzer: | Professor Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Datum des Kolloquiums: | 19. Mai 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Stadtwerke Münster GmbH |



Derzeit wird das mit Kohle und Gas befeuerte Heizkraftwerk Hafen der Stadtwerke Münster zu einem Gas- und Dampfkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung umgebaut. Die Anlage wird im Spitzenlastfall rund 40.000 Normkubikmeter Erdgas beziehen.

Insgesamt werden in der Bezugsspitze dann statt bisher ca. 96.000 rund 122.000 Normkubikmeter Erdgas für das Versorgungsgebiet Münster benötigt. Dies bedeutet eine Steigerung um etwa 30 %.

Es war Aufgabe, zu überprüfen, ob im primär von der Kapazitätserhöhung betroffenen DP 16-Netz an allen Stellen die erforderlichen Mengen bei ausreichendem Druck bereitgestellt werden können und zulässige Strömungsgeschwindigkeiten nicht überschritten werden; dies sollte mit einer Betrachtung von Störfallszenarien z.B. Ausfall einer wichtigen Transportleitung oder einer Erdgasübernahmestation verbunden werden.

Es sollten Lösungsansätze aufgezeigt und verglichen werden, mit denen die Gasversorgungssicherheit langfristig und nachhaltig gewährleistet werden kann.

Um dies zu erreichen, wurde zunächst das bestehende DP 16-Netz mit dem Rohrnetzrechnungsprogramm OptiPlan 2000 berechnet. Danach wurden Rohrnetzrechnungen für mehrere sich bietende Ausbaualternativen (Neue Erdgasübernahmestation, Leitungsparallelisierung) durchgeführt. Die Ausbaualternativen wurden zusätzlich mit einer vergleichenden Wirtschaftlichkeitsberechnung und mit einer Nutzwertanalyse verglichen.

Insgesamt zeigt sich, dass das DP 16-Netz mit Inbetriebnahme des GuD-Kraftwerkes seine Kapazitätsgrenzen erreichen und teilweise überschreiten wird. Zukünftige weitere Mengenzuwächse können daher mit diesem Netz nicht bewältigt werden.

Unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit im Störfall ist festzustellen, dass zukünftig keine ausreichende Kapazität an Einspeisemengen zur Versorgung des Netztes zur Verfügung steht, um den Ausfall der versorgungstechnisch wichtigsten Leitung oder der Hauptübernahmestation Mecklenbeck I zu kompensieren. Ist die Versorgung des DP 16-Netzes als übergeordnetes regionales Transportnetz nicht ausreichend möglich, hat das Auswirkungen auf die angeschlossenen Netzteile niedrigerer Druckstufen.

Um eine Entlastung des Netztes zu erreichen, bieten sich nach meiner Untersuchung zwei Ausbaualternativen an. Zum einen die Parallelverlegung einer zweiten Leitung im Abschnitt „Düesbergweg“, zum zweiten der Bau einer Erdgasübernahmestation Rinkerode mit Anbindung an die vorhandene DP 16-Leitung Münster – Walstedde.



Diese beiden Alternativen erweisen sich in Rohrnetzberechnungen als technisch gleichwertig. In der nach der Barwertmethode ermittelten Wirtschaftlichkeit ergibt sich ein Barwertvorteil von ca. 22 Tsd. € bei einem Betrachtungszeitraum von 33 Jahren für die Parallelverlegung.

Wird der Aspekt der Versorgungssicherheit mit einbezogen, ist die Erkenntnis, dass der Ausfall der Leitung Duesbergweg/der Hauptübernahmestation in Mecklenbeck zu gravierenden wirtschaftlichen Nachteilen führen, die den Barwertvorteil aufheben können.

Darüber hinaus bietet die Station Rinkerode den Vorteil des höheren Vordruckes für die Verdichter der Gasturbinen des GuD-Kraftwerkes.

Aus vorgenannten Gründen ist meine Empfehlung, zur Absicherung der Gasversorgung und Entlastung des DP 16-Netzes, das seine Kapazitätsgrenzen im Herbst 2005 mit der Inbetriebnahme des GuD-Kraftwerkes erreicht hat, und zur Erhöhung der Flexibilität in Zukunft eine neue Erdgasübernahmestation im südlichen Netzbereich nahe Rinkerode zu errichten.



5

Erweiterung und Anpassung eines Contractingvertrages durch Einbindung kältetechnischer Anlagen am Beispiel eines Krankenhauses vor dem Hintergrund energetisch und wirtschaftlich optimierter Gesamtkonzeption und Betriebsführung

Dipl.-Ing. (FH) Marco Henning M.Sc.

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus

Datum des Kolloquiums: 24. Mai 2005

Studiengang: Technisches Management (Master)
Laborbereich: Energieversorgung und Energiewirtschaft

In Kooperation mit: NGT Neue Gebäudetechnik GmbH, Essen

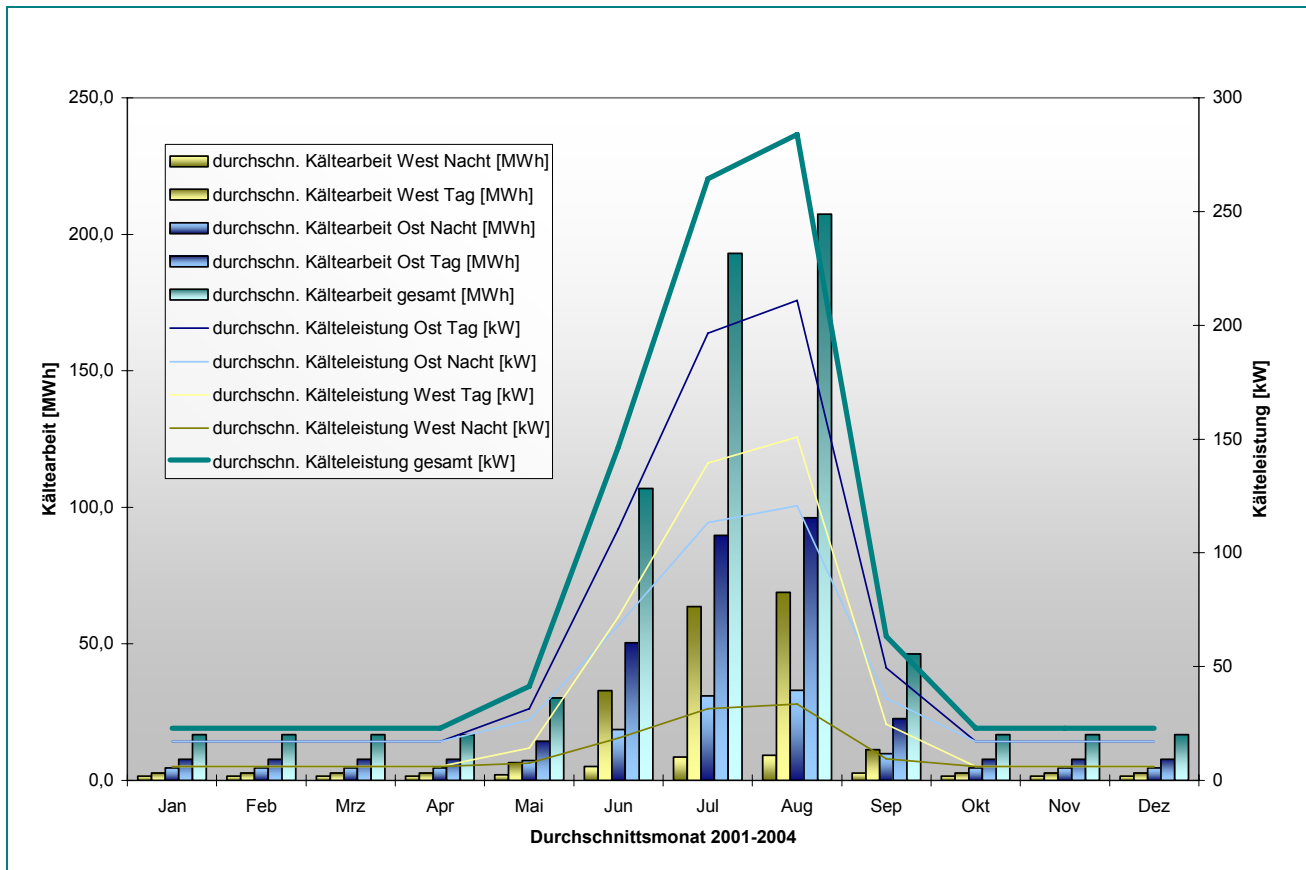


Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Fa. NGT Neue Gebäudetechnik GmbH in Essen erstellt. NGT wurde im Jahr 2004 mit der Umsetzung eines komplexen Contracting-Projektes für das DRK Westerwald Klinikum – Elisabeth Krankenhaus in 57541 Kirchen beauftragt. Der Auftragsumfang bezieht sich auf die Erneuerung der Wärme, Kälte- und Dampferzeugungsanlagen sowie der Neuinstallation eines BHKW. Darüber hinaus wird NGT die neu installierten Anlagen als Contractor über die Projektlaufzeit von 15 Jahren betreiben.

Ziel der vorgelegten Arbeit ist es, die Konzeption und geplante Betriebsführung hinsichtlich ihrer energetischen Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen und möglichst zu optimieren.

Eine Besonderheit der vorgesehenen Konzeption ist die kühlwasserseitige Einbindung der Flüssigkeitskühler in den Heizkreis bzw. zur Warmwasserbereitung. Der Betrieb soll vorrangig vor dem BHKW erfolgen.

Zunächst wird ein Überblick über die Grundlagen des Contracting gegeben, da grundsätzlich einige rechtliche wie steuerliche Aspekte berücksichtigt werden müssen und der Hintergrund des Gesamtprojektes verdeutlicht werden soll. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der gesamten Ausgangssituation. Das geplante Konzept und die Variante werden schwerpunktmäßig in Bezug auf die Einbindung des BHKW und der Flüssigkeitskühler dargestellt. Nach Feststellung der Jahresdauerlinien und Jahres-Nutzungsprofile folgt die Prüfung der Kompatibilität der vorgesehenen Komponenten, mit abschließender Energiebilanz. Konzept und Variante werden hinsichtlich der Schadstoffemissionen verglichen. Eine Ermittlung der Kälte-Gestehungskosten über die Dauer der Vertragslaufzeit schließt sich in Form eines Szenarios an. Die Kosten werden analysiert und auf ihre möglichen minimal und maximal abschätzbaren Entwicklungen über die Vertragslaufzeit hin untersucht und bewertet.



Durchschnittliche Kälteleistung und -arbeit zur Kühlung der RLT-Anlagen West und Ost 2001 bis 2004



6

Grundlegende Anforderungen an dezentrale Trinkwasseraufbereitung in Schwellen- und Entwicklungsländern

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Sperling M.Sc.

| | |
|------------------------|-------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christian Becke |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans-Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums: | 03. Juni 2005 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |



Wasser kann als das wichtigste Lebensmittel überhaupt angesehen werden. Ein durchschnittlicher Erwachsener hat einen täglichen Bedarf an sauberem Trinkwasser, abhängig von unterschiedlichsten Gegebenheiten, wie Kultur, Lebensstandart und klimatischen Bedingungen, von drei bis zu zehn Litern. In vielen Gebieten der Welt besteht jedoch keine oder nur eine begrenzte Versorgung mit sauberem Trinkwasser. Die Zahl von unterversorgten Personen wird weltweit auf etwa 1,1 Milliarden geschätzt. Der größte Anteil dieser Menschen bevölkert Schwellen- und Entwicklungsländer in Asien und Afrika.

Die WHO definiert den Zugang zu ausreichendem und sauberem Wasser als ein Menschenrecht. Im Jahr 2000 haben die Vereinten Nationen die so genannten „Millennium Goals“ festgelegt. Unter anderem soll die Zahl der Menschen, die keinen Zugang zu hinreichendem und sicherem Trinkwasser haben, bis zum Jahr 2015 halbiert werden.

Diese Arbeit hatte zum Ziel, sowohl technische als auch nichttechnische Anforderungen an dezentrale Trinkwasseraufbereitung in Schwellen- und Entwicklungsländern aufzuzeigen. Das komplexe Thema Entwicklungshilfe wird ausschließlich für den Bereich der dezentralen Trinkwasseraufbereitung betrachtet.

Im Rahmen der Arbeit war es zunächst notwendig, den Begriff „dezentral“ zu definieren, da es keine einheitliche Festlegung über seine Auslegung gibt.

Aufgrund der verschiedenen Gegebenheiten in den betroffenen Ländern kann es keinen einheitlichen Leitfaden für eine Trinkwasseraufbereitung geben. Die Anforderungen an Mensch und Technik sind für jeden Anwendungsfall neu festzustellen. Diese Arbeit soll genau hierbei helfen und einen Überblick über die verschiedenen Einflussfaktoren sowie über anwendbare Techniken in den betrachteten Teilen der Welt geben.

Um die erfolgreiche Einführung und einen dauerhaften Erfolg eines neuen oder verbesserten Trinkwasseraufbereitungsverfahrens gewährleisten zu können, müssen grundlegende Anforderungen erfüllt sein. Die technischen Anforderungen und Rahmenbedingungen, wie die Wahl der Rohwasserherkunft und der Aufbereitungstechnik, dürfen nicht einzeln betrachtet werden. Sie stehen immer im direkten Zusammenhang mit den nicht-technischen Anforderungen und Einflussparametern, wie Politik und Gesetzgebung, Kultur und Traditionen sowie geographischen und klimatischen Gegebenheiten.



Ein Schlüsselfaktor ist die Akzeptanz der zu versorgenden Menschen für die neuen Techniken. Sie ist ausschlaggebend für den dauerhaften Erfolg von Projekten. Einfache Maßnahmen, wie das Nutzen lokaler Rohstoffe, das Einbeziehen von betroffenen Personen in die Planung von Projekten und das Auswählen einfacher, kostengünstiger Techniken, können helfen, diese Akzeptanz zu erlangen.

Ein Einsatz von Wasseraufbereitungsanlagen, wie sie in den westlichen Industrieländern betrieben werden, ist aufgrund ihrer Anschaffungskosten, den hohen Betriebskosten und nicht zuletzt aufgrund des Bedarfs an qualifiziertem Fachpersonal, nicht möglich. Ebenso ist es nicht zweckmäßig, die in westlichen Industrieländern gesetzlich festgeschriebenen Grenzwerte für Wasserinhaltsstoffe auf Schwellen- und Entwicklungsländer zu projizieren. Es sollten vielmehr die von der WHO empfohlenen Richtwerte angestrebt werden.

Es gilt die Qualität des Trinkwassers mit Hilfe einfacher und günstiger Methoden Schritt für Schritt zu verbessern.

Die Einführung neuer Wasseraufbereitungstechniken sollte nicht im Rahmen von Einzelprojekten geschehen. Sinnvoller ist die Kombination mit weiteren Maßnahmen. Unterweisungen für den Umgang mit Wasser können z.B. mit der Vermittlung von Wissen über Hygiene oder der Schulung im Umgang mit Sanitäreinrichtungen kombiniert werden.

Um die von den Vereinten Nationen beschlossenen „Millennium Goals“ zu erfüllen, bedarf es noch viel Arbeit. Es gilt vor allem günstige und einfache Lösungen für die Versorgung dezentraler Versorgungseinheiten zu entwickeln und umzusetzen.

Nur unter Berücksichtigung der komplexen technischen und nichttechnischen Zusammenhänge in den betroffenen Ländern ist eine erfolgreiche Durchführung und ein dauerhafte Erfolg von Projekten zur Einführung neuer Trinkwasseraufbereitungstechniken möglich.

In Zukunft sollten Systematiken erarbeitet werden, die mehrere Bereiche, wie Trinkwasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und die Schulung der Menschen hinsichtlich ihres Umgangs mit Wasser, vereinen bzw. kombinieren. Hier ist ein großes Potential zur Nutzung von Synergieeffekte vorhanden.



7

Untersuchungen zur Eignung einer transportablen Versuchsanlage zur Bodenfiltration für die Kreislaufwasseraufbereitung eines Intensivfischzuchtbeckens

Dipl.-Ing. (FH) Armin Borgschulte

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

Datum des Kolloquiums: 03. Juni 2005

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
 Studienrichtung: Kommunal- und Umwelttechnik
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die Möglichkeiten eines transportablen Bodenfilters zur Kreislaufwasseraufbereitung eines Intensivfischzuchtbeckens untersucht.

Bewachsene Horizontal-Bodenfilter werden auf dem Gebiet der Aufbereitung organisch belasteter Wässer seit Jahren erfolgreich eingesetzt. Sie sind in der Lage, neben organischen Verbindungen auch Nitrat und Phosphat aus dem Wasser zu entfernen. Vor allem im Bereich der dezentralen Aufbereitung von kommunalem Abwasser sind bewachsene Bodenfilter weit verbreitet. Stetig steigende Anforderungen an die Wasserqualität verlangen bei der Kreislaufwasseraufbereitung die Entwicklung neuer Reinigungsverfahren und Konzepte.

Der im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte Bodenfilter soll in der Lage sein, Kreislaufwasser mit organischen Verunreinigungen aufzubereiten. Beim Aufbau des Versuchsfilters stand die Anforderung an einen möglichen Transport der Versuchsanlage im Vordergrund. Durch Einsatz einer solchen Anlage kann im Vorfeld abgeklärt werden, ob sich der Bau einer stationären Anlage für die Kreislaufwasseraufbereitung eignet.

Zur Versuchsanlage gehören zwei Aquarien, die den Bodenfilter mit Kreislaufwasser beschicken. Die Aquarien sind mit Fischen der Gattung Nil-Tilapia besetzt und simulieren eine Intensivfischzuchtanlage. Die Fische wurden vom Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Uni Göttingen bezogen und dienen zur Erzeugung von organisch belastetem Kreislaufwasser.

Nil-Tilapia bezeichnet eine Fischart, die zur großen Gruppe der Buntbarsche (Cichlidae) gehört. Diese Tilapien stammen ursprünglich aus dem Nilgebiet und besitzen einen hohen Nährwert. Aufgrund seines schnellen Wachstums, der leichten Vermehrbarkeit und der hohen Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse (Wasserqualität, Futter usw.) hat sich der Niltilapia zu einer der erfolgreichsten und wichtigsten Fischarten für die Aquakultur und zur Bekämpfung des Hungerproblems in den Entwicklungsländern entwickelt.

Durch den Aufbau der Versuchsanlage in modularer Bauweise ist es möglich die Anlage unterschiedlichen Aufbereitungsanforderungen anzupassen.

Als Füllung der einzelnen Module können Quarzsand und andere Materialien (wie zum Beispiel Everzit-N oder Eifellava) eingesetzt werden, die sich als Trägermaterial für biologische Vorgänge eignen.



Die Variabilität der Anlage lässt Eingriffe in die einzelnen Module zu, so dass unterschiedliche Verfahrensweisen simuliert werden können und in den Aufbereitungsvorgang eingegriffen werden kann.

Die entwickelte Versuchsanlage hat sich hinsichtlich der Nitrifikation, der Denitrifikation und der Entfernung von Trübstoffen als geeignet erwiesen. So wurden die Stickstoff-Verbindungen Ammonium-N, Nitrit-N und Nitrat-N bis unter die durch die Trinkwasserverordnung geforderten Grenzwerte abgebaut.

Ebenso wurden die leicht abbaubaren organischen Verbindungen aus dem Kreislaufwasser entfernt.

Phosphate konnten nicht aus dem Kreislaufwasser entfernt werden. Es fand eine Anreicherung des Phosphat-Gehalts im Wasser statt. Diesbezüglich bleibt die Frage offen, ob ein Austausch des Filtermaterials gegen ein eisenhaltiges Filtermaterial oder die Einbringung von Eisen in den Filterkörper einen Rückgang des Phosphats im Kreislaufwasser bewirken können.

Die Fische konnten über die gesamte Laufzeit des Projekts im selben Wasser gehalten werden, ohne dass es zu Verlusten bei der Fischpopulation kam. Dass die Fische sich sogar vermehrten zeigt, dass die Aufbereitung über den Bodenfilter hervorragend funktioniert.

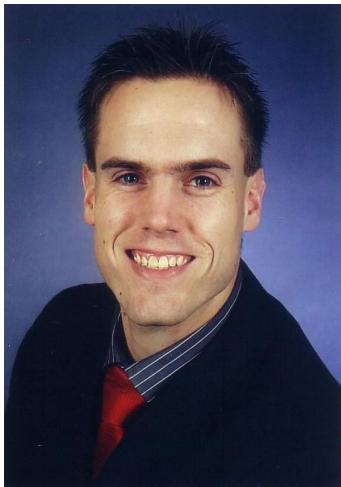
Nach Abschluss aller Untersuchungen und Analysen konnte festgestellt werden, dass die Versuchsanlage bezüglich der Zielsetzung einwandfrei funktioniert und als Testanlage für Problemstellungen der Kreislaufwasseraufbereitung sehr gut geeignet ist.



8 **Optimierung des Energieeinsatzes in der Dampfversorgung der A. Storck KG am Standort Halle (Westf.)**

Dipl.-Ing (FH) Lutz Brandes M.Sc.

| | |
|------------------------|--------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums: | 28 Juni 2005 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Haus- und Eneergietechnik |
| In Kooperation mit: | A. Storck KG am Standort Halle (Westfalen) |



Der weltweit steigende Energiebedarf verringert die Ressourcen an fossilen Brennstoffen. Die Nutzung dieser konventionellen, endlichen Energien lässt eine Kostensteigerung in den kommenden Jahren erwarten. Neben dem verstärkten Einsatz von regenerativen Energiequellen rückt deshalb vor allem die effiziente Nutzung der Energieträger immer stärker in den Vordergrund.

Das Ziel dieser Masterarbeit war es, ein Anlagenkonzept für einen optimierten Energieeinsatz der A. Storck KG am Standort Halle (Westf.) zu entwickeln und dessen Wirtschaftlichkeit zu untersuchen.

Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die Heizzentrale und somit auf die Wärmeerzeugung gelegt, da sich auf der Verbraucherseite aufgrund wechselnder Anforderungsprofile nur Energieeinsparmaßnahmen mit sehr kurzen Amortisationszeiten von deutlich unter zwei Jahren realisieren lassen.

Um die Grundlage für das Konzept zu schaffen wurden die bisherigen Energieverbräuche analysiert und zusätzliche Verbrauchsmessungen durchgeführt. Bei der Bestandsaufnahme sind zudem zwei Besonderheiten aufgefallen, die daraufhin genauer betrachtet wurden. Zum einen fehlt trotz des großen und stetigen Energiebedarfs jede Form von Kraft-Wärme-Kopplung und zum anderen wird der Großteil der erzeugten Dampfmenge (etwa 75 %) ohne Abgabe von Arbeit schon in der Technikzentrale von 16 bar auf 10 bar reduziert.

Im Folgenden wurde sowohl der Einsatz einer Dampfturbine zur Nutzung des vorhandenen Dampfdruckgefälles zwischen den beiden Dampfverteilern (16 und 10 bar) untersucht, als auch die Nutzung eines BHKWs zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme. Als stetige Wärmeverbraucher kamen hier vorhandene Behälter- und Rohrbegleitheizungen in der Nähe des Kesselhauses in Betracht, die derzeit indirekt mit Dampf versorgt werden.

Da das BHKW und die Dampfturbine einen Jahres- bzw. Monatsnutzungsgrad von deutlich über 70 % aufweisen, sind sie sowohl von der bisherigen Mineralölsteuer als auch von der Öko-Mineralölsteuer befreit.

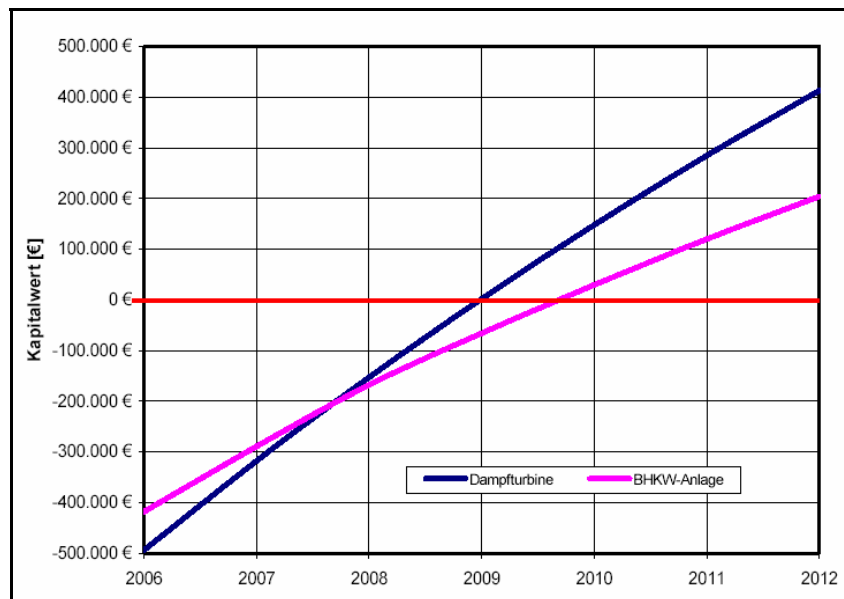
Für die Dampfturbine gilt diese Steuervergünstigung für den Anteil an Erdgas, der für die Erzeugung des Dampfes benötigt wird, der über die Turbine von 16 bar auf 10 bar reduziert wird.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung hat ergeben, dass das BHKW (Gesamtinvestition etwa 418.000 €) unter den vorliegenden Randbedingungen am Ende einer sechsjährigen Betrachtungsdauer einen Kapitalwert von 204.284 € aufweist.



Dampfturbine Tuthill Nadrowski C5DS-GIV

Bei einer Gesamtinvestition für die Dampfturbine von fast 500.000 € ergibt sich bei gleicher Betrachtungsdauer sogar ein Kapitalwert von 413.253 €. Hieraus geht hervor, dass beide KWK-Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können.



Entwicklung des Kapitalwertes in den ersten 6 Jahren

Eine Bilanzierung der Emissionen zeigt zudem, dass die beiden KWK-Anlagen gegenüber der derzeit installierten Anlagentechnik ein Einsparpotential an Treibhausgasen aufweisen. Diese könnten somit um etwa 3 % gemindert werden. Das entspricht jährlich etwa 2.300 Tonnen klimarelevanter Treibhausgase (CO₂-Äquivalent). Durch den Einsatz der KWK-Anlagen und der dadurch möglichen Beantragung weiterer Emissionsberechtigungen werden zudem die Forderungen des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) erfüllt.



9 **Netz- und anlagentechnische Optimierung eines Gasverteilungsnetzes am Beispiel der RWE Gasversorgung Schloß Holte Stukenbrock**

Dipl.-Ing. (FH) Eugen Weiß

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto |
| Datum des Kolloquiums: | 28. Juni 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | RWE Westfalen Weser Ems AG |



In dieser Diplomarbeit wird die Versorgungssituation in der ostwestfälischen Stadt Schloß Holte Stukenbrock betrachtet. Für die Erdgasversorgung (Erdgas L) ist das Unternehmen „RWE Westfalen Weser Ems AG“ zuständig. Das vorhandene Gasverteilungsnetz der Stadt Schloß Holte Stukenbrock ist ein in vielen Jahren gewachsenes Netz. Durch das Erweitern der Gewerbegebiete sind viele, große Gaskunden hinzugekommen. Dieses führte in der letzten Zeit bei tiefen Temperaturen zu Druckproblemen und Versorgungsengpässen.

Die durchgeführten Druckmessungen am Netz und die vorgenommene Netzberechnung weisen aus, dass bereits bei der derzeitigen Abnahmesituation und Kundenstruktur bei niedrigen Außentemperaturen, vor allem im südlichen Teil des Netzgebietes, Druckabfälle auftreten. Des Weiteren sind die Verteilungsleitungen, am Bahndamm, Bahnhofstraße und Holter Str. betroffen.

Die Druckverluste sind aus versorgungstechnischen Gesichtspunkten mittelfristig nicht akzeptabel. Aufgrund dieser Tatsache sind Optimierungsvorschläge, wie Sanierung durch Leitungsaustausch und Bau einer neuen Gas Druckregel- und Messstation mit Verbindungsleitung, untersucht worden.

Bei der Alternative 1 wurden die betroffenen Verteilungsleitungen (PE-HD 150 bzw. St 150) durch (PE-HD 225) ausgetauscht. Durch diesen Leitungsaustausch verringerten sich die Strömungsgeschwindigkeit in den betroffenen Leitungen deutlich und somit auch die Druckverluste im südlichen Teil des Netzgebietes. Alternativ zur Sanierung durch Leitungsaustausch, wurde eine weitere Rohrnetzberechnung durchgeführt, die eine neue Netzeinspeisung im Süden von Schloß Holte Stukenbrock vorsieht. Durch diese Maßnahme werden die drei vorhandenen GDRM-Stationen, besonders die GDRM-Station „Am Bahndamm“ entlastet. Des Weiteren wurde durch den Bau einer neuen GDRM-Station eine zusätzliche Versorgungssicherheit für das gesamte Gasnetz Schloß Holte Stukenbrock gewährleistet, wodurch die Druckprobleme im südlichen Teil des Netzgebietes deutlich verbessert wurden.

Die wirtschaftliche Untersuchung der beiden Alternativen erfolgte mit Hilfe der Kapitalwertmethode. Das Ergebnis zeigte einen eindeutigen wirtschaftlichen Vorteil für den Leitungsaustausch. Die Entscheidung für eine der beiden Alternativen ist Aufgabe des Energieversorgungsunternehmens. Die Ergebnisse meiner Arbeit bietet hierfür die Vorlage.

10 Untersuchung einer Schwimmbadanlage zur Klärung der Ursachen für häufig auftretende Funktionsstörungen**Dipl.-Ing. (FH) Markus Wißmann**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Rickmann |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 04. Juli 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Köster AG, Osnabrück |



Durch die Untersuchungen der Schwimmbadanlage sollten die Gründe für zu hohe Werte an gebundenem Chlor herausgefunden werden. Gebundenes Chlor entsteht, indem das freie Chlor im Schwimmbecken mit den von den Badegästen eingetragenen Verunreinigungen (Schweiß, Urin, Kosmetika) reagiert. Das gebundene Chlor ist für Hautirritationen und dem typischen Hallenbadgeruch verantwortlich. Diese Untersuchungen waren notwendig, weil im gegebenen Fall die Werte ständig über dem von der DIN 19643 vorgeschriebenen Höchstwert von 0,20 mg/l lagen, und es so auf Dauer zu Beanstandungen durch das Gesundheitsamt kommen würde.

Zur Klärung der Ursache für die Funktionsstörung, war eine genaue Untersuchung aller Einflussparameter notwendig. Da es sich bei der Schwimmbadwasseraufbereitung um einen geschlossenen Kreislauf handelt, wirkt sich jede Störung auf den gesamten Aufbereitungsprozess aus.

Zu Beginn wurden der Anlagenaufbau und die Aufgaben der einzelnen Komponenten betrachtet. Danach erfolgte die Untersuchung und Auswertung der bisherigen Messwerte. Im weiteren Verlauf wurde durch Kontrolle eines Wochenbetriebes untersucht, ob eventuell Reinigungsarbeiten oder das Benutzerverhalten Einfluss auf die gebundenen Chlorwerte haben könnte. Anschließend sind alle Anlagenbestandteile untersucht und auf ihre richtige Funktion überprüft worden. Dabei wurden u. A. mit Hilfe eines Ultraschallmessgerätes die Volumenströme nachgemessen und Wasserproben aus verschiedenen Stellen der Anlage von einem Chemischen Institut untersucht. Bei diesen gründlichen Untersuchungen wurden auch einige Mängel der Aufbereitung festgestellt.

Die verschmutzten Schwallwasserbehälter fördern die Entstehung des gebundenen Chlors. Die Filter sind aufgrund unzureichender Rückspülung verschmutzt und können so nicht mehr die Störstoffe aus dem Schwimmbadwasser zurückhalten. Ebenfalls kann die zu hohe Filtergeschwindigkeit ein Grund für die unzureichende Filterleistung sein. Zudem sind die Reaktionsstrecken zur Flockenbildung zu kurz.

Zum Schluss wurden Möglichkeiten zur Minimierung der gebundenen Chlorwerte genannt. Eine Beseitigung der festgestellten Mängel ist aber in jedem Fall die Grundlage für eine einwandfrei funktionierende Wasseraufbereitung.



11

Einfluss dezentraler Energieversorgungsanlagen auf Schalt- und Schutzgeräte der Niederspannungsnetze

Dipl.-Ing. (FH) Wojtek Szymanski

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Andreas Böker |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Berthold Gauxmann |
| Datum des Kolloquiums: | 15. Juli 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Automatisierungs- und Elektrotechnik |
| In Kooperation mit: | Moeller GmbH in Bonn |



Die Zunahme der dezentralen Energieversorgungsanlagen (z. B. Windkraftanlagen, BHKW, PV-Anlagen und Brennstoffzellen) hat einen Einfluss auf die Elektrizitätsversorgung und auf die Betriebsmittel der Energieverteilung. Diese Arbeit untersucht, welchen Einfluss der Einsatz von den Anlagen auf die Schalt- und Schutzgeräte der Niederspannung haben kann.

Folgende Themen werden ausführlich dargestellt:

- Aktueller Stand und Trends bei der elektrischen Energieversorgung in Deutschland
- Stand der Technik und Trends der wichtigsten Technologien der DEA: Windkraft, Photovoltaik, Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerke und Mikro-gasturbinen,

Beschreibung der Auswirkungen auf die Netzführung und Netzurückwirkungen bei deutlicher Steigerung des Anteils der DEA an der Energieerzeugung, Beschreibung der Einflüsse auf die Schalt- und Schutzgeräte in der Niederspannung

Die Einflüsse der DEA auf die Betriebsmittel der Niederspannung sind verschiedener Natur. Primär sind die besonders durch Umrichter verursachte Netzurückwirkungen oder die Auswirkungen der umgekehrten Lastflussrichtung zu nennen.

Die Netzurückwirkungen können elektronische Geräte stören .Im schlimmsten Fall können z.B. Leistungskondensatoren zerstört werden. Zusätzlich werden die Betriebsmittel erwärmt. Eine höhere Leistungsdichte der DEA kann die Spannung im Netz anheben sowie Leitungen überlasten. Im Fehlerfall können größere Kurzschlussströme auftreten.

Für die Schalt- und Schutzgeräte sind das wichtige Aspekte, da ihre Funktion auch bei Fehlern gewährleistet werden muss. Gerade die zusätzliche Erwärmung durch die Oberschwingungen kann die Auslösecharakteristik der Bimetalle in den Schutzgeräten stark beeinflussen. Beim Einbau mehrerer Leitungsschutzschalter nebeneinander, z. B. für Wechselrichter einer PV-Anlage, sollte die zusätzliche Erwärmung, bedingt durch den Dauerbetrieb in Nennleistung, berücksichtigt werden.

12 Steigerung der Energieauslastung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe durch Kombination von Heizung und passiver Kühlung in einem Musterhaus

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Burnecke

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

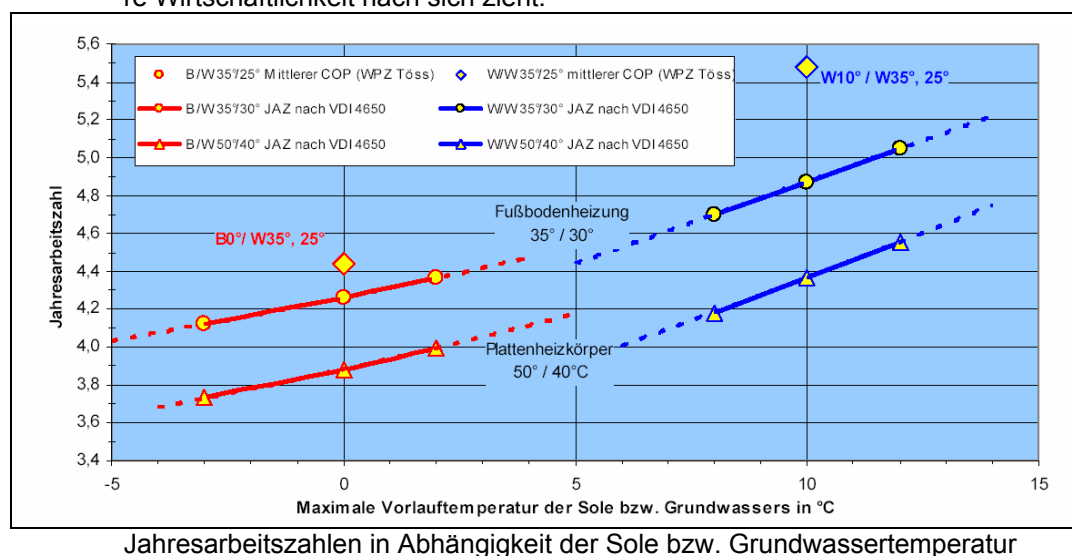
Datum des Kolloquiums: 21. Juli 2005

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

In Kooperation mit: emcal Wärmesysteme GmbH, Emsdetten



In den letzten Jahren sind die Preise für fossile Brennstoffe stark gestiegen. Aus diesem Grund erfährt die Wärmepumpe nach Kritiken in der Vergangenheit nun ein come back. Auf dem Markt werden immer effizienter arbeitende Wärmepumpensysteme gefordert um diese so wirtschaftlich wie möglich betreiben zu können. Die Steigerung der Energieauslastung einer Wärmepumpe kann durch Kombination mit einer passiven Kühlung realisiert werden. Da bei dem passiven Kühlprinzip dem Gebäude die Wärmeenergie entzogen und dem Erdreich zugeführt wird, kann man von einem geothermischen Erdspeicher sprechen. In diesem Fall ist es sinnvoll, zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung eine Wärmepumpe zu verwenden. Denn eine Wärmepumpe arbeitet umso wirtschaftlicher, desto höher die Soletemperatur ist. Der Temperaturhub sinkt und die Arbeitszahl der Wärmepumpe steigt wie in der Abb. 1 zu sehen an. Es muss weniger elektrische Energie aufgewendet werden, um die gleiche Wärmemenge zu erlangen. Ein weiterer positiver Aspekt ist die Möglichkeit der Gleichzeitigkeit. Das bedeutet, dass während des Kühlbetriebes eine Warmwasserbereitung sichergestellt ist. Diesen Vorteil bietet der passive Betrieb mit einer dafür geeigneten hydraulischen Schaltung. Der gleichzeitige Betrieb von passiver Kühlung und der Warmwasserbereitung durch die Wärmepumpe hat einen positiven Nebeneffekt, da die Wärmepumpe Kälte emittiert und Wärme benötigt und auf der anderen Seite die passive Kühlung Wärme emittiert und Kälte benötigt. Koppelt man also diese beiden Systeme, ist eine positive Beeinflussung gegeben, welche eine bessere Wirtschaftlichkeit nach sich zieht.





13

Lichtbänder / Lichtkuppeln Be- und Entlüftung / Rauch- und Wärmeabzug / Belichtung

Dipl.-Ing. (FH) Christian Wenning

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt |
| Datum des Kolloquiums: | 24. August 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | Fa. INDU-Light, Coesfeld |



Die die Diplomarbeit befasst sich mit dem Thema Lichtbänder und Lichtkuppeln und deren Einsatzmöglichkeiten und Auslegung.

Lichtkuppeln und Lichtbänder sind Bauteile mit hoher Wirtschaftlichkeit, insbesondere wenn ihre Multifunktionalität voll ausgenutzt wird. Sie versorgen großflächige bzw. innen liegende Räume nicht nur mit kostenlosem Tageslicht, sondern können gleichzeitig zur täglichen Entlüftung sowie als Rauch- und Wärmeabzüge im Brandfall herangezogen werden. Eine natürliche Lüftung mit Lichtkuppeln und Lichtbändern stellt eine Energie und Kosten sparende Lösung zur Schaffung guter Luftkonditionen und eines behaglichen Raumklimas dar.

Bei der Auswahl der Dachlichtelemente stehen zweckmäßigerweise zunächst die tageslichttechnischen Anforderungen im Vordergrund. Danach ist die Öffnungsfläche für die tägliche Lüftung und die aerodynamisch wirksame bzw. die geometrische Brandlüftungsfläche für die Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) zu bestimmen. Aus sicherheitstechnischen Gründen ist die Bemessung der RWA bei der Anlagendimensionierung vorrangig.

In der Diplomarbeit werden folgende Punkte bearbeitet:

- Die Auslegung und Berechnung einer natürlichen Lüftung durch Lichtkuppeln und die mechanische Lüftung einer Industriehalle.
- Die Auslegung und Berechnung eines natürlichen Rauch- und Wärmeabzugs einer Industriehalle durch Lichtkuppeln und die Berechnung eines mechanischen Rauch- und Wärmeabzugs.
- Die Belichtung einer Industriehalle durch Tageslicht über Lichtbänder und Lichtkuppeln.

Durch die geringen Kosten des Einsatzes von Lichtkuppeln und Lichtbändern und durch deren Mehrfachnutzen sind diese in der Industrie von sehr großer Bedeutung. In Zukunft wird diese Bedeutung durch Arbeitsplatz- und Brandschutzaufgaben steigen.

Evaluierung von integralen Raumklimakonzepten für Büro- und Verwaltungsgebäude**Dipl.-Ing. (FH) André Potthast**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Benjamin Wolf |
| Datum des Kolloquiums: | 25. August 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Bilfinger Berger AG |



Die Auswahl von Klimatisierungssystemen für Büro- und Verwaltungsgebäude hängt maßgeblich vom Blickwinkel des Betrachters ab. Eine Reihe verschiedenster Aspekte mit planerischen, funktionalen und monetären Konsequenzen müssen dabei berücksichtigt werden.

Grundsätzlich ist der Bauherr daran interessiert eine investitions- und betriebskosteneffiziente Anlage, die zudem zuverlässig arbeitet und allen Anforderungen gerecht wird, in Auftrag zu geben.

Bis vor einigen Jahren wurde der einfache Systemaufbau bevorzugt, heute tritt vor allem auch die Behaglichkeit und der thermische Komfort in den Vordergrund. Schließlich sind nachweislich Gesundheit, Produktivität und Leistungsvermögen von Arbeitskräften wichtige wirtschaftliche Faktoren und eine hohe Qualität der Raumluft und ein hohes Maß an thermischem Komfort gefordert.

Hohe Ansprüche an ein Klimatisierungssystem stellen auch die Mieter der Büroflächen. So spielt die Flexibilität der Anlage eine große Rolle. Die Büroflächen sollen auch bei geänderter Raumnutzung oder Umbauten optimal klimatisiert werden. Die hier entstehenden wechselnden Heiz- und Kühllasten erfordern daher individuelle Temperaturregelungen. Angesichts der Tatsache, dass zu Beginn der Gebäudeplanung die Raumaufteilung sowie die Gebäudenutzung noch nicht definiert ist, steht aus diesem Gesichtspunkt eine flexible, variable und erweiterbare Klimatechnik für Büro- und Verwaltungsgebäude im Vordergrund.

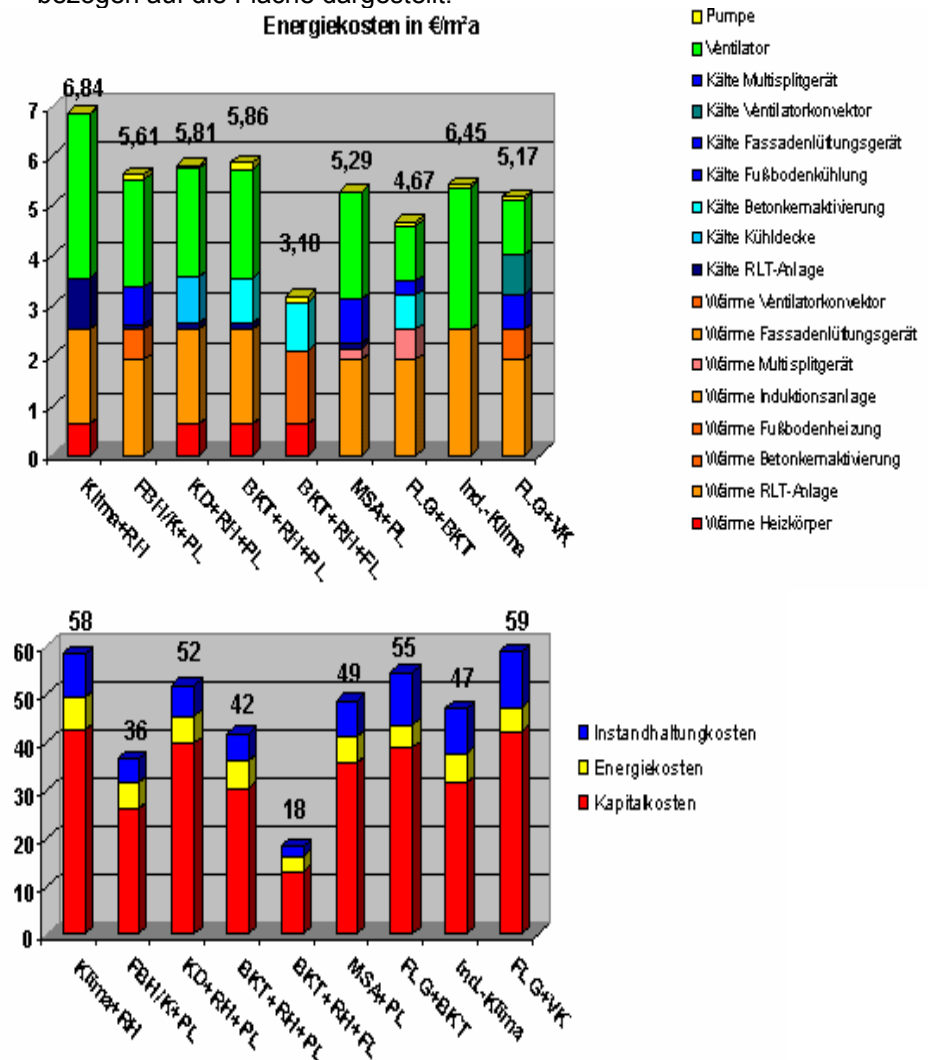
Die Zielsetzung dieser Ausarbeitung bestand deshalb in der Entwicklung einer Entscheidungsmatrix, um in einer frühen Planungsphase die Raumsysteme zur Klimatisierung von Büro- und Verwaltungsgebäuden als optimale Lösung gemeinsam mit dem Auftraggeber festzulegen.

Diese Planungsentscheidung wirkt sich maßgeblich auf die Investitions- und Nutzungskosten des Gebäudes aus. Im Rahmen dieser Studienarbeit wurden die am Markt verfügbaren TGA-Raumsysteme vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Eignung für unterschiedliche Büroformen analysiert. Anhand dieser Untersuchung wurden Kriterien zur Bewertung der Systeme und die zugehörigen Kenngrößen für jedes System ermittelt. Im Anschluss wurde daraus eine Entscheidungsmatrix zur projektspezifischen Auswahl der Raumklimasysteme entwickelt. Zunächst wurden am Markt verfügbare Raumklimasysteme für unterschiedliche Büroformen recherchiert und deren Funktionsweise sowie die spezifischen Eigenschaften beschrieben. Hierbei wurden auch die sinnvollen Einsatzgebiete sowie Einsatzgrenzen dieser Raumklimasysteme dargestellt. Danach erfolgte eine Ermittlung aller relevanten Faktoren und Kriterien zur Auswahl der Systeme.



Die Entwicklung einer Entscheidungsmatrix mit Bewertungs- und Gewichtskonzept sollte zur Identifikation der optimalen Lösung für die projektspezifischen Randbedingungen wie Gebäudekonstruktion und Betriebsprofile beitragen. Nach der Ermittlung der Erfüllungsgrade von vorab definierten Kriterien und Anforderungen der Systeme und Systemkombinationen, wurden die jeweiligen Kenngrößen der Systeme in der Matrix ausgewertet.

Da die Wirtschaftlichkeit eines Klimatisierungssystems maßgeblich zur Auswahl des Klimatisierungskonzeptes beiträgt wurden im einzelnen die Investitions- und Instandhaltungskosten sowie die Energiekosten und somit die Jahresgesamtkosten ermittelt. Zusammenfassend sind hier die Jahresgesamtkosten der einzelnen Klimatisierungsvarianten sowie deren Energiekosten bezogen auf die Fläche dargestellt.



Die durch diesen Vergleich und die Auswertung weiterer Entscheidungskriterien gewonnenen Ergebnisse bzw. Erkenntnisse wurden in die abschließende Erstellung der Entscheidungsmatrix (siehe unten) einbezogen. Dabei lag das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung einer Systematik, die für verschiedenste Anforderungen genutzt werden kann. Die Entscheidungsmatrix wurde daher so konzipiert, dass jedem Betrachter, Bauherrn oder Betreiber, die Möglichkeit gegeben werden kann seine eigenen Schwerpunkte für die entscheidungsrelevanten Kriterien zu definieren und so die für ihn geeignetste Klimatisierungsvariante zu finden.

15 Energetische und energiewirtschaftliche Betrachtung von Gebäudeversorgungs-konzepten**Dipl.-Ing. (FH) Christian Möller**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr. – Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Peter Genau |
| Datum des Kolloquiums: | 29. August 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Energieversorgungstechnik |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |



Zielsetzung der Diplomarbeit ist die Untersuchung und Bewertung von Anlagensystemen zur Versorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte und Strom, wobei die Versorgung mit Wärme den größten Teil der Arbeit in Anspruch nimmt. Aufgrund der neuen EU – Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden besteht darüber eine rechtliche Verpflichtung. Um in einer frühen Planungsphase eine Entscheidung über die Wirtschaftlichkeit von möglichen Energieversorgungs-konzepten herbeizuführen, sind im Rahmen der Diplomarbeit die wesentlichen technischen Abhängigkeiten anhand der spezifischen Energieumwandlungsprozesse in Nutzenergie anhand des Erzeugeraufwands der Anlagenkomponenten sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen der Anlagentechnik aufzuzeigen. Als Ergebnis soll die Basis für ein Werkzeug erarbeitet werden, um Konsequenzen der Systemwahl in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht unter Beachtung der Einsatzgebiete und Anforderungen insbesondere die Erfüllung der Gesamtenergieeffizienz und die Eignung des Systems zur Deckung des Verbrauchsprofils projektspezifisch zu bestimmen.

Für die Bilfinger Berger AG hat man ein Referenzbürogebäude entworfen und für dieses die verschiedenen Anlagensysteme bestimmt.

Abschließend ist man zu dem Ergebnis gekommen das sich eine BHKW – Anlage für die Wärme- und Stromversorgung am besten Eignet. Mit dieser Anlage spart man in 20 Betriebsjahren über 100.000 € gegenüber anderen Anlagensystemen ein.

Um ein ganzes Gebäude bewerten zu können, und so ein Gebäudeleitfaden zu erstellen, wird es notwendig sein, dass man die Bereitstellung der Wärme und Kälte mit den verschiedenen Raumsystemen zusammenführt, und dann betrachtet und bewertet.



16

Vergleich der Wirtschaftlichkeit von zentralen und dezentralen Lüftungsgeräten sowie Untersuchung des Nutzerverhalten in Verbrauchermärkten

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Termath M.Sc.

betreuender Professor
2. Prüfer

Prof. Dr. – Ing. Bernhard Mundus
Prof. Dr. – Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums

30. August 2005

Studienrichtung
Laborbereich

Technisches Management (Master)
Haus- und Energietechnik



Inhalt der Masterarbeit ist der Vergleich der Wirtschaftlichkeit von dezentralen Lüftungsanlagen und zentralen Lüftungsgeräten. Es wurden dabei sowohl dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung als auch ohne Wärmerückgewinnung in den Vergleich einbezogen.

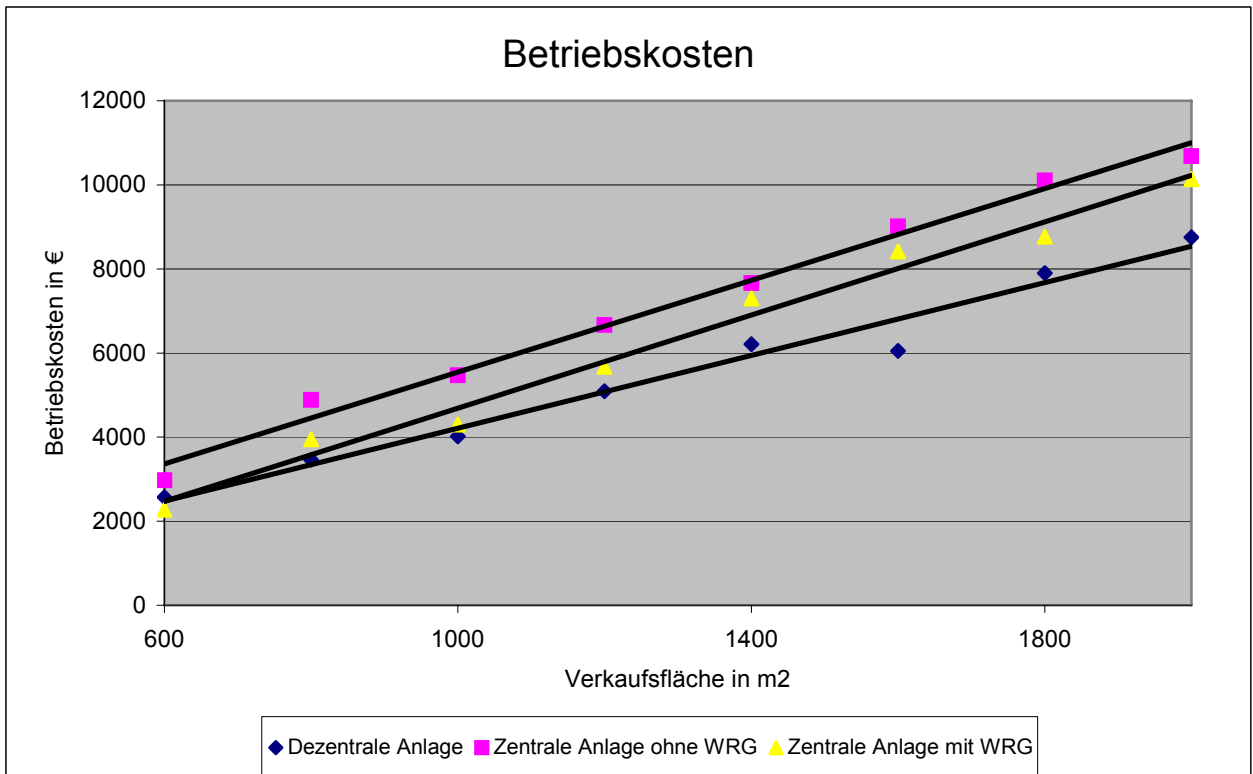
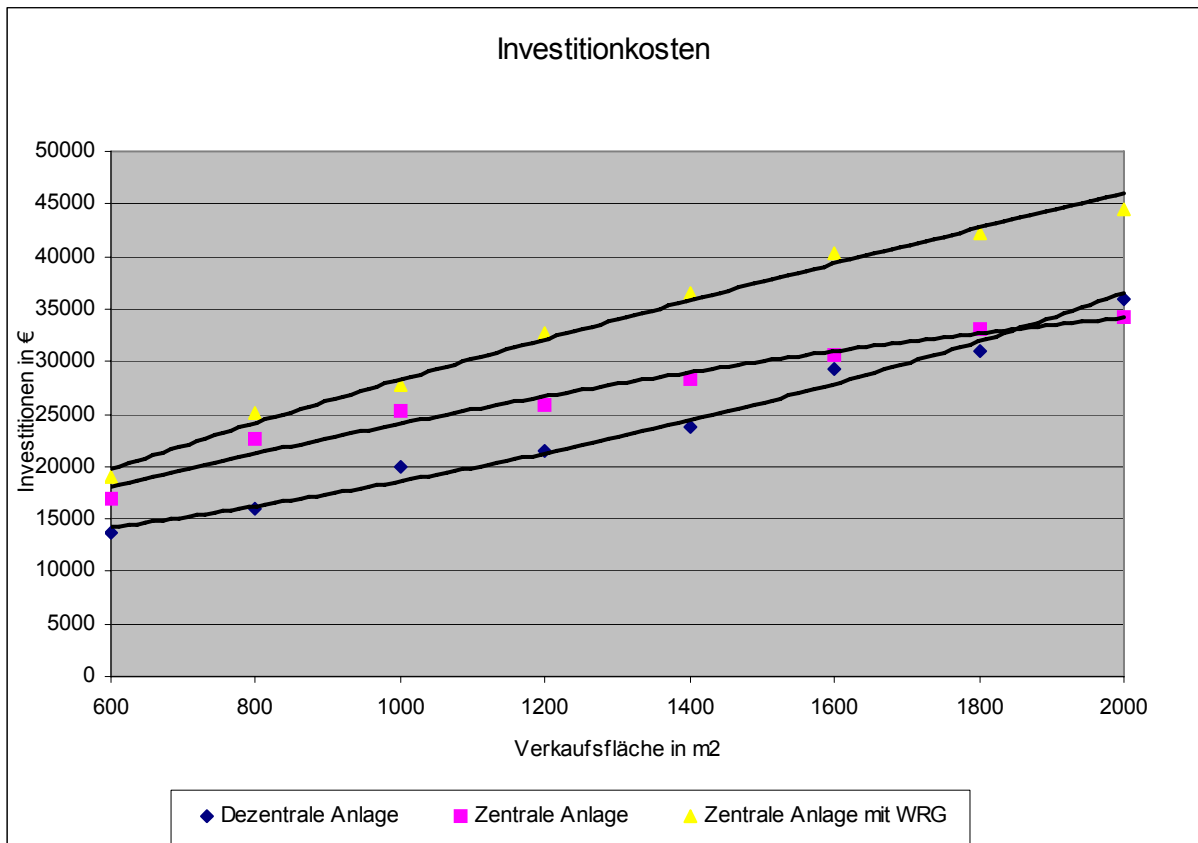
Bei der Betrachtung wurden Lüftungsanlagen in Verbrauchermärkten von 600 bis 2000 m² Verkaufsfläche zu Grunde gelegt. Hierdurch ergab sich eine breite Variation von Anlagenvarianten und Investitionskosten.

Als dominierende Parameter für die Betriebskosten wurde die Leistungsaufnahme der VentilatorMotoren sowie der Lüftungswärmebedarf ermittelt.

Abschließend wurden die Amortisationszeiten der verschiedenen Anlagenvarianten betrachtet.

Eine Umfrage zum Lüftungsverhalten in Verbrauchermärkten rundete die Masterarbeit ab. Dabei wurde festgestellt, dass in keinem der befragten Märkte eine Wärmerückgewinnung vorhanden ist. Und die Lüftungsanlagen in vielen Fällen bedarfsabhängig gesteuert werden.

Die Umfrage hat gezeigt, dass noch viel Energieeinsparungspotential vorhanden ist.





17

Validierung eines Dimensionierungsverfahrens für Durchfluss-Trinkwassererwärmer

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

Prüfer:
Beisitzer:

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums:

02. September 2005

Studiengang:
Laborbereich:

Technisches Management (Master)
Haus- und Energietechnik

In Kooperation mit:

In Kooperation mit:



Der Verbrauch an warmem Trinkwasser hängt stark von der jeweiligen Nutzungsart der Gebäude ab. Eine Gemeinsamkeit der verschiedenen Nutzungsarten ist die hohe Schwankungscharakteristik im Verbrauch des warmen Trinkwassers. Deshalb ist die Dimensionierung und Planung von Trinkwassererwärmungsanlagen häufig problematisch. Die unterschiedlichen hygienischen und energetischen Sichtweisen, machen die Planung und Auswahl des Systems nicht leichter. Während die Auslegung der Trinkwassererwärmer im Wohnungsbau genormt ist, existiert für die Dimensionierung von Systemen zur Trinkwassererwärmung in sogenannten wohnungsähnlichen Gebäuden keine Normierung.

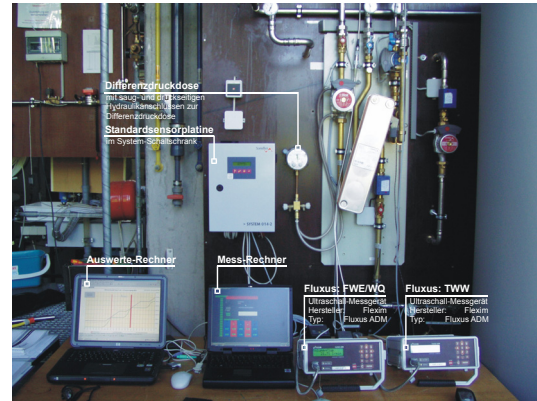
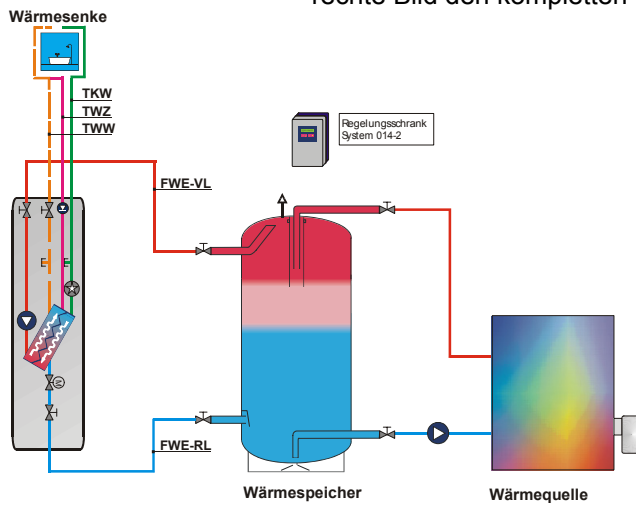
Vor allem durch die Unsicherheit bei der Auslegung wurden viele Anlagen in den letzten Jahrzehnten überdimensioniert. Dadurch traten immer mehr hygienische aber auch energetische Probleme auf. In letzter Zeit wurden vielerlei Anstrengungen unternommen, um geeignete Verfahren zu entwickeln, die nicht nur auf theoretischen Vergleichs-Betrachtungen beruhen, sondern auch messtechnische Basisdaten einbeziehen.

Ein weiteres Problem der Dimensionierung ist, das die unterschiedlichen Systeme zur Trinkwassererwärmung bei der Auslegung teilweise differenziert zu betrachten sind. Die beiden wesentlichen Systeme sind Speicher-Trinkwassererwärmer und Durchfluss-Trinkwassererwärmer. Während die Speicher-Trinkwassererwärmer in den Normen und Richtlinien zur Auslegung, aufgrund der großen Verbreitung, in hohem Maße berücksichtigt wurden, sind Durchfluss-Trinkwassererwärmer, aufgrund des limitierten Leistungsbereichs und der eingeschränkten Regelgüte, nur wenig betrachtet worden.

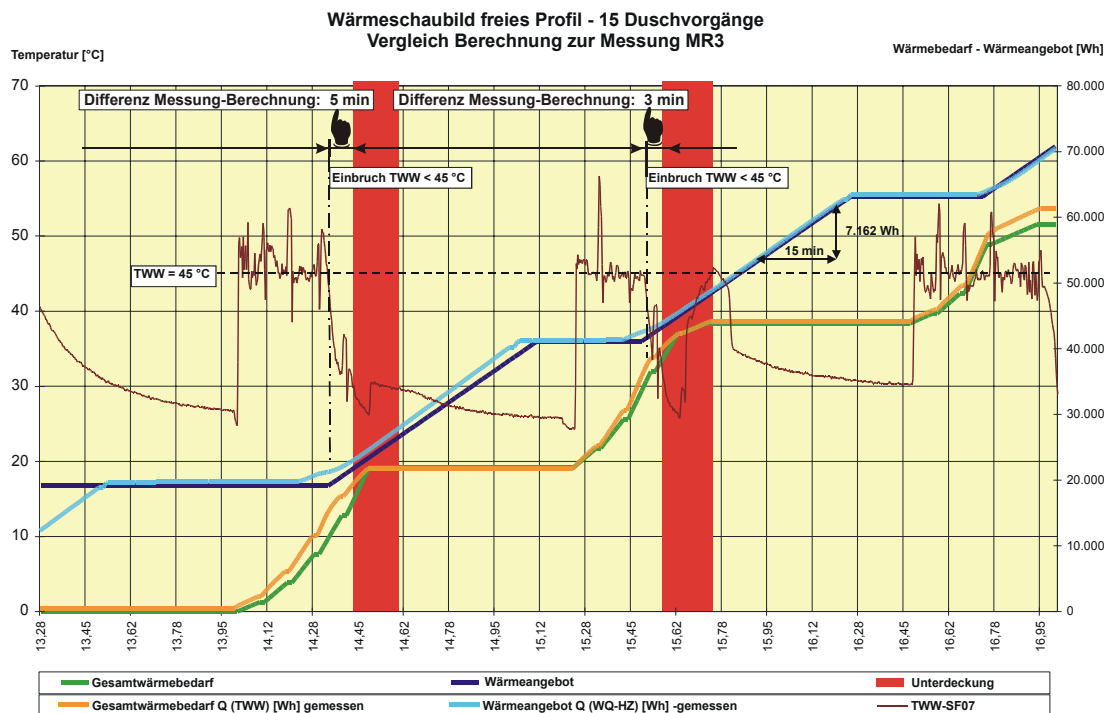
Im Umfeld der Solartechnik hat sich aber ein neuartiges System entwickelt. Es ist eine Kombination aus Durchfluss- und Speicherwassererwärmer, mit dem Vorteil, das der Speicher nicht auf der Trinkwasserseite angeordnet ist, sondern auf der Heizungsseite. Dieses Prinzip wird als „Frischwassertechnik“ bezeichnet. Der Einsatz dieser Systeme lag vorerst im kleinen und mittleren Leistungsbereich. Dies änderte sich allerdings durch die Entwicklung der Möglichkeit, die Geräte zu kaskadieren. Dadurch wurde diese Technik immer häufiger in größeren Anlagen eingesetzt. Die Entwicklung eines speziell auf diese Technik zugeschnittenen Dimensionierungsverfahrens wurde nötig. Die Fa. Sandler Energietechnik hat daraufhin ein solches Verfahren in Anlehnung an das Summenlinieverfahren entwickelt.

Ziel dieser Masterarbeit war es, das Dimensionierungsverfahren unter möglichst realistischen Bedingungen wissenschaftlich zu validieren und eine Beurteilung dieses Systems durchzuführen. Für diesen Zweck wurde im Labor für „Sanitäre Haustechnik“, im Rahmen dieser Arbeit eine voll funktionsfähige Anlage aufgebaut und in das bestehende System eingebunden.

Das linke Bild zeigt den schematischen Aufbau der Anlage, während das rechte Bild den kompletten Messaufbau darstellt.



Das untere Bild zeigt einen Vergleich der berechneten und gemessenen Summenlinien bei einem freien Zapfprofil mit 15 Duschvorgängen. Daran lässt sich als Ergebnis festhalten, dass die Dimensionierung mittels Wärmeschaubild geeignet ist, um Frischwassersysteme unter Berücksichtigung anlagen-spezifischer Parameter ausulegen und damit die Versorgungssicherheit mit warmem Trinkwasser genügend genau vorherzusagen.



Das Frischwassersystem in Verbindung mit dem Dimensionierungsverfahren lässt alle denkbaren Varianten von Speicher-Kessel-Kombinationen bei der Projektierung zu. Auch die Reaktions- und Leistungsfähigkeit des Systems ist als gut zu bezeichnen. Damit ist das Gesamtsystem in Verbindung mit dem Auslegungstool auf einem Entwicklungsstand, das jederzeit den praktischen Vergleich mit konventionellen Systemen antreten kann- im Hinblick auf hygienische und energetische Gesichtspunkte, sowie seiner Flexibilität und Dimensionierungssicherheit sogar noch Vorteile bringt.



18 Konzeption und Auslegung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage

Dipl.-Ing. (FH) Frank Runde

| | |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Bernhard Hartmann |
| Datum des Kolloquiums: | 05. September 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Ingenieurbüro Hauer + Hartmann + Partner, Münster-Roxel Rotaria Energie- und Umwelttechnik, Rerik |



Schon in den 90er Jahren wurden landwirtschaftliche Biogasanlagen errichtet. Es war und ist den Landwirten damit möglich, durch Vergärung organischer Rohstoffe Strom und Wärme zu erzeugen.

Durch den Erlass des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 2000 wurde die Errichtung landwirtschaftlicher Biogasanlagen durch die im Gesetz festgelegte Mindestvergütung für den eingespeisten Strom wirtschaftlicher. Als Folge dieses Gesetzes kam es zu zahlreichen Neubauten solcher Anlagen, wodurch ein weiteres Ziel, die Schonung von fossilen Ressourcen, erreicht wird. Durch Biogasanlagen werden jedoch nicht nur Ressourcen geschont, sondern auch Strom und Wärme auf umweltverträgliche Art erzeugt.

Durch die Novellierung des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) im Jahr 2004 ist der finanzielle Anreiz zur Errichtung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage nochmals gestiegen.

Mit dem heutigen Stand der Technik und den Erfahrungen der letzten Jahre ist es aus wirtschaftlicher und technischer Sicht möglich, sehr effektive Biogasanlagen zu errichten. Somit ist die Errichtung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage sicherlich als ein zusätzliches festes Standbein für den modernen landwirtschaftlichen Betrieb zu sehen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde unter Berücksichtigung der gegebenen Bedingungen ein Konzept einer landwirtschaftlichen Biogasanlage für einen in Mecklenburg-Vorpommern angesiedelten landwirtschaftlichen Betrieb erarbeitet.

In der Anlage werden jährlich 10.000 m³ Schweinegülle eingesetzt. Diese Menge an Gülle entsteht durch den hofeigenen Mastbetrieb und bildet die Grundlage der in der Biogasanlage verwendeten Substrate. Um den Gasbedarf des Blockheizkraftwerkes abzudecken, wird neben der Schweinegülle ein Co-Substrat in Form von nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) eingesetzt. Mit dem erzeugten Biogas von jährlich ca. 1.400.000 m³ wird das Blockheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 340 kW_{el} betrieben. Der produzierte Strom, ca. 2.730.000 kW/a, wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die Vergütung des Stroms erfolgt nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und ist für die nächsten zwanzig Jahre gewährleistet.

Durch den Einsatz der Schweinegülle können lediglich 17,5 % des jährlichen Gasbedarfes für das Blockheizkraftwerk erzeugt werden. Daher ist der zusätzliche Einsatz eines Co-Substrats notwendig.



19

Innerbetriebliche Optimierung der Wasser- und Abwassersituation einer Brennerei

Dipl.-Ing. (FH) Dominik Pollok

| | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Kemper |
| Datum des Kolloquiums: | 05. September 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |
| In Kooperation mit: | Deutsche-Kornbranntwein-Vermarktung (dkv) GmbH, Lüdinghausen |



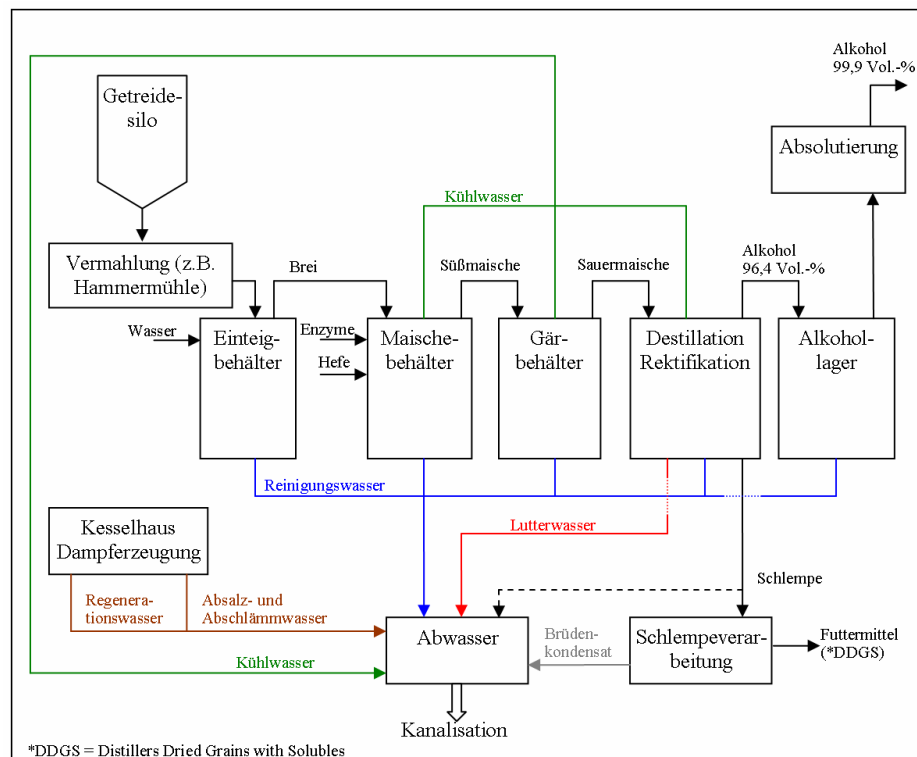
Eine - weltweit gesehen - zunehmend knappere und damit auch teurere Ressource ist sauberes Trinkwasser, das in der industriellen Fertigung oftmals in großen Mengen benötigt bzw. verbraucht wird. Die Minimierung des Wasserverbrauchs, der Verunreinigung durch den Produktionsprozess sowie letztlich der anfallenden Menge an Abwasser, stellt daher eine besondere Herausforderung bei Konzipierung bzw. Optimierung von Fertigungsprozessen dar. In vielen industriellen Bereichen liegen hierzu Erfahrungswerte bzw. Untersuchungen und Optimierungsmodelle vor. Dies gilt nicht für die großtechnische Produktion von Trinkalkohol, bei der ebenfalls erhebliche Wassermengen benötigt werden. Begründet durch das Branntweinmonopolgesetz (Branntw-MonG), das erst 1999 gelockert wurde, gibt es bislang nur wenige gewerbliche Großbrennereien und daher kaum Erfahrungswerte bzw. veröffentlichte wissenschaftliche Untersuchungen hinsichtlich der Optimierung des Ressourcenverbrauchs an Wasser in diesem Industriezweig.

Die innerbetriebliche Optimierung der Wasser- und Abwassersituation einer Brennerei wurde am Beispiel der Deutschen-Kornbranntwein-Vermarktung (dkv) GmbH untersucht. Im Sommer 2004 nahm die dkv eine gewerbliche großtechnische Korn- und Getreidebrennerei, mit einer Kapazität von 600 hl/d, am Standort Lüdinghausen in Betrieb. Die dkv produziert brennrechtlos überwiegend Kornalkohol aus Weizen, der nach Rektifikation mit einem Alkoholgehalt von rund 96,4 Vol.-% an die Hersteller von Korn oder anderen Spirituosen, sowie als technischer Neutralalkohol an die chemische Industrie veräußert wird. In Bezug auf die großtechnische Anlage ist die dkv ein noch recht junges Unternehmen. Entsprechend lagen nur wenige Erfahrungswerte bzgl. der Fragestellung vor, die der Diplomarbeit zugrunde liegt. Basis für die getroffenen Bewertungen / Empfehlungen sind daher in vielen Fällen die erst im Rahmen der Diplomarbeit ermittelten Daten und gemachten Analysen.

Ziel der Untersuchungen war zu ermitteln, ob und in wieweit Recyclingmöglichkeiten für die verschiedenen Abwässer bestehen und in welcher Größenordnung Frisch- und Abwassermengen z.B. durch eine Mehrfach- bzw. Kreislaufnutzung von Abwässern reduziert werden können. Abgerundet wird dies durch eine Bewertung des Rationalisierungspotentials in wirtschaftlicher Hinsicht.

Insgesamt konnte ein beträchtliches Optimierung- und Rationalisierungspotential aufgezeigt werden, das sich gewinnbringend ausschöpfen ließe. Kernelement ist die Möglichkeit der Wiederverwendung von Abwässern speziell der anfallenden Prozessabwässer im Produktionsprozess. Mit zwei - vor allem unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten - vorteilhaften Effekten. Zum einen wird Frischwasser eingespart, zum anderen die Abwassermenge reduziert; beides mit positiven Auswirkungen auf Kostenstruktur und -höhe. Daneben deuten die Laboranalysen darauf hin, dass sich durch die Wiederverwendung der Prozessabwässer im Produktionsprozess auch die Alkoholausbeute steigern lässt. Zur Wiederverwendung von Prozessabwässern bieten sich mehrere Alternativen an. Mit dem geringsten (Kosten-) Risiko verbunden ist die Möglichkeit, die Prozessabwässer ungereinigt wieder im Produktionsprozess einzusetzen. Unter wirtschaftlichen - aber auch produktionstechnischen - Gesichtspunkten am sinnvollsten erscheint die Investition in eine zweistufige (anaerob/aerobe) Abwasserbehandlungsanlage. Da alle Analysen zunächst nur im Labormaßstab erfolgen konnten, müssen die Ergebnisse noch im großtechnischen Maßstab überprüft/bestätigt werden; hier liegt ein Restrisiko. Bei schrittweiser Vorgehensweise lässt sich dieses jedoch minimieren und erscheint daher beherrschbar. Erste Realisierungsschritte - mit bereits signifikanter Kostenreduzierung - sind ohne nennenswerten verfahrenstechnischen und finanziellen Aufwand möglich.

Entscheidungen zur Nutzung des aufgezeigten Optimierungspotentials werden naturgemäß unter Berücksichtigung weiterer unternehmensspezifischer Rahmendaten getroffen werden. Die im Zuge der Diplomarbeit ermittelten Daten ermöglichen Entscheidungen hierzu auf einer breiteren Informationsgrundlage und eine entsprechend bessere Abschätzung damit verbundener Auswirkungen, Risiken und Chancen für das Unternehmen.



Grundfließbild des Abwasseranfalls einer Brennerei



20

Thema: Analyse und energetische Optimierung eines Verwaltungsgebäudes mit Mischnutzung

Dipl. Ing. (FH) Oliver Schlering

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth
 Beisitzer: Dr. Jens Oppermann

Datum des Kolloquiums: 9. September 2005

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

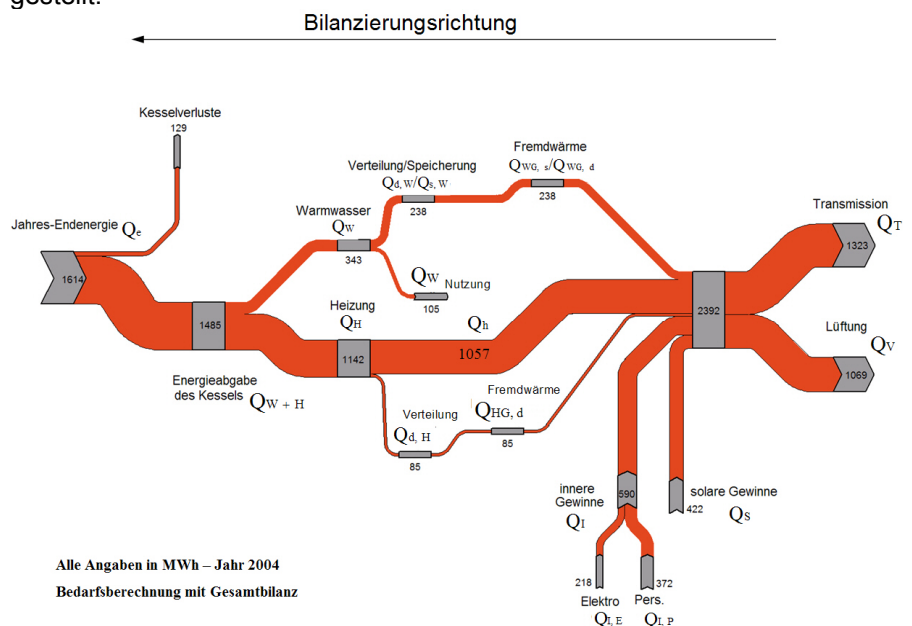
In Kooperation mit: Fa. Viessmann GmbH & Co. KG



Jeder Betrieb verfügt über technische und organisatorische Schwachstellen, die einen zu hohen Energieaufwand nach sich ziehen. Infolgedessen kann man mit den richtigen Maßnahmen ein hohes Einsparpotenzial erzielen. Der Optimierungsprozess ist in vielen Unternehmen fortgeschritten, jedoch längst noch nicht ausgeschöpft. Durch die Kostensenkungen und Einsparungen können Arbeitsstellen gesichert werden.

Bedarfsbilanz

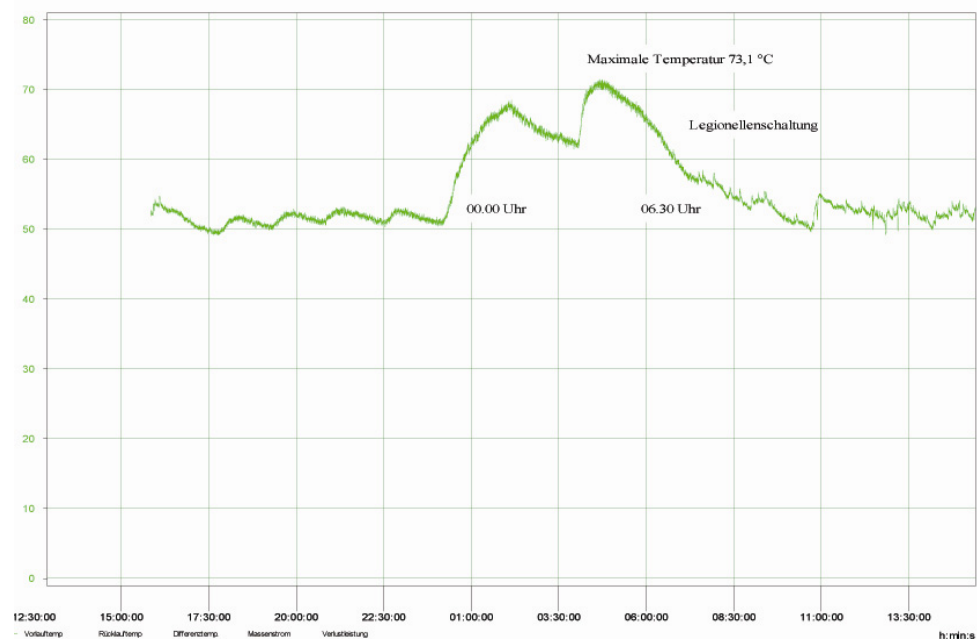
Zu meinen Aufgaben gehörte zunächst die Bestandsaufnahme der Anlagentechnik. Aus den gewonnenen Erkenntnissen folgte eine Bilanzierung der Energieflüsse, um den Betreiber der Anlage über Energiegewinne und Verluste aufzuklären. Bei der Bedarfsbilanz handelt es sich um eine Ermittlung des theoretischen Energieverbrauches. Dabei wird ausgehend von den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten über die inneren Gewinne und den Energieverbrauch für Heizung sowie Trinkwarmwasser der Endenergiebedarf ermittelt. Die Ergebnisse sind hier zu einem Energieflussdiagramm zusammengestellt.



Im Zuge der Nennung energieeinsparender Maßnahmen wurden mehrere Möglichkeiten überprüft. Zu den überprüften Maßnahmen gehörte z.B.

der Austausch eines Kreislaufverbundsystemes durch einen Rotationswärmetauscher. Als besonders interessant erwiesen sich die vorgeschlagenen regelungstechnischen Änderungsmöglichkeiten. Hier waren auch keine großen investiven Maßnahmen erforderlich. Unter anderem wurde die Änderung der Heizkesselschaltung vorgeschlagen, es sollte eine Umstellung der Kesselfolgeschaltung auf eine bei Brennwertkesseln günstigere Parallelschaltung erfolgen. Dadurch kann bei beiden Kesseln der Brennwert optimal genutzt werden.

Zu den weiteren Vorschlägen gehörte die Änderung der Legionellenschaltung. Durch eine neun Tage andauernde Temperaturmessung an den Warmwasser-Zirkulationsleitungen konnte festgestellt werden, dass die Legionellenschaltung täglich im Zeitraum von 0.00 Uhr bis 6.00 Uhr durchgeführt wurde. Dabei wurden in den Leitungen Temperaturen von bis zu 77 °C festgestellt. Eine Überprüfung in der Gebäudeleittechnikzentrale führte zu dem Ergebnis, dass die Legionellenschaltung zur Sicherheit auf 80 °C eingestellt wurde und täglich zu den vorher genannten Zeiten ansprang. Eine Umstellung dieser Schaltung auf eine einmal wöchentliche Desinfektion spart 549 €/a.



Die Nachdämmung von Dachflächen, Außenwänden oder der Austausch von alten Zweischeibenisoliervgläsern durch modernere Wärmeschutzisoliervgläser stellten sich als nicht wirtschaftlich heraus. Der Austausch älterer Leuchten mit opaker Abdeckung durch moderne Spiegelraster-Anbauleuchten in der Poststelle des Unternehmens war der beste Investitionsvorschlag. Weitere Vorschläge wie die Einführung der Nachtabsenkung in einem der betrachteten 5 Gebäude oder die möglich gewordene Absenkung der Zulufttemperatur einer RLT-Anlage wurden umgehend angenommen und verbessert. Durch Differenzdruckmessungen konnten zudem nicht erwünschte Laufzeiten der Ventilatoren in der Nacht festgestellt werden. Diese ließen sich durch einen einfachen Austausch der defekten Zeitschaltuhr beheben. Mit den entsprechenden Monteuren wurde ein Einreguliertvorgang von Zirkulations- und Umwälzpumpen durchgeführt. Das in der Firma vorhandene Ultraschallvolumenstrommessgerät zeigte den Monteuren die Einsparung des Volumenstromes auch graphisch auf. So konnten z.B. allein bei der überprüften Zirkulationspumpe 65 €/a gespart werden.



21

Untersuchung zur Druckverlustminimierung in Rohrleitungen von Hochdruckwassernebel-Löschanlagen durch Additive

Dipl.-Ing. (FH) Markus Kauling

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr. Günter Lieck |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth |
| Datum des Kolloquiums: | 13. September 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG, Köln |



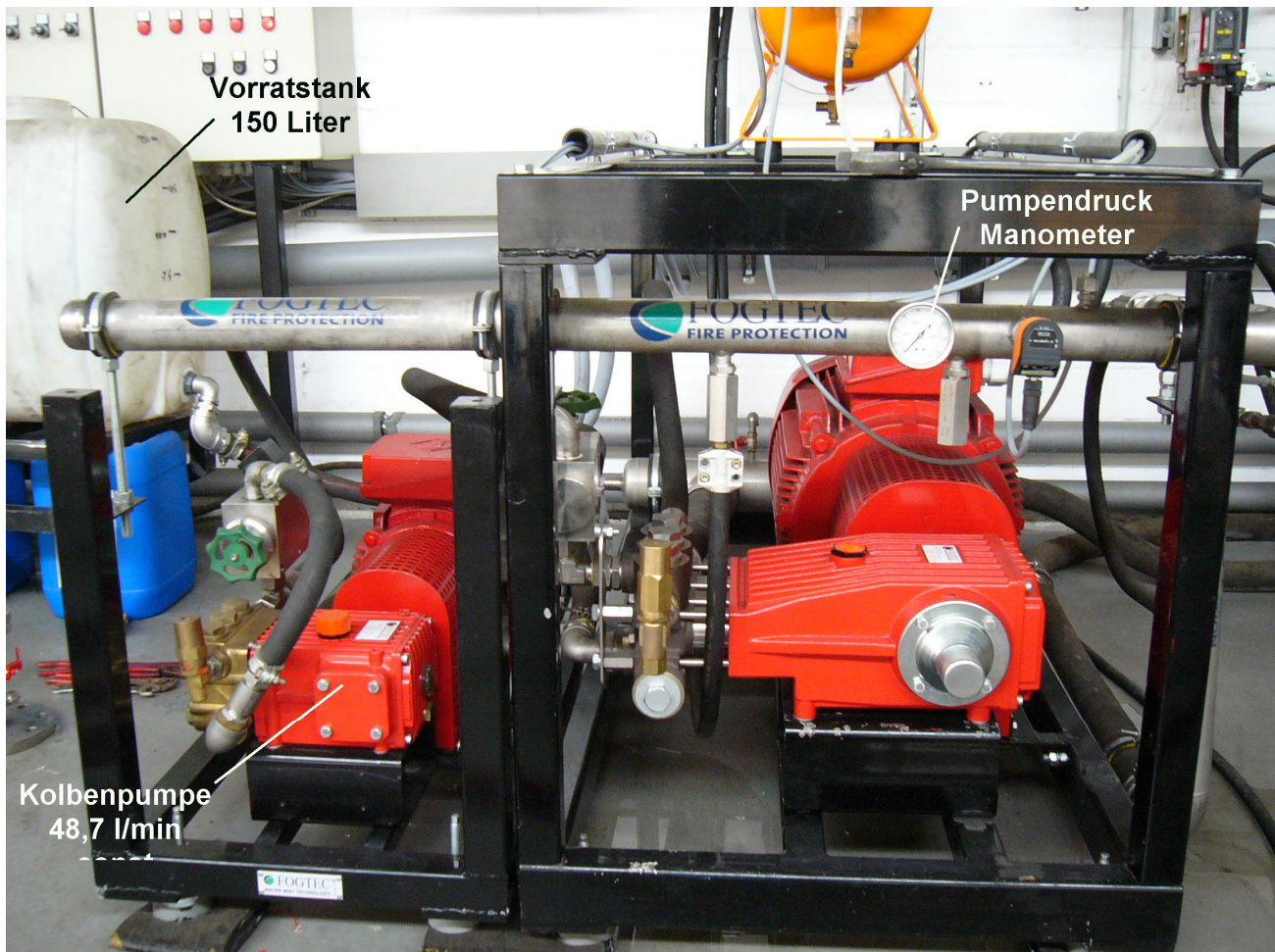
Möglichkeiten der Druckverlustreduzierung in turbulenten Wasserrohrströmungen zu beschreiben, war Aufgabe dieser Arbeit. Hierbei soll insbesondere die Reduzierung des Druckverlustes durch Zugabe von Additiven hervorgehoben werden. Das Ziel dieser Arbeit war, die Auswahl eines geeigneten Additivs, die spezifischen Fließeigenschaften und deren Effizienz bei Hochdruckwassernebel (HDWN)-Löschanlagen, sowie das Vorgehen zur Auslegung von Modellversuchen zu beschreiben.

Hochdruckwassernebel-Löschanlagen bekämpfen Brände mit kleinsten Tropfen einfachen Wassers. Durch die große Oberfläche, bezogen auf das Wasservolumen sind die Systeme besonders effektiv und benötigen nur sehr geringe Mengen an Löschmittel. Die wichtigsten Löscheffekte sind der Kühl- und der Sauerstoffverdrängungseffekt. Eingesetzt werden die Anlagen hauptsächlich im stationären Bereich, wie Archive und Bibliotheken, Museen oder Gasturbinen.

In Folge des rapiden Kostenanstiegs der Legierungszuschläge für Edelstahl und der aktuell steigenden Stahlpreise im Allgemeinen wird auch bei FOGTEC nach Einsparungsmöglichkeiten gesucht. Die im Jahr 1997 gegründete FOGTEC Brandschutz GmbH & Co. KG mit Sitz in Köln konzentriert sich auf die Bereiche Forschung, Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von stationären und mobilen Hochdruckwassernebel-Löschanlagen.

Durch den Einsatz von so genannten Fließverbesserern können die Leitungsquerschnitte der Löschanlagen verringert und die Herstellungskosten minimiert werden. Als Fließverbesserer werden Stoffe bezeichnet, die in kleinen Mengen dem Lösungsmittel, zugegeben werden und die physikalischen Fließeigenschaften des Lösungsmittels positiv verändern.

Zur Feststellung der Möglichkeit, Druckverluste in HDWN anlagenspezifischen Rohrströmungen zu minimieren wurde eine Versuchsstrecke errichtet. Der Druck wurde am Eingang bzw. Ausgang der Messstrecke über Drucksensoren gemessen, mittels einer Software verarbeitet und die Druckdifferenz anschaulich dargestellt. Die Versorgung wurde durch eine Kolbenpumpe mit konstantem Volumenstrom sichergestellt.



Die Versuche haben gezeigt, dass die Reduzierung der Druckverluste in Rohrströmungen von HDWN-Löschanlagen möglich ist. Hier konnten Druckverluste gemessen werden, die über 50 % unter denen der Wasserströmung lagen.

Aufgrund dieser hochinteressanten Ergebnisse und der Tatsache, dass Fließverbesserer schon in anderen Industriezweigen eingesetzt werden, ist es wünschenswert, dass fließverbessernde Stoffe in weiten Teilen der Versorgungstechnik Verwendung finden. Nicht nur die Reduzierung der Leitungsquerschnitte ist hier von Interesse, weitere Effekte wie die Erhöhung des Volumenstroms in vorhandenen Leitungen und die Einsparung von teuren Energien durch Verringerung der Pumpenleistung sind mindestens ebenso interessant.

**Dipl.-Ing. Stefan Bauer M.Sc.**

| | |
|------------------------|-----------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 13. September 2005 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |



Der Weg für eine verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien ist einerseits durch die Problematiken bei den momentan hauptsächlich eingesetzten fossilen Brennstoffen im Bezug auf die Endlichkeit der Vorräte und der schädlichen Umweltbeeinflussung sowie andererseits durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Zielsetzung der Bundesregierung vorgegeben.

Die Bedeutung des ältesten Brennstoffes der Menschheit, Holz, stellt bereits heute bei der Nutzenergie Wärme den größten Anteil innerhalb der erneuerbaren Energien dar.

Somit wurde die Verbrennung von Holz über den langen Nutzungszeitraum eine sehr erprobte und robuste Technik, die sich aufgrund einer immer andauernden Weiterentwicklung in der Brennstoffaufbereitung, der Feuerungstechnik sowie der Rauchgasreinigung zu einem sehr effizienten und saubereren Verfahren entwickelt hat.

Die bewiesenen Vorteile der CO₂-Neutralität, des beinahe unerschöpflichen Brennstoffvorkommens, der Stärkung der regionalen Wirtschaftskraft und des Einsparpotentials an Schadstoffen durch die Substitution alter Anlagen mit fossilen Brennstoffen können durch den Kraft-Wärme-Kopplungsbetrieb noch stärker als bisher genutzt werden.

Anhand von ausgeführten Projekten zeigt diese Arbeit auf, dass besonders die Anlagenkonzipierung Biomassefeuerung mit Thermoölkreislauf und ORC-Prozess in den Wirkungsgraden anderen Verfahren in nichts nachsteht, sondern im Gegenteil den zusätzlichen Vorteil der Nachrüstung von eventuell schon bestehenden Biomassefeuerungen bietet.

Die Ergebnisse aus den Erfahrungswerten sind ermutigend und zeigen eindeutig auf, dass die Technik zuverlässig ist und mit geringem Personaleinsatz betrieben werden kann.

Stand der Technik ist bei diesem Verfahren die Modulbauweise mit optimiertem Platzbedarf und Montageaufwand sowie eine hohe Automatisierung des Betriebes. Es stehen standardisierte ORC-Module für elektrische Nennleistungen von 500 bis 1500 kW_{el} am Markt zur Auswahl, die neben einem sehr guten Turbinenwirkungsgrad auch ein ausgezeichnetes Teillastverhalten aufweisen.

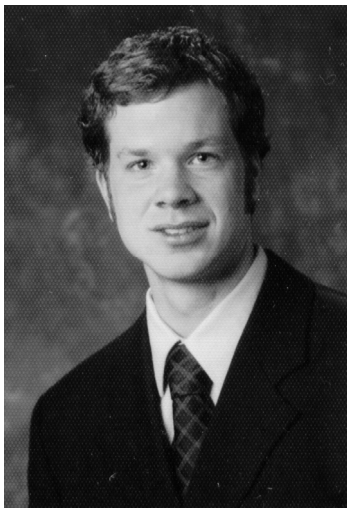
Allerdings hat sich in den Projekten auch gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeit sehr stark von der Anlagenauslastung abhängig ist, so dass die Betriebsweise eines Biomasseheizkraftwerkes immer wärmeorientiert sein sollte, um eine möglichst hohe Volllaststundenzahl zu erreichen.

Der Einsatz von Holz als biogener Festbrennstoff in KWK-Anlagen mit ORC-Prozess ist eine ausgezeichnete Variante, um die Umwelt zu schonen, das Ziel der Bundesregierung zu erreichen und eine konstante Stromerzeugung ohne Angebotsschwankungen dezentral mit gegebener Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

23

Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung eines neuen Brennerkonzeptes für Schwachgase**Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Rahms**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Beisitzer: | Dr.-Ing. A. Al-Halbouni |
| Datum des Kolloquiums: | 15. September 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Gaswärme-Institut e.V. Essen |



Heutzutage werden bedingt durch die ständig steigenden Energiepreise in wachsendem Maße Gase zur Energieerzeugung eingesetzt, die nicht der öffentlichen Gasversorgung angehören und daher nicht dem DVGW-Arbeitsblatt G 260/1 entsprechen. Gemeint sind Gase, die aus Biomasse gewonnen werden können. Diese Gase unterscheiden sich nach der Art der Gewinnung in Biogase und Schwachgase. Das Interesse in dieser Arbeit wurde den Schwachgasen gewidmet, da diese in konventionellen Gasbrennern aufgrund ihrer schwankenden Gasbeschaffenheit und deren niedrigen Heizwert nicht kontrolliert verbrannt werden können. Um das jedoch nicht unerhebliche Energiepotenzial dieser Schwachgase nutzen zu können, müssen Brennerlösungen entwickelt werden, die das niederkalorige Gas unter Berücksichtigung der gesetzlich geforderten Grenzwerte kontrolliert umsetzt.

Infolgedessen wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit ein Brennerkonzept auf der Grundlage der kontinuierlichen Luftstufung -dem sog. COSTAIR-Prinzip- aufgestellt und getestet. Mittelpunkt der Arbeit war die Stabilität der Verbrennung bei gleichzeitig niedrigen CO- und NO_x-Emissionen bei dem Einsatz verschiedener Schwachgaszusammensetzungen. Folgende Schwerpunkte wurden bearbeitet:

Durchführung von Vorversuchen mit Parametervariationen für verschiedene Brennstoffzusammensetzungen, Feststellung des Verbrennungs- und Emissionsverhalten des Brenners.

Vergleich der Messergebnisse mit Daten der numerischen Simulationen und Ableitung von konstruktiven Modifikationen für ein optimales Brennerkonzept.

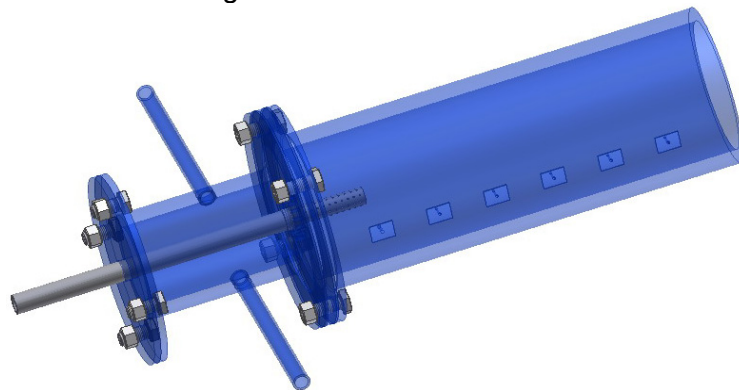
Auslegung des modifizierten Brennerkonzeptes und Durchführung von Validierungstests mit variierten Betriebsparametern.

Auswertung der Messdaten und Beurteilung des Betriebsverhalten des neuen Brennerkonzeptes hinsichtlich Stabilität, Flexibilität und Emissionsverhalten.

Die Arbeit gliederte sich in zwei Phasen. In der ersten Phase wurde ein Brenner im Modellmaßstab (30 kW) konzipiert und anschließend theoretisch, sowie experimentell auf seine Schadstoffentwicklung und Flammenstabilität geprüft. Die Messreihen wurden bei verschiedenen Luftzahlen durchgeführt, um den Einfluss der Verbrennungsluftmenge auf die zu erwartenden Emissionen einschätzen zu können.

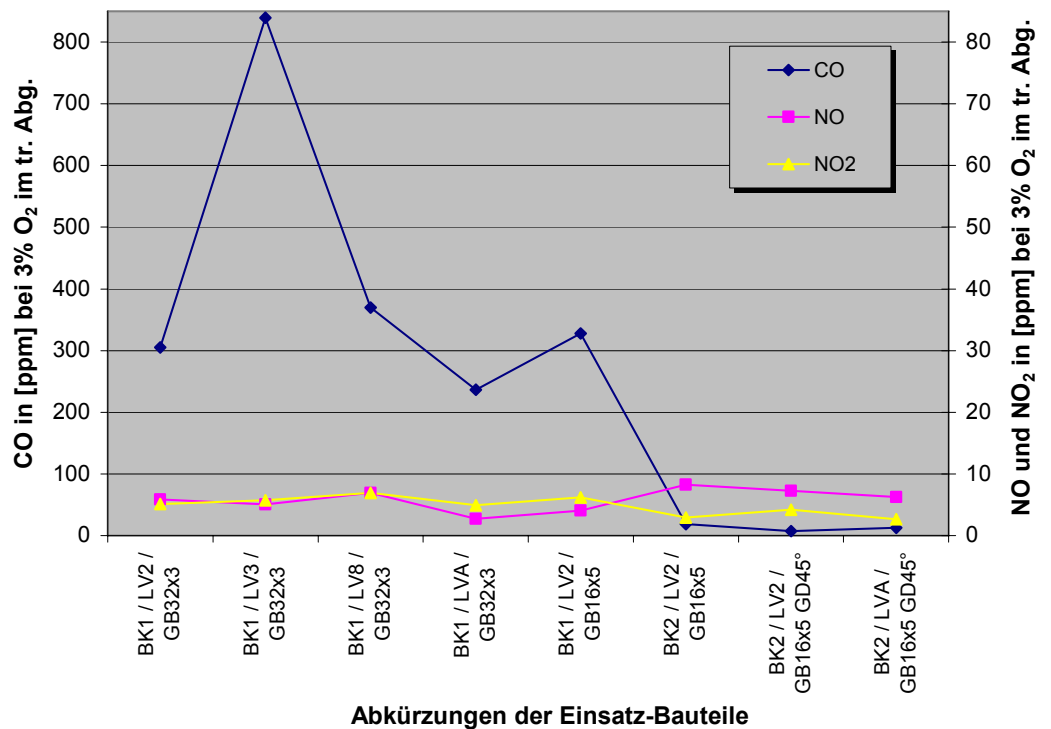


Ferner wurden diverse Bauteilvariationen am Modellbrenner getestet, um die bestmögliche Modellkonfiguration zu ermitteln. Der Wechsel der Gasbeschaffenheit bzw. die verschiedenen Schwachgasgemische wurden aus den Gaskomponenten (CO; CO₂; H₂; N₂; NH₃) hergestellt. Die anschließende zweite Entwicklungsphase setzte sich aus dem theoretischen scale-up der Endkonfiguration des Modellbrenners und der Parametrierung der Hauptausführung im Industriemaßstab (200 kW) zusammen. In der folgenden Abbildung ist der zu vergrößernde Modellbrenner dargestellt.



Die durchgeführten Untersuchungen bewiesen, dass für Gasgemische ohne NH₃-Anteil sehr niedrige NO_x- und CO-Werte mit dem COSTAIR-Brenner erreicht werden können. Für die Verbrennung von Gasgemischen mit einem Zusatz von Ammoniak besteht weiterhin Entwicklungsbedarf.

In dem folgenden Diagramm sind die CO- und NO_x-Emissionen von ausgewählten Messreihen dargestellt. Es wird deutlich, dass die Emissionsminderung schrittweise durch eine Konfiguration der eingesetzten Bauteile geschieht.



Analyse und Optimierung eines Datenbanksystems für Rohrnetzrechnungen**Dipl.-Ing. (FH) Danny Schulze**

Prüfer: Professor Dipl.– Ing. Bernd Rickmann
Beisitzer: Dipl.- Ing. (FH) Tobias–Eugen Mass

Datum des Kolloquiums: 19. September 2005

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

In Kooperation mit: GEBERIT International AG - Softwaredevelopment



Viele Applikationen müssen mit mehr oder minder grossen Datenmengen umgehen können. Daher sind Datenbanken ein integraler Bestandteil grosser Softwaresysteme.

Der Fokus meiner Diplomarbeit lag auf der Analyse und Optimierung einer Datenbank. Die Schwächen bzw. Fehler im System wurden evaluiert und Konzepte zur Optimierung vorgeschlagen. Diese sind nun ein fester Bestandteil des weiteren Entwicklungsprozesses.

Was ist GEDS? Wie funktioniert GEDS? Kann man das Essen?
Diese Fragen haben mich am Anfang meiner Projektphase gequält...

Ganz allgemein ist GEDS (Geberit Express Data System) eine Relationale Datenbank (geordnete Sammlung von Daten), die den GeberitProPlaner (Berechnungsprogramm für die technische Gebäudeausrüstung) mit Daten versorgt. GEDS befähigt GPP dazu, in bis dato 18 Kulturen, mit den landestypischen Sprachen, Produkten und Rechenregeln der Normen, aufzutreten.

In GEDS ist der Admin Master ein Schema aus Konfigurationen, Produkten und Werten von planbaren Objekten bzw. Medien für die Module: Trinkwasser, Abwasser, Heizung, Strangschema, Detailplanung und Pluvia (Druckdachentwässerung). Die Länderverantwortlichen verknüpfen bei Bedarf, benötigte Konfigurationen und Sortimente mit der des Masters. Dieses Vorgehen gewährleistet die strukturierte Ordnung der ständig wachsenden Daten im System und nimmt den Vertriebsgesellschaften die komplexen Einstellungen ab.

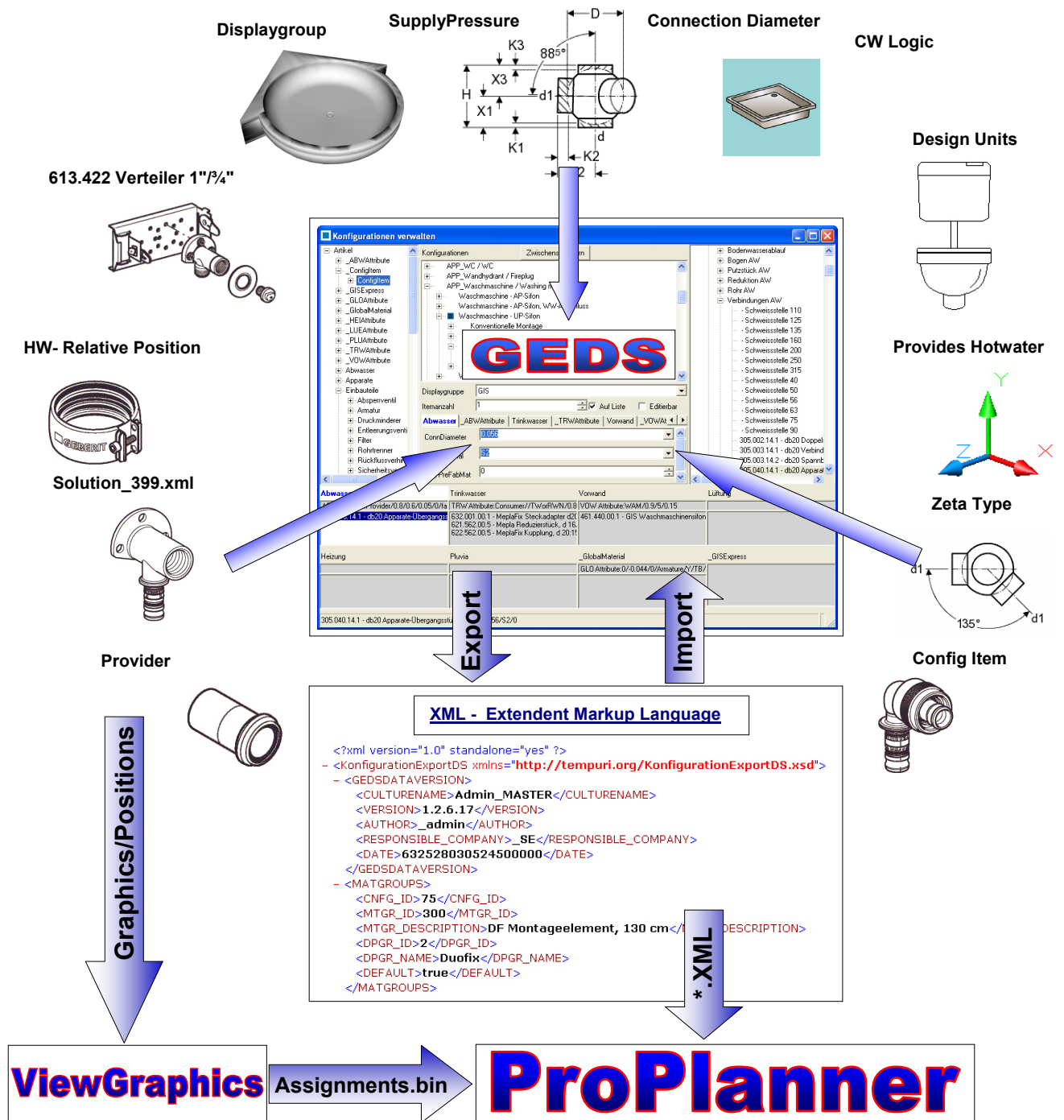
Optimierungsvorschläge, die momentan umgesetzt werden:

- kritische Befunde
Während meiner Diplomarbeit wurde unter anderem ein Konzept vorgeschlagen, das View Graphics (Applikation die für die Grafiksteuerung der einzelnen Module in GPP zuständig ist) in GEDS zu integrieren. Dadurch wird enorme Bearbeitungszeit in Zukunft eingespart. Bis Weilen traten häufig Datenverluste im Bereich der Grafikzuordnungen auf. Konfigurationen besitzen eindeutige Schlüssel und auf diese Referenz knüpft die Grafikzuordnung an. Wurden Konfiguration bearbeitet änderten sich die Schlüssel und die Zuordnungen landeten im Nirvana. Dieser Bug ist durch die Integration und den konstant bleibenden ID`s behoben.



- Bedienungskomfort
Export-, Importfunktionen für Sortimentdaten werden erweitert
- Security
Benutzer- und Rechteverwaltung umstrukturiert
Kulturunabhängige Backups eingeführt
Generierung von Logfiles zur Protokollierung der Aktionen

Datenfluss von und nach GEDS/ViewGraphics/ProPlanner:



25

Planungsanalyse zur Erneuerung der Trinkwassertransportleitung der Stadtwerke Ochtrup**Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Daus**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Datum des Kolloquiums: | 20. September 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft |
| In Kooperation mit: | Stadtwerke Ochtrup |



Die Stadtwerke Ochtrup sind Dienstleister für Strom, Gas, Wasser und Wärme. Sie betreiben seit 1903 eine eigene Wasserversorgung. Die Stadtwerke müssen eine hygienisch, technisch und wirtschaftlich einwandfreie Versorgung des Versorgungsgebietes mit Trinkwasser und den Löschwasserbedarf unter Beachtung der einschlägigen Rechtsvorschriften und technischen Regeln gewährleisten. Aktuell werden rd. 19.000 Einwohner im Stadtgebiet Ochtrup einschließlich der Stadtteile Langenhorst und Welbergen und die zugehörigen Bauernschaften Oster, Wester und Weiner, sowie die Bauernschaften Haddorf, Bilk, Brechte und Rothenberge der Gemeinde Wettringen über ein Versorgungsnetz mit einer Gesamtlänge von rd. 253 km mit Wasser versorgt.

Die wesentlichen bestehenden Versorgungsanlagenkomponenten sind

- das Wasserwerk Offlum, welches im Zuge eines Neubaus bis September/Oktober 2005 auf den neuesten Stand der Technik gebracht wird,
- ein Reinwasserzwischenbehälter am Wasserwerk,
- das bestehende Transportleitungssystem mit zwei Leitungen DN 250 / DN 300,
- ein Speicherbehälter im Stadtgebiet.

Aufgabe dieser Diplomarbeit war die planerische Auslegung zur Erneuerung einer Trinkwassertransportleitung.

In der Planungskonzeption ist im wesentlichen zu berücksichtigen, dass

- das neue Wasserwerk inklusive neuer Reinwasserpumpen und die bestehenden Speicherbehälter in ihrer Funktion mit eingebunden werden,
- eine Verbrauchsleitung zu erneuern ist und
- die neue Trasse hierzu parallel verlaufen muss,
- die neue Transportleitung die zukünftigen Bedarfsanforderungen in Parallelförderung mit der bestehenden zweiten Transportleitung erfüllt,
- die Stadtwerke Ochtrup bereits eine Leitungsdimension favorisieren,
- die Kostenkalkulation die Aufteilung in Bauabschnitte ermöglicht, um die folgenden Investitionskosten einem Plan zugrunde zu legen,
- mögliche Einsparpotenziale bezüglich Bau und Betriebsweise angeschnitten werden.



Unter Einbezug der örtlichen Gegebenheiten und der festgelegten Annahmen für den Speicherbetrieb, zeigt die Prüfung dieser Anlagenkomponenten zufrieden stellende Ergebnisse. Die Ausführung mit einer Transportleitung PE 315×18,7 ist ausreichend. Die alte Verbrauchsleitung DN 200 GG kann Kosten sparend durch eine PE 200×11,9 Leitung in Parallelverlegung zur Transportleitung ersetzt werden. Es ist ein Meterpreis ermittelt worden, der den Stadtwerken einen Kostenrahmen für die vorgeschlagenen Varianten aufzeigt. Dieser kann als Grundlage für eine weitere Investitionsplanung einbezogen werden.

Um die Kosten dieses Projektes aber weiter zu vermindern, erscheint folgende Variante bedenkenswert: Die direkt versorgten Kunden der Verbrauchsleitung DN 200 GG werden mit an die neue Transportleitung PE 315×18,7 gebunden. Vorteilhaft wäre hier bei einer oberen Befüllung des Speicherbehälters Turmstraße ein 24 Stunden Förderbetrieb. Die Stromkosten für den Betrieb der Pumpen im Wasserwerk werden dabei reduziert. Die bestehenden Anlagenkomponenten, insbesondere die Speicherbehälter sind dieser Betriebsweise durch nachgewiesene Prüfung der fluktuierenden Wassermenge gewachsen. Die am Speicherbehälter Turmstraße installierten Netzpumpen sind aber auch hier für die auftretenden Verbrauchsspitzen nicht ausreichend. Nachteilig ist bei dieser Variante, dass Druckmindermaßnahmen seitens der betroffenen Kunden zu erfolgen haben. Durch den Betrieb über eine untere Befüllung des Speicherbehälters Turmstraße lassen sich die Betriebskosten aber deutlich verringern. Dieser Betrieb von Transport -und Verbrauchsleitung erscheint wirtschaftlich, regelungstechnisch und energetisch die bessere Variante. In einer Zeit von immer rasanter steigenden Energiepreisen wäre dies hier ein erster Schritt zur Energie- und Kosteneinsparung im Versorgungsbetrieb.

26

Aufdeckung von Einsparpotentialen und Optimierung verschiedener Energieversorgungsanlagen im Zoo Osnabrück**Dipl.-Ing. (FH) Frank Hanneken**betreuender Professor
2. PrüferProf. Dr. Friedrich Reinmuth
Dipl.- Ing. Sven Kiesow M.Sc.

Datum des Kolloquiums

28. September 2005

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

In Kooperation mit:

Zoogesellschaft Osnabrück e.V.



Angesichts der ständigen Erweiterungen und Investitionen in neue Gebäude und Außenanlagen, ist der Osnabrücker Zoo in den letzten Jahren zu einem der größten Energieverbraucher der Stadt Osnabrück geworden. Durch die ständig ansteigenden Energiepreise und der Errichtung neuer Anlagen, sind auch die Kosten für den jährlichen Strom und Gasbezug immer weiter gestiegen.

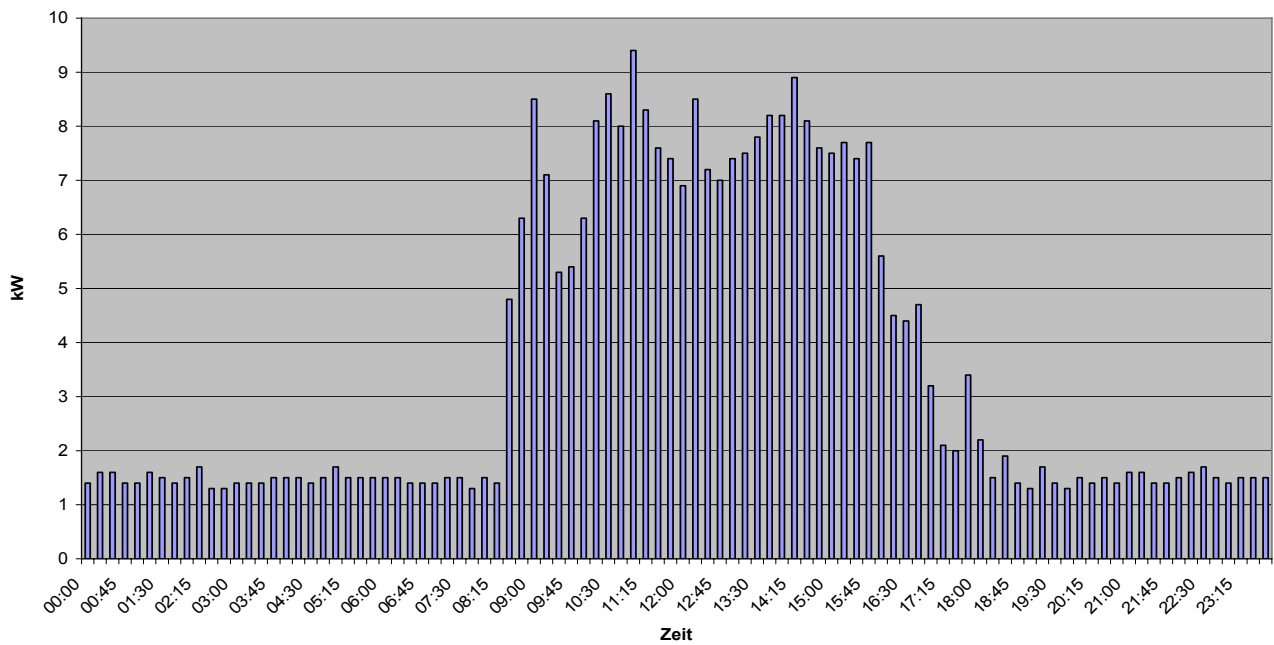
Ziel dieser Arbeit war es, ausgewählte Anlagen aufzunehmen und auf Schwachstellen zu untersuchen. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob es möglich ist, Energieverbrauch und Emissionen der bestehenden Anlagen durch einige wirtschaftlich sinnvolle Neuinvestitionen zu senken. Da der Zoo eine Vielzahl von verschiedenen Tierarten beherbergt, müssen für die zu klimatisierenden Gebäude immer wieder unterschiedliche Raumzustände eingestellt werden. Dies stellt für die gesamte Gebäudetechnik und die jeweiligen Planer eine große Herausforderung dar. Jedes Tier benötigt einen individuellen Raumzustand. Das bedeutet, dass in manchen Gebäuden oder Gebäudebereichen über das ganze Jahr geheizt, gekühlt, befeuchtet oder entfeuchtet werden muss.

Der enorme Strombedarf ist hauptsächlich auf Pumpenstrom, Leuchtmittel und den Betrieb der Kühlhäuser zurückzuführen. Dadurch hat der Zoo ganzjährig eine hohe Grundlast. Die Leistungsspitzen werden jedoch immer wieder in der Mittagszeit erreicht, wenn in den verschiedenen Gastronomiestellen die zahlreichen Besucher verköstigt werden. Wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist, wird schon durch einen Betrieb eine sehr hohe Spitzenlast erzielt. Dadurch, dass mehrere Gastronomiebetriebe gleichzeitig solche Lastspitzen erzeugen, muss von den Stadtwerken eine hohe Vorhalteleistung bereitgestellt werden.

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde herausgefunden, dass sich bei den älteren Gebäuden erhebliche Energieeinsparpotentiale ergeben. So wurde geprüft, wie sich ein BHKW- Einsatz, bessere Außenwand und Flachdachdämmung, sowie der Einsatz einer neuen Dachfensterfläche in den ausgewählten Gebäuden auf Energieverbrauch und Emissionsausstoß auswirkt.

Als besonders wirtschaftlich hat sich der Einsatz eines Kreuzstromwärmetauschers im Bereich des Terrariums herausgestellt. Durch die Besonderheit, dass für sehr viele Tiere ein tropisches Klima in den Gebäuden erzeugt werden muss, haben manche Gebäude über das ganze Jahr Innentemperaturen von 30°C. Unter diesen Bedingungen ist immer wieder zu prüfen, ob durch die zahlreichen Förderprogramme nicht die Möglichkeit besteht, Neuinvestitionen im Bereich der Anlagentechnik zu tätigen.

Lastgang Gastronomie 2005-06-05



Typischer Tageslastgang der Strombezugsleistung eines Gastronomiebetriebes im Zoo Osnabrück. Gemessen mit NZR DIMAS (Mobiler Datenlogger)



Dachfläche der Freiflughalle

27 **Stand der Berechnung von Zustandsgleichungen bei der Speicherung von Erdgas in Salzkavernen**
Dipl.-Ing. (FH) Christian Friß

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt
Beisitzer: Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler

Datum des Kolloquiums: 30. September 2005

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

In Kooperation mit: ESK GmbH, Freiberg



Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollte überprüft werden, ob im Kavernensimulationsprogramm KAVTEC der verwendete Rechenalgorithmus nach Redlich-Kwong zur Berechnung des Realgasfaktors dem aktuellen Stand der Wissenschaft entspricht.

Das Programm KAVTEC wird zur Berechnung der thermodynamischen Parameter bei der Betriebsführung von Gaskavernenspeichern eingesetzt.

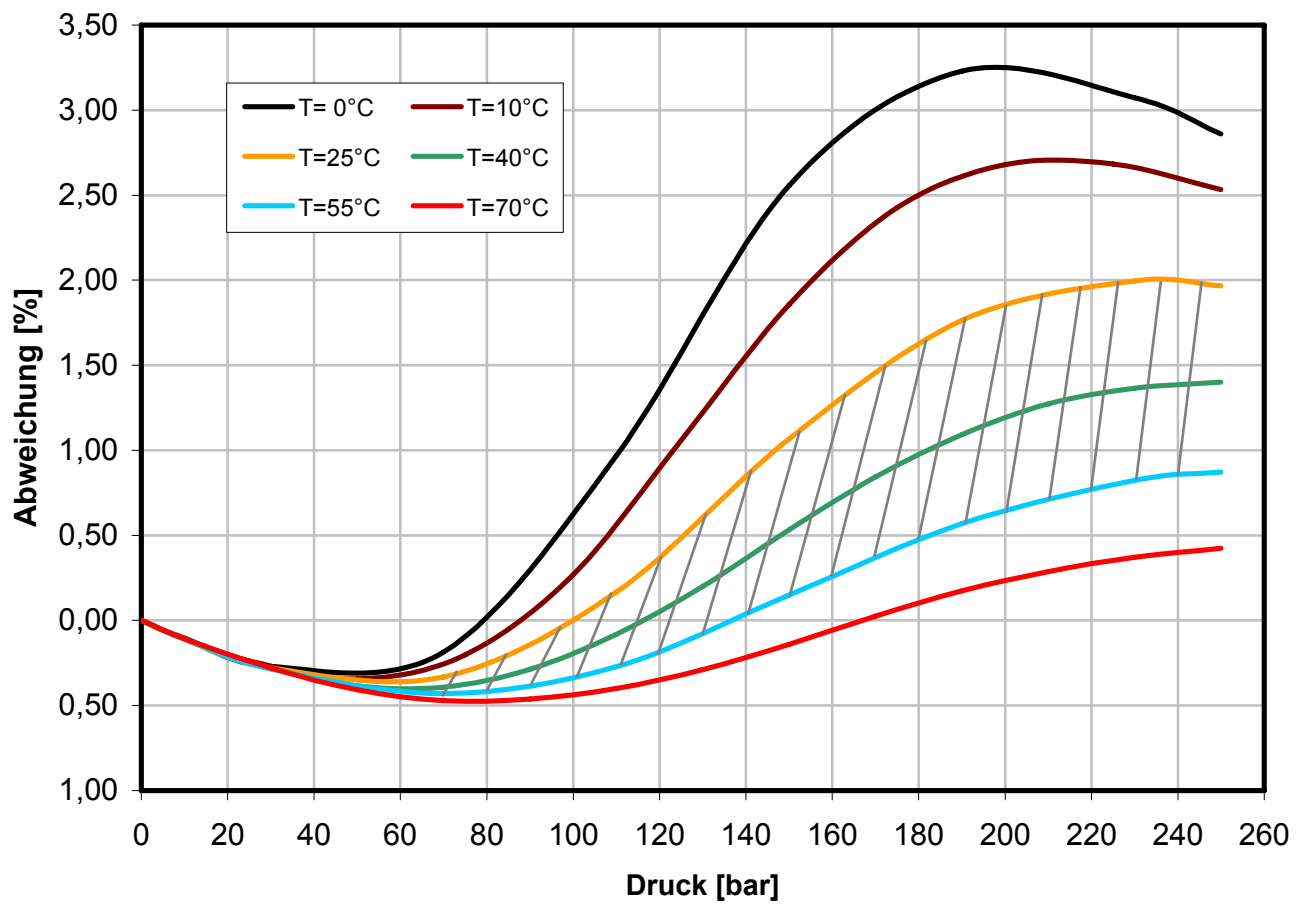
Die Recherchen ergeben, dass der Berechnungsansatz AGA8-DC92 nach Benedict-Webb-Rubin, niedergelegt in der ISO 12213, den aktuellen Stand der Berechnung von Realgaszahlen wiedergibt.

Die Untersuchungen haben weiterhin ergeben, dass die Unterschiede zwischen beiden Methoden zur Berechnung des Realgasfaktors bei Betriebsbedingungen in den Gasspeicherkavernen maximal 2% betragen und teilweise weit darunter liegen (siehe Abbildung).

Im Bereich hoher Temperaturen zwischen +55°C und +70°C beträgt die Abweichung über den gesamten Druckverlauf bis 250 bar kleiner 1%.

Der maximale Fehler von 2% entspricht beispielsweise der allgemein angenommenen Abweichung zwischen einer Hohlraumvermessung der Kaverne und dem tatsächlichem Kavernenvolumen.

Es besteht somit kein unbedingter Handlungsdruck, die ISO 12213 im Kavernensimulationsprogramm KAVTEC zu implementieren. Die Zustandsgleichung von Redlich-Kwong, mit der KAVTEC den Realgasfaktor berechnet, ist somit ausreichend genau.



Unterschiede bei der Berechnung der Realgaszahlen nach den Berechnungsmethoden von Redlich-Kwong und auf Basis der ISO 12213

Modernisierung eines Mehrfamilienhauses unter Berücksichtigung energetischer und wirtschaftlicher Kriterien**Dipl.-Ing. (FH) Marcus Krämer M.Sc.**
Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Ingo Mertens M.Sc.betreuender Professor
2. PrüferProf. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth
Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Datum des Kolloquiums

30. September 2005

Studienrichtung
LaborbereichTechnisches Management (Master)
Raumluftechnik

In bundesdeutschen Haushalten werden durchschnittlich 78 % des Gesamtenergieverbrauches für die Erzeugung von Raumwärme und 14 % zur Erzeugung von Warmwasser benötigt. Der Rest von 8 % entfällt auf den Betrieb elektrischer Geräte. Der überwiegende Teil der hierfür benötigten Energie wird durch Verbrennen von Erdgas, Öl oder Kohle gewonnen. Eines der Endprodukte bei dieser Art von Energieerzeugung ist das Kohlendioxid (CO₂), das wesentlich zum Treibhauseffekt beiträgt.

Mit Energie muss daher sowohl aus ökologischer Sicht als auch aus volks- und privatwirtschaftlichen Gründen sparsam umgegangen werden, da sie eine unverzichtbare Lebensgrundlage für eine - auch in der Zukunft - weiter wachsende Weltbevölkerung ist.

Für den Gebäudebereich bedeutet dies, dass lohnende Einsparpotentiale an den Gebäuden zu erfassen und durch den Einsatz innovativer Energiespartechniken möglichst effizient zu erschließen sind.



In diesem Zusammenhang wurde Wohnkomplex mit insgesamt 28 Wohneinheiten unter energetischen und wirtschaftlichen Kriterien betrachtet. Standort des Gebäudes ist die „Niederrader Allee“ in Hannover-Langenhagen in Niedersachsen.

Ziel war es, die effizienteste Kombination aus Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle und Modernisierung der Anlagentechnik zu finden. Zur Erlangung dieses Zieles wurden verschiedene Varianten der Modernisierung untersucht und energetisch sowie wirtschaftlich beurteilt.

Um die verschiedenen Varianten miteinander vergleichen zu können, wurden die Berechnungsvorschriften der

- Energieeinsparverordnung – EnEV (Stand 12/2004),
- DIN V 4108-6 (06/2003) „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden“ und der
- DIN V 4701-10 (08/2003) „Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung“

angewandt.

Einführend wurde für das zu untersuchende Objekt eine energetische Bilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung folgender Einzelmaßnahmen durchgeführt:



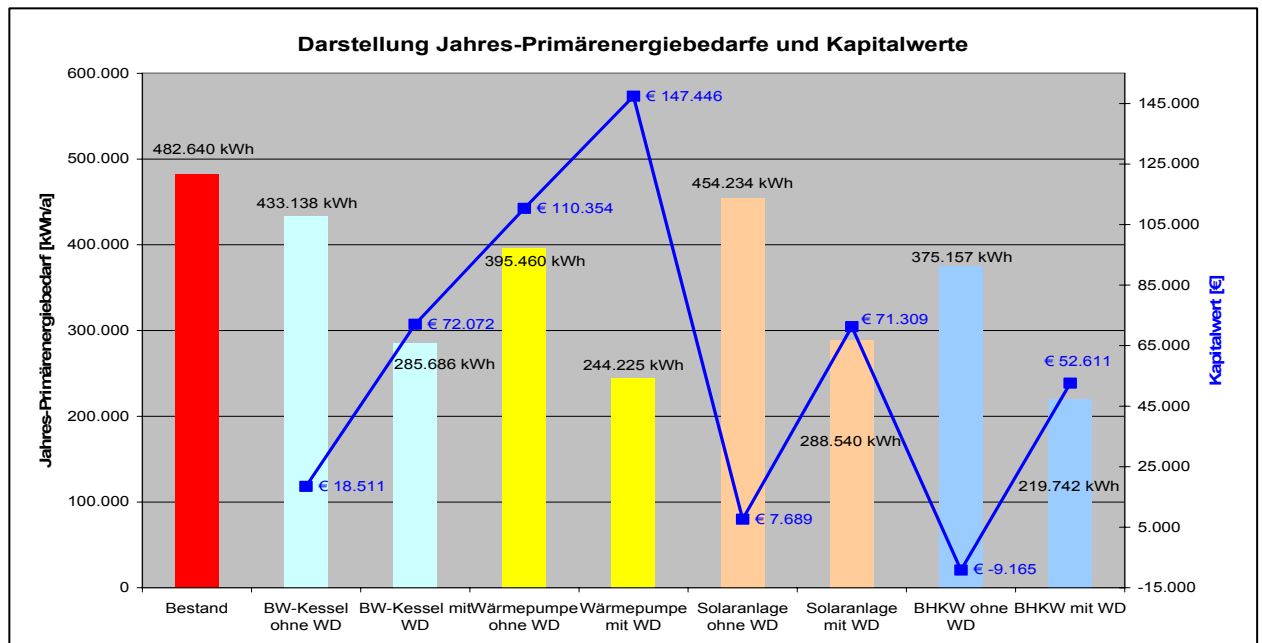
- Wärmedämmung (Wärmedämm-Verbundsystem „Thermohaut“)
 - o Außenwände (Dämmdicken 6, 8, 10, 12, 14 cm)
 - o Kellerdecke (Dämmdicke 6 cm)
 - o Flachdach (Dämmdicken 10, 12, 14 cm)
- Fenstertausch (Wärmeschutz- und Sonnenschutzfenster)
- Anlagentechnik
 - o Brennwertkessel
 - o Wärmepumpe (+ vorhandener NT-Kessel)
 - o BHKW (+ vorhandener NT-Kessel)
 - o Solaranlage (+ vorhandener NT-Kessel)

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergaben sich die für eine Wärmedämmung optimalen Dämmstärken (AW 12 cm, Kellerdecke 6 cm, Flachdach 14 cm). Ein Austausch der vorhandenen Fenster hat sich als nicht wirtschaftlich erwiesen. Bis auf die Installation eines BHKW wurden für alle o.g. Anlagentechniken positive Kapitalwerte ermittelt.

Nach Ansicht der Verfasser sollte eine moderne Anlagentechnik nicht in einem wärmetechnisch veralteten Gebäude betrieben werden. Insbesondere Wärmepumpen- oder Brennwertanlagen spielen ihre Stärke in modernisierten Gebäuden ihre Stärke aus. Aus diesem Grund wurde die o.g. Anlagentechnik nochmals in Kombination mit der ermittelten optimalen Wärmedämmung (AW + Kellerdecke + Flachdach) untersucht.

Durch die Kombination mit der Wärmedämmung weisen alle Anlagenvarianten wesentlich höhere Kapitalwerte auf als ohne Dämmung. Hieraus wird ersichtlich, dass bei Erneuerung der Anlagentechnik die zusätzliche Durchführung einer Wärmedämmung - trotz relativ hoher Investitionskosten - energetisch als auch wirtschaftlich sinnvoll ist und daher unbedingt in Erwägung gezogen werden sollte.

Nach Auswertung der Berechnungsergebnisse kann für das untersuchte Objekt als energetisch und wirtschaftlich optimalste Maßnahmenkombination die Wärmedämmung in Verbindung mit der Beibehaltung des NT-Kessels und zusätzlicher Integration einer Wärmepumpe empfohlen werden.



| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. (FH) Peter Genau M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 10. Oktober 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |



Die Aufgabe der Diplomarbeit bestand darin, zu untersuchen, wie groß die Energiekosteneinsparung ist, wenn anstatt eines Heizkessels BHKW – Technik eingesetzt wird. Durch in Kraft treten der EnEV musste ein Heizölkessel eines Maschinenbaubetriebes ersetzt werden.

Als Entscheidungskriterium wurden nicht nur ökonomische sondern auch ökologische Gesichtspunkte berücksichtigt. Neben der Berechnung mit Heizöl wurde eine weitere mit Raps – Methyl – Ether (RME) betrachtet.

Der Maschinenbaubetrieb hat einen Heizölverbrauch von ca. 35.000 l/a und einen monatlichen Strombedarf von 12.000 kWh im Monat.

Durch die Berechnung der einzelnen Varianten, welche sich in der Anzahl der Module und des Brennstoffes, Heizöl bzw. RME, unterscheiden, soll die wirtschaftlichste Betriebsweise der Anlage mit Hilfe der Vollkostenrechnung ermittelt werden.

Bei der Betrachtung der Vollkostenrechnung wurde ein Energiekostenvergleich zwischen der Strom- und Wärmeerzeugung durch die BHKW - Technik und der getrennten Versorgung über den örtlichen Energieversorger (EVU) und dem Heizkesselbetrieb vorgenommen.

Bei dem Betrieb mit Heizöl wurde der erzeugte Strom genutzt um den Eigenbedarf zu decken, der überschüssige Strom wurde an das EVU verkauft. Im RME – Betrieb wurde der produzierte Strom zu 100% an das EVU verkauft. Bei der ökologischen Betrachtung wurde ebenfalls ein Vergleich zwischen der konventionellen Energieversorgung (mit Kraftwerk und Heizkessel) und der alternativen Energieversorgung durch die BHKW – Technik vorgenommen.

Das Fazit meiner Diplomarbeit ist, dass sich die Variante im Heizölbetrieb mit 2 Modulen als wirtschaftlichste herausgestellt hat. Durch ihre geringen Anschaffungskosten ist diese Variante für kleine und große Handwerks- und Industriebetriebe realisierbar.

Sollte aber Raps – Methyl – Ether eingesetzt werden, aufgrund der steigenden Energiekosten ist diese Variante in Zukunft nicht außer acht zu lassen, rentiert sich der Betrieb erst ab der 4 Modulvariante.



Durch die hohen Anschaffungskosten ist diese Variante zur Zeit nur von größeren Industriebetrieben realisierbar.

Daten: Energiekosteneinsparung nach 20 Jahren

Heizöl (2 Module) 720.447,02 €/a

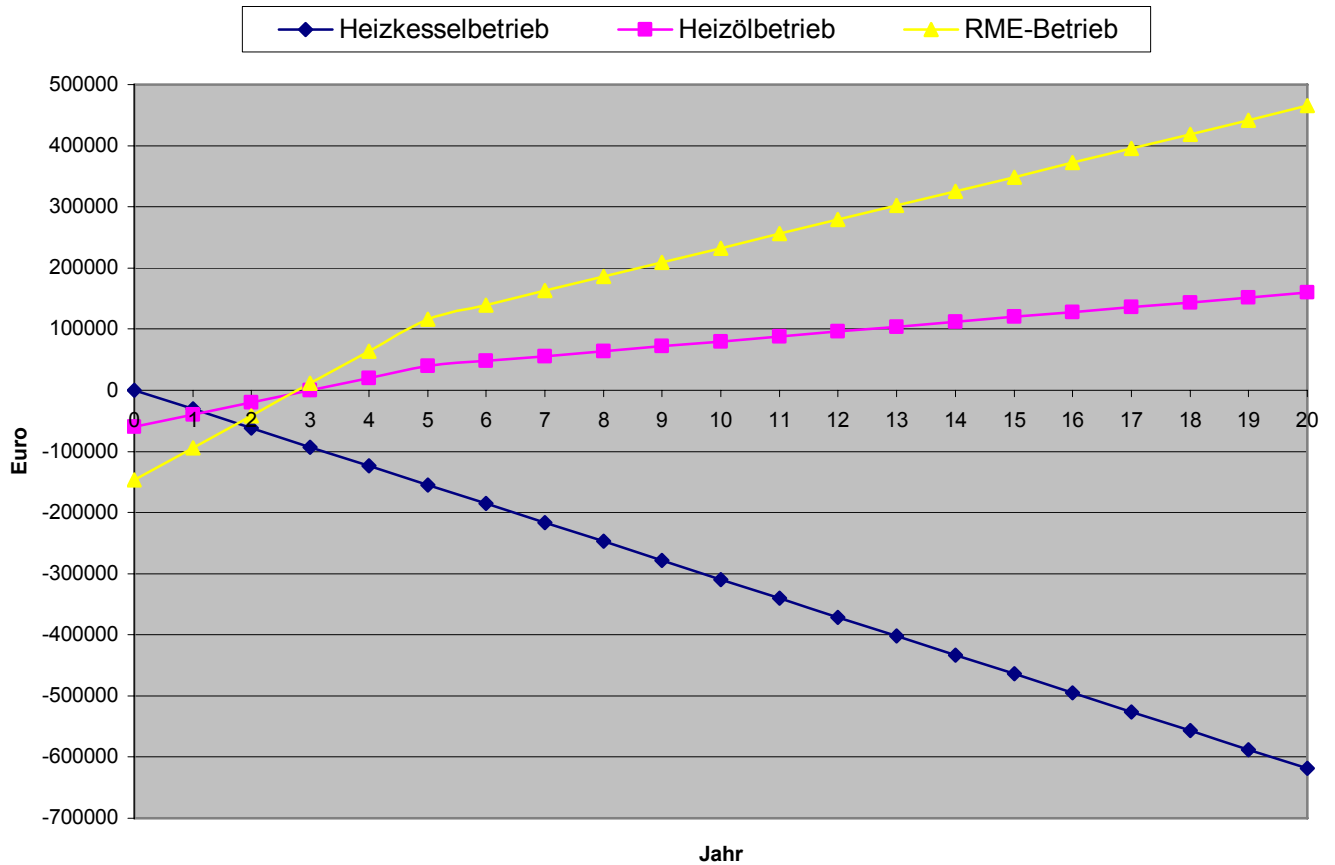
RME (5 Module) 1.373.178,44 €/a

Amortisationszeit

Heizöl (2 Module) 36 Monate

RME (5 Module) 33 Monate

Energiekosteneinsparung Heizöl- / RME-Betrieb



Optimierung der Energiebilanz in einem Gewerbepark**Dipl.-Ing. (FH) Arnd Albers M.Sc.****Dipl.-Ing. (FH) Jens Schmiedeskamp M.Sc.**Prüfer:
Beisitzer:

Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting

Dipl.-Ing. Peter Genau M.Sc.

Datum des Kolloquiums:

14. Oktober 2005

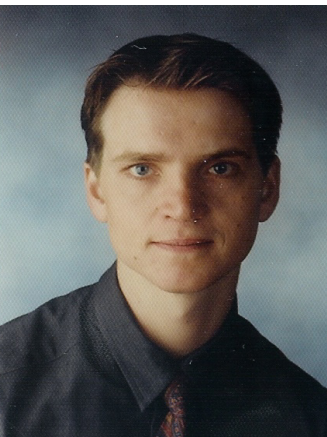
Studienrichtung
Laborbereich:

Technisches Management (Master)

Energieversorgung und Energiewirtschaft



Diese Masterarbeit soll einige Möglichkeiten aufzählen, wie eine sinnvolle wirtschaftliche Optimierung von Energieanlagen im Gronemeyer Gewerbepark stattfinden könnte. Hiermit sind Maßnahmen gemeint, die mit den geringsten Investitionen den größten Nutzen an Energieersparnis und somit auch an Energiekosteneinsparung und letztendlich auch an Umweltentlastung bewirkt. Im Jahr 1990 übernahm der Unternehmer Fred Gronemeyer die baufällig gewordene Immobilie. In den folgenden Jahren wurden notwendige Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, wodurch auch die Gebäudedämmung verbessert wurde, wirtschaftlich sinnvoll durchgeführt. Weitere Maßnahmen an der Gebäudehülle sind aus wirtschaftlicher Sichtweise nicht sinnvoll, da sich hier eine nur geringfügige Energieersparnis einem hohen Kostenmehraufwand gegenübersteht.



Die Jahresgesamtkosten wären im Falle einer extra Gebäudedämmung höher als ohne zusätzliche Gebäudedämmung. Eine weitere Wärmedämmung ist aus ökonomischer Sicht nur bei bestehendem Sanierungsbedarf angebracht. Aus diesem Grund wurde in der Masterarbeit ausschließlich auf Energieeinsparpotentiale durch verbesserte Anlagentechnik eingegangen.

Die Berechnung nach Energieeinsparverordnung ergab, dass die Anforderungen, die diese Verordnung an Gebäude stellt, derzeit nicht eingehalten werden. Allerdings lässt sich die Einhaltung dieser Anforderungen durch gezielte Heizungsanlagenwahl erreichen, wobei die Variante Solarunterstützung aus wirtschaftlichen Gründen von vornherein ausscheidet. Somit ist der Einsatz eines BHKW nach dieser Berechnung erste Wahl. Jedoch fällt bei einem Vergleich der Berechnungsergebnisse nach EnEV mit den tatsächlichen Verbrauchszahlen auf, dass der tatsächliche Verbrauch wesentlich höher ist. Für die Berechnung standen nicht alle nötigen Daten zur Verfügung. Zwar bekamen wir über den Architekten die Änderungsbaupläne aus dem Jahre 2001 und die bekannten U-Werte ausgehändigt, die fehlenden Daten mussten jedoch praxisgerecht angenommen werden. Ein wesentlicher Aspekt ist aber sicherlich die unterschiedliche Nutzung und das Nutzerverhalten. In dem Gebäude sind mehrere Firmen untergebracht, die sowohl Büroflächen als auch Werkshallen beanspruchen. Ein geregeltes und sinnvolles Lüftungsverhalten ist da sicher nicht zu erwarten. Gerade dieser Aspekt, dass das Nutzerverhalten nicht kalkulierbar ist, stellt einen der wesentlichen Schwachpunkte der Energieeinsparverordnung dar.



Aber auch die Berechnung aufgrund der tatsächlichen Verbrauchszahlen zeigte deutlich, dass das BHKW die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Variante darstellt. So lassen sich bei einer gekoppelten Energieerzeugung mittels BHKW die Energiekosten gegenüber dem konventionellen Betrieb mit Konstanttemperaturkessel und Vollstrombezug um ein Drittel senken, so dass sich das BHKW bereits nach 4,5 Jahren amortisiert hat. Die erreichte CO₂-Minderung beträgt 62 t/a, was immerhin einer Einsparung von 23 % entspricht.



Im Gegensatz hierzu lässt diese Masterarbeit keine positive Beurteilung des Einsatzes von Solarmodulen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit im Gewerkepark zu. Eine Amortisationszeit von fast 178 Jahren spricht für sich. Die CO₂-Einsparung von Spitzenlastkessel und Solarmodulen beträgt im Vergleich zum Konstanttemperaturkessel lediglich 16 t/a, was eine Ersparnis von 6 % bedeutet und die hohen Investitionskosten in keiner Weise rechtfertigt.

Selbst ein Austausch des vorhandenen Kessels gegen einen Niedertemperaturheizkessel macht bei einer Amortisationszeit von über 23 Jahren bei einer CO₂-Einsparung von 3,4 % oder 9 t/a wirtschaftlich wie ökologisch keinen Sinn.

31 Bestandsaufnahme der Heizungsanlage des Fachhochschulgeländes HC im Hinblick auf ein Energiemanagementprogramm

Dipl.-Ing. (FH) Markus Schröder

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus
Beisitzer: Dipl.-Ing. Bernhard Osterholt

Datum des Kolloquiums: 24. Oktober 2005

Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
Laborbereich: Haus- und Energietechnik
In Kooperation mit: BLB (Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW)



Die Diplomarbeit beschäftigte sich mit Aspekten des Energiemanagements an der Fachhochschule Münster.

Die Fachhochschule Münster ist an zwei Hauptstandorten angesiedelt. Der eine Teil befindet sich in Münster und der andere in Steinfurt-Burgsteinfurt. Die Abteilung Steinfurt umfasst drei Einzelstandorte. Neben dem Hochschulgelände Campus (HC) sind in Steinfurt das Hochschulgebäude Innenstadt (HGI) und das Hochschulgebäude Bürgerkamp (HGB) angesiedelt.

Die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit war eine zusammenfassende Übersicht und Bewertung der Heizungsanlage des HC zu erstellen.

In einer Gebäudeübersicht wurde die Anordnung der Gebäude auf dem HC sowie deren Nutzung dargestellt.



Die für die Heizlastberechnung erforderlichen Daten der Bauteile wie Fassaden, Wände, Decken und Dächer wurden herausgearbeitet und berechnet. Die daraus resultierenden U-Werte bieten einen Eindruck über den Zustand der Gebäudehülle. Die erstellten Pläne des Rohrnetzes und die Verteileransichten geben zusammen mit der Beschreibung der Anlagentechnik einen Einblick über den aktuellen Zustand der aufgenommenen Heizungsanlage. Zur Bewertung des Gesamtsystems wurde eine Heizlastberechnung durchgeführt, die als Ergebnis die Heizlast eines Wintertages mit -12°C widerspiegelt. Diese Berechnungen werden für ein Energiemanagementprojekt eingesetzt mit dem Optimierungspotentiale herausgearbeitet werden sollen. Um eine Übersicht des Heizungsnetzes zu bekommen, wurden die Leitungsführung sowie die Verteileranbindung in Form von Schemata und Beschreibungen aufgezeigt.



Machbarkeitsstudie und Dimensionierung der Deckenheizung eines Schulgebäudes

Dipl.-Ing. (FH) Martin Stahmeyer
Dipl.-Ing. (FH) Lars Altenhoff

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mundus |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. (FH) Schmolke M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 21. Juni 2005 24. Oktober 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |



Die Kaufmännische Schule in Ibbenbüren wurde von 1966 bis 1968 gebaut und befindet sich in der Trägerschaft des Kreises Steinfurt. Sie umfasst zehn Stockwerke bei einer Gesamthöhe von ungefähr 45 Metern. Seit ihrer Errichtung wird die Schule durch eine elektrische Fußbodenheizung erwärmt. Diese Art der Beheizung war in der Zeit der Erstellung des Gebäudes aufgrund der niedrigen Strompreise eine wirtschaftliche und effiziente Heizmethode. Durch die in den letzten Jahren deutlich gestiegenen Strompreise ist die Beheizung mit Strom im Vergleich zu heutigen Warmwasser-Umlaufheizungen unwirtschaftlich. Hinzu kommt die defekte Regelung einzelner Räume sowie Schäden an den Heizspiralen im Estrich. Dadurch ist eine einheitliche Raumtemperatur nicht mehr zu erreichen.

Im Zuge einer Sanierung der haustechnischen Anlagen sowie der Außenfassade stellte sich die Frage nach einem geeigneten neuen Heizsystem. Hierbei müssen einige Vorgaben beachtet werden. So soll sich bei möglichst vielen Nutzern des Gebäudes ein behagliches Gefühl einstellen. Außerdem muss ein ausreichender Schutz vor Vandalismus gewährleistet sein. Des Weiteren darf sich die Akustik in den Klassenräumen durch die bauliche Veränderung nicht verschlechtern. Aufgrund dieser Vorgaben bot sich für den Kreis Steinfurt der Einsatz einer Deckenheizung an.

Im Rahmen der Diplomarbeit sollte geprüft werden, inwieweit die Beheizung der Klassenräume durch eine Deckenheizung unter dem Gesichtspunkt der Behaglichkeit machbar ist. Des Weiteren sollte die Dimensionierung des Heizsystems erfolgen.

Dazu wurden Versuchsreihen mit 3 Heizbändern (24,3 lfd. Meter) bzw. 4 Heizbändern (32,4 lfd. Meter) in einem Klassenraum der Kaufmännischen Schulen in Ibbenbüren durchgeführt. Wie die Versuche zu erkennen ließen, befindet sich die Heizungsanlage mit 3 Heizbändern und Außentemperaturen bis zu $-10,5^{\circ}\text{C}$ an der Leistungsgrenze. Unter ähnlichen Bedingungen weist die Heizungsanlage mit 4 Heizbändern Leistungsreserven auf.

Die Außenfassade hat während der Versuchsphase einen U-Wert von 3,0. Es kann mit einer geringeren Heizlast nach der Fassadensanierung gerechnet werden. Im Zuge der Sanierung werden die Fassadenelemente ersetzt und weisen einen U-Wert von 1,1 sowie eine geringere Fugendurchlässigkeit auf. Durch diese bauliche Veränderung kann erwartet werden, dass der Heizbetrieb mit 3 Heizbändern ausreicht.



Da die Versorgung des gesamten Wärmebedarfes des Schulgebäudes in den nächsten Jahren durch Fernwärme erfolgen soll, ist diese Möglichkeit im

Hinblick auf Investitionskosten die günstigste Variante. Das Einsparpotential der Investitionskosten beläuft sich auf 27.000 € im Vergleich zu der 4-Heizband-Variante.

Unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Deckenstrahlplatten muss auf die Möglichkeit späterer Brennwertnutzung eingegangen werden. Da für diese Methode geringere Heizwassertemperaturen notwendig sind, ergibt sich ein größerer Bedarf an Heizfläche bei gleichem Wärmebedarf. Aus diesem Grund werden die Klassenräume mit einer Gesamtlänge der Heizfläche von 28,7 lfd. Meter ausgestattet.

Durch die neuen Fensterelemente, die einen U-Wert von 1,1 haben, wird die Kältestrahlung minimiert. Somit muss kein Doppelheizband am Fenster vorgesehen werden und es ergibt sich eine Aufteilung der Heizflächen, wie anhand des Fotos zu erkennen ist.



Fertig montierte Deckenheizung im Klassenraum

Die Befragung der im Versuchs-Klassenraum anwesenden Personen ergab, dass die Beheizung des Klassenraumes mittels einer Deckenheizung zu einer gleichmäßigen Beheizung und somit zu einem behaglichen Empfinden führt. Durch die Nachhallzeitmessung wurde zudem nachgewiesen, dass die Deckenheizung zu keiner Verschlechterung der Raumakustik führt.

Im Vergleich zu statischen Heizflächen unter den Fenstern hat eine Deckenheizung geringere Wartungs- und Pflegekosten, da unter anderem Schäden durch Vandalismus nahezu ausgeschlossen werden können.



33

Ermittlung des Heizenergiebedarfs eines Industriebetriebes in Hörstel-Bevergern

Dipl.-Ing. (FH) Brigitte Kiele-Dunsche
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Wermers

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.–Ing. Bernhard Mundus |
| Beisitzer: | Prof. Dr. –Ing. Dieter Otto |
| Datum des Kolloquiums: | 28. Oktober 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | BMU Brinkmann Möbel- und Ummantelungstechnik |



Die sinkenden Primärenergievorräte und die daraus resultierende Preissteigerung zwingen uns zur Optimierung der Gebäudehüllen und Energieversorgungsanlagen.

Gerade bei Unternehmen ist diese Optimierung Grundlage zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Betrieb und Gebäude, somit des ganzen Unternehmens.

Mit dem Anliegen der Ermittlung des Heizenergiebedarfs unter Berücksichtigung dynamischer Vorgänge als Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der derzeitigen Heizenergieversorgung trat die Firma BMU Brinkmann Möbelemente und Ummantelungswerke mit Sitz in Hörstel - Bevergern an die Fachhochschule heran.

Das zu betrachtende Gebäude umfasst Fabrikations- und Lagerhallen sowie einen Bürokomplex.

Ziel der Diplomarbeit war die Ermittlung des Jahresheizenergiebedarfs unter betrieblich realen, baulichen und äußeren Bedingungen, um eine Bewertung der Heizwärmebereitstellung zu ermöglichen.



Die thermische Simulation wurde mittels der Berechnungsprogramme W12 Energiebedarfsprogramm von Solarcomputer und dem TRNSYS 16 von Transsolar durchgeführt.

Beide Programme dienen der dynamischen Gebäudesimulation, wobei das W12 Programm in der dynamischen Simulation statische Berechnungen miteinbezieht.

Die Simulationen benötigen die Eingabe und somit auch die Ermittlung verschiedenster Lastdaten wie:

- Äußere Lasten (Sonneneinstrahlung, Transmission der Außenflächen, Außenluftwechsel)
- Innere Lasten (Personen, Beleuchtung, Maschinen, Sollraumlufttemperatur, Nachbarräumtemperatur, Luftaustausch mit Nachbarräumen)
- anlagenbedingte Raumbelastungen (RLT-Anlagen, Heizanlagen)



Luftbild des Betriebs

Die Ermittlung und Eingabe dieser Daten ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Jedoch lassen sich an einem einmalig simulierten Betrieb ohne großen Aufwand verschiedene Änderungen vornehmen. Schnell lässt sich dann die Wirtschaftlichkeit verschiedener Maßnahmen ermitteln.

Bei der Simulation des Betriebs wiesen die Ergebnisse beider Berechnungsprogramme nur geringfügige Differenzen auf. Somit wird klar, dass beide Simulationsprogramme trotz der verschiedenen Berechnungsalgorithmen übereinstimmende und damit gut verwertbare Ergebnisse liefern.



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burkhardt

| | |
|------------------------|-----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. (FH) Peter Genau M.Sc. |
| Datum des Kolloquiums: | 23. November 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| In Kooperation mit: | Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH |



Ein Fernwärmenetz mit insgesamt 613 Abnehmern wird von einem Versorgungsunternehmen betrieben und über zwei Einspeisewerke versorgt. Ein Einspeisewerk erzeugt die Wärme mittels Erdgas, das andere Einspeisewerk nutzt die Abwärme aus Industrieprozessen für die Erwärmung des Heizmediums. Der Energietransport erfolgt ausschließlich über die Pumpanlagen in den Fernwärmeerzeugungsstandorten. Pumpstationen zur Druckerhöhung sind durch den Parallelbetrieb der Einspeisewerke für die vertragsgerechte Versorgung des Fernwärmenetzes nicht erforderlich. Die vertragsgerechte Versorgung aller Fernwärmekunden ist jedoch bei Ausfall einer Fernwärmeerzeugungseinheit in Hochlastzeiten (unter ca. $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) nicht mehr möglich. Im Rahmen dieser Diplomarbeit ist der Betrieb des Fernwärmenetzes für bestimmte Versorgungssituationen auf eine alleinige Versorgung durch ein Einspeisewerk zu untersuchen. Es wurden Handlungsmöglichkeiten erarbeitet, die den Heizbetrieb bei Ausfall einer Fernwärmeerzeugungseinheit sichern. Folgende Aufgabenstellungen wurden in dieser Diplomarbeit bearbeitet:

Parameterermittlung

- Maximalkapazität der Fernwärmeerzeugungseinheit
- Überprüfung der Netzhydraulik bei Maximallast
- Versorgungssicherheit bei sinkender Wärmeabnahme

Pumpstationen

- Druckabfall
- Auslegung der Druckerhöhungsstationen unter technischen Aspekten

Netzhydraulik

- Aufdecken von hydraulischen Engpässen
- Optimierung der Rohrennweite

Maximalkapazität der Fernwärmeerzeugungseinheit:

Durch die Simulationen mit einem Rohrnetzrechnungsprogramm sind die Parameter Massenstrom und Förderdruck, bei der maximalen Vorlauftemperatur von $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ und der minimalen Rücklauftemperatur von $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ermittelt worden, die eine Fernwärmeerzeugungseinheit zur Verfügung stellen müsste, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Für die Simulationen wurde die durch Messungen von drei Jahren ermittelte maximale Einspeiseleistung (34 MW) zugrunde gelegt.

Überprüfung der Netzhydraulik:

Das Ergebnis der Simulation bei Maximallast zeigt, dass die Strömungsgeschwindigkeiten im Fernwärmenetz im Bereich der wirtschaftlich bewährten Strömungsgeschwindigkeiten in Fernwärmeleitungen liegen (zwischen 0,5 m/s und 5,5 m/s).

Versorgungssicherheit bei sinkender Wärmeabnahme:

Durch Simulationen wurden die Parameter Massenstrom und Förderdruck bei unveränderten Vor- und Rücklauftemperaturen bei sinkender Wärmeabnahme berechnet. Dabei wurde proportionale Lastverteilung auf die einzelnen Abnehmer (Kunden) unterstellt. Es wurde untersucht, bis zu welchen Lastfällen eine vertragsgerechte Versorgung durch ein Einspeisewerk möglich ist.

Auslegung der Druckerhöhungsstationen unter technischen Aspekten:

Unter Berücksichtigung der maximal möglichen Einspeiseleistung einer Erzeugungseinheit sind die Orte im Fernwärmenetz erarbeitet worden, an denen die vertragsgerechte Versorgung nicht mehr realisierbar ist.

Im Zuge dessen sind Pumpstationen mit Einzelpumpen bzw. Splittaggregaten zur Druckerhöhung ausgelegt worden.

Als weitere Lösungsvorschläge sind zum einen eine Druckerhöhungsanlage zur bisher bestehenden Pumpengruppe einer Fernwärmeerzeugungseinheit und zum anderen die Pumpengruppe dieser FW-Erzeugungseinheit neu ausgelegt worden.



Pumpstation einer Fernwärmeerzeugungseinheit

Aufdecken von hydraulischen Engpässen:

Abschließend dieser Diplomarbeit sind die Leitungsabschnitte mit den höchsten Fließgeschwindigkeiten herausgearbeitet und ihre Rohrinnweiten so optimiert worden, dass eine vertragsgerechte Versorgung aller Fernwärmekunden des Versorgungsunternehmens durch eine Fernwärmeerzeugungseinheit möglich ist.



35 DIN 1946 Teil 4 (2005) – Was ändert sich für Planer und Betreiber?

Dipl.-Ing. (FH) Dennis Hecker

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth
Beisitzer: Dipl.-Ing. Peter Genau, M.Sc.

Datum des Kolloquiums: 25. November 2005

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

In Kooperation mit: Leim & Potthoff GmbH



Im März 2005 erschien der Entwurf einer grundlegend überarbeiteten DIN 1946 Teil 4, welcher die speziellen Anforderungen an raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) und deren Komponenten in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens neu definiert.

Diese fünfte Neubearbeitung, nach den Ausgaben von Mai 1963, April 1978, Dezember 1989 und März 1999, vom Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) hat als Grundlage die Änderungen des Standes der Technik, insbesondere in operativen Einrichtungen des Gesundheitswesens, und die im Jahr 2000 geänderte RKI-Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention.

Außerdem wurden die messtechnischen Anforderungen zur Bewertung von Lüftungstechnischen Anlagen in Operationsräumen, die bisher in der DIN 4799 aufgeführt waren, nach vollständiger Überarbeitung aufgenommen.

Im Rahmen der Diplomarbeit sollte aufgeführt werden, was sich für die Planer und Betreiber von RLT-Anlagen grundsätzlich ändert, ob die Anforderungen an die Lüftungstechnik steigen und ob diese Anforderungen überhaupt noch bezahlbar sind.

Wichtige Änderungen ergeben sich in der Lüftungszentrale beim RLT-Gerät. Alle luftberührenden Oberflächen in den einzelnen Komponenten des RLT-Gerätes sollen aus hygienischen Gründen und aus Gründen der Reinigbarkeit mindestens sendzimiervverzinkt und beschichtet sein. Böden sollen mindestens aus Edelstahl 1.4301 gefertigt werden und bei Bauteilen, in denen Wasser auftreten kann (z.B. Befeuchtern, Kühlern etc.) muss dieser als Wanne mit Ablauf ausgeführt werden.

Ebenfalls aus hygienischen Gesichtspunkten dürfen alle Klappen keine luftberührenden Zahnräder besitzen, diese sind außen anzubringen. Es ist nicht mehr zulässig Schalldämpfer außerhalb des RLT-Gerätes zu montieren, da diese nur sehr schwer zu reinigen sind. Innerhalb des Gerätes werden sie so installiert, dass sie seitlich ausziehbar sind, so sind die Wartungs- und Reinigungsarbeiten leicht durchzuführen.

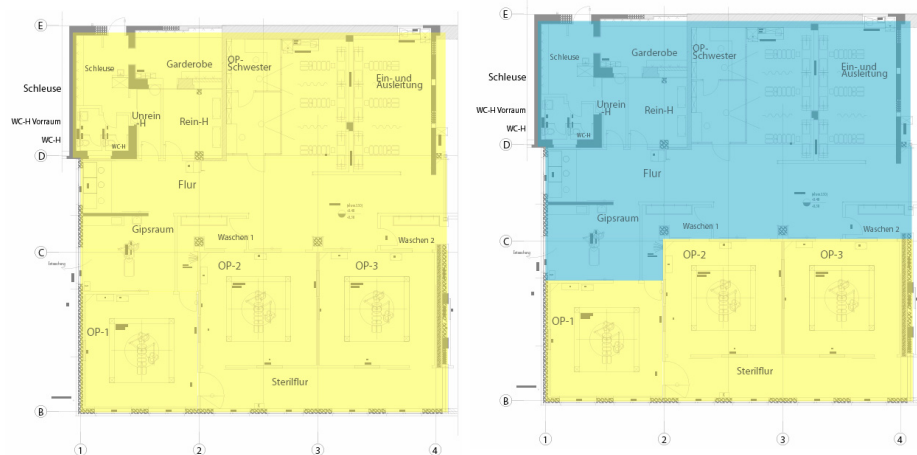
So wie die Schalldämpfer werden in Zukunft alle Bauteile des Klimagerätes, außer Filter, ausziehbar gestaltet, es sei denn die Geräte sind zu groß. Sollte dies der Fall sein sollen Türen in ausreichender Stückzahl vorgesehen werden, durch die man das Gerät begehen kann.

Eine besonders große und für den Betreiber eines Krankenhauses sehr erfreuliche Änderung ist die Einteilung der Raumklassen einer Operationsabteilung.

Ging man noch nach der alten DIN 1946 Teil 4 davon aus, dass die gesamte OP-Abteilung zur Verhinderung Postoperativer Infektionen der Raumklasse I zuzuordnen ist. Geht man heute nach der Literaturstudie von Ines Kappstein davon aus, dass, sobald eine Wunde nach der Operation versorgt ist, keine Infektionen aus Luftverunreinigungen mehr auftreten können. Deshalb wird nur noch der Operationsraum und evtl. der Steriflur als Raumklasse I geplant, alle weiteren OP-Nebenräume können als Raumklasse II behandelt werden.

In den Abbildungen unten kann man die unterschiedlichen Planungszustände nach den beiden Normen sehen. Abgebildet ist eine Operationsabteilung mit 3 OPs. Links wurde die Abteilung nach der alten DIN geplant, alle Räume werden nach Raumklasse I ausgelegt. Es werden höhere Volumenströme benötigt und alle Luftauslässe müssen mit Schwebstofffiltern der Güte H13 ausgestattet werden.

In der rechten Abbildung sind nur die gelben Bereiche der hygienisch hochwertigeren Raumklasse zugeordnet. Die Operationsräume erhalten eine OP-Decke mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung. Dadurch brauchen die Räume vor dem OP nicht einmal mehr eine Schleusenfunktion ausüben. OPs können direkt an einen Flur grenzen. Der blaue Bereich erhält nur noch eine Standard-Belüftung, um Lasten abzuführen und den Mindest-Außenluftbedarf zu gewährleisten.



Durch die Reduzierung der Volumenströme können alle Anlagenkomponenten kleiner ausfallen und die Betriebskosten für die Erwärmung, Kühlung und den Transport der Luft sinken, wie man der Tabelle entnehmen kann, immens.

| | DIN 1946-4 (alt) | E DIN 1946-4 |
|----------------------------|------------------|--------------|
| Jahresstrombedarf | 116,7 MWh/a | 78 MWh/a |
| Jahrestromkosten | 12.837 €/a | 8.580 €/a |
| Jahresenergieverbr. | 515 MWh/a | 345 MWh/a |
| Jahresenergiekosten | 39.000 €/a | 26.000 €/a |



36

Aufbau eines Teststands zur Bilanzierung einer Speicher integrierten Sole/Wasser-Wärmepumpe

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Hero

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing. Kai Wendker |
| Datum des Kolloquiums: | 28. November 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | SOLVIS GmbH & Co. KG, Braunschweig |



Die Firma Solvis GmbH & Co. KG als eines der Technologie führenden Unternehmen Deutschlands und Europas in dem Bereich Ressourcen schonender Entwicklung von Heizsystemen, ist bemüht sich um die Erweiterung ihrer Produktpalette um die Wärmepumpe voranzutreiben.

Bisher umfasst das Programm des Unternehmens mit Sitz in Deutschlands größter Null-Emissionsfabrik vielfältige Anwendungen der Solarthermie und der Photovoltaik sowie mit der Biomasse Holz betriebene Heizkessel (Pelletsessel). Langfristiges Ziel der Firma Solvis ist es, den mehrfach ausgezeichneten SolvisMax Schichtenladespeicher, die Produktplattform des Unternehmens, mit allen zur Verfügung stehenden regenerativen Energieträgern kombinieren zu können.

Dieser Speicher (siehe Bild unten) verfügt über ein nachrüstbares Modulsystem, das bisher in der Lage ist, die Energieträger Öl, Gas, Holz und natürlich die Sonne als unerschöpfliche Energiequelle zu nutzen. Der erste Schritt, die Wärmepumpe in dieses Konzept einzubeziehen, stellt die Entwicklung eines Wärmepumpen-Prototypen dar. Diese Diplomarbeit beschreibt die Einbindung dieser Wärmepumpe in Verbindung mit einem Schichtenspeicher.

Im Labor des Forschungs- und Entwicklungsbereichs der Firma Solvis ist ein Teststand für eine Wärmepumpe konzipiert und installiert worden. Zunächst ist die vorhandene Kompakt-Wärmepumpe der Firma Stiebel Eltron leicht modifiziert worden, so dass sie als Speicher integrierte Wärmepumpe in die Produktplattform SolvisMax, den Schichtenladespeicher, integriert werden konnte.

Der Teststand dient zur Bilanzierung dieses Prototypen und bietet verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung der einzelnen Bauteile sowie deren Anpassung untereinander.

Es ist anhand des Prototypenteststands eine Bilanzierung durchgeführt worden. Die Ermittlung von Leistungszahlen unter verschiedenen Lastbedingungen wie Heizungsbetrieb mit der simulierten Wärmeabnahme eines Niedrigenergiewohnhauses und Warmwasserzapfprofilen in Anlehnung an die VDI 6002, bzw. den Standardisierungsvorschlag „European Tapping Profile“ der EU-Kommission vom 27. September 2002, war das Ziel.

Die Optimierungen beziehen sich hauptsächlich auf die Einbindung der elektrischen Regelung SolvisControl unter Beibehaltung der notwendigen Schaltkreise der Stiebel Eltron Regelung, die den sicheren Betrieb der Wärmepumpe gewährleistet.



Weiterhin werden konstruktive Maßnahmen aufgezeigt, die für den Einsatz weiterer Tests in Feldanlagen relevant sind. Die mit Hilfe des Teststands im Hause Solvis ermittelten Leistungszahlen des Wärmepumpenprototyps der Speicher integrierten Sole/Wasser-Wärmepumpe liegen, verglichen mit heutigen Standard-Wärmepumpen, in einem guten Bereich. Die energetische Effizienz und die im Testbetrieb ermittelte Leistungszahl von 3,8 im kombinierten Heizungs-/Warmwasserbetrieb stellen damit eine Verbesserung der Leistungszahl in allen Lastbereichen zu den Messreihen entsprechender Vorversuche dar.

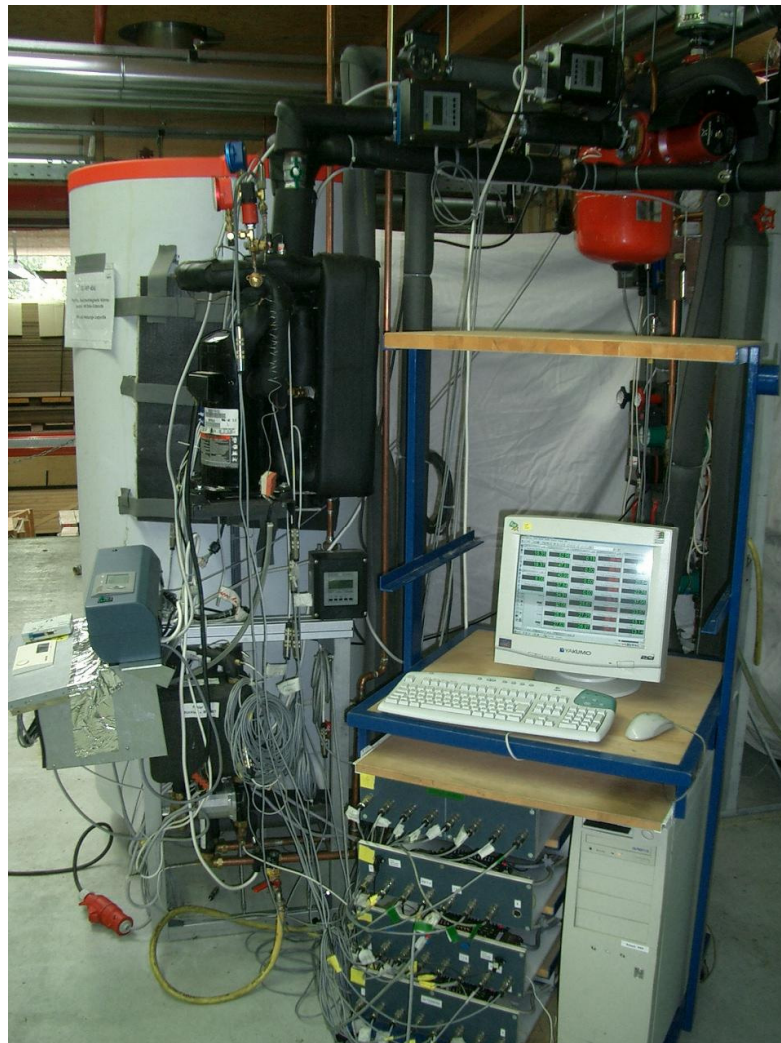


Foto des Teststands der Speicher integrierten Sole/Wasser-Wärmepumpe

Nach Abschluss der Versuche mit dem Teststand (siehe Bild) verfügt die Firma Solvis somit über ein so genanntes Vorseriengerät. In einem weiteren Schritt gilt es nun, das Gerät, das sich besonders durch die kompakte Bauform und die erreichten Leistungszahlen auszeichnet, in Feldversuchen unter realen Betriebsbedingungen dem Test der Praxistauglichkeit zu unterziehen. Feldversuche bieten nicht nur den Vorteil der realen Betriebsbedingungen, sondern ermöglichen darüber hinaus die Ermittlung der Jahresarbeitszahl. Diese Kenngröße liefert aussagekräftigere Ergebnisse über die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe im Verlauf einer vollständigen Heizperiode. Nach erfolgreichem Abschluss dieser Feldversuche wird die Serienfertigung zum Ende des Jahres 2006 möglich sein.



37

**Minderung von Geruchsemissionen aus einem Mastschweinegestall
- Sanierung einer biologischen Abluftreinigungsanlage –****Dipl.-Ing. (FH) Peter Merchel**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr. –Ing. Stephan Schirz |
| Beisitzer: | Prof. Dr. –Ing. Hans-Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums: | 7. Dezember 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Immissionsschutz und Umwelttechnik |



Um die Emissionen aus Tierhaltungsanlagen zu verringern, können biologische Verfahren zur Abluftreinigung eingesetzt werden, die dem Stand der Technik und einschlägigen VDI-Richtlinien entsprechen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde überprüft, ob die Möglichkeit besteht, eine vorhandene biologische Abluftreinigungsanlage, die nicht dem Stand der Technik entspricht, nach verschiedenen Sanierungsmaßnahmen weiter betreiben zu können.

Nach der Aufnahme des Ist- Zustandes wurden verschiedene Sanierungsoptionen entwickelt, gegenübergestellt und die für das bestehende Bauwerk geeignete Variante umgesetzt.

Das Herzstück der Abluftreinigungsanlage bildet die neu entwickelte SPS (Speicher Programmierbare-Steuerung). Das Steuerungsprogramm sorgt sensorgesteuert für einen benutzerfreundlichen Betrieb und lässt die externe Überwachung durch Behörden zu.

Die Sanierung der Abluftreinigungsanlage hat gezeigt, dass der Dauerbetrieb der Anlage durch ordnungsgemäße Wartung mit Hilfe einer „Kontrollliste zur wöchentlichen Überprüfung der Abluftreinigungsanlage“ aufgenommen werden kann.

Biologische Abluftreinigungsverfahren:

Es gibt drei grundsätzliche Verfahren zur Abluftreinigung, zum einen der Biofilter nach VDI-3477 (Absorptionsverfahren durch fixierte Mikroorganismen in einem Biofilm auf organischem Trägermaterial). Der Biowäscher nach VDI-3478 1. Absorptionsverfahren mit biologischer Regeneration der Waschflüssigkeit durch suspendierte Mikroorganismen und der Rieselbettreaktor nach VDI 3478 2. ein Absorptionsverfahren mit fixierten Mikroorganismen auf Kunststofffüllkörpern.

38 Einführung eines wissensbasierten, digitalen Energieinformationssystems**Dipl. Ing. (FH) Klaus Overesch M.Sc.**

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Thomas Schmidt |
| Datum des Kolloquiums: | 14. Dezember 2005 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |



Die Verfügbarkeit von Wissen und Informationen wird für viele heutige Arbeitsprozesse in der schnelllebigen und globalisierten Welt zunehmend wichtiger. Als einer der entscheidenden Erfolgsfaktoren gewinnt die Informationslogistik in den Aufgabenbereichen des Managements daher immer mehr an Bedeutung. Dieser Entwicklung können sich auch Ingenieure mit Managementverantwortung nicht entziehen. Einen wichtigen Teilaspekt des Informationsmanagements stellt das Strukturieren und Wiederfinden von Informationen dar. Zur erfolgreichen Bewältigung der damit verbundenen Probleme wird im Rahmen dieser Masterarbeit beispielhaft die Einführung eines zuverlässigen, schnellen, effizienten und kostengünstigen Informationssystems behandelt und vorgestellt.

Das Labor für Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik der FH Münster, Abteilung Steinfurt wickelt vielfältige Forschungsprojekte in den Bereichen Abwassertechnik, Umwelttechnik und Bioenergieerzeugung ab. Insbesondere der letztgenannte Bereich hat in den letzten Jahren einen regelrechten Boom erlebt, dessen Ende nicht absehbar ist. Mit der Vielzahl der Projekte stieg und steigt immer noch die Fülle der zur Verfügung stehenden Daten. Unzählige, immer wieder benötigte Informationen stehen ungeordnet und unzusammenhängend im Internet, im Intranet, in Bibliotheken, in Leitz – Ordnern oder in sonstiger Form digital und analog zur Verfügung und veraltern immer schneller. Ein zuverlässiger und schneller Zugriff auf die für neue Projekte jeweils relevanten und aktuellen Energiedaten ist im Fachlabor nicht mehr möglich. Abhilfe soll ein wissensbasiertes, digitales Informationssystem schaffen, dessen Einführung Gegenstand dieser Masterarbeit ist.

Der erste Abschnitt der Masterarbeit befasst sich mit grundlegenden Definitionen und Begriffsabgrenzungen zum Themenkomplex „Daten, Informationen und Wissen“ sowie den Inhalten des Informationsmanagements im Allgemeinen. Diese Inhalte werden in ihrer historischen Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte betrachtet. Weiterhin wird versucht, einen aktuellen Überblick über die vielfältigen aktuellen Informationssysteme und deren Komponenten zu gewinnen.

Der zweite Abschnitt stellt die verschiedenen Systeme der Informationsrecherche und ihre Funktionsweisen vertiefend vor. Sie bilden die Grundlage der wichtigsten Funktion eines Informationssystems: Des Auffindens von gesuchten Informationen!



Der dritte Abschnitt behandelt die Auswahl des Energieinformationssystems und dessen Einführung in die Laborpraxis. Der Prozess und das Ergebnis der Systemauswahl wurden geprägt von dem Motto „Energieinformationssystem – einfach gut!“. Hierdurch sollte die Einführung einer schlanken, praxismgerechten und von den späteren Anwendern akzeptierten Anwendung sichergestellt werden.

Die Auswahl des Informationssystems erfolgte durch die detaillierte Bewertung von 6 in die engere Wahl genommenen, verschiedenen Lösungen anhand eines aus den Anforderungen des Labors erstellten und gewichteten Kriterienkataloges. Dabei erreichte eine aus verschiedenen Einzelkomponenten individuell zusammengesetzte Lösungskombination die meisten Wertungspunkte.

Die anschließende Umsetzung und Realisierung der ausgewählten Lösung erfolgte in 5 Schritten:

1. Erstellung einer hierarchischen Verzeichnisstruktur
2. Erarbeitung eines Ablaufschemas zur Digitalisierung sämtlicher Informationen
3. Installation und Nutzung der ausgewählten Desktopsuchmaschine
4. Systemtest in einer Testumgebung
5. Systeminstallation und -einführung

Als Ergebnisse der Einführung des ausgewählten Energieinformationssystems im Rahmen dieser Masterarbeit lassen sich festhalten:

- Sämtliche aktuellen Anforderungen des Labors an das Energieinformationssystem werden einfach und gut erfüllt.
- Eine praxismgerechte und flexible Ausgestaltung erleichtert die Systemnutzung in der täglichen Arbeit und garantiert dessen Nutzung.
- Die Erweiterbarkeit auf eine Netzwerklösung ist gegeben.
- Weitergehende Anforderungen an das Informationsmanagement hin zu einem umfassenden Wissensmanagement wurden außer Acht gelassen. Dies gilt ebenso für den Bereich der langfristigen und rechtsicheren Archivierung von Informationen und Daten.

39

Mikrobiologische Laboratorien der Sicherheitsstufe S1 – S4 mit der Auslegung einer RLT – Anlage in einem S3 – Bereich und dem Vergleich der DIN-, EN- und ASHARE – Normen bei der Auslegung**Dipl.-Ing. (FH) Vitalij Brill****Dipl.-Ing. (FH) Markus Woithe**Prüfer:
Beisitzer:Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting
Dipl.-Ing. Volker Miklasz

Datum des Kolloquiums:

16. Dezember 2005

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

In Kooperation mit:

agn Paul Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren



Der Mensch ist in seiner Umwelt einer Vielzahl verschiedener Mikroorganismen ausgesetzt, von denen einige Arten Krankheiten auslösen können. Viele Mikroorganismen sind für den Menschen lebensnotwendig. Er hat darüber hinaus gelernt, mit Mikroorganismen umzugehen, wie sie bei vielen alltäglichen Vorgängen auftreten, z.B. bei der Verrottung von Laub, bei Anfall von Kot bei der Massentierhaltung, bei der Verwesung von Kadavern und sonstigen Fäulnisprozessen. Überwiegend schützen ihn die Abwehrmechanismen seines intakten Immunsystems gegen krankheitserregende Mikroorganismen in geringer Dosis und bei kurzer Einwirkungsdauer.

In den letzten 20 Jahren hat die Biotechnologie einen großen Auftrieb erhalten. Neue Methoden, wie die Gentechnik und Hybridomtechnik, haben die Möglichkeiten der klassischen Biotechnologie erheblich erweitert. Die durch die neuen Techniken geprägte Biotechnologie wird auch „moderne“ oder „neue“ Biotechnologie genannt. Sie nutzt die Syntheseleistung biologischer Agenzien. Hierzu gehören unter anderem die Isolierung lebender Zellen, sowie die Gewinnung von Stoffwechselprodukten aus diesen Zellen und biochemische Reaktion mit lebenden Zellen oder Zellinhaltsstoffen.



Mit dem Bau neuen Laborgebäuden ersetzt die UKM Münster die alte Mikrobiologie in Münster. Der Neubau mit dem Namen „Institut für Mikrobiologie, Virologie und Umwelthygiene“ wird zukünftig die Kernfunktionen der Genforschung und Entwicklung bündeln. Auf rund 5.000 m² Gesamtfläche soll das neue Gebäude in zwei Baukörpern Laboratorien und Büros für mehrere Forscher sowie zwei große Hörsäle beherbergen. Ziel für die Planung des Neubaus war, ein flexibles und wandelbares Gebäude zu schaffen. Grundrisslayout und Technikkonzept berücksichtigen entsprechend die Möglichkeit einfacher Nachrüstungen und Umbauten. Alle technischen Medien werden über mehrere dezentrale Schächte vertikal verteilt und mit kurzen Stichkanälen unter der Decke zum Verbraucher geführt. Labore mit erhöhten Schutzanforderungen (S1, S2, S3 – Labore, Radionuklidlabore) sind wirtschaftlich sinnvoll in Sonderbereiche zusammengefasst.

Das Thema dieser Diplomarbeit behandelt die Neuinstallation einer Raumluftechnischen Anlage in einem Laborgebäude. Diese Anlage soll, die im Laborbetrieb entstehenden schädlichen Gase, Dämpfe, Bakterien und Viren, die wegen Gesundheitsgefährdung und in Abhängigkeit von der möglichen Gefährdung nach entsprechender Aufbereitung absaugen und ins Freie ausblasen.



Aufgabe dieser Diplomarbeit ist die Auslegung einer RLT – Anlage in einem S3 – Bereich. Eine weitere Aufgabe ist es, die unterschiedliche Normen und Richtlinien wie z.B. DIN – Normen, EN – Normen, ANSI/ASHRAE – Normen zu vergleichen und die daraus folgenden Unterschiede bei der Auslegung der RLT – Anlage für die Laboratorien darzustellen. Der Sinn dieser Aufgabe ist es, eine technisch optimale wie auch wirtschaftliche vertretbare Lösung dieses Problems zu finden.

Es wurde, vereinfacht dargestellt, folgende Vorgehensweise gewählt:
Schritt: Grundlagenermittlung.

Das führte zum allgemeinen Wissen über die mikrobiologischen Laboratorien.
Schritt: Betrachtung sommerlicher und winterlicher thermischer Lasten verschiedener Labore und deren Auswirkung auf die Heizungs-, Kälte- und Lüftungstechnik.

Im Zuge der Erhebung der Laborausstattung wurden innere Wärmelasten bis zu 120 W/m² Laborfläche ermittelt.

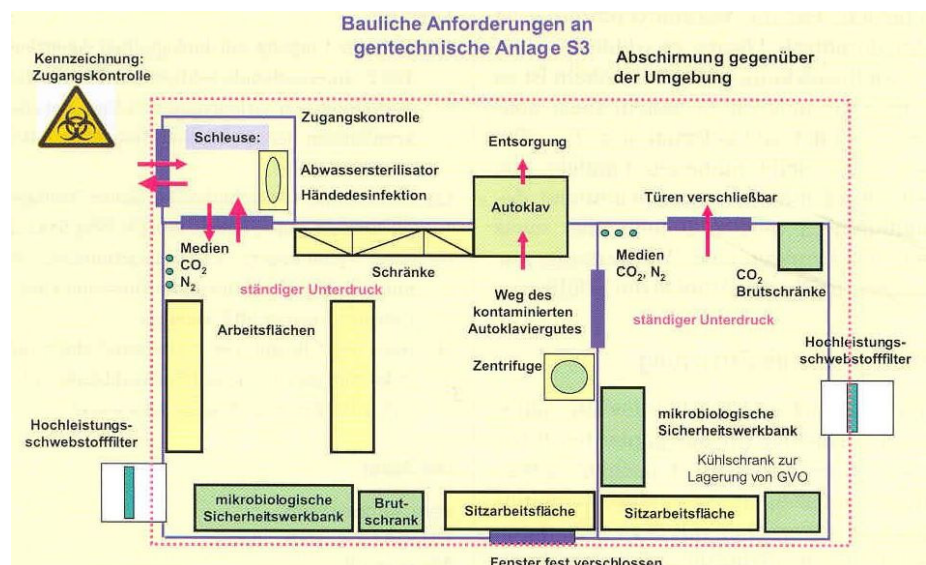
Festlegung des technischen Konzeptes und des Regelungskonzeptes.

Die „Grundausrüstung“ der Labore umfasst folgende Systeme:

- Raumbeheizung mittels Heizflächen.
- Raumbelüftung (im Sommer mit gekühlter Luft) und Absaugung über Digestorien / Sonderabluft / Raumabluft.
- Regelung nach der Raum – Volumenstrombilanz (bei steigender Digestorienabluft wird die Raumabluft reduziert).

Die Lüfttechnik gliedert sich in:

- Zuluft als reine Außenluft
- Abluft als Raumabluft und Abluft als Sonderabluft aus den Digestorien.
- In der Raumabluft ist eine Wärmerückgewinnung vorgesehen.



Verfahrenstechnische Optimierung im Zulaufbereich der Kläranlage Herford in Hinblick auf auftretende Ammonium Überlastungen bei Regenereignissen

Dipl.-Ing. (FH) Björn Pipa

Prüfer:
Beisitzer:

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

Datum des Kolloquiums:

22. Dezember 2005

Studiengang:
Studienrichtung:
Laborbereich:
In Kooperation mit:

Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
Kommunal- und Umwelttechnik
Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft
Herforder Abwasser GmbH



Durch Untersuchungen der Kläranlage Herford sollten die Ursachen, die zur Ammonium-Überfrachtung beitragen, herausgefunden werden. Nach Feststellung dieser Ursachen wurde eine verfahrenstechnische Optimierung des Kläranlagenbetriebs angestrebt. Eine Optimierung wird notwendig, um bei Regenereignissen die Ablaufwerte einzuhalten. Wird der vorgeschriebene Grenzwert von Ammonium (3,0 mg NH₄-N/l) am Ablauf des BIOSTYR's nicht eingehalten, drohen erhöhte Abwasserabgaben.

Das Herzstück der Kläranlage stellt das BIOSTYR-System dar. Wie in dem unten aufgeführten Bild handelt es sich hierbei um einen aufwärts durchströmten Festbettfilter. Das Festbett besteht aus 3,0 mm großen Styroporkugeln. Auf ihnen können sich Mikroorganismen ansiedeln und ermöglichen so die biologische Abwasserfiltration. Innerhalb der Filterschicht befindet sich eine durch Kompressoren angetriebene Belüftung. Oberhalb dieser Druckbelüftung ist der aerobe nitrifizierende Teil des Biofilters. Unterhalb der Belüftungszone mit einer Höhe von 0,70 m findet die Denitrifikation im anoxischen Milieu statt. Durch diese Anordnung funktioniert der BIOSTTYR-Filter wie eine konventionell betriebene Biologie mit vorgeschalteter Denitrifikation. Auch beim BIOSTYR-Filter wird eine interne Rezirkulation durchgeführt.

Zur Behebung des Problems war eine genaue Untersuchung der Reinigungsstufen notwendig. Eine verfahrenstechnische Optimierung muss aus diesem Grund auf das gesamte System bezogen werden, da eine Veränderung sich auf das gesamte Verfahren auswirken kann.

Zu Beginn wurde der Kläranlagenaufbau und die Abwasserfiltration (BIOSTYR) näher betrachtet. Im Anschluss daran folgten verschiedene Messungen und Untersuchungen. Diese wurden ausgewertet und auf ihre Aussagefähigkeit überprüft. Im weiteren Verlauf wurden die Gründe für die Ammonium-Spitzen im Ablaufwasser des BIOSTYR's untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass es bei Regenereignissen zu einer Überfrachtung der Filterzellen mit Ammonium kommt. Bei einer Überfrachtung der Filter kann das vorhandene Ammonium in der kurzen Aufenthaltszeit nicht komplett von den Mikroorganismen über Nitrit zu Nitrat oxidiert und anschließend zu elementarem Stickstoff reduziert werden. Hierfür sind sowohl hydraulische Stöße als auch Konzentrationsstöße aus dem Zulaufwasser verantwortlich.

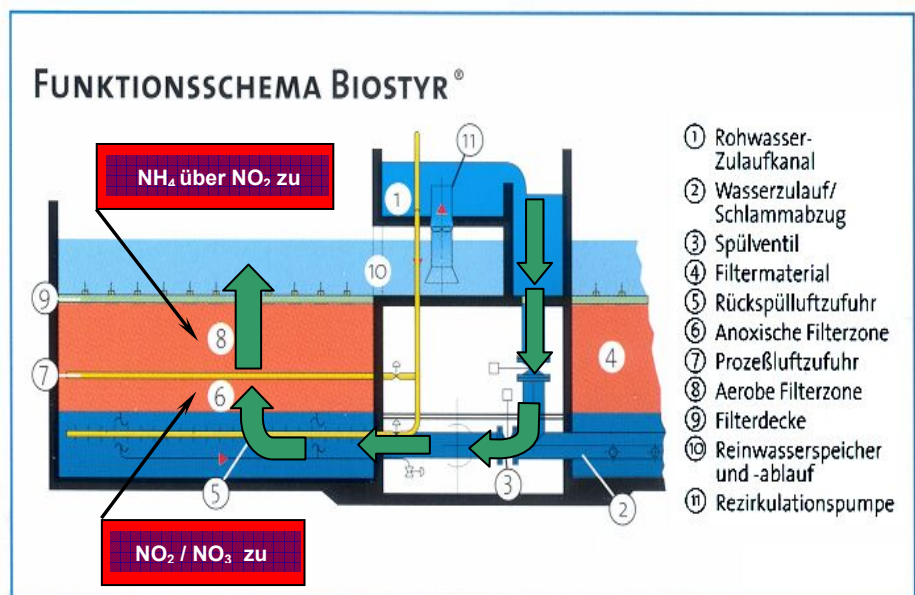


Die Ursachen, die zu diesen Stoßbelastungen führen, sind vielfältig. Es können z. B. Konzentrationsstöße der Industrie, Ausschwemmeffekte aus dem Kanalnetz und das Einleiten des Trübwassers aus der Schlammaufbereitung sein. Zusätzlich ist die Überfrachtung aufgrund von hydraulischen Abwasserstößen bei Mischwasserzulauf problematisch. Sie tritt auf, da der Sand/Fettfang, die Koagulation/Flockung und die Lamellenvorklärung pfpfendurchströmt ist.

Um eine Überfrachtung der BIOSTYR-Zellen zu vermeiden, kann der Pfropfen aus der Vorbehandlung in einem Misch- und Ausgleichbecken zwischengespeichert werden. Ebenfalls wird einer Überfrachtung entgegengewirkt, indem die Zulaufpumpen gedrosselt werden und eine separate Speicherung des Trübwassers erfolgt. Die effektivste Möglichkeit zur Senkung der Fracht ist die Verdünnung der Zulaufkonzentration bei Trockenwetter. Hierzu wird Abwasser des BIOSTYR's über eine interne Rezirkulation in den Zulaufstrom der Koagulation geleitet. Steigt im Laufe des Tages der Zulauf an, wird die interne Rezirkulation reduziert, so dass die Filter nicht überlastet werden. Während der Untersuchung stellte sich heraus, dass die BIOSTYR-Filter gegenwärtig nicht an ihrer maximalen Belastungsgrenze arbeiten.

Zur Lösung des Problems war eine Kombination der beiden Verfahren notwendig. Deshalb wird bei Trockenwetter die Zulaufkonzentration von Ammonium auf $< 25 \text{ mg NH}_4\text{-N/l}$ gesenkt. Kommt es im Tagesverlauf zu einem Regenereignis und somit zu einem erhöhten Abwasserzulauf, wird die interne Rezirkulation abgeschaltet. Zusätzlich wird ab einem Zulauf von $> 3.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ein Teilstrom im Zulaufbereich der Kläranlage abgenommen und in einem Misch- und Ausgleichbecken zwischengespeichert. Das gespeicherte Abwasser kann zu einem späteren Zeitpunkt dem Reinigungsprozess wieder zugeführt werden.

Die Kalkulation der Investitions- und Betriebskosten bilden den Abschluss der Diplomarbeit.



Stickstoff-Abbau in einem überstauten Festbettfilter

41 Möglichkeiten der energetischen Optimierung am Beispiel des Hallenbades der Gemeinde Nümbrecht**Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Heinemann**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinmuth |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Otto |
| Datum des Kolloquiums: | 22. Dezember 2005 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Raumlufttechnik |
| In Kooperation mit: | Gemeinde Nümbrecht |



Von allen durch die „öffentliche Hand“ betriebenen Gebäuden, sind Hallenbäder die kostenintensivsten. Im Vergleich mit anderen Objekten weisen sie den höchsten spezifischen Energiebedarf auf. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass in einem Hallenbad die Raumtemperatur ganzjährig ca. 30°C beträgt und ein immenser Energiebedarf für die Beheizung des Dusch- und Beckenwassers sowie für die Raumklimatisierung ansteht.

Während die Kommunen in den 60er Jahren geradezu wetteiferten, jeden größeren Ort oder zumindest jede Schule mit einem Hallenbad auszustatten, so musste spätestens nach der ersten Ölkrise Mitte der 70er Jahre festgestellt werden, dass diese Bäder, bedingt durch die Verteuerung der Energie (in Verbindung mit der energetisch mangelhaften Bau- und Anlagentechnik der damaligen Zeit), große Löcher in die Haushaltskassen rissen. Ein weiteres Jahrzehnt später begannen die ersten Schließungen, die nach und nach einige der kommunalen Bäder erfassten.

Spätestens wenn Renovierungen unausweichlich werden, wird auch bei den verbliebenen öffentlichen Bädern häufig über eine Schließung nachgedacht.

Ein zusätzlicher Aspekt in diesem Zusammenhang ist auch die Diskussion über Emissionen und Umweltbelastung. Ein immer sensibler werdender Umgang mit dieser Thematik setzt sich in der Planung und Durchführung von neuen Projekten und auch bei Sanierungen durch. Dies lässt sich klar an immer strenger werdenden Gesetzen und Verordnungen nachvollziehen.

Aus diesem Dilemma kann es nur einen kombinierten Lösungsweg geben: Investitionen und Renovierungsmaßnahmen müssen so angelegt werden, dass durch sparsamen Energieverbrauch erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden und dadurch auch eine geringe Umweltbelastung.

Am Beispiel des Anfang der 70er Jahre gebauten öffentlichen Hallenbades der Gemeinde Nümbrecht wird in dieser Arbeit überprüft, in wie weit sich sinnvolle Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen auf den Energieverbrauch und die Wirtschaftlichkeit eines Bades auswirken können.

Eine erste Grobanalyse deutet schon darauf hin, dass gerade im Bereich der Wärmeverbraucher die größten Energie – Einsparpotentiale zu finden sind.



Um Energiesparmaßnahmen vorschlagen zu können, ist es notwendig, als erstes den bisherigen Ist – Zustand des Hallenbades zu analysieren. Hierzu werden alle bau- und anlagentechnischen Komponenten untersucht und dokumentiert.

Danach werden Ansätze und konkrete Sanierungsmaßnahmen beschrieben und damit der Soll – Zustand definiert. Für einige dieser Vorschläge wird die Einsparung an Leistung und die jährliche Energieeinsparung berechnet.

Schließlich wird für die wichtigsten Maßnahmen zur Heizwärme – Einsparung eine wirtschaftliche Betrachtung durchgeführt. Mit Anwendung der Kapitalwertmethode und der Annahme einer zukünftig gleich bleibenden Energiepreissteigerung (berechnet aus der mittleren Preissteigerung der letzten 10 Jahre), kann für alle diese Maßnahmen eine hohe Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden.

Öffentliche Hallenbäder haben eine besondere gesellschafts- und sozialpolitische Bedeutung. Sie erhöhen die Lebensqualität und dienen dem Wohlbefinden der Bürger, sie sind eine unverzichtbare Voraussetzung für das Schul- und Vereinsschwimmen.

Deshalb ist die Schließung eines Schwimmbades keine Lösung!

42 Möglichkeiten zur Nutzung der Abwärme von landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Lube

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

Datum des Kolloquiums: 20. Januar 2006

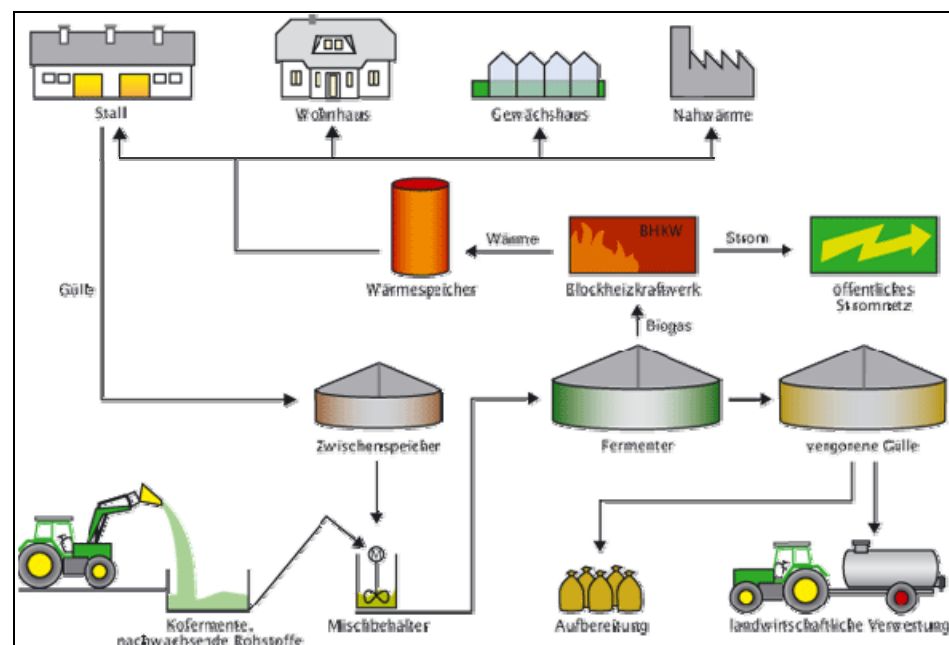
Studiengang: Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom)
 Studienrichtung: Technische Gebäudeausrüstung
 Laborbereich: Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik

In Kooperation mit: EnviTec Biogas GmbH



Aufgrund der zu Neige gehenden fossilen Energieträger und dem durch den Treibhauseffekt entstehenden Klimawandel werden in den letzten Jahren verstärkt die erneuerbaren Energien gefördert. Hierzu zählt auch Biogas, das in der Landwirtschaft durch Gülle und nachwachsende Rohstoffe gewonnen werden kann. Bei der Verbrennung von Biogas in BHKWs wird elektrische Energie erzeugt, die nach dem EEG vergütet wird.

Zusätzlich zur elektrischen Energie entsteht bei der Verbrennung im BHKW thermische Energie, die teilweise für den Biogasprozess benötigt wird, jedoch zum größten Teil verfügbar ist. Um das Energiepotential der Abwärme aus einer Biogasanlage zu ermitteln, wurde zunächst eine Wärmeenergiebilanz für eine Beispielanlage erstellt. Bisher wird diese thermische Energie meistens nur in Form von Nahwärme genutzt, sofern sich ein Wärmeverbraucher in der Nähe der Biogasanlage befindet und die Wärmeenergie somit verkauft werden kann.



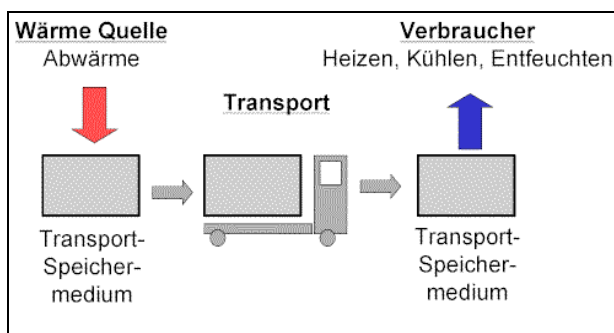
Funktionsschema einer Biogasanlage

Da sich in der Nähe einer Biogasanlage oftmals kein Wärmeverbraucher findet, kann die thermische Energie allerdings in den meisten Fällen nicht genutzt werden, deshalb sollen neue Möglichkeiten zur Abwärmenutzung von Biogasanlagen gefunden werden.

Zunächst wurden theoretisch denkbare Konzepte zur Abwärmenutzung ausgewählt. Die thermische Energie soll durch Umwandlung in Form von mobiler Heizwärme, Kaltwassererzeugung, Dampferzeugung oder Stromerzeugung eine Alternative zur bisherigen Abwärmenutzung bieten. Daraufhin wurden folgende Systeme dargestellt:

- Mobiler Latentwärmespeicher
- Absorptionskälteanlage
- Adsorptionskälteanlage
- Dampferzeugung
- Stirling-Motor
- Dampfschraubenmotor
- Organischer Rankine Kreisprozess (ORC)

Die Funktionsweise der verschiedenen Systeme wurde kurz erklärt und daraufhin auf die Möglichkeiten und Grenzen dieser Systeme hingewiesen.



Mobiler Latentwärmespeicher



ORC-Anlage

Die Machbarkeit der theoretischen Möglichkeiten zur Abwärmenutzung wurde anhand der Beispielbiogasanlage mit verschiedenen Anwendungsbeispielen berechnet und überprüft. Hierbei stellte sich heraus, dass nicht alle der theoretischen Möglichkeiten mit dem vorhandenen Abwärmepotential zu realisieren sind. Der Stirling-Motor kann mit dem vorhandenen Temperaturniveau der Abwärme nicht betrieben werden. Für den Dampfschraubenmotor und den ORC-Prozess steht keine ausreichende Wärmemenge zur Verfügung. Deshalb ist dort nur ein Betrieb in einem Biogaspark, in dem mehrere Biogasanlagen parallel betrieben werden, denkbar. Die anderen Systeme sind an der Beispielanlage technisch anwendbar. Einige der realisierbaren Anlagen wurden anhand der erdachten Anwendungsbeispiele auf die Wirtschaftlichkeit überprüft. Hierbei wurde der Effizienzbonus, der bei der Kraft-Wärme-Kopplung anzurechnen ist, und die Energieeinsparung der Notkühlanlage mit berücksichtigt. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Anwendungsbeispiele zeigen, dass die Investitionen einiger Anlagen sinnvoll sein können.

Durch die Diskussion der Ergebnisse zur Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeitsberechnungen stellt sich heraus, dass es einige gute und realisierbare Möglichkeiten zur Abwärmenutzung gibt. Die meisten Systeme stehen allerdings an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit und werden deshalb in der Praxis noch nicht sehr oft angewendet. Die steigenden Energiepreise und die technische Weiterentwicklung im Bereich Abwärme tragen jedoch zu einer weiteren Verbreitung bei.

Die gemachten Erfahrungen und der Ausblick zeigen eine positive Gesamtentwicklung auf. Es kommen zunehmend neue Systeme zur Abwärmenutzung auf den Markt und die Forschungs- und Entwicklungsarbeit geht weiter voran. Die bereits entwickelten Systeme werden weiter ausgereift und können so besser eingesetzt werden. Außerdem wird nach neuen und alternativen Möglichkeiten zur Biogasnutzung gesucht. Insgesamt wird Energie in Zukunft effektiver genutzt.

43 Study about expanding Market Potential of Decanter for Sludge Dewatering in China's chemical Industry**Yichun Lu M.Sc.**

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

Datum des Kolloquiums: 30. Januar 2006

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



China's chemical industry includes chemical extraction, and production of fertilizers, pesticides, basic chemical raw materials, synthetic fiber, synthetic rubber, photosensitive materials, rubber products, plastic products, petrochemicals, chemicals for household use and pharmaceuticals. There are more than 40,000 kinds in all. China's chemical industry accounts for an impressive 10 % of gross national product (GNP). The chemical industry in China will maintain an annual growth rate of nine percent. Shanghai, Beijing, Tianjin, Shandong, Jiangshu, Zhejiang and Guangdong are China's most important chemical industry bases.

At present, industrial wastewater pollution in China is a serious concern. Especially in chemical industry in China, the serious pollution of wastewater and the overload of the discharged sludge are always encountered and need to be treated. Therefore, it is important to treat and recycle wastewater and encourage the sustainable economic development in chemical industry in China. Most domestic chemical plants are under technical renovations now. All renovations are required to follow the strategies of the clean production and the effective effluent treatments.

The competition for the market of decanters in China is fierce. China's domestic technology of equipment does not compare favorably to imported decanters. However, they do compete favorably with low prices, quick after-service, easy access to domestic markets, and continuous improvements in quality. In chemical industry in China, filter presses are often adopted to dewater the surplus activity sludge and the digested sludge. Most filter presses are sold by domestic suppliers. Some foreign manufacturers of decanter like Alfa Laval, Westfalia-Separator (WS), Andritz and Flottweg have all been successful in the Chinese market for decanter centrifuges.

Key demand fields of decanters for sludge dewatering in China include:

- New projects on water pollution control in municipal wastewater treatment plant (WWTP) at national and local level
- Wastewater control in chemical, paper, ferment, textile, iron & steel, electricity, and mining industries
- Technology retrofitting in conventional industries and old industrial bases
- National western development program in China
- Environmental pollution control projects related to the Beijing Olympic Games



WS has captured a very limited share of the market of decanter for sludge dewatering in chemical industry. The competition is not only from companies located in Japan and USA but also other companies in European Union. Domestic production of decanter is limited by production output and technical sophistication. Nevertheless, domestic companies have obtained large market share in chemical industry because on one hand, they are familiar with Chinese market; on the other hand, it is easier for them to build new and maintain old relationship with purchasers so it is possible to have various sales channels. Furthermore, the good relationship with chemical administrations and local governments offers critical assistance to domestic companies. It is obvious, that the much lower price of domestic products is also one of the most important facts why domestic companies have won much bigger market share in chemical industry in China. Flottweg Company is very active in the market of decanters for sludge dewatering in chemical industry in china because of its low price, high devotion and good relation with some chemical engineering companies in China.

The potential market of decanters for sludge dewatering in chemical industry is still huge in future. As far as the market of decanters for sludge dewatering in chemical industry in China is concerned, the high price of WS decanter centrifuges, the insufficient devotion of the market development, the simple sales channels and administrative barriers will continue to impede market access in the short and long term. Definitely, China shall be regarded as the biggest potential market in the Asia region. As a result of the market survey, the market potential of decanters for sludge dewatering in chemical Industry is tremendous. To develop and expand the market share it is necessary to expand sales channels, devoting more energy to new market development, adjusting the strategies for market development, perfecting the after-service e.g. the supply of spare parts, and to improve the efficiency of work.

Fig. 1: Process with a Decanter

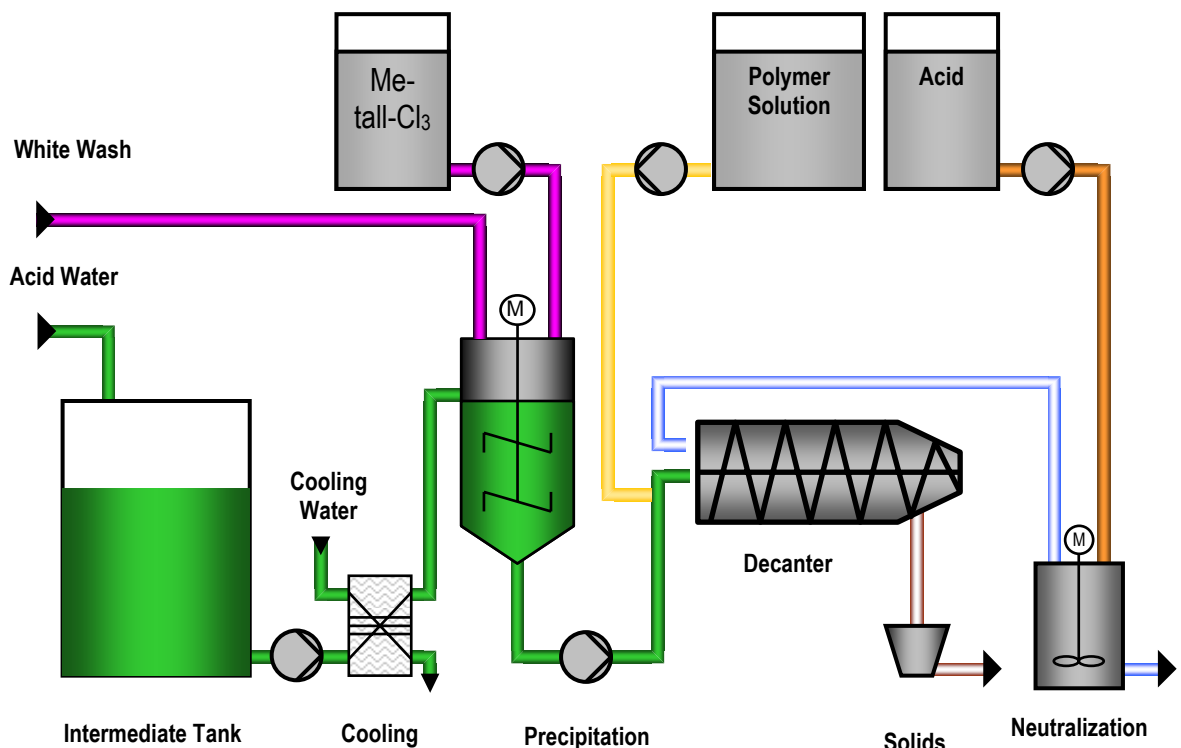
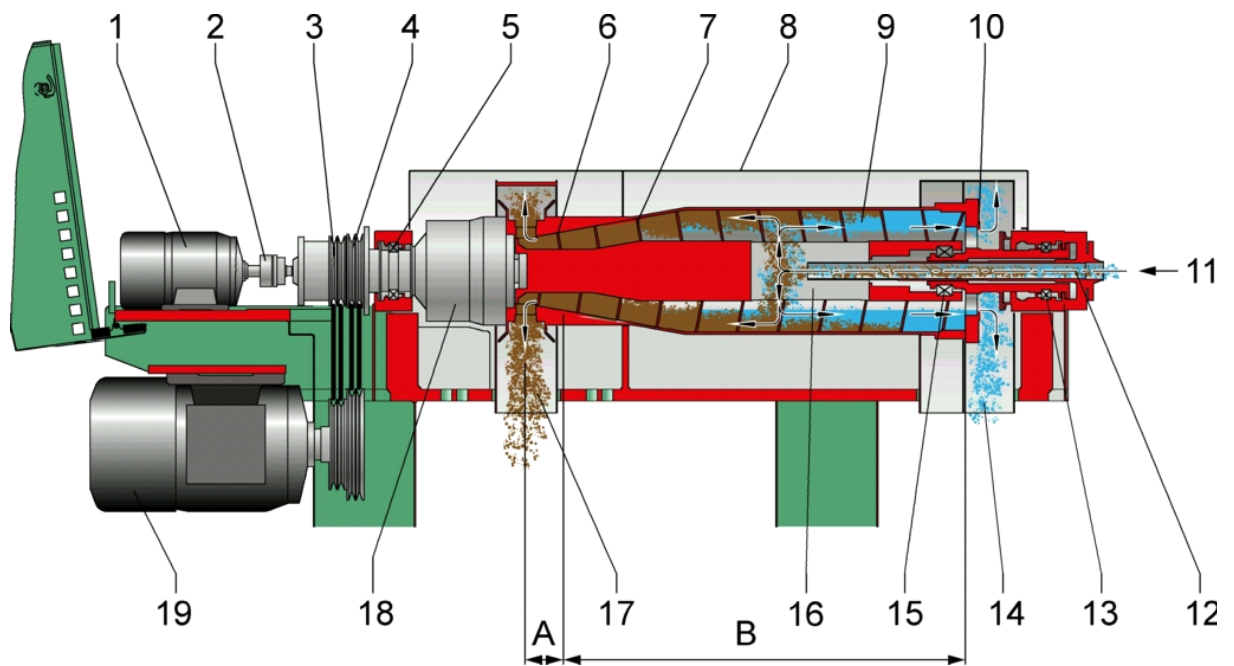


Fig. 2: Decanter CD 305



| | | |
|----------------------|--------------------|------------------------------------------|
| A dewatering zone | 6 bowl | 14 gravity discharge of clarified liquid |
| B clarification zone | 7 scroll | 15 scroll bearing |
| 1 secondary motor | 8 housing | 16 distributor |
| 2 clutch | 9 separation zone | 17 solid discharge |
| 3 scroll drive | 10 regulating ring | 18 primary gear |
| 4 bowl drive | 11 feed | 19 main motor |
| 5 bowl bearing | 12 feed tube | |
| | 13 bowl bearing | |

**44 Abwärmenutzungspotential eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerkes****Dipl.-Ing (FH) Thorsten Hanewinkel**

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Theodor Belting |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. K.-H. Müller |
| Datum des Kolloquiums: | 24. Februar 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Energieversorgung und Energiewirtschaft |
| In Kooperation mit: | Stadtwerken Lippstadt GmbH |



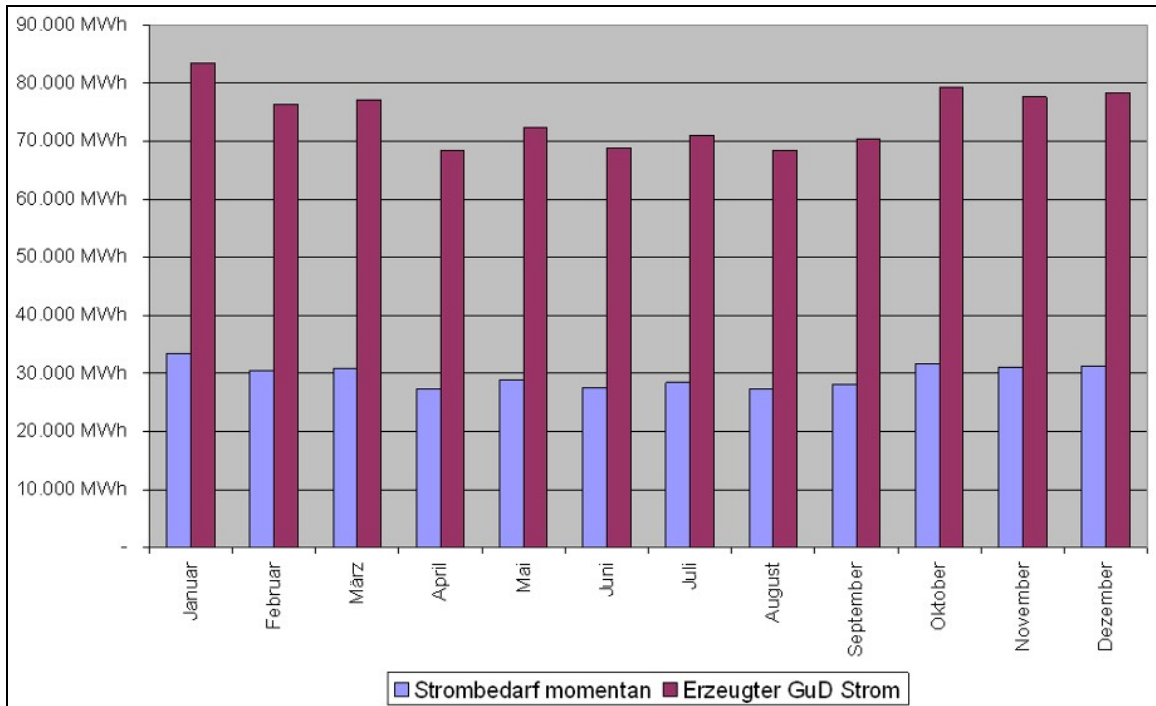
Die Kraft-Wärme-Kopplung wird in Deutschland seit vielen Jahren in den unterschiedlichsten Anlagenkonfigurationen angewendet. Das Hauptmotiv für den Einsatz einer gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme ist dabei die effiziente Ausnutzung des Energieträgers. Ob eine auch am Standort Lippstadt auf der Basis einer GuD-KWK-Anlage erreicht werden konnte, galt es mittels dieser Diplomarbeit zu überprüfen. Hierzu war es wesentlich, dass potentielle Abnehmer für die ausgekoppelte Wärme in Standortnähe der GuD-Anlage ermittelt werden konnten, die einen ökonomischen Betrieb der Anlage ermöglichen. Da die Variante der GuD-KWK-Anlage ein hohes Temperaturniveau für die Wärmeauskopplung benötigt und dadurch eine Minderung der Stromproduktion induziert, galt es zudem zu beachten, dass die autarke Stromversorgung für das Konzessionsgebiet der Stadtwerke Lippstadt GmbH nicht beeinträchtigt wurde. Im Verlauf der Studie wurden hierbei folgende vier Varianten erarbeitet:

- Variante 1: Abwärmenutzung durch Fernwärmenetze
- Variante 2: Abwärmenutzung durch Absorptionskälteanlagen
- Variante 3: Abwärmenutzung durch eine Bioethanolproduktion
- Variante 4: Abwärmenutzung durch Gewächshäuser.

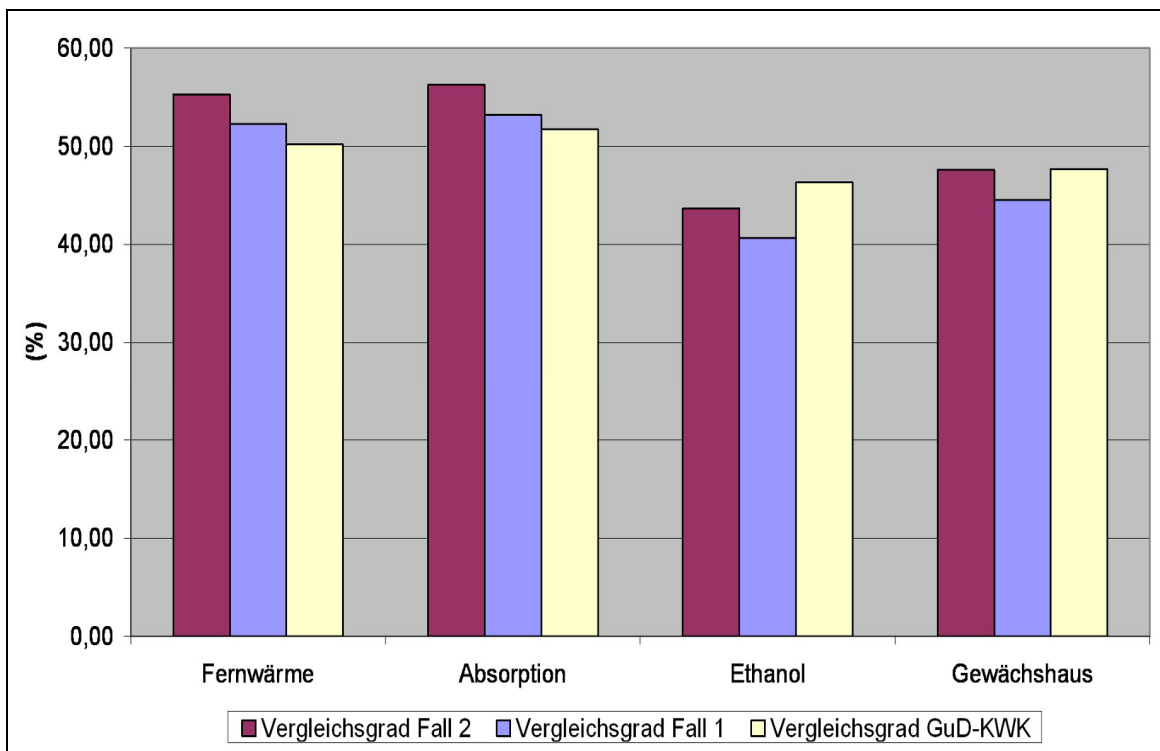
Die einzelnen Varianten wurden infolge dessen auf ihr Wärmepotential und ihre Korrelation auf die GuD-Anlage untersucht.

Um dabei das untersuchte Potential auf Effizienz und Effektivität zu überprüfen, wurde ein energetischer Systemvergleich zwischen gekoppelter und getrennter Erzeugung herangezogen, die der Beurteilung energetischer Vorteile dienen.

Anhand der resultierenden Kennwerte aus dem energetischen Vergleich konnten die qualitativen Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung auch auf Quantität überprüft werden um somit ein Fazit ziehen zu können.



Aufteilung der Stromproduktion der Bioethanolvariante



Gegenüberstellung der verschiedenen Vergleichsgrade



45 Auslegung und Konstruktion eines Zweistufenfilters sowie Optimierung der Filtrationsleistung

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Wewer

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.- Ing. Christian Becke |
| Beisitzer: | Prof. Dr. rer. nat. Hans- Detlef Römermann |
| Datum des Kolloquiums: | 27. Februar 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Kommunal- und Umwelttechnik |
| Laborbereich: | Wasser-, Abwasser- und Umwelttechnik |

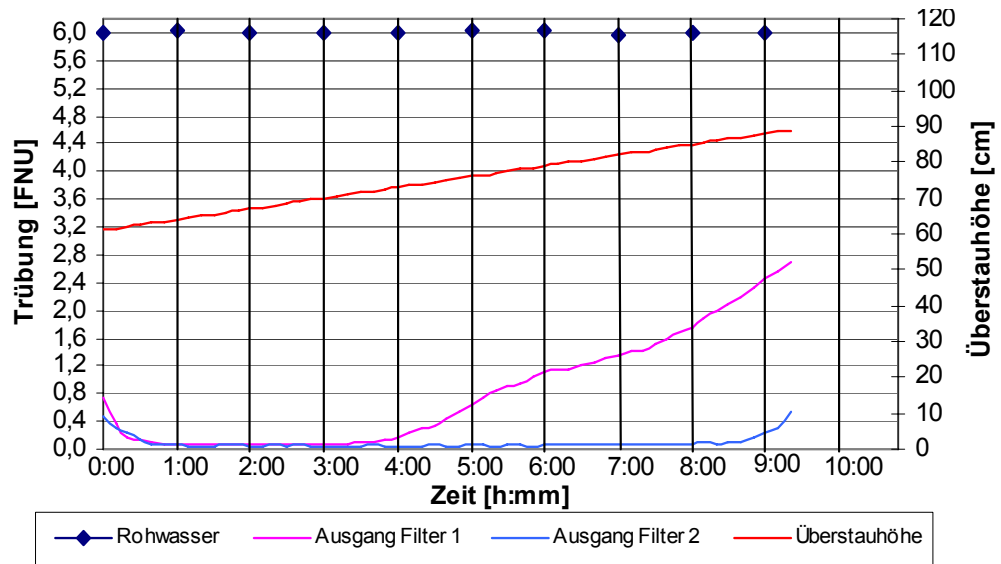


Das Verfahren der Filtration als technische Maßnahme zur Wasseraufbereitung gehört zu den ältesten seit Beginn zielgerichteter Wasserwirtschaft. Durch die Filtration soll das Wasser von Partikeln befreit werden. Die Partikelentfernung wird nicht nur aus ästhetischen Gründen vorgenommen, sondern ist vor allem aus hygienischen Gründen notwendig. An oder in dem Partikeln können Krankheitserreger wie z.B. Viren angelagert oder eingelagert sein, die bei einer anschließenden Desinfektion mit UV- Licht oder chemischen Oxidationsmitteln nicht unschädlich gemacht werden könnten.

In der Trink- und Industrierwasseraufbereitung sowie der weitergehenden Abwasserreinigung wird heute überwiegend die Schnellfiltration eingesetzt. Bei der Schnellfiltration werden hohe Filtergeschwindigkeiten von 3 bis 50 m/h verwendet. Vorteilhaft ist, dass die relativ einfache Bau- und Betriebsweise sehr wenig Platz benötigt. Ebenso kann das Filtermedium einfach innerhalb des Filterbehälters gereinigt werden.

Die Aufgabe der Diplomarbeit war die Auslegung und Konstruktion eines Zweistufenfilters sowie Optimierung der Filtrationsleistung. Für die Filtrationsversuche wurde eine entsprechende Versuchsanlage gebaut. Um die Optimierung der Filtrationsleistung untersuchen zu können, standen verschiedenen Filtermedien mit unterschiedlichen Körnungen zur Verfügung.

Die Filtrationsversuche sollten so nahe wie möglich an die Praxis angelehnt sein. Ein Rohwasser aus einer Quelle, Oberflächenwasser oder Grundwasser stand für die Filtrationsversuche allerdings nicht zur Verfügung. Als Rohwasserersatz wurde Eisen-III-Chlorid in das Trinkwasser dosiert. Dieses Eisensalz wird in der Trinkwasseraufbereitung häufig als Flockungsmittel bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser eingesetzt. Da Eisen auch oftmals im Grundwasser vorhanden ist, waren die Filtrationsversuche daher mit der Praxis der Trinkwasseraufbereitung vergleichbar. Während der Versuche wurden die Filtermedien und die Filterschichthöhen variiert. Aus den aufgenommenen Messwerten wie Filterlaufzeit, Trübung und dem Überstau konnten Erkenntnisse erworben werden, die eine Beschreibung des Filtrationsverhaltens der Versuchsanlage ermöglichen und die Grundlage für weitere Optimierungen bilden.



Filtrationsverhalten von Antharzit 0,8-1,6 und einer Filterschichthöhe von 80 cm in Filter 1 und Quarzsand 0,71-1,25 und einer Filterschichthöhe von 60 cm in Filter 2

Bild 1 zeigt die Trübung am Ausgang von Filter 1 und von Filter 2 sowie den Überstau in Filter 1 über die Filterlaufzeit. Daran sind die drei Phasen einer Filtration festzumachen. Zu Beginn der Filtration ist erkennbar, dass der Trübstoffgehalt abnimmt. Dies wird als Einarbeitungsphase bzw. auch als Anfiltration bezeichnet. Während dieser Phase entspricht die Filtratqualität häufig noch nicht den gewünschten Anforderungen. Erst am Ende dieser Phase, hier nach einigen Minuten, beginnt die mehrstündige Filtrationsphase und die Filtratqualität ist annähernd konstant. Nach 8 Stunden und 50 Minuten bricht der Filter durch, d.h. die maximale zulässige Trübstoffkonzentration im Ablauf des Filters 2 ist erreicht und der Filter muss gespült werden. Der ebenfalls dargestellte Überstau hat am Ende der Filterlaufzeit sein Maximum nicht erreicht.

Die Messergebnisse zeigen, dass die Versuchsanlage geeignet ist, um ein Trinkwasser herzustellen, das den technischen und gesetzlichen Anforderung entspricht.



46 Überprüfung und Auslegung des Trinkwasserversorgungssystems der Stadt Herat in Afghanistan - von den Brunnenpumpen bis zu den Wasserspeichern

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Diekmann

| | |
|------------------------|----------------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke |
| Beisitzer: | Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter |
| Datum des Kolloquiums: | 17. März 2006 |
| Studiengang: | Versorgungs- und Entsorgungstechnik (Diplom) |
| Studienrichtung: | Technische Gebäudeausrüstung |
| Laborbereich: | Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft |
| In Kooperation mit: | Kocks Consult GmbH |



Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde das Trinkwasserversorgungssystem der Stadt Herat in Afghanistan, beginnend von den Brunnenpumpen bis zu den Wasserspeichern im Stadtgebiet überprüft und ausgelegt.

Die Versorgung der Menschen in Herat mit Trinkwasser erfolgt über zehn Tiefbrunnen, die mit mehrstufigen Unterwassermotorpumpen ausgestattet werden sollen. Von dort wird das Wasser über ein verzweigtes Rohrleitungssystem zu den innerstädtischen Wasserspeichern gefördert. Auf dem Gelände der Stadtwerke erfolgt dann die Desinfektion des Wassers, das bereits als Grundwasser Trinkwasserqualität aufweist.

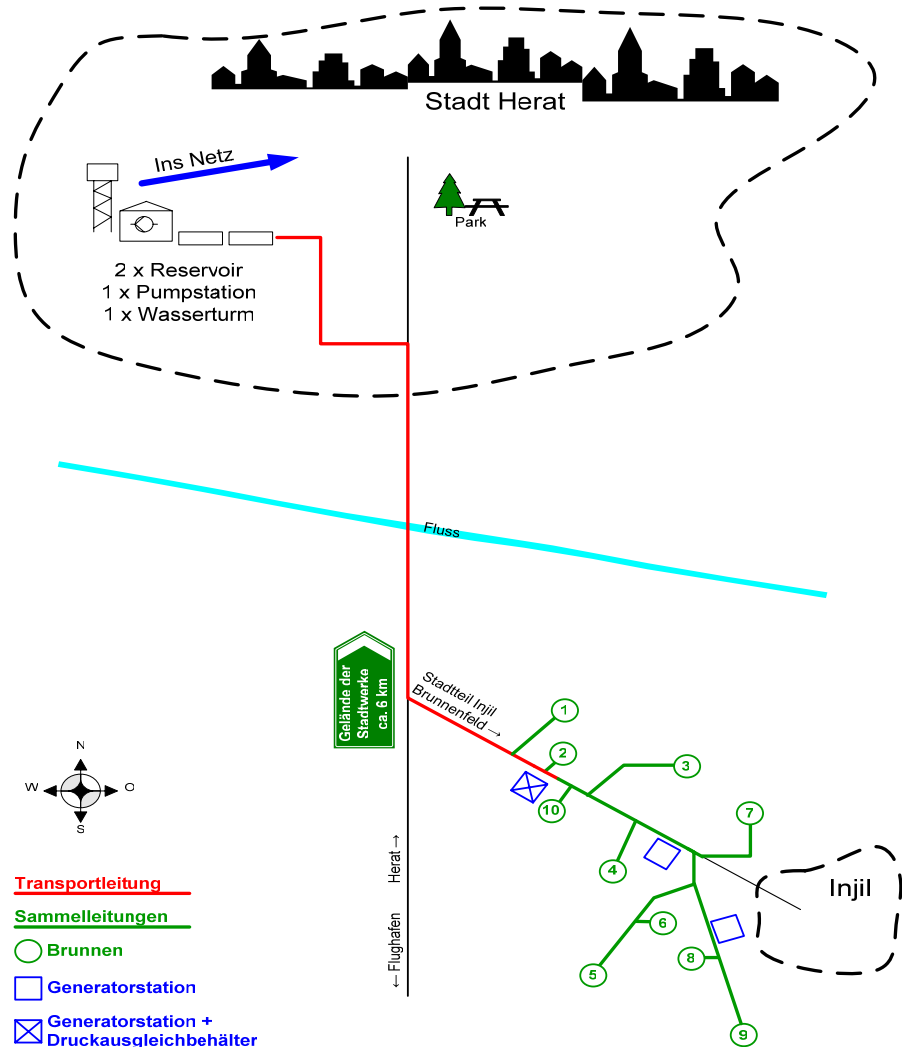
Da in Afghanistan eine aufwendige Steuerungs- und Regelungstechnik zum Betrieb der Brunnenpumpen nicht in Frage kommt, sollte nach Auslegung der Pumpen eine einfache Berechnungsmethode entwickelt werden, mit der man unkompliziert festlegen kann, welche der zehn Pumpen bei einem vorgegebenen Förderstrom von Hand eingeschaltet werden muss. Gleichzeitig musste diese Berechnung mit einem Programm erfolgen, das einfach und überall verfügbar ist.

Zur Realisierung ist deshalb das Tabellenkalkulationsprogramm Excel gewählt worden. In dieses Tabellenkalkulationsprogramm wurde das Transportleitungssystem eingegeben und entsprechend dem vorgegebenen Fließweg hydraulisch verknüpft. Darüber hinaus sind die jeweils gewählten Pumpenkennlinien als mathematische Gleichung hinterlegt. Als Variable sind die Größen Länge L und Durchmesser D der Leitungsabschnitte, Betriebsrauigkeit k , Temperatur T , Viskosität ν und Dichte ρ des Fördermediums, Luftdruck p_D , Dampfdruck p_D und die bauartbedingte Länge l_m der Pumpe vorgesehen. Diese Werte können verändert werden, so dass eine Berechnung unter verschiedenen Voraussetzungen möglich wird. Aber auch neue Pumpenkennlinie können in das System integriert werden.

Das Problem der Berechnung lag in der Anordnung der Brunnenpumpen, die alle gemeinsam in eine Transportleitung fördern, allerdings an unterschiedlichen Punkten. Damit war eine gegenseitige Beeinflussung der Pumpen gegeben, so dass die Berechnung nur über eine mehrstufige Iteration möglich war, was beim Tabellenkalkulationsprogramm Excel eine gewisse Hürde darstellt.

Über eine Eingabemaske kann nun die benötigte Wassermenge und die bevorzugte Pumpenkennlinie eingegeben werden.

Nach Iteration werden im Ergebnisfeld der Gesamtvolumenstrom und die Einzelvolumenströme, Förderhöhen, Motorleistungen, Wirkungsgrade und Halte-druckhöhen der jeweiligen Brunnenpumpen angezeigt. Durch Ausschalten einzelner Pumpen passt man nun den tatsächlichen Förderstrom an den benötigten Wert an.



Liegen alle Vorgaben nach Fertigstellung des Trinkwasserversorgungssystems fest, oder verändern sich nachträglich die Randbedingungen, kann man mit Hilfe dieses Programms eine für den Betrieb notwendige Pumpenschaltliste erstellen. Aus ihr geht hervor, welche Pumpen eingeschaltet sein müssen, damit ein bestimmter Volumenstrom zur Stadt Herat gefördert wird. Diese Informationen werden dann vom Betriebsingenieur an die jeweiligen Pumpstationen mittels Mobiltelefon durchgegeben.

Schalttabelle der Brunnenpumpen

| Q [l/s] | Q [%] | P _{elektr} [kW] | S-181 D/5 | | | | | | | | | | |
|------------|----------|-----------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 343 | 71,5 | 325,57 | x | x | x | x | | | | x | | | x |
| 118 | 24,6 | 110,28 | | | | x | | | | x | | | |



47

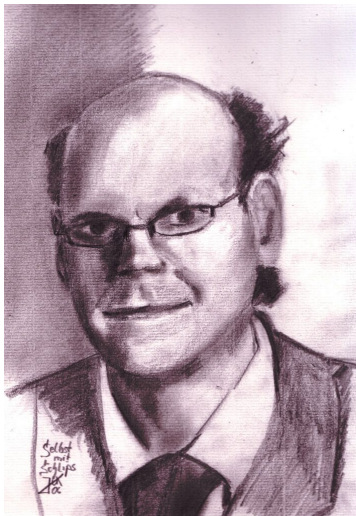
Erstellung eines Leitfadens zur Dimensionierung von Filteranlagen zur Partikelentfernung in der Wasseraufbereitung

Dipl.-Ing. (FH) Jörg-Uwe Krombach M.Sc.

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

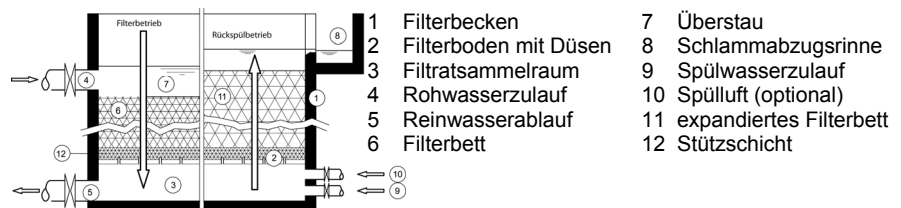
Datum des Kolloquiums: 20. März 2006

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



Bei der Aufbereitung von Rohwasser, entweder zum menschlichen Genuss als Trinkwasser oder aber zu technischen Zwecken, ist die Entfernung unerwünschter Partikel von zentraler Bedeutung. Ziel der Arbeit war es, für die die Dimensionierung der zur Partikelentfernung besonders häufig benutzten spülbaren offenen oder geschlossenen Schnellfilter einen praxisorientierten Leitfaden zu erstellen, da es so etwas in kompakter Form noch nicht gibt. Auf Fragen des Anlagenbetriebs und der Anlagenoptimierung wurde im Rahmen der allgemein gehaltenen Arbeit nicht eingegangen.

Als Grundlage der als Literaturrecherche angelegten Arbeit dienten technische Normen und Regelwerke, Fachzeitschriften, Lehrbücher Vorlesungsskripte sowie Promotions- und Habilitationsschriften.



Prinzipdarstellung eines offenen Schnellfilters

Da sich Filtrationsprozesse mit den existierenden Modellvorstellungen mathematisch nicht so beschreiben lassen, dass es möglich wäre, mit Hilfe allgemeiner Auslegungsdaten die Schütthöhe des Filtergutes in einem Filter zu dimensionieren, beschränkt sich die Berechenbarkeit auf die benötigte Filterfläche und auf hydraulische Größen wie die Rückspülgeschwindigkeit. Für eine Auslegung der Filterbetthöhe muss man entweder auf Erfahrungswerte zurückgreifen oder Vorversuche anstellen.

Nichtsdestotrotz sind die der Berechnung zugänglichen Größen für den planenden Ingenieur wichtig, da sie Aussagen über den erforderlichen Platzbedarf, sowie die gesamte Peripherie des Filters wie Pumpen, Rohrleitungen oder Speicherbehälter ermöglichen.

Grundlage hierzu waren die einschlägigen, in der Literatur beschriebenen Formeln und Berechnungsgrößen.

Ergänzt werden die Berechnungsformulare durch in der Literatur und DIN Normen genannte Konstruktionshöhen und Erfahrungswerte, so dass eine Projektierung „in der richtigen Größenordnung“, auch ohne Vorversuche, für erste überschlägliche Überlegungen möglich ist.

Die Dimensionierung erfolgt auf zweierlei Art und Weise:

- Berechnung mit „Taschenrechner und Bleistift“ auf einem Vordruck
- Berechnung in Formblättern einer Tabellenkalkulation (hier: MS-Excel)

Die folgenden Abbildungen zeigen Ausschnitte aus beiden Formularsystemen:

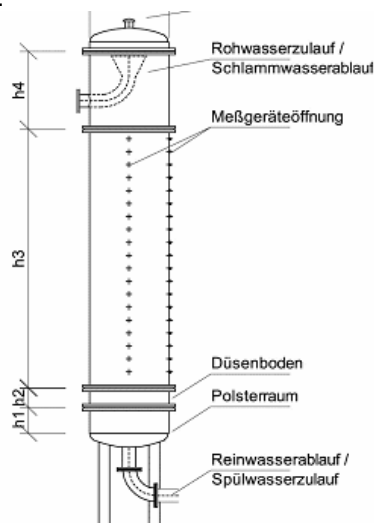
| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------|-------------------|------------------------|---|---|-----|---------------|-----------|---------|----------------|
| <p>Berechnung Gesamtfilterfläche A_{ges}</p> $A_{ges} = \frac{\dot{Q}_{ges}}{c_{Fzul}} \quad m^2 = \frac{m^3}{h}$ <p>Aufteilung der Gesamtfilterfläche auf n Filtermodule</p> <p>Berechnung der Mindestanzahl Filtermodule</p> $n = \frac{A_{ges}}{60m^2}$ <p>Nebenbedingungen:</p> <p>$A_{Filtermodul} \leq 60 m^2$</p> <p style="text-align: right;">Schlammrinnenabstand: $b \leq 1,5 m$ (bei einer Rinne) empfohlen: 3m, zwei Rinnen</p> | <p>Ermittlung der Gesamtfilterfläche:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Rohwasservolumenstrom:</td> <td>\dot{Q}_{ges}</td> <td>26000</td> <td>m³/h</td> </tr> <tr> <td>Filtergeschwindigkeit:</td> <td>c</td> <td>8</td> <td>m/h</td> </tr> <tr> <td>Filterfläche:</td> <td>A_{ges}</td> <td>3500,00</td> <td>m²</td> </tr> </table> <p>Ermittlung der Anzahl Filtermodule:</p> | Rohwasservolumenstrom: | \dot{Q}_{ges} | 26000 | m ³ /h | Filtergeschwindigkeit: | c | 8 | m/h | Filterfläche: | A_{ges} | 3500,00 | m ² |
| Rohwasservolumenstrom: | \dot{Q}_{ges} | 26000 | m ³ /h | | | | | | | | | | |
| Filtergeschwindigkeit: | c | 8 | m/h | | | | | | | | | | |
| Filterfläche: | A_{ges} | 3500,00 | m ² | | | | | | | | | | |

Ausschnitt aus einem Berechnungsformular für manuelle Dimensionierung (links) und Tabellenkalkulation (rechts)

Die Benutzung von standardisierten Formularen für die Bewältigung von Planungs und Entwurfsaufgaben hat folgende Vorteile:

- Das Zustandekommen einer dokumentierten Lösung ist nachvollziehbar, Alternativen sind auf dieser Basis gezielt zu entwickeln.
- Der Entwurfsprozess bleibt konserviert, Ergebnisse und zugrundeliegende Annahmen stehen somit personenunabhängig für weitere Projekte zur Verfügung.
- In komplexer werdenden Arbeitsstrukturen müssen, nicht zuletzt aus Haftungsgründen, Entscheidungen und ihr Zustandekommen dokumentiert werden.

Da es sich im Laufe der Literaturrecherche herausstellte, dass für viele Projektierungsaufgaben Vorversuche sinnvoll sind, wurden zusätzlich grundsätzliche Anforderungen an eine Versuchsanlage in Form einer Checkliste definiert.



Ansicht und Grundriss einer Versuchsfiltersanlage

Mit dieser Checkliste sollte es möglich sein, eine Anlage im Technikumsmaßstab gemäß der eigenen Fragestellungen zu konzipieren.



48

Kalkulation der Planungskosten eines Ingenieurbüros im Vergleich zur Vergütung nach HOAI

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Storm M.Sc.

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Franz-Peter Schmickler |
| Beisitzer: | Dipl.-Ing (FH) Tobias Ausländer M.Sc |
| Datum des Kolloquiums: | 27. März 2006 |
| Studiengang: | Technisches Management (Master) |
| Laborbereich: | Haus- und Energietechnik |
| In Kooperation mit: | Ingenieurbüro Heidrich GmbH, Münster |



Aus der Situation heraus, dass in einem Planungsbüro schon vor Abgabe eines Angebotes der finanzielle Aufwand einer zu erbringenden Planungsleistung bekannt sein sollte, ist die Idee der Planungskostenermittlung entstanden. Dazu musste eine Kalkulationsmethode geschaffen werden, die es erlaubt mit geringst möglichem Aufwand ein hinreichend präzises Ergebnis zu erzielen.

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung wurde eine Methode entwickelt, in der Systemkomponenten und Kennzahlen vorgestellt werden, anhand derer sich schnell und problemlos der zu erbringende Leistungsaufwand auswerten lässt.

Diese Ausarbeitung beschreibt nach einer allgemeinen Einführung zunächst die am Markt üblichen Methoden. Neben der eigentlichen Honorarberechnung ist zuerst die prinzipiell notwendige Berechnung der anrechenbaren Kosten erläutert. Anschließend erfolgt die Kontrolle des Honorars auf Auskömmlichkeit mittels einer Divisionskalkulation.

In einer kritischen Betrachtung werden die vorgestellten Maßnahmen auf ihre Tauglichkeit hin bewertet.

Im nächsten Schritt wird dann ein eigenständiges System mittels Kennzahlen erarbeitet und ebenfalls im Vergleich zu den üblichen Methoden kritisch betrachtet.

In den meisten derzeit am Markt gängigen Methoden werden anhand der anrechenbaren Kosten die finanziellen Aufwendungen einer gebäudetechnischen Fachplanung ermittelt. Nicht zuletzt erfolgt so die Vergütung nach der HOAI. Genau betrachtet stellt man allerdings fest, dass der tatsächliche Planungsaufwand nur mittelbar vom anschließenden Kostenaufwand der Ausführung abhängig ist. So ist es egal ob beispielsweise eine Heizlastberechnung für ein schlichtes, 100 m² großes Einfamilienhaus oder für ein großes Gebäude mit 500 m² ausgearbeitet wird. Hier ist vielmehr entscheidend, wie viele Räume jedes Gebäude hat und wie viele unterschiedliche Außen- und Innenwände sowie Abzugsflächen in einem Raum zu berücksichtigen sind.

Also, nicht die anrechenbaren Kosten sind ausschlaggebend für die Honorarkostenermittlung, sondern die Vielzahl der unterschiedlichen Planungsleistungen.



Zur Lösung dieser Fragestellung mussten also Parameter gefunden werden, anhand derer sich der Planungsaufwand berechnen lässt. Als Parameter wurden sogenannte „Systemkomponenten“ erarbeitet, also Teilbereiche aus der Gesamtanlage eines Bauwerks. Grundvoraussetzung für die Bildung der Systemkomponenten war, die größtmögliche Gleichwertigkeit der aufzubringenden Planungsleistungen dieser Systemkomponenten untereinander zu gewährleisten.

Typische Systemkomponenten für Kennzahlen sind z. B. in der Heizungstechnik:

- Heizflächen (einschl. Anlagenteile bis zur Sammelanschlussleitung)
- Heizkreise der Fußbodenheizung (einschl. Anteil des Heizkreisverteilers)
- Versorgungsstränge (einschl. Sammelanschlussleitung)
- Wärmeerzeuger mit Energieversorgung
- Kamine (wenn sie zu berechnen sind; ausgenommen sind Fertigsysteme, die mit dem Wärmeerzeuger zugelassen wurden)
- Geregelter Heizkreise (einschl. Pumpe, Mischer, Armaturen und Leitungen bis zum Versorgungsstrang)
- Ungeregelter Heizkreise (einschl. Pumpe, Armaturen und Leitungen bis zum Versorgungsstrang)
- Heizungsregelungen (einschl. Zubehör und Verdrahtung)

Als nächster Schritt wurde den Einbauten eine Kennzahl zugeordnet. Multipliziert man in einer späteren Honorarkalkulation diese Kennzahl mit der ausgezählten Stückzahl der Systemkomponenten, ergibt die Summe den notwendigen Zeitaufwand des Projektes. Das Produkt von Zeitaufwand und Stundensatz des Projektbearbeiters zeigt wiederum das mindest notwendige Planungshonorar.

Durch einen Betriebskostenvergleich wurde der durchschnittliche Honorarumsatz eines Mitarbeiters errechnet, der für diese Berechnung notwendig ist. Die Höhe des Honorarumsatzes eines Mitarbeiters zeigte sich abhängig von seinen Fähigkeiten und der Auftragslage. Die ausgewerteten Honorare kamen aufgrund der Honorartafel nach § 74 oder als Zeithonorar nach § 6 HOAI und in anderen Fällen aufgrund freier Vereinbarungen zustande.

Dieser Vergleich zur Ermittlung der Honorarkosten basiert auf den leistungsbezogenen Erfahrungswerten realisierter und abgeschlossener Projekte. Hierzu werden Altprojekte ausgewertet. Der Bezug zu Altprojekten gibt der Kalkulation ein großes Maß an Genauigkeit. In dieser Vorgehensweise wurde nur der anstehende Planungsaufwand betrachtet. Es besteht keinerlei Beziehung zu den oft unverhältnismäßigen anrechenbaren Kosten.

Die Konkurrenzsituation auf dem Markt der Ingenieurbüros verlangt kurzfristig entschlossenes Handeln, das auf solidem Wissen beruht, verbunden mit strategischem und innovativem Denken. Vor diesem Hintergrund ist die Methode der Honorarkalkulation durch Kennzahlen eine ökonomische Vorgehensweise bei der Honorarkostenermittlung. Die Handhabung ermöglicht eine große Kostensicherheit bei geringem Zeitaufwand. Diese Methode kann den entscheidenden Vorsprung zu Mitbewerbern sichern helfen und stellt somit ein großes Hilfsmittel dar.



Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

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

