

# Fachhochschule Köln erstellt neue Forschungs- und Schulungswand mit innovativem System



Dipl.-Ing. M.Eng. Stefan Tuschy,  
Technischer Referent im BHKS

Die Primärenergien Erdöl und Erdgas sind so teuer wie noch nie und werden sich in den nächsten Jahren vermutlich weiter überproportional verteuern. Diese stetig steigenden Energiepreise, die Verschärfungen der Energiegesetze und die Forderung nach „sparsamen“ Gebäuden fordern daher Energiekonzepte für die Zukunft, die da-

bei helfen, sorgsamer mit den endlichen Primärenergien umzugehen. Der Pumpenhersteller Wilo hat daher ein bislang einzigartiges System, das sogenannte „Geniax-System“, mit dem Fraunhofer Institut an der Technischen Universität Dresden entwickelt und umgesetzt, bei dem besonders umweltfreundliche, hocheffiziente Miniaturpumpen zum Einsatz kommen, die direkt an den Heizkörpern sitzen und somit die Thermostatventile ersetzen. Diese lassen sich unter anderem über Raumbediengeräte steuern, die zur Temperaturerfassung und Bedienung zentral in den zu beheizenden Räumen sitzen.

Anhand von Schulungs- und Forschungswänden wird dieses neue System Ingenieuren, Technikern und Handwerkern vermittelt. Um diese neue Technik auch in der Lehre zu integrieren wurde an der Fachhochschule Köln im Rahmen einer Masterthesis eine

Forschungswand mit dazugehörigem Schulungskonzept errichtet.

Die Masterthesis wurde von Dipl.-Ing. (FH) David Nimmesgern und dem Verfasser dieses Beitrages im Masterstudiengang „Smart Building“ erstellt und gliedert sich in zwei Themenbereiche. Zum einen ist dies die Planung der Anlagenhydraulik und zum anderen die Elektro-, Mess- und Regelungstechnik. Zu beiden Arbeiten gehörte eine gemeinsame, abschließende Erstellung der angesprochenen Schulungsunterlagen sowie der Versuchswand selbst. Der Aufbau dieser Schulungswand an der Fachhochschule Köln erfolgte unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Klaus Sommer in der Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme (F09) im Institut für Technische Gebäudeausrüstung, Lehrgebiet „Heizungstechnik“. Die Betreuung dieses Projektes oblag auf Seiten der

Wilo SE Herrn Dipl.-Ing. (FH) Andreas Rösing, Verkaufsleiter Business Unit Geniax.

## Grundlagen

Wird der Einsatz der dezentralen Pumpen geplant, so muss immer das System als Ganzes betrachtet werden, denn am Ende der Planung soll ein optimales Zusammenspiel von allen Komponenten erfolgen. Dies wird durch einen ganzheitlichen Ansatz erzielt, der sich auch in der Planung widerspiegelt. Der Planer muss neben der hydraulischen Planung zukünftig auch die Auslegung der elektrischen Komponenten und des Bussystems berücksichtigen. Dabei ist große Sorgfalt auf eine „saubere“ Berechnung zu legen.

## Vorlage für den Aufbau der eigentlichen Hydraulikwand

Um eine möglichst realitätsnahe Grundlage für die Erstellung der Schulungswand zu haben, wurde vor dem eigentlichen Aufbau der Wand ein fiktives Bürogebäude mit „Geniax“ ausgelegt, um späteren Schulungsteilnehmern aufzuzeigen, dass das System auch in der Realität problemlos einsetzbar ist. Bei dem Bürogebäude handelt es sich um ein 1-stöckiges Gebäude mit drei Büroräumen und zwei Besucherzimmern. Zudem sind ein Flur sowie ein Technikraum dargestellt, die in der Planung allerdings nur zeichnerisch berücksichtigt sind, um ein komplettes Gebäude darzustellen. Die drei Büros sind mit Heizkörpern ausgestattet, in den beiden Besucherzimmern hingegen

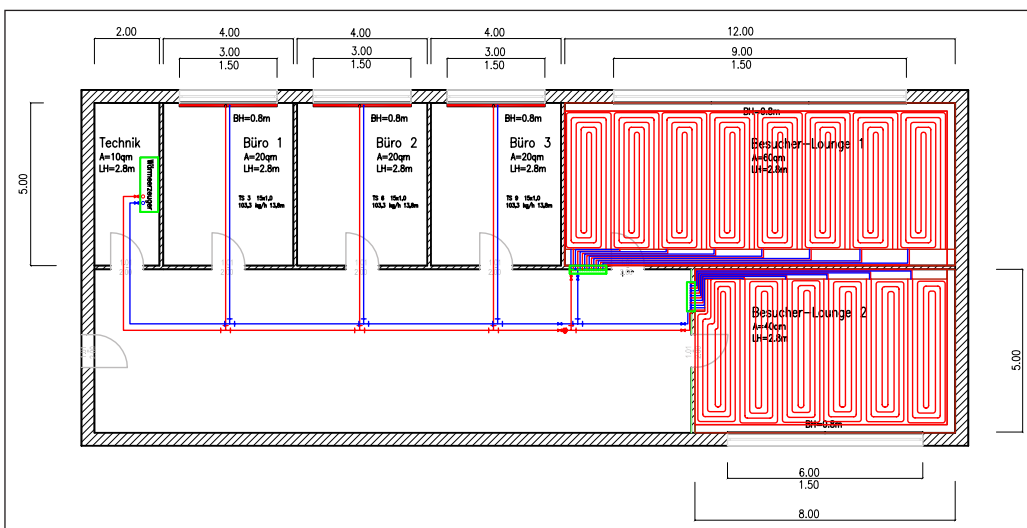


Bild 1: Grundriss des Bürogebäudes (Anlagenhydraulik).

ist ein Fußbodenheizungssystem installiert. Der Grundriss des Bürogebäudes ist jeweils auf Bild 1 und Bild 2 zu sehen. Hierbei wurde einmal die Anlagenhydraulik und einmal die Elektro-, Mess- und Regelungstechnik mit abgebildet.

Wie Bild 1 zeigt, besitzen die drei Büros jeweils einen baugleichen Heizkörper, der der Fensterlänge angepasst wurde. Besucher-Lounge 1 erhält acht Fußbodenheizungskreise. Jeder Kreis hat eine Größe von ca. 7,50 m<sup>2</sup>. Besucher-Lounge 2 bekommt sechs Kreise mit jeweils ca. 6,70 m<sup>2</sup>. In den Flächengrößen sind die Anbindeleitungen mit berücksichtigt worden. Die Verteiler der jeweiligen Fußbodenheizkreise sitzen im Flur des Gebäudes. Der Wärmerezeuger befindet sich im Technikraum.

Wie der Grundriss in Bild 2 verdeutlicht, sind zwei Topologielinien vorgesehen. Linie 1 besteht aus fünf Raumbediengeräten sowie aus drei Pumpen (Pumpenelektronik). Linie 2 besitzt insgesamt vierzehn Pumpen. Der Server sitzt in der Mitte der beiden Linien und hat zusätzlich eine direkte Verbindung zum Netzteil.

Zur Berechnung des Rohrnetzes sowie der Topologie wurden folgende Annahmen und Festlegungen getroffen:

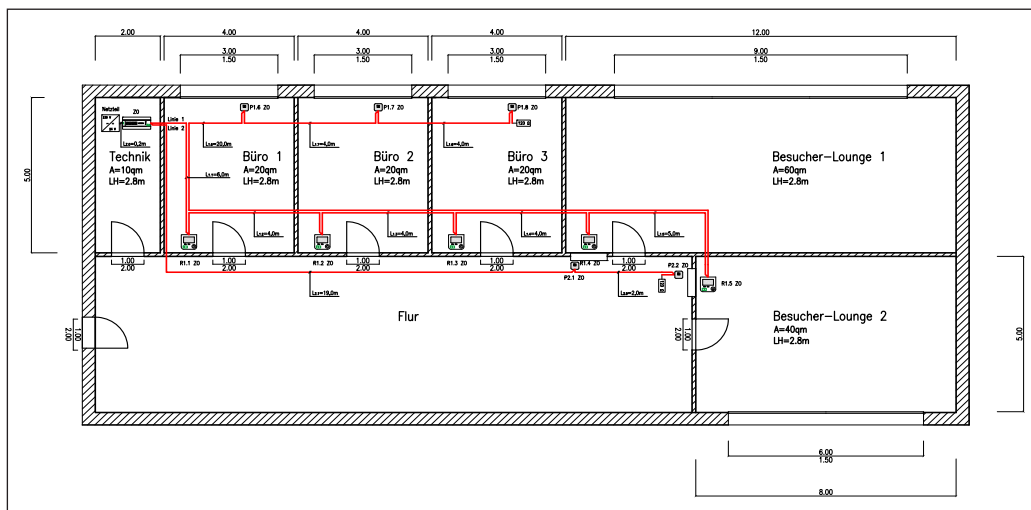


Bild 2: Grundriss des Bürogebäudes (Elektro-, Mess- und Regelungstechnik).

- die Systemtemperaturen des Heizkörperkreises betragen 55 °C/45 °C,
- die Systemtemperaturen des Fußbodenheizkreises sind 38 °C/33 °C,
- der Verlegeabstand des FBH-Rohres beträgt ca. 16,5 cm,
- Verwendung von PB-Rohr mit der Dimension 15 x 1,5 mm,
- die Raumtemperaturen betragen in allen 5 Räumen 20 °C.

In Tabelle 1 sind zudem nochmals die wichtigsten Daten der zu berechnenden Räume aufgeführt:

Mit diesen Vorgaben wurde anschließend mit einem der Fachhochschule kostenlos zur Verfügung stehenden Programm (Burkhardt/Kraus) die Druckverlustberechnung durchgeführt. Die Berechnung der Elektro-, Mess- und Regelungstechnik erfolgte von Hand.

Die Betrachtung des Rohrnetzes für das Bürogebäude ergab, dass die Versorgung der Heizkörper in den drei Büros für die dezentralen Pumpen hinsichtlich des Druckverlustes kein Problem darstellt.

In Besucher-Lounge 1, in der ein Fußbodenheizungssystem eingesetzt wurde, befinden

sich die Pumpen in ihrem obersten Leistungsbereich.

Dies ist auf die relativ hohen Druckverluste in dem Fußbodenheizungsrohr selbst zurückzuführen. Der Druckverlust entsteht durch die Rohrlänge und die verhältnismäßig kleinen Innendurchmesser der Leitungen.

Die Betriebspunkte der Fußbodenheizungskreise für Lounge 2 lagen aufgrund der kürzeren Leitungswege wiederum deutlich unter der maximalen Drehzahl der Pumpen. Aus der Topologieplanung geht hervor, dass durch die große Anzahl von Komponenten, besonders die der Pumpen in den Fußbodenheizungs-Verteilern, das leitungsmäßig größte zur Verfügung stehende Netzteil (4,2 Ampere) verwendet werden muss. Die Geräteleistung dieses Netzteils wird hierbei vollständig ausgereizt. Würden die Höchstwerte überstiegen, müsste ein zusätzlicher BUS-Koppler, der über ein separates Netzteil versorgt werden muss, zum Einsatz kommen.

**Systembeschreibung der Schulungswand**

Da die Machbarkeitsprüfungen des Bürogebäudes ergeben haben, dass das Pumpensystem dort ohne

Raum	Büro 1	Büro 2	Büro 3	B.-Lounge 1	B.-Lounge 2
Länge [m]	4,0	4,0	4,0	12,0	8,0
Breite [m]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Höhe [m]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Länge-Fenster [m]	3,0	3,0	3,0	9,0	6,0
Höhe-Fenster [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Fläche-Raum [m <sup>2</sup> ]	20,0	20,0	20,0	60,0	40,0
Spez. Heizlast [W/m <sup>2</sup> ]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Heizlast [W]	1000,0	1000,0	1000,0	3000,0	2000,0
Art der Beheizung	HK	HK	HK	FBH	FBH

Tabelle 1: Raumdaten Bürogebäude

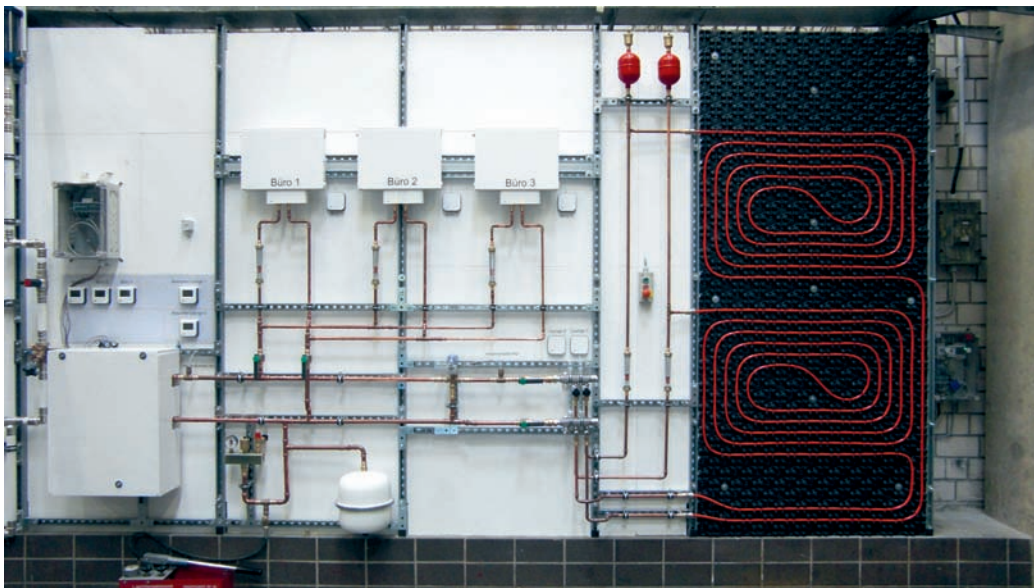


Bild 3: Darstellung der fertigen Hydraulikwand.

Probleme umsetzbar ist, wurde anschließend nach diesem Prinzip ein Teil der Planung im verkleinerten Maßstab als Schulungswand ausgeführt. Der Grundriss des Bürogebäudes wurde hierfür übernommen. Auch hier waren Festlegungen notwendig:

- die Massenströme aus den Berechnungen des Bürogebäudes werden auch hier angesetzt,
- der Verlegeabstand des FBH-Rohres beträgt 5,5 cm,
- Verwendung von PB-Rohr mit der Dimension 12 x 1,3 mm.

Die Schulungswand wurde im Heizungslabor der Fachhochschule auf einer extra zu diesem Zweck angelegten Montagewand errichtet und hat eine Größe von ca. 8,5 m<sup>2</sup>. Auf dieser Fläche sind drei Heizkörper und zwei Fußbodenheizungskreise inklusive der dazu benötigten Komponenten sowie der Verrohrung und Elektrotechnik dargestellt.

Da die Anlage kalt gefahren wird, kann bei den Heizkörpern auf eine vollständige Dimensionierung nach der Wärmeleistung verzichtet

werden. Die Größe der Heizkörper kann somit frei gewählt und der Dimension der Wand angepasst werden. Aus diesem Grund entschieden wir uns für Heizkörper des Typs „X2 Therm Plan V-M“ der Fa. Kermi, welche eine Abmessung von 63 mm x 405 mm x 305 mm haben. Der letzte Heizkörper (Büro 3) wurde mit einem 12er Kupferrohr

angeschlossen, da dieses den am weitest entfernten Heizkörper mit einem höheren Druckverlust darstellen soll. Als Fußbodenheizung kam das „Fronterra-Base-System“ der Fa. Viega zum Einsatz. Aufgrund der kurzen Rohrleitungslängen wählten wir ein 12er-Polybuten (PB)-Rohr, da auf diese Weise ein möglichst hoher Druckverlust erzeugt

wird. Um den Druckverlust des Heizkessels zu simulieren, wurde in der Kurzschlussverbindung der Anlage ein Strangreguliertventil eingebaut sowie zwei Anschlussstutzen, an denen ein externes Messgerät zur Messung des Volumenstroms angebracht werden kann. Außerdem wurden unter anderem ein 3-Wege-Mischer der Fa. Siemens, ein Fußbodenheizungsverteiler, eine Sicherheitsgruppe inklusive Ausdehnungsgefäß sowie einige Armaturen zur Abspernung der einzelnen Stränge eingesetzt.

Insgesamt enthält die Schulungswand fünf Pumpen sowie die dazugehörigen Elektronik- und Bedieneinheiten.

Da auf der Wand keine realen Temperaturen gefahren werden können, sind zur Temperatursimulation einfache 10-Gang-Potentiometer mit den Raumbediengeräten verbunden sowie an Stelle des Außenfühlers und der Temperaturfühler in den Vorläufen der beiden Heizkreise eingesetzt. Zur visuellen Darstellung des Volumenstromes sind in jeder Heizflächenzuleitung Schwe-

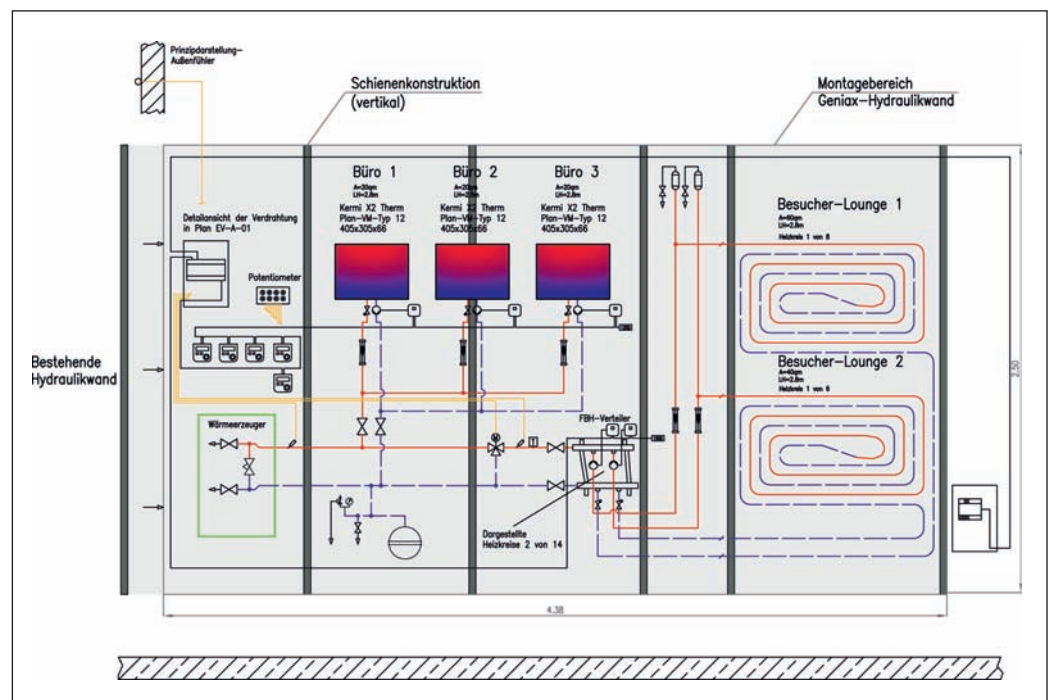


Bild 4: Schematische Darstellung der Schulungswand.



bekörper-Durchflussmesser installiert worden. Die fertige Hydraulikwand ist in den Bildern 3 und 4 dargestellt, wobei Bild 4 eine schematische Darstellung der Wand zeigt.

**Betrachtung der Berechnungsergebnisse**

Da die dezentralen Pumpen nur eine begrenzte Förderhöhe zur Verfügung stellen, war es von enormer Bedeutung, für jeden Fließweg eine detaillierte Rohrnetzrechnung durchzuführen, um die

jeweiligen Druckverluste bestimmen zu können. Die Ergebnisse der Rohrnetzrechnung für die einzelnen Fließwege sind auf nachfolgenden Abbildungen zu sehen.

Bild 5 stellt die Betriebspunkte der drei Pumpen im Heizkörperkreis dar. Diese liegen weit unterhalb der Pumpenkennlinie bei maximaler Drehzahl, die in blauer Farbe dargestellt wird. Dies geschieht, wie auch im Bürogebäude, mit einem Volumen-

strom von 100,1 l/h. Eine Versorgung der Komponenten ist somit gewährleistet.

Auch Bild 6, das die Betriebspunkte der Pumpen in den Besucher-Lounges 1 und 2 darstellt, zeigt, dass die Versorgung der beiden Fußbodenheizkreise durch die dezentralen Pumpen trotz der hohen Druckverluste zu bewerkstelligen ist.

Der grüne Punkt, der Lounge 1 wiedergibt, liegt denkbar knapp unter der Pum-

penkennlinie bei maximaler Drehzahl. Die Förderhöhe beträgt hierbei 0,81 m bei einem Volumenstrom von ca. 90,1 Litern pro Stunde. Lounge 2, dargestellt durch den orangenen Punkt, liegt mit einer Förderhöhe von 0,59 m bei einem Volumenstrom von 70,1 Litern pro Stunde im gesicherten Mittelfeld des Diagramms.

Ebenso wie auf der Seite der Anlagenhydraulik muss auch auf mess- und regelungstechnischer Seite eine sogenannte Machbarkeitsprüfung durchgeführt werden. Hierbei wird anhand detaillierter Berechnungen geprüft, ob die Spannungsversorgung sowie die Stromversorgung der elektronischen Komponenten gewährleistet sind.

Ähnlich wie schon bei unserem Bürogebäude, gehen wir auch hier von zwei Topologielinien aus, allerdings mit deutlich weniger Komponenten, da nur zwei der insgesamt vierzehn Fußbodenheizkreise an unserer Hydraulikwand dargestellt werden (je ein Kreis pro Besucher-Lounge) und somit auch weniger Geniex-Pumpen mit Spannung versorgt werden müssen, wie auf dem Topologieplan in Bild 7 zu sehen ist.

Auch hier ergaben die Berechnungen, dass ein einwandfreier Betrieb stattfinden kann. Benötigt wurde dazu ein Netzteil mit 2,5 Ampere und 24 Volt.

**Schulungskonzept**

Ein weiterer Kernpunkt dieser Arbeit war die Erstellung eines eigenen Schulungskonzeptes, welches exakt auf die Schulungswand abgestimmt wurde. In den Schulungen sollen allgemeine Punkte, wie die Inbetriebnahme und Funktion, aber auch Übungen zur Problemlösung, dargestellt werden, um die neue Thema-

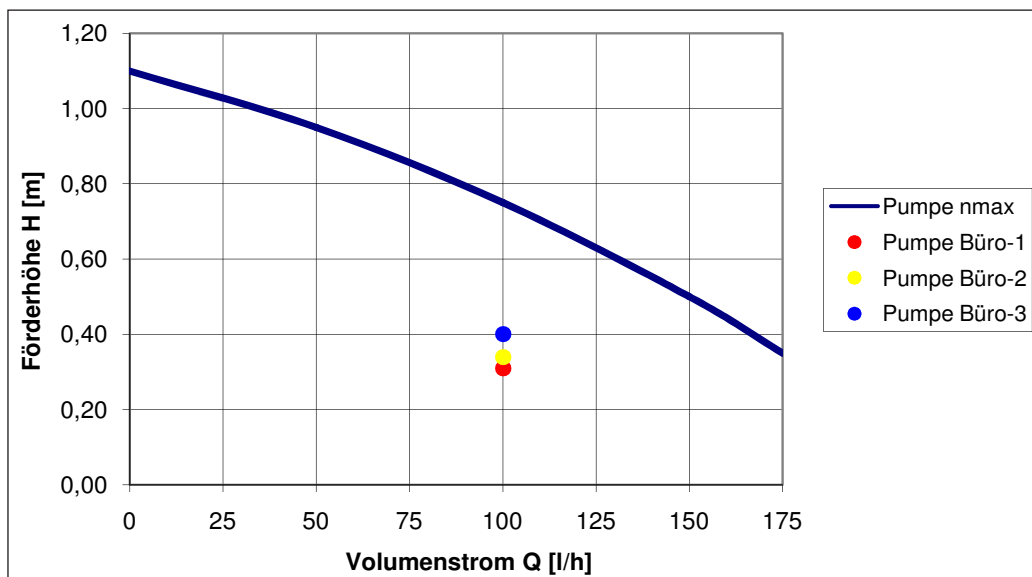


Bild 5: Förderhöhen der Fließwege Büros 1-3.

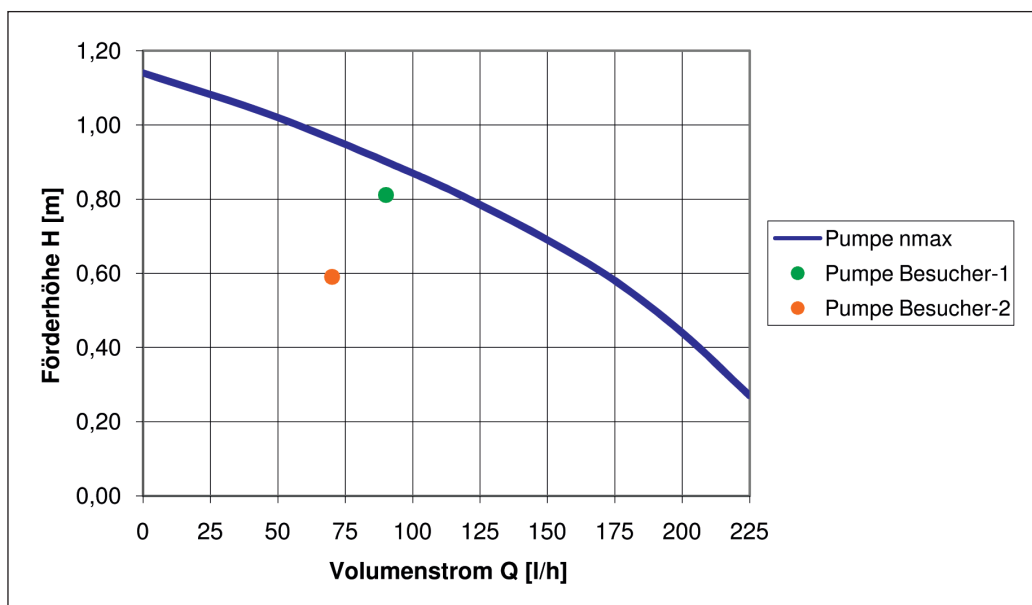


Bild 6: Förderhöhen der Fließwege Besucher-Lounge 1&2.

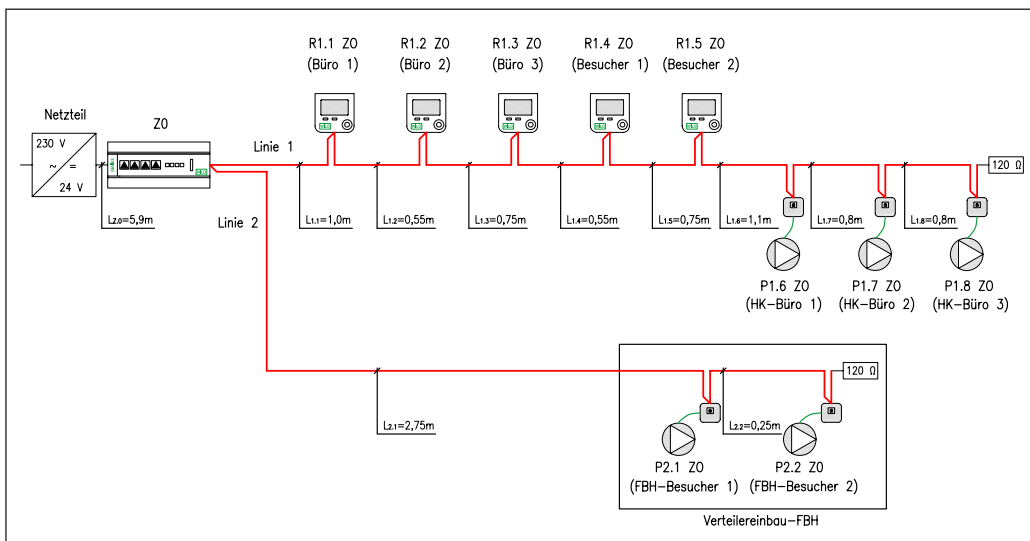


Bild 7: Topologieplan der Schulungswand.

tik so gut wie möglich zu vermitteln.

Hierbei sollten folgende Vorgaben als Grundlage dienen:

- Schulung für Studierende und Planer,
- pro Schulung max. 10 Teilnehmer,
- die Lehrgänge beinhalten Theorie & Praxis,
- Lehrgangsdauer: 1-2 Tage.

Folgende Schwerpunkte sollten vermittelt werden:

- Übersicht des Gesamtsystems,
- Theorie zur Anlagenhydraulik und zur Elektro-, Mess- und Regelungstechnik,
- Systemkonfiguration,
- Inbetriebnahme,
- Übungen an der Schulungswand (von leicht bis schwer): z. B. Fehleranalyse, Darstellung der Nachtabsenkung, Kontrolle der Vorlauftemperatur über 0-10V Schnittstelle, oder Terminierung der Komponenten.

Ziel des Lehrgangs ist es, den Schulungsteilnehmern grundlegende Lehrinhalte zu vermitteln. Der Schulungsteilnehmer soll:

- das dezentrale Pumpensystem kennenlernen und verstehen,
- die notwendigen Planungsschritte selbstständig durchführen können (Rohrnetz- und Topologieberechnungen),
- die Inbetriebnahme des dezentralen Pumpensystems durchführen können,
- auf mögliche Fehler und Szenarien schnell reagieren können.

**Fazit:**

Diese Arbeit zeigte, dass „GeniAx“ ein System mit sehr viel Potenzial ist, das zukünftig eine ganz neue Herausforderung für Planer, Ingenieure

und ausführende Unternehmen darstellt.

Um eine Grundlage für die eigentliche Planung der Wand zu schaffen, wurde zunächst ein fiktives Bürogebäude mit realen Werten ausgelegt, das dem Planer den Übergang von der Realität zur Simulation so einfach wie möglich gestalten soll und gleichzeitig zeigt, dass „GeniAx“ auch hier umsetzbar ist.

Dies haben wir in einem weiteren Schritt im verkleinerten Maßstab mit verringerten Dimensionen, Komponenten und Rohrleitungswegen berechnet und anschließend durch den Aufbau einer Schulungswand, welche dieses

Die Fachhochschule Köln ist die größte Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Deutschland. 16.000 Studierende werden von rund 400 Professorinnen und Professoren unterrichtet.

Das Angebot der elf Fakultäten umfasst rund 70 Studiengänge, jeweils etwa die Hälfte in Ingenieurwissenschaften bzw. Geistes- und Gesellschaftswissenschaften sowie seit kurzem auch aus den Angewandten Naturwissenschaften.

Die Fachhochschule Köln ist Vollmitglied in der Vereinigung Europäischer Universitäten (EUA), sie gehört dem Fachhochschulverbund UAS 7 und der Innovationsallianz der nordrhein-westfälischen Hochschulen an.

Die Hochschule ist zudem eine nach den europäischen Öko-Management-Richtlinien EMAS und ISO 14001 geprüfte und zertifizierte umweltorientierte Einrichtung.

darstellen soll, in die Wirklichkeit umgesetzt. Bei dem Aufbau und der Planung dieser Wand spielten nicht nur die gewohnten hydraulischen Berechnungen eine wichtige Rolle, sondern auch die elektrischen Komponenten.

Die Planung unserer Anlage gab zudem die Erkenntnis, dass nicht wie gewohnt die Pumpe nach dem Rohrnetz ausgelegt wird, sondern das Rohrnetz vielmehr nach der Pumpe. Dies hängt damit zusammen, dass die dezentrale Pumpe, wie schon erwähnt, eine begrenzte Förderhöhe zur Verfügung stellen kann.

Gerade bei einer Auslegung ist somit zu beachten, dass man sowohl bei der Leistung der Pumpen als auch der Leistung der Netzteile eine obere Grenze hat. So wäre z.B. eine Verwendung des 12er PB-Rohres, das an der Schulungswand nur aufgrund des verringerten Maßstabs eingesetzt wurde, bei einem realen Projekt aufgrund des hohen Druckverlustes durch das Rohr selbst gar nicht möglich. Hier empfiehlt der Hersteller die Verwendung eines 15er-PB-Rohres oder höher. Zur Auslegung stehen hier aber mittlerweile auch diverse Softwaretools zur Verfügung (z. B. LiNear, Denderit, Plancal), welche bei der computergestützten Rohrnetzberechnung und bei der CAD-Erfassung des Netzes behilflich sind.

Die im Zuge dieser Arbeit neu erstellte Forschungswand an der Fachhochschule Köln soll nun Schulungsteilnehmern die Möglichkeit bieten, diese innovative Technik zu erlernen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nimmegern, D., & Tuschy, S., Planung und Erstellung einer GeniAx Forschungs- und Schulungswand Masterthesis am Institut für Technische Gebäudeausrüstung der FH Köln; 1. Prüfer Prof. Dr.-Ing. Klaus Sommer, September 2010.

# IKZ<sup>®</sup> HAUSTECHNIK



**Keine Kompromisse beim Trinkwasser!**

---

Regelwerke, Forschung und Lehre, Planung, Praxiswissen, Fragen und Antworten, Markt, Installationstechnik, Produkte

---

Das Sonderheft zum Thema Trinkwasserhygiene 2011 sollte in keinem Installationsbetrieb fehlen. 100 Seiten stark! Sichern Sie sich Ihr persönliches Exemplar (Einzelpreis € 10,- inkl. MwSt. inkl. Versand)!

Heftbestellungen unter [www.strobel-verlag.de/shop](http://www.strobel-verlag.de/shop) oder direkt an: [leserservice@strobel-verlag.de](mailto:leserservice@strobel-verlag.de)



STROBEL VERLAG GmbH & Co KG  
Zur Feldmühle 9-11  
59821 Arnsberg  
Tel. 02931 8900 0  
Fax 02931 8900 38  
[www.strobel-verlag.de](http://www.strobel-verlag.de)

Besser informiert.