

HLH

Lüftung | Klima
Heizung | Sanitär
Gebäudetechnik

Organ des VDI für Technische Gebäudeausrüstung

Sonderteil:

**MSR-
Technik**

oventrop



Hygiene on demand:
Regumaq X-45
Frischwasserstation

www.oventrop.com

MSR-TECHNIK

Ganzheitliche
Regelungstechnik für
mehr Energieeffizienz

HEIZTECHNIK

Das Verschwendungs-
potenzial in der
Raumbeheizung

RAUMLUFTTECHNIK

Wasser/Lithiumbromid-
Absorptionskältemaschine
zur Klimatisierung

**Lassen Sie Wasserschäden
gar nicht erst entstehen.
Hygiene- und Leckageschutz
perfekt kombiniert.**



Das SCHELL SWS Leckageschutz-Ventil ist ideal für alle Gebäude mit festen Nutzungs- und/oder Ferienzeiten wie z. B. Behörden, Schulen und Versicherungen. Es verschließt die Trinkwasser-Installation via Kalenderfunktion und mithilfe des SWS Servers immer dann, wenn keine Nutzer mehr vor Ort sind. Für Stagnationsspülungen öffnet und schließt es automatisch. So werden Wasserschäden außerhalb der Gebäudenutzungszeiten minimiert und die Wassergüte wird erhalten.

Mehr Infos unter www.schell.eu.

Verantwortung für Gesundheit.

 **SCHELL**

Gebäudeautomation – Quo vadis?

Die Gebäudeautomation steht vor massiven neuen Herausforderungen und einer spannenden Phase des Auf- und Umbruchs. Im Kontext der großen Transformationsprozesse Digitalisierung und Energiewende werden sich auch die Art und Weise, wie Gebäudeautomationsysteme (GA-Systeme) geplant, ausgeführt und betrieben werden, in den nächsten Jahren signifikant verändern. In diesem Zusammenhang wird es unter anderem immer wichtiger, standardisierte Planungs- und Engineering-Methoden und Werkzeuge für einen optimierten Workflow in der Gebäudeautomation zu entwickeln und in der breiten Praxis zu etablieren, um die weiter zunehmenden Anforderungen und Komplexitätsstufen im Planungs-, Bau- und Betriebsführungsprozess beherrschen und gezielt optimieren zu können.

Die Gebäudeautomation befindet sich sozusagen in einem eigenen Transformationsprozess der Neuorientierung und evolutionären Weiterentwicklung. Das betrifft einerseits das ganzheitliche Systemverständnis einer zeitgemäßen Gebäudeautomation, das betrifft andererseits den Technologiewandel und es betrifft schließlich auch die Branche als solches, in der sich gerade die bisherigen Geschäftsmodelle massiv verändern und neue innovative Tätigkeitsfelder entstehen. Standen in der Vergangenheit die Komponenten und Produkte mit ihrer Hard- und Software, das heißt Technologien, im Vordergrund, geht es heute und insbesondere zukünftig verstärkt um integrierte Systemlösungen mit neuen Funktionalitäten und darauf aufbauenden Dienstleistungen.

Der Planer Gebäudeautomation wird zum Beispiel ausgehend von der klassischen MSR-Planung mit Schwerpunkt HLK-Anlagen zukünftig einen verstärkt ganzheitlicheren Ansatz als Systemplaner verfolgen müssen. Wie bereits heute zum

Beispiel bei Wärmepumpen und Kälteanlagen üblich, werden die Anlagen zukünftig verstärkt herstellerseitig bereits mit integrierter MSR- und Kommunikationstechnik vorgefertigt, modular und steckerfertig auf die Baustelle geliefert und vor Ort in Betrieb genommen. Für das Gewerk Gebäudeautomation gilt es die für die Systemintegration notwendigen Schnittstellen als integrierte Gesamtsystemlösung projektspezifisch zu planen

„Die Gebäudeautomation ist aktuell auf dem Sprung in eine neue Epoche ...“

und alle technischen Anlagen in ein in sich abgestimmtes Gebäudeenergiesystem zu integrieren. Hierbei werden auch verstärkt bisher außerhalb der Gebäudeautomation gesehene technische Anlagensysteme wie Sicherheits-, Schließ- und Zutrittskontrollsysteme sowie Transportsysteme (Aufzüge, Rolltreppen) neben den üblichen Heizungs-, Lüftungs-, Kälte- und Klimaanlageanlagen als Anlagensysteme in ein passendes GA-System frühzeitig mit integriert. Diese neuen, erweiterten Aufgaben können auch mit den Begriffen Systemplanung und Systemautomation gut beschrieben werden.

Die neue VDI-Richtlinienreihe VDI 3814 hat einige dieser Entwicklungen bereits berücksichtigt und die Gebäudeautomation (GA) als Gewerk und System mit seinen Funktionalitäten, Methoden und Werkzeugen zum Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung neu definiert und beschrieben. Ein GA-System besteht in seiner funktionalen Struktur aus der Anlagenautomation, der Raumautomation und dem übergeordneten

GA-Management mit einem entsprechenden GA-System-Netzwerk sowie passenden Schnittstellen zu anderen Systemen und dem Menschen.

Der Gebäudeautomation kann zukünftig eine neue zentrale Rolle als automatisiertes Monitoring-, Inspektions-, Wartungs- und Betriebsoptimierungswerkzeug und weitergehend als Werkzeug zur Qualitätssicherung des bestimmungsgemäßen und energieeffizienten Gebäudebetriebs zukommen, wenn sie diese Chancen frühzeitig ergreift. Insbesondere für innovative Unternehmen wird dies als große Chance gesehen, auf diesem neuen ganzheitlichen Systemverständnis der Gebäudeautomation neue Tätigkeitsfelder und Dienstleistungen entwickeln und anbieten zu können. Damit kann die Gebäudeautomation die eingangs erwähnten großen Transformationsprozesse Digitalisierung und Energiewende in neue zukunftsgerichtete Geschäftsmodelle und Dienstleistungen für und in die eigene Branche aktiv gestalten und selbst transformativ wirken. In der Tat: Die Gebäudeautomation ist aktuell auf dem Sprung in eine neue Epoche, die aufgrund dieses neuen Systemverständnisses und neuer Technologien auch als Gebäudeautomation 4.0 bezeichnet werden kann. Getreu dem Motto: Nur der Wandel bleibt. ■



Prof. Dr.-Ing. Martin Becker

Professur an der Hochschule Biberach, Institut für Gebäude- und Energiesysteme, Fachgebiet MSR-Technik und Gebäudeautomation. Er ist Vorsitzender des Fachausschusses Elektrotechnik/ Gebäudeautomation beim VDI-GBG und arbeitet unter anderem an den Blättern der neuen Richtlinienreihe VDI 3814 mit.
Bild: A. Thamm, Biberach



Gebäudetechnik könnte es schaffen: Warum der Gebäudesektor sein Umweltziel aus dem Klimaschutzprogramm 2030 erreichen könnte.

Bild: Pixabay



Alternative Holzenergie: Wie der Einsatz von Holzenergie zu einer erfolgreichen Wärmewende beitragen kann.

Bild: König

Standpunkt

- 03** Gebäudeautomation – Quo vadis?
Martin Becker

Aktuelles

- 06** FORSCHUNGSPROJEKT Fördermittel für KWK
- 07** UMFRAGE Gelder aus CO₂-Abgabe in Klimaschutz investieren?
- 08** KONFERENZ Austausch zu erweitertem BACnet-Standard
- 10** ANALYSE Smart Home-Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft
- 11** SYMPOSIUM Internationaler Dialog in Kitzbühler Alpen
- 13** KONFERENZ Deklaration für Klimaschutz im Baubereich
- 14** MAGNETISMUS statt Kältemittel
Bernd Genath, Düsseldorf
- 17** SYMPOSIUM Gebäudeautomation hilft Effizienz zu verbessern

Software & IT

- 18** INTERVIEW ZUM THEMA BIM: „Die Planung mit BIM bietet nur Vorteile“

MSR-Technik

- 22** REGELUNG Ganzheitliche Regelungstechnik für mehr Energieeffizienz
Thomas Kerner, Boxberg
- 26** LICHTAUTOMATION Getriebe im besten Lichte
Daniel Kocks, Minden
- 28** DIGITALISIERUNG Gute Zeiten für smartes Heizen
Markus Weingart, Landshut
- 31** SMART METERING Intelligente Erfassung von Wasser- und Wärmeverbrauch
Stefan Dzemski, Erfurt
- 34** SMART METERING Alternative Antenne
Dennis Kock, Laer, Nora Crocoll, Stutensee

Heiztechnik

- 36** WÄRMEVERSORGUNG Das Verschwendungspotenzial in der Raumbeheizung, Teil 1
Mathias Fraaß, Berlin

- 42** THERMOSYSTEME Heizen und Kühlen im Museumsbetrieb
Tim Westphal, Berlin

- 45** DUNKELSTRAHLER Keine Toleranz bei der Raumtemperatur

- 46** WÄRMEPUMPEN Konzeptfindung mit WP_{SOURCE}
Franziska Bockelmann, Markus Peter, Mathias Schlosser, Braunschweig

Raumluftechnik

- 52** LÜFTUNGSTECHNIK Von der Planung zur idealen Lüftung
Markus Ferdinand, Rheinbach

- 54** KLIMATECHNIK Wasser/Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine zur Klimatisierung
Hans-Herbert Vogel, Braunschweig

Sanitärtechnik

- 60** OBJEKTBERICHT Runde Sache für kleine Gewinner

- 62** ENTWÄSSERUNG Hallenbad mit Cabrio-Feeling

- 63** WARMWASSER Systemlösung für Stadthäuser

- 67** HOTELBÄDER Baden im Luxus



Hochwertiger Rohrstoff für die Elbflorenz: Weshalb bei einem Bauprojekt in Dresden Rohrleitungssysteme aus (Edel-)Stahl zum Einsatz kommen.

Bild: Kitzig Design Studios (Christian Laukemper)

Veranstaltungen

68 ZEBAU-FACHKONFERENZ

Energieeffizientes Planen und Betreiben

Undine Stricker-Berghoff, Travemünde

Recht & Praxis

74 VERTRAGSRECHT Nachtrag bei offensichtlich fehlerhafter Leistungsbeschreibung

Reinhard Voppel, Köln

Rubriken

12 Impressum

66 Vorschau Januar

72 Produkte



Die Frischwasserstation „Regumaq X-45“ von Oventrop verfügt über ein intuitiv bedienbares Touch-Display aus Glas mit zahlreichen Zusatzfunktionen. Durch die hydraulisch optimierte Rohrführung und einen leistungsstarken Plattenwärmeübertrager sind sehr hohe Schüttleistungen möglich. Der Wärmeübertrager mit optionaler, selbstreinigender Sealix Vollversiegelung, garantiert zusätzliche Sicherheit an Aufstellorten mit kritischen Wasserverhältnissen.

Weitere Informationen: www.orientrop.com

Pumpt.



Sole/Wasser-
Wärmepumpe
BSW NEO

Luft/Wasser-
Wärmepumpe
BLW NEO

Zuverlässig, leise und effizient.

Die neue Wärmepumpen-Serie NEO von BRÖTJE passt sich durch ihren vollmodulierenden Kompressor in ihrer Leistung dem tatsächlichen Bedarf an und ist darüber hinaus so leise wie sonst kaum eine Anlage auf dem Markt. Und so zuverlässig wie die hervorragenden Leistungszahlen ist auch unser Kundendienst mit seinem Rundum-Service.

broetje.de/pumpt

BRÖTJE
HEIZUNG



Methoden der Künstlichen Intelligenz trainieren Studierende am Karlsruher Institut für Technologie. Bild: J. Ballach / C. Wetzel, KIT

KI frühzeitig nutzen lernen

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bietet angehenden Ingenieuren im Rahmen ihres Studiums die Möglichkeit sich frühzeitig mit dem Einsatz Künstlicher Intelligenz zu beschäftigen. Im Labor für angewandte Machine Learning Algorithmen (LAMA) trainieren Studierende der Elektro- und Informationstechnik für die spätere Berufspraxis. An praktischen Herausforderungen lernen sie die Möglichkeiten und Grenzen des maschinellen Lernens kennen und entwickeln eigenständig innovative Lösungen. Zunächst werden die wesentlichen Werkzeuge vermittelt, so Simon Stock, einer der Betreuer des LAMA. In der folgenden Praxisphase haben die Studierenden dann vier Wochen Zeit, das Gelernte in eigenen Projekten umzusetzen.

www.kit.edu

Forschungsprojekt für KWK erhält Fördermittel

Umweltfreundlich Strom und Wärme produzieren – das ist die Idee der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Für die Entwicklung neuer Konzepte und den Test neuer Systeme bekommt das Forschungsprojekt KWK.NRW 4.0 nun neun Millionen Euro. Die Mittel stammen aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung des Landes NRW. Die Projektkoordination hat das Gas- und Wärme-Institut. Partner ist die Universität Duisburg-Essen mit dem Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) und den drei Lehrstühlen Energiewirtschaft, Energietechnik sowie Umweltverfahrens- und Anlagentechnik. Im ersten Teilprojekt (iFlex KWK 4.0) werden neue KWK-Versorgungskonzepte sowohl für den gewerblichen und industriellen Verbrauch als auch für städtische Quartiere entwickelt. Hierfür wird am ZBT eine vorhandene Phosphorsäure-Brennstoffzelle mit einer Absorptionskältemaschine kombiniert. Für die zweite Teilstudie (Demo Hybrid-SOFC) wird beim Gas- und Wärme-Institut ein Hybridsystem aus einer Festoxid-Brennstoffzelle mit nachgeschalteter Mikro-Gasturbine installiert. www.uni-due.de



Test von Brennstoffzellensystemen am Zentrum für Brennstoffzellentechnik. Das ZBT ist mit der Universität Duisburg-Essen Projektpartner des vom Gas- und Wärme-Institut Essen koordinierten Forschungsprojektes KWK.NRW 4.0. Bild: ZBT / Fuji N2telligence



Die VOB 2019 liegt vor und ersetzt damit das Regelwerk aus dem Jahr 2016. Bild: Beuth Verlag

Regelwerk: Neue VOB erschienen

Anfang Oktober ist im Beuth Verlag die neue Ausgabe der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) erschienen. Sie ersetzt die VOB 2016 und ist verbindlich anzuwenden. Die VOB ist das einschlägige Grundlagen- und Nachschlagewerk für die Bauvergabe in Deutschland. Wer für die öffentliche Hand baut, ist rechtlich daran gebunden. Aber auch private Bauaufträge orientieren sich häufig an der VOB, die rechtliche und technische Regeln unter einen Hut bringt. www.beuth.de

Frage: „Um den Klimawandel einzudämmen, wird darüber diskutiert, den Preis für ausgestoßenes CO₂ zu erhöhen. Die Einnahmen aus dieser CO₂-Bepreisung soll der Staat an die Bürger*innen zurückgeben. In welcher Form sollte dies Ihrer Meinung nach passieren?“ (Mehrfachnennung möglich)



Die Einnahmen aus einer CO₂-Bepreisung sollten für Investitionen in Energiesparen und erneuerbare Energien genutzt werden. Das ist die mehrheitliche Meinung der im Rahmen einer Online-Umfrage des AEE kontaktierten Personen. Bild: AEE

Gelder aus CO₂-Abgabe in Klimaschutz investieren?

Klimaschutz sei mehrheitsfähig geworden, so die Agentur für Erneuerbare Energien (AEE). Laut einer Online-Umfrage unter 1 003 Personen würde die CO₂-Abgabe in weiten Teilen der Bevölkerung längst akzeptiert. Auf die Frage nach der Verwendung der Einnahmen aus einer künftigen CO₂-Bepreisung, sprachen sich 40 Prozent dafür aus, mit den Geldern Investitionen von Privathaushalten in Energiesparen und erneuerbare Energien finanziell zu unterstützen. An der Umfrage könne abgelesen werden, dass die Menschen die Gelder für klimafreundliche Technologien wie Wärmepumpen und Pelletsheizungen nutzen würden, betont die AEE. Eine CO₂-Bepreisung könne zudem helfen, die Kosten für den Klimaschutz sozial gerecht zu verteilen. Der CO₂-Ausstoß einkommensschwacher Haushalte sei gemeinhin geringer als in höheren Einkommensklassen. Immerhin knapp ein Viertel der Befragten sprach sich dafür aus, die Einnahmen in Form von Unterstützung bei Sozialleistungen für wirtschaftlich benachteiligte Bevölkerungsgruppen zurückzugeben. www.unendlich-viel-energie.de

Status-Report zur Raumluftheuchte

Der Fachverband Gebäude-Klima (FGK) hat den Status-Report 8 „Fragen und Antworten zur Raumluftheuchte“ aktualisiert. Die Informationsschrift bietet allgemeine Informationen zur Bedeutung der Raumluftheuchte für den Menschen in Bezug auf Gesundheit und Behaglichkeit. Ebenfalls gibt sie Aufschluss, welche Befeuchtungssysteme angeboten und verbaut werden. Darüber hinaus befasst sie sich mit der Nutzung der Befeuchtungsgeräte und veranschaulicht die technischen Lösungen mit Best-Practice-Beispielen. www.fgk.de



Kostenloser Download: Der „Status-Report 8 – Fragen und Antworten zur Raumluftheuchte“ kann auf der Homepage des FGK heruntergeladen werden. Bild: FGK e. V.



BIM ist schrittweise implementier- und einsetzbar, wie der Zertifikatslehrgang „Fachingenieur BIM VDI“ zeigt. Bild: VDI Wissensforum

Zertifikatslehrgang für digitales Bauen

Auch wenn in Deutschland bereits digital geplant und gebaut wird, so bedeutet das Arbeiten mit Building Information Modeling (BIM) doch einen Paradigmenwechsel für die Baubranche. Schon heute fordern viele Ausschreibungen den Einsatz von BIM, mit steigender Tendenz und zum Teil mit weiteren Technologien wie 3D-Druck, Cloud-Technologie oder 3D-Laserscanning. Ab 2020 wird BIM bei allen neuen öffentlichen Infrastrukturprojekten in Deutschland verbindlich. Um das digitale Planen und Bauen professionell zu realisieren, braucht es gut ausgebildete Experten und praxisnahe Aus- und Weiterbildung. Der modular aufgebaute Zertifikatslehrgang „Fachingenieur BIM VDI“ unterstützt Planer mit vier Pflicht- und drei Wahlpflichtmodulen, entsprechenden Kompetenzen zu erwerben und dabei individuelle Schwerpunkte zu setzen.

www.vdi-wissensforum.de

Weiter auf Kurs

Zufrieden mit dem abgeschlossenen Geschäftsjahr zeigen sich die Verantwortlichen bei der Systemair GmbH. Das Unternehmen mit Hauptsitz im badischen Boxberg konnte seinen Wachstumskurs im Inland erfolgreich fortsetzen. Der Exportbereich blieb jedoch, vor allem geprägt durch politische Unsicherheiten, hinter den Erwartungen zurück. Insgesamt konnte man im Geschäftsjahr 2018/2019 den Umsatz um eine Millionen Euro auf 107,4 Millionen Euro steigern. Der Geschäftsbereich der Kälte- und Klimasysteme stach mit einem Wachstum von 40 Prozent heraus, was auf die klimatischen Veränderungen zurückzuführen sei. Für das neue Geschäftsjahr erwartet man ein weiteres Umsatzwachstum von etwa zehn Prozent. www.systemair.de



Über bevorstehende Erweiterungen zum BACnet-Standard informierten zwei Konferenzen Ende September in Frankfurt. Bild: BIG-EU

Austausch zu erweitertem BACnet-Standard

Rund 120 Experten der Gebäudeautomation trafen Ende September in Frankfurt zu den Konferenzen BACnet Cyber Security und BACnet City Center zusammen, um sich über die sichere Nutzung der verfügbaren IT für das intelligente Gebäude sowie die Integration der Aufzugsüberwachung in die Gebäudeleittechnik zu informieren. „Das sind zwei ganz wichtige Erweiterungen im BACnet-Standard“, erklärt Karl Heinz Belser von Johnson Controls Systems & Service, Vorstandsmitglied der BACnet Interest Group Europe (BIG-EU). Beispielsweise berichtete Bernhard Isler, Systemarchitekt bei Siemens, wie BACnet Secure Connect (BACnet/SC) eine sichere Datenübertragung auch über vorhandene IT Infrastrukturen ermöglicht. Und Markus Kluck von Drees & Sommer gab Denkanstöße für die Digitalisierung von kommerziellen Gebäuden. Sönke Morgenstern vom Generalplaner Carpus+Partner setzte den Rahmen für innovatives Gebäudedesign und die Gestaltung von Arbeitsumgebungen. Jürgen Blank von Schindler Deutschland beschrieb das enorme Potenzial der Vernetzung von Aufzügen mit der Gebäudeautomation. Die Erweiterung „Elevator Control“ ist seit kurzem ein Teil des BACnet-Standards. Im Brandfall ermöglicht das BACnet-basierte Monitoring von Aufzügen, alle Aufzüge in die Evakuierung einzubinden, die außerhalb der Brandzone liegen. www.big-eu.org

Systemintegration von HOSCH



Unsere Kompetenz

Systemintegration unterschiedlicher Fabrikate der technischen Gebäudeausrüstung in eine übergeordnete Management-Bedieneinrichtung (MBE).

Unser Highlight

rigentoS3, TÜV-zertifiziertes Komplettsystem für die Entrauchungssteuerung. Der Gradmesser für den derzeitigen Stand der Technik.

HOSCH
GEBÄUDEAUTOMATION

IDEEN FÜR INTELLIGENTE GEBÄUDE

www.hosch-ga.de

Zukunftsträger der TGA-Branche gesucht

Die Uponor GmbH hat den „Uponor Blue U Award 2020“ ausgeschrieben. Mit dem mit 3 000 Euro dotierten Nachwuchspreis honoriert das Unternehmen Young Professionals für herausragende Ausarbeitungen zu innovativen TGA-Lösungen in Forschung und Anwendung. Noch bis zum 10. Januar haben Studenten die Möglichkeit, ihre Arbeiten einzureichen. Bei der Bewertung ausschlaggebend sind Kriterien wie Innovationskraft, Praxisbedeutung oder das Berücksichtigen ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte. Die Preisverleihung findet im März im Rahmen des traditionellen Uponor Kongresses in St. Christoph am Arlberg in Tirol statt. www.uponor.de



Ganz und gar Unternehmer: Herbert Kemper engagierte sich sein Leben lang für das gleichnamige Familienunternehmen.
Bild: Gebr. Kemper

Herbert Kemper verstorben

Der Seniorchef der Gebr. Kemper GmbH + Co. KG in Olpe, Herbert Kemper, ist kurz vor seinem 88. Geburtstag am 6. September nach schwerer Krankheit verstorben. Dies teilte das Unternehmen Ende Oktober in einer Pressemitteilung mit. Herbert Kemper war im Kreis Olpe eine Institution. Aufgewachsen in Olpe, studierte er Betriebswirtschaftslehre in München und Köln sowie Gießerei- und Metallkunde an der TH Aachen. 1958 stieg er in das Familienunternehmen ein. 1971 übernahm Herbert Kemper in der vierten Generation die Geschäftsführung. Unter seiner Regie wurde unter anderem die Armaturenfertigung ausgebaut und die Entwicklung von Produkten für die Gebäudetechnik begonnen – der Grundstock für das mittlerweile europaweit vertretene Portfolio im Geschäftsbereich Gebäudetechnik. Heute beschäftigt Gebr. Kemper weltweit 900 Mitarbeiter, 800 davon arbeiten in den vier Werken am Stammsitz in Olpe. „Herbert Kemper war ein Mann, der durch sein Engagement für das Unternehmen und für die Mitarbeiter bekannt war“, erinnert sich sein Neffe, Geschäftsführer Rupprecht Kemper. „Ein Mann, der ehrenamtlich aktiv war. Ein Mann, der für seinen klugen Weitblick, für seine Bescheidenheit geliebt wurde“, so Kemper weiter. Ein Menschenfreund, der sich jedem Einzelnen mit Hingabe und Herzlichkeit gewidmet habe. Ein Freund und Förderer diverser Projekte – unter anderem unterstützte er die Bongaschule in Südafrika. Auch sein Engagement in Vereinen und Verbänden war groß. 1997 stieg der Seniorchef aus der Kemper-Geschäftsführung aus – blieb dem Unternehmen aber im Beirat erhalten. Acht Jahre war er zudem Mitglied der Vollversammlung der IHK Siegen, war viele Jahre Bundesvorsitzender des Verbands deutscher Metallgießereien, ehrenamtlich Richter am Finanzgericht in Münster sowie am Handelsgericht in Siegen. Auch in der Stadtverordnetenversammlung und im Kreistag wirkte er mit. Die Pressemitteilung schließt mit dem Satz: „Das Unternehmen Kemper nimmt in Dankbarkeit Abschied von einem großartigen und charismatischen Menschen und Unternehmer. Seine Tatkraft, unternehmerische Stärke und Menschlichkeit bleibt in Erinnerung.“

PERSONALIEN

Als erst zweite Persönlichkeit aus dem deutschsprachigen Raum ist **Prof. Klaus Vajen** von der Universität Kassel für die Amtszeit 2020/21 zum Präsidenten der International Solar Energy Society (ISES) gewählt worden. ISES ist der weltweit größte Solarverband, die Mitglieder aus mehr als 110 Ländern sind zumeist Wissenschaftler und Experten.

Anastasios Barbas ist neuer Leiter des Bereichs Produktmanagement bei der Attendorner Aquatherm GmbH. Mit seiner Ernennung wird das Führungsteam des Herstellers von Rohrleitungssystemen aus Polypropylen für den Anlagenbau und die Haustechnik komplettiert.

Führungswechsel: **Jürgen Kitz**, seit 2011 Geschäftsführer der Esylux Deutschland GmbH, hat das Unternehmen verlassen. Damit liegt die alleinige Geschäftsführung in den Händen von **Mareks Peters**, Chairman und CEO von Esylux International. Die operative Leitung des Unternehmens übernehmen zukünftig **Dirk Krüger**, Vertriebsleiter Großhandel, und **Bernd Rossow**, Vertriebsleiter Großkunden- und Projektgeschäft.

Seit 1. Oktober ist **Michael Huth** neuer Vertriebsleiter Deutschland beim Armaturenhersteller Schell aus Olpe. Er folgt auf **Michael Brand**, der das Familienunternehmen nach über 25 Jahren verlassen hat.

Der Klimaexperte Schwank hat **Sven Burghardt** zum Vice President Business Development ernannt. Der 52-jährige Diplomingenieur sammelte unter anderem Berufserfahrungen bei NRG Office Systems, Vötsch Industrietechnik und dem für RLT-Anlagen führenden Unternehmen Trox.



Eröffnung der neuen Produktionshalle von AL-KO Lufttechnik mit (v. l.) Christian Bosch (Betriebsrat), Stefan Kober (Vorsitzender des Aufsichtsrates), Peter Kaltenstadler (CEO AL-KO Kober), Dr. Christian Stehle (COO AL-KO Kober), Sigmar Schumacher (Architekt) und Hans Reichhart (Bürgermeister des Marktes Jettingen-Scheppach).

Bild: AL-KO / André Becker

Optimierung der Prozesse

AL-KO Lufttechnik hat die offizielle Eröffnung einer neuen Produktionshalle am Standort Jettingen-Scheppach gefeiert. Etwa 30 neue Mitarbeiter arbeiten hier, um das selbst gesteckte Ziel der Prozessoptimierung möglichst schnell zu erreichen. Der Neubau der 4 300 Quadratmeter großen Produktionshalle ermöglicht es, den Materialfluss innerhalb der Herstellungskette der Lüftungsgeräte zentral zu bündeln. Durch die verkürzten Arbeitswege sollen die Kommunikation und Koordination optimiert sowie die Flexibilität im Werk erhöht werden. Um künftig den Markt- und Kundenansprüchen insgesamt noch besser gerecht werden zu können, ist ein gesamt einheitlicher Optimierungsprozess der Produktion geplant. www.al-ko.de

Smart Home-Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft

Smart Home ist mittlerweile aus der Nische getreten. Von einem Massenphänomen kann aber längst noch nicht die Rede sein, berichtet die BauInfoConsult GmbH. Im Rahmen ihrer aktuellen Jahresanalyse zu Bautrends haben die Marktforscher unter anderem 150 Architekten um ihre Einschätzung zum Potenzial von Smart Home gebeten. Dabei zeigte sich, dass die befragten Architekten in jedem zehnten Projekt smarte Komponenten fest mit einplanen. Allerdings gebe es noch einige ungelöste Probleme, die einer weiteren Verbreitung von Smart Home noch im Wege stehen. Allen voran: eine noch nicht ausreichend hohe Datensicherheit der Systeme. Dies kommt nicht von ungefähr, schließlich ist der Datenschutz eines der zentralen Themen, wenn es um den Datenaustausch geht, ohne den smarte Systeme ja bekanntermaßen nicht smart wären. Insgesamt sehen in Bezug auf Smart Home 33 Prozent der Befragten weiteres Verbesserungspotenzial bei der Datensicherheit, 14 Prozent bei der Bedienbarkeit und elf Prozent bei der Preisgestaltung. www.bauinfoconsult.de



Verbesserungspotenzial von Smart Home besteht nach Einschätzung der befragten Architekten besonders beim Datenschutz, so ein Ergebnis der aktuellen Jahresanalyse. Bild: BauInfoConsult



Die neue Referenz-Broschüre „Praxisbeispiele in der Wohnungswirtschaft: Warmwasser- und Wärmelösungen – dezentral & sicher“ von AEG Haustechnik liefert nützliche Informationen rund um die dezentrale Warmwasser- und Wärmeversorgung im mehrgeschossigen Wohnungsbau.

Bild: AEG Haustechnik

Best-Practice-Fälle zusammengestellt

Mit der Referenzbrochüre „Praxisbeispiele in der Wohnungswirtschaft: Warmwasser- und Wärmelösungen – dezentral & sicher“ wendet sich AEG Haustechnik an Fachplaner, Architekten, Fachhandwerker, Baugesellschaften und Kommunen. Auf 22 Seiten werden acht Mietwohnobjekte in Bildberichten vorgestellt, bei denen elektronische Durchlauferhitzer, Klein-Durchlauferhitzer, Trinkwasserstationen, Wohnungsstationen, elektrische Badheizgeräte oder Freiflächenheizungen mit selbstlernender Regelungstechnik zum Einsatz gekommen sind.

www.aeg-haustechnik.de



Fachvorträge und direkter Dialog standen im Fokus des Güntner Symposiums 2019 in Alpbach.
Bild: Güntner

Internationaler Dialog in Kitzbühler Alpen

Insgesamt 386 Teilnehmer aus 50 Nationen trafen in Alpbach in Tirol zum Güntner Symposium 2019 zusammen, um sich über fachliche Themen auszutauschen und weltweite Kontakte zu pflegen. Eröffnet wurde die Vortragsreihe des internationalen Kälte-Fachforums von Wirtschaftshistoriker Prof. Dr. Klemens Skibicki zu den Themen Innovationskraft und digitale Geschäftsmodelle. Dabei ging der Hochschullehrer vor allem darauf ein, wie sich die Rahmenbedingungen für Kunden und Unternehmen im digitalen Zeitalter geändert haben und wie man diese für eine zukunftsfähige Firmenaufstellung nutzen kann. Die folgenden Fachvorträge behandelten unter anderem das Innovationsmanagement bei Güntner, grundlegende Technik-Aspekte zu Hygiene, die gegenwärtige Situation bei CO₂-Anwendungen, Wärmeabfuhrsysteme mit Wasser als Kühlmedium sowie Waterloop-Systeme als flexible Lösungen für Sekundärkühlung. Die Besucher erhielten zudem eine Vorschau auf kommende Neuheiten mit der Möglichkeit zu direktem Feedback. www.guentner.de

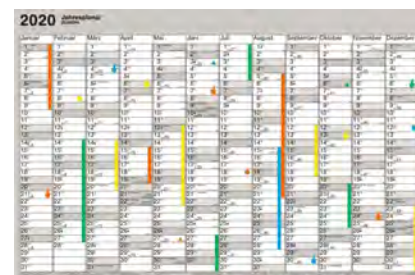
Training für Klima- und Lüftungstechnik

Unter dem Titel „Wissens-training 2019 – 2020“ hat Mitsubishi Electric ein neues Trainingsprogramm für die Klima- und Lüftungstechnik vorgestellt. Die Basis bilden Techniktrainings zu Produkten und Technologien des Rater Unternehmens, strukturiert nach Grundlagen-, Aufbau-, Experten- und Planungs-Veranstaltungen. Hinzu kommen praxisorientierte Erfolgstrainings für die tägliche Arbeit im Büro und auf der Baustelle. Abgerundet wird das Angebot durch aktuelle Trendthemen: Hier stehen vor allen Dingen die F-Gase-Verordnung und alternative Kältemittel im Mittelpunkt des Austausches. Darüber hinaus werden in zwei Veranstaltungen die Grundlagen des Vertragsrechts und die Gewährleistung nach VOB behandelt.

www.mitsubishi-les.com

Mit Plan ins Jahr 2020

Für eine zielführende Zeit- und Terminplanung im Betrieb bietet die IWA – F. Riehle GmbH & Co KG den IWA Jahresplaner Europa 2020. Auf der großformatigen Wandtafel können in der Jahresübersicht (mit waagrechtem oder senkrechtem Kalendarium) alle Termine, ob Urlaub, Abwesenheit, Besuche oder Veranstaltungen, übersichtlich dokumentiert werden. Die Markierungen haften durch Adhäsionskraft und können bei Bedarf verschoben werden. Das Zubehör besteht aus in vier Farben gelieferten Streifen, Sternen, Kreisen und anderen Symbolen. Alle Planungselemente sind beschreibbar. Für die Terminplanung mit Partnern im Ausland enthält der Jahresplaner auch die arbeitsfreien Tage in allen europäischen Ländern. Darüber hinaus hat IWA auch einen Urlaubs- und Abwesenheitsplaner für die transparente Planung von bis zu 31 Mitarbeitern im Programm. www.wandkalender.de



Ob mit senkrechtem oder waagrechtem Kalendarium – der IWA Jahresplaner 2020 hilft bei der Zeit- und Terminplanung. Bild: IWA – F. Riehle

IMPRESSUM

ISSN 1436-5103, 70. Jahrgang (2019)

Herausgeber:
Verein Deutscher Ingenieure

Redaktion:
Chefredaktion: Marc Daniel Schmelzer
Telefon: (0211) 6103-462,
Fax: (0211) 6103-148
E-Mail: dschmelzer@vdi-fachmedien.de
Redaktionsassistent: Ines Henning
Telefon: (0211) 6103-311
E-Mail: hlh@vdi-fachmedien.de

Redaktionsbeirat:
Prof. Dr.-Ing. Martin Becker,
Hochschule Biberach
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Finke,
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Dipl.-Ing. Harald Fonfara,
Ingenieurbüro Fonfara, Lalling
Dr.-Ing. Udo Gommel,
Fraunhofer IPA, Stuttgart
Dipl.-Ing. Frank Jansen,
VDI-GBG, Düsseldorf
Klaus-Peter Kapp,
KP-Solutions, Hamburg
Prof. Dipl.-Ing. Klaus Rudat,
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Organ:
Die Zeitschrift ist offizielles Organ des VDI für
Technische Gebäudeausrüstung

Verlag:
VDI Fachmedien GmbH & Co. KG,
Unternehmen für Fachinformationen
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
Postfach 101022, 40001 Düsseldorf
Telefon: (0211) 6103-0
Commerzbank, Düsseldorf
BLZ 300 800 00, Kto.-Nr. 02 121 724 00,
SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300
IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

Geschäftsführung:
Ken Fouhy, B.Eng.

Layout:
Ulrich Jöcker

Satz:
Medienpartner Mäurer GmbH,
41836 Hückelhoven

Druck: KLIEMO printing,
B-4700 Eupen, Belgien

© Copyright
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-

träge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden.

Vertrieb und Leserservice:
Leserservice VDI Fachmedien,
65341 Eltville
Telefon: (06123) 9238-202
Fax: (06123) 9238-244
E-Mail: vdi-fachmedien@vuservice.de
Vertriebsleitung: Ulrike Gläsele

Bezugspreise:
12 Ausgaben, Jahresabonnement: 199,- Euro, VDI-Mitglieder (nur für persönliche Mitglieder): 179,10 Euro, Studenten (gegen Studienbescheinigung): 74,- Euro, Preise Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten (Inland 14,50 Euro, Ausland 37,- Euro, Luftpost auf Anfrage), Einzelheft: 21,- Euro Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Der Bezugszeitraum beträgt mindestens ein Jahr. Das Abonnement verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ablauf des berechneten Bezugszeitraumes schriftlich gekündigt wird.

Leitung Media Sales:
Sarah-Madeleine Simon
Telefon: (0211) 6103-166,
E-Mail: ssimon@vdi-fachmedien.de

Anzeigen:
CrossMediaConsulting,
Wolfgang Ernd GmbH,
Luruper Chaussee 125, 22761 Hamburg
Joanna Klingbiel
E-Mail: jklingbiel@cmc-web.de
Telefon: (040) 881 449-370,
Fax: (040) 881 449-11

Es gilt Anzeigentarif Nr. 59 vom
1. Januar 2019

Weitere Informationen unter www.hlh.de

Auflage geprüft



Überblick zu Förderungen

Ob Wärmepumpe, Durchlauferhitzer oder Wohnungslüftung, sowohl der Bund als auch die Bundesländer unterstützen Bauherren und Sanierer mit einer Vielzahl von Förderprogrammen und Einzelförderungen beim Umstieg auf effiziente Technologien. Einen Überblick zu den zahlreichen Angeboten ermöglicht eine von den Initiativen Wärme+ und Elektro+ zum kostenlosen Download angebotene Broschüre. Sie wendet sich an Planer, Bauherren, Energieberater und das Fachhandwerk. Die bereitgestellten Fördermittel sollen helfen, die Neubauquote zu erhöhen und die Sanierungsrate im Gebäudebestand signifikant zu steigern. Der Austausch ineffizienter Heizungsanlagen steht dabei ebenso im Fokus wie der Ausbau erneuerbarer Energien und Speicherlösungen im Strom- und Wärmemarkt.

www.waerme-plus.de

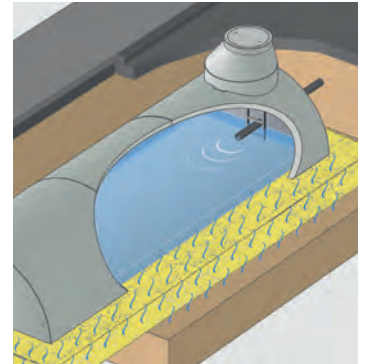


Überblick über Förderangebote beim Umstieg auf effiziente Technologien in der Haustechnik gibt eine Broschüre der Initiativen Wärme+ und Elektro+. Bild: Initiative Wärme+

Neue Ausbildungswerkstatt eröffnet

Die Trox GmbH hat im nordrhein-westfälischen Anholt eine neue, über 500 Quadratmeter große Ausbildungswerkstatt eingeweiht. Eine Produktionserweiterung im Werk machte eine Verlagerung und damit den Neubau der Nachwuchs-Werkstatt notwendig. Die praxisorientierte Ausbildung erfolgt hier in den Berufen „Fachkraft für Metalltechnik“, „Konstruktionsmechaniker im Bereich Feinblechbautechnik“, „Mechatroniker“ und „Industrieelektriker der Fachrichtung Betriebstechnik“. „Die Ausbildung unserer Jugend ist eine unserer vorrangigen Aufgaben“, erklärte Udo Jung, Geschäftsführer von Trox, anlässlich der Eröffnung. Dabei gehe es nicht nur um den Fortbestand und die Weiterentwicklung des Mitarbeiterstammes. Jung: „Jugend ist auch immens wichtig für die Kultur unseres Unternehmens.“ www.trox.de

Mall-Neuheit 2020



CaviLine – der Sickertunnel aus Beton

- + Ideal zur Kombination mit einer Regenwasserbehandlung
- + Preiswerte Lösung für Versickerungsanlagen
- + Hohe Stabilität – befahrbar bis SLW 60
- + Schnelle Montage bei flacher Bauweise
- + Gesamte Anlage zugänglich nach DGUV Regel 103-003
- + Beton ist ökologisch, robust und langlebig



InfraTech 2020
Fachmesse für Straßen- und Tiefbau

**14. – 16. Januar / Messe Essen
Halle 3 / Stand B18**

www.mall.info



Lanciert wurde die Deklaration vom SBE19 Konferenzkomitee (v. l.): Thomas Lützkendorf (KIT), Guillaume Habert (ETH Zürich), Michael Monsberger (TU Graz), Helga Kromp-Kolb (BOKU Wien) und Alexander Passer (TU Graz). Bild: Lunghammer – TU Graz

Deklaration für Klimaschutz im Baubereich

Mitte September fand in Graz die „Sustainable Built Environment D-A-CH Conference 2019“ (SBE19) statt. In der zum Abschluss verabschiedeten „Grazer Deklaration für Klimaschutz im Baubereich“ wird eine verbindliche Einführung konkreter Ziel- und Planungswerte zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Gebäuden gefordert. So sind Gebäude für 40 Prozent des Energieverbrauchs und 35 Prozent der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Hinzu kommen die Ressourceninanspruchnahme und die Umweltbelastung durch die Herstellung der Bauprodukte. Zudem weisen Gebäude auch eine lange Nutzungsdauer sowie lange Zyklen für Instandhaltung und Modernisierung auf. Auf der Konferenz wurde diskutiert, wie beim Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden die Emissionen von Treibhausgasen reduziert, natürliche Ressourcen geschont und Risiken für die Gesundheit und die lokale Umwelt vermieden werden können. Vorgestellt wurden dabei auch neue Planungs- und Bewertungshilfsmittel, innovative Bauprodukte und neue Geschäftsmodelle. Alle Vortragenden aus Industrie und Wissenschaft waren sich einig, dass das Erreichen der UN-Nachhaltigkeitsziele Voraussetzung für die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und Basis für die weitere gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung ist. Die Grazer Deklaration fordert zum entschlossenen Handeln auf. Insbesondere erinnert sie die Politik an ihre Rolle, für den Umweltschutz verbindliche und technologieoffene Anforderungen zu formulieren, die sich bei konkreten Planungsaufgaben auch anwenden und umsetzen lassen. Zielführend sei zudem auch eine angemessene infrastrukturelle und personelle Ausstattung der Bauforschung. www.kit.edu

Kälte-Podcast klärt auf

Die Westfalen AG klärt in ihrem neuen Kälte-Podcast über die F-Gase-Verordnung auf. Harald Conrad, Technischer Berater für Kältemittel der Westfalen Gruppe, informiert hier über relevante Inhalte aus der Kälte/Klima-Branche. Kunden und Interessenten können nach der Anmeldung alle Inhalte (Videos, Prospekte oder Podcasts) ansehen, anhören oder herunterladen. Das Westfalen Team produziert sukzessive weitere Podcasts, die bisher unbeantwortete Fragen der Nutzer aufgreifen. www.westfalen.com

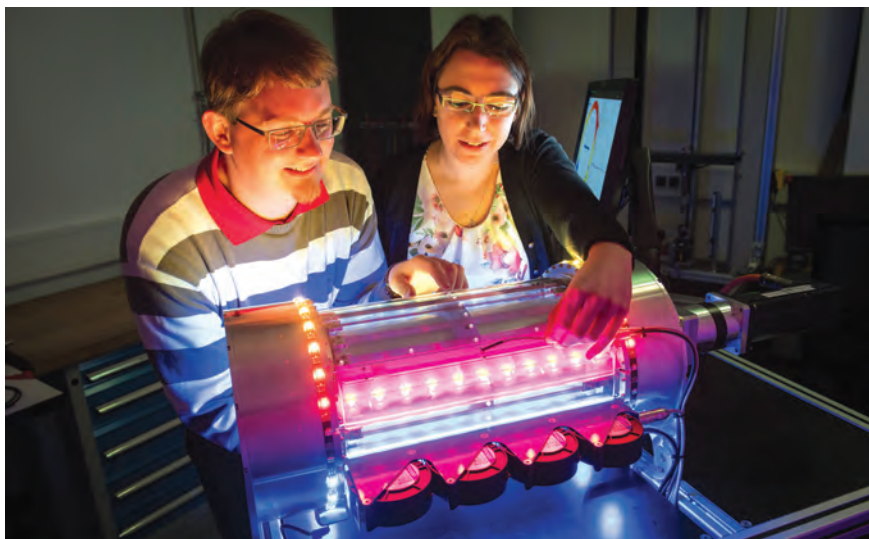
Spannende Vorträge zum Thema auf der DKV-Tagung in Ulm

Magnetismus statt Kältemittel

Die drohende Klimaveränderung mit ihren Folgen macht's möglich: Zwei schon länger bekannte physikalische Phänomene könnten die Kühl- und die Wärmepumpentechnik auf neue apparative Beine stellen, sowohl der magnetokalorische als auch der elastokalorische Effekt. Maschinen auf Basis dieser Werkstoffeigenschaften von bestimmten Metallen kommen ohne Verdichter aus. Und ohne Kältemittel. Das gibt ihnen angesichts der Umweltbelastung der konventionellen Verfahren die neue Attraktivität.

TEXT: Dipl.-Ing. Bernd Genath

Die Nachfrage ist immens. Wir erhalten Anfragen für die Gebäude-Klimatisierung, für die Automobil-Klimatisierung – die Elektromobilität ist hier das große Thema, aber nicht nur die –, von Herstellern kleiner mobiler Klimatisierungsgeräte, die man im Sommer ins Büro oder in die Wohnung stellt und die dann die Wärme nach draußen blasen, von der Heizungsindustrie. Sie alle werden wach. Wir arbeiten an Konzepten für den Massenmarkt und denken auch an eine eigene Ausgründung.“ Felix Welsch, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für intelligente Materialsysteme der Universität des Saarlands, Saarbrücken, ist Spezialist für elastokalorisches Heizen und Kühlen. Genauso wie das magnetokalorische Prinzip, zu dem schon in den 1970er Jahren Veröffentlichungen für den Einsatz in der Kühltechnik erschienen, schlummerte die Technologie in der Vergangenheit vor sich hin. Einfach deshalb, weil die Werkstofffrage zu komplex beziehungsweise der Markt zu klein war, um angesichts etablierter und bewährter Systeme, eben den elektromotorischen Verdichtern, von Seiten der Zulieferer, den Stahlschmelzern, in dieses Gebiet der Metallurgie zu



Vor dem Prototyp einer Kältemaschine nach dem elastokalorischen Effekt: Susanne Kirsch und Felix Welsch von der Uni Saarland. Bild: Universität des Saarlands

investieren. Doch die Situation hat sich geändert. Die Themen Klimaveränderung, CO₂-Anreicherung, Energieeffizienz, GWP der Kältemittel, Verzicht auf Kern- und Kohleenergie führen zu einer Besinnung auf Effekte, die sowohl wegen ihrer Effizienz als auch ihrer Zero-Emissionen die momentan marktbeherrschenden Verfahren zur Wärmebereitstellung eines nicht allzu fernen Tages ablösen könnten.

Wärmepumpe kein Wärmeerzeuger

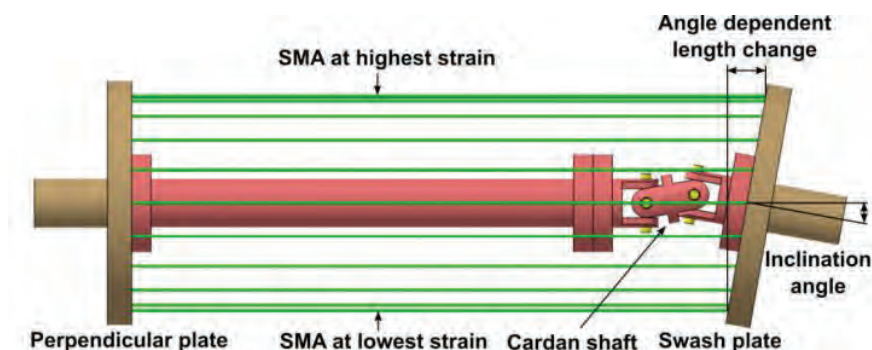
Im Prinzip handelt es sich um Wärmetransportvorgänge. Darauf basiert generell ein Teil der Erneuerbaren Energien. Auch die gewöhnliche Wärmepumpe ist ja kein Heizenergieerzeuger, der die chemisch gebundene Energie von Öl, Kohle, Gas in Wärme umwandelt. Selbst wenn sie mehr-

heitlich so bezeichnet wird. Denn sie macht auch nichts anderes, als beispielsweise Erdwärme in die Wohnzimmer zu transportieren und dabei die Temperatur ein wenig anzuheben. Für die Temperaturerhöhung von vielleicht 283 K auf 303 K und für die Wärmeaufnahme und -abgabe sind klassisch der Kompressor sowie der Phasenwechsel des flüssigen Kältemittels zuständig. Doch müssen es diese beiden Bauteile nicht unbedingt sein. Ein energieintensiver Phasenwechsel findet – vom Schmelzen und Erstarren abgesehen – auch in Feststoffen wie Metall oder Keramik statt. Nur leider nicht „natürlich“ bei Zimmertemperatur. Den Stahlkochen ist es jedoch gelungen, diesen Umkehrpunkt auf die für Heizzwecke obligatorische Ebene abzusenken. Zum Phasenwechsel selbst bedarf es dann lediglich einer Anregung, etwa dem Anlegen eines Magnetfelds (magnetokalorisch) oder einer Dehnspannung (elastokalorisch).

Die stark frequentierten Vorträge zu diesem Komplex auf der kürzlichen DKV-Tagung (21./22. November) in Ulm belegen, dass aufgrund der Erfolge in der Entwicklung entsprechend sensibler Materialien die Branche den Verfahren durchaus das Potenzial einräumt, sich in serienreife Wärme- und Kälteerzeuger umsetzen zu lassen.

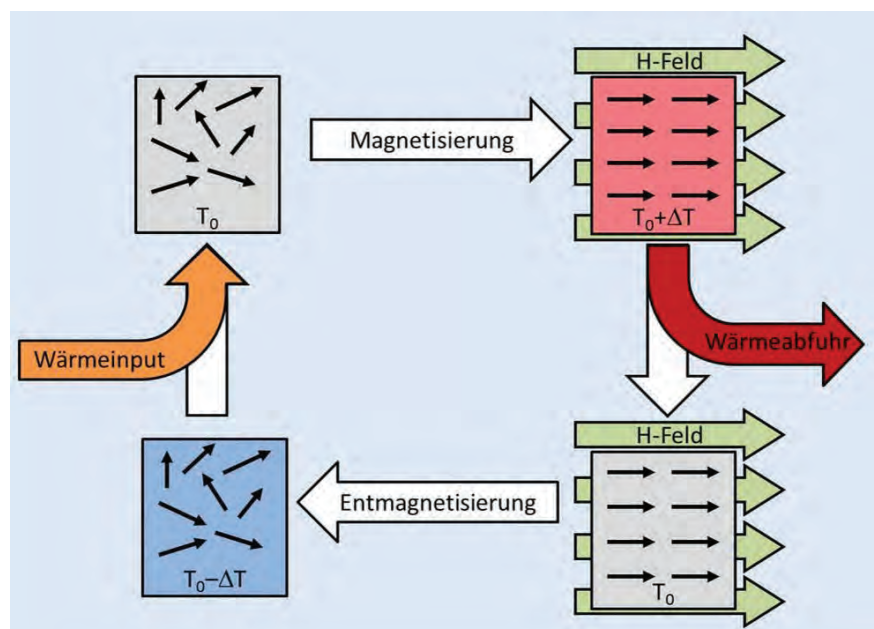
Änderung des Elektronenspins

Magnetokalorische Materialien erwärmen sich bei Anlegen eines magnetischen Felds und kühlen nach dem Abschalten wieder ab. Das Verblüffende: Sie kühlen unter die Ausgangstemperatur ab. Das hat etwas mit der Umordnung der Elektronen im Material, dem Phasenwechsel des Elektronenspins, zu tun. Das Magnetfeld aktiviert ihn. Die notwendige Umwandlungsenergie entzieht die Legierung der Umgebung (Kühlen). Das Abschalten des Magnetfelds setzt die aufgesaugte Umweltenergie wieder frei (Heizen). Die Elektrizität gleicht ausschließlich die Verluste aus, wie sie bei jedem Prozess anfallen. Das heißt, das Material würde ohne Magnetfeld-Strom nicht in dem Maße unter Starttemperatur abkühlen, wie es sich erwärmt. Ein Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts IPM, Freiburg: „Das Ausrichten der Elektronen müssen Sie sich wie beim Militär vorstellen: Einschalten können Sie mit ‚Stillgestanden‘ gleichsetzen, mit Aufstellen in Reih und Glied, Ausschalten mit



Mögliche Ausführungsvariante mit einer Rotationsscheibe unter einem bestimmten Anstellwinkel zum Spannen und Entspannen. Die Legierung (SMA) könnte Nickel titan sein.

Bild: Universität des Saarlands



Mit der energieintensiven Umordnung des Elektronenspins in magnetokalorischem Material wird latent (Umwelt-)Energie gespeichert. Bild: IPM Universität Freiburg

„Rührt euch“. Die Erhitzung muss natürlich außerhalb des Kühlstrahls geschehen, sonst würde die Butter wieder schmelzen. In der Praxis rotiert das Material ins Feld hinein und wieder heraus.

Die Schwierigkeit liegt darin, eine Legierung zu finden, die bereits bei niedrigen magnetischen Feldstärken, wie sie Permanentmagnete erzeugen, hohe Temperaturen generiert. Lanthan, Gadolinium, Nickel, Mangan, Eisen eignen sich dafür. Die Legierung muss aber hochrein sein, weil sonst der Effekt darunter leidet. Darüber hinaus darf das Material die Spinveränderung nicht ausschließlich bei einer ganz exakten Temperatur gestatten, sondern großzügig innerhalb eines Temperaturbands. Die Rede ist ja unter anderem

von einer Wärmepumpe, mithin von der Einbindung von Umweltenergie. Die strömt die unterkühlte Seite des Materials an und der Umbau der Elektronenstruktur speichert sie latent. Nun tun sich magnetokalorische Legierungen mit wechselnden Temperaturen schwer. Der Energietransport dieser Art findet nur innerhalb eines sehr schmalen Celsiusbereichs statt. Geothermie kommt deshalb als Wärmequelle eher infrage als die Außenluft mit ihrer erheblichen Temperaturspanne. Die Metallurgen forschen. Wobei neben der Qualität natürlich auch die Verfügbarkeit, sprich der Preis eine erste Rolle spielt. Der Idealwerkstoff Gadolinium etwa scheidet wegen seiner Seltenheit für die Massenherstellung aus. ►

Deutsche Wohnen hat zugegriffen

Ebenfalls hält sich die Temperaturspreizung des thermischen „Verdichters“ in Grenzen. Das IPM baut als Alternative an einer gestuften Wärmepumpe, an einer Reihenschaltung von Zellen mit Werkstoffen unterschiedlicher Reaktionstemperatur. Im Fall der Reihung bedarf es eines inneren Wärmeträgers, etwa Dampf. Der erhitzt sich von Stufe zu Stufe mehr, um 2 bis 5 °C, indem er im Verbund mit dem Magnetfeld in den einzelnen Stufen jeweils die beschriebenen Abläufe auslöst. Einige Werkstoffe sind schon als Serienprodukte auf dem Markt. Die BASF bietet seit rund fünf Jahren „Quice“ an, ein Metallcompound auf Eisen- und Mangan-Basis, der aus einem Projekt mit der niederländischen Universität Delft stammt. Andere Unternehmen und Institute experimentieren ebenfalls mit verschiedenen Metallverbindungen. Laut IPM dürfte in Serienprodukten ein halber Carnot-Wirkungsgrad machbar sein: zur Raumerwärmung ein COP zwischen sechs und acht.

Der Charme der Magnetokalorik, ohne rotierenden Verdichter und ohne umweltbelastende Kältemittel leise und bis 30 Prozent effizientere Wärmepumpen designen zu können, hat bereits die Immobilienwirtschaft hellhörig gemacht. Vor wenigen Wochen teilten Deutsche Wohnen und die Wirmag AG die Beteiligung des Vermieters an dem Start-up aus Bad Dürkheim mit. Die Wirmag bietet seit Kurzem Wärmepumpen nach dem magnetokalorischen Prinzip an. Und zwar in fünf Leistungsgrößen von 3 bis 30 kW. Den COP gibt sie mit fünf an. Die Deutsche Wohnen SE mit Sitz in Berlin besitzt als das zweitgrößte deutsche Wohnungsunternehmen, nach der Vonovia, aktuell 163 000 Wohnungen und 2 600 Gewerbeimmobilien. Zum Immobilienbestand gehören auch Pflegeeinrichtungen und Appartements für betreutes Wohnen. Sollte sich das Wirmag-Produkt bewähren, hätte man Eigenes für Bestand und Neubau.

Zwei Prozent Dehnung genügen

Der elastokalorische Effekt ähnelt dem magnetokalorischen. Er fällt ebenfalls in das Kapitel ‚Heizung und Kühlung mit Festkörpern statt mit Fluiden‘. Die Rolle des Elektronenspins übernimmt hier der



Option für die Umrüstung auf Festkörper-Wärmepumpen gesichert: Deutsche Wohnen hat sich an der Wirmag beteiligt.

Bild: Deutsche Wohnen

Wechsel der Kristallstruktur im Material, beispielsweise in Nickeltitan. Kühlt Nickel unter 360 °C ab, seiner Curie-Temperatur, verändern sich die magnetischen Eigenschaften beziehungsweise die kubisch-flächenzentrierte Austenit-Struktur geht in eine metastabile raumzentrierte Martensit-Struktur über. Den Metallurgen ist es nun in speziell konfektionierten Legierungen unter anderem durch schnelles Abkühlen (Härten) gelungen, den 360 °C-Punkt in den Niedertemperatur-Bereich zu transformieren. So lassen sich heute durch Dehnungsspannung und -entspannung im Wechsel martensitische und austenitische Gefüge bei Raumtemperatur anregen. Wie gesagt, die angelegte Spannung initiiert den Wechsel nur, die eigentliche Energie zur Gefügeveränderung liefert die Enthalpie der Umwelt. Die Energieaufnahme und -abgabe beim jeweiligen Phasenwechsel geht je nach Material und Spannung über das Zwanzig- bis Dreißigfache der verbrauchten Dehnungsenergie hinaus. Von der Seite her übertrifft der elastokalorische offensichtlich den magnetokalorischen Effekt.

Ein weiterer Vorteil: In einem Niedrigstenergiehaus mit einem mechanischen Lüftungssystem könnten elastokalorische Drähte das Herz einer Sole/Luft-, aber auch einer Luft/Luft-Wärmepumpe sein, über die die Zuluft fließt, bevor sie in die Wohnung verteilt wird. Außenluft als Umweltenergie-lieferant darf es hier sein, da der Heiz- und Kühleffekt selbst bei einer relativ breitbandigen Quelltemperatur erhalten bleibt.

Drei von vier Kriterien erfüllt

Der apparative Aufbau von Wärmepumpen nach diesen beiden Prinzipien übersteigt freilich im Moment noch die Wettbe-

werbsfähigkeit zur konventionellen Wärmepumpen- und Kühlttechnik. Industrie und Wissenschaft arbeiten an den Verbesserungen. Die bekannten und großen Wärmepumpenbauer beobachten aufmerksam, wenn sie nicht selbst schon im Labor damit experimentieren. „Wärmepumpen müssen zukünftig vier Kriterien erfüllen: erstens hocheffizient, auch der Förderung wegen, zweitens umweltfreundlich hinsichtlich CO₂ und Ozon, drittens preiswert und viertens plug-and-play-fähig“, bemerkte ein Industrievertreter zu dem Thema, „es sieht doch so aus, dass sich das Produkt eigentlich immer noch in der Nische befindet, dass vielleicht auf acht Kessel eine Wärmepumpe kommt, weil Heizungsbauer auch wegen des Kältekreis diese Technologie solange wie es geht ignorieren. Der Kältekreis entfällt schon mal bei den beiden kalorischen Prinzipien. Über die Hocheffizienz müssen wir nicht reden, die ist unschlagbar. Die Umweltfreundlichkeit ebenfalls, denn selbst das neue Kältemittel R 32 mit seinem GWP um 700, das nach der F-Gase-Verordnung ab 2025 im Prinzip nur noch erlaubt ist – beziehungsweise Kältemittel mit diesem GWP – kann nur eine Brückenfunktion haben.“

Nämlich deshalb: „Die heute eingesetzten Chemikalien bewegen sich bei einem GWP zwischen 1 500 und 2 000. So, wir wollen ja die Wärmepumpe aus der Nische holen, die Stückzahlen in den nächsten zehn Jahren von 80 000 auf 350 000 steigern. Nun verlangt die F-Gase-Verordnung die Einführung einer schrittweisen Beschränkung, eines ‚Phase down‘ der am Markt verkauften Mengen an teilfluorierten Kohlenwasserstoffen. Konkret von 100 Prozent im Jahr 2015 auf 21 Prozent im Jahr 2030. R 32 gehört zu den favorisierten HFKW. Doch wenn wir den Wärmepumpenabsatz vervierfachen und das GWP gerade Mal etwas mehr als halbieren, erhöhen wir sogar noch den Ausstoß. R 32 kann es also nicht sein. Wir brauchen etwas anderes.“ Hocheffizient, plug-and-play-fähig, GWP von 0 – darin liegt die Chance der kalorischen Phänomene, wenn sie sich preiswert und praxistauglich umsetzen lassen. ■



**Dipl.-Ing.
Bernd Genath**

ist Fachjournalist mit Büro in Düsseldorf.

Bild: Autor

Gebäudeautomation hilft Effizienz zu verbessern

Um die Verbesserung der Betriebsführung von großen Gebäuden und Liegenschaften ging es Anfang Oktober bei dem Fachsymposium „Gebäudeperformance“ an der Bergischen Universität Wuppertal. Viel zu oft stehe allein die Funktion der Immobilie und nicht die Qualität im Fokus, so die Veranstalter. Der Energieverbrauch und die damit verbundenen Klimagasemissionen sind häufig höher, als sie bei einer optimierten Betriebsführung sein könnten. Bei dem Symposium wurden Ursachen vorgestellt und Methoden diskutiert, um diese Defizite zu überwinden. „Am Beginn steht die Definition von gebäudebezogenen, prüfbaren Qualitätszielen im Rahmen der Projektentwicklung und -planung“, so Prof. Dr. Karsten Voss,

Leiter des Lehrstuhls für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung. Erstrebenswert ist eine Plattform, auf der alle Informationen für ein Gebäude konsequent verwaltet werden und somit allen Beteiligten über den gesamten Nutzungszyklus einer Immobilie zur Verfügung stehen. Ein Thema war denn auch Building Information Modeling. Zudem kommt der Gebäudeautomation angesichts des steigenden Anteils von Strom aus erneuerbarer Energie die Aufgabe zu, Gebäude flexibler als heute üblich an das Stromnetz anzubinden: „Ein netzdienlicher Betrieb trägt dazu bei, den Ausbau von Netzkapazitäten zu reduzieren und Strom im Gebäude vor allem dann zu nutzen, wenn er CO₂-neutral zur Verfügung steht“, erklärte Prof. Dr. Markus Zdrallek, Leiter des Lehrstuhls für Elektrische Energieversorgungstechnik.



Rund 140 Teilnehmer kamen zum Fachsymposium „Gebäudeperformance“ an der Bergischen Universität Wuppertal. Bild: Friederike von Heyden

www.gebaeudeperformance.uni-wuppertal.de

Anzeige

Luftbefeuchtung und Kühlung aus einem System



Mit der Hybridausführung des Orbit Wing Hochdruck-Kanalbefeuchtungssystems von Merlin Technology profitiert der Porschehof Salzburg ganzjährig von einem Top-Raumklima.

Orbit Wing-Anlagen schaffen eine Verdunstungseffizienz von bis zu 98% und eine elektrische Energieeinsparung von bis zu 99% im Vergleich zu Elektrodamperzeugern. Im Porschehof Salzburg kommen Luftbefeuchtung und Kühlung aus einem System. „Im Sommer kühlen wir die Abluft mittels adiabater Befeuchtung und durch einen Rotations-Wärmetauscher indirekt

die Zuluft. Im Winter sorgt die Luftbefeuchtung für ein gesundes Raumklima“, erklärt Franz Schrems, technischer Leiter bei Merlin Technology.

Vom System begeistert

Am Porschehof Salzburg werden alle Büros im Erweiterungsbau mit Frischluft versorgt und befeuchtet. Klagen der Mitarbeiter über zu trockene Luft sind Geschichte. „Ich bin vom System begeistert. Die Technik ermöglicht eine getrennte Aufstellung von Befeuchtungseinheit und Lüftungsgerät. Besonders gut gefällt mir die Umschaltung von Winter- auf Sommerbetrieb“, so Horst Proding, Projektleiter Haustechnik bei Porsche Immobilien GmbH. Er rechnet mit einem deutlichen Plus an Effizienz. „Die Energiemenge in der Luftkühlung wird zum überwiegenden Teil aus der adiabaten Kühlung gedeckt und ist somit eine sehr günstige Energiequelle“, betont Proding.

Überzeugende Features

Laut dem Projektleiter sprechen auch der einfache Anlagenbau und weitere Features für das Merlin Orbit Wing-System. „Die Anlage hat umfassende Funktionen gleich mit an Bord und ermöglicht die einfache Einbettung in eine zentrale Regelung. Die vorgesehenen Funktionen in der Steuerung machen das Nachrüsten einer Anlage einfach“, so Proding.

Weitere Kundenlösungen auf www.merlin-technology.com

merlin[®]
SUPERIOR HUMIDIFICATION TECHNOLOGIES

Bei der Planung des Areal Döppersberg in Wuppertal kam die BIM-Methode zum Einsatz. Dabei hat die TePmA GmbH die gesamte technische Gebäudeausrüstung von der Planung bis hin zur Umsetzung der Pavillons geleistet. Bild: Rehms Building Technology, Borken



Interview mit Detlef Cordes, Geschäftsführer der TePmA GmbH

„Die Planung mit BIM bietet nur Vorteile“

Die TePmA GmbH ist ein renommiertes Planungsbüro für die technische Gebäudeausstattung mit Sitz in Borken (NRW). Bereits im Jahr 2015 hat man in dem zur Rehms-Gruppe gehörenden Unternehmen erstmals Building Information Modeling (BIM) als Planungsmethode eingesetzt. Überzeugt von den Vorteilen, weiß Geschäftsführer Detlef Cordes aber auch, dass der zielführende Einsatz von BIM ein grundsätzliches Umdenken aller am Bau Beteiligten erfordert.

HLH: Herr Cordes, für Sie als Geschäftsführer der TePmA GmbH gehört das Thema „Building Information Modeling“ sicherlich zu Ihrem Beratungsalltag. Wie offen stehen ihre Kunden dem Thema gegenüber? Und was sind aus Ihrer Erfahrung die größten Vorbehalte gegen BIM?

Detlef Cordes: Das Thema BIM wird natürlich auch bei unseren Kunden heiß diskutiert. Häufig bekommen wir dabei Anfragen, ob wir diese Planungsmethode denn auch beherrschen. Wobei BIM oftmals mit 3D-Planung verwechselt wird. Das ist grundsätzlich zwar nicht falsch, doch viel zu kurz gesprungen. Denn die 3D-Planung ist natürlich nur ein Bruchteil von dem, was BIM zu bieten hat. Building Information Modeling ist eine vollkommen neue Planungsmethode und revolutioniert dadurch die gesamten Planungsabläufe im Baugewerbe. Alle Arbeitsprozesse ändern sich: Sprich alle Beteiligten, wie Architekten, Tragwerksplaner oder Fachplaner müssen nun ihre gesamten Arbeitsabläufe neu koordinieren. BIM ist eine Methodik, ein Projekt im Hinblick auf die Kosten, die Terminierung sowie eventuelle Problemsituationen virtuell durchgeplant. Dabei werden alle Schwierigkeiten, die heutzutage noch teuer auf den Baustellen gelöst werden, bereits im Zuge des Planungsprozesses eliminiert.



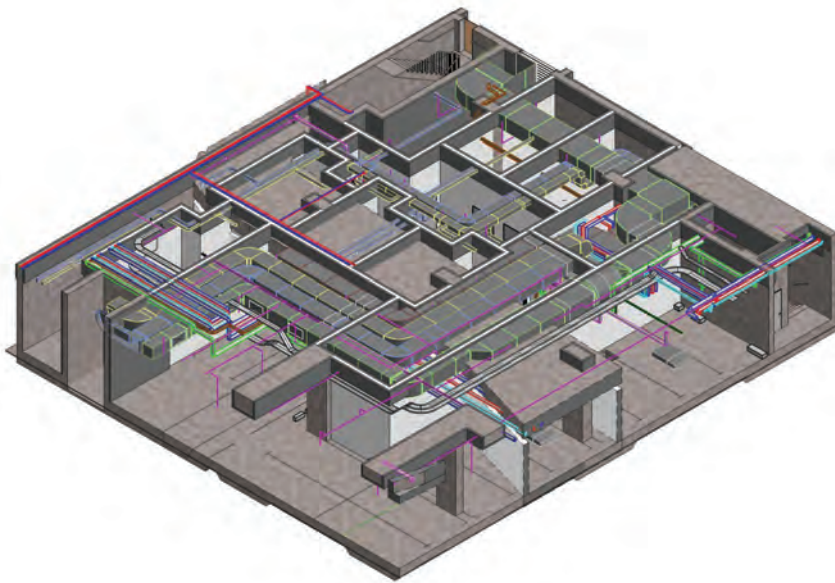
Für Detlef Cordes, Geschäftsführer der TePmA GmbH, ist die Planungsmethode BIM die Zukunft. Das Tochterunternehmen der Rehms Gruppe ist eines der wenigen Planungsbüros in Deutschland, welches schon jetzt in der Lage ist, Building Information Modeling nahezu vollständig umzusetzen. Bild: Rehms Building Technology, Borken

Der größte Vorbehalt gegenüber BIM ist vor allem, dass sich alle Beteiligten bereits im Vorfeld mittels offener und sehr umfangreicher Kommunikation austauschen müssen. In Deutschland sind wir, was diese offene Kommunikation angeht, immer etwas verhalten. Viele haben dieses Umdenken noch nicht verinnerlicht und halten mit ihren Informationen noch hinterm Berg.

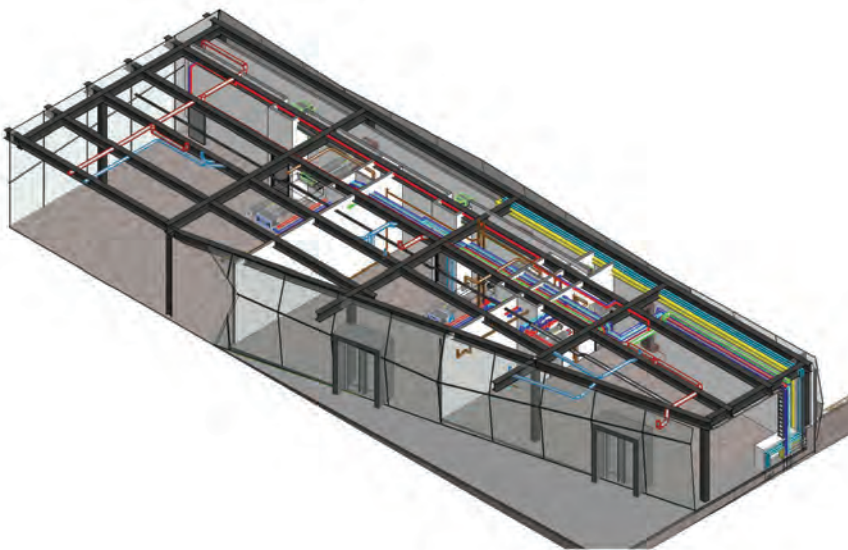
HLH: Seit wann gehört BIM bei der TePmA GmbH zum festen Beratungsportfolio. Wie viele Projekte haben Sie bereits mittels BIM umgesetzt?

Cordes: Im Jahr 2015 haben wir unser erstes Projekt – ein Rathaus im öffentlichen Bereich – nach dieser Planungsmethode begonnen, wobei sich zu diesem Zeitpunkt alle Beteiligten noch in der Übungsphase befunden haben und das Thema BIM dadurch nur zu einem geringen Teil praktiziert werden konnte. Seither haben wir circa sieben Projekte mit der neuen Planungsmethode umgesetzt. Dabei haben wir unsere Planungsprozesse mit der BIM-Methode von Projekt zu Projekt immer weiter verfeinert. Das Problem ist jedoch, dass es in Deutschland kaum Planungspartner gibt, die diese Methode vollständig leisten können. Wir bei TePmA sind zwar von unserer Infrastruktur her in der Lage BIM umzusetzen – unsere Partnerunternehmen sind jedoch häufig noch nicht so weit. Um einen Planungsprozess vollständig umzusetzen, müssen allerdings alle Planungsbeteiligten auf dem gleichen Stand sein.

HLH: Was sind aus Ihrer Sicht die entscheidenden Benefits von BIM, denen man sich bei aller Skepsis eigentlich nicht verschließen kann? ►



Alle wesentlichen Entscheidungen werden mit BIM bereits in der Planungsphase und damit noch vor Baubeginn getroffen. Die TePmA setzt schon seit 2015 auf diese Planungsmethode – so auch beim Umbau des Döppersberg in Wuppertal. Im Bild ist ein 3D-Planungsmodell des Pavillons zu sehen. Bild: Rehms Building Technology, Borken



Die 3D-Ansicht zeigt die Geschäftsbrücke am Döppersberg mitsamt der technischen Gebäudeausrüstung. Im Bild sind dabei alle TGA-Leistungen inklusive der Regenwasserabführung zu erkennen. Bei der Geschäftsbrücke handelt es sich um eine Überbauung der B 7. Die Besonderheit dabei: Schmutzwasser und Regenwasserleitungen sind in den Brückensäulen verlegt, damit das Wasser nicht auf die viel befahrene Bundesstraße gelangt. Bild: Rehms Building Technology, Borken

Cordes: Meiner Meinung nach bietet die Planung mit BIM nur Vorteile. Zum einen wird Kostensicherheit für den Kunden gewährt: Der Bauherr hat kontinuierlich die Kosten eines Projekts im Blick und erlebt keine unangenehmen Überraschungen, wie es beispielsweise bei einigen Großprojekten in Deutschland der Fall war. Zum anderen werden alle wesentlichen Entscheidungen mit BIM bereits in der Planungsphase und damit noch vor Baubeginn getroffen. Sämtliche

Kollisionspunkte können deshalb schon während des Planungsprozesses eliminiert werden und werden damit nicht auf der Baustelle zum Problem. Auch Knackpunkte werden frühzeitig erkannt, sodass die Verantwortlichen umgehend reagieren können. Ebenso lassen sich die Terminierung und die Dauer des Bauprojekts exakt festlegen.

HLH: Eine der größten Hürden bei der Umsetzung von BIM ist sicher der Vorbe-

halt, dass sich alles ändert, es also einen kompletten Wandel in den Planungsabläufen und Arbeitsprozessen gibt. Stimmt das oder können Sie diesen Vorbehalt etwas entkräften?

Cordes: Dieser Vorbehalt ist grundsätzlich richtig: Es ist ein wesentliches Umdenken im Rahmen der Planungsabläufe erforderlich. Die Planungsbeteiligten (Tragwerk, Architekt, Fachplaner) müssen kontinuierlich als Team arbeiten, was eine offene Zusammenarbeit voraussetzt. Dafür sind insbesondere flexible Denkweisen maßgeblich und Änderungen gegenüber üblicher Herangehensweisen zwingend notwendig. Durch diese neue Form der Kommunikation ist auch eine flexible und schnelle Reaktionszeit notwendig. Es ist jedoch noch nicht Standard, dass alle Projektbeteiligten über diese Kommunikationsmöglichkeiten verfügen, gerade bei kleineren Büros ist dies häufig nicht der Fall. Uns fällt es von der TGA-Seite her aus wesentlich leichter in diesen BIM-Prozess einzusteigen, weil wir bereits seit vielen Jahren in der 3D-Planung tätig sind.

HLH: Brauchen Unternehmen einen eigenen BIM-Experten, um eine erfolgreiche Implementierung von BIM gewährleisten zu können?

Cordes: Ein ganz klares ja. Nur mit einem Experten und entsprechend ausgebildeten Mitarbeitern können Schwerpunkte definiert und ein roter Faden erarbeitet werden. Wir haben beispielsweise ein eigenes BIM-Team bestehend aus speziell geschulten Mitarbeitern gebildet. Die Teamleitung fungiert dabei als sogenannter BIM-Koordinator. Daneben gibt es außerdem die Funktion des BIM-Managers, diese Position wird jeweils projektabhängig vergeben. Der BIM-Manager erstellt die gesamte Planungsstruktur eines Projekts und kommuniziert diese dann mit den jeweiligen BIM-Koordinatoren der beteiligten Disziplinen (Tragwerk, Architektur, Fachplaner). Während des Projektes stehen Manager und Koordinatoren deshalb in regelmäßigem Austausch.

HLH: Warum kommt Ihrer Meinung nach BIM in Deutschland immer noch nicht richtig voran. Warum gelingt dies in Großbritannien oder den skandinavischen Ländern erheblich besser?

Cordes: In Deutschland wird versucht, das Thema allumfassend zu beleuchten und zu regeln. BIM setzt in den Berei-

Zeit für Fortschritt.



Zentraler Verkehrsknotenpunkt in der Innenstadt: Am Döppersberg in Wuppertal befindet sich nicht nur der Hauptbahnhof, sondern auch eine Haltestelle der Schwebebahn. Die Fußgängerzone grenzt ebenfalls unmittelbar an das zentral gelegene Areal an. Bild: Rehms Building Technology, Borken

chen Vergütung (HOAI) der Planungsleistung, rechtliche Klärung der Schnittstellen beziehungsweise Urheberrechte und Normung nach DIN wesentliche Änderungen voraus. Hier bewegt sich Deutschland im Moment in vielen Teilen noch in der Grauzone und es wird häufig noch sehr bürokratisch und verschlossen agiert. In anderen Ländern ist man dagegen wesentlich experimentierfreudiger, versucht die positiven Teilaspekte herauszuziehen und regelt dann die Dinge nachgelagert. Dadurch wird keine kostbare Zeit verschenkt so wie derzeit in Deutschland.

HLH: Wie stehen Sie zu der Kritik, dass BIM und HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) nicht zusammenpassen?

Cordes: Das klassische Leistungsphasendenken gibt es so nicht mehr, stattdessen verschmelzen durch eine Planung mit BIM die einzelnen Planungsphasen miteinander: Das heißt, die hintereinander folgenden Phasen wird es in Zukunft nicht mehr geben. Ein Projekt wird mit BIM stattdessen vollumfänglich bewertet. Dabei kann es durchaus passieren, dass die Planung im Untergeschoss schon bis ins letzte Detail durchgeplant ist, während man im Obergeschoss beispielsweise sich noch in der Grobplanung befindet. Dadurch dass sich die gesamte Denkweise geändert hat, muss auch die HOAI eine vollständige Novellierung erfahren.

HLH: Wagen wir einen Blick in die Zukunft. Wo steht die BIM in Deutschland in zehn Jahren?

Cordes: BIM ist die Zukunft – davon bin ich fest überzeugt! Die Vorteile sind nicht von der Hand zu weisen und die Verschmelzung von Virtuellem und Handwerk wird sich sicherlich durchsetzen. Ich kann mir beispielsweise gut vorstellen, dass irgendwann morgens auf der Baustelle VR-Brillen verteilt werden und die Arbeiter dadurch ihre Arbeitsanweisungen erhalten, sodass Pläne in Papierform überflüssig werden. Ob wir in zehn Jahren schon so weit sind, weiß ich natürlich nicht. Dennoch ist in diesem Bereich eine rasante Entwicklung zu erkennen. ■



Integrale Planung mit der
liNear Softwareversion

V20

Ab sofort erhältlich

www.linear.eu

Gewerkeübergreifende Regelung für Heizen, Kühlen und Lüften

Ganzheitliche Regelungstechnik für mehr Energieeffizienz

Der gesetzliche Rahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden als auch die Nutzeransprüche haben sich gravierend gewandelt.

Lag beispielsweise vor Jahren der Fokus noch darauf, lediglich eine effizientere Heizung zu installieren, gilt es jetzt, die Effizienz des gesamten Gebäudes zu steigern.

Dafür ist eine übergeordnete Regelungstechnik erforderlich, die das Lüften, Heizen und Kühlen im Gebäude optimal aufeinander abstimmt.

Text: Thomas Kerner

Leider jedoch sind die genannten Bereiche der Haustechnik traditionell untergliedert. Das trifft sowohl auf das Produktangebot wie auf die fachhandwerkliche Ausführung zu. Mit der Regelungstechnik „Efficient Ventilation Control“ (EVC) hat Systemair ein System auf den Markt gebracht, das diese Grenzen der Gewerke einfach überwindet – von der Planung bis zur Installation.

Bis Ende des Jahres hat sich die Kommission der Europäischen Union zum Ziel gesetzt, ein System zu entwerfen, mit dem die „Intelligenzfähigkeit“ eines Gebäudes zu bewerten ist [1]. Ein wichtiger Aspekt wird dabei die Installation selbstregulierender Systeme sein. Sie tragen dazu bei, die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu verbessern.

Das mit einer übergeordneten Regelungstechnik in Gebäuden der Energiebedarf deutlich gesenkt werden kann, wissen Praktiker nur zu gut. Sie kennen aber auch die Hürden. Die bestehen zum einen in dem spezialisierten Fachwissen der Gewerke. Eine Heizung zu bauen und zu installieren erfordert nun mal eine andere Expertise, als eine Lüftungsanlage zu kon-



Gerade in Gebäuden mit gemischter Nutzung spart eine übergreifende Regelung für das Lüften, Heizen und Kühlen viel Energie. Aber die Realisierung scheitert oft an den Gewerke-Grenzen.

Bild: Systemair GmbH

zipieren. Kommt eine aktive Kühlung hinzu, treffen in einem Gebäude gleich drei Gewerke aufeinander – und Energieverbraucher, die sich gegenseitig beeinflussen. Oft stammen die Geräte darüber hinaus von unterschiedlichen Herstellern und werden von verschiedenen Fachhandwerkern installiert. Eine intelligente Ver-

netzung der Systeme ist dann entweder nur mit hohem Aufwand oder in vielen Fällen gar nicht machbar, weil entsprechende Schnittstellen fehlen.

Hier setzt Systemair mit der neuen Regelungstechnik „Efficient Ventilation Control“ (EVC) an. EVC vernetzt die Bereiche Lüften, Heizen und Kühlen zu ei-

nem Gesamtsystem, das eine optimale „Indoor Air Quality“ (IAQ) sicherstellt und gleichzeitig häufige Szenarien von Energieverschwendung ausschaltet (Bild 1). Dabei überspringt das System nicht nur technische Hürden. Die Grenzen der Gewerke werden vielmehr auch auf der Installationsebene aufgelöst: Die einfache „Plug-and-Play“-Installation und Parametrierung kann von einem spezialisierten Heizungsbauer, Lüftungsbauer oder Kälteanlagenbauer genauso ausgeführt werden wie von Generalisten des SHK-Fachhandwerks. Damit ist eine Regelungstechnik von einem führenden Hersteller für Klima- und Lüftungstechnik verfügbar, der die Systemintegration gleich mitliefert.

Neue Einsparpotenziale

Die Raumtemperatur ist der entscheidende Parameter, den Nutzer einstellen. Allerdings beeinflusst nicht nur die Heizung – beziehungsweise zunehmend auch eine aktive Kühlung – die Raumtemperatur, sondern genauso die Lüftung. Werden diese drei Systeme nicht koordiniert geregelt, kommt es zwangsläufig zu teilweise hohen Energieverlusten. Folgende typische Szenarien machen das deutlich:

- Ein Raumtemperaturfühler signalisiert Heizbedarf, ein CO₂-Fühler gleichzeitig erhöhten Frischluftbedarf. Liegt jedoch die Frischlufttemperatur unter dem Ist-Wert der Raumtemperatur, erhöht sich die Heizleistung unnötig. In umgekehrter Logik steigt im Kühlfall die Kühlleistung.
- Der Raumthermostat für die Heizung, platziert an der Zimmertür, signalisiert Heizbedarf, ein separater Temperaturfühler in Fensternähe aber Kühlbedarf. Beide Systeme arbeiten dann gegeneinander und verschwenden Energie.
- Ein Präsenzmelder signalisiert der Lüftungsanlage, dass ein Raum nicht benutzt wird. Die Lüftungsklappen werden auf die Stellung für den minimalen Luftwechsel zugefahren. Für das Halten der Soll-Temperatur bei Abwesenheit durch die Heizung oder Kühlung fehlt jedoch die Unterstützung der Lüftung. Der Energiebedarf steigt.
- In mehreren nicht genutzten Räumen werden die Lüftungsklappen auf Minimalluftwechsel eingestellt. Die benötigte Luftmenge reduziert sich, aber eine Rückmeldung von den Lüftungsklappen an die Lüftungsanlage fehlt. Die Venti-



Bild 1: EVC zielt auf eine optimale Indoor Air Quality (IAQ) durch bedarfsgerechten Luftaustausch ab und koordiniert die Systeme für das Heizen und Kühlen zu einem energieeffizienten Ganzen.

Bild: Systemair GmbH

latoren einiger Anlagen fördern bis zu einem definierten Kanaldruck weiter, bevor sie ihre Leistung reduzieren. Andere fördern immer einen konstanten Luftstrom. In beiden Fällen sind die an den Volumenstromreglern entstehenden Druckverluste gleichbedeutend mit Energieverlusten und führen außerdem zu Störgeräuschen.

Dies sind nur vier Beispiele, die aufzeigen, welche Einsparpotenziale durch eine übergeordnete Regelung möglich sind.

IAQ als Führungsgröße

Damit aber außer der Energieeffizienz auch der Komfort für die Raumnutzer steigt, arbeitet die Regelung EVC nicht allein mit der am Raumthermostat angeforderten Temperatur als Führungsgröße. Vielmehr bedient sie zugleich den Anspruch der Nutzer an ein Komfortklima, das gute Raumluftqualität einschließt. Denn wie zahlreiche Forschungen, aber sicherlich auch eigene Erfahrungen, belegen, ist ein behagliches Raumklima nicht allein von der Temperatur abhängig. Steigt beispielsweise die CO₂-Belastung durch eine hohe Personenzahl, sind Konzentrationsschwächen, Unwohlsein und Kopfschmerz bis Hitzeempfindungen die möglichen Folgen. Einige Studien weisen Zusammenhänge zwischen schlechter Innenraumluft durch unzureichenden Luftaustausch und Infektionsraten nach [2].

Dabei ist die CO₂-Konzentration meistens ein Indikator für weitere Schadstoffe in der Raumluft, wie beispielsweise TVOC (Total Volatile Organic Compounds), die Summe der flüchtigen organischen Ver-

bindungen. Zusätzliche gesundheitliche Beeinträchtigungen gehen von erhöhter Feinstaubkonzentration in der Raumluft aus. Für diese Belastungen hat eine Arbeitsgruppe im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) Leitwerte sowie Richtwerte für weitere 51 gesundheitsrelevante Stoffe in der Innenraumluft erarbeitet [3]. Ebenfalls maßgeblich für das Wohlbefinden ist eine relative Raumluftfeuchtigkeit im Idealbereich zwischen 40 und 60 Prozent.

Nutzer erwarten also zu Recht ein gesundes Komfortklima. Daraus folgt: Der Luftaustausch wird zu der entscheidenden Führungsgröße für eine übergreifende Regelung der Systeme Lüften, Heizen, Kühlen.

Dieses System denkt und fühlt mit

Um möglichst energieeffizient eine hohe IAQ herzustellen, wertet EVC nicht nur die Temperaturvorgaben der Nutzer am Raumthermostaten aus. Sensoren für CO₂, VOC und Luftfeuchtigkeit liefern zusätzliche wichtige Werte für einen bedarfsgerechten Luftaustausch. Das System kann dabei bis zu vier Lüftungsgeräte regeln. In die Logik integrierte Aktoren für wassergeführte Heiz- und Kühlkreisverteiler schalten diese Systeme so, dass gegenläufige Betriebsmodi ausgeschlossen werden. Mit einem 0–10 V-Signal oder alternativ 2-Punkt-Signalen lassen sich diese Aktoren ansteuern, oder die Signale werden auf eine Gebäudeleittechnik (GLT) aufgeschaltet und von dort weiterverarbeitet. ►

Zudem unterstützt die Regelung das passive Heizen beziehungsweise Kühlen: Im Heizfall – die Ist-Raumtemperatur liegt unter dem am Raumthermostaten eingestellten Sollwert – wird die Luftmenge automatisch erhöht, wenn die Zulufttemperatur über der geforderten Raumtemperatur liegt. Im umgekehrten Fall wird das Kühlen durch eine erhöhte Luftmenge passiv unterstützt, wenn die Zulufttemperatur unter dem eingestellten Temperatur-Sollwert liegt. Die Luftmenge wird so lange erhöht, bis der Sollwert erreicht ist. Allein das führt je nach Gebäudenutzung und Gebäudetechnik zu deutlichen Energieeinsparungen.

Ganz konkret beziffert werden kann die Energieersparnis der EVC-Regelung bei der elektrischen Leistungsaufnahme der Lüftungsventilatoren: Sie liegt bei bis zu 60 Prozent. Erreicht wird dies durch den Abgleich der Volumenstromregler der Zu- und Abluft mit der Drehzahl der EC-Ventilatoren in den Lüftungsgeräten. Das Regelungsprinzip: Bei der Installation werden die Volumenstromregler zunächst auf den errechneten spezifischen minimalen und maximalen Luftvolumenstrom für einen Raum oder eine Nutzungszone eingestellt. Innerhalb dieser jeweiligen Grenzwerte regelt EVC die Klappenstellung stufenlos analog der durch die Sensorik ermittelten Bedarfssituationen. Entsprechend dem Gesamtluftbedarf fördern die Ventilatoren nur noch die tatsächlich erforderliche Luftmenge. Bis zu 25 verschiedene Räume oder Zonen sind so analog der tatsächlichen Nutzung energieeffizient zu regeln (Bild 2).

Gewerke-Grenzen steckerfertig überbrückt

Die Installation einer übergeordneten Regelungstechnik erhöht zumeist den Abstimmungsaufwand der Gewerke zusätzlich. Denn außer den verschiedenen Fachhandwerkern für die Installation der Lüftungs-, Heizungs- und Kühlungsanlagen ist zur Vernetzung der Systeme ein Systemintegrator erforderlich, oft auch ein Elektriker für die Leitungsverlegung und Stromanschlüsse.

Mit der EVC-Regelung ist es jedoch möglich, alle Sensoren und Aktoren über verpolungssicher konfektionierte Leitungen mit den fertigmontierten Schaltkästen zu verbinden. Diese Arbeiten müssen nicht von einem Elektriker, sondern können ebenso beispielsweise von SHK-Fach-

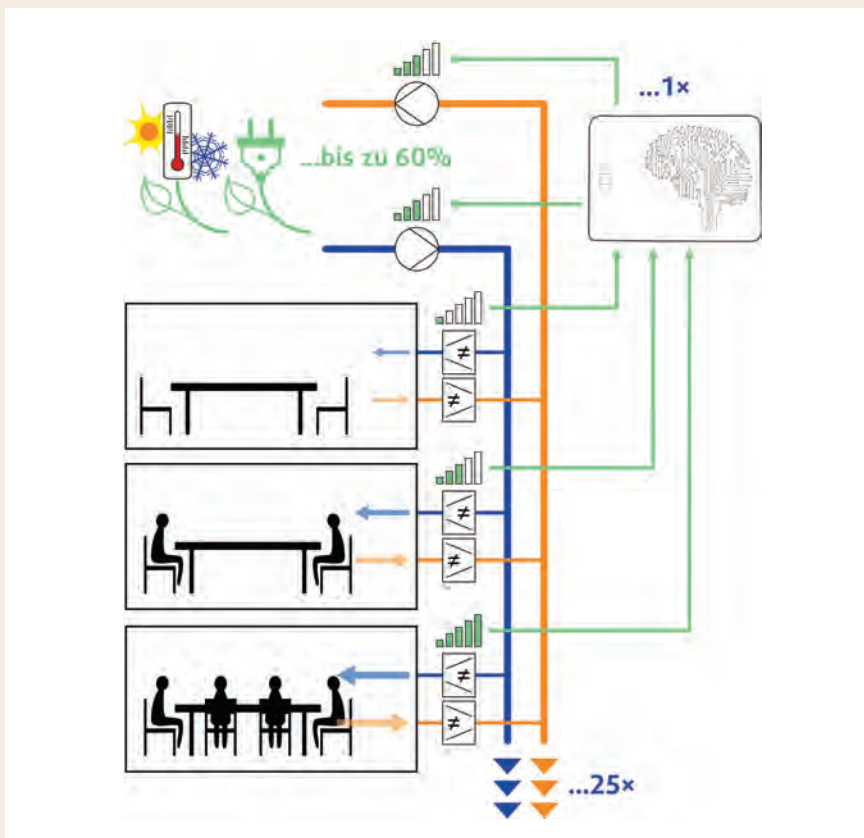


Bild 2: Das Prinzip der EVC-Regelungstechnik: Neben der eingestellten Wunschttemperatur wird über Sensoren der Lüftungsbedarf in den verschiedenen Räumen oder Zonen festgestellt und über Volumenstromregler eingestellt. Gleichzeitig wird die Luftfördermenge angepasst, um keine Energie zu verschwenden. Bild: Systemair GmbH

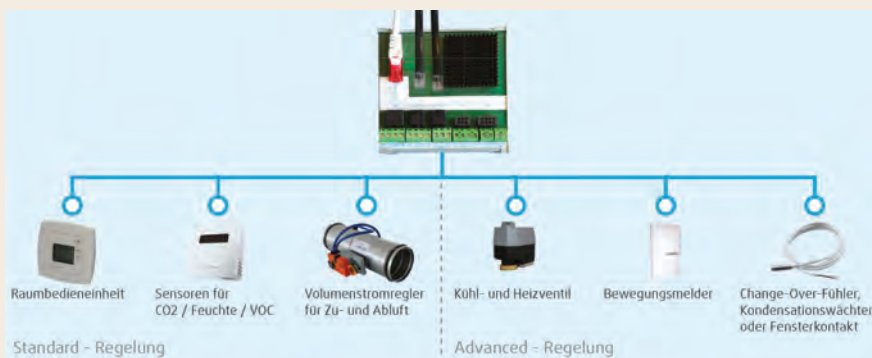


Bild 3: Für jede Zone, die aus unterschiedlich vielen Räumen bestehen kann, wird ein Zonen-Hub installiert, an den die Sensoren und Aktoren über vorkonfektionierte Leitungen anzuschließen sind. Bild: Systemair GmbH

handwerkern ausgeführt werden. Außerdem sichert der Hersteller umfassenden Support zu.

Das Hardware-Konzept ist denkbar einfach. Für jede der 25 möglichen Nutzungszonen ist ein Zonen-Hub zu installieren – entweder dezentral in der jeweiligen Zone, zentral in einem Schaltschrank per Hutschienenmontage oder in Kombination beider Varianten (Bild 3). Dann wird an jeden Zonen-Hub die Sensorik über fertig konfektionierte Leitungen an-

geschlossen: ein einstellbares Raumthermostat, Fühler für CO₂, VOC oder Luftfeuchtigkeit sowie zusätzlich optional noch ein Präsenzmelder, Chance-Over-Sensor (PT 1 000), Fensterkontakte oder Kondensationswächter. Nach dem gleichen Prinzip werden die Volumenstromregler sowie Ventilantriebe für Heiz- und Kühlkreise angeschlossen.

Die Zonen-Hubs wiederum sind über Leitungen mit RJ45 Stecker per „Plug-and-Play“ mit dem zentralen Schalt-

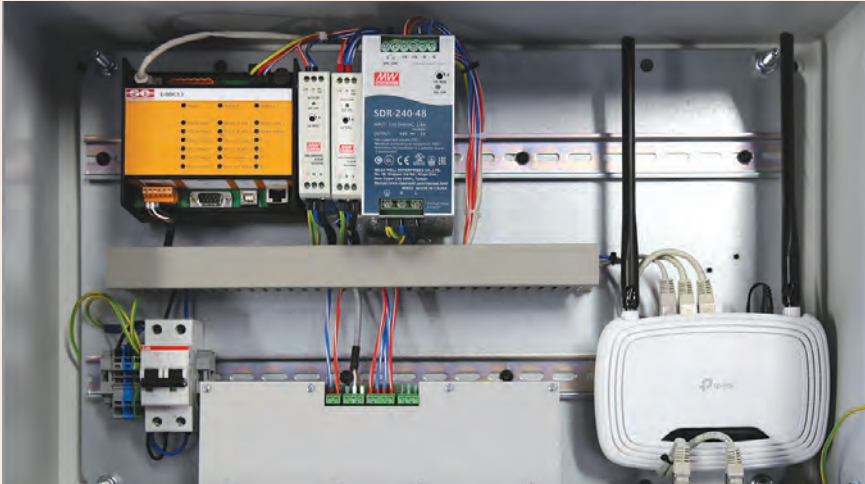


Bild 4: Der zentrale Schaltschrank des EVC-Systems: Hier laufen die Signale der Zonen-Hubs und der Lüftungsgeräte zusammen. Die Verbindungen werden wiederum mit steckerfertigen Leitungen hergestellt. Ein integrierter WiFi-Router ermöglicht den Fernzugriff. Bild: Systemair GmbH

schränk zu verbinden. Hier werden auch die eingesetzten Lüftungsgeräte angeschlossen (**Bild 4**). Bis zu vier Lüftungsgeräte kann EVC regeln: modulare Lüftungsgeräte der „Geniox“-Baureihe für Luftmengen bis zu 70 000 m³/h, „Topvex“-Kompaktlüftungsgeräte für Luftmengen von 400 bis 5 200 m³/h und „SAVE“-Wohnungslüftungsgeräte für Volumenströme von 100 bis 650 m³/h.

Die Steuer- und Regelsignale werden über Modbus ausgetauscht. Im zentralen Schaltschrank selbst ist bereits ein WiFi-Router eingebaut. Darüber lässt sich sehr einfach die Parametrierung – und später die Fernwartung – über den Webbrowser eines beliebigen mobilen Endgeräts vornehmen sowie die EVC-Regelung in ein bestehendes Netzwerk integrieren. Die Oberfläche des Webbrowsers stellt außerdem alle relevanten Soll- und Ist-Werte der Lüftungsgeräte und Zonen grafisch auf einen Blick dar.

Fazit

Die Europäische Union forciert den Einsatz intelligenter Regelsysteme in Gebäuden, um Energie zu sparen. Die Effizienz lässt sich insbesondere steigern, wenn die relevanten Systeme Lüften, Heizen, Kühlen ganzheitlich geregelt werden. Diese Möglichkeit eröffnet nun „Efficient Ventilation Control“ (EVC) von Systemair. Allein bei der elektrischen Aufnahmeleistung der Ventilatoren werden Einsparungen bis zu 60 Prozent erreicht. Außerdem lassen sich gegenläufige Betriebsmodi der jeweiligen Systeme verhindern, die häufig viel Energie verschwenden.

Die EVC-Regelung überwindet dabei nicht nur die technischen Hürden, hervorgerufen durch die klassische Trennung der einzelnen Gewerke der Haustechnik, sondern auch Herausforderungen bei der Installation einer so umfassend vernetzten Regelungstechnik. Dazu wurden einfach zu installierende, vorgefertigte Sets mit

steckerfertigen Leitungen konzipiert. Damit kann EVC sowohl von den Gewerken des Heizungs- Kühlanlagen- oder Lüftungsbau installiert werden wie auch von dem SHK-Fachhandwerk als Generalist. ■

LITERATUR

- [1] Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, Artikel 8, Abs. 10.
- [2] Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2008 · 51:1358-1369, DOI 10.1007/s00103-008-0707-2, Springer Medizin Verlag 2008.
- [3] www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte



Thomas Kerner

ist für Business Development und IAQ Systems bei der Systemair GmbH, Boxberg, zuständig.
Bild: Systemair GmbH

Volumenstromsonde

VS-1000 und VS-2000

Präzise, dynamische Druckaufnehmer zur Überwachung und Ermittlung von Volumenströmen und Strömungsgeschwindigkeit.

- ⚡ Länge: 1000 mm oder 2000 mm, individuell kürzbar
- ⚡ temperaturbeständig bis 250° C
- ⚡ unkomplizierter Einbau in runde oder eckige Kanäle
- ⚡ minimaler Wartungsaufwand
- ⚡ geringer Systemwiderstand

Ideal kombinierbar mit

Druckmessumformer

PTSXR

Für den Einsatz in Luft und nicht aggressiven Gasen.

- ⚡ Druckmessung von positivem und negativem Differenz-Druck
- ⚡ Messung des Volumenstroms, Massenstroms und der Strömungsgeschwindigkeit
- ⚡ optional mit Volumenstromzählfunktion



Intelligentes Lichtmanagement bei Automobilzulieferer

Getriebe im besten Lichte

Um für seine Mitarbeiter in allen Produktionsbereichen eine optimale Ausleuchtung sicherzustellen, tauscht die Getrag Ford Transmissions GmbH in Köln alte Leuchtstoffröhren gegen energieeffiziente LED-Leuchten aus. Lichtmanagement von Wago sorgt bei dem Automobilzulieferer rund um die Uhr für gleichbleibende Lichtstärken.

TEXT: Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kocks

Gutes Licht hat große Auswirkungen auf die Produktivität, denn die meisten Informationen erfasst der Mensch mit seinen Augen. Und es schafft eine angenehme, motivierende Arbeitsatmosphäre. Lichtstudien zeigen, dass Menschen unter optimalen Sehbedingungen produktiver und konzentrierter arbeiten, ihre Arbeitsqualität steigt und die Fehlerquote sinkt. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt in der industriellen Produktion: Das Wohlbefinden und damit die Gesundheit werden von gutem Licht positiv beeinflusst. Dieses Thema ist so wichtig, dass die Technischen Regeln für Arbeitsstätten detaillierte Anforderungen an Beleuchtungsanlagen enthalten.

Die Getrag Ford Transmissions GmbH investiert regelmäßig in die Qualität ihrer Produktion (**Bild 1**). So hat das Unternehmen die Getriebefertigung im Werk Köln grundlegend saniert. Neue Maschinen, neue Fußböden, frische Farbe an Wänden und Decken schaffen eine helle, sehr angenehme Arbeitsatmosphäre. Die neu installierte Beleuchtung lässt die Halle strahlen. Gefertigt werden in dem frisch sanierten Bereich Getriebe für verschiedene Fahrzeuge der Hersteller Ford, Volvo, Land Rover oder Mercedes-Benz.



Bild 1: Blick in die Produktion: Der Automobilzulieferer Getrag Ford Transmissions fertigt in Köln Komponenten für verschiedene Fahrzeughersteller. Bild: Wago

Die Getrag Ford Transmissions GmbH ist eine Produktparte von Magna Powertrain, einer Tochter des Magna-Konzerns. Unter dem Dach von Magna entwickelt und produziert man Antriebsstranglösungen für Automobilhersteller. Seit seiner Gründung im Jahr 1935 hat sich das Unternehmen von einem schwäbischen Familienbetrieb zu einem Automobilzulieferer mit globa-

ler Reichweite entwickelt. Es verfügt über ein breites Portfolio an manuellen Getrieben, Doppelkupplungs- und Hybrid-Getriebesystemen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge. Um die speziellen Anforderungen der Kunden von der Idee bis hin zur Serienproduktion zu erfüllen, arbeiten mehr als 16 300 Mitarbeiter in Entwicklung und Produktion auf drei Kontinenten.

Qualitätsfaktor Licht

In den Montagehallen von Getrag Ford Transmissions in Köln ist es am Tag recht hell, da durch die Fenster der Sheddächer der Tageslichtanteil verhältnismäßig hoch ist. In der hellen Tageszeit wird die Beleuchtung heruntergedimmt und unterstützt das Tageslicht. Die volle Beleuchtungsstärke wird nur in den Abend- und Nachtstunden benötigt. „Gutes Licht ist in der Getriebefertigung zwingend erforderlich“, erläutert Walter Focke, der für die Neuinstallation der Beleuchtungsanlage zuständige Techniker bei Getrag Ford Transmissions. „Licht ist schon ein unmittelbarer Qualitätsfaktor. Es ist vorgekommen, dass innerhalb kurzer Zeit mehrere Leuchtstofflampen in einem Bereich ausgefallen sind und unser Serviceteam nicht schnell genug zur Stelle war, um den Schaden zu beheben. Das hat sich direkt in der Qualität niedergeschlagen, weil die Mitarbeiter nicht mehr richtig gesehen haben“, so Focke (**Bild 2**) weiter. Speziell auf den Montageflächen sei eine richtige Beleuchtung zentral wichtig, denn die Mitarbeiter müssen auch Kleinigkeiten genau erkennen.

Umfangreiche Planungen und Feldtests gingen der grundlegenden Sanierung des Getriebebaus im Werk Köln voraus. Als langjähriger Leuchtenlieferant und Partner für alle Beleuchtungsfragen hat Philips die Lichtberechnung vorgenommen. Dabei waren die Eckdaten durch die baulichen Gegebenheiten vorgegeben. Die Positionierung und der Abstand der einzelnen Leuchten und Lichtbänder sollten nicht verändert werden und auch die Anzahl der Leuchteneinsätze war mit 20 Leuchten pro Band fix.

Wichtig war dem Unternehmen, dass die Lichtberechnung im Praxistest überprüft wurde. Auf einer Testfläche ließ Focke die entsprechenden Leuchten installieren, um die Beleuchtungsstärke zu messen. Die Arbeitsschutzverordnung schreibt auf Montageflächen eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux, auf Gehwegen und Lagerflächen von 100 Lux vor. LED-Leuchten sind, ähnlich wie andere Leuchtkörper auch, der Alterung unterworfen: Sie verlieren also mit der Zeit an Leuchtkraft. „Aus diesem Grund“, erklärt Focke, „haben wir bei der Auslegung eine Reserve eingeplant. Schließlich wollen wir die erforderlichen 500 Lux in der Montage über die gesamte Lebensdauer



Bild 2: Gutes Licht ist ein wichtiger Qualitätsfaktor in der Getriebefertigung, weiß Walter Focke, bei Getrag Ford Transmissions zuständiger Techniker für die Neuinstallation der Beleuchtungsanlage. Bild: Wago



Bild 3: Die neu installierte Lichtsteuerung ermöglicht die Einbindung von Leuchten und Sensoren und kann durch ihre Modulbauweise bedarfsgerecht erweitert werden. Bild: Wago

der Leuchten abrufen können und betreiben die Beleuchtungsanlage jetzt mit 80 Prozent Leistung.“

Höhere Energieeffizienz

Die alte, konventionelle Beleuchtung mit zweimal 49 Watt Leuchtstofflampen wurde in dem Hallenabschnitt komplett gegen LEDs ausgetauscht. Der Vorteil der neuen LED-Beleuchtung: Sie benötigt eine geringere Leistung, nur 36 Watt, und hat eine höhere Lichtausbeute. Bei einem direkten Vergleich des Energieverbrauchs ergeben sich klare Vorteile für die neue LED-Beleuchtungsanlage. Dabei hat Getrag Ford Transmissions, entsprechend der Hallennutzung, zwei Fälle untersucht: den Verbrauch der Tagschicht unter Tageslicht und den Drei-Schicht-Betrieb. So ergaben sich im Betrieb mit Tageslicht Einsparungen von rund 70 Prozent und im Drei-Schicht-Betrieb von rund 30 Prozent.

Eine gleichbleibende Beleuchtung ist bei der Produktion hochwertiger Getriebe wesentlich. Das Unternehmen hat daher auf den Montagefeldern Lichtsensoren installiert, um die Beleuchtungsanlage tageslichtabhängig steuern zu können und alle Flächen gleichmäßig auszuleuchten.

Bei der Auswahl von Leuchten und Steuerungstechnik war Focke wichtig, mit einem europäischen Standard zu arbeiten, der zudem ausgereift ist, den alle namhaften Hersteller anbieten und für den auch in einigen Jahren Ergänzungen und Ersatzteile problemlos erhältlich sind. Für das Unternehmen bot Lichtmanagement mit Dali-Lichtsteuerung die ideale Lösung. Auf der Basis des Beleuchtungskonzepts von Philips hat Wago die Steuerung geplant und umgesetzt.

Die Wago-Lösung hat für Focke einige Vorteile, denn eine spezielle Programmierung ist nicht notwendig: „Wir können einfach über eine feste Oberfläche auf den Bus zugreifen und haben dann die Möglichkeit, über diese Oberfläche Leuchten und Sensoren mit einzubinden. Zudem hat mich das Wago-Konzept mit seiner Modulbauweise überzeugt. Wir können ganz nach unseren Erfordernissen die Module einzeln bestellen und zusammenstecken.“ Dabei bleibt das System immer flexibel, denn es kann jederzeit um zusätzliche Module erweitert werden (**Bild 3**). So lassen sich mit weiteren Modulen neue Funktionen wie etwa eine Leistungsmessung realisieren.

Komplette Umstellung auf LED-Leuchten geplant

„Im ersten Hallenabschnitt haben wir uns darauf konzentriert, den Kollegen eine optimale Arbeitsplatzbeleuchtung zu schaffen. Die Hallenbeleuchtung bezieht über Sensoren das Tageslicht mit ein und steuert danach die Helligkeit. Geschaltet werden die Leuchten klassisch über ein Tableau mit Leuchttastern“, erläutert Focke. Heute geht nach Schichtende der zuständige Mitarbeiter durch die Halle und schaltet das Licht per Hand aus. Getrag Ford Transmissions plant, in den kommenden Jahren die gesamte Hallenbeleuchtung sukzessive mit LED-Leuchten auszurüsten. Im Zuge dessen ist auch eine zentrale Beleuchtungssteuerung in der Diskussion. ■



**Dipl.-Ing. (FH)
Daniel Kocks**

ist Global Key Account Manager Automotive bei der Wago Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Minden.
Bild: Wago

LIN-Bus für Heizthermen

Gute Zeiten für smartes Heizen

Die Digitalisierung ist auch in der Heiztechnikbranche längst angekommen. Allerdings fehlte bislang für kleinere Heizthermen eine schlanke Kommunikationslösung.

LIN-fähige Gasgebläse von ebm-papst ändern das. Davon profitieren Hersteller, Installateure und Endanwender.

TEXT: Markus Weingart

Autos, die melden, wenn sie in die Werkstatt müssen. Waschmaschinen, die sich per Smartphone bedienen lassen. Voll automatisierte Produktionen, in denen die Werkstücke miteinander kommunizieren. Es gibt kaum einen Lebensbereich, kaum eine Anwendung, die noch nicht von der Digitalisierung erfasst wurde – so auch die Heiztechnikbranche. Schon seit einigen Jahren können Nutzer ihre Heizung ganz bequem mobil übers Internet regeln. Allerdings ist hier noch längst nicht das ganze Potenzial ausgeschöpft. Zwar funktioniert die Kommunikation zwischen Gerät und Nutzer bereits, doch innerhalb der Gasbrennwerttherme, also zwischen Feuerungsautomat, Regelung, Pumpen, Ventilen oder Gebläse herrschte bislang weitestgehend digitale Funkstille. Dabei steckt auch in den einzelnen Komponenten viel Intelligenz und sie produzieren unablässig Datenmaterial, das die zentrale Steuerung, also der Feuerungsautomat, nicht nutzen konnte. Das ändert sich gerade. Mit dem Local Interconnect Network (LIN-Bus) setzt sich auch bei Brennwertthermen eine Kommunikationslösung durch, die in der



Bild 1: Die Gas-Brennwertgebläse VG 71 und VG 100 der RadiMix-Baureihe. Bild: ebm-papst

Automobilbranche schon seit vielen Jahren zum Einsatz kommt. LIN ist gemäß ISO 17987 standardisiert, die Kommunikationskompatibilität mit Drittkomponenten also gewährleistet.

Das serielle Feldbussystem vernetzt in einem Verbund Sensoren und Aktoren so-

wie deren Steuerungsgeräte. Im Fall von Brennwertthermen: Pumpen, Ventile, Sensoren und Gebläse mit dem Feuerungsautomaten. Bei LIN-Bus handelt es sich um ein Single-Master/Multi Slave-System. Master ist dabei der Feuerungsautomat. Er fordert nach einem definierten Ablauf-

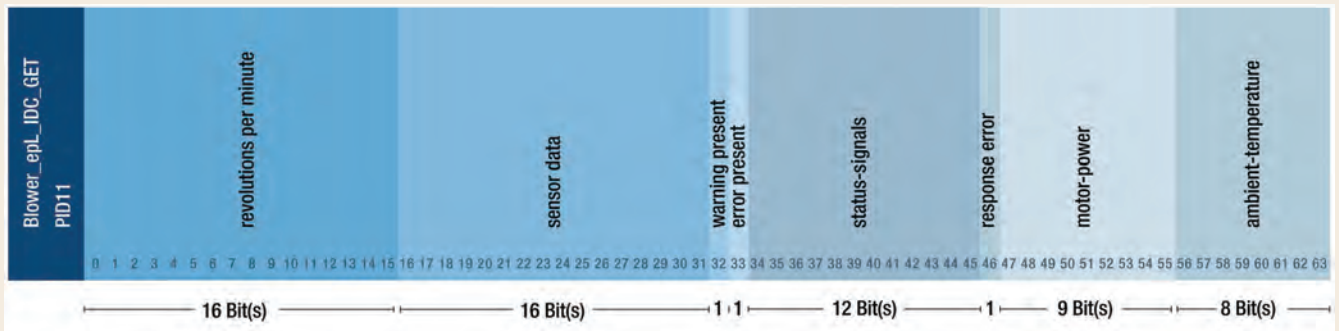


Bild 2: Beispiel für eine LIN-Message eines Gasgebläses. Bild: ebm-papst

plan regelmäßig Daten von den Systemkomponenten, also den Slaves an, wertet diese aus und schickt wieder Befehle zurück (zur Funktionsweise siehe Kasten). Bedingung ist, dass die Systemkomponenten LIN-fähig sind. Die Ingenieure von ebm-papst entwickelten schon vor zehn Jahren ein Gasgebläse, das die technischen Voraussetzungen bot. Allerdings gab es damals noch keine anderen LIN-fähigen Komponenten in der Heiztechnik, das System konnte sich daher noch nicht durchsetzen. Inzwischen haben jedoch andere Komponentenhersteller wie Pumpenproduzenten nachgezogen. Damit sind erstmals Boiler möglich, die auf das etablierte Kommunikationssystem setzen können. Bei ebm-papst sind die beiden Gebläse VG 71 und VG 100 (Bild 1) für

Heizleistungen bis 50 Kilowatt aus der RadiMix-Baureihe LIN-fähig. Mit diesem Leistungsspektrum sind sie für Ein- und Mehrfamilienhäuser konzipiert. Künftig folgen auch die Baugrößen VG 108 und VG 122 bis 150 kW.

Schlanke Kommunikationslösung

Hersteller von Heizthermen können nun auch Sensordaten nutzen, die das Gebläse bisher nur intern verarbeitete, aber nicht an den Feuerungsautomaten kommunizieren konnte. Das betrifft Informationen zur Leistungsaufnahme, der Drehzahl oder auch der Umgebungstemperatur. Neu dabei ist auch die Analyse von Spannungsschwankungen, wodurch eine Auswertung

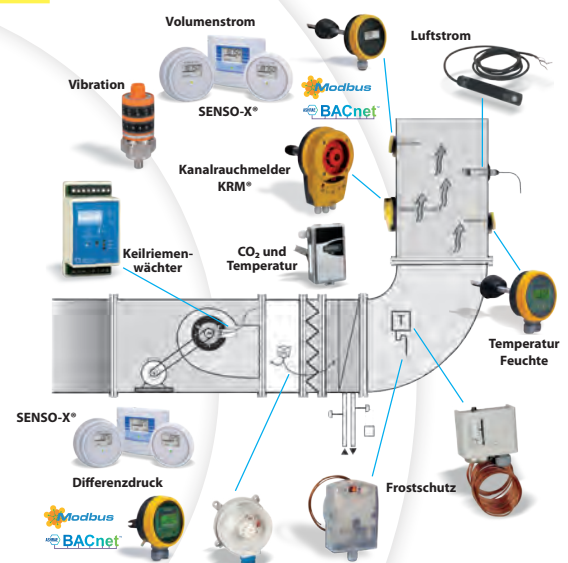
der Netzqualität möglich ist. Die Software wurde so programmiert, dass sie definierte Datenpakete schnürt, sogenannte LIN-Messages (Bild 2), die der Feuerungsautomat abrufen. Hersteller können diese Daten und künftig zusätzliche Sensor-Werte nutzen, um die Verbrennung weiter zu optimieren und damit den Boiler effizienter zu machen. Denn der LIN-Bus ist bidirektional. Er dient also nicht allein dazu Daten abzurufen, sondern kann dazu genutzt werden, Befehle zu übertragen. Daher ist es jetzt möglich, den Drehzahlregler optional direkt in das Gebläse zu verlagern. Die Drehzahl kann damit schneller und genauer geregelt werden, was wiederum Möglichkeiten bietet, den Modulationsbereich zu erweitern. Zudem wird die Rechenleistung des Feuerungsautomaten geschont, ►

Intelligente Sensorik für die Gebäudeautomation

Innovation „Made in Germany“

Als Entwickler, Hersteller und Lieferant ist Oppermann Regelgeräte Ihr idealer Partner in allen Fragen der Sensorik. Egal, ob Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, Brandschutz oder Gas- und CO-Warntechnik – mit uns erhalten Sie Qualitätsprodukte auf dem neuesten Stand der Technik.

SENSORIK | GASWARNANLAGEN | BRANDSCHUTZ



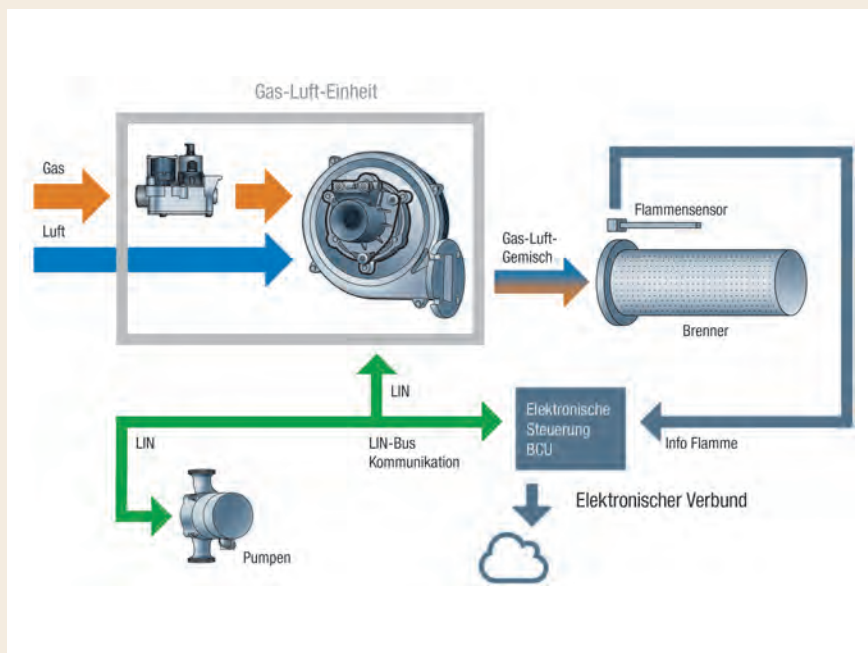


Bild 3: Schematische Darstellung des Verbundsystems einer Gas-Brennwerttherme. Die grünen Linien zeigen den Datenfluss bei der LIN-Kommunikation. Bild: ebm-papst

da die Regelung in das Gebläse ausgelagert wird. (Bild 3 zeigt die LIN-Bus Kommunikation in einer Gastherme).

Die Vorteile von LIN-Bus zeigen sich für Hersteller bereits in der Produktion: Die Verkabelung ist deutlich einfacher und damit auch der Aufbau der Gasthermen. Bislang war eine Sternverkabelung notwendig, vom Feuerungsautomaten

ging also zu jeder Systemkomponente jeweils ein Kabel. Jetzt reicht nur noch eines, das alle Slave-Einheiten miteinander verbindet. Neben dem geringen Verkabelungsaufwand ist ein weiterer Vorteil, dass jedes Gasgebläse mit einem elektronischen Typenschild ausgestattet ist. Das erlaubt eine einfache Rückverfolgung: Fertigungsdaten wie Seriennummer und

Produktionsdatum können so jederzeit ausgelesen werden. Ein weiteres Plus ist, dass Hersteller durch LIN-Bus eine breitere Datenbasis und Einblicke in die Feldanwendungen bekommen, die sich für zukünftige Optimierungen und Neuentwicklungen nutzen lassen.

Einfache Wartung

Das einfache Auslesen von Daten, bringt auch in der Wartung große Vorteile. Bei einem Auto ist es längst Standard, dass es selbstständig meldet, wenn das Motoröl ausgetauscht werden muss oder die Bremsen abgenutzt sind. Bei einem Defekt schließt der Mechaniker in der Kfz-Werkstatt einfach seinen Laptop an, liest Fehler- und Diagnosedaten aus und kann dann ganz gezielt das Problem beheben. Mit LIN-Bus wird das auch für Heizungsinstallateure Realität und eine aufwendige Fehlersuche mit willkürlichem Komponententausch entfällt, da das Problem direkt am Bildschirm identifiziert wird. Durch eine Auswertung von Betriebsstunden, Start-Stopp-Zyklen und Umgebungstemperaturverläufen kann mit LIN-Gebläsen eine einfache Zustandsüberwachung erfolgen.

Zukünftig wird durch die LIN-Bus Kommunikation auch eine vorausschauende Wartung möglich. Für den Endanwender ein großer Vorteil, da dies das Risiko eines plötzlichen Ausfalls minimiert beziehungsweise vorab einen drohenden Ausfall ankündigt. Die Gastherme kann damit künftig selbst melden, wenn Teile ausgetauscht werden müssen – und das bevor sie defekt sind. Der Feuerungsautomat bekommt dann via LIN-Message das Signal, dass eine Wartung und Ersatz notwendig sind. Ist der Boiler zudem mit dem Internet vernetzt, kann der Monteur automatisch informiert werden, die Diagnose auslesen und gleich das passende Ersatzteil mitbringen. Eine Dusche, die plötzlich ungewollt kalt wird, gehört dann der Vergangenheit an. ■

SO FUNKTIONIERT DER LIN-BUS

Das Local Interconnect Network, kurz LIN-Bus, wurde 1998 in der Automobilindustrie als kostengünstiges serielles Kommunikationssystem definiert. Den Standard definierte ein LIN-Konsortium. Das Single-master/multislave-System ermöglicht den Anschluss von bis zu 16 Slave-Einheiten. Der Master bestimmt – bei einer Brennwerttherme die elektronische Steuerung – wann der Slave – also zum Beispiel das Gebläse – Daten liefern oder Befehle befolgen soll. Dies erfolgt in zyklischen Zeitabständen nach einer vorgegebenen Zeittabelle, die im Master hinterlegt ist. Da alle Slaves an einem Kabel hängen, wird bei der Übertragung noch ein sogenannter „Packet Identifier“ (PID) mitgeschickt, damit der jeweilige Slave weiß, dass er angesprochen ist. Eine LIN-Message (Bild 2) umfasst dabei maximal 64 Bit. In ihr sind zum Beispiel die Drehzahl, Temperaturwerte oder Statussignale hinterlegt.

Die wichtigsten Vorteile

- jedes LIN-Gasgebläse verfügt über ein elektronisches Typenschild mit relevanten Fertigungsdaten und kann damit jederzeit rückverfolgt werden
- LIN reduziert den Verkabelungsaufwand
- das Auslesen von Diagnosedaten und Fehlerspeichern erleichtert die Wartung



Markus Weingart

ist Head of department Electronics R&D-EE bei der ebm-papst Landshut GmbH, Landshut.
Bild: ebm-papst



Bild 1: Transparenz für Eigentümer und Mieter: Mit dem Qundis AMR-System ist die durch die EED geforderte „Fernauslesung“ schon heute möglich.
Bild: Qundis GmbH

Mit Transparenz zu höherer Energieeffizienz

Intelligente Erfassung von Wasser- und Wärmeverbrauch

Digitale Innovationen schaffen neue Möglichkeiten für das Energiemanagement der Zukunft. Der Trend geht in Richtung Smart Metering und Automated Meter Reading (AMR). Grund dafür sind zwei regulatorische Treiber: das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) und die EU Energieeffizienz-Richtlinie (EED).

TEXT: Stefan Dzemski

Für das vertiefte Verständnis werden zu Beginn dieses Beitrags zunächst die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die damit verbundenen Ziele vorgestellt.

Messstellenbetriebsgesetz – MsbG

Mit dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) wurde 2016 Smart Metering für Strom und Gas geregelt. Die im Paragraph 6 beschriebenen Bündelangebote für weitere

Sparten wie Wasser und Wärme (geltend ab 2021) bieten die Möglichkeit, das Submetering mit dem Smart Metering zu verbinden. Eine Lösung die dazu aktuell bei Qundis in Planung ist, sieht dafür die Nutzung des CLS-Kanals der Smart Meter ►

Gateways vor, da dieser die im Submetering vorkommenden großen Mengen an Geräten abbilden kann. Ein CLS-Adapter mit OMS-konformer, wireless M-Bus-Schnittstelle wird derzeit entwickelt. Mit diesem können Neuanlagen wie auch bereits installierte Bestandsanlagen an intelligente Messsysteme angebunden werden.

Energieeffizienz-Richtlinie – EED

Ende 2018 trat die novellierte Energieeffizienz-Richtlinie (EED 2012/27/EU) in Kraft. Für die Energiebranche wurden damit neue Anforderungen für die „Fernablesung“ und „Verbrauchsdaten“ definiert. So fordert die EED bereits ab dem 25. Oktober 2020 die Ausstattung fernablesbarer Messgeräte bei Neuausstattungen. Bis zum 31. Dezember 2026 müssen auch Bestandsanlagen umgerüstet werden (Artikel 9c). Ziel ist es, die Mieter durch eine zeitnahe Information über ihre Verbräuche beim Energiesparen zu unterstützen. Heute erhalten sie ihre Heizkostenabrechnung für die zurückliegende Heizperiode erst Monate nach Ende der Heizsaison. So besteht keine Möglichkeit, das Heizverhalten zeitnah anzupassen, den Verbrauch kurzfristig zu reduzieren und damit die Umwelt nachhaltig zu schonen.

Als Richtlinie muss die EED bis zum 25. Oktober 2020 in nationales Recht umgesetzt werden. Verantwortlich dafür in Deutschland ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Hier hat man die Steigerung der Energieeffizienz als tragende Säule für eine erfolgreiche Energiewende definiert. Vor allem gilt es die enormen Einsparpotenziale zu nutzen: Der Verbrauch im Wärmebereich fällt dabei mit einem Anteil von mehr als 50 Prozent am meisten ins Gewicht und bietet somit die größten Möglichkeiten, Energie effizienter zu nutzen. Oftmals wird in diesem Zusammenhang auch von der „Wärmewende“ gesprochen, von der sowohl Mieter, Hausverwalter und Gebäudeeigentümer und nicht zuletzt das Klima profitieren.

Fernablesug

So funktioniert Automated Meter Reading

Für die digitale Verbrauchserfassung von Wasser und Wärme sind ein AMR-Funksystem und eine digitale Plattform zum

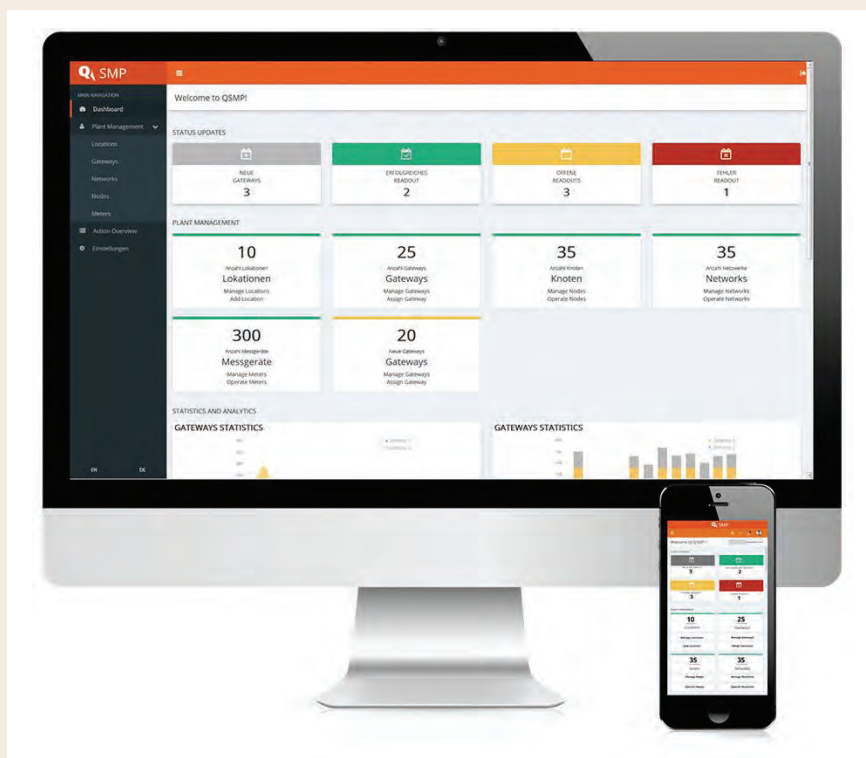


Bild 2: Mit der Smart Metering Plattform Q SMP können Erfassungssysteme vom Büro aus bedient werden. Bild: Qundis GmbH



Bild 3: Bis 2022 will Qundis ein Portal zur Verbrauchsdatenvisualisierung umsetzen. Bild: Qundis GmbH

Monitoring der Messgeräte notwendig. Eine solche Systemlösung besteht aus den verbauten Heizkostenverteiltern, Wasser- und Wärmezählern, mehreren Netzwerkknoten und einem Gateway. Sie stellt vollautomatisch alle gewünschten Zählerdaten in verschiedenen Dateiformaten und zu ausgewählten Zeitpunkten bereit – via Online-Plattform oder E-Mail. Typische Nutzer sind die Wohnungswirtschaft und Messdienstleister. Die Ablesung von Wärme- und Wasserverbräuchen ist

damit ortsunabhängig möglich, ein Ausrücken zum Gebäude nicht mehr nötig.

Nachdem die Zähler die Verbräuche ermittelt haben, werden die Verbrauchswerte der Messgeräte von Netzwerkknoten erfasst und innerhalb des Netzwerkes versendet. Die Fernablesung, also die Datenübermittlung an den Nutzer, übernimmt das Gateway, auf dem zuvor alle Daten gebündelt werden. Die komplette Installation eines AMR-Messsystems dauert heute nur wenige Stunden und ist somit ressourcenschonend. Selbst ein fertiger Rohbau oder eine Umrüstung sind kein Problem: Da innovative Netzwerkknoten und Gateways mit Batterien betrieben werden, ist ein nachträgliches Kabelverlegen nicht notwendig. Durch den flexiblen Einbau und die freie Positionierung ist eine optimale Funkleistung garantiert. Ein solches System ist jederzeit um weitere Zähler und Netzwerkknoten erweiterbar und daher für Gebäudekomplexe in jeder Größenordnung geeignet.

Qundis bietet bereits seit Jahren komplette AMR-Lösungen (**Bild 1**) bestehend aus Verbrauchserfassungsgeräten, Sensoren, Fernauslesetechnik und einer cloud-basierten AMR-Plattform an. Diese sind in ganz Europa erfolgreich im Einsatz und werden schon heute den EED-Anforderungen zur „Fernablesung“ gerecht.

Einfaches Erfassen und Abrechnen

Die Erfassung von Wasser- und Wärmeverbräuchen sowie deren Abrechnung mit einem AMR-System sind leichter denn je: Die Werte aller Messgeräte werden je nach Wunsch, zum Beispiel zweimal monatlich, per E-Mail an den Nutzer des Erfassungssystems gesendet. So entfällt etwa das Ausrücken zum Objekt, wie es bei einem walk-by-System noch notwendig ist. Damit spart sich der Messdienstleister oder die Wohnungsbaugenossenschaft nicht nur den Aufwand für die jährliche Hauptablesung: Die automatisierte Datenübertragung ermöglicht ebenso eine sehr flexible Abrechnung bei Zwischenablesungen und Mieterwechseln.

AMR-Systeme verarbeiten eine Vielzahl von Daten. Deshalb haben Datensicherheit und Datenschutz höchste Priorität und spielen auch bei der Auswahl der Technik eine entscheidende Rolle. Bei einer Cloud-Lösung ist es ein großer Vorteil, wenn sich die zugehörigen Server in Deutschland befinden. Denn nur so werden höchste deutsche Datensicherheitsanforderungen erfüllt. Alle Daten sollten anonym erhoben und versendet werden –

also ohne direkten Personenbezug. Die Verknüpfung von Verbrauchs-, Personen- und Kostendaten wird somit erst bei der Abrechnung durch den Messdienstleister vorgenommen. Das heißt: Hersteller und Plattformbetreiber haben keinen Zugriff auf persönliche Daten von Mietern (Bild 2).

Verbrauchsinformationen

Nach EED wird die monatliche Bereitstellung der Verbrauchs- oder Abrechnungswerte ab dem 1. Januar 2022 zur Pflicht. Qundis arbeitet deshalb an einem eigenen Verbrauchsdatenportal für Mieter, dass mit Messgerätedaten gespeist wird. Nutzer sollen die Möglichkeit haben, ihre Verbräuche und zugehörige Statistiken zeitnah einzusehen. Darüber hinaus soll die Anwendung zukünftig um weitere Funktionen für Smart Home- und Smart Building-Anwendungen erweitert werden. Dies wäre nach der automatisierten Fernablesung der Messwerte ein weiterer Schritt zur klimaintelligenten Steuerung von Immobilien: Wenn das Gebäude von selbst Einsparpotenzial erkennt und beispielsweise die Heizung selbstständig he-

runterregelt. Das Portal wird als App für Google Android und Apple iOS, sowie in den gängigen Browsern nutzbar sein. Pilotprojekte starten bereits im ersten Halbjahr 2020. Im Jahr 2021 wird Qundis eine Lösung parat haben, mit der Messdienste und Unternehmen der Wohnungswirtschaft rechtzeitig zum Stichtag einen Service zur Verbrauchsdatenvisualisierung anbieten können (Bild 3).

Der Trend zur automatisierten, unterjährigen Verbrauchserfassung betrifft alle Medien. Voraussetzung hierfür sind Systemoffene Messgeräte, Smart Meter und AMR-Systeme sowie Portale, welche zukünftig die Daten aller Verbrauchsmedien sammeln und die nötige Verbrauchstransparenz schaffen, um das erklärte Ziel der Energieeffizienz weiter voranzutreiben. ■



Stefan Dzemski

ist Bereichsleiter Produktmanagement bei der Qundis GmbH, Erfurt.
Bild: Christopher Schmid

Sonderdrucke: Werbewirksames Marketing- und PR-Instrument



UNSER ANGEBOT !

In einer unserer Fachzeitschriften ist ein Beitrag von Ihrem Unternehmen erschienen? Nutzen Sie das für eine PR-Aktion der besonderen Art – lassen Sie einen werbewirksamen Sonderdruck davon erstellen:

- Sonderdrucke werden individuell nach Wunsch gestaltet
- Logo und Kontaktdaten können eingefügt werden
- Fremdanzeigen und Fremdtexte werden entfernt
- Sonderdrucke sind kostengünstig und lassen sich vielseitig einsetzen (z. B. auf Ihrem Messestand, für Kunden und Mitarbeiter etc.)

Ihr Kontakt für Informationen oder ein Angebot:

Kornelia Grund, Telefon: +49 211 6103-369

kgrund@vdi-fachmedien.de, www.vdi-fachmedien.de

vdi fachmedien

TECHNIKWISSEN FÜR INGENIEURE.

Smart-Meter-Gateways per Mobilfunk anbinden

Alternative Antenne

Wer den Roll-out von Smart-Meter-Gateways durchführen muss, tut gut daran, sich frühzeitig auch mit der Thematik Antennen auseinanderzusetzen.

Um startklar zu sein, müssen nicht nur die passenden Gateways ausgewählt und beschafft werden, viel umfassender ist die Planung konkreter Roll-out-Strategien sowie der Aufbau einer geeigneten Kommunikationsstruktur.

Wo Power-Line-Kommunikation nicht sinnvoll ist, eignet sich Mobilfunk.

Aber in vielen Einbausituationen ist das eine herausfordernde Aufgabe, die spezielle Antennentechnik erfordert.

TEXT: Dennis Kock und Dipl.-Ing (FH) Nora Crocoll

Kommt schlussendlich das Signal für den Roll-out-Start zur bundesweiten Installation von Smart-Meter-Gateways (SMGW), geht es Schlag auf Schlag. Gesetzlich vorgegeben sollen in den ersten 36 Monaten mindestens zehn Prozent aller Haushalte mit Smart-Meter-Gateways versorgt sein. Bei derzeit über 40 Millionen Privathaushalten in Deutschland wären das immerhin vier Millionen Haushalte. Über den gesamten Rollout müssen bis zu 13 Millionen Haushalte versorgt werden. Energieversorger, die zu spät damit anfangen sich mit Hardware, Netzaufbau, Antennentechnik und Roll-out-Konzepten auseinanderzusetzen, werden sicher ins Rotieren geraten. Vor allem an die Antennentechnik denken viele derzeit noch nicht. Dabei spielt sie die Schlüsselrolle bei einer zuverlässigen Datenübertragung.

Kommunikationsinfrastruktur aufbauen

Ein großer Energieversorger aus Nordrhein-Westfalen beispielsweise befasst sich schon seit einiger Zeit umfassend mit dem kompletten Roll-Out-Szenario. Insbesondere der Aufbau einer passenden Kommunikationsinfrastruktur steht im Fokus. Für



Bild 1: Weil viele Anwender Vorbehalte gegenüber Funklösungen im eigenen Haus haben, sollten die Antennen nicht direkt als solche erkennbar sein. Bild: Welotec

Energiekunden, bei denen eine Powerline-Kommunikation nicht wirtschaftlich möglich ist, werden beispielsweise Mobilfunk-Lösungen entwickelt. Dabei spielen die Kosten eine entscheidende Rolle. Gesetzlich vorgegeben ist eine Obergrenze für Kosten, die der Energieversorger an den Endkunden weitergeben darf. Alles darüber hinaus muss er selbst tragen. Auf die preiswertesten Komponenten zu setzen, kann gerade auch bei Antennen aber in Hinblick auf die Total Cost of Ownership (TCO) unvernünftig sein. Verursachen

Kommunikationskomponenten immer wieder Ausfälle in der Datenübertragung, die einen Wartungseinsatz vor Ort nötig machen, geht das Sparen an der falschen Stelle schnell ins Geld. Für die Datenübertragung per Mobilfunk setzen viele Messstellenbetreiber auf LTE. Wo beim Endanwender neben dem Stromzähler zum Beispiel auch noch Gas- oder Wasserzähler angeschlossen werden, ist der wireless M-Bus zur Datenübertragung zwischen Zähler und Smart-Meter-Gateways vorgesehen.

Warum sind zusätzliche Antennen hilfreich?

Oftmals werden Smart-Meter-Gateways mit beiliegender Antenne angeboten. Warum sollte man sich also trotzdem wegen einer zusätzlichen Antenne Gedanken machen? Das hat unter anderem mit der Einbausituation der Smart-Meter-Gateways zu tun. Nicht selten befindet sich die Haustechnik in Kellerräumen, die naturgemäß per Funk schwer zu erreichen sind. Zudem gibt es eine weitere Hürde: Meist werden die Gateways in Schaltschränken montiert. Ein solcher Metallkasten ist eine ideale Barriere für Funkwellen. Mit der dem SMGW beiliegenden Antenne kommt man also höchstens dort weiter, wo ideale Kommunikationsbedingungen herrschen. Funktioniert die Datenübertragung bei Installation gerade noch, kann schon ein Baum vor dem Haus, der im Frühling plötzlich Blätter trägt, die Kommunikation unterbrechen und einen teuren Service-Einsatz vor Ort notwendig machen.

Angepasste Antennen

LTE- und wireless-M-Bus-Antennen gibt es am Markt bereits. Dennoch haben sich die Kommunikationsexperten von Welotec aus dem Münsterland zusammen mit einem großen Energieversorger daran gemacht, spezielle Antennen für diesen Einsatzzweck zu entwickeln. Warum? Jos Zenner, Geschäftsführer der Welotec GmbH erläutert: „LTE nutzt ganz unterschiedliche Frequenzen zwischen 700 und 2 600 MHz. Salopp gesagt: Je höher die Frequenz, desto schwerer haben es die Funkwellen, in Kellerräume zu gelangen. LTE mit 2 600 MHz wird dort niemals ankommen, es müssen in solchen Anwendungsfällen also niedrige Frequenzen genutzt werden. Ein Schwerpunkt bei der Entwicklung lag daher auf der Performance der Antennen im niedrigen Frequenzbereich.“

Darüber hinaus lag ein wesentliches Augenmerk auf der Optik der Antennen, die eben nicht als solche zu erkennen sein sollen (Bild 1). Der Hintergedanke ist dabei, die Akzeptanz beim Endanwender zu erhöhen, da viele keine baulichen Veränderungen an den Schaltkästen möchten oder vor den Funkwellen Angst haben. Schließlich ist auch die Montage der Antennen nicht zu vernachlässigen. Beim flächendeckenden Roll-out kommen auf die



Bild 2: Für jede Antenne gibt es verschiedene Montagevarianten: Kleben, per Magnet oder zum Schrauben. Bild: Welotec

Energieversorger extrem große Stückzahlen zu. Eine schnelle Installation von SMGW samt Antenne kann viel Geld sparen. Dazu kommt, dass der Anbau beim Endkunden „minimalinvasiv“ (Bild 2) stattfinden sollte, also möglichst ohne zerstörerisches Bohren und Schrauben oder Ähnliches.

Die Kommunikationsexperten haben daher verschiedene Antennenvarianten entwickelt, die sich flexibel an die Einbauverhältnisse anpassen. Bei der Entwicklung der Antennen profitierten sie von ihrem über die Jahre angesammelten Know-how im Mobilfunk und auch im lizenzfreien 869 MHz-Band. Entwickelt wurden nun reine LTE- und reine wireless M-Bus-Antennen und Antennen, die beides in einem Gehäuse kombinieren. Es gibt zudem Varianten zur Kleb-, Magnet- oder Schraubmontage. Für den Wireless mBus haben die Antennen einen FAKRA-C- beziehungsweise für LTE einen FAKRA-D-Stecker. Der Stecker ist abgestimmt auf Smart Meter Gateways, um 90 Grad gewinkelt und drehbar für die Montage unter der Blende im Zählerschrank.

Im Vergleich zu alternativen Lösungen sind die Kosten für die Anschaffung mancher dieser Antennen zwar etwas höher. Durch die vereinfachte Montage und die zuverlässigere Kommunikation werden diese Zusatzkosten aber schnell wett gemacht. Da sich Antennen und Montagevarianten flexibel kombinieren lassen, vereinfacht sich zudem die Lagerhaltung deutlich. Der erwähnte Energiekonzern aus NRW hat zusammen mit Welotec umfangreiche Tests durchgeführt und bereits 2 000 Antennen beim Kunden erfolgreich im Einsatz.

Antennen Starter Kit plus Anwenderschulung

Wer sich ebenfalls rechtzeitig auf den SMGW-Roll-out vorbereiten und auch umfassender mit passender Antennentechnik befassen will, ist mit dem Antennen Starter Kit bestens versorgt. Darin enthalten sind alle Antennenvarianten: Reine GPRS/UMTS/LTE-Antennen ebenso wie eine reine wireless M-Bus Antenne und Antennen für die Kombination beider Kommunikationsmethoden. Unterstützt werden die verschiedenen Montagemöglichkeiten. Verlängerungs- und Adapterkabel sind im Set ebenfalls enthalten.

Darüber hinaus bieten die Kommunikationsexperten auch Einbauschulungen beim Anwender an. Der Schwerpunkt liegt dabei weniger auf der Theorie als vielmehr auf der Praxiserfahrung und behandelt unter anderem verschiedene Szenarien, die bei der Installation angetroffen werden können. Nach etwa einem halben Tag sind Monteure fit für die Installation beim Endkunden. ■



Dennis Kock

ist im Bereich Geschäftsfeldentwicklung Smart Infrastructure bei der Welotec GmbH, Laer, tätig.
Bild: Welotec



Dipl.-Ing. (FH) Nora Crocoll

ist Redakteurin im Redaktionsbüro Stutensee.
Bild: rbs

Betrachtung zum Heizwärmebedarf

Teil 1

Das Verschwendungspotenzial in der Raumbeheizung

Erfahrungen mit hohen Heizenergieeinsparungen nach verbesserten Anlageneinstellungen haben in der Praxis auf den Begriff des Verschwendungspotenzials geführt. In dieser Arbeit wird mit Blick auf den Gebäudebestand gezeigt, wie es sich berechnen lässt und welchen Einflüssen es unterliegt.

TEXT: Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Mathias Fraaß

Auf Gebäude, die vor den ersten wirksamen Wärmeschutzverordnungen errichtet worden sind, entfällt über 80 Prozent des Heizenergieverbrauchs. Von der Warte der Energiesparverordnung (EnEV) sind diese Gebäude ein Sanierungsfall. Doch wenn die Sanierung sich nicht rechnet, herrscht weiter der Status quo.

Dass das nicht so sein muss, zeigen Einspar-Contractings, in denen Dienstleister beträchtliche Heizenergieeinsparungen mit verbesserten Anlageneinstellungen und einem durchgehenden Monitoring erzielen. An der Berliner Beuth Hochschule wurde auf diese Art eine Einsparung von 30 Prozent erzielt. Nach dem Contracting wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens regelmäßig Raumtemperaturen gemessen und in sogenannten Heatmaps visualisiert [1]. **Bild 1** zeigt einen Ausschnitt davon. Mit den Heatmaps sollten die Nutzer für die Verschwendung von Heizenergie sensibilisiert werden.

Geringe Verschwendung ist nicht mit hoher Effizienz zu verwechseln. Eine An-

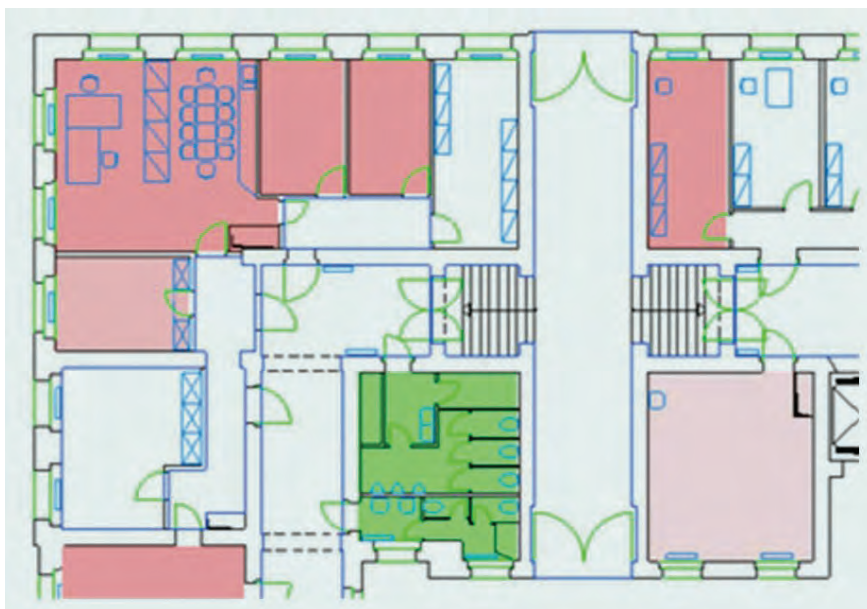


Bild 1: HeatMap Beuth Hochschule Haus A. Bild: Fraaß

lage ist effizienter als eine andere, wenn sie denselben Bedarf mit geringerem Aufwand deckt. **Bild 2** zeigt das in einem Energieflussbild nach DIN V 4701-10 [2], einer Norm für den EnEV-Nachweis in Wohngebäuden. Der beheizten Zone

(rot) wird als Nutzenergie der Heizwärmebedarf Q_h übergeben, damit ein Nutzen zustande kommt, der sich in einer Temperatur t_i und einem Luftwechsel β beziffert. Nach DIN V 4108-6 [5], der Schwesternorm von DIN V 4701-10, be-

rechnet sich Q_h in der Heizperiode oder auch monatsweise als

$$Q_h = Q_l - \eta Q_w \quad (1)$$

Hierin ist Q_l der Wärmeverlust und Q_w der Wärmegegewinn. η ist der Ausnutzungsgrad des Gewinns und hängt von der Bauweise ab. Der Baukörper kann Spitzen des Wärmegegewinns speichern, die den Verlust übersteigen. Der Aufwand wird in DIN V 4701-10 als Heizenergie Q_H bezeichnet und berechnet sich als

$$Q_H = Q_h + Q_g + Q_s + Q_d + Q_{ce} \quad (2)$$

Darin sind Q_g (generation), Q_s (storage), Q_d (distribution) und Q_{ce} (control and emission) die Verluste der Anlagenteile, die in Bild 2 zu erkennen sind. DIN V 4701-10 enthält für diese Verluste Tabellen, Diagramme und Rechenregeln. Je geringer die Verluste ausfallen, desto effizienter ist die Anlage.

Ausgehend von Gleichung (2) ist eine Verbesserung der Effizienz nur durch einen Umbau der Anlage zu erreichen. Dass eine verbesserte Anlageneinstellung die Effizienz erhöht, ist nur möglich, wenn damit eine schlechte Anlageneinstellung korrigiert wird, die zuvor die Effizienz verschlechtert hat. **Bild 3** zeigt oben die Ausgangssituation bei schlechter Anlageneinstellung: Zu den Bedarfswerten Q_{g0} , Q_{s0} , Q_{d0} und Q_{ce0} der Anlagenverluste treten weitere Anlagenverluste ΔQ_g , ΔQ_s , ΔQ_d und ΔQ_{ce} hinzu, die mit verbesserter Anlageneinstellung wieder abgebaut werden können. Ist zum Beispiel die Heizkurve überzogen worden, führt das zu höheren Verlusten der Verteilung im unbeheizten Bereich und bei Kesseln auch zu größeren Abgasverlusten und verminderter Brennwertnutzung. Auch die Bereitschaftsverluste steigen. Doch all das liegt nur im einstelligen Prozentbereich. Einsparungen von 30 Prozent werden erst erklärlich, wenn das Nutzerverhalten in Rechnung gezogen wird. Anders als in Bild 2 handelt es sich in Bild 3 um den realen Nutzer. Er ist nicht nur bedarfsgebend, sondern er kann auch erhöhte Temperaturen und Luftwechselzahlen Δt_i und $\Delta \beta$ herbeiführen.

Eine höhere Temperatur als t_{i0} wird auch schon in der Bedarfsberechnung berücksichtigt. Dort ist ihre Differenz zu t_{i0} eine bleibende Regelabweichung, die in den Verlust der Nutzenübergabe im Raum Q_{ce} eingeht. Ein elektronischer Regler

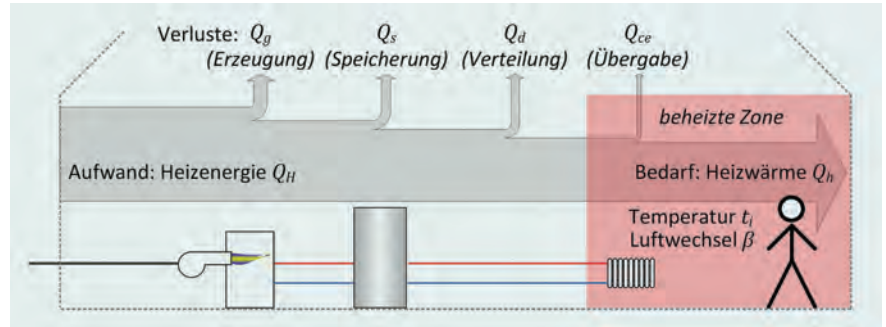


Bild 2: Energiebedarf einer Heizungsanlage gemäß DIN V 4701-10. Bild: Fraaß

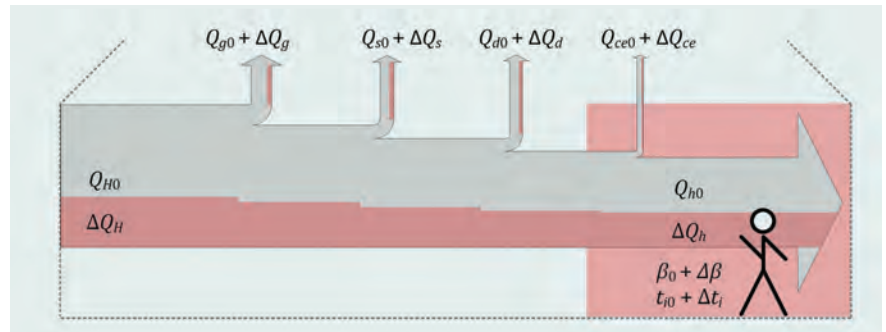


Bild 3: Energiefluss bei Verschwendung. Bild: Fraaß

wird damit zum Beispiel besser bewertet als ein Thermostatventil. Dagegen kommt die Temperaturerhöhung Δt_i zustande, wenn höhere Sollwerte als t_{i0} eingestellt werden. Hier geht es nicht um Q_{ce} , sondern um Q_h . Zum Bedarfswert Q_{h0} tritt eine zusätzliche Heizwärme ΔQ_h hinzu, die als verschwendet betrachtet werden muss. Behaglichkeitserwägungen ändern diesen Sachverhalt nicht im Grundsatz. Erreicht die Raumtemperatur zum Beispiel den Wert $t_i = 24^\circ\text{C}$, beträgt Δt_i , je nachdem, ob man $t_{i0} = 20^\circ\text{C}$ oder 22°C für angemessen hält, 4 K oder 2 K. Doch $t_i = 24^\circ\text{C}$ bleibt in beiden Fällen eine unangemessen hohe Temperatur. Wenn zur Temperaturerhöhung Δt_i noch eine Erhöhung $\Delta \beta$ des Luftwechsels hinzukommt, kann die zusätzliche Heizwärme ΔQ_h hohe Ausmaße annehmen. Bei solchen Ausgangszuständen rücken auch Einsparungen von 30 Prozent in den Bereich des Möglichen.

Um die Verschwendungseffekte gelöst von der Effizienz zu untersuchen, wird die erhöhte Heizwärme ΔQ_h nicht auf den Heizenergiebedarf Q_{H0} mit den darin enthaltenen Anlagenverlusten bezogen, sondern auf den Heizwärmebedarf Q_{h0} . Damit wird die Verschwendung (waste) zu einer Kennzahl

$$w_Q = \frac{\Delta Q_h}{Q_{h0}} \quad (3)$$

w_Q kann für jeden Raum gebildet werden. Über alle Räume in der beheizten Zone hinweg entsteht daraus als Mittelwert eine effektive Verschwendung w_{Qm} . Gelingt es, Q_h in der beheizten Zone von $(1 + w_{Qm})Q_{h0}$ auf $(1 + w_{Qm}^*)Q_{h0}$ zu reduzieren, berechnet sich die erzielte Energieeinsparung s_Q als

$$s_Q = \frac{w_{Qm} - w_{Qm}^*}{1 + w_{Qm}} \quad (4)$$

An der Beuth Hochschule wurde nach den Einsparmaßnahmen anhand der Heatmap-Daten festgestellt, dass noch eine effektive Verschwendung w_{Qm}^* von 12,5 % bestand. Angenommen, Q_H und Q_h wurden proportional reduziert, müsste w_{Qm} vor den Einsparmaßnahmen bei 65 % gelegen haben.

Um zu verstehen, wie solche Einsparungen möglich sind, muss man sich ansehen, wie Verschwendungen zustande kommen, welches Ausmaß sie haben können, und auch, wie sich die Anlageneinstellungen auf das mögliche Ausmaß der Verschwendung auswirken. Weil sich die Verschwendung auf Q_h bezieht, folgen die relevanten Energieumsätze Gleichung (1). Es muss nun nicht mehr die ganze Anlage betrachtet werden, sondern nur noch die beheizte Zone. **Bild 4** zeigt die Situation aus der Bedarfsberechnung, mit einem Raum als Sinnbild für die

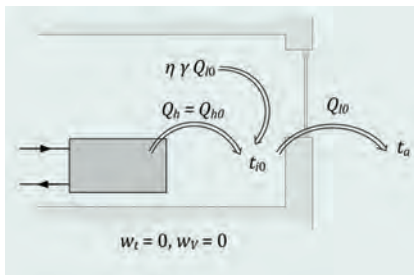


Bild 4: Beheizte Zone und Heizwärmebedarf.
Bild: Fraaß

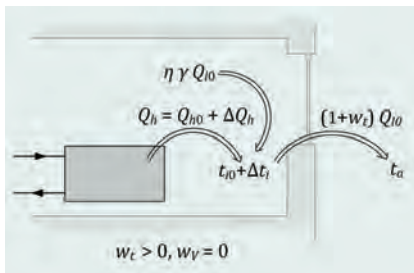


Bild 6: Verschwendung aus Überhitzung.
Bild: Fraaß

gesamte Zone. Die eingetragenen Größen sind räumliche und zeitliche Mittelwerte und wie schon zuvor mit dem Index 0 als Bedarfswerte gekennzeichnet. Zum Beispiel ist Q_{i0} der Bedarfswert des Wärmeverlusts. Der Wärmegewinn Q_w wird im Folgenden mit dem Gewinn-/Verlustverhältnis γ dargestellt. Es berechnet sich als

$$\gamma = \frac{Q_w}{Q_{i0}}. \quad (5)$$

Mit Verwendung von γ wird Gleichung (1) zu

$$Q_{h0} = Q_{i0} - \eta \gamma Q_{i0} = (1 - \eta \gamma) Q_{i0}. \quad (6)$$

Das kann in Gleichung (3) für den Bedarf eingesetzt werden. Im Folgenden geht es darum, ΔQ_h und die Verschwendung w_Q zu bestimmen, die sich auf diesen Bedarf bezieht.

Verschwendung aus Überhitzung

Überhitzungen kommen zustande, wenn die Nutzer zu hohe Sollwerte einstellen. Dies auch ohne sie zu kennen. Meist ist die Stufe des Thermostatventils die einzige Anzeige für sie. Dabei ist Stufe 3 nicht 20 °C, sondern nur ein bestimmter Hub bei 20 °C. Den Rest entscheidet die Heizflächendimensionierung. **Bild 5** zeigt Temperaturverteilungen in drei Gebäuden der Berliner Beuth Hochschule (zwei Alt-

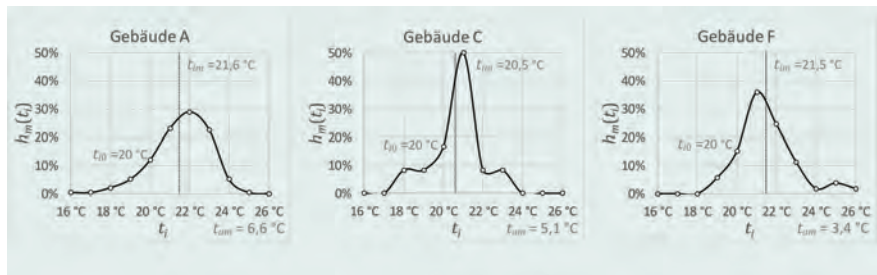


Bild 5: Raumtemperaturprofile Beuth Hochschule 2013/2014 und 2014/15. Bild: Fraaß

bauten und ein 1970er-Jahre-Bau) aus den Perioden 2013/14 und 2014/15. Sie wurden nach Ablauf des Contractings in 443 Räumen mit 3 450 Handmessungen aufgenommen, um daraus Heatmaps zu erzeugen. Es handelt sich durchweg um Aufenthaltsräume. Einige wurden nicht täglich genutzt. Hier traten auch Temperaturen unter 20 °C auf. Nach oben hin haben die meisten Nutzer keine höheren Temperaturen als 24 °C herbeigeführt. Im Folgenden wird dieser Wert als Referenz t_{imax} verwendet.

Bild 6 zeigt die Bilanz aus Bild 4 bei der Raumtemperatur $t_{i0} + \Delta t_i$. Der Gewinn bleibt derselbe wie in der Bilanz nach Bild 4, aber der Wärmeverlust ist nun nicht mehr Q_{i0} . Auf den Bedarfswert Q_{i0} bezogen fällt die prozentuale Erhöhung des Wärmeverlusts umso größer aus, je höher die Außentemperatur t_a ist. Ein geeigneter Bezug für Δt_i ist daher die Differenz $t_{i0} - t_a$. Daraus ergibt sich die Überhitzung

$$w_t = \frac{\Delta t_i}{t_{i0} - t_a}. \quad (7)$$

Mit Verwendung von w_t ist der erhöhte Wärmeverlust $(1 + w_t) Q_{i0}$. Die Bilanz liefert für die Heizwärme

$$Q_h = Q_{h0} + \Delta Q_h = (1 + w_t) Q_{i0} - \eta \gamma Q_{i0} = (1 - \eta \gamma) Q_{i0} + w_t Q_{i0}. \quad (8)$$

Abzüglich des Bedarfs $Q_{h0} = (1 - \eta \gamma) Q_{i0}$ zeigt die rechte Seite die zusätzliche Heizwärme $\Delta Q_h = w_t Q_{i0}$. Bezogen auf Q_{h0} ergibt sich daraus die Verschwendung

$$w_{Q,t} = \frac{w_t Q_{i0}}{(1 - \eta \gamma) Q_{i0}} = \frac{w_t}{1 - \eta \gamma}. \quad (9)$$

Der Index t gibt an, dass die Verschwendung aus Überhitzung resultiert. Man kennt diese Rechnung in der Art, dass jedes Kelvin mehr Raumtemperatur 6,7 % mehr Energieverbrauch bedeutet. Doch

das ist nur die halbe Wahrheit. Beträgt der Anteil $\eta \gamma$ des nutzbaren Wärmegevinns zum Beispiel 50 %, sind es 13,3 %.

Verschwendung aus Überhitzung und Überlüftung

In Bestandsgebäuden wie an der Beuth Hochschule hat $\eta \gamma$ eine Größenordnung von 20 % im Schnitt der Heizperiode. In der Ausgangssituation vor dem Contracting mit $w_{Qm} = 65$ % müsste w_t nach Gleichung (9) 52 % betragen haben. Im Schnitt der Heizperiode, bei $t_a = 5$ °C, müsste t_i bei rund 28 °C gewesen sein. Nach Bild 5 ist das ein Wert, den die Nutzer nicht toleriert hätten. Werte von w_{Qm} im Bereich von 65 % können nicht nur auf Überhitzung beruhen. Es müssen auch verstärkt Fenster geöffnet worden sein. Die Erhöhung des Luftwechsels $\Delta \beta$ lässt sich auf den Bedarfswert β_0 beziehen. Das liefert die Überlüftung

$$w_v = \frac{\Delta \beta}{\beta_0}. \quad (10)$$

Wird zum Beispiel der Luftwechsel verdreifacht ($\beta = 3 \beta_0$), ist $\Delta \beta = 2 \beta_0$ und $w_v = 2$. Dass w_v auch von Null an steigen kann, durch vermehrte Stoßlüftung, ist wenig wahrscheinlich. Realistischer ist die Annahme, dass es einen Mindestwert $w_{v,min}$ gibt, der zustande kommt, wenn das erste Fenster dauerhaft geöffnet wird.

Für die zugehörigen Luftmengen gibt es verschiedene Untersuchungsergebnisse. Rechnet man mit 75 m³/h durch ein einzelnes Fenster in Kippstellung, ergibt sich in einem Raum mit 5 x 4 x 2,5 = 50 m³ und $\beta_0 = 0,5$ eine Verdreifachung des Luftwechsels. Das entspricht $w_{v,min} = 2$. Infolge ihrer Trägheit kann die Raumbeheizung nicht wie eine Beleuchtung reduziert werden. Ist es den Nutzern zu warm geworden, schafft nur der Griff zum Fenster schnelle Abhilfe. Nicht selten bleibt das Fenster auch dann noch öff-

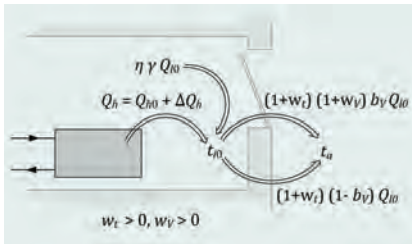


Bild 7: Verschwendung aus Überhitzung und Überlüftung. Bild: Fraaß

net, wenn der Anlass, es zu öffnen, längst fortgefallen ist.

Für den Griff zum Fenster müssen keine permanenten Überhitzungen vorliegen. Es reicht zum Beispiel eine hohe Stufe am Thermostatventil, verbunden mit einer Spitze des Wärmegewinns. Eine zeitweilige Überhitzung führt dann zu Überlüftung. Auch die Lüftererneuerung kann zur dauerhaften Fensteröffnung werden.

Raumtemperaturregelungen ohne Fensteröffnungserkennung erhöhen bei offenem Fenster den Hub an den Ventilen, um die Raumtemperatur zu halten. Überhitzung und Überlüftung fallen dann häufig zusammen. **Bild 7** zeigt dafür eine Bilanz. Anders als die Überhitzung betrifft die Überlüftung nur den Lüftungswärmeverlust Q_{l0} . Er steigt um $(1+w_v)$. Sein Anteil b_v am gesamten Wärmeverlust Q_{l0} ist eine gebräuchliche Kennzahl. Sie wird gebildet als

$$b_v = \frac{Q_{l0}}{Q_{l0}}. \quad (11)$$

Damit ist $b_v Q_{l0}$ der Lüftungsverlust und $(1-b_v)Q_{l0}$ der Transmissionswärmeverlust. Beide erhöhen sich unabhängig von w_v auch noch durch die Überhitzung w_t . Für die Heizwärme ergibt sich so

$$Q_h = \{ (1+w_t) [1-b_v + (1+w_v)b_v] - \eta\gamma \} Q_{l0} = [(1+w_t)(1+b_v w_v) - \eta\gamma] Q_{l0}. \quad (12)$$

Abzüglich $(1-\eta\gamma)Q_{l0}$ resultiert daraus die zusätzliche Heizwärme

$$\Delta Q_h = [(1+w_t)(1+b_v w_v) - 1] Q_{l0}. \quad (13)$$

Somit ist die Verschwendung aus einer Kombination von Überhitzung und Überlüftung

$$w_Q = \frac{(1-w_t)(1+b_v w_v) - 1}{1-\eta\gamma}. \quad (14)$$

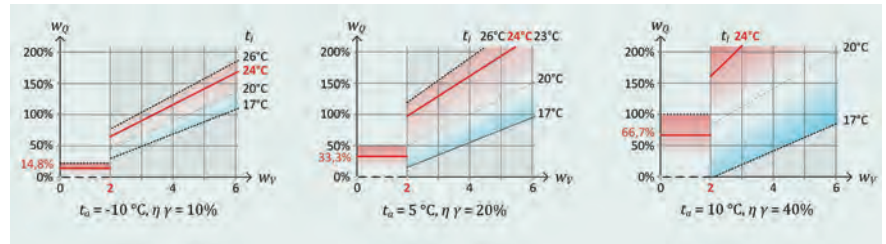


Bild 8: Verschwendungen bei $b_v = 20$ Prozent. Bild: Fraaß

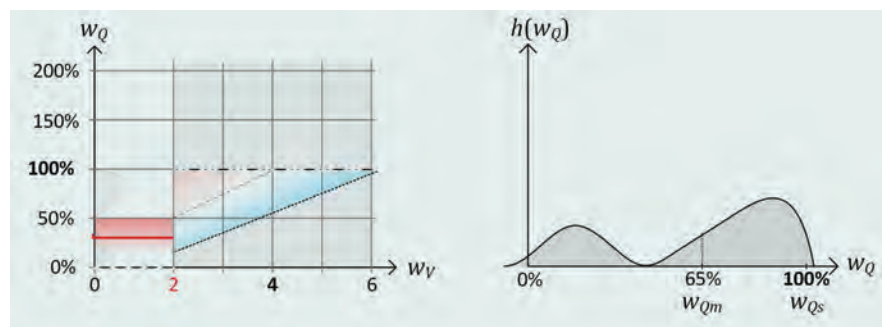


Bild 9: Begrenzung der Verschwendung durch $w_{Qs} = 100$ Prozent. Bild: Fraaß

Bild 8 zeigt für verschiedene Witterungen und Raumtemperaturen, wie in Bestandsgebäuden ($b_v = 20\%$) eine Verschwendung aus Überhitzung $w_{Q,t}$ nach Gleichung (9) bei $w_{v,min} = 2$ in eine kombinierte Verschwendung w_Q nach Gleichung (14) übergeht. Im mittleren Diagramm, das für die Heizperiode repräsentativ ist, hat die Verschwendung bei $t_{i,max}$ – das ist die rote Isotherme – ohne Überlüftung, den Wert $w_{Q,t} = 33,3\%$. Bei $w_{v,min}$ springt sie auf knapp 100 %, wenn t_i weiter $t_{i,max}$ ist. Geht t_i durch die Fensterlüftung auf t_{i0} zurück, springt sie auf 50 %.

Wie schon erwähnt, bleibt in üblichen Fällen ein Teil der Überhitzung bestehen, wenn Fenster nur leicht geöffnet werden. Die Verschwendung springt dann auf einen Wert zwischen 50 und knapp 100 %. Mit höheren Werten von w_v steigt die Verschwendung auch ohne Überhitzung drastisch an.

Schon wenn ein Teil der Räume in einem Gebäude stark überlüftet wird, treibt das die effektive Verschwendung w_{Qm} kräftig in die Höhe. So könnte die effektive Verschwendung von 65 % zustande gekommen sein, die an der Beuth Hochschule vor den Einsparmaßnahmen bestanden haben muss.

Gezielter Abbau des Verschwendungspotenzials

Nach oben hin sind Überlüftungen dadurch begrenzt, dass Heizflächen nicht beliebig hohe Temperaturen haben können. Es gibt daher einen Maximalwert Q_{hs} der Heizwärme, die die Anlage bei t_{i0} übergeben kann. Aus Q_{hs} und dem Bedarf Q_{h0} ergibt sich das Verschwendungspotential w_{Qs} der Anlage als

$$w_{Qs} = \frac{Q_{hs} - Q_{h0}}{Q_{h0}} = \frac{Q_{hs}}{Q_{h0}} - 1. \quad (15)$$

w_{Qs} bildet den höchstmöglichen Wert von w_Q nach Gleichung (14). Für $w_t = 0$ (vollständige Ablüftung der Überhitzung) lässt sich aus w_{Qs} rückrechnen, wie weit die Überlüftung gehen kann

$$w_{v,max} = (1-\eta\gamma) \frac{w_{Qs}}{b_v}. \quad (16)$$

Im Einzelfall ist es möglich, Räume auch über $w_{v,max}$ hinaus zu überlüften, ohne dass sie auskühlen, zum Beispiel, wenn sie hohe Wärmegewinne haben. $w_{v,max}$ ist ein durchschnittlicher Maximalwert, der im räumlichen und zeitlichen Mittel eingehalten werden muss, damit es nicht zu Auskühlungen $w_t < 0$ kommt.

Bild 9 zeigt für den besonders repräsentativen Fall in der Mitte von Bild 8, ►

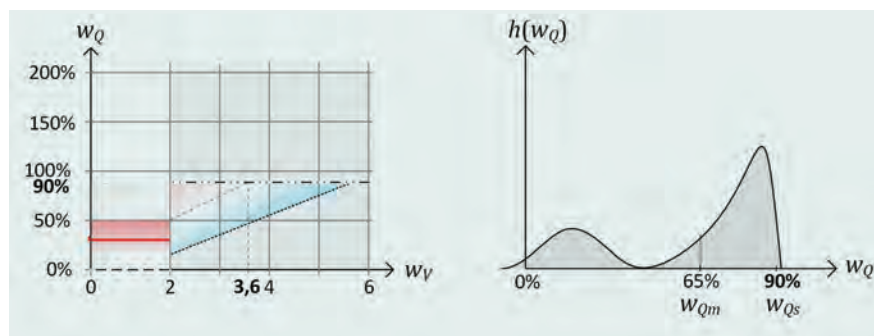


Bild 10: Reduzierung von w_{Qs} ohne Reduzierung von w_{Qm} . Bild: Fraaß

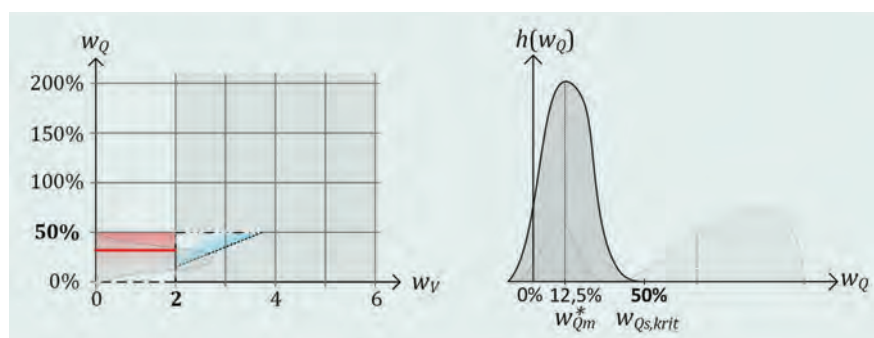


Bild 11: Begrenzung der Verschwendung durch $w_{Qs} = 50$ Prozent. Bild: Fraaß

wie die Verschwendung begrenzt wird, wenn w_{Qs} 100 % beträgt. An der strichpunktierten Isotherme für $t_{i0} = 20^\circ\text{C}$ liest man ab, dass $w_{V,max} = 4$ ist. Das geht auch aus Gleichung (16) für $b_V = 20\%$ und $\eta\gamma = 20\%$ hervor. Rechts im Bild ist ein hypothetisches Verschwendungsprofil, verstanden als Häufigkeitsverteilung der Verschwendung, eingetragen. Im linken Teil ist das Profil wie in Bild 5 durch Überhitzungen geprägt. Im rechten Teil kommen Überlüftungen hinzu. Die Delle zwischen den beiden Teilen liegt im Gebiet des erörterten Sprungs von $w_{Qt} = 33\%$ bei $t_{i,max}$ auf $w_Q = 50\%$ und höher bei $w_{V,min}$. In diesem Bereich treten kaum Verschwendungen auf, weil sie mit Werten von $t_i > t_{i,max}$ beziehungsweise mit Werten von $w_V < w_{V,min}$ verbunden sind.

Im steilen Abfall ganz rechts äußert sich die begrenzende Wirkung von w_{Qs} . Das Profil endet nicht abrupt bei w_{Qs} , weil w_{Qs} ein räumlich und zeitlicher Mittelwert ist, der in einzelnen Fällen auch überschritten werden kann.

Die Fläche unter dem gesamten Profil ist 100 %. w_{Qm} teilt sie in zwei Hälften mit je 50 % auf. Damit Einsparungen erzielt werden, müsste w_{Qm} vermindert wer-

den. Reduzierungen des Durchflusses oder Absenkungen der Vorlauftemperatur reduzieren aber zunächst nur w_{Qs} .

In Bild 10 ist w_{Qs} auf 90 % reduziert worden und $w_{V,max}$ auf 3,6. Das hat zur Folge, dass die Häufigkeit der Verschwendungen nahe w_{Qs} ansteigt. Dadurch ändert sich jedoch nur die Form der 50 %-Fläche rechts von w_{Qm} . Das neue Verschwendungspotenzial wird stärker ausgeschöpft, aber w_{Qm} bleibt gleich. Offenbar geht es nicht nur darum, das Verschwendungspotenzial überhaupt abzubauen. Deutliche Einsparungen entstehen erst, wenn es so weit abgebaut wird, dass es kaum noch möglich ist, Fenster dauerhaft zu öffnen, ohne dass dadurch die Räume auskühlen. Diese Situation zeigt Bild 11. w_{Qs} ist hier auf einen Wert knapp unterhalb von 50 % reduziert worden. Das Verschwendungsprofil hat nun eine Form, wie die Temperaturverteilungen nach den Einsparmaßnahmen an der Beuth Hochschule mit dem neuen Wert $w_{Qm}^* = 12,5\%$. So oder so ähnlich könnte sich die Einsparung abgespielt haben.

Wenn empirische Untersuchungen die prognostizierte Delle in der Häufigkeitsverteilung bestätigen, belegt das den er-

staunlichen Zusammenhang, dass das Verschwendungspotenzial deutlich weniger ausgeschöpft wird, wenn es nur weit genug reduziert wird, nämlich in den Bereich von $w_{Qs,krit}$. In diesem Bereich bestimmt nicht mehr die Anlageneinstellung, sondern das Nutzerverhalten die Form des Profils. Es läuft dann nicht mehr steil aus, durch die Wirkung des Verschwendungspotenzials, sondern flach, weil nur wenige Nutzer besonders hohe Temperaturen herbeiführen. Unterhalb von $w_{Qs,krit}$ würde das Verschwendungspotenzial wieder häufiger ausgeschöpft werden, weil es nun die Überhitzungen begrenzt. Erst in diesem Bereich ergibt sich ein Zielkonflikt zwischen Komfort und Energieverbrauch, wie er im Forschungsvorhaben HeatMap adressiert wurde [1].

In der vorliegenden Arbeit geht es nun weiter darum, wie sich hohe überkritische Werte von w_{Qs} einstellen können, die eine erhebliche effektive Verschwendung w_{Qm} zulassen. Als Anhaltswert für $w_{Qs,krit}$ wird dabei der Wert von 50 % bei $w_{V,min} = 2$ und $b_V = \eta\gamma = 20\%$ herangezogen. ■

FORTSETZUNG FOLGT

Der zweite Teil dieses Fachbeitrags erscheint in der nächsten Ausgabe der HLH.

LITERATUR

- [1] IFAF Forschungsvorhaben „HeatMap“, 1.6.2013–31.5.2015
- [2] DIN V 4701–10:2003–08: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung, Beuth Verlag, Berlin 2003.



Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Mathias Fraaß

Beuth Hochschule für Technik Berlin, Labor für Elektro-, Mess- und Regelungstechnik im Gebäude.
Bild: Autor

Buderus

Heizsysteme mit Zukunft.

Systeme für Visionen.

Entdecken Sie die Wärmepumpen-Systeme von Buderus.

Die große Systemvielfalt von Buderus bietet alle Möglichkeiten, um bauliche Visionen zu verwirklichen. Ein Beispiel dafür ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe Logatherm WLW196i AR im edlen Design der Titanium Linie. Die multivalente Wärmepumpe lässt sich bei Bedarf mit regenerativen Energien wie Solarenergie oder Biomasse ergänzen. Für maximale Effizienz und noch mehr Komfort bietet Buderus diese Wärmepumpe als perfekt abgestimmte Systemlösung an. Mehr dazu erfahren Sie unter www.buderus.de/waermepumpe

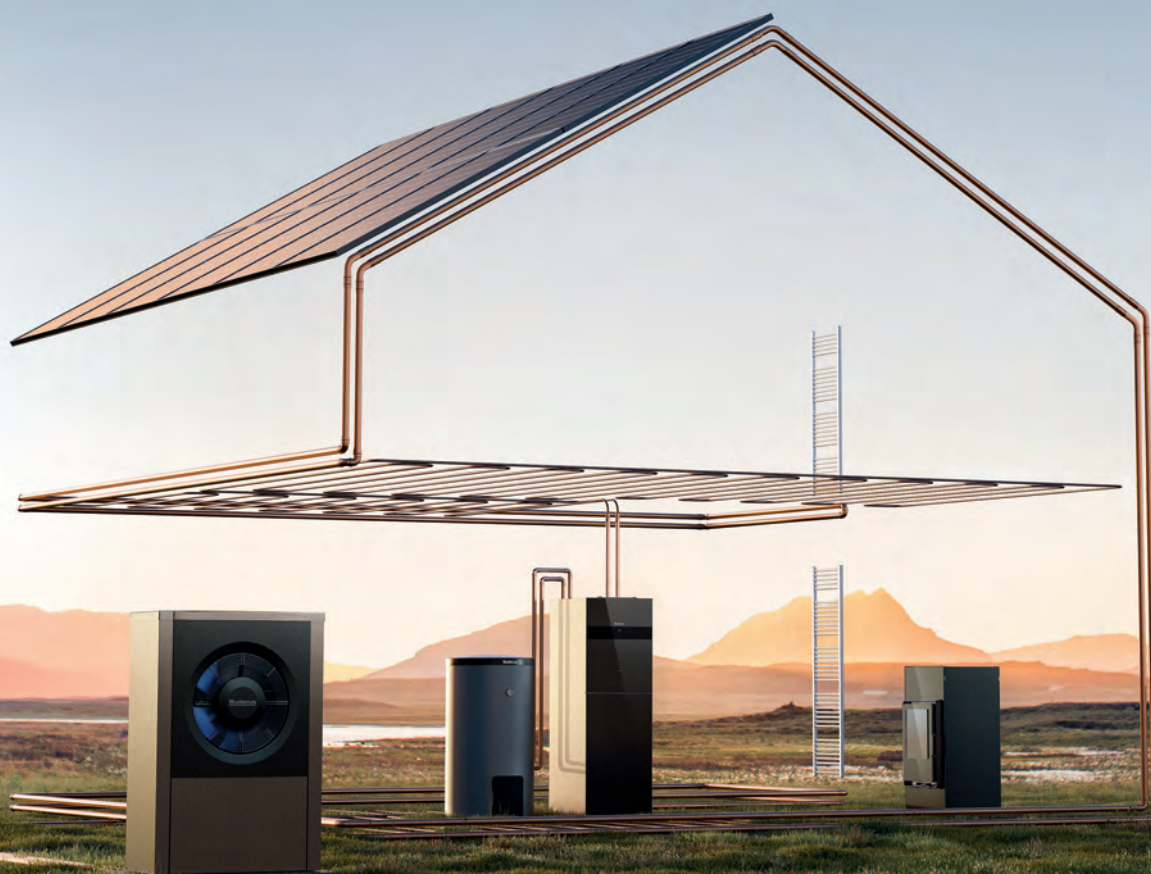




Bild 1: Nach über 35 Jahren Museumsbetrieb stand eine umfassende Sanierung des Richard Wagner Museums in Bayreuth an. Bild: PYDThermosysteme, Bischofswiesen

Thermosysteme im Richard Wagner Museum Bayreuth

Heizen und Kühlen im Museumsbetrieb

Flächenheizungen lassen sich ohne größeren Aufwand ebenfalls zur stillen Kühlung nutzen. Damit entsteht ein schlankes System, dass auch bei komplexen Anforderungen an das Heizen oder Kühlen eine effiziente Unterstützung der Haustechnik bietet. Im Fall des Erweiterungsbaus des Richard Wagner Museums in Bayreuth unterstützt das System das angenehme Raumgefühl im Sommer wie im Winter entscheidend.

TEXT: Dipl.-Ing. Arch. (FH) Tim Westphal

Mit Bayreuth verbindet man unwillkürlich den Namen Richard Wagner. Ohne Zweifel, der Ausnahmekomponist, Dich-

ter, Schriftsteller und Dirigent ist auf immer mit Bayreuth verknüpft. Einer der Gründe ist sicher auch der Standort seines Wohnhauses, direkt am Bayreuther Hofgarten. Es ist seit 1976 ein Museum und beherbergt das Nationalarchiv der

Richard-Wagner-Stiftung, ist Ort der Erforschung und Vermittlung von Leben und Werk Richard Wagners, seines Wirkens und der Aufführungsgeschichte der Bayreuther Festspiele (**Bild 1**). Viele handschriftliche Originale wie Noten,

Partituren, autobiografische Schriften, Briefe und persönliche Gegenstände sind hier ausgestellt oder in den umfangreichen Archiven untergebracht.

Neubau in Gesamtensemble eingebettet

Nach über 35 Jahren Museumsbetrieb stand eine umfassende Sanierung des Museums an, die unter anderem die Erweiterung der Ausstellungsflächen und eine Überarbeitung des Ausstellungskonzepts beinhaltete. Mit der Umsetzung des Erweiterungsbaus wurden Staab Architekten aus Berlin beauftragt. Die Planung und Realisierung der Ausstellungsarchitektur verantworteten die Spezialisten von HG Merz aus Stuttgart, das Ausstellungskonzept wurde vom Museum selbst entwickelt. Staab Architekten sanierten das Haus Wahnfried sowie das Erdgeschoss im benachbarten Siegfried-Wagner-Haus. Beide Gebäude bieten ebenfalls umfassende Ausstellungsflächen.

Der Neubau im Westen des Wagner-Grundstücks schließt direkt an das frühere Gärtnerhaus an, in dem sich heute das Museumscafé befindet. Der pavillonartige Bau mit seiner vollverglaste Fassade wirkt zurückhaltend und schließt das parkähnliche Grundstück nach Westen ab. Den Architekten war wichtig, dass sich der zweigeschossige Neubau (Erdgeschoss und Untergeschoss) harmonisch einfügt. Der parkähnliche Charakter des im Süden des Grundstücks liegenden Gartens sollte erhalten bleiben – ebenso wie die unbestrittene Solitärstellung des prägnanten Haus Wahnfried.

Spezialisten für die Heiz- und Kühltechnik

Die technische Konzeption, Projektierung und Baubetreuung der kompletten, gebäudetechnischen Anlagen erfolgte durch das Ingenieurbüro Rabenstein aus Bischofsgrün. In den Gebäuden werden diverse Präzisionsklimaanlagen zum Schutz und Erhalt der historischen Exponate (**Bild 2**) betrieben. In den hochsensiblen Depotbereichen ist zusätzlich eine Sauerstoff-Reduzieranlage zur Brandvermeidung verbaut. Für die Energieversorgung wählte das Büro Rabenstein ein kombiniertes Heiz-/Kühlsystem mit Erdsonden-Pendelspeicher. In den großen Ausstellungsräumen wird die Klimatisierung darüber hinaus durch eine Flächen-Heizung/Küh-



Bild 2: Präzisionsklimaanlagen schützen die historischen Exponate. Bild: PYD Thermosysteme, Bischofsgrün



Bild 3: Das PYD-Thermosystem heizt und kühlt im Erweiterungsbau (im Bild das Untergeschoss), im ehemaligen Gärtnerhaus und im Untergeschoss des Haus Wahnfried. Bild: PYD Thermosysteme, Bischofsgrün

lung unterstützt. Für diese Aufgabe entschied sich das Büro Rabenstein nach intensiver Marktrecherche für das Heiz-/Kühlsystem von PYD. Auf Basis der energetischen Berechnungen wurden die Systeme zur Fußbodentemperierung bemessen, konfektioniert und geliefert.

Die Lösung mit den pyramidenförmigen Aluminiumblechen (**Bild 3**) bietet sowohl optimale Heiz- als auch effiziente Kühlleistungen. Für das Fachplanungsbüro Rabenstein war die Entscheidung im Rahmen der Ausschreibung daher die richtige. Geschäftsführer Mario Wolf stellt heraus: „Nach der bisherigen Betriebszeit von nahezu vier Jahren hat das System die gestellten Erwartungen und Anforderun-

gen vollumfänglich erfüllt. Auch im Jahrhundertssommer 2018 wurden hervorragende Ergebnisse bei der Flächenkühlung erreicht. Die Zusammenarbeit mit PYD war während der Planungsphase und Ausführung vorbildlich und die Materialqualität war bei der Abnahme vor dem Estricheinbau überzeugend.“

Optimale Temperaturverteilung

PYD-Thermosysteme lieferten für das Gärtnerhaus, das Untergeschoss des Haus Wahnfried und den Pavillonneubau mit Erd- und Untergeschoss sein System PYD-Alu Floor Nass sowie die Heizkreis-

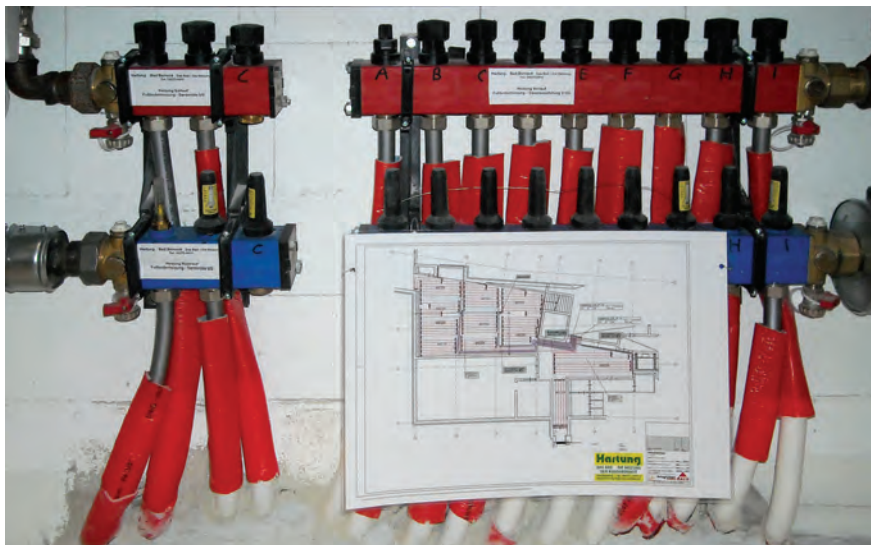


Bild 4: Mehrere Heiz- und Kühlzentralen sind in dem Gebäudekomplex notwendig. Im Bild: PYD-Heizkreisverteiler für Vor- und Rücklauf in Teilbereichen des Untergeschosses des Erweiterungsbaus.

Bild: PYD Thermosysteme, Bischofswiesen

verteiler (Bild 4) und Zonenventile. Insgesamt sind etwa 1 280 m² Fußboden-temperierung in den drei Gebäudeteilen verbaut. Die speziell geprägten Aluminium-Thermoleitbleche sorgen für eine sehr gute und gleichmäßige Temperaturverteilung. Eine Heizleistung bis zu 90 W/m² ohne Überschreitung der zulässigen Fußbodenoberflächentemperatur von 29 °C sind damit möglich. Hinzu kommt die stille Kühlung: die Kühlleistung bis 55 W/m² ohne Unterschreitung der zulässigen Oberflächentemperatur von 20 °C ist bemerkenswert. Möglich wird dies vor allem durch die Vergrößerung der Heiz- und Kühlfläche durch die patentierte Pyramidenprägung. Technologische Vorteile sind darüber hinaus eine Trägheitsmasseneinsparung, der Isoliereffekt sowie eine Stabilisierung des Estrichaufbaus durch die Luftkammern unter den Pyramidenblechen.

Zuverlässig im Winter- und Sommerbetrieb

Im durchgehenden Betrieb konnte sich das PYD-System bereits bewähren. So zeigt die passive Kühlung über die Fußbodenoberfläche, die die Lüftungsanlage im neuen Museumspavillon unterstützt, einen hohen Wirkungsgrad. Selbst im heißen Sommer 2018 ist die Raumtemperatur im Innenbereich nicht über angenehme 21 °C gestiegen, stellt der hauseigene Techniker des Museums fest. Ebenso ist die Heizleistung in den kalten Monaten optimal. Durch die abgegebene langwellige Strahlungswärme entstehen keinerlei Zugerscheinungen. Die 20 mm-Systemrohre aus PE-RT mit Sauerstoffsperrschicht werden bei der Montage in die Aluminiumleitbleche eingelegt. Durch die rohrumschließenden Aluminiumleitbleche ist eine große Wirkungsfläche

auf dem Leitblech gewährleistet. Die Wärme wird großflächig übergeben und über das gesamte Alu-Pyramidenprofil abgegeben. Schnelle Aufheiz- und Abkühlzeiten sind ein weiterer Vorteil des PYD-Alu Floor Nass-Systems, das beim Richard Wagner Museum im Markt verlegt wurde. Optimierte Produkte und Wärmeleiter, große Rohrquerschnitte, exakte Lastberechnungen vom Planer sowie detaillierte Verlegungspläne schaffen Reaktionszeiten von wenigen Stunden im Gesamtbauteil.

Technologische Vorteile sinnvoll nutzen

Der PYD-Ansprechpartner vor Ort war Hans-Günter Merkel, für den das Bauvorhaben in Bayreuth ein Paradebeispiel für eine optimale Zusammenarbeit zwischen Planer, Hersteller und ausführendem Betrieb war. Für ihn bietet das in der Festspielstadt verwendete System einen wichtigen Zusatznutzen zu anderen Marktlösungen: „Dank des patentierten Thermoleitblechs aus Aluminium mit Pyramidenprägung vergrößert sich die Oberflächenstruktur der Heiz- oder Kühlfläche um mehr als 30 Prozent. Daraus resultiert eine schnelle und gleichmäßige Aufheizung oder Flächenkühlung. Zudem ist im Kühlmodus das zügige Ableiten von Wärmelasten aus Räumen gewährleistet. Das waren wichtige Argumente im Richard Wagner Museum, die uns die Türen ganz sicher zusätzlich geöffnet haben.“

Zudem bietet PYD seinen Planern und Verarbeitern umfangreichen Support, der deutlich über die Konfektionierung und Lieferung des Systems hinausgeht. Im Falle des Richard Wagner Museums zählte dazu beispielsweise die Bereitstellung von Auslegungsdaten und die schnelle Reaktion auf Planungsänderungen sowie angepasste Termine. Sind kurzfristige Korrekturen nötig, können Planer und Verarbeiter stets auf die Unterstützung ihres Ansprechpartners zurückgreifen. Hinzu kommt, dass das Unternehmen die Montage ihrer Systeme anbietet oder den regionalen Fachbetrieb mit Know-how bei der korrekten Montage unterstützt. ■

BAUTAFEL

Projektadresse:	Richard Wagner Museum Bayreuth, Wahnfriedstraße 2, 95444 Bayreuth
Bauherr:	Stadt Bayreuth, Hochbauamt
Architekten:	Staab Architekten, Berlin
Ausstellungsgestaltung:	HG Merz, Stuttgart
Tragwerksplanung:	Burges + Döhring, Bayreuth
Elektroplanung:	Planungsbüro Käppel, Bayreuth
Haustechnik:	Ingenieurbüro Rabenstein Gebäudetechnik, Bischofsgrün
Heiz-Kühlsystem:	PYD Thermosysteme, Bischofswiesen mit PYD-Alufloor Nass, PYD Heizkreisverteiltern (PYD-HV) sowie elektrischen Stellantrieben (PYD-SAE)
Ausführender Betrieb (Heizungsmontage):	Fa. Hartung, Bad Berneck



**Dipl.-Ing.
Arch. (FH)
Tim Westphal**

ist Fachbuchautor sowie freier Redakteur im PR-Büro Dieter Last, Berlin.
Bild: Zorica Funk, München

Keine Toleranz bei der Raumtemperatur

Bei der Rolf Kind GmbH ist das Raumklima maßgeblich für den Unternehmenserfolg. Die Qualität der Produkte kann nur sichergestellt werden, wenn in der Halle ein gleichmäßiges Temperaturprofil gewährleistet ist.

Die Rolf Kind GmbH befasst sich mit anspruchsvollen Aufgaben der Schmiedetechnologie. Am Standort Lindlar werden die wärmebehandelten Produkte auf großen Zerspanungsmaschinen bearbeitet. Die größte Maschine ist ein Fräs- und Bohrwerk mit 35 Metern Bettlänge die bis zu 25 Meter große Teile ohne Umspannen bearbeiten kann. 2017 ist eine neue Halle mit 80 mal 30 Metern Grundfläche und 15 Metern Höhe errichtet worden, um für ebendiese Maschine die idealen Präzisionsbedingungen zu schaffen (**Bild 1**). Für einen Fertigungsgang über die gesamten 25 Meter benötigt die Maschine mitunter eine Stunde. Temperaturschwankungen während eines Arbeitsganges würden am Werkstück sowie an der Maschine weitreichende Folgen nach sich ziehen. Planer H. Eschbach: „Die Herausforderung bei der Heizungsplanung lag in der Gewährleistung der Temperaturgleichmäßigkeit, um die Maschinengenauigkeit nicht zu gefährden. Zwar ist die Halle gut gedämmt aber der Wärmeverlust über die sechs mal sechs Meter großen Sektionaltore an den Stirnseiten muss ebenso abgefangen werden, wie wetterbedingte Veränderungen. Aufgrund der Höhe und der effizienten Betriebsweise kamen für uns nur stufenlos arbeitende Infrarotsysteme, die sich dem tatsächlichen Wärmebedarf der Halle anpassen können, in Frage.“ Zum Einsatz kamen deshalb stufenlos modulierende Schwank Dunkelstrahler des Typs deltaSchwank (**Bild 2**).

Die Weltpremiere feierte das Produkt im Frühjahr 2017. Der stufenlose Dunkelstrahler mit pneumatischem Gas-/Luft-Verbund geht gänzlich neue Wege im konstruktiven Ansatz von Dunkelstrahlern. Ein patentierter Brenner feuert zum Beispiel in einen Brennraum und passt dabei die Gas- und Luftmenge stufenlos dem tatsächlichen Wärmebedarf an. Bis weit in den Brennwertbereich kann das Gerät stufenlos modulieren und verzichtet bei der Leistungsanpassung auf das energieintensive und unkomfortable Ein/Aus-Takten. Ähnlich einem Auto, dass mit Vollgas beschleunigt und bei Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit ausgeschaltet wird, verschleifen Dunkelstrahler ohne stufenlose Modulation deutlich schneller und können Raumtemperaturen nur sehr schwer konstant halten.

Bei der Rolf Kind GmbH reichen heute fünf deltaSchwank mit einer Gesamtleistung von 205 kW aus, um die Halle auf Tempe-



Bild 1: In der Präzisionsfertigung kann es je nach Material und Schnittgeschwindigkeit mehrere Stunden dauern, bis die Fräsmaschine einen Arbeitsgang auf 25 Metern abgeschlossen hat. Eine gleichmäßige Raumtemperatur ist deshalb entscheidend für die Qualität. Bild: Schwank



Bild 2: Die Dunkelstrahler modulieren im pneumatischen Gas-Luftverbund stufenlos zwischen 40 und 100 Prozent Leistung und passen so die Leistung dem tatsächlichen Wärmebedarf an. Bild: Schwank

ratur zu bringen. Der Maschinenbauer hat zusätzlich auf eine Steuerung des gleichen Herstellers gesetzt. Die Eigenentwicklung des deutschen Hallenheizungsspezialisten kann die deltaSchwank Geräte über eine Modbus-Schnittstelle anbinden, steuern sowie Verbräuche und Anlagenzustand detailliert auswerten. Selbst eine Fernwartungsoption stellt die Steuerung zur Verfügung. Planer Eschbach: „Die Energieeffizienz hat schon nach wenigen Monaten überzeugt. Die Kind-Mitarbeiter sind von der erreichten Temperaturgleichmäßigkeit – auch bei geöffneten Hallentoren – begeistert. Auch die Maschinentemperaturen liegen allesamt locker in dem vorgegebenen Toleranzbereich.“ Wie sinnvoll die stufenlose Modulation der Dunkelstrahleranlage ist, zeigt die Auswertung der Betriebsdaten 2017/2018. An nahezu 95 Prozent aller Heizztage arbeiteten bei Kind die deltaSchwank im modulierenden Bereich zwischen 40 und 100 Prozent, nur an fünf Prozent der Heizztage musste die Anlage 100 Prozent Leistung abrufen. www.schwank.de

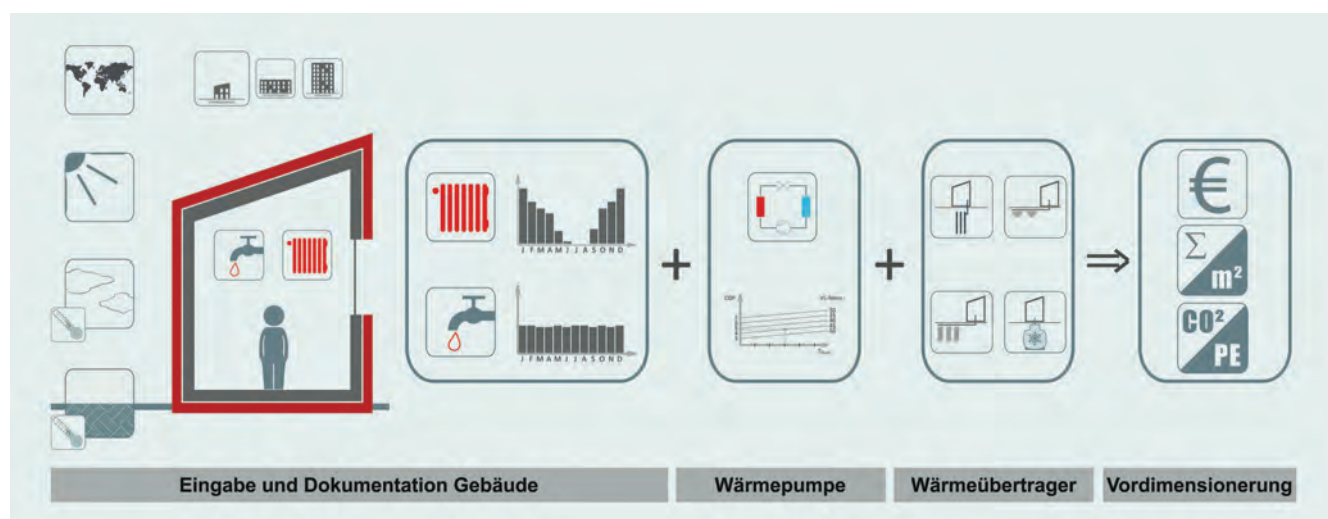


Bild 1: Schema zum Aufbau und Informationsfluss in WP_{SOURCE}. Bild: IGS

Wärmequellen und -übertrager für Wärmepumpen

Konzeptfindung mit WP_{SOURCE}

Im Zuge des wachsenden Einsatzes von Wärmepumpen steigt auch die Anzahl der am Markt angebotenen, potenziell nutzbaren Niedertemperaturwärmequellen und zugehöriger Wärmeübertrager. Oft scheuen Planer jedoch den Aufwand, sich einen ausreichenden Überblick über die verfügbaren Technologien und Randbedingungen, wie beispielsweise Flächenbedarfe und Investitionskosten, zu den einzelnen Systemen und Komponenten anzueignen. Ein am Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig entwickeltes Programm kann hier wertvolle Hilfestellung leisten.

TEXT: Dipl.-Ing. Franziska Bockelmann, Dipl.-Ing. Markus Peter und Dipl.-Ing. Mathias Schlosser

Die Einbindung von Wärmepumpen in die Energieversorgung von Gebäuden ist eine zunehmend angewandte Technik. Dies spiegelt sich auch in den Verkaufszahlen und der Vielfalt der am Markt angebotenen Wärmepumpen wider. Um das Potenzial des gesamten Ener-

gieversorgungssystems möglichst effizient ausschöpfen zu können, ist die Wahl der Niedertemperaturwärmequelle und des zugehörigen Wärmeübertragungssystems sowie die Anbindung an das Gebäude von entscheidender Bedeutung.

In diesem Zusammenhang ist das Programm WP_{SOURCE} (entwickelt im Rahmen des F&E-Projektes „future:heatpump“ am

Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS) der Technischen Universität Braunschweig) ein wertvolles multifunktionales Hilfsmittel, das in vielen Bereichen für die projektspezifische Auswahl und Dimensionierung von Wärmequellen und Wärmeübertragungssystemen für Wärmepumpen eingesetzt werden kann.

Auf der Grundlage der Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt future:heatpump sowie der Entwicklung des Vordimensionierungsprogramms WP_{SOURCE} ergeben sich hinsichtlich der Einbindung und Anwendung von Wärmepumpen wie auch diverser zusätzlicher Komponenten die mit Wärmepumpen gekoppelt werden können, neue Schwerpunkte. Im Rahmen des Forschungsprojektes „future:heatpump_II“ (gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi) werden über die Inhalte des Forschungsprojektes future:heatpump hinausreichende Themen bearbeitet. Die Bearbeitung und Analyse der gewählten Aspekte ermöglicht eine Erweiterung des Programms WP_{SOURCE} und soll zum vermehrten Einsatz von Wärmepumpen beitragen.

Vordimensionierungsprogramm WP_{SOURCE}

Um bereits im Rahmen der Vorplanung dem Planer und Bauherren die Bewertung geeigneter Wärmepumpensysteme sowie deren Niedertemperaturwärmequellen und -übertrager zu erleichtern, aber auch um die Verbreitung der Wärmepumpentechnologie im Allgemeinen voranzubringen, ist eine übersichtliche Zusammenstellung unterschiedlicher technologischer Ansätze hilfreich. WP_{SOURCE} soll für die Nutzung durch eine breite Anwenderschaft zur Verfügung stehen und durch unterschiedliche Detaillierungsgrade und Gesichtspunkte bei den Projektierungen und Planungen von Wärmepumpenanlagen Rechnung tragen. Aus diesem Grund ist Flexibilität und Vielseitigkeit bei den Einstellungen und Eingaben ein wesentliches Merkmal von WP_{SOURCE} (Bild 1).

Die Bedienung beginnt mit der Dokumentation und Spezifikation der Ausgangssituation und der Randbedingungen des jeweiligen Projektes. Nach der Eingabe allgemeiner Projektdaten gibt der Nutzer unter anderem bekannte Kennwerte, wie etwa die Grundstücksfläche, den Gebäudetyp (Ein- oder Mehrfamilienhaus oder Bürogebäude) und dessen thermischen Standard sowie gegebenenfalls Energiebedarfswerte ein. Darüber hinaus trifft der Nutzer Festlegungen bezüglich des auszulegenden Heiz- und/oder Kühlsystems. Aus diesen Eingaben und weiteren, projektspezifischen Auswahlmöglichkeiten zum Gebäude, wird vom Programm der Heiz- und Kühlenergiebedarf sowie die Heiz- und Kühllast ermittelt.

Grundsätzlich kann sowohl ein Anwender mit detaillierten Kenntnissen und Rahmendaten zu einem Projekt und die zu erstellende Wärmepumpenanlage ebenso vom Programm profitieren, wie ein Nutzer mit nur groben Projektinformationen. Je nach Informationsstand kann der Nutzer das Gebäude zum Beispiel durch Angaben aus einer EnEV-Bilanzierung, nach eigenen Angaben zum Heizenergieverbrauch oder anhand der Baualtersklasse definieren. In Abhängigkeit vom Heizleistungsbedarfs des definierten Gebäudes verwendet WP_{SOURCE} zur weiteren Berechnung Wärmepumpen mit entsprechender Leistung. Die Kenndaten der im Programm implementierten Wärmepumpen wurden aus Daten einer Vielzahl von zurzeit am Markt relevanten Geräten generiert. Die für das Programm analytisch generierten Geräte repräsentieren Wärmepumpen mittlerer Güte für die jeweilige Leistung und dienen zu programminternen Berechnungen, zum Beispiel von Arbeitszahlen.

Über die mittlere monatliche Arbeitszahl der Wärmepumpe und den ermittelten monatlichen Heizwärmebedarf wird die notwendige Entzugsenergie aus der Niedertemperaturwärmequelle berechnet. Diese Entzugsenergie bildet eine wesentliche Grundlage bei der Auswahl und (überschlägigen) Dimensionierung der Niedertemperaturwärmequelle.

Auf der Basis der Eingaben und der im Programm hinterlegten Funktionen leitet WP_{SOURCE} die benötigten Größen zur Vorauswahl und überschlägigen Dimensionierung geeigneter Niedertemperaturwärmequellen und zugehöriger Wärmeübertrager für einen individuellen Anwendungsfall ab. Auch ökologische (CO₂-Emission, Primärenergie) und wirtschaftlichen Faktoren (Investitions- und Betriebskosten) für die unterschiedlichen Niedertemperaturwärmequellen/Wärmeübertrager-Kombinationen werden dokumentiert.

Erweiterung des Vordimensionierungsprogramms

Zusatzanwendungen und Kombinationen von beziehungsweise mit Wärmepumpen

Heute dienen Wärmepumpen als Element innerhalb eines Energieversorgungskonzepten für Gebäuden nicht mehr ausschließlich der Beheizung der Gebäude.

Im Rahmen der Entwicklung von klimaneutralen Gebäudekonzepten werden Wärmepumpen als „Grundelement“ gesehen und mit weiteren Bausteinen zu ganzheitlichen Versorgungskonzepten zusammengeführt.

Mit Hilfe des Programms WP_{SOURCE} und den zurzeit in der Umsetzung befindlichen Erweiterungen, zum Beispiel auf bivalente Systeme oder die Einbindung von Photovoltaik und Solarthermie, soll die Konzeptfindungs- und Planungsphase von Gebäuden und Anlagen mit Blick auf sinnvolle Einbindungen regenerativer Energiequellen sowie unterschiedlicher Energieerzeuger unterstützt und die Verbreitung von klimaneutralen Gebäuden erleichtert werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes future:heatpump_II werden Lösungsansätze für zusätzliche Themenschwerpunkte erarbeitet und analysiert, die dem Planer und Anwender der Systeme für die Praxis in einer aktualisierten Version von WP_{SOURCE} zur Verfügung gestellt werden. Unterschiedliche Systemkombinationen werden evaluiert und aussagekräftige Ergebnisse zu deren Leistungsfähigkeit dokumentiert. Die Sinnhaftigkeit der untersuchten Konzepte soll dargestellt und durch wissenschaftliche Erkenntnisse begründet werden.

Verschiedene Wärmepumpentypologien

Hinsichtlich der Wärmepumpentechnologien sind bei der Betrachtung und Analyse der aktuellen Marktsituation in Deutschland unterschiedliche Bauarten von Wärmepumpen zu charakterisieren. Die gebräuchlichsten Wärmepumpentypen können wie folgt eingeteilt werden:

- Art der Wärmequelle (Luft, Wasser, Sole)
- Art des zu beheizenden Systems, das heißt der Wärmesenke (Wasser oder Luft)
- Art der Antriebsenergie (elektrisch, Gas)
- Art des Verdichtungsprozesses (thermisch, elektrisch)
- Art der Leistungsregelung (On-Off, Inverter)

Neben klassischen elektrischen Kompressionswärmepumpen werden zunehmend, wenn auch derzeit ohne hohe Marktanteile, gasbetriebene Wärmepumpen angeboten sowie unterschiedliche Bauarten von Sorptionswärmepumpen (thermisch ►

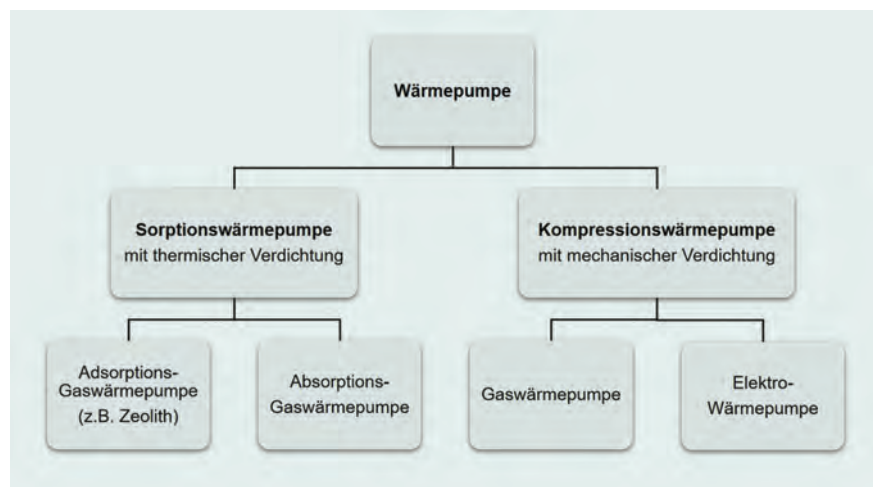


Bild 2: Aufteilung unterschiedlicher Wärmepumpentypen nach deren Antriebsart. Bild: SIZ energie+

verdichtenden Absorptions- und Adsorptionswärmepumpen) entwickelt (Bild 2). Gasbetriebene Wärmepumpen stellen vorrangig eine Alternative zu Gasbrennwertgeräten in Bestandsgebäuden dar. Gaswärmepumpen und gasbetriebenen Sorptionsanlagen bauen auf die in Deutschland weit etablierte Gasbrennwerttechnik auf und verbinden die hocheffiziente Gasbrennwerttechnik mit der Nutzung von Umweltwärme. Am Markt sind Sorptionswärmepumpen gegenwärtig aber von geringer Bedeutung.

Ein Vergleich der genannten Wärmepumpentechnologien zeigt, dass sich die Betriebsweise und der Aufbau der einzelnen Bauformen teilweise nur wenig voneinander unterscheiden. Alle Technologien können zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung sowie, im reversiblen Betrieb, zur Kühlung eingesetzt werden.

Der grundlegende Unterschied zwischen elektrischen Wärmepumpen und Gasmotorwärmepumpen ist die Antriebsart des Kompressors. Der thermodynamische Kreisprozess ist bei beiden Bauarten identisch. Während bei einer elektrischen Kompressionswärmepumpe ein Elektromotor den Kompressor zur Verdichtung des Arbeitsmittels antreibt, geschieht dies bei einer Gaswärmepumpe durch einen Gasmotor. Im Gegensatz zum elektrischen Antrieb wird die durch den Betrieb des Gasmotors entstehende Wärme ebenfalls zum Heizen, also als Nutzwärme, verwendet. Neben mechanischen Verdichtern gibt es die sogenannte thermische Verdichtung. Die Sorptionswärmepumpen wenden dieses Verfahren an. Es wird hier zwischen Absorptions- und Adsorptionswärmepumpen unterschieden. Die thermi-

sche Verdichtung bei Sorptionswärmepumpen beruht auf der physikalischen Bindung eines Gases an einen Feststoff (Adsorption) beziehungsweise der physikalischen Bindung einer Flüssigkeit oder eines Gases in einer Flüssigkeit (Absorption). Beide Prozesse finden unter Abgabe von Wärme statt.

Hinsichtlich der Nutzbarkeit unterschiedlicher Niedertemperaturwärmequelle mit den beschriebenen Wärmepumpentechnologien zeigt sich, dass prinzipiell, analog zur elektrischen Wärmepumpe, alle Wärmequellen – Außenluft, Sole und Wasser – auch für gasbetriebene Wärmepumpen zur Anwendung kommen können.

Bei der Dimensionierung und Planung eines Wärmeübertragungssystems zeigt sich ein Vorteil der gasbetriebenen Wärmepumpen (mechanisch als auch thermisch). Bei dieser Technologie kann die Verbrennungswärme zusätzlich genutzt und damit das Quellsysteme weniger belastet, das heißt ihm weniger Energie entzogen werden. Aus diesem Grund kann das Wärmeübertragungssystem zur Nutzung von Umweltwärme im Vergleich zu konventionellen elektrischen Wärmepumpen bei gasbetriebenen Wärmepumpen kleiner dimensioniert werden.

Bivalenter Heizbetrieb von Wärmepumpenanlagen

In Bezug auf Wärmepumpenanlagen werden unter bivalenten Systemen beziehungsweise einer bivalenten Betriebsweise Heizungsanlagen verstanden, die zum Beispiel eine elektrische Wärmepumpe in Kombination mit üblicherweise einem weiteren Wärmeerzeuger (zum Beispiel

Gas- oder Festbrennstoffkessel oder Fernwärme) und einer übergeordneten Regelung vereinen.

Neben der energetischen Versorgung von Neubauten kann auch bei der anlagentechnischen Sanierung oder Modernisierung von bestehenden Heizungsanlagen der bivalente Betrieb von zwei Wärmeerzeugern eine sinnvolle Option sein. Für Bürogebäude und andere Nicht-Wohngebäude, aber auch für Mehrfamilienhäuser, ist eine Heizungsanlage, die den bivalenten Betrieb einer Wärmepumpenanlage gestattet, sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht oft zweckmäßig. In diesem Zusammenhang wird die Wärmepumpe im Idealfall zur Deckung einer Grundlast herangezogen. Der zweite Wärmeerzeuger dient zur Deckung der Spitzenlast. Aufgrund der geringen Leistungsanforderungen ist ein klassischer bivalenter Betrieb in Einfamilienhäusern eher selten zu finden.

Insbesondere bei der Verwendung von Luft/Wasser-Wärmepumpen ist eine monovalente Betriebsweise ökologisch und ökonomisch oft nicht sinnvoll. Zur temporären oder regelmäßigen Unterstützung der Trinkwassererwärmung kann in diesen Fällen ein zusätzlicher Wärmeerzeuger, zum Beispiel eine Solarthermieanlage oder ein Gasbrennwertgerät ratsam sein und eingebunden werden.

Der bivalente Betrieb eines Wärmepumpensystems kann aus unterschiedlichen Gründen folgerichtig sein:

- Die Wärmepumpe kann die für die Raumheizung und/oder die Trinkwassererwärmung geforderte Temperatur nicht ganzjährig oder nur sehr ineffizient zur Verfügung stellen.
- Die minimal zulässige Wärmequellen-temperatur für die Wärmepumpe wird im Betrieb unterschritten.
- Der Platzbedarf für die Niedertemperaturwärmequelle reicht für einen monovalenten Betrieb nicht aus.
- Die Wärmepumpe kann die für die Heizung oder Trinkwassererwärmung geforderte Heizleistung nicht ganzjährig zur Verfügung stellen.
- Im Rahmen der energetischen Modernisierung eines Gebäudes wird die vorhandene Heizungsanlage durch eine Wärmepumpe ergänzt. Durch eine Sanierung der Gebäudehülle sinkt die Heizlast, sodass der vorhandene Kessel zu einem späteren Zeitpunkt außer Betrieb genommen werden kann.

- Durch die Verwendung unterschiedlicher Energieträger bieten bivalente Systeme eine höhere Versorgungssicherheit.

Aus unterschiedlichen Anwendungsfällen resultieren unterschiedliche Betriebsweisen. Grundsätzlich kann die Betriebsweise einer Wärmepumpe und eines zusätzlichen Wärmeerzeugers wie folgt umgesetzt sein: monovalent, bivalent parallel, bivalent teilparallel und bivalent alternativ (Bild 3). Der Unterschied liegt im Bivalenzpunkt beziehungsweise Abschalt- punkt.

Im Rahmen des Forschungsprojektes und der Umsetzung im Vordimensionierungsprogramm wird neben dem monovalenten Betrieb der bivalent parallele Betrieb betrachtet. Andere Betriebsweisen werden informativ benannt, zur Dimensionierung jedoch nicht näher analysiert.

Ein weiterer Anwendungsfall für einen bivalenten Betrieb ist die Einbindung von Solarenergie. Seitens der Haustechnikplanung und/oder Architekten besteht oft Interesse, die thermische Nutzung von Solarenergie nicht nur zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung, sondern auch zur Raumheizung in die Wärmeversorgung von Ein- und Mehrfamilienhäusern zu integrieren. Neben einem Gasbrennwertgerät oder dem Anschluss an Fernwärme sowie weitere Wärmequellen kann auch Solarthermie zur Trinkwassererwärmung aber auch zur Raumheizungsunterstützung zum Aufbau einer bivalenten Wärmeversorgung genutzt werden. Im Rahmen der Erweiterung von WP_{SOURCE} wird die solare Unterstützung der Trinkwassererwärmung sowie der Raumheizung separat betrachtet. In den Projektbearbeitung sowie im Programm WP_{SOURCE} fällt die thermische Nutzung von Solarenergie nicht in den Bereich eines „klassischen“ bivalenten Betriebes.

Solarthermie zur Regeneration geothermischer Wärmequellen

Bereits in diversen Forschungsprojekten wurde der Einsatz solarthermischer Kollektoren oder Absorber in Verbindung mit erdgekoppelten Wärmepumpensystemen untersucht. So wurden die Relevanz und die Effekte einer solarthermischen Regeneration des Erdreichs zum Beispiel in den am Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) durchgeführten Projekten Terra-Solar-Quelle und GeoSolar-WP [1-3] aufgezeigt. Die betrachteten

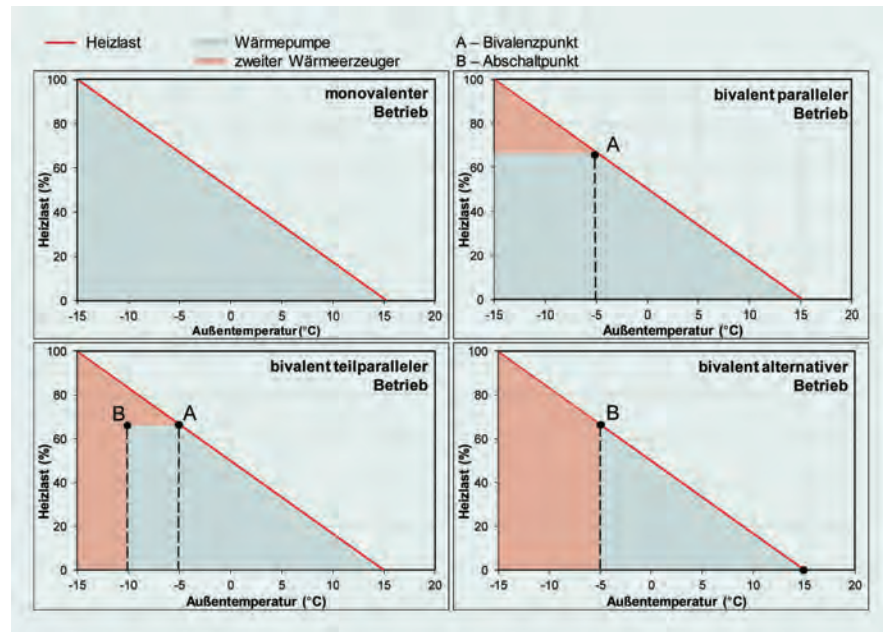


Bild 3: Betriebsweisen einer Wärmepumpe und eines zusätzlichen (zweiten) Wärmeerzeugers.
Bild: SIZ energie+

Konzepte beruhen darauf, dass ausgehend von einer Wärmepumpe eine Solaranlage in den Primärkreis (Niedertemperaturwärmekreis) der Wärmepumpe eingebunden wird. Da das Temperaturniveau des Primärkreises durch die Wärmepumpe abgesenkt wird, kann die zur Verfügung stehende solare Energie im Vergleich zu einer reinen Trinkwassererwärmung oder Heizungsunterstützung wesentlich länger genutzt werden. Die Gründe und Ziele für die Einbindung und Nutzung thermischer Solarenergie in Verbindung mit Wärmepumpensystemen beruhen auf

- einer Reduzierung der benötigten Flächen und/oder Tiefen bei der Erschließung des Erdreichs,
- einer Reduzierung des Material- und/oder Bauaufwandes,
- dem positiven Einfluss einer Regeneration auf den Betrieb der Wärmepumpe,
- der Erzielung ausgeglichener Energie- und Temperaturbilanzen und teilweisen Kompensation der saisonalen Verschiebungen zwischen Wärmeangebot aus der Umwelt und Wärmebedarf sowie
- dem Kosten/Nutzen-Verhältnis der Maßnahme(n).

Die Nutzung von erdgekoppelten Niedertemperaturwärmequellen zur Wärmebereitstellung für Wärmepumpen führt zu einem bedarfsorientierten Wärmeentzug aus dem Erdreich, der nicht immer durch einen natürlichen Wärmeeintrag ausgegli-

chen werden kann. Dadurch kommt es vor allem bei Erdwärmesonden zu langfristigen Auskühleffekten des Untergrundes, die einen negativen Einfluss auf die Systemeffizienz haben. Mithilfe von thermischen Sonnenkollektoren oder Solarabsorbern kann regenerative, thermische Energie gezielt in das Erdreich eingebracht und der Wärmeentzug durch eine Wärmepumpe ausgeglichen werden. Auf diese Weise können das Erdreich regeneriert und langfristige Auskühleffekte vermieden werden. Die damit einhergehende Erhöhung der Quellentemperatur für die Wärmepumpe wirkt sich in höheren Systemarbeitszahlen aus.

Bei der Dimensionierung von Erdwärmekollektoren kann der gezielte Eintrag thermischer Energie in das Erdreich zu einer Reduzierung der notwendigen Kollektorfläche beitragen. Durch die Vermeidung kritischer Frost- und Erschöpfungszustände infolge Regeneration kann ein geringerer Verlegeabstand der Kollektorrohre umgesetzt werden. Da der hohe Bedarf an unversiegelter Fläche ein wesentliches Hemmnis für den Einsatz von Flächenkollektoren darstellt, ist die Reduzierung der notwendigen Fläche durch Regeneration für die Anwendung dieser Technologie von besonderem Interesse.

Bei der Einleitung thermischer Energie in den Solekreislauf eines Übertragungssystems sind die zulässigen Eintrittstemperaturen zu beachten. So darf die Eintrittstemperatur in einen Flächenkollektor ►

im Allgemeinen 25 °C nicht überschreiten. Aus diesem Grund werden zur Regeneration des Erdreichs in der Regel unverglaste Kollektoren, üblicherweise Solarabsorber, eingesetzt.

Tabelle 1 fasst wesentliche zur Regeneration von erdgekoppelten Niedertemperaturwärmequellen relevante Eckdaten und Anwendungsfälle zusammen.

Zusammenfassung

Durch die Ergebnisse im Forschungsprojekt future:heatpump kann gezeigt werden, dass nahezu unabhängig vom Wärmeübertragungssystem im Betrieb der Wärmeübertrager und Wärmepumpen sehr gute Ergebnisse erzielt werden können. Für den Anwender wesentliche Unterschiede zwischen den untersuchten Wärmeübertragungssystemen resultieren aus dem unterschiedlichen Flächenbedarf der einzelnen Systeme sowie den Investitionskosten. Neben den Kosten spielen die Rahmenbedingungen „Baugrundstücke“ und „Raumwärmebedarf“ bei der Planung, Auslegung und Auswahl des Systems und seiner Komponenten eine entscheidende Rolle. Ein wichtiger Hintergrund ist, dass

Baugrundstücke heutzutage vergleichsweise klein ausfallen und auch bei Bestandsgebäuden nicht von vornherein mit freien Grundstücksflächen in ausreichender Größe gerechnet werden kann. Aus diesem Grund lässt sich vermuten, dass bei Ein- und Mehrfamilienhäusern (groß)flächige Systeme künftig weniger Anwendung finden. Dem gegenüber steht der Raumwärmebedarf, der infolge einer zunehmend gut gedämmten Bauweise stetig abnimmt – und damit den Wärmebedarf ganz allgemein reduziert. Durch den sinkenden Wärme- und daran gekoppelten Flächenbedarf für ein oberflächen-nahes System könnten flächige Wärmeübertrager, die durch geringere Einbaukosten attraktiv sind, wieder Marktanteile gewinnen.

Energiekonzepte mit innovativen Systemen und Komponenten wie Solarthermie, Photovoltaik, Wärmepumpen und Geothermie werden in der Gebäudetechnik immer häufiger umgesetzt. Auslegungshilfen, wie etwa eine dynamische Simulation, werden bei diesen Systemen zunehmend wichtiger. Die im Bereich von Wärmepumpen und deren Niedertemperaturwärmequellen sowie -wärmeübertra-

gern derzeit am Markt verfügbaren Auslegungs- und Dimensionierungshilfen sind in der Regel Einzellösungen, die vielfach von Herstellern oder Anbietern entsprechender Produkte zur Verfügung gestellt werden. Diese Auslegungs- und Dimensionierungshilfen bieten Planern und Architekten meist keine Möglichkeit die ausgegebenen Ergebnisse zu verifizieren oder diese in einem Überblick entsprechenden Alternativen gegenüber zu stellen. Insbesondere die Gegenüberstellung von Systemen und Einzelkomponenten in unterschiedlichen Anwendungsfällen und deren Anwendbarkeit ist ein Alleinstellungsmerkmal von WP_{SOURCE}.

Auf der Grundlage der Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt future:heatpump sollen im Rahmen des Nachfolgeprojektes future:heatpump_II im Wesentlichen Themen und Schwerpunkte behandelt werden, die zum einen die Anwendung und den Ausbau von Wärmepumpenanlagen unterstützen und zum anderen der erweiterten Nutzung des Programms WP_{SOURCE} dienlich sind. Schwerpunkte sind unter anderem weitere Wärmeübertragungssysteme, der bivalente Betrieb von Wärmepumpenanlagen, die Regeneration geothermischer Wärmeübertrager sowie die Einbindung von Photovoltaik und Quartierslösungen. Durch die Erweiterung kann das Programm weiterführende Konzepte und Konzeptansätze mit Wärmepumpen darstellen. Der derzeitige Arbeitsstand im Bereich der neuen Themenschwerpunkte zeigt, dass:

- unterschiedliche Wärmepumpentechnologien auf dem Markt verfügbar sind, die Anwendung sich jedoch primär auf elektrische Wärmepumpen fokussiert. Gasbetriebe Wärmepumpen haben am Markt derzeit keine große Bedeutung, können aber eine sinnvolle Lösung, zum Beispiel für Bestandsgebäude mit vorhandenem Gasanschluss, darstellen.
- bivalente Wärmepumpensysteme eine Möglichkeit zur Auflösung des Modernisierungstaus im Bestand darstellen können. Sie erleichtern dem Anlagenbetreiber die Entscheidungsfindung für künftigen Energieträger zur Beheizung des Gebäudes. Bivalente Systeme können oft kostengünstig durch die Erweiterung bestehender Heizungsanlagen errichtet werden. Auch im Neubau, insbesondere bei hohen Heizlasten und unterschiedlichen Temperaturanfor-

	Erdwärmekollektoren (EWK) [1]	Erdwärmesonden (EWS) [2,3]
Ziel der Regeneration	Reduzierung der Kollektorfläche bei gleichbleibender Effizienz	Reduzierung der Sondenlänge und Verbesserung der Systemeffizienz
Einbindung der Solarthermie	Primärseitige Reihenschaltung der Solarkollektoren oder -absorber mit EWK	Primärseitige Reihenschaltung der Solarkollektoren oder -absorber mit EWS
Untersuchte Kollektortypen	Schwimmbadabsorber, unabgedeckte PVT- und Fassadenkollektoren	Unverglaster Kollektor (Solarabsorber)
Regelung	Eintrittstemperatur EWK max. 25 °C; Quellentemperaturen minimal - 5 °C	
Einfluss der Regeneration	Vermeidung kritischer Frostzustände und Begrenzung von Erschöpfungszuständen der EWK	Umgehen von langfristigen Auskühleffekten sowie Steigerung der Jahresarbeitszahl (JAZ)
Einfluss	Reduzierung der Kollektorfläche bis zu 50 Prozent. Anwendbarkeit unabhängig von der Bodenart. Gute Kompensationsmaßnahme bei unterdimensionierten EWK.	Steigerung der JAZ und Anhebung der Minimaltemperaturen im Erdreich. Reduktion der Sondenlänge um bis zu 30 Prozent. Bei eindeutig unterdimensionierten Systemen ist der Einfluss signifikant. Effizienzgewinne steht sonst in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zum Aufwand.

Tabelle 1: Unterschiede und Einflüsse von solarer Regeneration von Erdwärmekollektoren und -sonden

rungen, sind bivalente Wärmepumpensysteme wirtschaftlich interessant.

- eine Regeneration beziehungsweise Kopplung geothermischer Wärmeübertrager (Flächenkollektor und Erdwärmesonden) mit thermischer Solarenergie zu einer Reduzierung der Kollektorfläche beziehungsweise Erdwärmesondenlänge führt. Zudem kann eine Anhebung der Temperaturen im Erdreich erzielt und die Jahresarbeitszahlen somit erhöht werden. Eine Kopplung mit thermischer Solarenergie hat einen signifikant positiven Einfluss auf unterdimensionierte Systeme. In anderen Fällen steht der Effizienzgewinn in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zum erforderlichen Aufwand für die Nutzung thermischer Solarenergie zur Regeneration geothermischer Wärmeübertrager. ■

WEITERE INFORMATIONEN

WP_{SOURCE} kann unter https://siz-energie-plus.de/futurehp_wpsource_dl heruntergeladen werden.

LITERATUR

- [1] Hüsing, F.; Mercker, O.; Hirsch, H.; Steinweg, J.: Solare Regeneration von Erdwärmekollektoren – Reduzierter Flächenbedarf bei hoher Effizienz, 27. OTTI Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein 2017.
- [2] Pärish, P.; Bertram, E.; Tepe, R.: Experimente und Modellvalidierung für die Erdsondenregeneration mit Solarwärme, Anwenderforum Oberflächennahe Geothermie, Neumarkt 2013.
- [3] Tepe, R.; Pärish, P.; Bertram, E.; Mercker, O.; Arnold, O.; Rockendorf, G.: Hocheffiziente Wärmepumpensysteme mit Geothermie- und Solarthermienutzung – Rückblick auf 3 Jahre Forschung und Entwicklung, 24. OTTI Symposium Thermische Solarenergie, Neumarkt 2014.



**Dipl.-Ing.
Franziska
Bockelmann**

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Steinbeis-Innovationszentrum (SIZ) energie+, Braunschweig.
Bild: IGS

**Dipl.-Ing.
Markus Peter**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Steinbeis-Innovationszentrum (SIZ) energie+, Braunschweig.

**Dipl.-Ing.
Mathias
Schlosser**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Steinbeis-Innovationszentrum (SIZ) energie+, Braunschweig.

e² 60 [equadratsechzig]

Wortart

Substantiv, maskulin

Gruppe

Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

Bedeutung:

1. Der Lüfter, der für die Zukunft gerüstet ist
2. Der Lüfter, der die Messlatte noch höher legt
3. Der Lüfter, der höchsten Ansprüchen gerecht wird



Made in Germany



Inbetriebnahme und Einregulierung von Lüftungssystemen

Von der Planung zur idealen Lüftung

Lüftungsanlagen werden geplant, installiert, in Betrieb genommen und liefern immer hocheffizient die richtige Luftmenge – so sieht das Idealszenario aus.

In der Realität gestaltet sich dies allerdings anders, denn damit Lüftungsanlagen effizient arbeiten und fehlerfrei funktionieren, benötigen sie eine fachmännische Einregulierung. Tatsächlich findet diese aber oft nicht oder nur fehlerhaft statt.

TEXT: Markus Ferdinand

Bereits in der Planungsphase gibt es zahlreiche Normen und Regelwerke zu berücksichtigen, um die Lüftungsanlage in der Praxis effizient und vor allem regelkonform betreiben zu können. Die relevanteste Richtlinie in diesem Kontext ist die DIN EN 16798: „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Klima- und Lüftungsanlagen“, welche klare Werte festlegt. Besonders wichtig ist auch: Planer und Betreiber müssen sich auf eine Luftdichtheitsklasse verständigen, damit diese beim Bau berücksichtigt werden kann. Dafür wird zunächst die Außenluft (ODA – outdoor air) klassifiziert und eine Kategorie für die Innenluft (IDA – indoor air) festgelegt.

Aus der Luftdichtheitsklasse ergibt sich auch das Lüftungsgerät, das eingesetzt werden muss. Denn DIN EN 16798 und DIN EN 12237 besagen, „dass die Luftleitungen im Betrieb dauerhaft eine ausreichende Stabilität aufweisen müssen, um dicht zu sein.“ Gemäß den gültigen Normen dürfen Luftleitungen im Gegensatz zu wasser- und gasführenden Medienleitungen durchaus Undichtheiten aufweisen, die erlaubte Leckluft ist hier ebenfalls



Bild 1: Das Lüftungsgerät wird nach Einbau durch die Installationsfirma oder den Hersteller in Betrieb genommen. Bild: Airflow Lufttechnik GmbH

festgelegt. Ein Beispiel: Bei einem geforderten Volumenstrom von 4 000 m³/h bei 400 Pa Druck, einem Kanalnetz mit 500 m² Gesamtkanal und einer zu erfüllenden Dichtigkeitsklasse C nach DIN EN 16798 und DIN EN 12237 mit 265 m³/h Leckluft ergibt sich ein Lüftungsgerät mit einer Volumenstromleistung von mindestens 4 265 m³/h bei 400 Pa Druck. Soll aber Dichtigkeitsklasse B mit 796 m³/h Leckluft erreicht wer-

den, fordert dies bereits ein Lüftungsgerät mit einer Volumenstromleistung von etwa 5 000 m³/h bei 400 Pa Druck.

Dies zeigt klar auf, wie wichtig eine genaue Planung bei Lüftungsanlagen ist. Im Idealfall prüft der Planer noch vor Baubeginn die Kanaldichtheit und erhöht sie gegebenenfalls entsprechend der Dichtheitsklasse. Eine niedrige Klasse sorgt für geringere Investitionskosten, verursacht im Gegenzug aber entsprechend steigende Kosten für die elektrische Antriebsenergie des Ventilators. Allerdings besteht bei einer hohen Leckagerate die Gefahr, dass der Druck der Lüftungsanlage nicht ausreicht, um genügend (Zu-/Ab-)Luft bis zum letzten Ventil zu befördern, oder die Anlage ständig mit unnötig hoher Leistung betrieben werden muss. Auch nach Inbetriebnahme der Lüftungsanlage empfiehlt es sich, regelmäßige Prüfungen der Kanaldichtheit vorzunehmen, um zunächst unbemerkte Leckage zu entdecken und entsprechend zu beseitigen.

Inbetriebnahme der Lüftungsgeräte

Sind die zuvor in der Planung besprochenen Lüftungsgeräte angebracht, erfolgt nun deren Inbetriebnahme. Dies sollte

durch die Installationsfirma oder den Hersteller vorgenommen werden. Dabei wird das Gerät auf die gewünschte Leistung eingeregelt. Wichtig hierbei ist auch, dass die Einregelung nach DIN EN 12599 erfolgt. Dort ist die Übergabe für „Lüftung von Gebäuden- Prüf- und Messverfahren [...] eingebauter raumluftechnischer Anlagen geregelt.“ Bei der Vollständigkeitsprüfung werden alle technischen Details der Anlage hinsichtlich der mit der Planung zugesagten Leistungsparameter verglichen und auf Einhaltung überprüft sowie die Unterlagen für Betrieb, Wartung und Fehlersuche gesichtet. Wichtig hierbei ist die Messung des Referenzdrucks. Diese Messmethode stellt ein einfaches aber genaues Verfahren zur Messung und Einregulierung von Volumenströmen an Ventilen dar. Dabei wird eine Genauigkeit von ± 10 Prozent des Volumenstroms im Kanal mittels Netzmessung gemessen. An den Zu- und Abluftventilen kann eine Messung unter Zuhilfenahme des Kompensationsverfahrens (Nullverfahren) durchgeführt werden. So können die Dichtigkeit des Kanalnetzes und die Leistung der Lüftungsgeräte sehr gut bestimmt werden.

Prüfung von Dichtigkeit und Leistung

Die Volumenstromhaube DIFF von Airflow ist ideal für diese Art der Messung. Mit der Nulldruck-Methode wird der Druck, welcher durch den Eigenwiderstand des Messgerätes aufgebaut wird, gegenüber dem atmosphärischen Druck außerhalb des Gerätes automatisch kompensiert. Ein eingebauter, speziell entwickelter Ventilator erzeugt die notwendige Luftmenge zur Druckkompensation. Kontrolliert und abgesichert wird diese Messung über einen ebenfalls integrierten Differenzialdrucksensor. Ein weiterer Sensor misst die Geschwindigkeit der Luft, welche durch die Elektronik im Gerät als Messwert m^3/h oder l/s im Display ausgegeben wird. Der Volumenstrom von Zu- oder Abluft des Lüftungsgitters wird vom digitalen Messgerät angezeigt. Zusätzliches Plus: Das Messgerät erkennt die Richtung des Luftstroms und zeigt diese im Display an. Somit wird immer eine exakte Messung an allen Zu- und Abluftöffnungen erzielt. Zudem kann die Messung auch an einem Teil eines großen Gitters vorgenommen werden, da das DIFF den Zu- oder Abluftstrom nicht beeinträchtigt.



Bild 2: Eine korrekte und professionelle Einregelung der Lüftungsanlage ist unverzichtbar, wenn diese fehlerfrei und effizient arbeiten soll. Bild: Airflow Lufttechnik GmbH



Bild 3: Mit Hilfe des Kompensationsverfahrens wird die Netzmessung an den Zu- und Abluftventilen vorgenommen. Bild: Airflow Lufttechnik GmbH

Auch nach einer korrekten Inbetriebnahme sollten regelmäßige Leckprüfungen vorgenommen werden. Denn nur eine dichte Anlage ermöglicht den reibungslosen Betrieb mit Zu- und Abluft da, wo er gefordert ist. Eine Grundregel für den Betrieb von Lüftungsanlagen lautet dabei: Die Qualität der Zuluft darf im Vergleich zur Abluft nicht beeinträchtigt werden, sonst kann die zuvor vereinbarte Raumluftqualität nicht eingehalten werden. Mit auftretender Undichtheit kann die Luftqualität drastisch sinken. Durch Luftverlust kann es dazu kommen, dass eine Anlage bei nur zehn Prozent Leckluft bereits 33 Prozent mehr Leistungsaufnahme benötigt. In der Folge steigen die Kosten für die Anlage enorm. Durch eine Leckage sinkt auch die IDA beträchtlich, denn un-

aufbereitete Luft strömt aus der Umgebung in die Zuluftleitung und führt CO_2 sowie flüchtige organische Verbindungen mit sich. Viele gute Gründe also, um regelmäßige Leckprüfungen durchzuführen.

Undichtheiten erkennen und beseitigen

Um ein Luftleitungssystem nun auf Undichtheiten zu prüfen, wird ein regelbares Ventilatorsystem benötigt, mit dem ein Prüfdruck über eine Messstrecke aufgebaut werden kann. Der Druck in dieser Luftleitung und der geförderte Luftvolumenstrom werden mit kalibrierten Messgeräten wie dem P.A.N.D.A. der Airflow Lufttechnik GmbH gemessen. Das Gerät entspricht auch den strengen Richtlinien EN 12237, EN 1507 sowie EURO-VENT 2/2. Gleichzeitig bietet das Gerät eine hohe Druck- und Volumenstromleistung – so können auch große Kanalf lächen auf einmal geprüft werden. Das verringert den Prüfaufwand und beschleunigt die Ermittlung der Undichtheit. Ist nun ein entsprechendes Leckprüfgerät an das Luftleitungssystem angeschlossen, kann die Prüfung beginnen. Hierfür wird über ein Zeitintervall ein Prüfdruck erzeugt, der oberhalb des Auslegungsbetriebsdrucks liegt. Ein großer Vorteil: Das Gerät zeigt Leckrate sowie statischen Druck in Echtzeit an. Auch eine gleichzeitige Überprüfung, ob die Anforderungen der gewählten Dichtheitsklasse erfüllt werden, verkürzt das Verfahren merklich.

Fazit

Neben der genauen Planung ist eine korrekte Einregelung von Lüftungsanlagen unbedingt notwendig, damit diese effizient und fehlerfrei arbeitet. Doch auch nach der Inbetriebnahme sollten regelmäßige Prüfungen durchgeführt werden. Nur dann ist ein Gebäude wirklich energieeffizient und hält die Anforderungen der Regelwerke DIN EN 12237 und DIN EN 16798 ein. ■



Markus Ferdinand

ist Vertriebleiter für Messgeräte bei der Airflow Lufttechnik GmbH, Rheinbach. Bild: Airflow Lufttechnik GmbH

Auslegungssimulation mit Hilfe des Programms DWSIM

Wasser/Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine zur Klimatisierung

Das umweltfreundlichste Kältemittel zur Klimatisierung von Gebäuden ist Wasser. Es bildet im flüssigen Zustand gemischt mit einem Salz, beispielsweise Lithiumbromid, eine Elektrolytlösung. Diese kann in einer Absorptionskältemaschine genutzt werden, um abhängig von der Temperatur- und Druckführung einen Teil des Wassers zu verdampfen (Desorption), diesen Wasserdampf in den Kälteteil abzugeben und anschließend in die Lösung wieder aufzunehmen (Absorption). Mit Hilfe des Programms DWSIM [1] wurde die einstufige Absorptionskältemaschine im Auslegungszustand mit und ohne Lösungswärmeübertrager simuliert.

TEXT: Prof. Dr.-Ing. Hans-Herbert Vogel

Die Vorgänge der De- und Absorption besorgt der thermische Antrieb, bestehend aus dem Generator und dem Absorber. Der Kälteteil besteht wie in einer herkömmlichen Kältemaschine aus dem Kondensator, der Drossel (Expansionsventil) und dem Verdampfer. Allerdings hat Wasser den Nachteil, dass im Verdampfer die Temperatur $t_v = 0^\circ\text{C}$ nicht unterschritten werden darf. Außerdem darf die Lösung im Antriebs- teil nirgends die Erstarrungstemperatur t_L (Liquiduslinie) unterschreiten. Letztlich sind die erforderlichen Apparatvolumina groß, weil die Anlage wegen des niedrigen Dampfdruckes vom Wasser im Vakuum zu betreiben ist. Die Absorptionskältemaschine hat aber den Vorteil, dass ein heißer Wärmestrom, der aus einer Anlage mit Solarkollektoren oder einem Blockheizkraftwerk (BHKW) stammen kann, in Grenzen zum Kühlen geeignet ist. Die folgenden Modellrechnungen weisen darauf hin, dass für die Klimatisierung eine Anlage mit Wasser/Lithiumbromid der mit Ammoniak/Wasser hinsichtlich des Wärmeverhältnisses β und der Tiefe der Generatortemperatur t_G überlegen ist.

Allgemeine Betrachtungen zu Gemischen

Zur Beschreibung der Zusammensetzung eines binären Gemisches wie Wasser/Lithiumbromid benutzt man entweder mit den Stoffmengen n die Molanteile

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{LiBr}}} \text{ und } x_{\text{LiBr}} = \frac{n_{\text{LiBr}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{LiBr}}} = 1 - x_{\text{H}_2\text{O}} \quad (1)$$

oder mit den Massen m die Massenanteile

$$\xi_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{LiBr}}} \text{ und } \xi_{\text{LiBr}} = \frac{m_{\text{LiBr}}}{m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{LiBr}}} = 1 - \xi_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2)$$

Für technische Anwendungen wird für Absorptionskältemaschinen bei Baehr [2] und Niebergall [3] der Massenanteil ξ des Kältemittels Wasser bevorzugt. Der Index H_2O wird dort weggelassen. Dem wird hier gefolgt. In der angelsächsischen Literatur, und teilweise der deutschen Literatur, wird allerdings der Massenanteil ξ_{LiBr} des Salzes zur Beschreibung der Zusammensetzung des Gemisches herangezogen, was ausdrücklich zu beachten ist. Ist der Massenanteil des Wassers gegeben, so ist die Molmasse M des binären Gemisches

$$\frac{1}{M} = \frac{\xi_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} + \frac{1 - \xi_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{LiBr}}} \quad (3)$$

Daraus folgt für die Umrechnung vom Massenanteil des Wassers in den entsprechenden Molanteil

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \xi_{\text{H}_2\text{O}} \quad (4)$$

Die Molmassen der beiden Komponenten sind $M_{H_2O} = 18,015 \text{ g/mol}$ und $M_{LiBr} = 86,845 \text{ g/mol}$. Bekanntlich ist für ein einphasiges System (gasförmig, flüssig oder fest) mit der Anzahl der Stoffkomponenten $N = 1$ der intensive Zustand durch zwei intensive Zustandsgrößen festgelegt, nämlich $z = f(t, p)$, wenn z die abhängige intensive Zustandsgröße bedeutet. Sind $\varphi = 2$ Phasen, die im thermodynamischen Gleichgewicht stehen, vorhanden, reduziert sich die Anzahl der unabhängigen Variablen um eins. Ein Beispiel hierfür ist die Dampfdruckgleichung $p_s = f(t)$ für eine siedende Flüssigkeit, die mit der Dampfphase im Gleichgewicht steht. Die Gibbssche Phasenregel

$$Z_f = N + 2 - \varphi \quad (5)$$

verallgemeinert diesen Sachverhalt für ein System mit N Stoffkomponenten und φ Phasen. Für ein binäres System wie Wasser/Lithiumbromid hat die Phasenregel mit $N = 2$ die Form $Z_f = 4 - \varphi$. Ist nur eine Phase vorhanden, so sind $Z_f = 3$ intensive Zustandsgrößen frei wählbar, nämlich t und p sowie der Massenanteil ξ einer der beiden Komponenten. Besteht Gleichgewicht zwischen zwei Phasen, beispielsweise zwischen der siedenden Flüssigkeit und der gesättigten Dampfphase, so wird dieses heterogene System wegen $\varphi = 2$ nur noch durch zwei intensive Zustandsgrößen beschrieben. Nun trifft für das binäre Gemisch Wasser/Lithiumbromid die Besonderheit zu, dass das Salz Lithiumbromid nicht verdampft. Die Dampfphase besteht immer aus reinem Wasserdampf mit $\xi_d = \xi'' = 1$. Damit ist die Siedetemperatur t nur noch eine Funktion des Druckes p und der Zusammensetzung ξ der siedenden Flüssigkeit, also $t = f(p, \xi)$. Rechen-technisch beschreibt die Zustandsgleichung diese Funktion. Der Index ' und ' ' wird im Folgenden weggelassen, da aus dem Zusammenhang des Textes erkenntlich ist, ob es sich um eine siedende Flüssigkeit (Phasengleichgewicht) oder eine unterkühlte Flüssigkeit handelt. Durch die Verdampfung des Wassers im Generator G nach Bild 3 strömt dieses durch den Kondensator K und den Verdampfer V . Um die Drücke p_K und p_V als Funktion der jeweiligen Temperatur t_K oder t_V zu bestimmen, genügt die Dampfdruckgleichung des Wassers nach Antoine

$$\ln \frac{p_s}{\text{mbar}} = 19,019 - \frac{4064,95}{t / ^\circ\text{C} + 256,2} \quad (6)$$

Die Koeffizienten dieser Gleichung wurden im Temperaturbereich $0,01 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$ durch Ausgleichsrechnung bestimmt. Die maximale Abweichung bezüglich der Werte in [4] beträgt 0,11 Prozent am Tripelpunkt. Der Vorteil dieser Dampfdruckgleichung ist, dass sie explizit nach der Temperatur auflösbar ist.

Im Festkörpergebiet, das nur geringfügig vom Druck p abhängt, bildet das binäre Gemisch aus Wasser/Lithiumbromid Salzhydrate (Kristallwasser). Diese grenzen den theoretisch möglichen Arbeitsbereich der Absorptionskältemaschine ein, der im Bild 1 nach [5] als heller Bereich dargestellt ist. Auf und unmittelbar unterhalb der Liquiduslinie im gelben Bereich liegt ein Gemisch aus flüssiger und fester Phase vor. Entscheidend für den Betrieb der Absorptionskältemaschine ist die Liquiduslinie benachbart zum Monohydrat $\text{LiBr} \cdot \text{H}_2\text{O}$, rechts oben im Bild 1. Diese lässt sich mit der Liquidustemperatur t_L durch die quadratische Gleichung

$$\xi_{H_2O} = -1,218 \cdot 10^{-5} t_L^2 + 1,025 \cdot 10^{-3} t_L + 0,331 \quad (7)$$

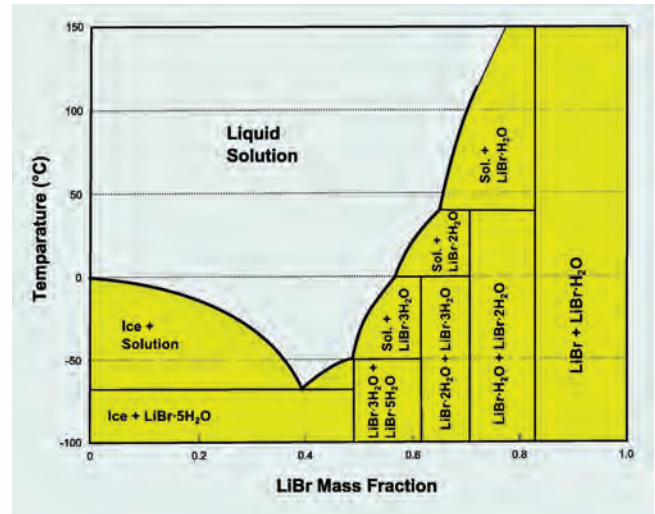


Bild 1: Phasendiagramm für Lithiumbromid/Wasser nach [5]. Im weißen Bereich ist nur flüssige Lösung vorhanden. Direkt unterhalb der Liquiduslinie (dicke Linie) liegt ein Gemisch aus flüssiger und fester Phase vor. Bild: Modifiziert nach [5]

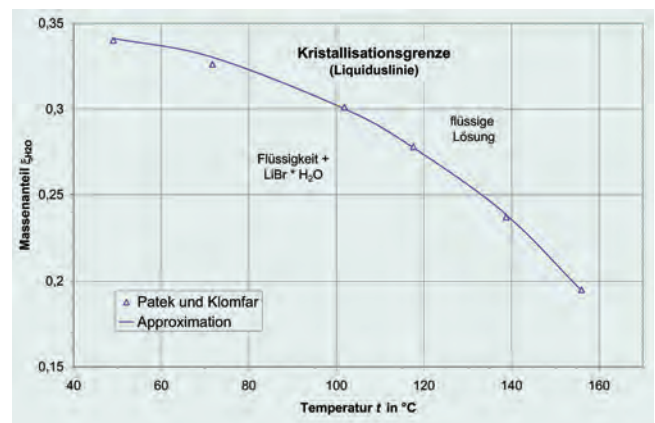


Bild 2: Verlauf der Liquiduslinie (Erstarrungskurve) im ξ_{H_2O}, t -Diagramm für das Monohydrat $\text{LiBr} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Referenzwerte nach [6]. Approximation nach Gl. (7). Bild: Vogel

annähern (siehe Bild 2). Diese quadratische Gleichung kann nach der Liquidustemperatur gemäß $t_L = f(\xi_{H_2O})$ aufgelöst werden. Streng genommen müsste nach der Gibbsschen Phasenregel Gl. (5) der Druck p noch berücksichtigt werden, der aber vernachlässigbar ist. Die Referenzwerte wurden der Arbeit von Pátek und Klomfar [6] entnommen. Die maximale Abweichung von den Referenzwerten beträgt nur -1,3 Prozent. Die Simulationsrechnungen berücksichtigen diese Gleichung als Grenze des möglichen Betriebes.

Funktion der Absorptionskältemaschine 1)

Das Schaltbild der einstufigen Absorptionskältemaschine im Bild 3 unterscheidet zwei Teile, die durch die strichpunktierte Linie getrennt sind: den Kälteteil und den Lösungskreislauf, der auch als Antriebsteil bezeichnet wird. Wie die Kompressionskältemaschine

F U ß N O T E

1) teilweise zitiert nach [2]

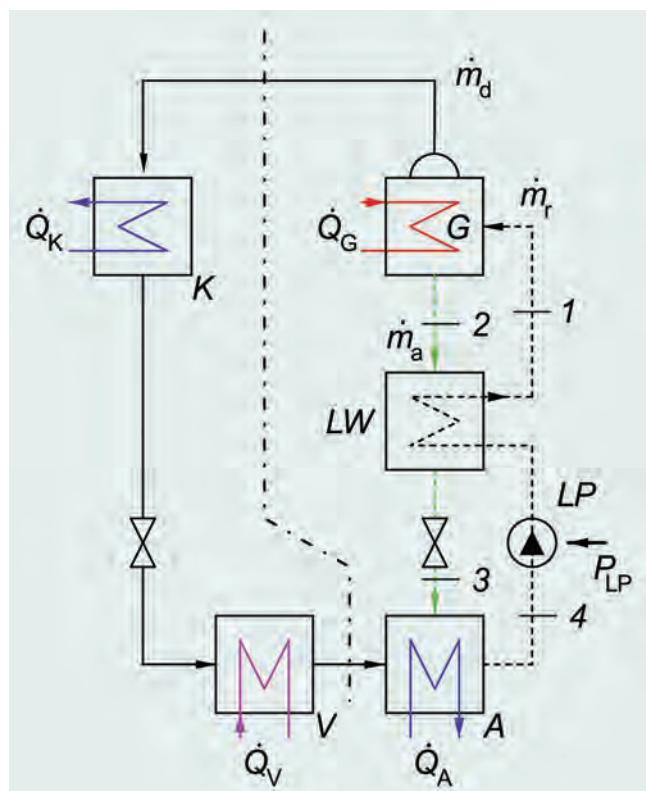


Bild 3: Schaltbild der einstufigen Absorptionskältemaschine mit Kälteteil (l.) und Antriebsteil (r.). K Kondensator, V Verdampfer, A Absorber, LW Lösungswärmeübertrager, LP Lösungspumpe und G Generator. Grün gestrichelt: wasserarme Lösung, schwarz gestrichelt: wasserreiche Lösung, blaue Linie: verdampfendes Wasser, rot Heißwasser, rosa Kaltwasser. Bild: Modifiziert nach [2]

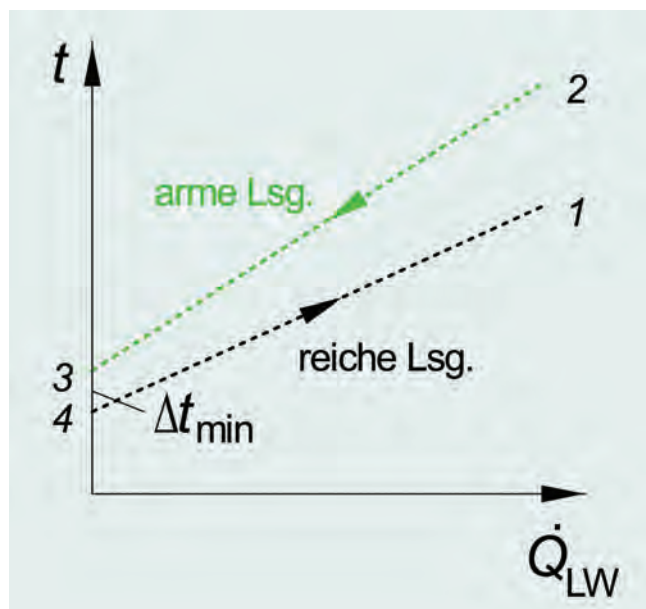


Bild 4: Qualitative Temperaturverläufe der armen und reichen Lösung im Gegenstrom-Lösungswärmeübertrager LW. Temperaturen der Zustandspunkte nach Bild 3. Die kleinste Temperaturdifferenz tritt auf der kalten Seite vom LW auf, siehe S. 50 in [3]. Bild: Vogel

arbeitet auch die Absorptionskältemaschine auf zwei Druckebenen. Beim Kondensationsdruck p_K befindet sich der Kondensator K und der Generator G, der auch Austreiber oder Kocher genannt wird. Unter dem niedrigen Verdampfendruck p_V stehen der Verdampfer V und der Absorber A. Im Generator G wird die einströmende wasserreiche Lösung $\dot{m}_r$ mit dem Massenanteil ξ_r durch die Zufuhr des Antriebswärmestroms $\dot{Q}_G$ in den gesättigten Wasserdampf $\dot{m}_d$ mit der Konzentration $\xi_d = 1$ am Kopf des Generators und die siedende wasserarme Lösung $\dot{m}_a$ mit ξ_a im Sumpf des Generators getrennt. Man beachte, dass diese Bezeichnungen in der angelsächsischen Literatur wegen der Nutzung des Massenanteiles für Lithiumbromid genau umgekehrt sind. Mit armer Lösung (weak solution) ist die Lösung mit weniger LiBr und mit reicher Lösung (strong solution) mit mehr LiBr gemeint.

Im Kälteteil durchläuft das reine Wasser die gleichen Prozesse und Zustandsänderungen wie bei einer Kompressionskältemaschine. Nach Abkühlung und Kondensation im Kondensator K durch das Kühlwasser wird das Kondensat bei der Temperatur t_K auf den Verdampfendruck p_V adiabatisch gedrosselt. Im Verdampfer V nimmt das verdampfende Wasser die Kälteleistung $\dot{Q}_V$ bei der Temperatur t_V auf und kühlt das Kaltwasser. Bei einer Kompressionskältemaschine wird der aus dem Verdampfer strömende Dampf durch einen Verdichter auf den Kondensatordruck p_K gebracht. Bei der Absorptionskältemaschine besorgt dies der Lösungskreislauf. Die siedende arme Lösung kommt im Zustand 2 aus dem Generatorsumpf und kühlt sich im Lösungswärmeübertrager LW ab, bevor sie auf den Absorberdruck p_A gedrosselt wird. Dabei ändert sich die Temperatur nur vernachlässigbar. Im Absorber A trifft der kalte Wasserdampf auf die arme Lösung vom Zustand 3. Diese absorbiert den Kältemitteldampf, wobei der Wasser-Massenanteil von ξ_a auf ξ_r wächst. Der dabei abgegebene Wärmestrom $\dot{Q}_A$ geht an das Kühlwasser über und unterkühlt die reiche Lösung bezüglich der Siedetemperatur $t = f(p_V, \xi_r)$ um Δt_u auf t_A . Die Unterkühlung ist erforderlich, damit eine vollständige Absorption des Wasserdampfes erfolgt und die Flüssigkeit dampffrei ist. Die Lösungspumpe LP fördert die reiche Lösung vom Ansaugezustand 4 auf den Druck p_K , wobei sich die Temperatur praktisch nicht ändert. Die reiche Lösung erwärmt sich im Lösungswärmeübertrager LW, der auch als Temperaturwechsler bezeichnet wird, und gelangt als Zulauf im Zustand 1 in den Generator. Damit die arme Lösung im Austritt des Lösungswärmeübertragers LW nicht kristallisiert, muss $t_3 > t_L(\xi_a)$ nach Gl. (7) bleiben. Bei Generatortemperaturen über 100 °C muss auf den Lösungswärmeübertrager verzichtet werden, siehe auch sinngemäß S. 147 in [3]. Die kleinste Temperaturdifferenz $\Delta t_{\min}$ tritt gemäß Bild 4 auf der kälteren Seite des Gegenstrom-Wärmeübertragers auf. Diese darf bei der Auslegung nicht zu klein gewählt werden, um die Tiefe der Ablauftemperatur t_3 zu begrenzen.

Kennzeichen für den energetischen Gesamtprozess ist das Wärmeverhältnis

$$\beta := \frac{\dot{Q}_V}{\dot{Q}_G + P_{LP}} \approx \frac{\dot{Q}_V}{\dot{Q}_G} \quad (8)$$

das ungefähr das Verhältnis der Kälteleistung $\dot{Q}_V$ und der Antriebsleistung $\dot{Q}_G$ ist, da die Pumpenleistung P_{LP} vernachlässigt werden kann. Eine einstufige reversible Absorptionskältemaschine hat nach Gl. (16) in [3] bezüglich des inneren Prozesses das Wärmeverhältnis

$$\beta_{\text{rev}} = \frac{1/T_K - 1/T_G}{1/T_V - 1/T_K} = \frac{1/T_K(p_K) - 1/T_G(p_K, \xi_a)}{1/T_V(p_V) - 1/T_K(p_K)} < 1 \quad (9)$$

das unter eins liegt. Verwendet sind hier die thermodynamischen Temperaturen. Dies ist eine Eigenart des einstufigen Prozesses, der durch den Verlauf der Dampfdruckkurven im $\lg p, 1/T$ -Diagramm bedingt ist, siehe S. 605 in [2]. Durch mehrstufige Absorptionskältemaschinen lässt sich diese Schranke umgehen.

Weiterhin kennzeichnet den Gesamtprozess der spezifische Lösungsumlauf

$$f := \frac{\dot{m}_r}{\dot{m}_d} \quad (10)$$

also das Verhältnis der Massenströme von der reichen Lösung und dem Wasserdampf. Nach Gl. (102) in [3] lässt sich dieses aufgrund der Stoffbilanzen durch

$$f = \frac{1 - \xi_a}{\xi_r - \xi_a} \quad (11)$$

berechnen.

Prozessberechnungen und Ergebnisse

Mit dem Programm DWSIM V5.7 von Medeiros und Reichert als open source chemical engineering software [1] wurde das Schaltbild im Bild 3 mit Hilfe der angebotenen verfahrenstechnischen Grundoperationen (Unit Operations) programmiert. Für die Elektrolytlösung im Lösungskreislauf wurde im Gültigkeitsbereich $\xi = 0,25 \dots 1$ die Zustandsgleichung von Pátek und Klomfar [7] ausgewählt, die dem integrierten Programm CoolProp [8] zugrunde liegt. Für die Zustandsgleichung des reinen Wassers im Kälteteil wurde der Industrie-Standard IAPWS-IF 97 [4] ausgewählt.

Es wurde zur Aufgabe gestellt, den Arbeitsprozess einer einstufigen Absorptionskältemaschine für die Klimatisierung auszulegen. Die inneren Grenzen dieses Prozesses wurden durch die Temperaturen $t_V = 5^\circ\text{C}$, $t_K = 40^\circ\text{C}$ und $t_A = t_d = 40^\circ\text{C}$ festgelegt. Die Überhitzung des Wasserdampfes im Verdampferaustritt und die Unterkühlung des Kondensats im Kondensatoraustritt wurden vernachlässigt. Der Verdampfungstemperatur t_V entspricht der Druck $p_V = 0,008726$ bar, der Kondensationstemperatur t_K der Druck $p_K = 0,07385$ bar. Der geförderte Massenstrom der reichen Lösung war mit $\dot{m}_r = 0,05$ kg/s in allen Rechnungen unverändert. Die Lösungspumpe verbrauchte zur Förderung dieses Massenstroms bei dem angenommenen isentropen Wirkungsgrad $\eta_{LP} = 0,4$ die vernachlässigbare Leistung $P_{LP} = 1$ W. Die minimale Temperaturdifferenz am kalten Ende des Lösungswärmeübertragers betrug, soweit dieser berücksichtigt wurde, $\Delta t_{\min} = 30$ K. Kleiner durfte diese nicht gewählt werden, da sonst die Temperatur t_3 der armen Lösung im Ablauf des Lösungswärmeübertragers die Liquiduslinie $t_L = f(\xi_a)$ nach Gl. (7) unterschritten hätte. So wurde eine partielle Kristallisation der armen Lösung vermieden.

Bei Vorgabe des konstanten Massenanteils $\xi_r = 0,4$ und Variation des Massenanteils ξ_a zwischen 0,28 und 0,4 wurde zunächst das Verhalten der jeweils neu ausgelegten Absorptionskältemaschine ohne Lösungswärmeübertrager untersucht. Dieses umfasste die Generator Temperatur $t_G = t_2$, die Kälteleistung $\dot{Q}_V$, die Generatorleistung $\dot{Q}_G$, das Wärmeverhältnis β , den spezifischen

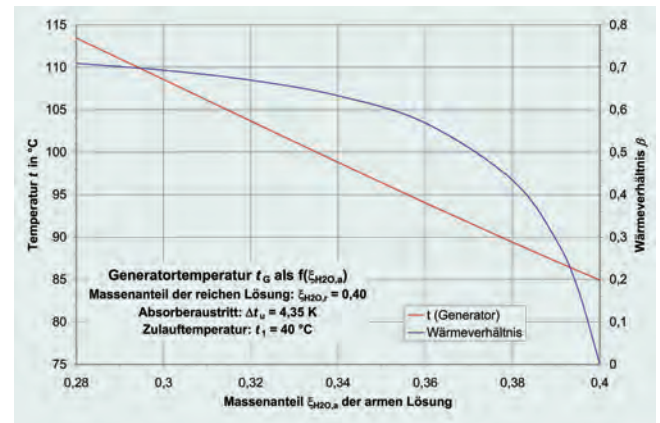


Bild 5: Generator Temperatur t_G und Wärmeverhältnis β als Funktion des Massenanteils ξ_a der wasserarmen Lösung. Wasserreiche Lösung mit $\xi_r = 0,4$. Auslegung ohne Lösungswärmeübertrager. Bei $\xi_a < 0,285$ unterschreitet die Generator Temperatur t_G die Liquiduslinie (Erstarrungskurve). Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

Zustands-gleichungen	H ₂ O / LiBr	Pátek et al.	[7]
	H ₂ O	Wagner et al.	[4]
Wasser-konzentration	$x_d = 1,0$	$x_r = 0,4$	
Massenstrom (reiche Lsg.)	$\dot{m}_r = 0,05$ kg/s		
Kondensator	$t_K = 40^\circ\text{C}$	$p_K = 73,85$ mbar	$\Delta t_u = 0,0$ K
Verdampfer	$t_V = 5^\circ\text{C}$	$p_V = 8,726$ mbar	$\Delta t_u = 0,0$ K
Absorberaustritt	$t_A = 40^\circ\text{C}$	$p_A = 8,726$ mbar	$\Delta t_u = 4,35$ K
Lösungswärme-übertrager		$p_{LW} = 73,85$ mbar	$\Delta t_{\min} = 30,0$ K
Generator (Kocher)		$p_G = 73,85$ mbar	
Lösungspumpe		$p_{LP} = 1,0$ W	$\eta_{LP} = 0,40$

Tabelle 1: Konstante Parameter für die Prozessberechnung der Absorptionskältemaschine. Erläuterungen im Text.

Lösungsumlauf f sowie die Leistungen des Kondensators $\dot{Q}_K$ und des Absorbers $\dot{Q}_A$. Alle vorgegebenen Parameter fasst die **Tabelle 1** zusammen, wobei die Unterkühlung $\Delta t_u = f(p_V, \xi_r) - t_A$ am Absorberaustritt mit $\Delta t_u = 4,35$ K nur von dem Massenanteil $\xi_r = 0,4$ und der Vorgabe $t_A = 40^\circ\text{C}$ abhängt, also nicht mehr wählbar ist.

Bild 5 zeigt die Generator Temperatur $t_G = t_2$ und das Wärmeverhältnis β als Funktion des Massenanteils ξ_a der armen Lösung, wobei die Generator Temperatur als Siedetemperatur der armen Lösung nur von den Gemischeigenschaften (Zustandsgleichung) gemäß $t_G = f(p_K, \xi_a)$ abhängt. Es ist also gleich, ob bei der Darstellung der Zustandsgrößen und Prozessgrößen als Abszisse der Massenanteil ξ_a oder die Generator Temperatur t_G gewählt wird, soweit der Druck p_K unverändert bleibt. Die Zulauf Temperatur t_1 stimmt mit der Absorberaustrittstemperatur $t_A = 40^\circ\text{C}$ überein, da ►

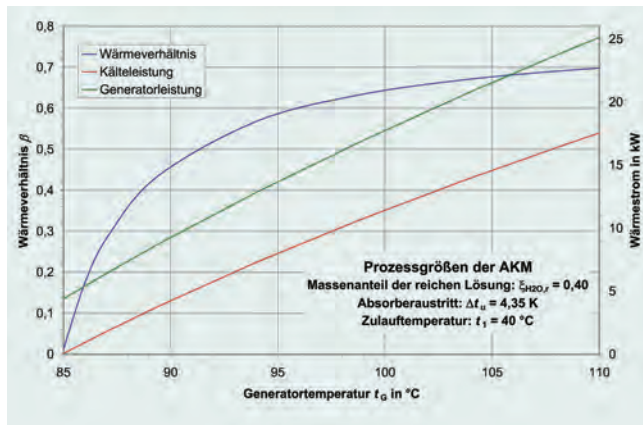


Bild 6: Wärmeverhältnis β , Kälteleistung des Verdampfers $\dot{Q}_V$ und Generatorleistung $\dot{Q}_G$ als Funktion der Generatortemperatur t_G bei Auslegung ohne Lösungswärmeübertrager. Massenanteil der wasserreichen Lösung $\xi_r = 0,4$. Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

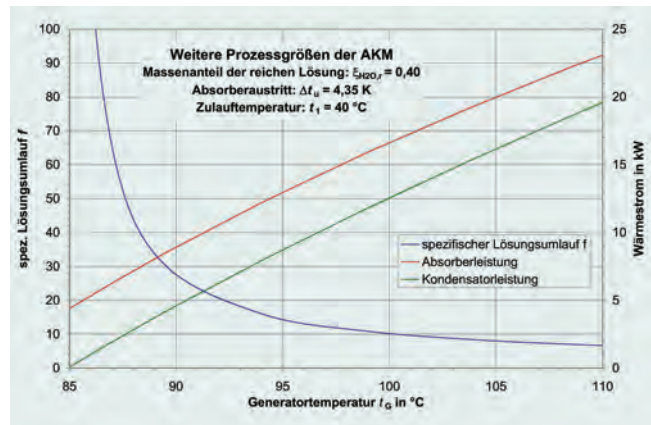


Bild 7: Spezifischer Lösungsstrom f sowie Absorberleistung $\dot{Q}_A$ und Kondensatorleistung $\dot{Q}_K$ als Funktion der Generatortemperatur t_G bei Auslegung ohne Lösungswärmeübertrager. Massenanteil der wasserreichen Lösung $\xi_r = 0,4$. Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

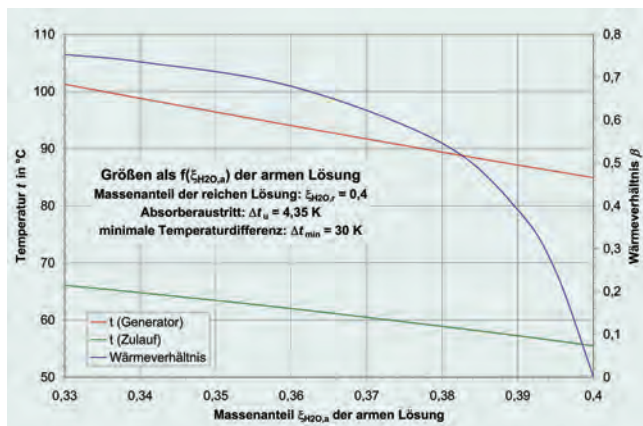


Bild 8: Generatortemperatur t_G , Zulauftemperatur t_1 und Wärmeverhältnis β als Funktion des Massenanteils ξ_a der wasserarmen Lösung bei Auslegung mit Lösungswärmeübertrager LW. Wasserreiche Lösung mit $\xi_r = 0,40$. Bei $\xi_a = 0,33$ ($t_G = 101,3$ °C) erreicht die Temperatur t_3 am Austritt des LW die Liquiduslinie (Erstarrungskurve). Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

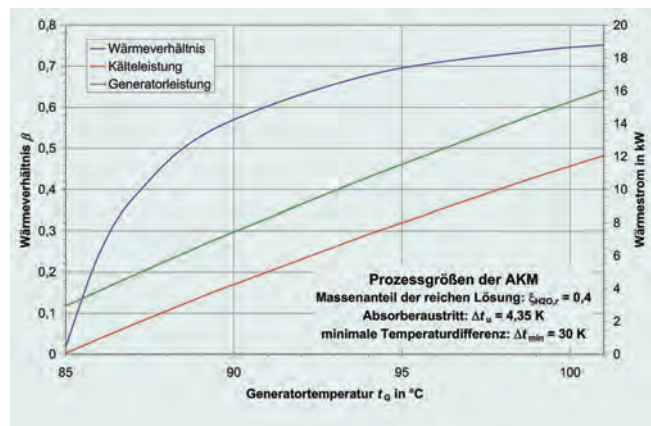


Bild 9: Wärmeverhältnis β , Kälteleistung des Verdampfers $\dot{Q}_V$ und Generatorleistung $\dot{Q}_G$ als Funktion der Generatortemperatur t_G bei Auslegung mit Lösungswärmeübertrager LW. Massenanteil der wasserreichen Lösung $\xi_r = 0,40$. Bei $t_G = 101,3$ °C erreicht t_3 am Austritt des LW die Liquiduslinie nach Gl. (7). Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

kein Lösungswärmeübertrager vorgegeben ist. Bei $\xi_a < 0,285$ unterschreitet die Generatortemperatur die Temperatur t_L der Liquiduslinie (Erstarrungskurve), so dass die Werte jenseits davon fiktiv sind. Bis $t_G = 110$ °C kann die Absorptionskältemaschine ohne Lösungswärmeübertrager sicher betrieben werden. Die Generatortemperatur fällt nahezu linear mit der Zunahme des Massenanteils ξ_a , da die Siedepunkterhöhung durch weniger Lithiumbromid geringer ausfällt. Das Wärmeverhältnis β fällt monoton mit ξ_a . Je geringer die Entgasungsbreite $\Delta\xi = \xi_r - \xi_a$ wird, desto stärker fällt das Wärmeverhältnis, bis es bei $\Delta\xi = 0$ verschwindet.

Bild 6 beinhaltet das Wärmeverhältnis β und die Wärmeströme $\dot{Q}_V$ und $\dot{Q}_G$ als Funktion der Generatortemperatur. Bei $t_G = 84,9$ °C werden das Wärmeverhältnis und die Kälteleistung null, da $\Delta\xi = 0$. Um die Absorptionskältemaschine ohne Lösungswärmeübertrager mit $\xi_r = 0,4$ sinnvoll betreiben zu wollen, sollte die Generatortemperatur zwischen 95 °C und 110 °C liegen. Damit werden Wärmeverhältnisse von 0,6 bis 0,7 erzielt. Mit dem Gemisch Ammoniak/Wasser liegt das Temperaturniveau des Generators um 15 ... 20 K höher, wobei die Wärmeverhältnisse

um 15 Prozent niedriger liegen, vergleiche [9]. Für die Klimatisierung ist also das Gemisch Wasser/Lithiumbromid deutlich besser geeignet.

Im **Bild 7** sind der spezifische Lösungsstrom f nach den Gln. (10) und (11) sowie die Absorberleistung $\dot{Q}_A$ und Kondensatorleistung $\dot{Q}_K$ als Funktion der Generatortemperatur dargestellt. Entsprechend $\Delta\xi = 0$ wird der spezifische Lösungsstrom f bei $t_G = 84,9$ °C unendlich groß und die Kondensatorleistung null. In diesem Betriebspunkt (Leerlauf) ist die Absorberleistung gleich der Generatorleistung $\dot{Q}_G = 4,33$ kW. Im Bereich der sinnvollen Auslegung liegt der Lösungsstrom $f = 7 \dots 14$, was vergleichbar mit der Ammoniak-Absorptionskältemaschine ist.

In den **Bildern 8, 9 und 10** sind die Ergebnisse der Simulationsrechnungen mit einem Lösungswärmeübertrager LW der kleinsten Temperaturdifferenz $\Delta t_{\min} = 30$ K dargestellt. Dies entspricht einer Ablauftemperatur der armen Lösung aus dem LW von $t_3 = 70$ °C. Als niedrigster Massenanteil der armen Lösung ist nach Gl. (7) nur noch $\xi_a = 0,33$ wählbar, weil unter diesem Wert die Kristallisation beginnt. Damit liegt die maximale Generatortemperatur mit $t_G = 101,3$ °C fest (vergleiche Bild 8). Dort

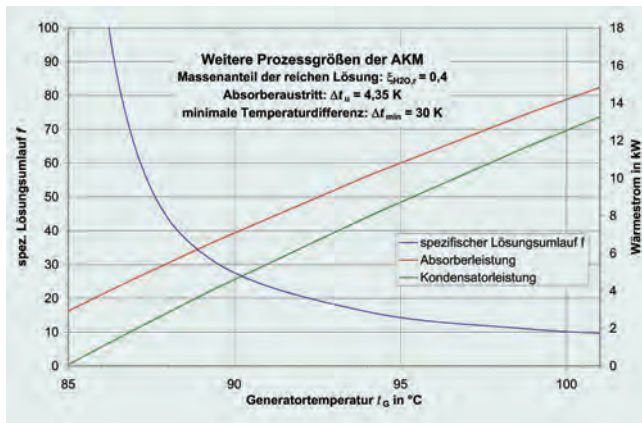


Bild 10: Spezifischer Lösungsumlauf f sowie Absorberleistung $\dot{Q}_A$ und Kondensatorleistung $\dot{Q}_K$ als Funktion der Generatortemperatur t_G bei Auslegung mit Lösungswärmeübertrager LW. Massenanteil der wasserreichen Lösung $\xi_r = 0,40$. Weitere Parameter in Tabelle 1. Bild: Vogel

verläuft die Generatortemperatur $t_G = f(p_K, \xi_a)$ unverändert wie im Bild 5; sie ist jedoch nur in einem kleineren Konzentrationsbereich der armen Lösung nutzbar. Zusätzlich ist die Zulauftemperatur t_1 aufgenommen, die wegen des Lösungswärmeübertragers nicht mehr konstant ist. Als größtes Wärmeverhältnis wird $\beta = 0,753$ erreicht, was eine Verbesserung um 7,6 Prozent gegenüber der Absorptionskältemaschine ohne Lösungswärmeübertrager bedeutet. Bei $\xi_a = 0,34$, entsprechend der Generatortemperatur von $t_G = 98,8 \text{ °C}$, lässt sich das Wärmeverhältnis $\beta = 0,736$ erzielen.

Bild 9 zeigt das Wärmeverhältnis β und die Wärmeströme des Verdampfers $\dot{Q}_V$ und des Generators $\dot{Q}_G$ in Abhängigkeit von der Generatortemperatur. Unverändert zum Bild 6 werden bei $t_G = 84,9 \text{ °C}$ das Wärmeverhältnis β und die Kälteleistung $\dot{Q}_V$ null, da die Entgasungsbreite $\Delta\xi$ verschwindet. Der energetisch sinnvoll nutzbare Bereich der Generatortemperatur liegt im schmalen Band $t_G = 90 \dots 100 \text{ °C}$. Würde die minimale Temperaturdifferenz Δt_{min} verkleinert werden, würde die obere Grenztemperatur des Generators $t_G = 101,3 \text{ °C}$ noch geringer ausfallen. Die unterste Grenztemperatur $t_G = 84,9 \text{ °C}$ lässt sich wegen der notwendigen Unterkühlung Δt_u im Absorber bei der vorgegebenen Verdampfungstemperatur technisch nicht verringern.

Bild 10 zeigt analog zum Bild 7 den spezifischen Lösungsumlauf f sowie die Absorberleistung $\dot{Q}_A$ und Kondensatorleistung $\dot{Q}_K$ als Funktion der Generatortemperatur. Im sinnvoll nutzbaren Bereich ist der spezifische Lösungsumlauf $f = 10 \dots 27$. Die Absorberleistung beträgt im Grenzfall $t_G = 84,9 \text{ °C}$ ($\Delta\xi = 0$) nur noch 2,865 kW, welche mit der Generatorleistung übereinstimmt. Es wird also im Leerlauf weniger Generatorenergie verschwendet als in der Absorptionskältemaschine ohne Lösungswärmeübertrager.

Zusammenfassung

Mit Hilfe des Programms DWSIM [1] wurde die einstufige Absorptionskältemaschine im Auslegungszustand mit und ohne Lösungswärmeübertrager simuliert. Als Zustandsgleichung für das Gemisch Wasser/Lithiumbromid wurde die Gleichung von Pátek und Klomfar [7], für das reine Wasser der Industrie-Standard IAPWS-IF 97 [4] herangezogen. Als Grenzen für den inneren Prozess wurden die Verdampfungstemperatur $t_v = 5 \text{ °C}$, die Kon-

densationstemperatur $t_K = 40 \text{ °C}$ und die Absorberaustrittstemperatur $t_A = 40 \text{ °C}$ vorgegeben, welche typisch für die Klimatisierung in wärmeren Klimazonen sind.

Es wurde nachgewiesen, dass die Konzentrationen der wasserreichen Lösung ξ_r und der wasserarmen Lösung ξ_a dann nur in Grenzen frei gewählt werden können, da die arme Lösung im Austritt des Lösungswärmeübertragers und sogar bei hohen Temperaturen im Generator zur Kristallisation neigt und die reiche Lösung im Absorber je nach Vorgabe von ξ_r nur bedingt vollständig gebildet werden kann, also einer Unterkühlung bedarf. Innerhalb dieser Grenzen sollte die Entgasungsbreite $\Delta\xi = \xi_r - \xi_a$ groß gewählt werden. Optimal sind mit Lösungswärmeübertrager $\xi_r = 0,4$ und $\xi_a = 0,34$ entsprechend einer Generatortemperatur von $t_G = 98,9 \text{ °C}$, wodurch das Wärmeverhältnis $\beta = 0,736$ erzielbar ist. Dies ist eine Verbesserung um 25 Prozent gegenüber einer Absorptionskältemaschine mit Ammoniak/Wasser. Oberhalb der Generatortemperatur $t_G = 101,3 \text{ °C}$ beginnt im Lösungswärmeübertrager die Kristallisation. Ein hinnehmbarer Betrieb ist auch bei $t_G = 90 \text{ °C}$ ($\xi_a = 0,377$) mit $\beta = 0,56$ noch möglich. Unterhalb einer Generatortemperatur von $t_G = 85 \text{ °C}$ kann innerhalb der gegebenen Grenzen des inneren Prozesses keine Kälteleistung mehr erzeugt werden. Dies ist beim thermischen Antrieb durch Solarkollektoren zu beachten.

LITERATUR

- [1] Medeiros, D.; Reichert, G.: <http://dwsim.infoside.com.br/wiki/index.php?title=Downloads>
- [2] Baehr, H. D.; Kabelac, S.: Thermodynamik, 16. Aufl., Springer, Berlin 2016.
- [3] Niebergall, W.: Sorptions-Kältemaschinen, Handbuch der Kältetechnik, Bd. 7, Springer, Berlin 1959.
- [4] Wagner, W.; Kruse, A.: Properties of water and steam – Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf. Der Industrie-Standard IAPWS-IF 97 für die thermodynamischen Zustandsgrößen und ergänzende Gleichungen für andere Eigenschaften. Tafeln aufgrund dieser Gleichungen, Springer, Berlin 1998.
- [5] Herold, K. E.; Radermacher, R.; Klein, S. A.: Absorption Chillers and Heat Pumps, CRC Press, Boca Raton 1996.
- [6] Pátek, J.; Klomfar, J.: Solid-liquid phase equilibrium in the systems of LiBr-H₂O and LiCl-H₂O, In: Fluid Phase Equilibria, 250, pp. 138-149 (2006).
- [7] Pátek, J.; Klomfar, J.: A computationally effective formulation of the thermodynamic properties of LiBr-H₂O solutions from 273 to 500 K over full composition range, In: International Journal of Refrigeration, Vol. 29, No. 4, pp. 566-578 (2006).
- [8] Bell, I. H.; Wronski, J.; Quoilin, S.; Lemort, V.: Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library CoolProp, In: Industrial & Engineering Chemistry Research 53 (6), pp. 2 498-2 508 (2014).
- [9] Vogel, H.-H.: Auslegung der Ammoniak/Wasser-Absorptionskältemaschine zur Klimatisierung, HLH Bd. 70 (2019), Nr. 7-8, S. 50-55.



**Prof. Dr.-Ing.
Hans-Herbert Vogel**

war Professor an der Hochschule Ostfalia Wolfenbüttel. Schwerpunkte: Energietechnik, Thermodynamik.
Bild: Autor



Bild 1: Bei der Erweiterung der Kita Champini setzten die Verantwortlichen auf ein individuelles Konzept für den Sanitärbereich. Bild: Geberit

Waschtischrondelle in kindgerechten Sanitärräumen

Runde Sache für kleine Gewinner

Mehr Platz für Kinder: Im bayerischen Unterschleißheim wurde die Kindertagesstätte Champini um einen Erweiterungsbau ergänzt. In vier zusätzlichen Gruppen finden Kinder dort auf zwei Ebenen Platz zum Spielen und Lernen. Bei den sanitären Einrichtungen fiel die Wahl auf Produkte, die gleichermaßen praktisch, hygienisch und optisch ansprechend sind.

Die Geräuschkulisse hat sich verändert. Das rhythmische Klopfen der Werkzeuge und die schweren Schritte von Arbeitsschuhen sind durch

das vergnügte Quietschen und das flinke Getrappel von Kinderfüßen ersetzt worden. Die Kita Champini in Unterschleißheim (**Bild 1**) ist gewachsen. Im Jahr 2018 erstellte das Architekturbüro ARGE Köhler Architekten / Prof. Benkert einen

neuen Anbau, der über eine Tür mit dem bestehenden Gebäude aus dem Jahr 2012 verbunden ist. Im Neubau finden Büro- und Multifunktionsräume, eine Küche, Technikräume und vor allem natürlich Kinder Platz. In vier neuen Gruppen darf

getobt, gespielt und gelernt werden. Das bewährte Konzept der Champini-Kindertagesstätten gilt natürlich auch hier: Bewegung und gesunde Ernährung stehen im Fokus, alle Erzieher werden weitergebildet in den Bereichen Sport und Bewegung. Viele sind nicht nur pädagogische Fachkräfte, sondern auch Sportwissenschaftler oder Kinderyoga-Lehrer und lassen diese Zusatzqualifikationen in den Kita-Alltag spielerisch einfließen.

Wo gebastelt, gegessen und gespielt wird, wird es natürlich auch mal schmutzig. Deshalb spielen die sanitären Einrichtungen gerade in Kindertagesstätten eine entscheidende Rolle. Für die beiden Sanitärräume im neuen Anbau haben sich die Verantwortlichen für Produkte von Geberit entschieden.

Kindgerechte Waschplätze

Highlight der Waschräume sind die Waschrondelle. Jeweils acht Waschtische in unterschiedlichen Höhen zwischen 55 und 65 Zentimetern sind an dem mit 135 Zentimetern brüstungshohen, zehneckigen Rondell angeordnet (**Bild 2**). Zwei nebeneinanderliegende Seiten des Rondells bilden eine Einstiegsöffnung für die in der Mitte installierten und für Kindertagesstätten vorgeschriebene Dusche (**Bild 3**). Von den drei Entwürfen des Ingenieurbüros Lorenz Weidinger überzeugte diese Lösung den Architekten und den Bauherrn, der einen gefliesten Waschtischbereich wünschte. „Die Kombination aus Waschrondell und Dusche ist optisch ansprechend und praktisch in der Installation. Es konnte ein kompletter Fallstrang mit Trinkwasser- und Schmutzwasserleitungen eingespart werden, da alles in einer Installationswand untergebracht werden konnte“, erklärt Florian Seitz vom Ingenieurbüro Lorenz Weidinger, das für die Planung verantwortlich zeichnet. Weil der Platz in der Mitte des Rondells für die Dusche genutzt wurde, entstand zudem mehr Bewegungsfläche. „Mithilfe der Software Geberit ProPlanner haben wir das Waschrondell aus Elementen des Geberit Installationssystems GIS entworfen und ideal an die Anforderungen einer Kindertagesstätte angepasst“, so Seitz. „Diese individuelle Gestaltung war nur durch die Kombination aus Software und flexiblem Installationssystem möglich.“

Auch bei der Montage überzeugte GIS: Durch die Kombination von Tragsystem, Montageelementen wie Rohrleitungen



Bild 2: Highlight in den beiden neuen Sanitärräumen ist das Waschrondell, das aus dem Installationssystem Geberit GIS angefertigt wurde. Es ist nach oben hin frei und umfasst acht Waschplätze sowie eine Dusche. Bild: Geberit



Bild 3: Das Rondell beinhaltet die in Kindertagesstätten vorgeschriebene Dusche. Der Ablauf verläuft mittig in den Boden, die Wasseranschlüsse sind von innen angebracht. Bild: Geberit



Bild 4: Auf der Baustelle wurden die Rondelle aufgestellt, zusammengebaut und die Rohrleitungen und Anschlüsse integriert. Dank Vorfertigung konnte dies mit nur zwei Installateuren in kurzer Zeit geschafft werden. Bild: Geberit

und abschließender Beplankung lässt es in wenigen Schritten individuelle Sanitärwände entstehen – natürlich auch in Form eines Rondells wie in der Kita Champini. „Ich arbeite leidenschaftlich gerne und erfolgreich seit mehr als 20 Jahren mit GIS“, sagt Lorenz Weidinger und ergänzt: „Auf diese Weise können Schnittstellen minimiert werden, da alles aus einer Hand kommt.“

Schneller Bauablauf

Um die individuellen Waschtischrondelle zu realisieren, arbeiteten Sanitärinstallateur und Projektpartner Hand in Hand. Die GIS Rondelle wurden vom Partnerfachbetrieb MCP vorgefertigt und in zwei Teilen angeliefert (**Bild 4**). „So war ein schneller Zusammenbau vor Ort problemlos möglich“, erklärt der Installateur Gerhard Grynda von der Heinrich Preis GmbH, der im Einsatz von GIS sehr erfahren ist. „Obwohl die Umsetzung eines Waschtischrondells für uns eine neue Aufgabe war, ging sie schneller als gedacht“, erläutert der Fachmann. Die größte Herausforderung für Planer und Installateur war die Verbindung zwischen den Rondellen. Während im Erdgeschoss sämtliche Leitungen problemlos im Boden verlegt werden konnten, war die Verbindung ins erste Obergeschoss knifflig. Durch die Installation senkrechter Rohrleitungen, die das Rondell im Obergeschoss mit der direkt darunterliegenden, baugleichen Version im Erdgeschoss verbinden, wurde jedoch auch dieses Problem gelöst.

Nicht nur bei den Rondellen haben Installateur und Planer auf hochwertige Materialien gesetzt. Das Entwässerungssystem Silent-Pro von Geberit lässt sich einfach stecken und erfüllt hohe Anforderungen an den Schallschutz. Für das Frischwasser wurde das Rohrsystem Geberit Mapress Edelstahl eingesetzt, durch das sich Rohre dicht und sicher verbinden lassen und hohe Anforderungen an Hygiene, Temperaturen und Drücke erfüllen. Auch vor der Wand wurden Produkte von Geberit gewählt: Waschtische aus der Serie Keramag Renova Nr. 1 und die Betätigungsplatte Sigma01 bei den Toiletten warten auf Kinderhände. Klebrige Finger und andere kleine Unfälle können nun also problemlos abgewaschen werden – damit danach wieder vergnügt durch die neuen Räume gehüpft werden kann. www.geberit.de



Bild 1: Cabrio-Feeling: Bei schönem Wetter kann das Dach über dem neuen 25-Meter-Becken geöffnet werden. Bild: Aschl GmbH, Pichl bei Wels



Bild 2: Um das sanierte Kursbecken mit Hubboden verläuft die kaum sichtbare Entwässerungsrinne. Bild: Aschl GmbH, Pichl bei Wels

Die Karlsruher Bäderlandschaft bietet für fast jeden Geschmack das passende Schwimmbad. Familien und Sportschwimmer genießen beispielsweise die Vorteile des Fächerbades in der Karlsruher Waldstadt, das nach dem fächerförmigen Grundriss der barocken Planstadt benannt wurde. Viele deutsche Weltklassemchwimmer, wie der achtfache Weltmeister und Olympiasieger Michael „Albatros“ Groß, haben dort schon trainiert. Im Badebereich können die Gäste zwischen sechs Schwimmbecken wählen. Erholungssuchende kommen im großzügigen Saunabereich mit „Badischer Schwätzsauna“ auf ihre Kosten. Seit dem Umbau bietet das Fächerbad zudem eine besondere Mischung aus Hallenbad und sommerlichem Cabrio-Gefühl.

Freibad auf Knopfdruck

Von März 2015 bis November 2018 befand sich das Fächerbad in einer komplexen Baustellensituation: In zwei Bauabschnitten wurde das Gebäude aus den 1980er-Jahren saniert und erweitert. Die besser gedämmten Fassaden und ein Flachdach helfen seither Energie zu sparen. Bisher verfügte das Fächerbad zwar über eine außergewöhnlich große Rasenfläche, aber lediglich über ein Außenbecken. Ein Erweiterungsbau sollte dem Freibad-Feeling nun

Hallenbad mit Cabrio-Feeling

Nach abgeschlossener Sanierung punktet das Fächerbad in Karlsruhe mit einem ausfahrbaren Dach und einer angepassten Entwässerungstechnik.

auf die Sprünge helfen. Der Bauherr wich jedoch vom Bau eines zweiten Außenbeckens ab, da dieses im Schnitt lediglich 42 Tage im Jahr für den Freibadbetrieb genutzt werden kann. Mit dem Cabrio-Becken (**Bild 1**) hingegen ist ganzjährig Sportfläche und Sonnenbad zugleich möglich. Ein ausfahrbares Foliendach, das sogar UV-Licht in den Innenraum lässt, überspannt das 25-Meter-Becken. Das Dach kann bei schönem Wetter per Knopfdruck eingefahren werden. Durch die Schiebetüren in der Glasfassade lässt sich die Liegewiese zudem bequem erreichen. Mit dem Cabrio-Dach setzte sich der Sanierungsentwurf des Karlsruher Architektenbüros Rossmann+Partner gegen 20 Mitbewerber durch.

Saubere Linienentwässerung

Zum neuen Cabrio-Bad gehört natürlich auch eine effiziente Entwässerung. Das Architekturbüro war im Auftrag des Fächerbades auf der Suche nach qualitativ hochwertigen Entwässerungssystemen, die zur Gesamtarchitektur und zum nachhaltigen Energiekonzept passen und leicht zu reinigen sind. Die Wahl fiel auf den Edelstahl-Spezialisten Aschl, der die Umkleiden sowie die Barfußbereiche rund um die sanierten Schwimmbecken mit der patentierten Badrinne SPArin und passenden Sanitärabläufen austattete (**Bild 2**). Auch im zweiten Bauabschnitt mit EU-weiter Ausschreibung entschied sich der Bauherr für die Qualität der Aschl-Rinnen. Rund um das neue Kursbecken und das Cabrio-Becken kommt ebenfalls das Produkt der Österreicher zum Einsatz. „Die Linienentwässerung hat den generellen Vorteil, dass wir auf viele Einzelabläufe verzichten können. Somit ist das Thema elegant und sauber gelöst“, erklärt Michael Huber von Rossmann+Partner. Die Edelstahl-Rinne SPArin entwässert durch die Drainagelöcher auch die obere Dichtebene und schützt so den Bodenaufbau. „Insgesamt sind wir mit der Qualität der Aschl-Rinnen sehr zufrieden“, so Architekt Huber. Das unterstreicht auch Jenny Retzbach, Prokuristin des Fächerbades. In den ersten Betriebsmonaten nach den Baumaßnahmen habe sich gezeigt, dass sich Schmutzreste in den Rinnen leicht entfernen ließen.

Die Baumaßnahmen, vor allem der Erweiterungsbau mit Cabrio-Becken, haben bereits ihren Teil zu einer wachsenden Beliebtheit des Karlsruher Hallenbades beigetragen: Im vergangenen Jahr konnte das Fächerbad ein Besucherplus von acht Prozent verzeichnen. www.aschl-edelstahl.com



Bild 1: In den Stadthäusern in Stadtroda kommt eine ganzheitliche Systemlösung für Wärmekomfort und Trinkwasserhygiene zum Einsatz.
Bild: K&R Ingenieur + Planungsbüro

Dezentrale Wohnungsstationen sorgen für Wärmekomfort und Trinkwasserhygiene

Systemlösung für Stadthäuser

Hochwertigen Wohnraum in bevorzugter Lage bieten die sogenannten Stadthäuser im thüringischen Stadtroda. Eine ausgeklügelte Kombination von Fernwärme, dezentralen Wohnungsstationen und Fußbodenheizungen sorgt bei diesem Projekt für die Wärme- und Frischwarmwasserversorgung der Gebäude.

Die aus einer Hand umgesetzte Systemlösung zeichnet sich durch ein hohes technisches Niveau und optimale Trinkwasserhygiene sowie eine übersichtliche Struktur aus.

Nur 15 Gehminuten vom Zentrum der Kleinstadt Stadtroda entfernt sowie in unmittelbarer Nähe eines weitläufigen Waldgebiets, des Freibads und

vielfältiger Einkaufsmöglichkeiten sind drei Mehrfamilienhäuser (**Bild 1**) mit insgesamt 27 zum Teil barrierefreien Wohnungen entstanden. Die zwischen 55 und 115 m² großen Wohneinheiten verfügen alle über bodentiefe Fenster und

Balkone und sind barrierefrei mit Fahrstühlen zu erreichen. Mit den neuen Stadthäusern in der August-Bebel-Straße hat die Stadtrodaer Wohnungsbaugesellschaft modernen Wohnraum in optimaler Lage geschaffen. ►



Bild 2: Ein einfaches und schnelles Einbringen in den Versorgungs- und Medienschacht ermöglichte die hohe Flexibilität der Rohrleitungen für die Wärme- und Wasserversorgung. Bild: Uponor

Mit einer Investitionssumme von über fünf Millionen Euro zählt das Wohnbauprojekt zu den größten der vergangenen 20 Jahre in Stadtroda.

Wohnprojekt für die Generation 55 plus

Besonders bei der Generation 55 plus sind die Stadthäuser beliebt. Diese macht etwa zwei Drittel der Mieterschaft aus. „Da die Gebäude von vornherein auf ältere Bewohner zugeschnitten sein sollten, haben wir sowohl klassische als auch moderne Elemente einfließen lassen“, erklärt Bodo Richter vom K&R Ingenieur + Planungsbüro aus Stadtroda. „So wurden beispielsweise der Wohn- und Küchenbereich in den Einheiten offen gestaltet sowie beim Bau neueste Materialien eingesetzt. Gleichzeitig ist die Gesamtgestaltung der Häuser – etwa im Hinblick auf Architektur und Farbgebung – eher klas-

sisch ausgerichtet und fügt sich so harmonisch in das Umfeld ein.“

Für die Wärmeversorgung der Stadthäuser gilt ähnliches. Das Planungsbüro entwickelte hier gemeinsam mit der ebenfalls in Stadtroda ansässigen Kranzel GmbH Sanitär- und Heizungstechnik eine moderne, aber einfach und übersichtlich gestaltete Systemlösung. „Die Basis für das Gesamtkonzept bildet der vorhandene Fernwärmeanschluss der Stadtwerke“, erläutert Richter. „Davon ausgehend haben wir uns entschieden, das Trinkwarmwasser für die Mieter nicht klassisch in einem zentralen Warmwasserspeicher zu bevorraten, sondern bedarfsgerecht mithilfe von Wohnungsstationen zu bereiten. Auf diese Weise stellen wir eine optimale Trinkwasserhygiene bei hohem Warmwasserkomfort und einem energieeffizienten Systembetrieb sicher. Gleichzeitig versorgen die dezentralen Stationen die Fußbodenheizungen in den Wohneinheiten.“

In einen eigens angelegten Versorgungs- und Medienschacht wurden die Rohrleitungen für die Wärme- und Wasserversorgung eingeschoben (**Bild 2**). Hierbei handelt es sich um einen in den Boden eingelassenen, rechteckigen Betonkanal, der jeweils bis zu den Anschlussräumen der drei Mehrfamilienhäuser reicht.

Rohrleitungen flexibel verlegt

„Wie die Erfahrung zeigt, sind durch die fortlaufenden technologischen Entwicklungen immer wieder Veränderungen an der Gebäudeinfrastruktur notwendig“, betont Richter. „Mit dem Versorgungs- und Medienschacht konnten wir reversible Verbindungen für verschiedenste Anwendungsfälle realisieren. Diese Maßnahme hat sich bereits bewährt, da kurz nach der Fertigstellung des Baus nachträglich Kabel für den TV-Anschluss durch den Kanal gezogen werden mussten.“

Kunststoffrohre des Typs Ecoflex von Uponor mit einer Gesamtlänge von rund 60 m sorgen für den zuverlässigen Transport von Heiz- und Trinkwasser durch den Betonkanal und in die Gebäude. Die PEX-gedämmten Rohre mit ihrem gewellten Mantelrohr zeichnen sich durch eine hohe Flexibilität aus, wodurch sie sich besonders gut für die Verlegung um Ecken und Hindernisse herum sowie für Hausanschlüsse eignen. Die einfache Handhabung erleichterte in Stadtroda das Einschieben der in vorkonfektionierten Längen gelieferten Leitungen in den fertigen Betonschacht. Auf der Wärmeseite entschieden sich die Verantwortlichen dabei für sogenannte Doppelrohre, die Vor- und Rücklauf innerhalb eines PE-Mantelrohres kombinieren. Die Wärmeverluste reduzieren sich hier gegenüber zwei Einzelrohren aufgrund der geringeren Oberfläche.

Zum Einsatz bei der rechtwinkligen Verbindung der Leitungen für den Hausanschluss kam dabei das bewährte Quick & Easy Presssystem des Herstellers. Dieses lässt sich deutlich schneller verarbeiten als herkömmliche Schraubfittings. Dabei wird das Rohrende zusammen mit einem aufgesteckten Ring aufgeweitet und auf ein Kunststofffitting geschoben. Anschließend schrumpft das Rohr durch seine besonderen Materialeigenschaften fest auf das Fitting auf.

und sorgt auf diese Weise für eine dauerhaft dichte und sichere Verbindung mit hoher Leckagesicherheit (**Bild 3**).

Hygienisch durch dezentrale Trinkwarmwasserbereitung

„Der Clou des Versorgungskonzepts sind allerdings die Wohnungsstationen für die Trinkwarmwasserbereitung und die Heizungsverteilung in den Einheiten“, ergänzt Richter (**Bild 4**). „Mit diesen konnten wir vor allem zwei wichtige Punkte abdecken: Die systemische Trennung der Wohnbereiche vom Rest der Anlage sowie eine optimale Trinkwasserhygiene.“ Über die Steigstränge der Gebäude werden die Wohnungsstationen des Uponor-Tochterunternehmens KaMo mit Heizwasser versorgt. Mithilfe eines integrierten Wärmeübertragers im Durchflusprinzip stellen sie bedarfsgerecht Warmwasser zur Verfügung. Dadurch wird die Verkeimungsgefahr des Trinkwassers auf ein Minimum gesenkt, weshalb die Stadthäuser von der alle drei Jahre wiederkehrenden Untersuchungspflicht auf Legionellen entbunden sind.

Der Einsatz der Stationen wirkt sich zugleich positiv auf die Energieeffizienz des Gesamtsystems aus, da auf einen zentralen Trinkwarmwasserspeicher verzichtet werden konnte und es nicht zu Energieverlusten durch die Zirkulation des heißen Trinkwassers in den Steigleitungen



Bild 3: Für die rechtwinklige Verbindung der Rohrenden wurde die Quick & Easy-Technologie eingesetzt. Bild: Uponor



Bild 4: Die Wohnungsstationen sorgen für eine optimale Trinkwasserhygiene. Bild: Uponor



Bild 5: Bei der Flächenverteilung in den Wohnungen kam ein Klett-Fußbodenheizungssystem zum Einsatz, das sich schnell und einfach verlegen lässt. Bild: Uponor

gen kommt. Überdies sorgt die spezielle Regelung der Wohnungsstationen für besonders niedrige Rücklauftemperaturen mit großen Spreizungen. Letztere können bei Warmwasserentnahme bis zu 45 K betragen, was die Effizienz bei der Wärmeerzeugung nochmals deutlich steigert. Ebenso entfiel in den Stadthäusern die Verlegung von Trinkwarmwasserleitungen in den Strängen, wodurch sich die Materialkosten reduzierten und der Platzbedarf in den Steigschächten geringer war.

Hoher Komfort und schnelle Wartung

Die Stationen bieten den Bewohnern einen hohen Heizungs- und Warmwasserkomfort. Auf der Basis des von der zentralen Übergabestation bereitgestellten, bis zu 70 °C warmen Wassers lassen sich sowohl die Vorlauftemperatur der Heizkreise als auch die Erwärmung des Trinkwassers entsprechend der individuellen Anforderungen der Mieter gestalten. Um hierfür auch in Spitzenlastzeiten ausreichend Heizwasser zu bevorraten, wurde ergänzend zur Übergabestation noch ein Pufferspeicher von KaMo mit einem Fassungsvermögen von 1 000 l installiert.

„Darüber hinaus erleichtern und beschleunigen die Wohnungsstationen die Reparaturarbeiten im Fall einer Fehlfunktion der Heizung“, so Richter. „Der zuständige Fachhandwerker kann hier relativ schnell erkennen, ob sich die Fehlerquelle in der Wohnung oder im Gesamtsystem befindet. Liegt der Fehler im Wohnbereich, bleibt durch die Entkopplung der Einheit der Rest der Heizungsanlage zudem vollständig in Betrieb. Das spart dem Betreiber viel Geld und sorgt für weniger Ärger mit der Mieterschaft.“

Durch die Ausstattung der gesamten 1 990 m² Wohnfläche der Liegenschaften mit Fußbodenheizungen wurde der Wohnkomfort zusätzlich erhöht. Hier profitierten die Projektverantwortlichen vom modularen Aufbau der Wohnungsstationen, durch den sich die Geräte flexibel an das jeweilige Temperierungskonzept anpassen lassen. Bei der Flächenheizung setzten die Verantwortlichen auf das Klett-System von Uponor (**Bild 5**), das eine schnelle und einfache Ein-Mann-Verlegung ermöglicht.

„Um ein Gesamtsystem aus einer Hand zu erhalten, haben wir uns bei ►

der Ausführung der Steigleitungen sowie der Trink- und Heizwasserinstallationen in den Stockwerken ebenfalls für eine Lösung von Uponor entschieden. Hier kommt das Mehrschichtverbundrohr Uni Pipe Plus zum Einsatz“, fügt Richter hinzu. „Ganzheitliche Konzepte, wie das der Stadthäuser Stadtroda, bieten ein hohes Maß an technischer Zuverlässigkeit und erleichtern die Wartung. An dieser Stelle haben wir als Planungsbüro auch eine Verantwortung gegenüber den Ausführenden und dem Betreiber. Aufgrund der langjährigen, vertrauensvollen Zusammenarbeit bot sich hier Uponor als Partner an. Der Ausgangspunkt für diese Entscheidung war aber die Einbindung der Wohnungsstationen, deren Vorteile wir unbedingt für das Projekt nutzen wollten.“

Regelung für mietergerechte Raumtemperatur

Ebenso einfach gestaltet wie das Gesamtkonzept ist die Regelung des Heiz-

systems. Die Vorlauftemperaturen in den Verteilungen und dem Pufferspeicher werden über eine Mischeinheit in der Übergabestation witterungsbedingt angepasst. Die Anlage reagiert dementsprechend variabel und energieeffizient auf den jahreszeitlich unterschiedlichen Heizenergiebedarf.

In den Wohnungsstationen erfolgt die Bereitstellung der Raumwärme, wo die Vorlauftemperatur auf das für die Fußbodenheizung erforderliche Niveau heruntergemischt wird. Ausgelegt sind hier standardmäßig 35 °C, wobei sich die Voreinstellungen auch auf Mieter mit einem höheren Raumwärmebedarf anpassen lassen. Über die Regelung Raummatic von KaMo, die speziell für Fußbodenheizungen entwickelt wurde, kann zwischen Raumtemperaturen von 16 bis 24 °C gewählt werden. Mit Blick auf das Durchschnittsalter der Mieterschaft entschieden sich die Beteiligten hier bewusst für ein klassisches Raumthermostat mit Zahlenskala ohne Möglichkeiten zur Programmierung.

Fazit

Bodo Richter zeigt sich mit dem Projekt zufrieden. Es sei gelungen, in den Stadthäusern in Stadtroda, eine energieeffiziente und moderne Wärmeversorgung zu realisieren, die sich gleichzeitig durch eine einfache Struktur auszeichnet. „So konnten wir mithilfe der Wohnungsstationen das große, unübersichtliche System in separate Einheiten aufteilen. Hiervon profitieren sowohl die Mieter als auch der Betreiber – etwa durch die Reparaturfreundlichkeit der Anlage oder den hohen Wohnkomfort. Die dezentrale Trinkwarmwasserbereitung hat uns dabei derart überzeugt, dass wir sie ebenfalls in einem aktuellen Hotelprojekt in Jena einsetzen. Hier können die Stationen ihre Vorteile im Hinblick auf die Trinkwasserhygiene sogar noch besser ausspielen als im Wohnungsbau.“
www.uponor.de

Vorschau 01/2020



Mit seinem Kunst- und Kulturangebot lockt Dresden viele Gäste an – mit positiven Folgen für die Hotelszene. Im Bereich der inneren Altstadt hat vor kurzem das Boutique-Hotel Indigo eröffnet. Hier, wie auch beim Bau der benachbarten Wohnanlage, kamen Rohrleitungssysteme aus Edelstahl zum Einsatz. Bild: Kitzig Design Studios/Pics by Christian Laukemper

Heiztechnik

Brennstoffzellen-Heizgeräte auf dem deutschen Markt

Betrachtung eines PVT-Wärmepumpensystems

Raumluftechnik

Einsatz von gepulsten Zuluftstrahlen

EC-Ventilatoren im RLT-Gerät

Sanitärtechnik

Was sind systemische Legionellen-Untersuchungen gemäß TrinkwV?

Trinkwasserhygiene ist kein Zufallsprodukt

Aufzugstechnik

Betriebssicherheitsverordnung: Auswirkungen auf Aufzugsnotrufsysteme



Bild 1: Das Luxushotel „The Capitol Kempinski Hotel Singapore“ liegt im städtischen Kulturviertel Singapurs nahe der National Gallery.



Bild 2: Ausgewählte Materialien und ein hochwertiges Design in den Bädern des Hotels.

In 142 Zimmern verspricht eine mehrfach für ihre Gestaltung ausgezeichnete freistehende Badewanne ein Badeerlebnis auf höchstem Niveau. Altherwürdige Baukunst und moderne Architektur treffen in dem Luxushotel (**Bild 1**) stilvoll aufeinander: Die historischen Räumlichkeiten des ehemaligen Kapitolsgebäudes sowie des viktorianischen Stamford-Hauses wurden von Pritzker-Preisträger Richard Meier und dem renommierten Jaya International Design mit Blick auf den geschichtsträchtigen Wert der beiden Objekte mit viel Fingerspitzengefühl umgebaut. Entstanden ist auf diese Weise ein architektonisch besonders anspruchsvolles Gebäude, das neben den glamourös ausgestatteten

Baden im Luxus

In der asiatischen Metropole ermöglicht „The Capitol Kempinski Hotel Singapore“ mit prunkvollem Ambiente und ausgezeichnetem Service einen Aufenthalt der Superlative. Auch bei der Ausstattung der Badezimmer setzt das Hotel auf exklusives Design und edelste Materialien.



Bild 3: Die Badewanne wie die Verkleidung sind vollständig aus Stahl-Email gefertigt. Bilder: The Capitol Kempinski Hotel Singapore

Gästezimmern und Suiten (**Bild 2**) viele Highlights für seine Gäste bereithält – von Singapurs erstem und bisher einzigem Outdoor-Salzwasserpool bis hin zum hauseigenen peruanischen Restaurant. Das Hotel ist darüber hinaus für seinen individuell auf den Gast zugeschnittenen Service, den rund-um-die-Uhr Concierge-Dienst, bekannt. Nicht zuletzt für diese erstklassige Gästebetreuung wurde das Luxushotel in die Liste der „Leading Hotels of the World“ aufgenommen.

Eine exklusive Ausstattung und ein Höchstmaß an Komfort finden sich auch in den Bädern wieder. Die Badewanne Centro Duo Oval von Kaldewei bildet mit seiner puristischen Eleganz einen spannenden Kontrast zur opulenten Badarchitektur und lädt die Gäste zum luxuriösen Entspannungsbad ein. Das freistehende Wannenmodell aus Stahl-Email zeichnet sich durch seine ästhetische Formsprache und einzigartigen Materialeigenschaften aus: Sowohl die Badewanne als auch die Verkleidung sind vollständig aus Stahl-Email gefertigt (**Bild 3**). So entsteht eine durchgängige Materialität, die durch ihre hochwertige Optik ebenso überzeugt wie durch die besondere Langlebigkeit und Pflegeleichtigkeit – eine Kombination, die die hohen Ansprüche von Gästen und Objektverantwortlichen gleichermaßen erfüllt. www.kaldewei.de

BAUTAFEL

Klassifizierung:	5 Sterne
Anzahl Zimmer:	157 Gästezimmer und Suiten
Eröffnung:	September 2018
Architektur:	Richard Meier
Inneneinrichtung:	Jaya International DesignText



Volles Haus bei der 11. ZEBAU-Fachkonferenz in Hamburg: Das Auditorium ist gut gefüllt. Bild: Stricker-Berghoff

ZEBAU-Fachkonferenz „Effiziente Gebäude 2019“

Energieeffizientes Planen und Betreiben

Vor rund 180 Zuhörerinnen und Zuhörern fand im September in der staatlichen HafenCity Universität für Baukunst und Metropolenentwicklung in Hamburg die 11. ZEBAU-Fachkonferenz „Effiziente Gebäude“ statt.

Schwerpunkte des Programms waren die Gebäudetechnik bei Neubau und Sanierung von Bildungsbauten sowie die Betriebsoptimierung von Heizung und Lüftung. Rund 20 Aussteller zeigten vor dem Vortragssaal Produkte und Dienstleistungen dazu.

TEXT: Dipl.-Ing. (TU) Undine Stricker-Berghoff

Peter-M. Friemert, Geschäftsführer der ZEBAU (Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH), eröffnete die diesjährige Tagung mit einem klaren politischen Statement: Nichts zur steuerlichen Abschreibung der Gebäudesanierung, Unklarheiten bei der CO₂-Bepreisung, keine erhöhten energetischen Anforderungen für Neubau und Gebäudebestand im Gebäudeenergiegesetz: Ihm

fehle eine konkrete Vision für den Umgang mit dem Gebäudebestand, die er sich vom Klimakabinett erhoffte.

Wesentlich konkreter waren die Inhalte, die die ZEBAU, unabhängige Netzwerkstelle in Norddeutschland für Bauherren, Planer und Kommunen, im Rahmen der zum elften Mal veranstalteten Fachkonferenz anbot. Insgesamt 24 Vorträge lieferten reichlich Input für das interessierte Fachpublikum. Zudem spiegelten die Beiträge die verschiedenen

Regionen Deutschlands wider, deren unterschiedliche politische Rahmenbedingungen und die davon beeinflussten technischen Lösungen.

Bildung in geeignetem und energieeffizientem Rahmen

Beiträge zum Thema Nichtwohngebäude für Bildung dominierten das Plenum am Vormittag. Die öffentliche Hand unterstrich ihre Signalfunktion beim Thema

„Energieeffizienz in Gebäuden“. Die Praxisbeispiele inklusive Betriebserfahrungen zeigten anschaulich, was im Neubau und im Rahmen einer Sanierung bezahlbar und machbar ist.

Sabine Djahanschah von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) hielt den Eröffnungsvortrag „Zukunftsfähiger Schulbau – Pädagogische Architektur und Holzbau im Plus-Energiestandard“. An Beispielen macht sie deutlich, wie die Anforderungen an Schulen in puncto Kompaktheit, Wärmebrückenfreiheit, Tageslicht in Klassenzimmern, Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Regenerative Energien, Raumluftqualität (speziell CO₂) und Akustik erfüllt werden können. Zudem müssten auch emotionale Beziehungen und ein Gemeinschaftsgefühl räumlich ermöglicht werden, so Djahanschah. Als Trends nannte sie Teamgeist und Ganztagschulen, als Hemmnis/Chance den Sanierungsstau. Auch ein erfolgreiches Praxisbeispiel stellt sie vor: Das neue Gymnasium Diedorf. Das Plusenergieobjekt wurde in Holzbauweise errichtet. Gesamtkosten: 41,2 Millionen Euro. Der 13 000 Quadratmeter große Gebäudekomplex besteht aus vier Baukörpern, die um einen Marktplatz herum angeordnet sind. Durch ins Gebäude eingeschnittene Lichthöfe fällt von dort Tageslicht herein. Für den Einsatz von Photovoltaik sind große Süd-Dachflächen vorgesehen. Eine Befragung belegt den Erfolg des vor zwei Jahren in Betrieb genommenen Projektes: Insgesamt wurde ihm eine sehr hohe räumliche, klimatische und pädagogische Zufriedenheit attestiert. Der ENEC-Standard (Kostengruppe KG 300-400) sei bezahlbar gewesen und reche sich nach Angaben des Trägers innerhalb von zehn Jahren.

Miriam Hohfeld vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) stellte drei von elf realisierten Modellvorhaben vor: den Ersatzneubau Oberer Eselsberg der Hochschule Ulm sowie die Teilprojekte der Gymnasien in Neutraubling und Kaufbeuren. Sie forderte in ihrem Vortrag „EffizienzhausPlus Netzwerk Bildungsbauten“ eine Integrale Planung, Qualitätssicherung und Erfolgskontrolle anhand von Indikatoren sowie generell eine Evaluation inklusive 24 Monate Monitoring.

Hans Erhorn vom IBP Fraunhofer-Institut für Bauphysik referierte über die „Revitalisierung der Uhlandschule in Stuttgart zur Plusenergieschule“. Sie be-



ZEBAU-Geschäftsführer Peter-M. Friemert eröffnet die Tagung. Bild: Stricker-Berghoff



Professor Dr.-Ing. Dirk Jacob (TH Lübeck) ist von den Chancen der automatisierten Gebäudebetrieboptimierung überzeugt. Bild: Stricker-Berghoff



Referierte zum Thema Heizungsmonitoring: Paul-Günter Frank vom Hamburger Frank Paul A. R. Architekturbüro. Bild: Stricker-Berghoff

steht aus einem Hauptgebäude aus dem Jahr 1954 und Erweiterungsbauten aus 2007. Das aktuelle Projekt wird integriert geplant. Das Energiekonzept kombiniert verschiedene Aspekte: Dämmung (Dach 20 cm, Außenwand 10-30 cm), Erdreichwärmepumpen (52 x 90 m-Erdwärmesonden), Niedertemperaturflächenheizung, Photovoltaik (1 800 m²), Hybride Lüftung (Winter- und Sommer- sowie Tag- und Nachtvarianten), Beleuchtung (tageslichtabhängige Steuerung und Präsenzmelder). Veränderte schulische Anforderungen im Projektverlauf, zum Beispiel die Turnhalle auch für Vereine zu öffnen, hätten zu einer Verlängerung der Bauzeit um ein Jahr geführt, erläuterte Erhorn. Die Baukosten belaufen sich auf 15,1 Millionen Euro, davon 4,5 Millionen Euro für die TGA. In Summe sei der Umbau des Hauptgebäudes preiswerter als ein Neubau gewesen. Bei den Betriebskosten spare man rund 80 000 Euro pro Jahr, so Erhorn. Zudem liegen bereits erste Messwerte vor, wonach man bisher einen Überschuss von 109 000 kWh erzielt hat.

Längere Inbetriebnahme-phase zur Optimierung

Matthias Wohlfahrt vom Klimaschutzfonds proKlima moderierte das Forum „Betrieboptimierung“ mit drei Vorträgen:

- „Wärmewende im Altbau durch Digitalisierung und Nutzung regenerativer Energien“, Paul-Günter Frank, Architekturbüro Paul A.R. Frank: Er stellte einen „Klimafahrplan“ zum CO₂-freien Quartier vor für 98 Reihenhäuser aus dem Jahr 1952 unter anderem durch Einsatz von Photovoltaik, BHKWs und Wärmepumpen. Eine zentrale Rolle spielt dabei das Monitoring der Heizung, die Auswertung der eigenen Daten mit entsprechenden Konsequenzen und die intelligente Eigenstromnutzung. Die Digitalisierung ermögliche schon heute eine weitgehende Optimierung.
- „Heizungen – Effizient durch Monitoring“, Dr.-Ing. Erik Sewe, Behörde für Umwelt und Energie Hamburg: Aktuelle Heizungskonzepte nutzen meist verschiedene Energiequellen und bieten verschiedene Funktionen. Dadurch kommt es vermehrt zu typischen Betriebsfehlern wie nicht-bedarfsgerechter Betrieb, fehlende Abstimmung der Komponenten, fehlender hydraulischer Abgleich, Ausfälle/Defekte in der



Die parallel zu den Vortragsveranstaltungen stattfindende Ausstellung war gut besucht. Bild: Stricker-Berghoff

Wärmeerzeugung/-verteilung/-nutzung. Am Beispiel eines Plus-Energie-Hauses stellte er das Anlagenmonitoring vor. Bereits mit geringinvestiven Maßnahmen seien Einsparpotenziale von 10 bis 30 Prozent zu erzielen, so Sewe. Der Moderator stellte dazu fest, dass das Monitoring technisch nicht vorankommt, obwohl dazu eine hilfreiche AMEV-Empfehlung vorhanden ist.

- „Automatisierte Gebäudebetriebs-optimierung“, Prof. Dr.-Ing. Dirk Jacob, TH Lübeck FB Bau, als Vortragender und Prof. Dr.-Ing. habil. Gerwald Lichtenberg, HAW Hamburg Fakultät Life Sciences, als Co-Autor: In und über Gebäude werden immer mehr Daten gesammelt. Vorgestellt wurde das geplante Projekt SONDE, in dem Methoden zur automatisierten Gebäudebe-

Nachgefragt bei: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Dirk Jacob, TH Lübeck

HLH: Wie ist das Projekt SONDE entstanden?

Dirk Jacob: Den Anstoß dazu gab die Erkenntnis, dass immer weniger qualifiziertes Personal für die Inbetriebnahme und den Betrieb der Gebäude zur Verfügung steht.

HLH: Wie kommen Sie an geeignete Gebäude?

Jacob: Es gibt viele Gebäude, in denen geeignete Messtechnik und Gebäudeleittechnik vorhanden sind. Sie werden als Demonstrationsobjekt ausgewählt und gegebenenfalls wird die Aufzeichnung der Daten eingerichtet. Unter Umständen wird Messtechnik nachgerüstet.

HLH: Was ist Ihre Arbeitshypothese?

Jacob: Wir wollen im Projekt Algorithmen entwickeln, testen und identifizieren, die in den Messdaten automatisch Fehler finden. Durch die Behebung steigt die Energieeffizienz um fünf bis

zehn Prozent. Gleichzeitig werden Komfortprobleme behoben.

HLH: Die VDI 3922 Energieberatung stellt fest, dass eine rein automatisierte Lösung nicht gewünscht beziehungsweise möglich ist. Ersetzen Ihrer Meinung nach Maschinen den Menschen?

Jacob: Man soll nie „Nie!“ sagen. So hat gerade ein Computer in fünf Stunden besser Go spielen gelernt, als ein Go-Meister in seinem ganzen Leben. Ich glaube, dass in fünf bis zehn Jahren die Digitalisierung im Gebäudebereich in Deutschland nützliche Formen annehmen wird. Das Zusammenspiel aller Anlagen wird immer wichtiger, eben die Betriebsoptimierung. Da Planung und Betrieb der MSR oft in unterschiedlichen Händen liegen und ständig anspruchsvoller werden, was liegt da näher, als sie beschleunigt und variantenreicher – und dadurch hoffentlich besser – automatisch vom Rechner erledigen zu lassen.

triebsoptimierung entwickelt werden. Ziel sei es, anhand der Messdaten Häuser dahin zu bringen, die Plandaten zu erreichen. So könne man Komfortgewinne bei gleichzeitiger Energie- und Kostenreduktion erzielen durch BIM-basierte Modelle und Algorithmen zur Analyse großer Datenmengen.

Innovationen für das Klima

Exemplarisch wird aus der Plenarsitzung der letzte Vortrag „Passivhaus-Hallenbäder: Konzept, Erfahrungen und Planungsleitfaden“ von Soren Peper vom Passivhaus Institut vorgestellt. Die ersten beiden realisierten Hallenbäder in Lünen und Bamberg zeigen, dass das Passivhaus-Konzept auch hier gut funktioniert. Die Monitoring-Ergebnisse und ein Planungsleitfaden zur Gebäudehülle, Technik und Betrieb wurden erläutert. Die Schwachstelle beim Monitoring waren laut Peper die Menschen: So war im Beispielbad eine Überwachungs-Software vorhanden, deren Daten und Auswertungen von den Mitarbeitern aber nicht konsequent genutzt wurden.

Die sechs weiteren Nachmittagsforen trugen die Titel:

- Bestandsbauten effizient gestalten
- Mit Blick auf das Ganze: Nachhaltigkeit und Lebenszyklus
- Innovationsforum (zweiteilig)
- Bauen für die Bildung – und für's Klima!
- Städte im (Klima)Wandel

WEITERE INFORMATIONEN

Ein umfangreicher Tagungsband zur Veranstaltung, die als Fortbildung beispielsweise vom Passivhaus Institut anerkannt wird, ist verfügbar unter www.zebau.de/fortbildung/effiziente-gebäude-2019. Darin enthalten sind auch die Kontaktdaten der Referenten. Die 12. ZEBAU-Fachkonferenz „Effiziente Gebäude“ findet am 25. November 2020 in Hamburg statt.



**Dipl.-Ing. (TU)
Undine
Stricker-
Berghoff, CEng**

MEI VDI ProEconomy,
Travemünde.
Bild: Hans-Jürgen Darlison

Jetzt Bauingenieur*
abonnieren,
20 % RABATT
bekommen.



11
AUSGABEN
PRO JAHR

*
Angebot nur gültig
für Neu-Abonnenten

Sie wollen einzigartige Fachinformationen zum konstruktiven Ingenieurbau, bei der Planung und Ausführung von Bauprojekten? Dann abonnieren Sie die richtungsweisende Zeitschrift im Bauingenieurwesen. Auf das Jahres-Abo erhalten Sie im ersten Jahr 20 % Rabatt – **statt 419 EUR zahlen Sie nur 335,20 EUR** zzgl. 14 EUR Versandkosten innerhalb Deutschlands!

Jetzt abonnieren!

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG, Leserservice, 65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-202, Telefax: +49 6123 9238-244, vdi-fachmedien@vuservice.de

TECHNIKWISSEN FÜR INGENIEURE.
www.vdi-fachmedien.de

VDI fachmedien



Der neo Tower 50.0 hat ein neues Gehäuse erhalten. Im Inneren überzeugt der neue Rohrbündelwärmetauscher (über dem Motor) sowie eine neue Motor- und Generatorsteuerung (an der Rückwand).
Bild: RMB/Energie GmbH, Saterland

50 kW-BHKW verbessert

Die RMB/Energie GmbH hat ihr „Flaggschiff“ im Bereich Blockheizkraftwerke weiter optimiert: Mit einer elektrischen Nennleistung von bis zu 50 kW und einer Nennwärmeleistung von bis zu 100 kW steht der neoTower 50.0 an der Spitze des elf Leistungsstufen umfassenden neoTower-Lieferprogramms. Zu den technischen Veränderungen zählen eine neue Motorsteuerung und eine neue Steuerung für den ebenfalls geänderten Generatortyp. Im Verbund sollte dies für eine stabilere und schnellere Netzsynchonisierung bei verringerten Emissionen, so der Hersteller. Heizwasserseitig bewirkt nun ein Rohrbündelwärmetauscher mehr Effizienz bei der Wärmeübertragung. Er sei weniger verschmutzungsanfällig und kommt in allen drei lieferbaren BHKW-Varianten zum Einsatz. www.neotower.de



Die Sole-Wasser-Wärmepumpe Daikin Altherma 3 GEO ist mit einer aktiven Kühlfunktion ausgestattet. *Bild: Rotex Heating Systems GmbH*

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Kältemittel R-32

Mit der Daikin Altherma 3 GEO hat die Rotex Heating Systems GmbH eine Sole-Wasser-Wärmepumpe auf den Markt gebracht, die das R-32 Wärmepumpenportfolio des Heizsystemspezialisten ergänzt. Durch das umweltfreundliche Kältemittel R-32 und die Inverter-Technologie erzielt die neue Wärmepumpe sehr gute Effizienzwerte. Zudem ist die Wärmepumpe mit einer aktiven Kühlfunktion ausgestattet und sorgt damit für ganzjährigen Komfort beim Endkunden. Das Gerät ist in den zwei Leistungsgrößen 6 kW und 10 kW verfügbar, jeweils mit einem 180 Liter fassenden Edelstahltank für die Brauchwassererwärmung. www.daikin-heiztechnik.de

Vielfältige Wohnungsstation

Die x-net Wohnungsstation von Kermi bietet die Möglichkeit, die effiziente Wärmeversorgung durch integrierten Fußbodenheizungsverteiler mit einer hygienischen Trinkwassererwärmung zu kombinieren. Mit einer Wärmeleistung von 37 und 55 kW erwärmt die Station das Trinkwasser „just in time“ im Durchflussprinzip. Somit ist keine Legionellen-Prüfung erforderlich. Um die Wärme dabei schnell und effizient zu übertragen, erhöht eine spezielle Prägung die Oberfläche des Wärmeübertragers, der je nach regionaler Wasserqualität gelötet in Kupfer oder Edelstahl erhältlich ist. Gleichzeitig spart ein geringer Druckverlust im Wärmeübertrager fünf Prozent an Pumpenenergie. Da die Wohnungsstation für 2- und 4-Leitersysteme erhältlich ist, eignet sie sich für alle Wärmequellen – auch für Wärmepumpen. www.kermi.de



Die x-net Wohnungsstation kombiniert die Wärmeversorgung durch integrierten Fußbodenheizungsverteiler mit hygienischer Trinkwassererwärmung.
Bild: Kermi GmbH



Panasonic R32 PACi Klimasystem Kanalgerät.
Bild: Panasonic

R32 PACi-Klimasysteme mit 20 und 25 kW

Im Zuge der Umstellung auf das Kältemittel R32 hat Panasonic R32 PACi Single-Split-Systeme mit 20 und 25 kW eingeführt. Die Geräte eignen sich besonders, um kleinere und mittelgroße Räumlichkeiten im Einzelhandel oder in der Gastronomie zuverlässig unter anderen über das neue Kanalgerät zu klimatisieren. Auch für größere Büros oder Schalterhallen sind die großen PACi-Systeme eine kostengünstige Alternative. Mit einem optionalen Wasserwärmetauscher können sie auch wasserbasierte Heiz- und Kühlsysteme bedienen. Zur Effizienzsteigerung von bis zu 10 Prozent im Vergleich zu den Vorgängermodellen tragen auch die neuen Panasonic-Inverter-Verdichter mit einem verbesserten Teillastverhalten bei. Dank der technischen Neuerungen erreichen die großen R32 PACi-Anlagen jetzt SCOP-Werte von 3,61 und SEER-Werte von bis zu 5,25. www.aircon.panasonic.de

Neue Brandmelderzentrale

Minimax hat seine neue Brandmelder- und Löschststeuerzentrale Clunid FMZ6000 vorgestellt. Jede Zentrale wird modular aufgebaut und damit mit genau der Technik ausgestattet, die für die jeweilige Applikation benötigt wird. Hohe Rechnerleistungen und großzügig dimensionierte Ereignis- beziehungsweise Historyspeicher erlauben es, das System frei zu skalieren. Bei der Clunid FMZ6000 sind die zentrale Signalverarbeitungseinheit sowie die Prozessoren auf allen Modulen und Bereichsbedienfeldern redundant ausgeführt. Dadurch entfallen Ausfall- und Stillstandzeiten. Selbst bei Austausch einzelner Funktionsmodule ist der Betrieb dank Hot Plug Integration unterbrechungsfrei möglich. Automatische Plausibilitätsprüfungen verhindern zudem Fehler schon bei der Konfiguration. Diagnosefunktionen mit Vorschlägen für Abstellmaßnahmen steigern die Zuverlässigkeit der Gesamtanlage in jedem Betriebszustand. www.minimax.com



Die Brandmelderzentrale FMZ6000.
Bild: Minimax GmbH & Co. KG

Lüftungsgerät mit viel Zubehör

Das neue Lüftungsgerät profi-air 250 flex von Fränkische kann wahlweise an der Wand befestigt oder am Boden aufgestellt werden. Optional verfügbar ist ein unten am Gerät angebrachter Luftanschluss für Zuluft. Einen entscheidenden Vorteil bietet die easySwitch-Funktion: Mit dem serienmäßigen, umschaltbaren Luftanschluss lässt sich das Gerät vor Ort auf Rechts- oder Linksbetrieb einstellen. Dank einer umfangreichen Auswahl an Zubehör, das zusätzlich erhältlich ist, konfiguriert sich jeder Anwender sein persönliches Lüftungsgerät. Effizient vor Frost schützt eine Defrosterheizung, die erstmals direkt im Gerät verbaut ist und so Platz im Aufstellraum spart. Zum Zubehör zählt außerdem ein Enthalpiewärmetauscher, der neben Wärme auch Feuchtigkeit zurückgewinnt. Sensoren für Feuchte und VOC (Volatile Organic Compounds, flüchtige organische Verbindungen) können ebenfalls in das Lüftungsgerät integriert werden. www.fraenkische.com



Das mit Luftmengen bis 250 m³/h speziell für Einfamilienhäuser konzipierte Lüftungsgerät profi-air 250 flex lässt sich auf verschiedene Weisen steuern, unter anderem über die profi-air cockpit App. Bild: Fränkische

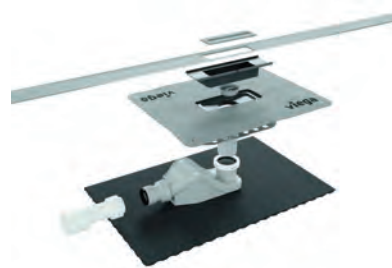
Die eXm erhöht die nutzbare Wärmekapazität im Pufferspeicher und steigert so die Effizienz vieler Wärmeerzeugungsanlagen unabhängig vom Nutzerverhalten. Bild: varmeco / BMS-Energietechnik



Effizienter Heizen

Der Idealzustand einer effizienten Heizungsanlage, eine weite Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf, wird in der Praxis selten erreicht. Die Exergiemaschine eXm macht es möglich. Die Neuentwicklung der Wärmespezialisten varmeco und BMS-Energietechnik senkt die Rücklauftemperatur und stellt (wo erwünscht) höhere Vorlauftemperaturen bereit, und zwar unabhängig vom Nutzerverhalten. Von dieser Temperaturspreizung profitieren diverse Anwendungen: Fernwärme-, Nahwärme- und Brennwertkesselanlagen lassen sich mit einer niedrigen Rücklauftemperatur betreiben, Abwärme erreicht ein nutzbares Temperaturniveau und Wärmepumpen oder Solarkollektoren liefern mehr Wärme aus regenerativer Energie. Benötigt wird außer der Maschine nur ein Heizungspufferspeicher zur Temperaturschichtung.

www.exergiemaschine.com; www.varmeco.de



Am schematischen Aufbau der Duschrinne werden die Installationsvorteile deutlich, beispielsweise der flache Aufbau des Wellen-Ablaufs, der mögliche Höhenausgleich durch den verlängerbaren Flansch oder die einfach einzulipsende Dichtmanschette zur sicheren Abdichtung im Verbund. Bild: Viega

Duschrinne kombiniert Linien- mit Punktentwässerung

Im Gegensatz zu den bisherigen Duschrinnen wird bei der „Advantix Cleviva“ von Viega das Wasser auf einem schlanken Edelstahlprofil mit Gefälleprofilierung zu einem zentralen Bodenablauf mit werkseitig angebrachter Abdichtungsmanschette geführt. Das macht die Installation der Duschrinne und ihre Einbindung in die Verbundabdichtung sicherer und effizienter. Die Edelstahl-Profile der auf dem Estrich aufliegenden Duschrinne sind in den Längen 800, 1 000 und 1 200 mm lieferbar. Vor Ort können sie jeweils auf bis zu 300 mm abgelängt werden. Eine besondere Raffinesse ist dabei die Möglichkeit der nahtlosen Kombination mehrerer Duschrinnen bei der Gestaltung von großzügigen Duschen beziehungsweise Reihenduschen. Möglich machen dies die neutral auslaufenden, 100 mm langen Endflanken des Rinnenprofils. www.viega.de

Nachtrag bei offensichtlich fehlerhafter Leistungsbeschreibung

Ein Auftragnehmer kann einen Nachtrag geltend machen, wenn die tatsächlich ausgeführte Leistung (Bau-Ist) von der vertraglich vereinbarten Leistung (Bau-Soll) abweicht. Streitfragen ergeben sich, wenn die Leistung nicht richtig oder widerspruchsfrei beschrieben worden ist und sich die Auslegung des Auftraggebers und die des Auftragnehmers gegenüberstehen.

In solchen Fällen ist durch Auslegung zu ermitteln, welche Sichtweise die zutreffende ist. Das OLG Celle (Urteil vom 2. 10. 2019 – 14 U 171/18 –) hat sich zu den in diesen Fällen relevanten Auslegungsfragen geäußert. Das OLG geht davon aus, dass dann, wenn der Vertragsabschluss auf der Grundlage eines Vergabeverfahrens nach der VOB/A erfolgt, der Inhalt der Ausschreibung so auszulegen ist, wie ihn der Empfängerkreis verstehen muss. Dabei ist von fachlich kompetenten Bietern auszugehen. Bloße Vorstellungen des Auftraggebers, die im Text der Leistungsbeschreibung keinen Ausdruck gefunden haben, sind außer Betracht zu lassen, da sie die objektive Sicht der Bieter nicht beeinflussen können. Dies gilt auch, wenn die VOB/A nicht zugrunde liegt: Die Auslegung hat stets aus der Sicht des Erklärungsempfängers zu erfolgen. Auslegungszweifel gehen zu Lasten des Auftraggebers, der sorgfältiger hätte formulieren können.

Die Auslegung hat sich in erster Linie am Wortlaut der Leistungsbeschreibung zu orientieren, der zugleich auch eine Grenze der Auslegung bildet: Eine Interpretation der Leistungsbeschreibung, die dem Wortlaut widerspricht, ist nicht möglich. Bei unklarem Wortlaut sind auch weitere Umstände zu berücksichtigen. Dazu zählt insbesondere der Zusammenhang der Leistungsbeschreibung. Wenn eine unklare Formulierung im Zusammenhang mit den weiteren Regelungen betrachtet wird, kann sich daraus der Sinn erschließen. Es ist zudem davon auszugehen, dass ein Bauvertrag ein sinnvolles Ganzes bildet, in den sich die einzelnen Details widerspruchsfrei einfügen sollen. Daneben sind auch die konkreten Umstände des Einzelfalles in die Betrachtung einzubeziehen. Dazu sollen die konkreten Verhältnisse der Baustelle gehören, was allerdings problematisch ist, da diese den Bietern nur in dem Maße bekannt sind, wie der Auftraggeber sie beschrieben hat. Eine Auslegung, die zu einem Leistungsumfang führt, der nach der konkreten Sachlage völlig ungewöhnlich ist und von keiner Seite zu erwarten war, widerspricht diesen Grundsätzen.

Bei Unklarheiten/Widersprüchen zwischen verschiedenen Teilen der Leistungsbeschreibung darf sich der Bieter nach der Entscheidung des OLG Celle bei der Auslegung zunächst an den Teilen orientieren, die die Leistung konkret beschreiben. Besonderes Gewicht komme in dieser Hinsicht dem Wortlaut der Leistungsbeschreibung jedenfalls dann zu, wenn dort die Leistung im einzelnen beschrieben ist, während sich die Pläne nicht im Detail an dem ausgeschriebenen Bauvorhaben orientierten. Die Frage des Vorrangs von Text oder Plänen ist im Einzelnen sehr umstritten.

Grundsätzlich ist der Bieter im Vergabestadium nur zu einer kalkulationsbezogenen Prüfung der Leistungsbeschreibung verpflichtet. Der Bieter muss die Leistungsbeschreibung nicht in technischer Hinsicht prüfen, sondern darf grundsätzlich davon

ausgehen, dass der Auftraggeber ihm mangelfreie, vollständige und widerspruchsfreie Vergabeunterlagen überlässt.

Wenn aber im Einzelfall die überlassenen Unterlagen offensichtliche Fehler oder Widersprüche enthalten, die bei einer kalkulationsbezogenen Prüfung ersichtlich sind, ist der Bieter nach dem Gebot des korrekten Verhaltens bei Vertragsverhandlungen zu einer näheren Prüfung und zu Hinweisen an den Auftraggeber verpflichtet. Aus der Tatsache, dass später eine Lücke oder ein Widerspruch in der Leistungsbeschreibung entdeckt wird und dann auch allen Beteiligten deutlich ist, kann nicht geschlossen werden, dass dieses Problem bereits bei der Kalkulation erkannt werden konnte, zumal der Auftraggeber (beziehungsweise sein Planer), der sich ja entsprechend viel Zeit für die Aufstellung der Leistungsbeschreibung nehmen kann, den Fehler auch nicht bemerkt hat. Die Rechtsprechung fällt hier eher großzügig zugunsten der Unternehmer aus. Für einen Bieter, der in Kenntnis des vom Auftraggeber gewollten, aber nicht zutreffend niedergelegten Bau-Solls, also in Kenntnis einer Lücke oder eines Widerspruchs in den Vergabeunterlagen abweichend von dem Erkannten kalkuliert, hat der BGH den Begriff des „frivolen“ Kalkulierens gefunden. Unterlässt der Bieter in einem solchen Fall einen Hinweis an den Auftraggeber, ist er nach Treu und Glauben gehindert, einen Nachtrag zu stellen, weil aus seiner Sicht Bau-Soll und Bau-Ist ja gar nicht voneinander abwichen.

Diese Frage ist im Einzelnen nicht unumstritten. Das OLG München (Beschluss vom 4. 4. 2013 – Verg 4/13 –) hat in einem Vergaberechtsstreit entschieden, dass der Bieter von ihm erkannte Unstimmigkeiten in der Leistungsbeschreibung kalkulatorisch ausnutzen dürfe und keinen Hinweis an den Auftraggeber geben müsse.

Zum Teil wird vertreten, dass der Auftragnehmer, der fahrlässig einen Fehler der Leistungsbeschreibung nicht erkannt hat, einen Schadensersatzanspruch gegen den Auftraggeber hat, soweit es um „Sowieso“-Kosten geht, weil diese der Auftraggeber auch bei entsprechendem Hinweis und Korrektur der Leistungsbeschreibung zu tragen hätte, dass aber die Mehrkosten wegen Zusatzaufwendungen aufgrund des verspäteten Hinweises vom Auftragnehmer zu tragen seien. ■



Dr. Reinhard Voppel

Rechtsanwaltskanzlei
Osenbrück, Bubert, Kirsten, Voppel, Köln
www.obkv-rechtsanwaelte.de

Bild: Foto Stephan Behrla/Nöhrbaß GbR

Die erste Adresse für Technikwissen: VDI Fachmedien.



BAUINGENIEUR
11 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 433 EUR*



AUCH
ALS
E-PAPER

**BWK –
Das Energie-Fachmagazin**
10 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 298 EUR*
Digital-Abo: 256,50 EUR

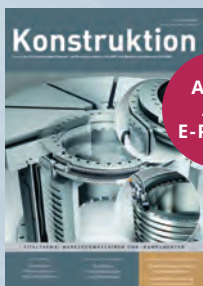


**GEFAHRSTOFFE –
Reinhaltung der Luft**
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 391,50 EUR*



AUCH
ALS
E-PAPER

HLH
12 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 213,50 EUR*
Digital-Abo: 179,10 EUR



AUCH
ALS
E-PAPER

KONSTRUKTION
11 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 467 EUR*
Digital-Abo: 407,70 EUR



LÄRMBEKÄMPFUNG
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 227,50 EUR*



AUCH
ALS
E-PAPER

**LOGISTIK
FÜR UNTERNEHMEN**
8 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 179,50 EUR*
Digital-Abo: 150,30 EUR



TECHNISCHE SICHERHEIT
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 235,50 EUR*



AUCH
ALS
E-PAPER

UMWELTMAGAZIN
8 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 128,50 EUR*
Digital-Abo: 106,20 EUR



AUCH
ALS
E-PAPER

VDI-Z
12 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 252,50 EUR*
Digital-Abo: 214,20 EUR



**WT
Werkstattstechnik-online**
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 247 EUR

Jetzt Fachzeitschrift
auswählen und bestellen!

Telefon:
+49 6123 9238-202
vdi-fachmedien@
vuservice.de

*
angegebener Preis im Inland,
Ausland auf Anfrage

Wir wissen, was Technikwissen auszeichnet.

Wir – das sind die hochkarätigen Fachzeitschriften des Fachverlags für Ingenieure, den VDI Fachmedien.

In direkter Anbindung an den VDI, dem größten deutschen Ingenieur Netzwerk. Unsere Autoren berichten über Innovationen und Hintergrundwissen in ihrem jeweiligen Fachgebiet. Und das jederzeit praxisorientiert, ohne den wissenschaftlichen Background aus dem Blick zu verlieren.

TECHNIKWISSEN FÜR INGENIEURE.
www.vdi-fachmedien.de

VDI fachmedien



HAVENHUIS, ANTWERPEN

mit hygienischer Luftbefeuchtung durch
Dampf-Luftbefeuchter von Condair

Das Havenhuis ist seit 2016 Sitz der Hafenbehörde von Antwerpen. Es wurde von der britisch-irakischen Stararchitektin Zaha Hadid entworfen und direkt über einem denkmalgeschützten Feuerwehrgebäude aus dem Jahre 1922 errichtet. Die Form des Gebäudes soll sowohl die Stadt Antwerpen als „Stadt der Diamanten“ symbolisieren wie auch den Seehandel durch die optische Anlehnung an die Form eines Schiffes.

In der Säule auf der Außenseite befindet sich ein Panorama-Aufzug, der einen einzigartigen Ausblick über den Hafen von Antwerpen bietet. Für ein angenehmes und gesundes Raumklima sorgen Dampf-Luftbefeuchter RS von Condair.



Condair GmbH
Parkring 3, 85748 Garching
Tel. (0) 89 207 008 - 0, Fax (0) 89 207 008 - 140
www.condair.de

Luftbefeuchtung, Entfeuchtung
und Verdunstungskühlung

 condair