



BTGA

Bundesindustrieverband
Technische Gebäudeausrüstung e.V.



BTGA - ALMANACH 2020

IKZ[®] HAUSTECHNIK



Lüftung • Klima • Kälte • Planung

Das Sonderheft zum Thema Klima & Lüftung 2019 sollte in keinem Haustechnik- und Fachplanungsbetrieb fehlen. 76 Seiten stark! Sichern Sie sich jetzt Ihr persönliches Exemplar!

Einzelpreis: € 10,- inkl. MwSt. inkl. Versand

Heftbestellungen bitte schriftlich an: leserservice@stobelmediagroup.de

Kontakt für Rückfragen: Reinhard Heite, Tel. 02931 8900-50



STROBEL MEDIA GROUP

Zur Feldmühle 9-11
59821 Arnsberg
Tel. 02931 8900 0
Fax 02931 8900 38
www.stobelmediagroup.de

Link zur
Kiosk-App (E-Paper)
www.ikz.de/app





Zum Geleit



Dipl.-Ing. (FH) Hermann Sperber
Präsident des BTGA



Günther Mertz M.A.
Hauptgeschäftsführer des BTGA

Das Thema „bezahlbares Bauen“ scheint bei der Bundesregierung seit Jahren einen hohen Stellenwert zu genießen. Bereits 2014 schlossen Bund, Länder, Kommunen und Verbände ein „Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen“. Innerhalb dieses Bündnisses wurde eine Baukostensenkungskommission eingerichtet. Diese sollte die Entwicklung der Baukosten analysieren und Kostentreiber identifizieren, Ursachen für Entwicklungen untersuchen und Verbesserungsmöglichkeiten für eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Bauens aufzeigen. Alles schön und gut – doch wie sieht es bei den Berliner Regierungs- bzw. Parlamentsbauten aus? Wird die Öffentliche Hand hier ihren eigenen Ansprüchen gerecht?

Bereits Mitte 2018 legte die Bundestagsverwaltung eine Studie und Analyse vor. Deren Titel klingt noch harmlos: „Alternative Modelle der Realisierung von Baumaßnahmen für den Deutschen Bundestag“. Nach einem Blick in die damalige Berichterstattung über diese Studie wird schnell klar, dass es die Analyse mit ihren dünnen elf Seiten in sich hat: Es ist die Rede von massiven Terminverzögerungen und Kostensteigerungen bei sämtlichen Neubau- und Sanierungsmaßnahmen, fast alle Projekte würden aus dem Ruder laufen und – für unsere Branche besonders ärgerlich – im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) sei es zu einem massiven Sanierungsstau gekommen.

Manche Bauprojekte des Deutschen Bundestages haben den Terminrahmen bereits um das Vierfache überschritten – zum Vergleich: Beim oft gescholtenen Hauptstadt-

flughafen BER liegt die Verspätung derzeit „nur“ beim Faktor 2. Bei vielen Baumaßnahmen des Deutschen Bundestages wurde aber nicht nur der Zeitplan um den Faktor 4 überzogen, auch die Baukosten stiegen in einigen Fällen um das Vierfache. Und der massive Sanierungsstau im Bereich der TGA bedeutet, dass ursprünglich 61 Vorhaben zur Erneuerung der Technischen Gebäudeausrüstung zwischen den Jahren 2013 und 2017 ausgeführt werden sollten. Davon waren Ende 2017 gerade einmal sechs Projekte abgeschlossen. Sechs Projekte von 61 – von den Projekten sind nur zehn Prozent abgearbeitet! Und in den Jahren 2018 und 2019 dürfte sich diese Warteliste noch weiter verlängert haben... Es bliebe die Hoffnung, dass es „nur“ in diesem Bereich Probleme gäbe und es bei anderen Bundesbauten besser aussehen würde.

Aus den Antworten der Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage der FDP-Fraktion im Sommer 2019 geht hervor, dass das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 34 laufende Baumaßnahmen mit Baukosten von jeweils über zehn Millionen Euro verantwortet. Bei 15 dieser Maßnahmen wurden wesentliche Terminrisiken festgestellt, die zu einer Verschiebung des Fertigstellungstermins um mehr als sechs Monate führen können. Bei 14 der 34 Projekte übersteigen die aktuellen Kostenprognosen die ursprünglich anerkannte Kostenobergrenze um 12 bis 84 Prozent. Insgesamt bedeutet das: Bei den 34 Projekten betrug die ursprüngliche Kostenobergrenze 691 Millionen Euro. Der Abrechnungswert im 1. Quar-

tal 2019 betrug allerdings schon 844 Millionen Euro. Und die Gesamtkosten-Prognose aus dem Mai 2019 ging schon von über einer Milliarde Euro aus – das ist ein Plus von fast 60 Prozent.

Und dazu muss noch ergänzt werden, dass die Bundesregierung bei diesen 34 Maßnahmen die besonders kritischen Fälle gar nicht erst mitgezählt hat, als Beispiel sei nur die problematische Erweiterung des Marie-Elisabeth-Lüders-Hauses genannt.

In der Weise, wie in den vergangenen Jahren Baumaßnahmen vor allem in der Verantwortung des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung durchgeführt wurden, sind sie abschreckende Beispiele für den Wunsch nach „bezahlbarem Bauen“. Ihrer selbst auferlegten Vorbildfunktion ist die Öffentliche Hand hier nicht gerecht geworden – ganz im Gegenteil.

Wie kann es die Öffentliche Hand zukünftig besser machen? Wie kann es auch die TGA-Branche zukünftig besser machen? Welche Lösungen gibt es?

Schon 2016 kam das Bundesministerium des Innern in seinem Papier „Reform Bundesbau – Bessere Kosten-, Termin- und Qualitätssicherheit bei Bundesbauten“ zu dem richtigen Schluss, dass eine der vorrangigen Ursachen für Kostensteigerungen, Terminverzögerungen und unzureichende Qualität „eine mangelnde Kooperation der am Planungs- und Bauprozess Beteiligten“ ist. Es wäre sicher schon viel gewonnen, wenn die TGA deutlich früher in den Planungs- und Bauprozess einbezogen würde – nämlich von Anfang an. Baden-Württemberg und vor allem Nordrhein-Westfalen haben hier bereits positive Erfahrungen sammeln können: Findet von Beginn der Planungsphase an nicht nur ein Projektmanagement, sondern auch ein Gebäudetechnisches Prozess- und Projektmanagement statt, werden viele Probleme von vornherein ausgeschlossen.

Anregungen, Lösungen und Technologien, die das bezahlbare Bauen und die Gebäudewende effizient und praxisorientiert unterstützen, präsentiert der BTGA in dem vorliegenden Almanach 2020. Wir wünschen lohnende und erkenntnisreiche Lektüre! ◀



Inhaltsverzeichnis

Zum Geleit

Dipl.-Ing. (FH) Hermann Sperber, Günther Mertz M.A., BTGA e.V.

3

BTGA aktuell

Die Organisationsstruktur des BTGA

6

Der BTGA und seine Landesverbände

8

Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

10

Technische Trends und Normung

Stockwerksinstallationen für Gebäude des Gesundheitswesens

Timo Kirchhoff M. Eng., Leiter Produktmanagement,
Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe

Dr. Lars Rickmann, FB Technik und Wirtschaft,
SRH Hochschule Hamm

Prof. Dr. Werner Mathys, Ehem. Institut für Hygiene,
Universitätsklinikum Münster

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann, Ehem. FB Energie, Gebäude, Umwelt,
FH Münster

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker, FB Energie, Gebäude, Umwelt,
FH Münster

12

Zwei Jahre „Wärmepumpen-Doktor“

B.Eng. Florian Bienek, Abteilungsleiter Fachbereich Wärmepumpentechnik,
ST Gebäudetechnik GmbH, Potsdam

17

Multivalente Energiesysteme für Gewerbe und Industrie

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Rogatty,

Viessmann Werke GmbH & Co. KG, Allendorf (Eder)

20

Ausblick auf das zukünftige Regelwerk
der Trinkwasser-Installation

Tino Reinhard, Vorsitzender des AK 1, „Schutz des Trinkwassers“
und Leiter Normung, Geberit RLS Beteiligungs GmbH, Langenfeld

Ulrich Petzolt, Vorsitzender der AK 5 und 6 und Leiter Normung & Zertifizierung,
Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe

Stefan Tuschy, Vorsitzender des AK 4 und Technischer Referent, BTGA e.V.

24

Ein Modellprojekt des nachhaltigen Wohnungsbaus

Dipl.-Ing. Jörg Hanfland, Verkauf Handel DACHL, Vertriebsingenieur,
Oventrop GmbH & Co. KG, Olsberg

29

Cloud-basierte Gebäudeautomation:

Schutz für vertrauliche Daten

Gelf de Reus, Technischer Support, Vertrieb Österreich,
Priva Building Intelligence GmbH, Tönisvorst

32

Zuverlässige Klimatisierung in der Schön Klinik Vogtareuth

Jörn Stiegelmeier, Leiter Technologie & Entwicklung,
ENGIE Refrigeration GmbH, Lindau

35

Dezentrale Trinkwassererwärmer
sind kein „hygienischer Königsweg“

Dr. Christian Schauer, Leiter des Kompetenzbereichs Trinkwasser,
Corporate Technology, Viega, Attendorn

36

Fachbetrieb nach Wasserhaushaltsgesetz

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Lühr, Technischer Leiter der GTGA e.V.

Dipl.-Ing. Lothar Sänger, Stellvertretender Technischer Leiter der GTGA e.V.

41

Sporthallen erfolgreich modernisieren
und energetisch sanieren

Dr.-Ing. Klaus Menge, Geschäftsführer,

FRENGER SYSTEMEN BV Heiz- und Kühltechnik GmbH, Groß-Umstadt

44

Ein Anlagen-Dirigent bringt mehr Kontrolle und Effizienz

Dipl.-Ing. René Habers, Leiter Marketing und Presales,

GF Piping Systems Deutschland, Albershausen

50

Funksysteme statt Kabel –
für signifikante energetische und wirtschaftliche Vorteile

Dr. Alexander Hoh, Leiter Forschung & Entwicklung,

TROX GmbH, Neukirchen-Vluyn

54

Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen –
Abwärmennutzung oder Erneuerbare Energie

Dipl.-Ing. Claus Händel, technischer Referent,

FGK e.V., Bietigheim-Bissingen

56

Trinkwasserverteilungssysteme auf dem Prüfstand

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker, FB Energie, Gebäude, Umwelt,
FH Münster

Stefan Cloppenburg M.Eng., Wissenschaftlicher Mitarbeiter / Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude, Umwelt, FH Münster

Benedikt Kemler B.Eng., Wissenschaftlicher Mitarbeiter / Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude, Umwelt, FH Münster

62

Gebäude 4.0 – Vision oder Wirklichkeit?

Dr.-Ing. Bruno Lüdemann, Leiter Forschung und Entwicklung,

Rud. Otto Meyer Technik GmbH & Co. KG, Hamburg

69

Herausgeber: Bundesindustrieverband

Technische Gebäudeausrüstung e.V.

Hinter Hoben 149, 53129 Bonn

Tel. 0228 94917-0 · Fax 0228 94917-17

www.btga.de · E-Mail: info@btga.de

Redaktion: Jörn Adler,

Referent für Wirtschaft und Öffentlichkeitsarbeit, BTGA e.V.

Gesamtherstellung: STROBEL VERLAG GmbH & Co. KG, Arnsberg

Erscheinungstermin: März 2020

Wird BIM die TGA-Branche verändern?
Christoph Kleine MBA, technischer Referent,
Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V.

74

KaP – SoftwarePlus

Prof. Dr.-Ing. Lars Kühl, Leiter des Instituts für energieoptimierte Systeme (EOS), Fakultät Versorgungstechnik, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel

Dipl.-Ing. (FH) Katja Ackermann, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für energieoptimierte Systeme (EOS), Fakultät Versorgungstechnik, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel

76

Wirtschaft, Recht und Berufsbildung

Hohe CO₂-Vermeidungspotenziale
in Lüftungs- und Klimaanlage

Günther Mertz M.A., Hauptgeschäftsführer des BTGA –
Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.

82

Energiewende – Ziele für den Gebäudesektor

Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schickel, technischer Referent, BTGA e.V.

87

Förderung der Energiewende im Nichtwohngebäudebereich

Oliver Lübker, Referent, BTGA e.V.

90

Arbeiten 4.0

Rechtsanwalt Tobias Dittmar, LL.M., Geschäftsführer des BTGA e.V.

99

BTGA und Handwerkskammer Südwestfalen
machen fit für die Baustelle

Marc Padberg, Abteilungsleiter Technik und Technologietransfer,
Handwerkskammer Südwestfalen, Arnsberg

102

Bauwirtschaft bleibt Konjunkturstütze –
Investitionen in energetische Sanierungen gesunken

Jörn Adler, Referent für Wirtschaft und Öffentlichkeitsarbeit, BTGA e.V.

104

Hinweise zur Titelseite

„Regudis W-HTF“ - Wohnungsstation für maximale Energieeffizienz und höchste Hygienestandards



Das „Aquanova-System“ setzt sich aus qualitativ hochwertigen Lösungen für die Trinkwassertechnik zusammen. Die Wohnungsstation „Regudis W-HTF“ ist ein Bestandteil dieses Systems. Sie definiert neue Standards in den Bereichen der energieeffizienten Wärmeversorgung von Wohnungen (mit Flächenheizungen und Heizkörpern) sowie der Trinkwasserhygiene.

Wohnungsstationen versorgen einzelne Wohnungen oder Gewerbeeinheiten mit Heizungswasser, sowie mit warmem und kaltem Trinkwasser ohne Fremdenergie. Die benötigte Heizwärme wird durch eine zentrale Wärmeversorgung bereitgestellt. Die Aufbereitung des warmen Trinkwassers erfolgt dezentral über einen Plattenwärmeübertrager nach dem Durchlaufprinzip.

OVENTROP GmbH & Co. KG

Paul-Oventrop-Straße 1 · 59939 Olsberg
Telefon: 02962 82-0 · Telefax: 02962 82-400
E-Mail: mail@oventrop.com · Internet: www.oventrop.com

Wilo-SiBoost Smart Helix EXCEL – die intelligente Druckerhöhungsanlage mit niedrigem Gesamtenergieverbrauch

Hocheffiziente Gebäude benötigen hocheffiziente Anlagen.

Unsere Lösung: die Wilo-SiBoostSmart Helix EXCEL reduziert drastisch den Gesamtenergieverbrauch dank erstklassiger Komponenten sowie einem Schaltgerät mit optionalen Kommunikationsschnittstellen.

82



Ihre Vorteile

- Robustes System mit Edelstahl-Hochdruckkreislumpumpe mit integriertem Frequenzumrichter von 25 Hz bis maximal 60 Hz
- Hocheffizienter Permanentmagnet-Motor (Energieeffizienzklasse IE5 gemäß IEC 60034-30-2)
- Druckverlustoptimierte Gesamtanlage mit hocheffizienter Pumpenhydraulik

- Optimale Lastenanpassung der Anlage an die Gesamtanlage mit der zusätzlichen Regelungsart p-v
- Möglichkeit der Überwachung durch optionale Kommunikationsschnittstellen
- Höchste Regelgüte durch das verwendete Regelgerät SCS mit LC-Display
- Integrierte Trockenlauf- sowie Wassermangelerkennung mit automatischer Abschaltung über die Regelelektronik.

WILO SE

Nortkirchenstraße 100 · 44263 Dortmund
Telefon 0231 4102-0 · Telefax 0231 4102-7363
E-Mail: wilo@wilo.de · Internet: www.wilo.com



IKZ-FACHPLANER

IKZ-FACHPLANER liefert dem Techniker im Planungsbüro, dem Architekten und dem Fachplaner im SHK-Handwerksbetrieb aktuelle Informationen aus Theorie und Praxis der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA).

Durch die Kombination mit IKZ-HAUSTECHNIK gelingt die wichtige gegenseitige Information der aufeinander aufbauenden Fachbereiche TGA-Fachplanung und ausführendes SHK-Handwerk. IKZ-FACHPLANER erscheint monatlich zusammen mit IKZ-HAUSTECHNIK (Wendetitel).



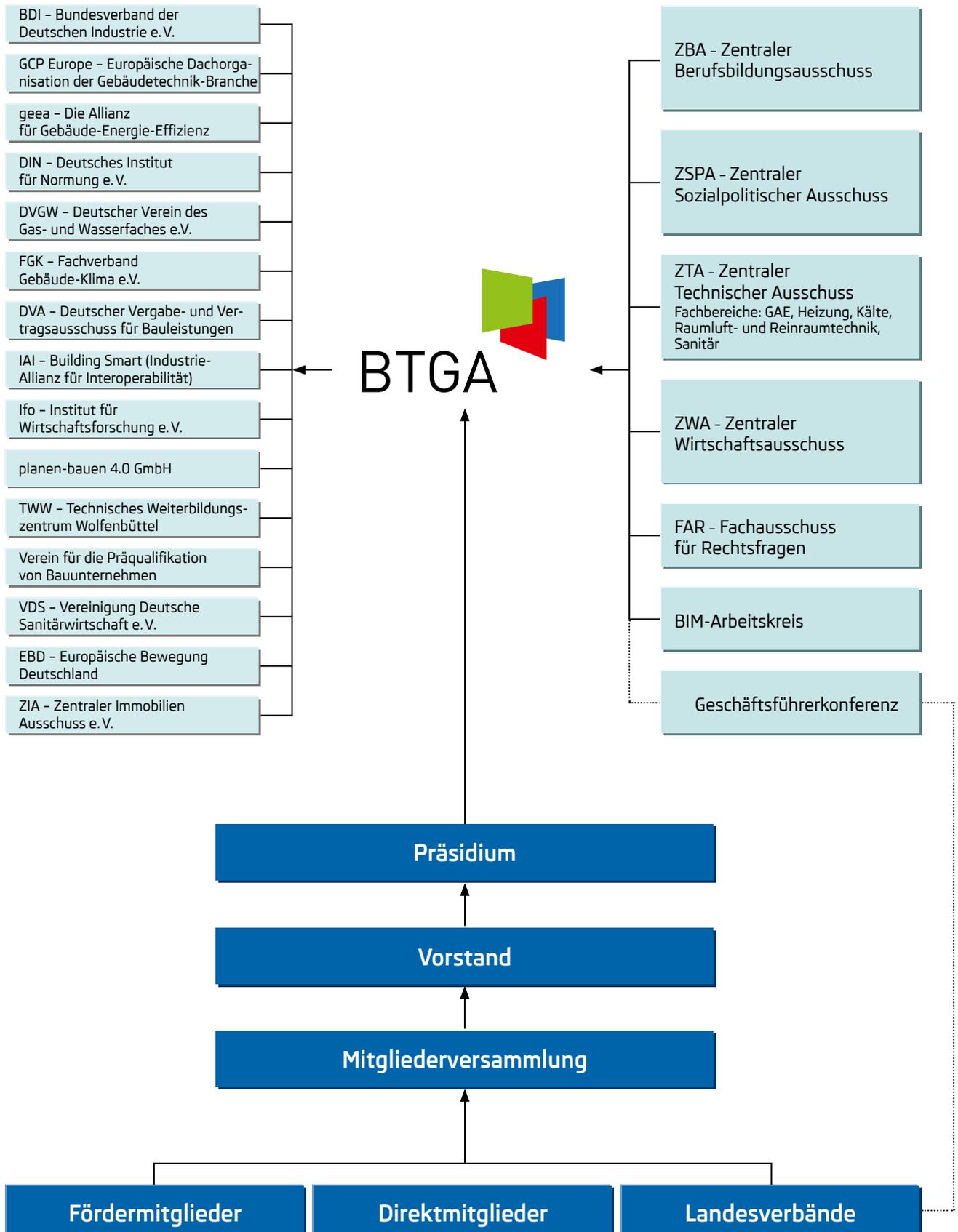
STROBEL MEDIA GROUP

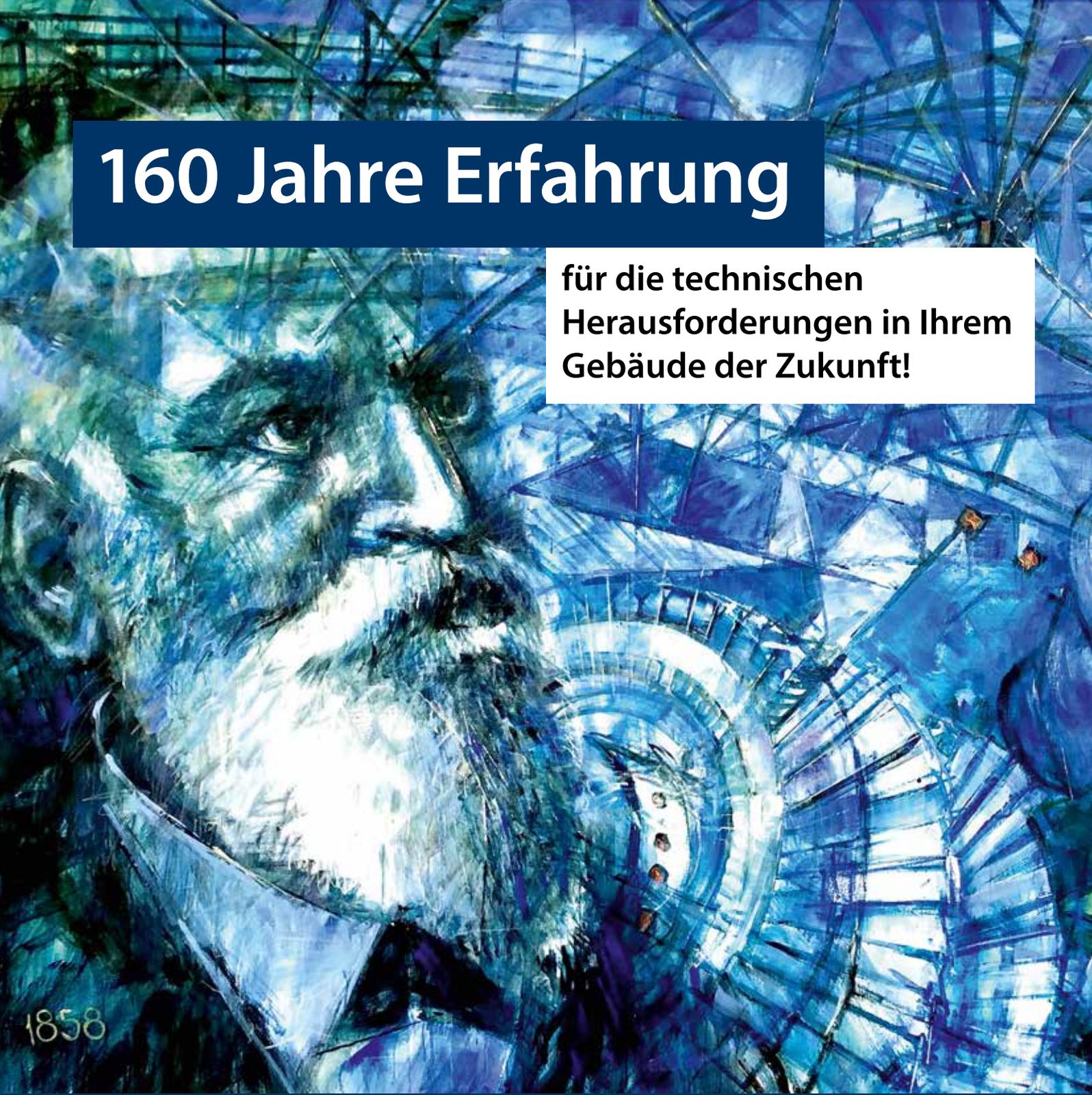
STROBEL VERLAG GmbH & Co. KG

Zur Feldmühle 9-11 · 59806 Arnsberg
Telefon 02031 8900-0
E-Mail: redaktion@strobeldiagramm.de · Internet: www.ikz.de



Die Organisationsstruktur des BTGA





160 Jahre Erfahrung

für die technischen
Herausforderungen in Ihrem
Gebäude der Zukunft!



Technik für Mensch & Umwelt

www.rom-technik.de

ROM Technik ist deutschlandweit
führend im Planen, Bauen und Warten
von Technischer Gebäudeausrüstung.

Rud. Otto Meyer Technik GmbH & Co. KG
Motorstraße 62 · 70499 Stuttgart
Telefon 0711 139300 · info@rom-technik.de



Der BTGA und seine Landesverbände

BTGA



Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.

Hinter Hoben 149, 53129 Bonn
Tel.: 0228 94917-0; Fax: 0228 94917-17
Internet: www.btga.de
E-Mail: info@btga.de
Präsident: Dipl.-Ing. (FH) Hermann Sperber
Hauptgeschäftsführer: Günther Mertz, M. A.



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Baden-Württemberg e.V.

Motorstraße 52, 70499 Stuttgart
Tel.: 0711 135315-0; Fax: 0711 135315-99
Internet: www.itga-bw.de
E-Mail: verband@itga-bw.de
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Sautter
Geschäftsführer: RA Robert Pomes, MBA



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Bremen e.V.



Raiffeisenstr. 18, 30938 Großburgwedel
Tel.: 05139 8975-0; Fax: 05139 8975-40
Internet: www.itga-mitte.de
E-Mail: info@itga-mitte.de
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Nikolaus Daume
Geschäftsführer: RA Dirk Drangmeister



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Bayern, Sachsen und Thüringen e.V.



Rümannstr. 61, 80804 München
Tel.: 089 360 350 90; Fax: 089 3613765
Internet: www.itga-suedost.de
E-Mail: info@itga-suedost.de
Vorsitzender: Dipl.-Ing. Werner Menge
Geschäftsführer: RA Dr. Florian Festl



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung und Energietechnik Nord e.V. Verband für Hamburg, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern

Winterhuder Weg 76, 22085 Hamburg
Tel.: 040 329095-70; Fax: 040 329095-95
Internet: www.itga-nord.de
E-Mail: info@itga-nord.de
Vorsitzender: Dipl.-Kfm. (FH) René Mannheim
Geschäftsführer: RA Thomas Wiese



VGT - Gesamtverband Gebäudetechnik e.V.



Haynauer Str. 56A, 12249 Berlin
Tel.: 030 76792910; Fax: 030 7761073
Internet: www.vgt-az.de
E-Mail: info@vgt-az.de
Vorsitzender: Dipl.-Ing. M.Eng. Andreas Neyen
Geschäftsführerin: Dipl.-Kffr. Carola Daniel



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Nordrhein-Westfalen e.V.

Bilker Str. 3, 40213 Düsseldorf
Tel.: 0211 329217/18; Fax: 0211 324493
Internet: www.itga-nrw.de
E-Mail: info@itga-nrw.de
Vorsitzender: Dipl.-Ing. Bernd Pieper
Geschäftsführer: RA Tobias Dittmar, LL.M. (ab 01.04.2020)



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung und Umwelttechnik Hessen e.V.

Emil-von-Behring-Straße 5,
60439 Frankfurt/Main
Tel.: 069 95809-150; Fax: 069 95809-9150
Internet: www.itga-hessen.de
E-Mail: markus.lamberty@itga-hessen.de
Vorsitzender: **Dipl.-Ing. (FH) Martin Scherrer**
Geschäftsführer: RA Markus Lamberty



Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Rheinland-Pfalz/Saarland e.V.

Wilhelm-Heinrich-Str. 16, 66117 Saarbrücken
Tel.: 0681 53667; Fax: 0681 584247
Internet: www.itga.info
E-Mail: info@itga.info
Vorsitzender: Dipl.-Ing. Jan Heckmann
Geschäftsführer: RA Dr. Jörg Schultheiß



**Zero Carbon
Transition
as a Service:
Wir begleiten
Sie auf Ihrem
Weg zur Klima-
neutralität**

engie-deutschland.de

The logo consists of a white curved line above the word "ENGIE" in a white, lowercase, sans-serif font.

**#Act
With
ENGIE**



Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

Direktmitglieder

Calvias GmbH

An den Kaiserthermen 5, 54290 Trier
Tel.: 0651 97023-250, Fax: -33 · www.calvias.de

Daldrop + Dr.Ing.Huber GmbH + Co. KG

Daldropstr. 1, 72666 Neckartailfingen
Tel.: 07127 1803-0, Fax: 07127 3839 · www.daldrop.com

Elevion GmbH

Göschwitzer Str. 56, 07745 Jena
Tel.: 036412934-100, Fax: -199 · www.elevion.de

ENGIE Deutschland GmbH

Aachener Str. 1044, 50858 Köln
Tel.: 022146905-0, Fax: -250 · www.engie-deutschland.de

GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH

Waldhofer Str. 98, 69123 Heidelberg
Tel.: 062217364-0, Fax: -100 · www.ga-tec.de

Fördermitglieder

ACO Passavant GmbH

Im Gewerbepark 11c, 36466 Dermbach
Tel.: 036965 819-0, Fax: -61
www.aco-haustechnik.de

BerlinerLuft. Technik GmbH

Herzbergstr. 87-99, 10365 Berlin
Tel.: 030 5526-20 40, Fax: -2211
www.berlinerluft.de

BLH GmbH

Johann-Philipp-Reis-Str. 1, 54293 Trier
Tel.: 0651 8109-0, Fax: -133
www.blh-trier.de

Danfoss GmbH

Carl-Legien-Str. 8, 63073 Offenbach
Tel.: 069 8902-0; Fax: 069 47868-599
www.waerme.danfoss.de

Felderer AG

Kreuzstr. 15, 85622 Feldkirchen
Tel.: 089 742-1500, Fax: -84000
www.felderer.de

Georg Fischer GmbH

Daimlerstr. 6, 73095 Albershausen
Tel.: 07161 302-0, Fax: -259
www.georgfischer.com

Geberit Vertriebs GmbH

Theuerbachstr. 1, 88630 Pfullendorf
Tel.: 07552 934-881, Fax: -99881
www.geberit.de

Grundfos GmbH

Schlüterstr. 33, 40699 Erkrath
Tel.: 0211 92969-0, Fax: -3739
www.grundfos.de

HILTI Deutschland AG

Hiltistr. 2, 86916 Kaufering
Tel.: 08191 90-4237, Fax: -174237
www.hilti.de

Huber & Ranner GmbH

Gewerbering 15, 94060 Pocking
Tel.: 08531 705-0, Fax: -22
www.huber-ranner.com

Franz Kaldewei GmbH & Co. KG

Beckumer Str. 33-35, 59229 Ahlen
Tel.: 02382 785-0, Fax: -392
www.kaldewei.de

Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

Harkortstr. 5, 57462 Olpe
Tel.: 02761 891-0, Fax: -176
www.kemper-olpe.de

Neugart Beteiligungs-KG

Hans-Böckler-Str. 6, 51503 Rösrath
Tel.: 02205 91915-11, Fax: -35
www.neugart-kg.de

Oventrop GmbH & Co. KG

Paul-Oventrop-Str. 1, 59939 Olsberg
Tel.: 02962 82-0, Fax: -401
www.oventrop.de

Reflex Winkelmann GmbH

Gersteinstr. 19, 59227 Ahlen
Tel.: 02382 7069-0, Fax: -9588
www.reflex.de

REHAU AG + Co

Ytterbium 4, 91058 Erlangen
Tel.: 09131 925-0
www.rehau.de

Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG

Rockwool Str. 37-41, 45966 Gladbeck
Tel.: 02043 408-387, Fax: -444
www.rockwool.de

Sikla GmbH

In der Lache 17, 78056 Villingen-Schwenningen
Tel.: 07720 948-0, Fax: -337
www.sikla.de

Trox GmbH

Heinrich-Trox-Platz, 47504 Neukirchen-Vluyn
Tel.: 02845 202-0, Fax: -265
www.trox.de

Uponor GmbH

Industriestr. 56, 97437 Haßfurt
Tel.: 09521 69-0
www.uponor.com

Viega Technology GmbH & Co. KG

Viega-Platz 1, 57439 Attendorn
Tel.: 02722 61-0, Fax: -1415
www.viega.de

Viessmann Industrie Deutschland GmbH

Viessmannstr. 1, 35108 Allendorf (Eder)
Tel.: 06452 70-2834, Fax: -5834
www.viessmann.com

Wilbeoer Bauteile GmbH

Marker Weg 11, 26826 Weener
Tel.: 04951 950-0, Fax: -27120
www.wilbeoer.de

WILO SE

Nortkirchenstr. 100, 44263 Dortmund
Tel.: 0231 4102-0, Fax: -7363
www.wilo.de



Seit letztem Jahr bilden marktführende Großhandelsgruppen aus dem Bereich der Gebäudetechnik ein bundesweites neues Netzwerk – „**NFG**“, das Netzwerk für Gebäudetechnik.

Sie bündeln ihre Kompetenzen und Leistungen für die spezielle Beratung von Architekten, Planern und Entscheidern in der Bau- und Wohnungswirtschaft.

NFG schafft zusätzliche Synergien und ermöglicht gebietsübergreifend eine abgestimmte bedarfsspezifische Unterstützung in allen Bereichen der Gebäudetechnik.

NFG unterstützt Sie mit modernen Technologien und innovativen Komplettsystemen.

NFG-GRUPPE.DE
info@nfg-gruppe.de

IM AUFTRAG VON



Stockwerksinstallationen für Gebäude des Gesundheitswesens



Timo Kirchhoff M. Eng.,
Leiter
Produktmanagement,
Gebr. Kemper
GmbH + Co. KG,
Olpe

Die Temperatur des Trinkwassers hat für die Trinkwasserhygiene eine hohe Bedeutung. Dennoch wird aktuell vereinzelt propagiert, auf die geforderte Temperaturhaltung bis unmittelbar vor dem Mischen am Auslass zu verzichten – aus Energiespargründen und zur Vermeidung eines Wärmeeintrags in den Installationsraum der Nasszellen. In der Fachhochschule Münster wurden eine solche Installationsart und die daraus resultierenden möglichen Folgen für die Trinkwasserhygiene untersucht. Im folgenden Beitrag werden die speziellen normativen Anforderungen und die Ergebnisse der Untersuchungen analysiert.



Dr. Lars Rickmann,
FB Technik und
Wirtschaft,
SRH Hochschule
Hamm

Mit Zunahme der Komfortansprüche in den vergangenen Jahrzehnten wird Trinkwasser heute über eine Vielzahl von Entnahmestellen direkt an der Stelle des Gebrauchs als kaltes oder warmes Trinkwasser für den Verbraucher bereitgestellt. Die Bedarfsdeckung konzentriert sich dadurch nicht mehr nur auf wenige Entnahmestellen mit kurzen Fließwegen im Gebäude, sondern erfolgt über ein weitverzweigtes Rohrleitungssystem. Bedingt durch die große Anzahl von Entnahmestellen ist die Benutzungsfrequenz der einzelnen Armaturen oft gering. Das hat zur Folge, dass die zugehörigen Rohrleitungen nur schwach durchströmt werden und die Verweildauer des Trinkwassers in der Rohrleitungsanlage dadurch zunimmt. Der länger andauernde Kontakt mit den Rohrleitungs- und Armaturenwerkstoffen während Stagnationsphasen führt zu einer erhöhten Migration von Werkstoffbestandteilen in das Trinkwasser. Dadurch wird das Nährstoffangebot im Trinkwasser grundsätzlich erhöht und das Wachstum von Biofilmen und fakultativen Krankheitserregern wird gefördert [1].

kalt mit warmgehenden Rohrleitungen erhöhte – „lauwarmer“ – Temperaturen des kalten Trinkwassers [2].

Diese Erkenntnisse führten schon vor Jahren zu Empfehlungen, um das Wachstum von Mikroorganismen zu vermindern. Dabei wurden jedoch fast ausschließlich technische Verfahrensweisen für das erwärmte Trinkwasser definiert. In Deutschland sind die wichtigsten Anforderungen und Regeln in den DVGW-Arbeitsblättern W 551 (2004) und W 553 (1998), der DIN 1988-200 (2012) und DIN 1988-300 (2012) sowie der VDI/DVGW-Richtlinie 6023 (2013) beschrieben. Für Trinkwasserinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens muss zusätzlich die Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention [3] des Robert Koch-Instituts (RKI) berücksichtigt werden. Diese Regelwerke gelten in Deutschland als „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ (a. a. R. d. T.). Auch in internationalen Regelwerken finden sich gleichsinnige Anforderungen, beispielsweise EN 806-2 (2005) in Europa, ASHRAE Guideline 12-2000, ANSI/ASHRAE Standard 188-2018 in den USA, BSI Standards Publication BS 8580-1:2019, HSG 274 (Legionnaires' disease – Technical guidance Part 2 2014) in Großbritannien, Water quality – Risk assessments for Legionella control, Guidelines for the Control of Legionella in Manufactured Water Systems in South Australia 2013 usw.

Die dort beschriebenen Verfahrensweisen für Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallationen haben sich in der Praxis bewährt und verringern bei konsequenter, fachgerechter Anwendung das Risiko für mikrobielle Kontaminationen erheblich. Wird eine gesundheitsrelevante Kontamination

Zusätzlich fördern „lauwarmer Temperaturbereiche“ das Wachstum von Mikroorganismen und stellen zunehmend ein hygienisches Problem in der Trinkwasserinstallation kalt und warm dar. Einerseits führen zu geringe Austrittstemperaturen aus der zentralen Trinkwassererwärmungsanlage und/oder eine mangelhafte bzw. fehlende Zirkulation zu einer Absenkung der Temperaturen des erwärmten Trinkwassers. Andererseits verursacht die heute übliche Installation der Rohrleitungen in Schächten, abgehängten Decken und Vorwänden sowie die Parallelverlegung von Trinkwasserleitungen



Prof. Dr.
Werner Mathys,
Ehem. Institut
für Hygiene,
Universitätsklinikum
Münster



Prof. Dipl.-Ing.
Bernd Rickmann,
Ehem. FB Energie,
Gebäude, Umwelt,
FH Münster



Prof. Dr.-Ing.
Carsten Bäcker
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster



der Warmwasserinstallation mit Krankheits-erregern festgestellt, lässt sich diese in der Regel auf gravierende Verstöße gegen die a. a. R. d. T. zurückführen.

Grundsätzliche Anforderungen

Damit in Trinkwasserinstallationen die Vermehrung von Bakterien, insbesondere von Krankheitserregern, nicht gefördert wird, muss grundsätzlich der Wasserinhalt durch konstruktive Maßnahmen und durch die Dimensionierung der Leitungen so gering wie möglich gehalten werden. Aus dieser Forderung resultieren Trinkwasserinstallationen mit geringer innerer Oberfläche und kurzen Verweilzeiten des Trinkwassers in der Leitungsanlage. Durch Zirkulationssysteme muss sichergestellt werden, dass die Temperatur des erwärmten Trinkwassers an keiner Stelle dauerhaft geringer als 55 °C wird. Ausgenommen sind Stockwerksleitungen, beispielsweise in Wohngebäuden, mit einem Wasservolumen kleiner als 3 l im Fließweg. Stagnierendes Wasser und die Erwärmung des kalten Trinkwassers auf Temperaturen über 25 °C sind zu vermeiden.

Als sichere Temperatur für das kalte Trinkwasser wird in der DVGW-Wasserinformation 90 [4], aber auch in vielen internationalen Normen und Empfehlungen, nur eine Temperatur von unter 20 °C angesehen [5].

Die maßgeblichen Ziele der allgemein anerkannten Regeln der Technik [6] sind daher:

- Temperatur des Trinkwassers warm ≥ 55 °C,
- Temperatur des Trinkwassers kalt ≤ 25 °C (< 20 °C),
- keine länger andauernde Stagnation des Trinkwassers bei bestimmungsgemäßem Betrieb,
- bedarfsgerecht dimensioniertes Leitungssystem,
- geringer Verzweigungsgrad,
- kurze Ausstoßzeiten für das nichtzirkulierende Warmwasser- und das überwärmte Kaltwasservolumen in Stockwerks- und Einzelzuleitungen.

Bei einer Neuinstallation, aber auch bei der Sanierung einer Trinkwasserinstallation, müssen weiterhin zusätzlich die „Ergebnisse einer Expertenanhörung am 31.03.2004 im Universitätsklinikum in Bonn“ [7] und bei Bauten des Gesundheitswesens vorzugsweise auch die Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des RKI berücksichtigt werden.

Insbesondere gilt:

- Stichleitungen sollten kurz sein; Reihen-(Strang-) und Ringleitungssysteme sind zu installieren,

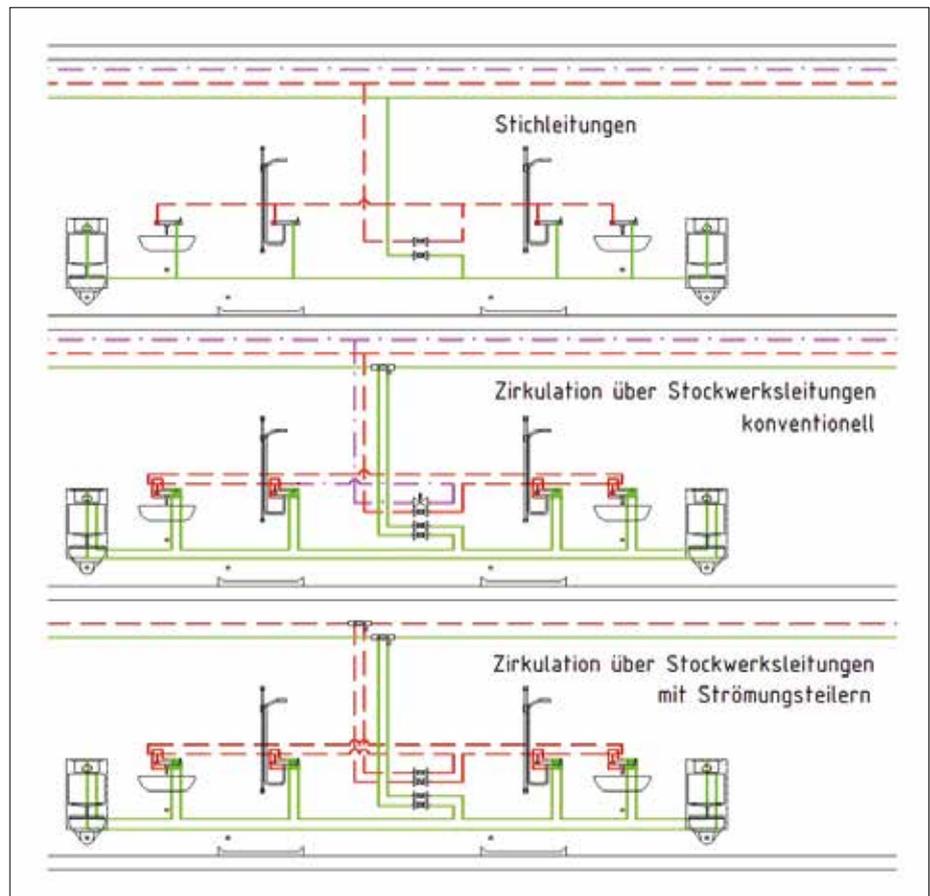


Abbildung 1: Stockwerksinstallationen für Zweckgebäude

- Entnahmestellen am Endpunkt einer Stockwerksleitung müssen einer regelmäßigen Nutzung unterliegen,
- Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle sind anzustreben,
- n Leitungen, die der Zirkulation unterliegen, darf die Warmwassertemperatur 55 °C nicht unterschreiten,
- es muss eine periodische Spülung in Krankenhäusern, Arztpraxen oder Hotels sichergestellt sein, unabhängig davon ob Zimmer belegt sind oder nicht.

Anforderungen an Stockwerksinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens

In Gebäuden des Gesundheitswesens ist bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallationen die „Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“ des Robert Koch-Instituts zu berücksichtigen – zusätzlich zu DIN EN 806 in Verbindung mit DIN 1988, dem DVGW-Regelwerk, den VDI-Richtlinien usw. In dieser Richtlinie ist im Abschnitt „Anforderungen der Hygiene an die Wasserversorgung“ u. a. folgende Anforderung an die Funktionalität von Trinkwasserinstallationen enthalten: „Für die Instal-

lation von Systemen sind Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle anzustreben. In diesen Zirkulationsleitungen darf die Warmwassertemperatur 55 °C nicht unterschreiten.“

Diese Anforderung wird in der Folge nochmals präzisiert, in dem es dort weiter heißt: „Die Warmwassertemperatur muss unmittelbar vor dem Mischen am Auslass noch mindestens 55 °C betragen.“ [3]

Zur Bedeutung von Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des RKI enthält das Infektionsschutzgesetz [8] folgenden Passus: „Die Einhaltung des Standes der medizinischen Wissenschaft auf diesem Gebiet wird vermutet, wenn jeweils die veröffentlichten Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [...] beachtet worden sind.“

Die vorgenannten Anforderungen des RKI haben dazu geführt, dass bei neueren Trinkwasserinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens die Zirkulation des Warmwassers auch die Stockwerksleitungen umfasst (Abbildung 1, Zirkulation über Stockwerksleitungen). Mit dieser Maßnahme kann die Temperatur des Warmwassers in der ge-

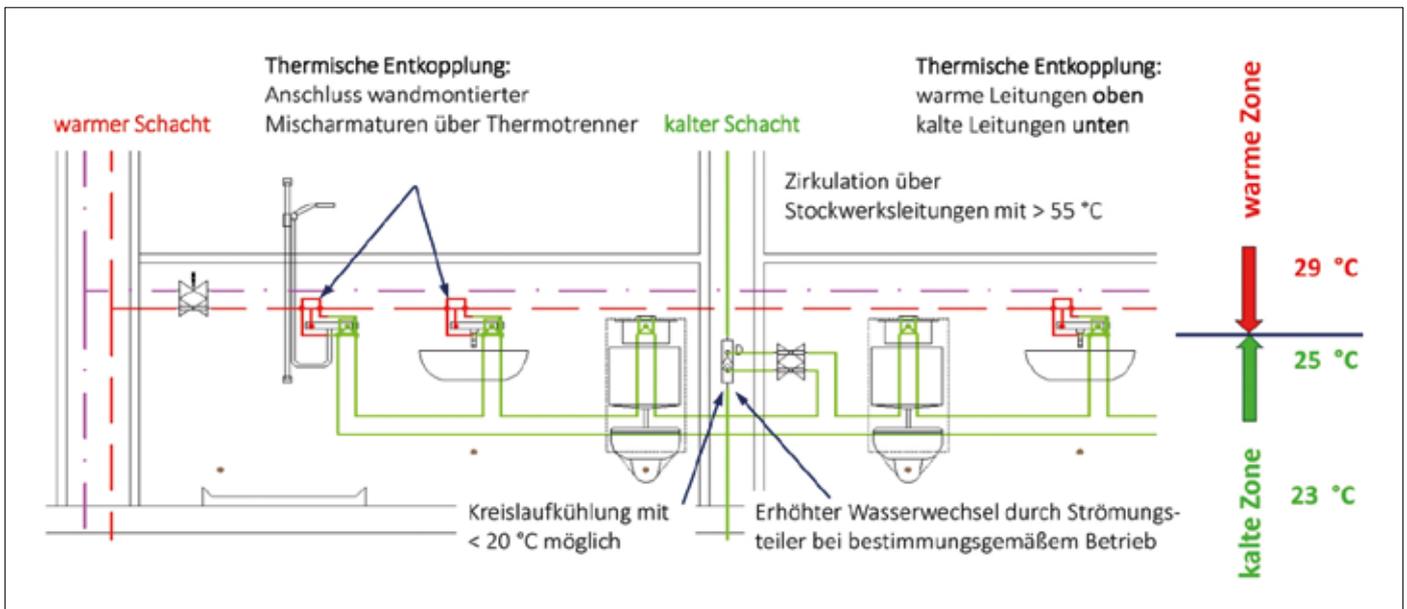


Abbildung 2: Maßnahmen zur Verbesserung der Temperaturhaltung in Stockwerksinstallationen für Zweckgebäude durch thermische Entkopplung und durch Erhöhung des Wasserwechsels bei einer vertikalen Erschließung über Steigleitungen

samen Warmwasserinstallation bis zur Entnahmearmatur dauerhaft oberhalb von 55 °C gehalten werden. Eine Stagnation des erwärmten Trinkwassers kann durch eine Zirkulation, die alle Teilstrecken umfasst, vollständig vermieden werden.

In so aufgebauten und betriebenen Warmwasser-Verteilungssystemen ist eine gesund-

heitlich relevante Belastung des Trinkwassers mit Krankheitserregern, beispielsweise Legionellen, nicht mehr zu erwarten.

Diese Installationsweise erhöht die trinkwasserhygienische Qualität einer Warmwasserinstallation erheblich, vergrößert aber auch die wärmeabgebende Oberfläche. Das hat zur Folge, dass zusätzlich Wärme in den

Installationsraum (Schacht/Vorwand) eingetragen wird, in dem in der Regel auch die Kaltwasserleitungen verlegt werden müssen.

Damit Kaltwasserleitungen in diesen Bereichen nicht unnötig bzw. unzulässig erwärmt werden, und dadurch das Verkeimungsrisiko von der Warmwasser- in die Kaltwasserinstallation verschoben wird,

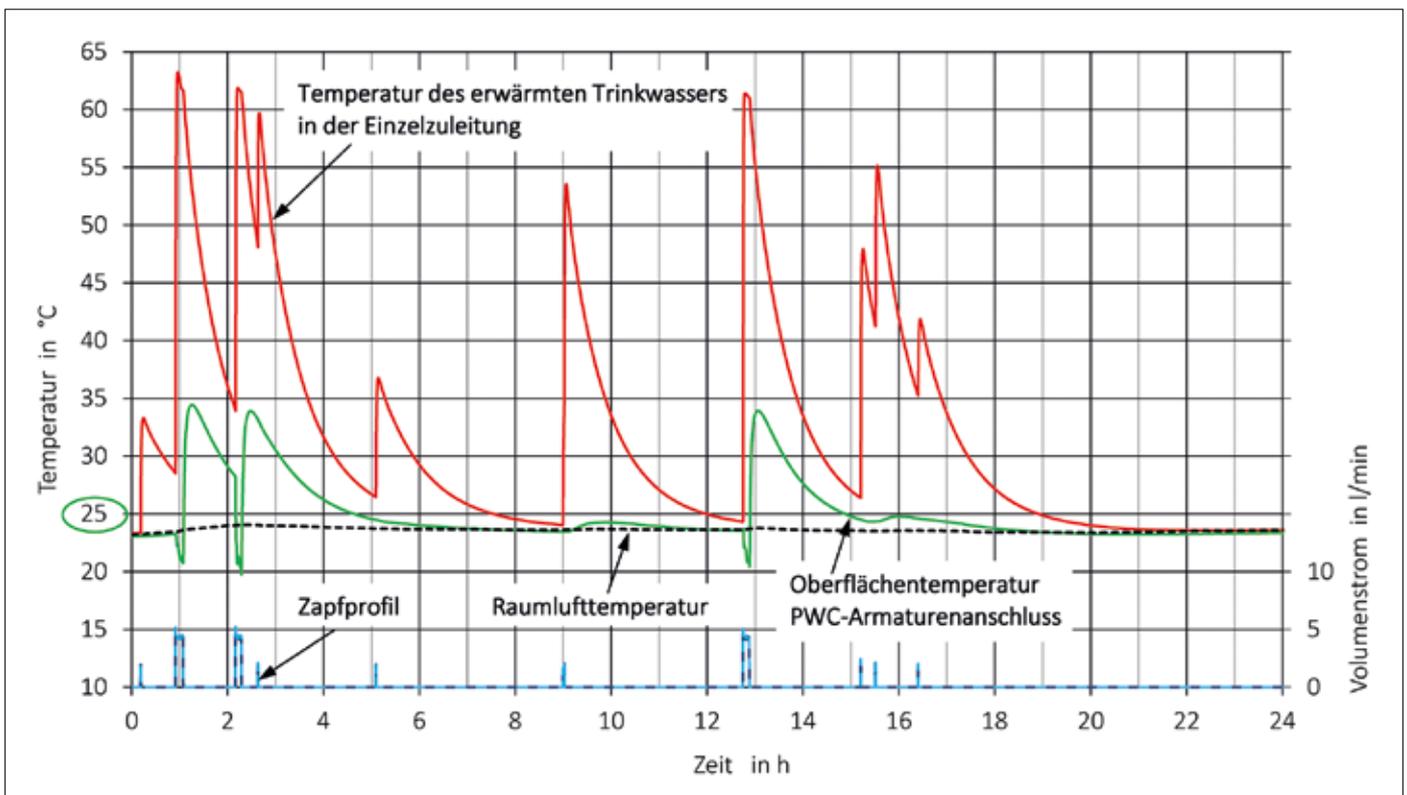


Abbildung 3: Temperaturverlauf in PWH-Stichleitungen, bei einem gemessenen Zapfprofil aus einem Seniorenheim



muss hier auf eine strikte thermische Entkopplung und auf einen hohen Wasserwechsel geachtet werden [9].

Es ist strikt darauf zu achten, dass warme Leitungen im oberen Bereich des Installationsraums und Leitungen für das kalte Trinkwasser im unteren verlegt werden. Bei einer Zirkulation über Stockwerksleitungen müssen wandmontierte Mischarmaturen warmwasserseitig immer von oben angeschlossen werden – idealerweise unter Verwendung von so genannten Thermotrennern (Abbildung 2).

Messtechnische Untersuchung einer Stockwerksinstallation

Trotz der hohen Bedeutung, die das Infektionsschutzgesetz den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut beimisst, wird aktuell aus Energie-spargründen und zur Vermeidung eines Wärmeeintrags in den Installationsraum (Vorwand) vereinzelt propagiert, auf die geforderte Temperaturhaltung bis unmittelbar vor dem Mischen am Auslass zu verzichten (Abbildung 1, Stichleitungen). Ohne den juristischen Aspekt einer fundamentalen Abweichung von den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut zu bewerten, werden zunächst nur die Auswirkungen dieser Maßnahme auf maßgebliche trinkwasserhygienische Parameter untersucht.

Zur Klärung der zu erwartenden Betriebsverhältnisse in einer Reihen- oder Stichlei-

tungs-Installation wurde an der Fachhochschule Münster eine entsprechende Stockwerksinstallation aufgebaut und messtechnisch untersucht [10]. Der Aufbau der Stockwerksinstallation in der Versuchsanlage entspricht prinzipiell Abbildung 1 (Stichleitungen). Die Dämmung bzw. Umhüllung der Rohrleitungen erfolgte gemäß DIN 1988-200, Tabelle 8 bzw. 9 mit einem Dämmschlauch mit einer Dämmschichtdicke von 4 mm. Die Stockwerksinstallation wurde im Versuch mit einem realistischen Kalt- bzw. Warmwasser-Zapfprofil beaufschlagt, das in der Nasszelle eines Seniorenheimes messtechnisch aufgenommen wurde. Im Versuchsverlauf wurden u. a. die Temperaturen in der Warmwasser-Einzelzuleitung und am Kaltwasseranschluss der Entnahmemarmatur sowie die Raumlufttemperatur kontinuierlich gemessen.

Abbildung 3 zeigt, dass mit der Entnahme von Warmwasser aus der angeschlossenen Mischarmatur die Temperatur in der Einzelzuleitung (Stichleitung) zunächst sprunghaft auf ca. 60 °C ansteigt. In der nachfolgenden Stagnationszeit kühlt das erwärmte Trinkwasser bis zum nächsten Zapfvorgang langsam ab; minimal bis auf die vorherrschende Lufttemperatur in der Installationsvorwand (Abbildung 3). Mit den Zapfvorgängen wird der Armaturenkörper und damit auch der Kaltwasseranschluss der Armatur regelmäßig auf bis zu ≈ 35 °C erwärmt. Dieses Temperaturverhalten macht deutlich, dass auch der Anschluss einer Mischarmatur mit einer Warmwasser-Stichleitung die Beeinflussung der Temperatur des kalten

Trinkwassers durch Wärmeleitung über den Armaturenkörper nicht verhindern kann.

Bedingt durch die relativ langen Stagnationsphasen zwischen den einzelnen Zapfvorgängen, befindet sich der Wasserinhalt in der untersuchten Warmwasser-Einzelzuleitung fast 17 Stunden am Tag im temperaturkritischen Bereich (25 – 45 °C) – bei einer Raumlufttemperatur von ≈ 24 °C (Winterfall). Bei höheren Außenluft- oder Raumlufttemperaturen im Sommer (> 24 °C) wird der Temperaturverlauf in Abbildung 3 um den Differenzbetrag zwischen der dann vorherrschenden Außenlufttemperatur und dem Messwert von 24 °C noch weiter nach oben verschoben. Dann befindet sich sogar der gesamte Wasserinhalt dauerhaft oberhalb von 25 °C – sowohl in den zugehörigen Warmwasser- als auch in den Kaltwasserleitungen der Stockwerksinstallation.

Eine Stich- oder Reihenleitungsinstallation reduziert den Wasserwechsel in temperaturkritischen Leitungsteilen in gravierendem Maße. Wie eine Vergleichsberechnung für eine Trinkwasserinstallation mit 200 Nasszellen zeigt (Abbildung 4), führen Stich- oder Reihenleitungsinstallationen zu langen Stagnationsphasen, in denen das Trinkwasser Temperaturen im Wachstumsoptimum der fakultativen pathogenen Erreger (Opportunistic Pathogens Premise Plumbing – OPPP) annimmt. Im Berechnungsbeispiel ergibt sich bei einem Gesamtwasserinhalt von 735,7 l ein nichtzirkulierendes Wasservolumen in Stockwerks- und Einzelzuleitungen von 141,2 l. In Abhängigkeit von der Jahreszeit befinden sich damit ca. 20 Pro-



Menerga Klimatisierung mit indirekter Verdunstungskühlung

**ADIABATER
KÜHLWIRKUNGSGRAD
BIS ZU 100 %**



Vorteile der Adiabatik

- Sehr effizientes Prinzip aus der Natur
- Zulufttemperaturen von bis zu 12 °C möglich
- Einsetzbar in vielen Bereichen, oft auch ohne Kompressionskälteanlage möglich
- Äußerst widerstandsfähiges und langlebiges System durch den Einsatz von Polypropylen-Wärmetauschern

Bezeichnung	Trinkwasser					Gesamt	Einheit
	kalt PWC	warm PWH	Zirkulation PWC-C	Spül PWH-C	Spül PWC-AB		
Fließwege	600	400				1.000	Stck
Zirkulationskreise				5		5	Stck
Teilstrecken	1.203	804		9		2.016	Stck
Leitungslänge	2.331,8	1.605,4		191,6		4.128,9	m
Minimale Nennweite	DN 12	DN 12		DN 15			
Maximale Nennweite	DN 80	DN 65		DN 25			
Wasserinhalt	1.035,5	735,7		89,1		1.860,3	l
Innere Oberfläche	153,3	111,6		14,5		279,4	m²
Wasserinhalt Einzelzuleitungen	56,4	28,7				85,1	l
Nichtzirkulierendes Leitungsvolumen	1.035,5	141,2				1.176,6	l
Minimale Fließgeschwindigkeit	0,35	0,35		0,20			m/s
Maximale Fließgeschwindigkeit	2,39	2,45		0,76			m/s
Form- und Verbindungsstücke	2.223	1.724		56		3.998	Stck
Absperr- und Regulierventile	110	106		7		223	Stck
Minimale Dämmstärke	0	100		107			%
Max. Ausstoßzeit	03:33	00:19					
Max. Komfortklasse nach VDI 6003		III					
Min. Komfortklasse nach VDI 6003		Keine					

Abbildung 4: Statistische Auswertungen für eine Trinkwasserinstallation (200 Nasszellen) mit Stockwerks-Reihenleitungen mit Dendrit STUDIO 2.0 [11]

zent des gesamten Warmwasservolumens der Trinkwasserinstallation – mehr oder weniger dauerhaft – im temperaturkritischen Bereich (Abbildung 4). Diese Berechnungsergebnisse zeigen deutlich, dass die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention für Trinkwasserinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens aus guten Gründen die Temperaturhaltung über 55 °C bis unmittelbar vor dem Mischen am Auslass fordert. Ein Verzicht auf diese Maßnahme verschlechtert den hygienischen Status einer Trinkwasserinstallation erheblich.

Fazit

Damit maßgebliche hygienische Anforderungen an das Trinkwasser eingehalten werden, müssen in einem Gebäude des Gesundheitswesens sowohl auf der Warmwasser- als auch auf der Kaltwasserseite aktive Prozesse permanent wirksam sein, die in der gesamten Trinkwasserinstallation die Warmwassertemperaturen oberhalb von 55 °C und die Kaltwassertemperaturen unterhalb von 20 °C halten können. Diese Anforderungen müssen unabhängig vom Nutzerverhalten und von den klimatischen Randbedingungen bis zu den Armaturenanschlüssen dauerhaft erfüllt werden. Erst mit der konsequenten Einhaltung dieses Regimes können alle Temperaturanforderungen an eine

Trinkwasserinstallation aus maßgeblichen Normen, Richtlinien und Empfehlungen erfüllt werden.

Die vorbeschriebene Temperaturhaltung gelingt nur dann, wenn die Zirkulation des erwärmten Trinkwassers die Stockwerksleitungen umfasst und auf der Kaltwasserseite eine temperaturgeführte Spülmaßnahme oder eine Kreislaufkühlung wirksam werden (Abbildung 1, Zirkulation über Stockwerksleitungen). Nur mit dieser Betriebsweise wird ein Höchstmaß an Sicherheit erreicht.

Sollten trotz dieser Erkenntnis Stichelungs- oder Reihenleitungsinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens realisiert werden, muss den Verantwortlichen bewusst sein, dass dann ca. 20 Prozent des Warmwassers und 100 Prozent des Kaltwassers einer Trinkwasserinstallation temperaturmäßig nicht kontrolliert und auch nicht aktiv beeinflusst werden können (Abbildung 4). Mit dieser Installationstechnik können maßgebliche Temperaturanforderungen nicht erfüllt werden, insbesondere auch nicht die Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention des Robert Koch-Instituts zur Temperaturhaltung im Warmwassersystem.

Werden vom Auftraggeber derartige Konstruktionsprinzipien zwingend vorgegeben, sollten Fachplaner und ausführende Unternehmen durch geeignete vertragliche Verein-

barungen dafür Sorge tragen, dass die daraus resultierenden, stark erhöhten Betriebsrisiken bei der Bereitstellung von Trinkwasser ausschließlich vom zukünftigen Betreiber getragen werden.

Es muss allen Beteiligten klar sein, dass die in den vergangenen Jahren ständig gestiegenen Anforderungen an die Trinkwasserhygiene nicht mit traditionellen Bau- bzw. Installationsmethoden erfüllt werden können. ◀

Literatur:

- [1] Flemming, C.; Kistemann, T.; Bendiger, B.; Wichmann, K.; Exner, M.; Gebel, J.; Schaule, G.; Wingender, J., Szewzyk, U.: Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasserinstallation“. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2010.
- [2] World Health Organization (Hrsg.): Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition. WHO Press. Genf 2011.
- [3] Robert Koch-Institut (Hrsg.) „Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“.
- [4] DVGW-Information WASSER Nr.90, Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 55, Juli 2016.
- [5] Mathys, W.: Kemper Kompetenzbroschüre „Legionella, Pseudomonas und Co Fakultative opportunistische Krankheitserreger in Trinkwasserinstallationssystemen von Gebäuden“, 2. Auflage, Mai 2019.
- [6] DIN EN 806 in Verbindung mit DIN 1988 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen.
- [7] Ergebnisse einer Expertenanhörung am 31.03.2004 im Universitätsklinikum in Bonn, in: Bundesgesundheitsblatt 49 (2006), S. 681 – 686.
- [8] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG).
- [9] Rickmann, L.; Rickmann, B.; Mathys, W.; Kirchhoff, T.: 30-Sekunden-Regel, 3-Liter-Regel und Co.: Die hohe Bedeutung der Temperaturkontrolle im Planungsprozess, Moderne Gebäudetechnik 6 (2019), S. 42 – 49.
- [10] Bäcker, C.: Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur thermischen Entkopplung in Trinkwasserinstallationen; Fachhochschule Münster (Labor für Haus- und Energietechnik), 2017 - 2019.
- [11] Dendrit STUDIO 2.0: Trinkwasserinstallation, Dendrit Haustechnik-Software GmbH, Dülmen 2019.



Zwei Jahre „Wärmepumpen-Doktor“

Ein regionaler Zustandsbericht zu typischen Installations- und Planungsfehlern

Am deutschen Wärmemarkt steigt der Anteil der Wärmepumpen. Im folgenden Beitrag werden Erfahrungen aus dem täglichen Servicegeschäft im Bereich der Wärmepumpe („Wärmepumpen-Doktor“) vorgestellt. Leider ist immer wieder festzustellen, dass selbst gestandene Installateure und leider auch Planer mit ihrem Knowhow an Grenzen stoßen, wenn es um Wärmepumpen geht und die Verknüpfung der Erzeugung und der dahinterliegenden Hydraulik. Es werden beispielhaft ein paar der gängigsten Fehler dargestellt, die bei Servicefahrten regelmäßig behoben werden.



B.Eng. Florian Bienek,
Abteilungsleiter
Fachbereich Wärmepumpentechnik,
ST Gebäudetechnik
GmbH,
Potsdam

Die Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) und der Energieeffizienzverordnung (EnEV) wurden immer strenger. Wie Installateure und auch Planer bemerken, führt das am Wärmemarkt zu einem deutlichen Zuwachs an Wärmeerzeugern auf der Basis von regenerativen Energien.

Aufgrund der Komplexität der Anlagen fällt es offensichtlich immer mehr Installationsbetrieben schwer, auch den Bereich der Wärmepumpen zu bedienen. Es gibt nur wenige Firmen, die Installation und Service gleichermaßen anbieten und über das nötige Wissen im Bereich der Heizungshydraulik und der Kältetechnik verfügen. In vielen Teilen der Republik haben Unternehmen den Bereich der Wärmepumpen verlassen – zumindest was Serviceleistungen betrifft. Allein in Potsdam sind beispielsweise innerhalb von drei Jahren zwei Firmen diesen Weg gegangen.

Hören Sie der Wärmepumpe zu!

Wichtig ist es, der Wärmepumpe zuzuhören: An vielen Anlagen kann durch genaues Zuhören relativ einfach festgestellt werden, was das Problem ist.

Sind deutliche Strömungsgeschwindigkeiten zu hören? Ist das der Fall, muss die Hydraulik auf die richtige Dimensionierung

oder auf geschlossene Ventile geprüft werden. Vielleicht ist auch ein Schmutzfänger verschmutzt und muss gereinigt werden.

Wie klingt der Verdichter? Läuft dieser „rund“ oder gibt es „Schläge“ oder ein Klappern?

Sind Heizpatronen verbaut und man hört das Wasser „kochen“, dann ist eventuell zu wenig Wasser in der Anlage und die Sicherheitseinrichtung hat nicht ausgelöst – in diesem Fall der Sicherheitstemperaturbegrenzer.

Ist ein Gluckern zu hören? Dann stimmt eventuell der Anlagendruck nicht.

Selbstverständlich sind diese grundlegenden Fragen nicht nur an Wärmepumpen zu stellen. Allerdings sind Wärmepumpenanlagen gegenüber der klassischen Therme oder dem Kessel doch sensibler, wenn es um einzelne Fehler geht.

Grundsätzlich ist zwischen den klassischen An/Aus-Verdichtern und invertergeregelten Wärmepumpen zu unterscheiden. Die folgenden Fehler wurden an Anlagen mit unregelmäßigem Verdichtern festgestellt. Die Mehrzahl der derzeit installierten und zum großen Teil auch noch ausgelieferten Wärmepumpen basiert auf diesem Prinzip.

Wie die Bezeichnung „ungeregelt“ schon sagt, handelt es sich bei diesen Geräten um Anlagen, die bei Bedarf mit 100 Prozent ihrer Leistung im System arbeiten. Es sollte dann auch eine dementsprechende Abnahme erfolgen. Das ist aber in der Mehrheit der Fälle nicht gegeben – beispielsweise tritt der Auslegungspunkt von -14 °C in Berlin an drei Tagen im Jahr auf. Ansonsten läuft die Wärmepumpe im Teillastfall.

Anders sieht es bei invertergeregelten Wärmepumpen aus: Diese können je nach Hersteller zwischen zehn und 100 Prozent entlang der Heizkurve genau den Wärmebedarf liefern, der benötigt wird. Demnach sind unterschiedliche Herangehensweisen

bei der Planung der Anlagenhydraulik zu berücksichtigen.

Die Anlagenhydraulik

Das Wichtigste ist die passende Heizungshydraulik. Viele Heizungsbauer arbeiten nach „Schema F“. Aber das ist für Wärmepumpen nicht immer die beste Hydraulik. Bei Wärmepumpen sind vor allem die Einhaltung des Einsatzbereichs (Niedertemperatursystem), Mindestvolumenströme auf der Heizungsseite und selbstverständlich bei Solewärmepumpen auch auf der Soleseite zu beachten. Stimmen die Volumenströme aufgrund zu geringer Leitungsquerschnitte oder zu hoher Druckverluste nicht, so sind Nieder- bzw. Hochdruckstörungen im Kältekreis die Folge. Grund dafür ist, dass die Wärmepumpe im Fall des Hochdrucks die Wärme nicht mehr auf der warmen Seite – also dem Heizungsnetz – abgeben kann. Das geschieht beispielsweise dann, wenn alle Stellantriebe der Fußbodenheizung geschlossen sind, kein Pufferspeicher und kein Überströmventil vorhanden sind und die Wärmepumpe vielleicht sogar zu groß ausgelegt ist.

Auch wird an vielen Anlagen einfach darüber hinweggesehen, dass der Anschluss an der Wärmepumpe zum Beispiel 1 Zoll aufweist und im Nachgang auf 3/4“ oder sogar auf 1/2“ reduziert wird. Oft gilt das Motto: „Das schafft die Pumpe schon.“ Auch fallen oft die folgenden Aussagen: „Das haben wir immer schon so gemacht.“ „Es ist doch nur ein kleines Haus.“ Für den Servicetechniker bedeutet das, dass er die Hydraulik umbauen muss.

Aber warum muss in solchen Fällen überhaupt umgebaut werden? Das ist ganz einfach: Eine Verdopplung des Druckverlusts bedeutet einen vierfach höheren Strombedarf für die Umwälzpumpe. Da dieser in die Berechnung der Jahresarbeitszahl (JAZ) einfließt, führt das zu einer Verschlechterung

der JAZ. Wurden beispielsweise Förderungen durch das BAFA bewilligt und die JAZ fällt unter den Referenzwert, kann das dazu führen, dass Fördergelder zurückgezahlt werden müssen. Dazu kommt noch, dass gerade im Einfamilienhausbereich die Umwälzpumpen bereits in der Wärmepumpe integriert sind. Das macht einen Austausch nahezu unmöglich bzw. führt zum Erlöschen der eventuell noch vorhandenen Herstellergarantie.

Zur Anlagenhydraulik gehört auch die Installation eines Pufferspeichers als hydraulische Weiche. Das ist zumindest bei nicht invertergeregelten Wärmepumpen der Fall. Hier kommt es gerade im Teillastfall zu vermehrten Hochdruckstörungen, denn die Wärmepumpe kann ihre Wärme nicht abgeben, der Kältekreis „überhitzt“ und die Wärmepumpe ist gestört.

Für die Auslegung eines Pufferspeichers gibt es zwei Herangehensweisen: Wird der Speicher ausschließlich dazu genutzt, die Mindestlaufzeit der Wärmepumpe sicherzustellen, sollte mindestens mit 20 Minuten Laufzeit gerechnet werden – wohlbemerkt bei Nullabnahme. Je nach Heizleistung der Wärmepumpe wird dann ein entsprechend kleiner Speicher benötigt. In den meisten Fällen wird der Speicher allerdings zur Überbrückung der Abschaltzeiten (EVU-Sperre) genutzt. Hier sieht die Lösung der Hersteller unterschiedlich aus; im Durchschnitt wird mit rund 60 Litern je Kilowatt (kW) Heizleistung gerechnet.

Wird die Wärmepumpe über ein Smart-Grid-System zum Beispiel mit einer PV-Anlage gekoppelt, ist der Speicher selbstverständlich größer auszulegen, damit möglichst viel Energie gespeichert werden kann, wenn die Sonne scheint.

Fehlermeldung: „Zu hoher Stromverbrauch“

Immer wieder kommt es vor, dass sich Kunden beim Servicepartner melden und mitteilen, dass seit kurzer Zeit der Stromverbrauch stark gestiegen sei. Meistens wird festgestellt, dass die Wärmepumpe zu groß ausgelegt ist. Im folgenden Beispiel wurde eine unregelmäßige Solewärmepumpe mit einer um vier Kilowatt zu großen Leistung ausgelegt, weil der Planer seinen eigenen Berechnungen und den bereits darin enthaltenen Sicherheiten nicht getraut hat. Vier Kilowatt klingt nicht viel, wenn aber das Haus nur zehn kW benötigt und 14 kW als An/Aus-Gerät installiert werden, ist das für die Gesamtanlage einfach zu viel. Zudem war in diesem Beispiel auch kein Pufferspeicher verbaut.

Was passiert in solch einem Fall zwangsläufig? Die Wärmepumpe beginnt zu takten, ohne auf die erforderliche Mindestlaufzeit für den Verdichter zu kommen. In der Folge kommt es zu einer Hochdruckstörung. Außerdem steigt der Verschleiß der Teile der Wärmepumpe, beispielsweise Verdichter, Sanftanlasser, Expansionsventil, Umschaltventile.

Der Kunde hatte sich bereits belesen und mehrere Kreise der Fußbodenheizung dauerhaft geöffnet, um das Takten der Wärmepumpe zu reduzieren. Das reichte aber nicht aus. Viele Hersteller nennen diese Option, wenn auf einen Pufferspeicher verzichtet werden soll. Es muss jedoch beachtet werden, dass gemäß EnEV eine raumweise Regelung möglich sein soll. Das ist selbstverständlich ohne Stellantrieb nicht möglich.

Nach einer ausgiebigen Prüfung der erst vier Jahre alten Maschine musste das Serviceteam dem Kunden mitteilen, dass der Verdichter bereits sein Lebensende erreicht hat. Schuld daran waren die zu vielen Starts im Verhältnis zur geringen Dauerlaufzeit.

Der Kunde hat sich für eine neue Wärmepumpe entschieden, die durch das BAFA gefördert wird. Zur Auslegung einer neuen Wärmepumpe und dem damit verbundenen Förderantrag beim BAFA muss ein so genannter Heizungscheck erstellt werden. Dieser muss auf Verlangen dem BAFA vorgelegt werden. Für diesen Heizungscheck gibt es entsprechende Programme, mit denen über die Baualtersklasse und die Nutzfläche die Heizlast bestimmt werden kann. Bei allen bislang ausgetauschten Wärmepumpenanlagen sind wir nach diesem Muster vorgegangen, bislang ohne Beanstandungen.

Eingebaut wurde eine invertergeregelte Wärmepumpe mit einer Leistung von 9 kW, auf einen Pufferspeicher wurde verzichtet. Nach einem Jahr Laufzeit teilte der Kunde mit, dass die Stromkosten von ehemals 2.300 Euro auf 1.200 Euro gesunken seien.

Mit einer etwas zu kleinen Wärmepumpe besteht zwar das Risiko, dass im tiefsten Winter unter Umständen der Heizstab zuschaltet. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass eine Heizungsanlage den Großteil ihres Lebens im Teillastfall arbeitet.

Gerade bei Luftwärmepumpen ist der Einsatz eines Heizstabs oder auch eines zweiten Wärmeerzeugers eine Grundvoraussetzung, da die Leistung im Winter nicht ausreicht. In diesem Fall wird von einer monoenergetischen Betriebsweise gesprochen. Es wird ein so genannter Bivalzpunkt vorgegeben, ab dem die Wärmepumpe mittels Heizstab zuschalten kann – in der Regel drei Leistungsstufen (3, 6 und 9 kW). Der Heizstab dient bei niedrigen Außentemperaturen nicht nur der Zuheizung, sondern auch bei „kalter“ Anlage dem Vorwärmen für die Abtaufunktion des Verdampfers im Außengerät. Der Heizstab wird auch eingesetzt, um im Störfall eine Notbeheizung aufrecht zu erhalten – und das nicht nur bei Luftwärmepumpen. Der Heizstab dient nicht dazu, um Speicherverluste zu kompensieren.



Abbildung 1:
Die Abstandsregeln
des Herstellers
wurden nicht
eingehalten.



Apropos „Abtaufunktion“: Was passiert eigentlich mit einer Wärmepumpe, bei der das Kondensat nicht richtig ablaufen kann? Unter Umständen vereist die komplette Maschine, sodass selbst der Ventilator festfriert. Die Folge ist ein Totalschaden. Es kann auch passieren, dass sich um die Wärmepumpe eine Eisfläche bildet. Deshalb sollte bei jeder Wartung auch der Kondensatablauf geprüft werden – insbesondere der Einlauf in die mindestens 80 cm tiefe Sickerpackung, da das Kondensat frostfrei abgeführt werden soll.

Fehlermeldung:

„In unserem Haus ist es kalt.“

Was passiert mit einer Luftwärmepumpe, die falsch aufgestellt wird? In einem konkreten Fall wurden die Herstellerangaben zum Aufstellen der Wärmepumpe und zu den Abständen zu nahegelegenen Wänden nicht eingehalten (Abbildung 1). Die außen aufgestellte Luftwärmepumpe kam trotz richtiger Dimensionierung nicht auf „Leistung“; sie hat das Gebäude nicht warm bekommen. Durch die zu geringen Abstände kam es bei immerhin 3.000 m³/h Luftvolumenstrom zu einer Kurzschlussströmung. Die angesaugte Luft wurde immer kälter, wodurch die Wärmepumpe der Außenluft keine Energie mehr entziehen konnte und somit eine Niederdruckstörung auslöste. In diesem Beispiel mussten dann anderweitige bauliche Maßnahmen getroffen werden, um die Kurzschlussströmung zu vermeiden.

Zum Thema „Abstandsregeln“ ist noch wichtig zu bemerken, dass es häufig auch zu Problemen mit Schall kommen kann. Deshalb sind unbedingt die Schallwerte und deren Reflektion an Bauteilen zu prüfen.

Fehlermeldung: „Es ist zu kalt.“

Weil es zu kalt ist, wird bei vielen Anlagen die Heizkurve ein wenig höher „gedreht“. Vielen Installateuren und Endverbrauchern ist allerdings nicht bewusst, zu welchen Konsequenzen das führt.

Im folgenden Fall wurde den Bauherren einer Baugemeinschaft in der Baubeschreibung eine Raumtemperatur von 22 °C versprochen. Die Auslegung der gesamten Heizungsanlage, eine 100 kW Solewärmepumpe, wurde auf 20 °C gesetzt. Inzwischen wurde die Anlage allerdings so betrieben, dass in den Räumen 24 °C erreicht wurden – in einem Neubau aus dem Jahr 2014.

Wie bereits geschildert, ist es wichtig, dass die Wärmepumpe eine entsprechende Laufzeit hat, nicht taktet und ihre Wärme immer abgeben kann. Diese Aspekte wurden bei dieser Anlage auch eingehalten. Aber was



Abbildung 2: Eingefrorene Solenachspeisung

passiert, wenn der Anlagenbetreiber die Anlage falsch betreibt?

Eine Wärmepumpe ist im Normalfall für Niedertemperatursysteme ausgelegt, idealerweise für eine Fußbodenheizung mit Systemtemperaturen im Vorlauf um 35 °C und einer Spreizung von maximal 7 K für den Rücklauf. In dem konkreten Fall wurde die Fußbodenheizung für 20 °C Raumtemperatur ausgelegt und installiert, also mit einem entsprechenden Verlegeabstand usw. Das hatte jedoch zur Folge, dass die versprochenen 22 °C in den Räumen nicht erreicht wurden. Dementsprechend wurde die Heizkurve steiler gestellt bzw. parallel nach oben verschoben. Das Ergebnis war, dass die Vorlauftemperatur stieg und es wärmer wurde.

Was bedeutet das aber für die benötigte Wärmemenge über das gesamte Jahr gesehen? Sie steigt auch. Dementsprechend steigt auch die aus dem Erdreich entzogene Wärmemenge. Gemäß der vorgelegenen Bohrgenehmigung darf jedoch nur eine bestimmte Wärmemenge entzogen werden. Diese wurde jedoch durch die unwissende Erhöhung der Vorlauftemperatur bereits überschritten. Was mit einer Erdsondenanlage passiert, wenn zu viel Wärme entzogen wird, sollte eigentlich jedem klar sein: Das Sondenfeld kühlt aus und friert ein, da nicht genügend Wärme aus dem umgebenden Erdreich nachströmen kann. Die Folge ist, dass es zu einer Niederdruckstörung kommen kann. Es kommt zur Fehlermeldung „Quellenmin“ aufgrund zu geringer Temperaturen auf der Quellenseite (Abbildung 2), die Anlage steigt aus und die Nutzer haben kei-

ne Wärme mehr. Im besten Fall übernimmt der Heizstab, ohne dass es der Nutzer mitbekommt. Er wird sich dann allerdings über die erhöhten Stromkosten wundern.

In diesem Fall wurde durch einen Gutachter erreicht, dass das Sondenfeld erweitert werden kann. Es werden nun weitere Sonden hergestellt, mit denen dann auch eine höhere Leistung aus dem Boden generiert werden kann. Außerdem wurde ein elektrisches Wandheizgerät installiert, um übergangsweise die Wärmepumpe zu entlasten, damit sich das Sondenfeld regenerieren kann.

Fazit

Wärmepumpen sollten nur nach den Angaben der Hersteller geplant und gebaut werden. Mindestabstände müssen eingehalten werden. Es ist besser, die Wärmepumpe etwas kleiner als etwas zu groß auszulegen.

Vor Beginn der Planung sollte geklärt werden, wozu die Wärmepumpe dienen soll. Soll sie nur Heizen, vielleicht noch Kühlen oder auch noch Warmwasser erzeugen? Handelt es sich um ein Niedertemperatursystem oder Hochtemperatursystem? Nicht jede Wärmepumpe kann alles. Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, kann entschieden werden, was für eine Wärmepumpe eingesetzt werden soll und welche Hydraulik ausgeführt werden kann. Das Wichtigste sind die Rücklauftemperatur und die Spreizung von 7 – 10 K auf der Heizungsseite. Außerdem muss beachtet werden, dass im Gegensatz zu herkömmlichen Wärmeerzeugern die Wärmepumpe über die Rücklauftemperatur geregelt wird und nicht über die Vorlauftemperatur. ◀

Abbildung 1: Solarlux Campus in Melle:
Eine maßgeschneiderte, multivalente Energiezentrale
versorgt das Werk mit Wärme, Kälte und Strom.



Foto: Solarlux

Multivalente Energiesysteme für Gewerbe und Industrie

Solarlux Campus setzt auf Komplettlösung aus einer Hand

Komplexe Energiezentralen in Gewerbe- und Industriebetrieben sowie in Kommunen sind heute einer Vielzahl von Vorgaben unterworfen. Neben der energiesparenden und schadstoffarmen Bereitstellung von Wärme, Kälte und Strom sind hohe Betriebssicherheit und Verfügbarkeit einer Anlage maßgeblich. Zudem setzen sich vermehrt multivalente Systeme durch. Sie tragen durch die kombinierte Nutzung fossiler und regenerativer Energieträger dazu bei, wertvolle Ressourcen zu schonen und den Ausstoß des klimaschädlichen Kohlendioxids deutlich zu reduzieren. Beispielhaft für solche zukunftsweisenden Lösungen ist die Energiezentrale am neuen Firmensitz der Solarlux GmbH in Melle.



Dipl.-Ing. (FH)
Wolfgang Rogatty,
Viessmann Werke
GmbH & Co. KG,
Allendorf (Eder)

Das niedersächsische Unternehmen Solarlux produziert seit über 35 Jahren Glas-Faltwände, Wintergärten und Fassadenlösungen. Als der bisherige Hauptsitz in Bissendorf zu klein wurde, entschied man sich, neu zu bauen. Im benachbarten Melle entstand da-

raufhin 2016 nach nur 18 Monaten Bauzeit der neue Firmensitz, der nun alle bisherigen Standorte zusammenführt. Auf 13 Hektar befinden sich Verwaltung, Schulungstrakt und Ausstellungsraum sowie Produktion, Forschung und Entwicklung, Logistik und Hochregallager.

Für das mit der Region verwurzelte, familiengeführte Mittelstandsunternehmen war es von Anfang an wichtig, dass der Neubau über die Funktion und Technik hinaus auch gestalterisch und ökologisch höchste Ansprüche erfüllt. Ein besonderes Anliegen des Bauherrn war auch, dass für die über 600 Mitarbeiter ein Arbeitsumfeld geschaffen wird, das sich durch eine hohe Aufenthaltsqualität auszeichnet (Abbildung 2). Als Ergebnis entstand ein Tageslicht durchflutetes, dreigeschossiges Hauptgebäude in nachhaltiger

Bauweise, bei dem eigene Fassadensysteme zum Einsatz kamen, beheizt und gekühlt unter Einbeziehung erneuerbarer Energien in Kombination mit Systemen zur Energierückgewinnung.

An das Hauptgebäude schließen sich die modernen Produktionsstätten mit einer Gesamtfläche von 25.500 Quadratmetern an. Neben den Bereichen der Alu- und Holzverarbeitung integrierte Solarlux am neuen Firmensitz erstmalig eine eigene Pulverbeschichtungsanlage für Alu-Profile, um wirtschaftlicher produzieren zu können und die Qualitätskontrolle zu verbessern. Ein 18.000 Quadratmeter großer Logistikbereich und ein modernes Hochregallager als vollautomatisches Langgutlager mit 3.140 Stellplätzen schließen mit kurzen Wegen an die Produktionsbereiche an.

Eines der größten Geothermiefelder Norddeutschlands

Die Technik zum Beheizen und Kühlen des gesamten Firmensitzes sollte zeitgemäß sein und in möglichst hohem Maße Erneuerbare Energien nutzen. Zugleich musste die gesamte Anlage absolut zuverlässig und wirtschaftlich arbeiten. Entscheidende Säule der Wärme- und Kälteversorgung ist deshalb eine Spezial-Wärmepumpe (Abbildung 3). Das mit drei Kolbenverdichtern ausgestattete Gerät erzeugt bis zu 345 kW Wärme und hat eine Kälteleistung von bis zu 270 kW. Damit deckt die Wärmepumpe bis zu 80 Prozent des Wärmebedarfs im Hauptgebäude und bis zu 65 Prozent des Kältebedarfs. Als Wärmequelle steht mit 76 Erdwärmesonden, die jeweils 80 Meter tief in die Erde eingelassen sind, eines der größten Geothermiefelder im norddeutschen Raum zur Verfügung.

Die Regeneration des Erdsondenfeldes erfolgt während der warmen Jahreszeit über die Abwärme aus der Spezial-Wärmepumpe sowie aus einer Absorptions-Kältemaschine, die zusammen mit einer weiteren, herkömmlichen Kältemaschine die Wärmepumpe bei der Gebäudekühlung unterstützen.

Abwärme aus Produktion wird zum Heizen genutzt

Neben der Spezial-Wärmepumpe kommt zur Wärmeversorgung noch eine seriengefertigte Großwärmepumpe mit 186 kW Wärmeleistung zum Einsatz (Abbildung 4). Ihre standardisierte Bauweise ermöglicht schnelle und umfassende Anlagenplanung, transparente Kalkulationsvorgaben sowie einfache Installation. Als Wärmequelle nutzt sie Abwärme aus der Produktion, was die Energiebilanz des Unternehmens nachhaltig steigert.

BHKW mit Netzersatzbetrieb

Zur Deckung der Wärmegrundlast sowie, je nach den aktuellen Erfordernissen, zum Antrieb der Absorptions-Kältemaschine kommt in der Energiezentrale ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 238 kW elektrischer und 363 kW thermischer Leistung zum Einsatz (Abbildung 5). Wärme, die aktuell nicht benötigt wird, kann in zwei Pufferspeichern mit jeweils 7.500 Litern Inhalt für die spätere Nutzung bevorratet werden. Bei einem Ausfall der Netzspannung des Stromversorgers übernimmt das BHKW zudem im Netzersatzbetrieb die Stromversorgung und stellt so den Weiterbetrieb wichtiger Anlagen in der Produktion sicher.

Darüber hinaus stehen zur Deckung von Wärmebedarfsspitzen zwei Gas-Brennwertkessel mit 1280 bzw. 1000 kW sowie ein Nie-



Abbildung 2: Hohe Aufenthaltsqualität durch helle, lichtdurchflutete Räume und natürliche Baumaterialien zeichnet die Arbeitsplätze der Solarlux GmbH aus.



Abbildung 3: Solarlux-Energiezentrale in Melle: Die projektbezogen konzipierte Vitocal Spezial-Wärmepumpe bezieht ihre Energie aus 76 Erdwärmesonden, die jeweils 80 Meter tief sind.



Abbildung 4: Im Vordergrund die in Serie gefertigte Großwärmepumpe Vitocal 300-G Pro mit 186 kW Wärmeleistung.



Abbildung 5: Blockheizkraftwerk Vitobloc 200. Bei einem Ausfall der Netzspannung übernimmt das BHKW die Stromversorgung und gewährleistet den Weiterbetrieb wichtiger Anlagen in der Produktion.

der Temperaturheizkessel mit 900 kW zur Verfügung. Einen Überblick über die gesamte Energiezentrale der Solarlux GmbH zeigt die vereinfachte Darstellung des Anlagenschemas in Abbildung 6.

Wärmeverteilung über insgesamt 165 Kilometer Rohrleitungen

Das Hauptgebäude wird ausschließlich durch Betonkernaktivierung gekühlt und beheizt. Zu diesem Zweck wurden gut 15 Kilometer an Rohrleitungen verlegt. Die Betonkernaktivierung macht sich die Fähigkeit des Betons zunutze, thermische Energie zu speichern. Beton reagiert dabei träge, er nimmt die Wärmeenergie auf und gibt sie zeitverzögert wie-

der an die Umgebung ab. In den Produktions- und Logistikkbereichen erfolgt die Wärmeverteilung hingegen über eine Industriefußbodenheizung mit 150 Kilometer Rohrleitung.

Vier Stufen bis zur fertigen Anlage

Multivalente Energiezentralen mit ihren individuellen Anforderungen, wie bei der Solarlux GmbH in Melle, lassen sich dann am besten realisieren, wenn sie als Gesamtpaket aus einer Hand stammen – von der Idee über die kompetente Beratung und mit allen wesentlichen Systemkomponenten bis hin zum umfassenden Service. Dieser ganzheitliche Ansatz bietet beste Voraussetzungen dafür, dass die neue Anlage exakt zu den Anforde-

rungen des zukünftigen Betreibers passt, in möglichst kurzer Zeit und im Rahmen der wirtschaftlichen Vorgaben realisiert ist und auch morgen und übermorgen noch Bestand hat. Anbieter mit einem entsprechenden integrierten Lösungsangebot sind deshalb bevorzugte Partner bei solchen Projekten.

Ein integriertes Lösungsangebot verbindet nahtlos Energiesysteme (z. B. Wärmepumpen und Blockheizkraftwerke) mit Plattformen zur Vernetzung dieser Komponenten, mit digitalen Services (z. B. zur Fernbedienung und zum Anlagen-Monitoring) und mit umfassenden Dienstleistungen. Fundament des integrierten Lösungsangebots ist ein Komplettprogramm an Technologien für alle Energieträger zur Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung – von der klassischen Verbrennungstechnik über kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung bis hin zur Nutzung regenerativer Energien. Dazu gehört außerdem die gesamte Systemperipherie von der Speicherung von Wärme und Strom bis hin zu Lösungen zur Wärme- und Kälteverteilung.

Als Projektpartner betrachten Anbieter eines integrierten Lösungsangebots den gesamten Prozessablauf von der Idee bis zur Übergabe der betriebsbereiten Energiezentrale an den Betreiber – und auf Wunsch auch weit darüber hinaus – als ganzheitliche

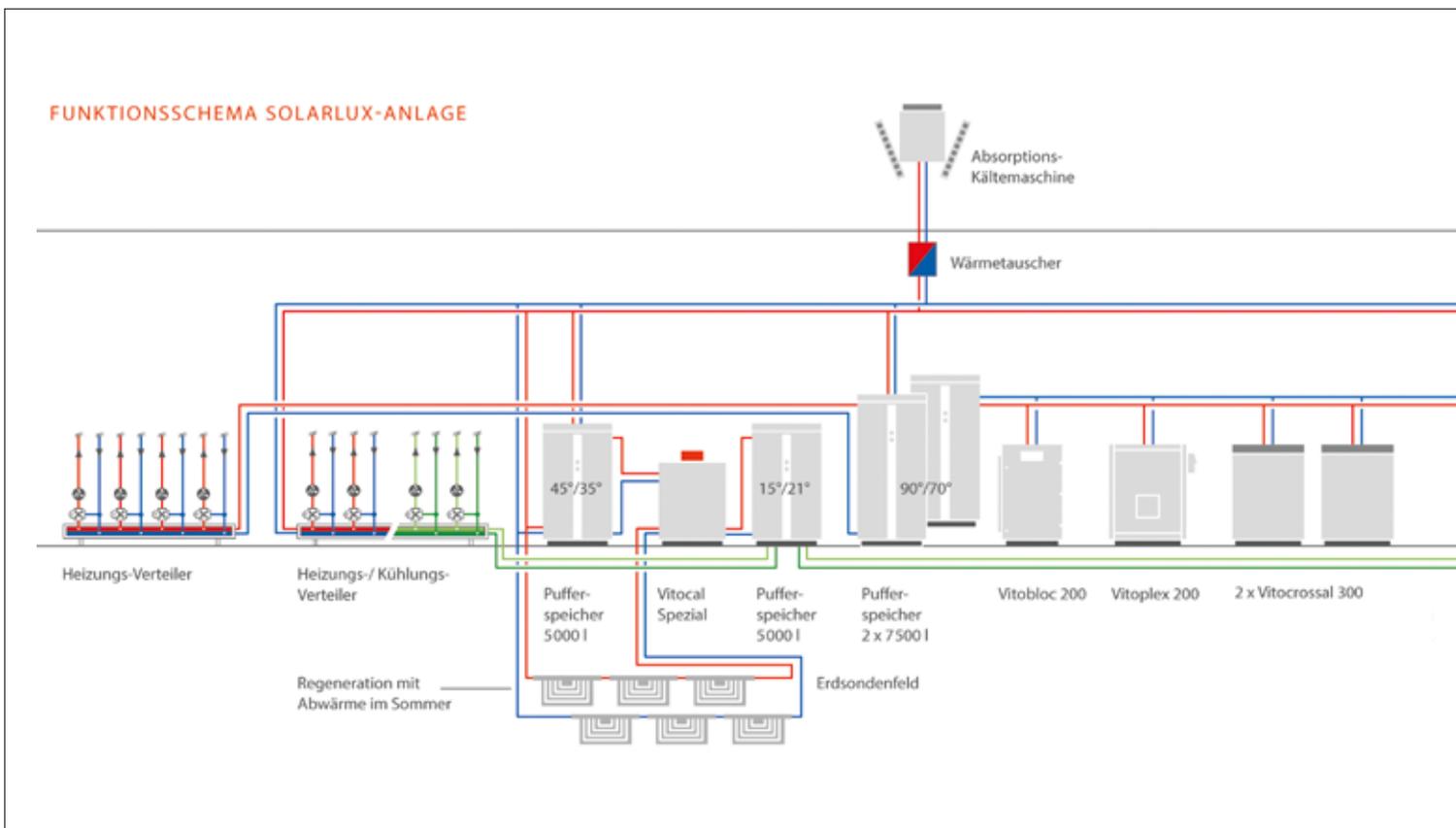


Abbildung 6: Vereinfachte Darstellung des Anlagenschemas mit den zwei Gas-Brennwertkesseln Vitocrossal 300 und dem Nieder temperaturheizkessel Vitoplex 200



Aufgabe. Dazu wird der Entstehungsprozess in vier Stufen betrachtet, von denen jede einen zusätzlichen Mehrwert für den Auftraggeber enthält, insbesondere bei den Dienstleistungen:

1. Planung

Hierzu zählen das Erstellen von Machbarkeitsstudien zur Durchführung des gesamten Projekts. Bei positiven Ergebnissen folgen Konzepte für die Wärme-, Kälte- und Stromversorgung, deren ökologische und ökonomische Bewertung sowie die weiteren Detailplanungen.

2. Realisierung

Hierbei kümmert sich der Projektpartner um Ausschreibungen für die Durchführung diverser Arbeiten, beispielsweise durch regionale Fachbetriebe bzw. Dienstleister, aber auch um das Einholen von Genehmigungen, beispielsweise für Erdsondenbohrungen. Bedeutendste Aufgabe in dieser Stufe ist jedoch die Projektleitung und -umsetzung sowie die Inbetriebnahme der Anlage.

3. Betrieb

Zum integrierten Lösungsangebot gehört auf Wunsch auch das intelligente Management von Energieströmen zwischen Erzeu-

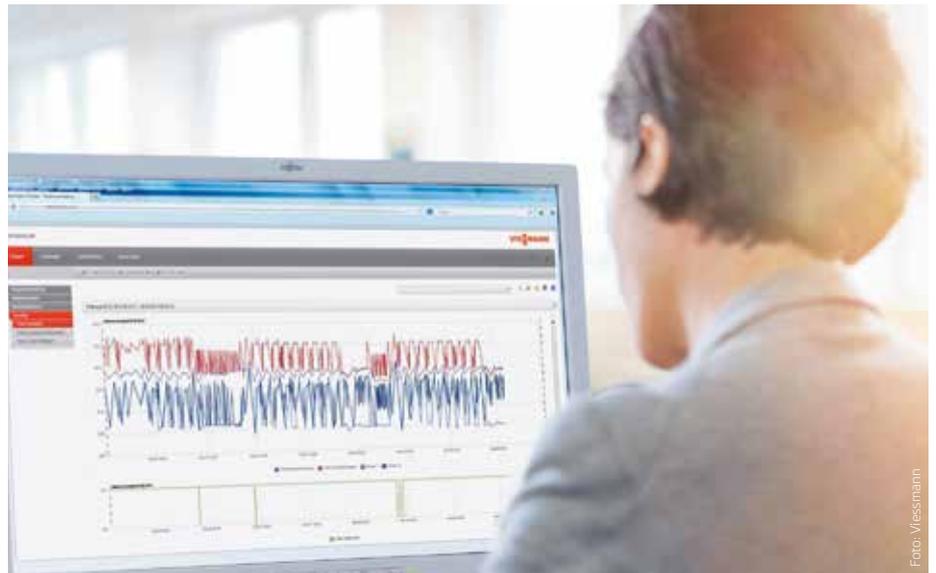


Abbildung 7: Per Online-Monitoring und modernstem Energiemanagement wird der wirtschaftliche Betrieb einer Energiezentrale gesichert.

gern und Verbrauchern. Dazu können übergeordnete Regelungstechnik und Energiemanagement-Systeme zum Einsatz kommen. Als Dienstleistung werden auch ein umfassendes Anlagen-Monitoring und weitere digitale Services bis hin zu diversen Abrechnungsmodellen angeboten (Abbildung 7).

4. After Sales

Dazu zählen kundenspezifische Servicekonzepte, beispielsweise mit garantierter Ersatzteilversorgung, regelmäßigen Wartungsdiensten und Kesselprüfungen, aber auch Schulungen der jeweils zuständigen Mitarbeiter des Anlagenbetreibers.

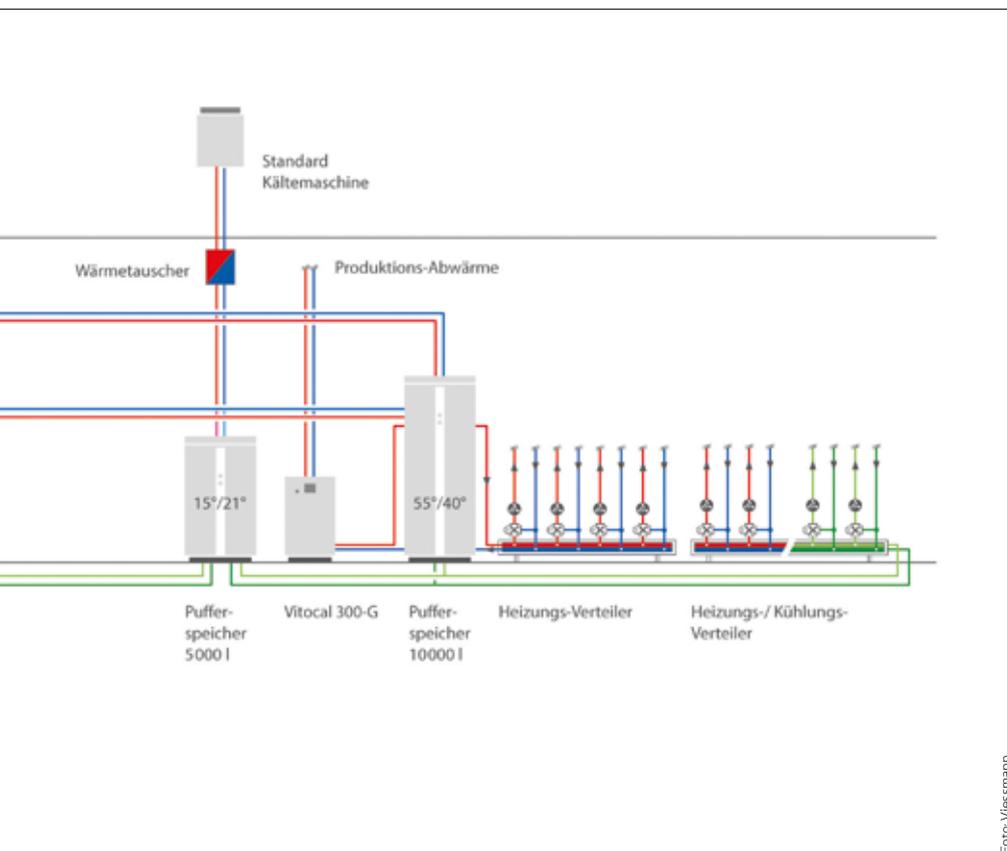


Foto: Viessmann

Fazit

Moderne Energiezentralen in Gewerbe, Industrie und Kommunen müssen Wärme, Kälte und Strom hocheffizient, schadstoffarm und absolut zuverlässig zur Verfügung stellen. Dazu kommen immer häufiger multivalente Anlagen zum Einsatz, die neben fossilen Energieträgern auch regenerative Energien nutzen. Ein Vorteil dieser zum Teil komplexen Lösungen ist, dass sie in der Regel exakt auf die individuellen Anforderungen ihrer Betreiber zugeschnitten sind und dass die CO₂-Emissionen gegenüber herkömmlichen Anlagen deutlich geringer sind. Ein sehr gutes Beispiel für eine solche Lösung ist die in diesem Beitrag vorgestellte neue Energiezentrale der Solarlux GmbH.

Für die Realisierung solcher Anlagen ist es vorteilhaft, einen Anbieter zu wählen, der über ein integriertes Lösungsangebot mit einem Komplettsystem effizienter Energiesysteme inklusive aller wichtigen Peripheriekomponenten und über ein umfassendes Dienstleistungsangebot verfügt. Das ermöglicht einen ganzheitlichen Ansatz, der beste Voraussetzungen dafür bietet, dass die neue Energiezentrale die Anforderungen exakt erfüllt, in kurzer Zeit realisiert ist und wirtschaftlich und zukunftssicher arbeitet.

Ausblick auf das zukünftige Regelwerk der Trinkwasser-Installation



Tino Reinhard,
Vorsitzender des AK 1
„Schutz
des Trinkwassers“
und Leiter Normung,
Geberit RLS
Beteiligungs GmbH,
Langenfeld



Ulrich Petzolt,
Vorsitzender
der AK 5 und 6
und Leiter Normung
& Zertifizierung,
Gebr. Kemper
GmbH + Co. KG,
Olpe



Stefan Tuschy,
Vorsitzender des AK 4
und Technischer
Referent,
BTGA e.V.

Der erste Vorläufer des heutigen Trinkwassernormenpakets erschien im August 1930 unter der Bezeichnung „Vorschriften für den Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen für Grundstücke“. Er umfasste lediglich fünfeinhalb Seiten. Obwohl überschaubar, enthielt die Norm schon vor 90 Jahren eine Empfehlung für den Einbau von Rohrbelüftern und forderte sogar den Einbau eines Rückflussverhinderers am Hauswasseranschluss. In den Jahren 1940, 1955 und 1962 erschienen dann überarbeitete Fassungen der DIN 1988. Darin wurde unter anderem der Einbau von Rohrbelüftern zur Pflicht und erste Dimensionierungsvorgaben hielten Einzug. Außerdem erfolgte in der Ausgabe von 1955 erstmals eine Differenzierung zwischen der häuslichen und gewerblichen

Trinkwasser-Installation. Die Ausgabe aus dem Jahr 1962 war ebenfalls noch sehr übersichtlich und ca. 27 Jahre lang gültig. Deutlich ausgeprägter erschien dann im Dezember 1988 die letzte alleinstehende Ausgabe der DIN 1988 – mit insgesamt 470 Druckseiten. In das aus acht Teilen bestehende Werk waren nun alle notwendigen Informationen zur Planung und Ausführung von Installationsarbeiten übernommen worden.

Ab September 1989 begannen dann auch auf europäischer Ebene die Arbeiten an einer fünfteiligen Systemnorm im Bereich der Trinkwasser-Installation, der heutigen EN 806. Außerdem wurde zu diesem Zeitpunkt festgelegt, dass sechs Monate nach Fertigstellung des letzten Teils dieser Reihe alle nationalen Normen der Mitgliedstaaten zurückgezogen werden müssen. Ein Problem war allerdings, dass bei der Erarbeitung der EN 806 aufgrund der jeweiligen nationalen Besonderheiten nicht immer ein Konsens gefunden werden konnte. So erreichten beispielsweise die Arbeitsergebnisse nicht die für die deutschen Anwenderkreise erforderliche Normungstiefe. Kein anderer europäischer Mitgliedstaat innerhalb dieses Normungsausschusses hatte vor Beginn der Arbeiten ein solch umfangreiches Normenwerk wie die DIN 1988. Somit ergab sich von deutscher Seite die Notwendigkeit, die übrig gebliebenen nationalen Standards in einem umfangreichen Restnormenpaket niederzuschreiben. Um der Fachöffentlichkeit aufzuzeigen, dass es sich hier um eine „neue“ Reihe handelte, wurden zwar die Nummern der Norm (1988) belassen – die Teilnummern wurden allerdings dreistellig gewählt.

Mit Teil 5 „Betrieb und Wartung“ wurde im April 2012 der letzte Teil der DIN EN 806 veröffentlicht (August 2011). Mit den beiden Teilen DIN 1988-200 und DIN 1988-300 musste demnach zum gleichen Zeitpunkt auch das Ergänzungsnormenpaket komplettiert werden. Einen aktuellen Überblick des derzeit gültigen Normenpakets gibt Tabelle 1.

Nachdem die Normen nun acht Jahre angewendet wurden, lässt sich jetzt ein Fazit ziehen: Positiv ist, dass die Normen zum Großteil in der Praxis angekommen sind und von den Anwendern verstanden und gelebt werden. Nachteilig ist jedoch der große

Umfang des Normenpakets, mit dem sich die Unternehmen täglich auseinandersetzen müssen. Dazu kommen noch zahlreiche Richtlinien und Merkblätter der Verbände, die ebenfalls beachtet werden sollten. Als Beispiel sind hier insbesondere die VDI-Richtlinien und die DVGW-Arbeitsblätter zu nennen.

Auf Seiten des europäischen Gremiums CEN/TC 164/WG 2 „Internal systems and components“ wurde beschlossen, die Normenreihe EN 806 in den nächsten Jahren neu zu strukturieren.

In die Überarbeitung eingebunden ist der deutsche Spiegelausschuss NA 119-07-07 AA „Trinkwasser-Installation“. Dieser strebt eine starke europäische EN 806 an und will die Anzahl der nationalen Ergänzungsnormen reduzieren. Außerdem sollen in einzelnen Teilen Unklarheiten beseitigt und kleine Fehler korrigiert werden. Vor allem soll das Thema „Trinkwasserhygiene“ einen wesentlich höheren Stellenwert erhalten.

Wie Abbildung 1 zeigt, sollen die fünf Teile der EN 806 auf vier reduziert werden, indem der Teil „Berechnung“ in die „Planung“ integriert wird. Zudem möchte die deutsche Seite möglichst viele Inhalte der bestehenden Ergänzungsnormen nach Europa überführen. Der überwiegende Inhalt soll dabei den Teilen „Planung“ und „Ausführung“ zugeordnet werden. Davon losgelöst werden die EN 1717 und die dazugehörige nationale Ergänzungsnorm DIN 1988-100 überarbeitet und angeglichen.

Um diese ambitionierten Ziele voranzutreiben, wurden innerhalb des NA 119-07-07 AA insgesamt fünf Arbeitskreise gegründet (Abbildung 2), die derzeit einen Entwurf der neuen EN 806 vorbereiten.

Nachfolgend wird ein Überblick aus den einzelnen Arbeitskreisen gegeben, der gleichzeitig einen Ausblick auf die zukünftigen Normen im Trinkwasserbereich zulässt.

I. AK 1 „Schutz des Trinkwassers“

Der Arbeitskreis beschäftigt sich aktuell mit der Überarbeitung der DIN 1988-100 und der EN 1717. Ziel ist es, möglichst viele Vorgaben aus der DIN 1988-100 in die EN 1717 bzw. EN 806 zu übertragen, sodass nur wenige Ergänzungen erforderlich sind.



Tabelle 1: Stand der Normung im Bereich der Trinkwasser-Installation – Stand Januar 2012

Europäische Normen			Deutsche zugehörige Ergänzungsnorm		
DIN EN	Titel	Veröffentlichung	DIN	Titel	Veröffentlichung
1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen	August 2011	1988-100	Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte	August 2011
806-1	Allgemeines	Dezember 2001	-	-	-
806-2	Planung	Juni 2005	1988-200	Installation Typ A (geschlossenes System) - Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe	Mai 2012
806-3	Berechnung der Rohrrinnendurchmesser	Juli 2007	1988-300	Ermittlung der Rohrdurchmesser	Mai 2012
806-4	Installation	Juni 2010	-	-	-
806-5	Betrieb und Wartung	April 2012	-	-	-
			1988-500	Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen	Februar 2011
			1988-600	Trinkwasser-Installationen in Verbindung mit Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	Dezember 2010

Aus der bisherigen DIN 1988-100 ist beispielsweise nur ein einziges Kapitel übriggeblieben. Die Festlegungen zu „Stagnation“ sind sehr allgemein in EN 1717 eingeflossen, weitere Details werden in der EN 806-2 festgelegt. Der Abschnitt „Äußere Einflüsse“ wird komplett in der EN 806-2 berücksichtigt. Der Abschnitt „Trennung durch Einzel- oder Doppelwände“ wird in der EN 1717 behandelt.

Zusätzlich zur bisher üblichen Betrachtungsweise zum Schutz des vorgeschalteten Trinkwassernetzes sollen Vorgaben zur Verwendung des Trinkwassers nach der Sicherungseinrichtung in die Ergänzungsnorm aufgenommen werden. Ein Beispiel dafür ist der freie Auslauf nach Flüssigkeitskategorie 5. In den Behältern nach dem freien Auslauf ist keine Trinkwasserqualität mehr vorhanden, für gewisse Anwendungsfälle ist diese aber weiterhin erforderlich, beispielsweise im medizinischen Bereich oder im Lebensmittelbereich. Es muss bei diesen Anwendungsfällen eine entsprechende Wasserbehandlung und intensive Instandhaltung des Behälters vorgesehen werden, um die notwendige Qualität des Wassers zu erhalten.

Hauptsächlich wird im Arbeitskreis jedoch die Überarbeitung der Anwendungstabelle diskutiert, in die neue Erkenntnisse der

vergangenen Jahre einfließen sollen. Zukünftig sollen vier Fälle mit Beispielen zu den verschiedenen Flüssigkeitskategorien bzw. Sicherungseinrichtungen definiert werden. In der Anwendungstabelle wird eine separate Spalte aufgeführt, in der pro Anwendung auf einen der vier Fälle verwiesen wird. Auch

in die EN 1717 sollen zukünftig einige Beispiele zur Absicherung neu aufgenommen werden, die bei weitem aber nicht die bekannte Anwendungstabelle in der DIN 1988-100 abdecken werden.

Darüber hinaus wird es in der EN 1717 zukünftig eine präzisere Definition von

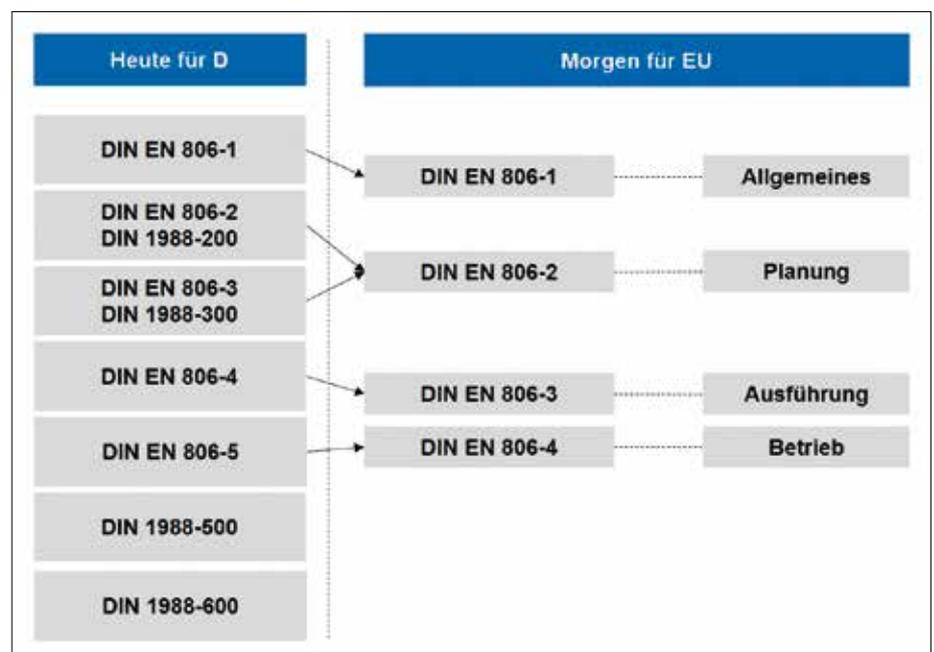


Abbildung 1: Geplante neue Trinkwassernormung

Grafik: Eigene Darstellung



AK 1	AK 2	AK 4		AK 5	AK 6
EN 1717/ DIN 1988-100	EN 806-2/ DIN 1988-300	EN 806-2/ DIN 1988-200	EN 806-3/ DIN 1988-400	DIN 1988-600	DIN 1988-500
<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Anwendungstabelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungseinheiten • Spitzenvolumenströme • Zirkulation <ul style="list-style-type: none"> - W 553 differenziert - Beimischverfahren • Rechenbeispiel • vereinfachtes Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Präzisierung zwischen <ul style="list-style-type: none"> - Planung - Ausführung • PWC <ul style="list-style-type: none"> - Temperatur - Hygiene - Leitungsführung • Wasserbehandlung • Trinkwassererwärmung • Schallschutz, Dämmung, Brandschutz • Druckprüfung • Längendehnung 		<ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasser-Installationen in Verbindung mit Feuerlöschanl. 	<ul style="list-style-type: none"> • DEA <ul style="list-style-type: none"> - Druckerhöhung - Druckminderung

Grafik: Eigene Darstellung

Abbildung 2: Die Arbeitskreise des Spiegelausschusses NA 119-07-07 AA

„häuslichem Gebrauch“ geben. Die nicht kontrollierbaren Rückflussverhinderer „EB“ und „ED“ werden ebenfalls intensiv diskutiert.

In Anhang A erfolgt zudem eine Anpassung, da die einzelnen Produktnormen zu den Sicherungseinrichtungen mittlerweile veröffentlicht sind, sodass ein Verweis darauf möglich ist. Wichtig ist, dass die „Anforderungen für den Einbau“ spezifisch für jede Sicherungseinrichtung beibehalten werden, da diese nur in der EN 1717 festgelegt sind.

II. AK 2 „Berechnung“

Der Arbeitskreis 2 beschäftigt sich aktuell mit der Überarbeitung der EN 806-3 und der DIN 1988-300. Der Berechnungsteil soll laut aktuellen Überlegungen der CEN/TC 164/WG 2 in die neue EN 806-2 aufgenommen werden. Insbesondere die DIN 1988-300 wird dabei auf den Prüfstand gestellt, die neben dem differenzierten Berechnungsverfahren auch die Berechnung der Zirkulationsverteilung enthält.

Vor allem folgende Themenkomplexe werden durch den Arbeitskreis berachtet und aktualisiert.

1. Nutzungseinheiten

Die Nutzungseinheit beschreibt einen Raum mit Entnahmestellen im Wohngebäude oder im Nichtwohngebäude, wenn von einer wohnungsähnlichen Nutzung auszugehen ist. Die Nutzung ist dadurch charakterisiert, dass maximal zwei Entnahmestellen zugleich geöffnet sind. Der Begriff „Nutzungseinheiten (NE)“ wurde im Jahre 2012 eingeführt. Er sollte zu einer besseren Erfassung der Spitzenbelastungen und dadurch zu einer kleineren Dimensionierung der Rohrleitungen im Steigstrang und im Stockwerks-

bereich führen. Damit sollte die Trinkwasserhygiene verbessert werden. Nennenswerte Vorteile im Bereich der Dimensionierung treten jedoch nur selten auf. Außerdem wurde der Begriff „Nutzungseinheit“ von den Anwendern nicht angenommen, deshalb wird darüber diskutiert, zu den altbewährten Regeln der Gleichzeitigkeitsbetrachtung zurückzukehren.

2. Methoden zur Berechnung der Zirkulationsvolumenströme

Auch das Beimischverfahren mit einem Beimischfaktor größer als Null, ist in der Praxis nie wirklich flächendeckend zum Einsatz gekommen. Das ergab die Befragung der Anwender. Das Verfahren sollte die Zirkulationsvolumenströme in den Steigsträngen eines Zirkulationssystems optimieren. Der modifizierte Rechengang war damals mit dem Ziel eingeführt worden, in allen Teilstrecken die minimal möglichen Rohrleitungsvolumenströme zu berechnen, um diese auf einem Temperaturniveau von mindestens 55 °C zu halten und somit Energie einzusparen. Realisiert wird das in Form einer Anhebung der Temperatur in der Zirkulationsmelleitung durch das Beimischen von wärmerem Wasser aus den Strängen (Ausnutzung des Beimischpotenzials). Dadurch lassen sich geringere Rohrdurchmesser mit Hilfe ungleicher Strangkopftemperaturen und gleichmäßigerer Aufteilung der Volumenströme bei Einhaltung der Forderungen realisieren. Der Arbeitskreis überlegt, wie eine praxisnahe Lösung gefunden werden kann. Der angestrebte Kompromiss sieht vor, dass der Anwender auch zukünftig nach altbewährtem Berechnungsgang (Grundlage W 553, Beimischfaktor 0) und dem Beimischverfahren agieren kann.

3. Wiederaufnahme eines Berechnungsbeispiels

Am Beispiel eines Wohngebäudes mit sechs Steigsträngen und je vier Wohneinheiten soll Schritt für Schritt der umfangreiche Berechnungsgang dargestellt werden. Ein solches Berechnungsbeispiel könnte eine große Hilfe beim Anwenden der Norm sein und auch in der Lehre unterstützen.

4. Differenzierter Berechnungsgang und vereinfachtes Verfahren

Die sicherlich größte Herausforderung liegt darin, die europäischen Normungsgremien zu überzeugen, das differenzierte Verfahren, wie es in Deutschland angewendet wird, und das derzeit gemeinsam entwickelte vereinfachte Verfahren für Trinkwasser kalt (PWC)/Trinkwasser warm (PWH)/Trinkwasserleitung warm - Zirkulation (PWH-C) in die EN 806-2 zu übernehmen. Das Ergebnis im europäischen Ausschuss wird letztendlich auch darüber entscheiden, ob an dieser Stelle zukünftig eine nationale Ergänzungsnorm benötigt wird, wie die heutige DIN 1988-300.

III. AK 4 „Planung und Ausführung“

Der Arbeitskreis 4 ist verantwortlich für die normativen Vorgaben zur Planung und Ausführung von Trinkwasser-Installationen. Er hat damit den größten Bearbeitungsumfang im Bereich der EN 806. Dementsprechend zahlreich sind auch die Diskussionspunkte.

1. Hygiene

Die Trinkwasserhygiene soll im zukünftigen Normenpaket einen deutlich höheren Stellenwert erhalten. Insbesondere der Zusammenhang zwischen Durchfluss, Temperatur und dem Schutz des Trinkwassers soll verstärkt dargestellt werden. Lange diskutiert wurde in diesem Zusammenhang auch die 30-Sekunden-Regel: Bisher darf die Betriebstemperatur des kalten Trinkwassers 30 Sekunden nach dem vollständigen Öffnen einer beliebigen Entnahmestelle nicht mehr als 25 °C betragen. Die Warmwassertemperatur muss nach gleicher Zeitspanne mindestens 55 °C erreichen. In der täglichen Praxis führt allerdings eine Messung über 30 Sekunden aufgrund der unterschiedlichen Auslaufvolumina an den Entnahmestellen zu keinem validen Ergebnis. Der Ausschuss will deshalb eine Lösung finden, die dieses Problem klärt.

2. Trinkwassererwärmung

Vor allem in Großobjekten wird die Trinkwassererwärmung oft auf weit über 60 °C betrieben. Das geschieht aus Sorge, den Tech-

8.–13. 3. 2020

Frankfurt am Main

20
JAHRE

nischen Maßnahmenwert gemäß Trinkwasserverordnung und die Mindesttemperatur von 55 °C nicht einzuhalten. Allerdings erhöhen sich dadurch die Gefahr der Steinbildung und der Wärmeübergang auf kaltgehende Trinkwasserleitungen. Auch aus energetischer Sicht handelt es sich nicht um eine optimale Lösung. Dementsprechend werden zukünftig entsprechende Aussagen in der EN 806-2 über Betriebstemperaturen festgelegt. Eine Ausnahme ist die Temperatur bei $T > 70\text{ °C}$ im Zuge einer thermischen Desinfektion. Darüber hinaus wurden auch die Temperaturen, abhängig vom jeweiligen Trinkwassererwärmungssystem, diskutiert, beispielsweise einer Großanlage mit Zirkulation.

3. Leitungsanlage

Auch bei der zukünftigen Planung und Ausführung der Trinkwasser-Installation werden neue Wege diskutiert, die die hygienischen Aspekte noch stärker berücksichtigen. Insbesondere wird die notwendige thermische Entkopplung der warm- und kaltgehenden Rohrleitungen erörtert, beispielsweise durch getrennte Schächte. Dementsprechend wird eine vertikale Verteilung als mögliche Lösung gesehen. Auch soll das Risiko der Fremderwärmung von Trinkwasser kalt in der Vorwand minimiert werden. Ist beispielsweise eine Zirkulation vorgesehen, so sollte diese auf keinen Fall über den Armaturenanschluss der jeweiligen Entnahmemarmatur geführt werden. Dazu könnten zukünftig normativ festgelegte vertikale Auskühlstrecken beim PWH-Anschluss der Entnahmemarmatur vorgesehen werden. Grundsätzlich gilt der alte Grundsatz, dass alle PWC-Leitungen so tief wie möglich und die PWH-Leitungen so hoch wie möglich anzuordnen sind: warm über kalt.

4. Wasserbehandlung

Die nationale Trinkwasserverordnung besagt, dass Trinkwasser im Regelfall keiner besonderen Behandlung bedarf. Allerdings soll im Zuge der Überarbeitung nochmals explizit klargestellt werden, dass notwendige Maßnahmen zur Enthärtung im PWC so zu erfolgen haben, dass in Fließrichtung nachgeschaltete technische Geräte, Armaturen und Trinkwassererwärmer (zentral oder dezentral) geschützt werden. Die Behandlung des Trinkwassers sollte unter Berücksichtigung des Einzelfalls nur im notwendigen Maße erfolgen.

5. Struktur der Norm

Die Struktur der beiden Normenteile 2 „Planung“ und 3 „Ausführung“ soll angeglichen

light+building

Technik, die verbindet.

Smart Urban, Konnektivität und einfache Prozesse. Machen Sie Gebäude fit mit intelligenten Infrastrukturen und zukunftsweisendem Energiemanagement. Die Hersteller auf der Light + Building bringen Sie auf den aktuellen Stand.

Connecting. Pioneering. Fascinating.



messe frankfurt



werden, das bedeutet, Abschnitte sollen gleich benannt und angeordnet werden. Außerdem sehen die derzeitigen Planungen vor, dass auch der alte Berechnungsteil der bisherigen EN 806-3 und 1988-300 in den Teil 2 „Planung“ integriert wird (Abbildung 1). Das soll dem Anwender der Norm die Nutzung erleichtern, da Vorgaben themenspezifisch zugeordnet sind.

Die hier aufgelisteten Beispiele stellen selbstverständlich nur einen kleinen Auszug der im Arbeitskreis 4 diskutierten Themengebiete dar. Sie zeigen jedoch, wie umfangreich der Anwendungsbereich der Norm ist.

IV. AK 5 „Überarbeitung der DIN 1988-600“

Für Feuerlösch- und Brandschutzanlagen, die an Trinkwasser-Installationen angeschlossen werden, gilt die nationale Anwendungsnorm DIN 1988-600. Die DIN 1988-600 definiert die Anforderungen für Planung, Bau, Betrieb, Änderung und Instandhaltung der Trinkwasser-Installation von der Hausanschlussleitung bis zur Löschwasserübergabestelle (LWÜ). Für die verschiedenen Feuerlösch- und Brandschutzanlagen gelten die jeweiligen Produktnormen der betreffenden Anlagen, die aus Tabelle 1 der DIN 1988-600 zu entnehmen sind – einschließlich erdverlegter Hydrantenleitungen und Hydranten auf Grundstücken. Die aktuell gültige Norm wurde im Dezember 2010 als DIN 1988-600 veröffentlicht und wird derzeit überarbeitet.

Die aktuelle Überarbeitung umfasst im Wesentlichen folgende Bereiche:

- Stagnationsvermeidung und Wasserwechsel in der Trinkwasser-Installation bis zur LWÜ,
- mögliche Aufnahme eines Systemtrenners nach W 405 B1 am Hydranten für Wasserentnahmen der Feuerwehr,
- Bedingungen im Zusammenhang mit dem Bestandsschutz von Feuerlösch- und Brandschutzanlagen,
- Aktualisierung der Tabelle „Einsatz von Rohrwerkstoffen“, Rohrverbindungen,
- Anhang A (normativ) mit den schematischen Darstellungen von Feuerlösch- und Brandschutzanlagen zum Anschluss an das Trinkwassersystem,
- Betrachtung neuartiger Lösungen für LWÜ, die wie Direktanschlussstationen zum Einsatz kommen könnten. Dazu ist ein DIN-Gemeinschaftsausschuss, bestehend aus Experten der Normenausschüsse NAW, NAA, FNFW gegründet worden. Dieser soll eine Produktnorm für solche neuartigen LWÜ erstellen und die Einsatzbedingungen näher betrachten.

Mit der „Löschwasserübergabestation“ ist 2010 die Schnittstelle zwischen der Übergabe der Trinkwasser-Installation und der Löschanlage neu definiert worden. Um eine geeignete Löschwasserübergabestation zu bestimmen, ist die Auswahl der LWÜ nach Tabelle 1, DIN 1988-600 erforderlich. Das Thema ist auch das Kernelement der aktuellen Überarbeitung. Diskutiert wird über die Aufnahme eines „Systemtrenners BA“ mit unterschiedlich ausgeprägten nachgeschalteten Sperrzonen. Grundsätzlich ist vorgesehen, den freien Auslauf „AA“ oder „AB“ durch einen Systemtrenner inklusive Sperrzone zu ersetzen. Das Löschwasser der Flüssigkeitskategorie 5 in der brandschutztechnischen Anlage soll auf das Gefährdungsrisiko entsprechend der Flüssigkeitskategorie 4 zurückgesetzt werden, sodass bei Rückdrücken oder Rücksaugen des Löschwassers in Richtung Trinkwassersystem der Einsatz eines „Systemtrenners BA“ zulässig wird. Unklar sind jedoch die Auswirkungen der Langzeitanwendung einer solchen LWÜ mit Sperrzone und das Thema „Ausfallsicherheit“ bei den Hygieneexperten.

Die DIN 1988-600 soll im Jahr 2020 als neuer Entwurf vorgestellt werden. Im günstigsten Fall kann die Norm bereits 2020 in Deutschland angewendet werden.

V. AK 6 „Überarbeitung der DIN 1988-500“

Die derzeitige nationale Norm DIN 1988-500 „Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen“ soll die erhöhten trinkwasserhygienischen, hydraulischen und planerischen Anforderungen beim Einsatz von Druckerhöhungsanlagen für Deutschland berücksichtigen.

Die aktuelle Überarbeitung umfasst insbesondere die Themen „Druckzonenbildung und deren Aufbau“, „Druckregelung“ und „Druckminderung“. Darüber hinaus werden planerische und ausführungstechnische Vorgaben für Druckerhöhungsanlagen gemacht, die im Einzelnen in Abstimmung mit dem Wasserversorger für Planung, Bau und Betrieb eingehalten werden müssen.

Die DIN 1988-500 soll im Zeitraum 2020/21 als neuer Entwurf erscheinen.

Aufgrund nationaler Besonderheiten gilt eine Überführung der nationalen Normen DIN 1988-500 und -600 in die Normenreihe EN 806 als sehr unwahrscheinlich.

VI. Fazit zum Normenpaket

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt werden die deutschen Vorschläge in der CEN/TC 164/WG 2 diskutiert und bearbeitet. Dabei werden viele der Vorschläge angenommen,

es liegen aber auch viele andere europäische Lösungsvorschläge vor. Eine Aussage über den Zeithorizont für eine Veröffentlichung der Normenreihe EN 806 ist daher schwierig. Außerdem kann mit der Bearbeitung der nationalen Ergänzungsnormen (Restnormung) erst dann begonnen werden, wenn erste Entwürfe der EN 806 vorliegen. Realistisch erscheinen zurzeit drei bis fünf Jahre.

Sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene sollte jedoch hinterfragt werden, inwiefern Inhalte komprimiert und zusammengefasst werden können. Nur dann kann die derzeit völlig unübersichtliche Normenlandschaft im Trinkwasserbereich zukünftig anwenderfreundlicher gestaltet werden. ◀



Ganz in Holz:
Das Gebäude SKAIO
erfüllt höchste
Standards
an Gestaltung und
Nachhaltigkeit.

Foto: Oventrop GmbH

Ein Modellprojekt des nachhaltigen Wohnungsbaus

34 Meter misst das Hochhaus SKAIO, das die Besucher der Bundesgartenschau 2019 in Heilbronn am Eingang des Geländes empfing. Das Besondere daran ist: Es ist kein konventionelles Hochhaus, sondern das erste Holzhochhaus Deutschlands. Außerdem setzt es neue Maßstäbe in den Bereichen „Ökologie“, „Energieeffizienz“ und „Nachhaltigkeit“.



Dipl.-Ing.
Jörg Hanfland,
Verkauf Handel DACHL,
Vertriebsingenieur,
Oventrop
GmbH & Co. KG,
Olsberg

Die Bundesgartenschau (BUGA) wartete 2019 mit einer bemerkenswerten Neuerung auf: einer Stadtausstellung, die die Besucher mit auf eine Reise nahm zu Themen wie „Wohnkonzepten der Zukunft“, „autonomem Fahren“, „Digitalisierung“ und „Stadtentwicklung“. Außerdem ist es nicht unüb-

lich, dass auf BUGA-Flächen im Anschluss an die Ausstellung Wohnraum geschaffen wird. Aber 2019 wohnten zum ersten Mal schon während der Gartenschau Menschen auf dem Gelände. 2040 soll hier das zukunftsweisende Quartiersprojekt „Stadtquartier Neckarbogen“ bis zu 3.500 Bewohnern ein Zuhause bieten. Um die Stadtausstellung mit Leben zu füllen, wurden 22 Baugrundstücke bereits vor der BUGA im Rahmen eines aufwendigen Investorenauswahlverfahrens ausgeschrieben.

Hoch hinaus in Holz

Errichtet wurde ein innovativer Mix aus Eigentums- und Mietwohnungen sowie unterschiedlichsten Wohnkonzepten. Die Bewohner zogen Anfang 2019 ein.

Das kommunale Wohnungsunternehmen „Stadtsiedlung Heilbronn GmbH“ konnte das

Auswahlgremium mit seinen Konzepten für vier Grundstücke überzeugen. Dort errichtete es in vier Gebäuden insgesamt 93 Mietwohnungen, ein großer Teil davon wurde öffentlich gefördert.

Eines dieser Gebäude ist SKAIO. „Mit zehn Geschossen und einer Höhe von 34 Metern das erste und aktuell höchste Holzhochhaus der Republik“, sagte Dominik Buchta, Geschäftsführer der Stadtsiedlung Heilbronn. Als Wegweiser in die Zukunft und Beispiel für die erfolgreiche Kombination von nachhaltiger Bauweise und anspruchsvoller Gestaltung begrüßte der Neubau die Besucher am Eingang der BUGA 2019.

Brandschutzanforderungen gemeistert

Mit der Realisierung des Gebäudes SKAIO ging die Stadtsiedlung Heilbronn GmbH neue Wege im ökologisch nachhaltigen Woh-



Das Stadtquartier Neckarbogen während der Bauphase. In der Umgebung entstehen die Grünflächen der BUGA 2019.

Foto: ZEAG Energie AG

nungsbau. Dafür hatte Dominik Buchta gute Gründe, unter anderem hält er es für „sehr wahrscheinlich, dass auch bei Immobilien die CO₂-Emissionen irgendwann einmal bepreist werden. Daher streben wir schon heute die Verringerung des CO₂-Verbrauchs an.“ Darüber hinaus konnte die Stadtsiedlung mit SKAIO wertvolle Erkenntnisse für zukünftige Bauvorhaben in Heilbronn gewinnen.

Als Generalunternehmer war die Züblin Timber GmbH für die Umsetzung des wegweisenden Konzepts verantwortlich: „Die oberen acht Stockwerke inklusive tragender Konstruktion bestehen aus Massivholz. Um den strengen Vorgaben gerecht zu werden, die der Brandschutz an Hochhäuser stellt, wurde der zentrale Erschließungskern mit samt Treppenhaus und Aufzugsschacht aus Beton gebaut – alles andere aus Holz“, erklärte Anders Uebelhack, Leiter Akquisition des Holzbauunternehmens. „Besonders schön: So erfüllt SKAIO alle Brandschutzauflagen und der Werkstoff Holz konnte fast vollständig sichtbar belassen werden.“ Holz wurde so viel wie möglich eingesetzt, weil es während seines Wachstums CO₂ bindet. Als Baustoff weist Holz eine positive CO₂-Bilanz auf, konventionelle Materialien wie Stein, Stahl oder Beton können damit nicht konkurrieren.

Nachhaltigkeit im Fokus

Doch nicht nur das primäre Baumaterial wurde unter ökologischen Gesichtspunkten ausgewählt: „Klimaschutz, Ressourceneffi-

zienz und Nachhaltigkeit waren maßgebliche Faktoren bei jeder Entscheidung, die während der Planung gefällt wurde“, fasste Dominik Buchta zusammen. Das galt auch bei

der Wärme- und Trinkwasserversorgung, denn in der Anlagentechnik lassen sich besonders große Einsparungen erzielen: Die Stadtsiedlung entschied sich für eine de-

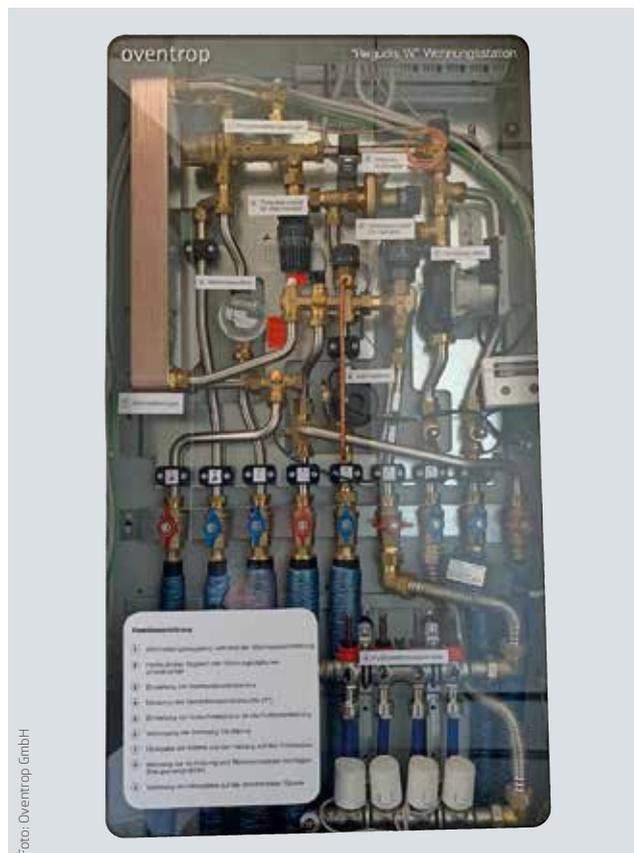


Foto: Oventrop GmbH

Einbausituation der „Regudis W-HTF“ Wohnungsstation mit Glasabdeckung in der Modellwohnung des SKAIO.



zentrale Lösung und setzte auf 60 „Regudis W-HTF“ Wohnungsstationen der Oventrop GmbH & Co. KG. Das hat zwei zentrale Vorteile: maximale Energieeffizienz und höchste Hygienestandards.

Moderne Heizungslösung

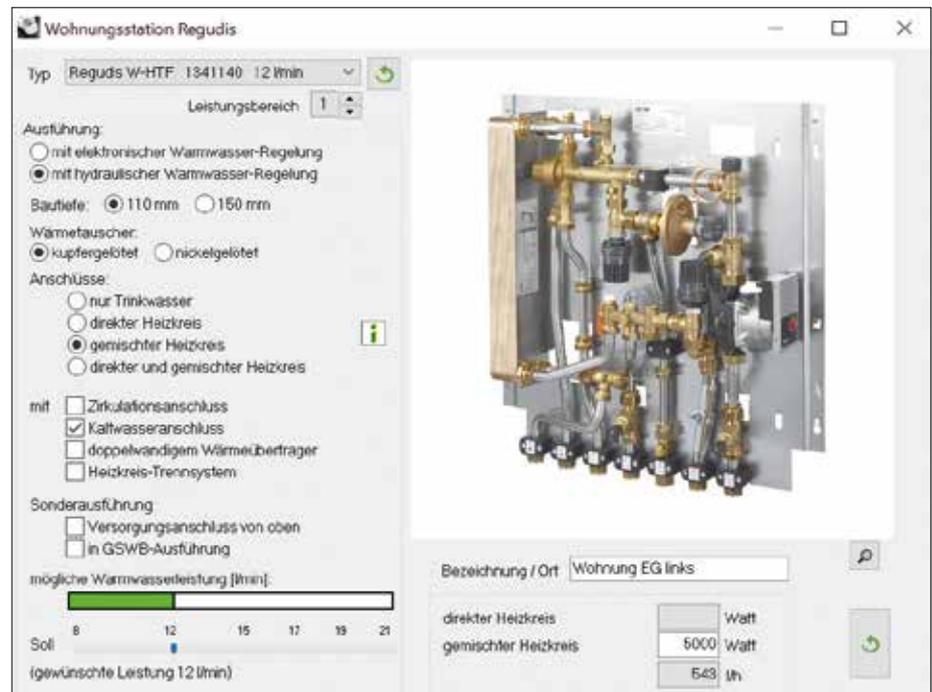
Die Beheizung der Wohneinheiten erfolgt über energieeffiziente Fußbodenheizungen. Diese werden von den Wohnungsstationen über den integrierten Heizungsverteiler versorgt. Dafür wird dem Heizungsvorlauf, der die Wohnungsstationen mit einer Temperatur von 60 Grad Celsius erreicht, kühleres Wasser aus dem Rücklauf beigemischt. In allen Wohnräumen sind elektrische Raumthermostate installiert, die über eine Anschlussleiste die Stellantriebe der Heizungsverteiler steuern. Dadurch kann die Temperatur in allen Räumen individuell reguliert werden.

Höchste Hygienestandards

Warmes Trinkwasser erzeugen die Wohnungsstationen dezentral über einen hoch-effizienten Wärmetauscher, bestehend aus hauchdünnen, fein strukturierten Edelstahlplatten. Im Gegenstromprinzip werden kaltes Trinkwasser und Heizungsvorlauf aneinander vorbeigeleitet, sodass Trinkwarmwasser „Just in Time“ bereitgestellt werden kann. Dadurch werden Hygienestandards möglich, die mit einer zentralen Lösung nicht erzielt werden können – und sie zahlen sich aus: Da die Wohnungsstationen das Trinkwasser erst dann erwärmen, wenn es gebraucht wird, muss kein warmes Trinkwasser vorgehalten werden. Dadurch entfällt die kostenintensive Pflicht zur regelmäßigen Legionellenprüfung im gesamten Gebäude.

Minimaler Aufwand

Ein weiterer Vorteil der Wohnungsstationen erleichterte bereits den Bau von SKAIO: „Durch die dezentrale Lösung entfallen Trinkwarmwasserversorgungsleitung und Zirkulationsleitung – das reduziert Installationsaufwand und -kosten deutlich. Außerdem ergeben sich durch den reduzierten Installationsaufwand weitere Vorteile, unter anderem für den Brandschutz“, erklärte Julian Müller-Bader, der für die Koki-Haustechnik GmbH alle Leistungen in den Bereichen Heizung und Sanitär verantwortete. „Für die Versorgung der einzelnen Einheiten mit Heizwärme und Trinkwasser haben wir in insgesamt neun Leitungsschächten lediglich kaltes Trinkwasser, Heizungsvorlauf und Heizungsrücklauf verlegt.“ Auch die Installation der Wohnungsstationen ging leicht von der Hand.



Die Auslegung erfolgte mit „OVplan“ – Wohnungsstation „Regudis W-HTF“.

Für die hydraulische Auslegung der Wohnungsstationen war das Berechnungsprogramm „OVplan“ hilfreich. Neben der Dimensionierung der Trinkwasser- und Heizungsrohrnetze berechnet „OVplan“ auch die benötigten Wärmeerzeuger und das erforderliche Puffervolumen. Die benutzerfreundliche und einfache Menüführung erleichtert die Projektierung.

Zu guter Letzt zahlt die dezentrale Warmwasserbereitung auch auf die Energieeffizienz des gesamten Gebäudes ein: Fällt die Trinkwarmwasserleitung weg, befindet sich deutlich weniger Warmwasser im System als bei einer zentralen Lösung – und weniger Wärmeenergie wird abgestrahlt.

Zukunftsweisendes Energiekonzept

Die Wärme wird per Fernwärme von der ZEAG Energie AG geliefert: Das Heilbronner Unternehmen hat im Stadtquartier Neckarbogen eine innovative, integrierte Quartiersversorgung realisiert, die unter anderem verschiedene Medien wie Strom (auf Wunsch auch Mieterstrom), Wärme, Kommunikation und (E-)Mobilität systematisch als Gesamtkonzept miteinander vernetzt. Stefan Bärwald, verantwortlicher Projektleiter der ZEAG Energie AG, berichtete: „Planungen wurden zwischen der ZEAG, Oventrop, der Stadtiedlung Heilbronn und Züblin Timber abgestimmt. Gemeinsam gelang es uns, eine effiziente Versorgungslösung bei gleichzeitig optimierten Kosten zu realisieren.“ Dafür wurde die ZEAG vom Landesverband Freier

Immobilien und Wohnungsunternehmen Baden-Württemberg mit dem Contracting-Preis 2018 ausgezeichnet.

Prämierte Qualität

Hochdekoriert ist auch SKAIO selbst: Die Stadtiedlung Heilbronn wurde für das Gesamtprojekt von der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) nicht nur mit dem DGNB-Zertifikat in Gold, sondern auch in Diamant ausgezeichnet. Damit ist SKAIO das erste Gebäude, das diese renommierte Auszeichnung in der Kategorie „Wohngebäude“ gewinnen konnte. Mit Diamant werden Projekte ausgezeichnet, die über eine herausragende gestalterische und baukulturelle Qualität verfügen. Weitere zentrale Kriterien für eine Auszeichnung sind unter anderem die technische Qualität, die soziokulturelle und funktionale Qualität sowie die ökologische Qualität. Dazu haben auch die Wohnungsstationen ihren Teil beigetragen. ◀

Cloud-basierte Gebäudeautomation: Schutz für vertrauliche Daten

Die Digitalisierung bietet der Immobilienbranche Produkte und Dienstleistungen, die es Gebäude-Entwicklern und Betreibern ermöglicht, ihre Geschäfte auf vielfältige Weise auszubauen. Eine Schlüsseltechnologie ist dabei die Cloud. Sie erweitert produktive und profitable Nutzungsmöglichkeiten – und das rund um die Uhr und unabhängig von den zum Einsatz kommenden Geräten. Dabei rückt die Sicherheit dieser Produkte und Dienste und der darin verarbeiteten Daten in den Fokus aller Beteiligten.



Gelf de Reus,
Technischer Support,
Vertrieb Österreich,
Priva Building
Intelligence GmbH,
Tönisvorst

Warum die Cloud?

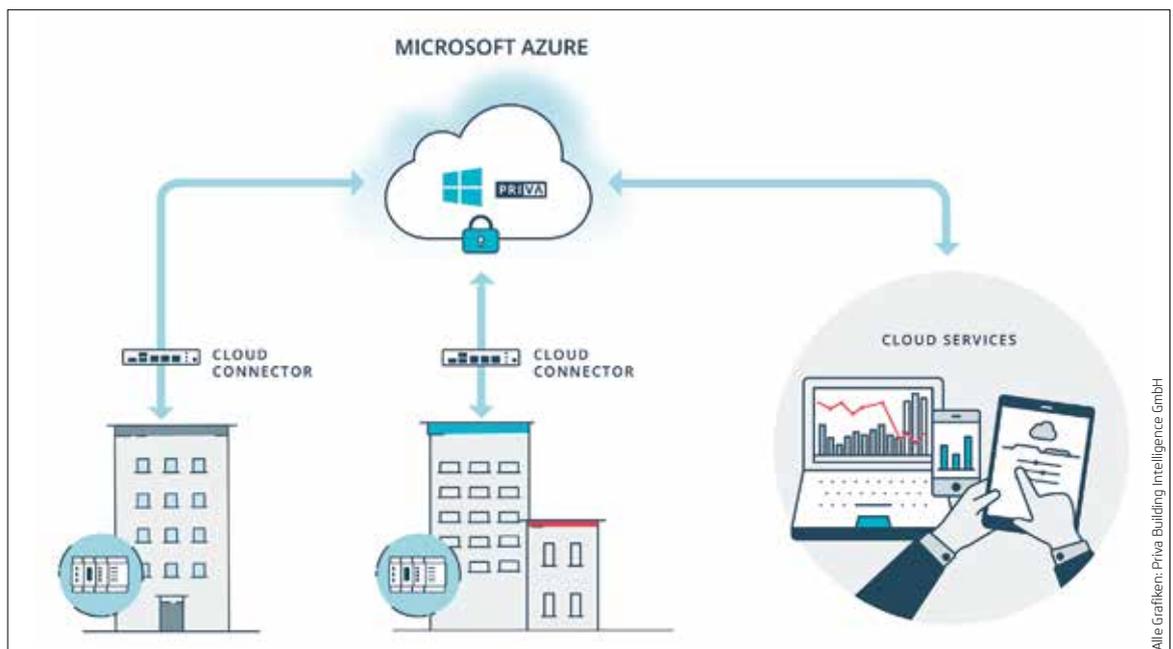
Für die Digitalisierung der Gebäude werden unterschiedliche Ansätze der Nutzung von Cloudtechnologie angeboten. Im Folgenden wird das Konzept vorgestellt, das Priva bei der Entwicklung ihrer Cloud-basierten Dienste verfolgt. Einblick wird gegeben in die

Schritte, die das Unternehmen unternommen hat, um Datensicherheit zu gewährleisten.

„Cloud“ bezeichnet die Technologie, die es Unternehmen ermöglicht, Datenspeicherung, Datenkommunikation und Rechenleistung zur Datenverarbeitung in das Internet auszulagern. Das Konzept dieser online verfügbaren IT-Struktur ist einfach: Anstatt eigene Rechenzentren einzurichten und zu pflegen, nutzen Unternehmen Online-Ressourcen – die Cloud –, um knappe interne IT-Infrastruktur strategisch auszulagern. Gebäudeeigentümern und Facility Managern ermöglicht die Cloud unter anderem den Fernzugriff auf Energieverbrauchs-, Nutzungs- und Prozessdaten. Darüber hinaus bietet sie eine umfassende Datenintelligenz, auf deren Basis große Informationsmengen verarbeitet, analysiert und gespeichert werden können.

Das mittels der Gebäudeautomation angestrebte kontinuierliche Erreichen und Optimieren eines Raumklimas für produktivitätssteigernden Komfort ist ein komplexer Prozess, der bisher mit großem Aufwand verbunden war. Vor diesem Hintergrund folgt das Konzept der Prämisse, dass Komfort mit so wenig Mühen und Arbeit wie möglich erreicht werden muss. Jeder Nutzer soll von der verwendeten Technologie mit minimalem Aufwand und Vorwissen profitieren.

Die Lösung besteht darin, Produkte, Systeme und Lösungen weitestgehend in Cloud-basierte Dienste zu verwandeln. Mit der Cloud verbunden arbeitende Software ermöglicht es, Gebäudeeigentümern und Facility Managern u. a. Fernüberwachung der Klimatisierungs-Systeme zu realisieren, die Anlagen-Effektivität standortübergreifend zu vergleichen, Energiekosten zu bewerten, Warmmel-



Unterschiedliche Gebäudeautomations-systeme lassen sich über die Cloud auf einer Bedienebene visualisieren.



dungen zu verwalten und Wartungsarbeiten durchzuführen, bevor Störungen auftreten.

Die Cloud im Automationseinsatz stellt Rechenleistung für die Verarbeitung der unterschiedlichen Daten aus verteilten Quellen zur Verfügung, macht diese Daten von jedem Ort aus zugänglich und erleichtert auf diese Weise kontinuierlich die Zusammenarbeit aller für das „Funktionieren“ einer Immobilie verantwortlichen Personen. Kurz gesagt: Cloud-basierte Lösungen haben das Potenzial, die richtigen Personen rund um die Uhr mit den richtigen Informationen zu versorgen.

Sicherheit und Compliance auf der Cloud-Plattform

Priva hat sich dazu entschieden, ihre Dienste auf der Cloud-Plattform Azure von Microsoft zu entwickeln. Hintergrund sind zum einen die umfangreichen Sicherheitsmaßnahmen, die Microsoft einsetzt, zum anderen die Funktionalität der Standardkomponenten der Azure Cloud Computing-Plattform. Während die Experten von Microsoft die Sicherheit von Diensten und Daten gewährleisten, können sich die Entwickler auf die eigentliche Entwicklung von Cloud-Diensten konzentrieren. Diese „Arbeitsteilung“ ist sinnvoll, denn die Sicherheit von Software zu gewährleisten, ist eine schier unüberschaubare Aufgabe. Sie erfordert spezielles Know-how und einen großen Aufwand. Als führender Plattformanbieter verfügt Microsoft über die notwendigen Ressourcen, in die Sicherheit von Cloud Computing zu investieren. Was sich auszahlt: Azure erfüllt mehr als 75 lokale, regionale und weltweite Standards. Mit der Einhaltung von Normen wie ISO/IEC 27018 und DSGVO-Gesetzgebung stellt Microsoft eine Infrastruktur zur Verfügung, die verarbeitete Daten umfassend schützt. Insgesamt wird ein Sicherheits- und Compliance-Niveau erreicht, das kein einzelnes Unternehmen mit seiner eigenen Informations- und Kommunikations-Abteilung erreichen könnte.

Daten-Sicherheit für digitale Gebäude

Im Detail wird die Sicherheit der Cloud-Dienste mittels aufeinander abgestimmter Komponenten erreicht. Alles startet mit der klassischen Gebäudeautomation: Die Automation besteht aus dem Netzwerk der zum Einsatz kommenden einzelnen Controller, die das gesamte Klima eines Gebäudes steuern. Oft sind Gebäudeautomations-Controller datentechnisch nicht ausreichend gesichert. Dazu kommt, dass die wesentlichen Steuerungs-Protokolle der Gebäudeautomation, die auf diesen Controllern „laufen“, nur wenige Möglichkeiten zur Daten-Verschlüs-

Pioneering for You

wilo



Geben Sie Keimen keine Chance. Mit Wilo-ThermoDes.

Mit dem Kauf einer Druckerhöhungsanlagen von Wilo sind Sie auf der sicheren Seite. Alle Anlagen werden vor Auslieferung zusätzlich zur chemischen Desinfektion auch thermisch desinfiziert. Betreiber und Verarbeiter, die auch nachträgliche Verkeimungen, z. B. bei Transport oder Lagerung, ausschließen wollen, können auf Wilo-ThermoDes mobil zurückgreifen.

Ihre Vorteile:

- Echtes Hygiene-Plus dank Wilo-ThermoDes Verfahren
- Präventive Hygienemaßnahme dank doppelstufiger Desinfektion aller Druckerhöhungsanlagen im Produktionswerk
- Einhaltung der mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung
- Maximale Sicherheit und Flexibilität auch am Einbauort dank Wilo-ThermoDes mobil
- Verfahren bestätigt vom unabhängigen Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasser mit Schwerpunkt auf der Eliminierung von Pseudomonas aeruginosa (PSA)
- Garantierte Sicherheit im Zweifelsfall

www.wilo.de/thermodes



Künstliche Intelligenz kann über „digitale Zwillinge“ das Klima in einem Gebäude autonom steuern.

selung bieten, beispielsweise BACnet. Gebäudeautomations-Systeme sollten deshalb niemals mit dem Internet direkt vernetzt werden. Sie benötigen stets ein spezielles technisches Netzwerk, das Sicherheit dadurch garantiert, dass ein direkter Zugang von außen verhindert wird.

Eine Möglichkeit für einen sicheren Cloud-Zugang ist ein Cloud-Connector. Dieser fungiert als Hardware-Plattform, die die für Cloud-Dienste erforderlichen Daten aus dem Gebäudeautomations-System sammelt und in die Cloud überträgt.

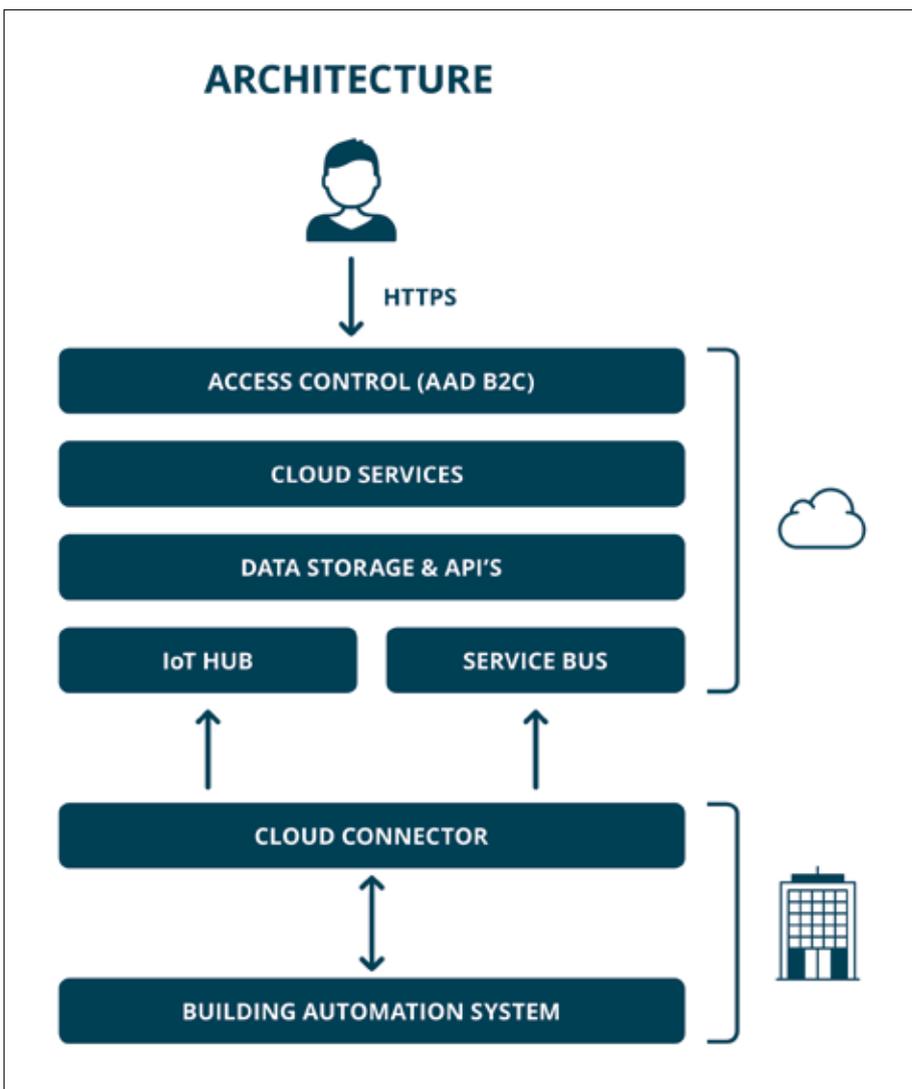
Um Cloud-Dienste nutzen zu können, muss das Controller-System eine Verbindung mit dem Internet herstellen, wobei das System keinen direkten Online-Zugang haben darf. In diesem Zusammenhang hat der Cloud-Connector die wichtige Funktion, die notwendige sichere Schnittstelle zwischen dem Controller-System und dem Internet bereitzustellen. Zu diesem Zweck ist der Cloud-Connector mit zwei separaten Netzwerkkarten ausgestattet. Auf diese Weise wird das Automations-Netzwerk physisch komplett vom Internet trennbar und das Controller-System vor Zugriff von außen geschützt.

Darüber hinaus ist es wichtig, dass der Cloud-Connector gesichert mit der Cloud kommuniziert. Deshalb verfügt er lediglich über ausgehende Verbindungen und unterhält keine eingehenden Verbindungen. Kommunikation zwischen dem Gebäude und der Außenwelt wird ausschließlich vom Cloud-Connector selbst initiiert. Das Ergebnis ist, dass aus der Richtung des Internets gedacht, der Connector gar nicht existiert. Und was nicht existiert, kann auch nicht angegriffen oder gehackt werden.

Wenn der Cloud-Connector seine selbst-initiierte Verbindung zur Cloud herstellt, stehen wiederum Sicherheits-Anforderungen im Fokus: Die Dienste nutzen den IoT-Hub sowie den Service-Bus von Microsoft Azure. Alle Daten, die in die Cloud übertragen werden, sind durch Verschlüsselung gesichert.

Fazit

Datensicherheit von Cloud-Diensten ist ein wichtiges Merkmal, das bei der Entwicklung der einzelnen Systembausteine von Anfang an zu konzipieren und zu integrieren ist. Das gilt am Ende auch für die Nutzung dieser Dienste. Zum Schutz vor unbefugtem Zugriff müssen sich die Nutzer von Diensten authentifizieren. Hierzu kommt ein Azure Cloud-Identitätsdienst für Business-To-Consumer-Apps zum Einsatz. Darüber hinaus erfolgt jegliche Kommunikation der Nutzer ausschließlich über das „abhörsichere“ HTTPS-Protokoll. ◀



Architektur von Cloud-Diensten mit Cloud-Connector als sicheres Interface



Zuverlässige Klimatisierung in der Schön Klinik Vogtareuth



Jörg Stiegelmeier,
Leiter Technologie &
Entwicklung,
ENGIE Refrigeration
GmbH,
Lindau

Im idyllischen Südbayern liegt die Schön Klinik Vogtareuth. Das Krankenhaus hat sich in den Bereichen Orthopädie, Neurologie und Chirurgie internationales Ansehen erworben. Die Klinik verfügt über mehr als 400 Betten und behandelt jährlich rund 16.000 Patienten aus aller Welt. Eine führende Rolle hat die Einrichtung bei der Behandlung und Rehabilitation von Kindern mit neurologischen und orthopädischen Erkrankungen.

OP-Neubau erfordert neue Kälteanlage

Seit 2010 war in der Klinik eine Kältemaschine von ENGIE Refrigeration mit einer Kälteleistung von 480 kW für die Klimatisierung

zuständig. Als der Neubau eines großen, modernen OP-Zentrums anstand, wurde zusätzliche Kältetechnik benötigt: Die Gesamtfläche der Klinik sollte sich auf das Doppelte vergrößern.

Für das komplette Krankenhaus besteht Kältebedarf. Auf dem Areal stehen ein Bestandsbau sowie der OP-Neubau mit mehreren Operationssälen, der Intensivstation und einer zentralen Sterilgutversorgung. Hinzu kommen außerdem IT- und EDV-Räume.

Selbstverständlich muss die Kälteanlage in einer Klinik vor allem ein Kriterium erfüllen: absolute Zuverlässigkeit bei der Klimatisierung. Die Genesung der Patienten wird nicht zuletzt durch ein optimales Raumklima begünstigt und auch die Funktion der empfindlichen medizinischen Geräte hängt von der Temperatur ab. Zudem ist es wichtig, dass die Kältemaschinen absolut leise und schwingungsfrei sind, damit sie den Krankenhausbetrieb nicht stören. Die Schön Klinik Vogtareuth entschied sich deshalb für zwei leistungsstarke QUANTUM-Modelle von ENGIE Refrigeration. Bei diesen Kältemaschinen werden auch EMV-Filter eingesetzt, die vor elektromagnetischer Strahlung schützen – im Klinikbetrieb ein immenser Vorteil.

Kosten sparen durch Energieeffizienz

Das Bauprinzip mit ölfreier Magnetlagerung überzeugte und die Ausstattung der beiden neuen Kältemaschinen mit Open-Flash-Economizern erhöht deren Kälteleistung signifikant. Das Krankenhaus kommt deshalb – anders als zunächst gedacht – mit nur zwei statt mit drei zusätzlichen Kältemaschinen aus. Da die Open-Flash-Economizer die Energieeffizienz steigern, sanken auch die Betriebskosten deutlich.

Die Kältezentrale in der Schön Klinik Vogtareuth ist so konzipiert, dass nur eine der Kältemaschinen durchgehend in Betrieb ist. Die andere Kältemaschine kann bei Bedarf zugeschaltet werden. Außerdem konnten zwei neue, zunächst adiabate Rückkühler auf dem OP-Neubau in Trockenkühler umgewandelt werden. Dadurch wurde die Legionellengefahr eingedämmt.

Installation der neuen Kältetechnik

Die Umstellung auf die beiden neuen Kältemaschinen verlief reibungslos – trotz enormen Zeitdrucks. Gleichzeitig musste der Klinikbetrieb ohne Zwischenfälle weiterlaufen.

Die erste Kälteanlage der Klinik, die 2010 installiert wurde, wird mittlerweile als Notmaschine eingesetzt. Sollte der unwahrscheinliche Fall eintreten, dass die beiden neuen Kältemaschinen ausfallen, kann sie mit Sicherheitsstrom weiterlaufen und 60 Prozent der Kälteleistung abdecken.

Da die Kältemaschinen schwingungsfrei laufen, bedurfte es keiner weiteren Fundamente – Kosten konnten gespart werden. Bei der Platzierung der Kältemaschinen gab es entsprechend keinerlei Einschränkungen.

Die Verantwortlichen der Klinik waren mit der Installation der neuen Kältetechnik hoch zufrieden: Sie legten nicht nur die Umstellung auf die beiden neuen Kältemaschinen in die Hände der Experten für Kältetechnik, sondern auch deren Wartung. ◀



Die Kältezentrale der Schön Klinik Vogtareuth



Abbildung 1: Warmes Trinkwasser ist für die Körperhygiene und den Komfort eine Selbstverständlichkeit. Genauso selbstverständlich muss aber gewährleistet sein, dass davon eine „Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist“ – so das Infektionsschutz-Gesetz.

Dezentrale Trinkwassererwärmer sind kein „hygienischer Königsweg“

Wissenschaftliche Erkenntnisse zum Legionellenschutz veranlassen Umweltbundesamt zum Handeln

Viele Fachplaner sehen dezentrale Trinkwassererwärmer, beispielsweise Durchlauferhitzer oder Wohnungsstationen, als „Königsweg“ gegen Legionellenwachstum und für Energieeffizienz in Trinkwasseranlagen. Diese Sicht war unter Experten allerdings schon immer umstritten. Auch das Umweltbundesamt hat in seiner Mitteilung vom 18. Dezember 2018 diesen Standpunkt offiziell gekippt.



Dr. Christian Schauer, Leiter des Kompetenzbereichs Trinkwasser, Corporate Technology, Viega, Attendorf

Dezentrale Trinkwassererwärmer haben ihren Ruf als Königsweg der Trinkwasserhygiene und Energieeffizienz gewissermaßen amt-

lich verloren (Abbildung 2), denn in der Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA) vom 18. Dezember 2018 ist zu lesen: „Bislang werden dezentrale Trinkwassererwärmer als sicher im Hinblick auf eine Legionellenkontamination angesehen. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass es auch in dezentralen Trinkwassererwärmern und in den dahinterliegenden Leitungen zu einer Legionellenvermehrung kommen kann. Bei der Abklärung von Legionelleninfektionen sind auch dezentrale Trinkwassererwärmer in die Ursachen-suche einzubeziehen.“¹

Wie ist die UBA-Mitteilung rechtlich einzuordnen? Schließlich scheint diese Position zumindest teilweise einigen Regelwer-

ken zu widersprechen. Und welche Konsequenzen hat sie für die hygienische Planung von Trinkwasseranlagen? Macht der Gesundheitsschutz als oberstes Gebot eine höhere Energieeffizienz in der Versorgung mit Trinkwasser warm (Potable Water Hot, PWH) unmöglich? Allein auf Basis der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) sind diese Sachverhalte nicht zu klären. Stattdessen muss ebenso der Stand der Wissenschaft und Technik einbezogen werden, um aus einer ganzheitlichen Betrachtung der Trinkwasseranlage heraus die Zielgrößen „Trinkwasserhygiene“ und „Energieeffizienz“ in Deckung zu bringen (Kasten „Vorgaben zur Trinkwasserhygiene“).



Neue Konsequenzen für die dezentrale Trinkwassererwärmung

Die bis dato gängige Praxis, bei dezentraler Trinkwassererwärmung auf eine Legionellenuntersuchung zu verzichten, ist nicht mehr zulässig – zumindest bei Verdachtsfällen. Dass solche Fälle nur selten bekannt sind, liegt jedoch weniger an der hygienischen Sicherheit von Durchlauferhitzern oder anderen dezentralen Erwärmern. Grund ist vielmehr die fehlende Datenbasis, da solche Trinkwasser-Installationen üblicherweise nicht beprobt werden. Eine Untersuchung in einer Appartementanlage mit 84 Wohneinheiten, durchgeführt vom Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene am Universitätsklinikum Kiel, bestätigt zum Beispiel die Notwendigkeit der zitierten Position des Umweltbundesamtes: In der Appartementanlage versorgen in jeder Wohneinheit Durchlauferhitzer die Bewohner mit PWH. Die 3-Liter-Regel zur Bemessung des längsten, zulässigen Leitungswegs vom Trinkwassererwärmer bis zur Entnahmestelle gemäß DIN 1988-200 und DVGW-Arbeitsblatt W 551 wurde eingehalten. Demnach wäre keine Beprobung notwendig. Als jedoch in allen Wohnungen Proben aus dem Kalt- und Warmwasser entnommen und unter anderem auf KBE20, KBE36 und Legionellen gezogen wurden, war das Ergebnis alarmierend. Die Untersuchungen auf Legionellen ergaben in 54 Prozent der Wohnungen Konzentrationen oberhalb des technischen Maßnahmenwertes, in zwölf Prozent der Wohnungen sogar oberhalb des Gefahrenwertes von 10.000 KBE/100 ml. Selbst bei Temperatureinstellungen am Durchlauferhitzer von über 50 °C wurden teilweise hohe Belastungen mit Legionellen festgestellt.²

Damit bestätigen sich die altbekannten Grundprinzipien der Trinkwasserhygiene für sämtliche Installationsarten von Trinkwasseranlagen:

- Einhaltung der Temperaturgrenzen im Trinkwasser kalt (PWC) < 25 °C (hygienisch empfohlen < 20 °C) und Trinkwasser warm (PWH) > 55 °C,
- regelmäßiger Wasseraustausch an jeder Entnahmestelle der Trinkwasser-Installation unter Beachtung der bei der Anlagenplanung zugrunde gelegten Betriebsbedingungen (Entnahmemengen, Volumenströme und Gleichzeitigkeiten),
- Einsatz geeigneter Werkstoffe und Materialien.

Die Temperaturhaltung ist ein elementarer Baustein der Trinkwasserhygiene (Abbildung 3). Bei Installationen mit dezentralen Trinkwassererwärmern wird dieser jedoch

oftmals nicht ausreichend berücksichtigt. Allerdings konterkarieren die Forderungen nach Betriebstemperaturen von PWH > 55 °C das Bemühen, die Energieeffizienz im Gebäudesektor zu verbessern. Das geht insbesondere zu Lasten regenerativer Wärmeversorger wie beispielsweise Wärmepumpen, die nur bei niedrigen Systemtemperaturen effizient arbeiten.

Trinkwasserhygiene und Energieeffizienz im Widerspruch?

Regenerative Wärmeerzeuger wie Wärmepumpen werden über Fördergelder forciert, um im Gebäudesektor perspektivisch fossile Energieträger abzulösen. Eine CO₂-freie Wärmeversorgung ist das erklärte Ziel. Durch die Gebäudedämmung konnten gerade im Neubau schon deutliche Energieeinsparungen für Heizwärme erzielt werden. Umso offensichtlicher wird in Relation dazu der Energieverbrauch für PWH. Hinzu kommt der Umstand, dass Wärmepumpen in der Regel die geforderten hohen PWH-Temperaturen > 60 °C technisch gar nicht erreichen können, um eine hygienisch unbedenkliche Warmwassertemperatur in Speichern sicherzustellen – zumindest nicht mit der gebotenen Energieeffizienz. Zusätzliche Installatio-

nen wie elektrische Heizstäbe oder Heizthermen belasten die Energiebilanz eines Gebäudes in der Folge so stark, dass mitunter sogar die Voraussetzungen für Fördergelder gefährdet sind.

Aus rein energetischer Sicht wäre es daher sinnvoller – und für den Nutzer auch ausreichend –, Warmwasser nur auf die Temperatur des Gebrauchs aufzuheizen, also etwa auf 38 °C bis 42 °C. Der Erhalt der Trinkwassergüte könnte dann über sporadisches Aufheizen auf > 60 °C erreicht werden, lautet eine häufige Meinung. Gemäß der Stellungnahme des UBA aus dem September 2011 sind derartige „Legionellenschaltungen“ allerdings genauso wie chemische Desinfektionen gänzlich ungeeignet, um PWH-Temperaturen zur Energieeinsparung abzusenken.³ Eine zyklische Aufheizung des Trinkwassers auf > 60 °C sei mit einer regelkonformen thermischen Desinfektion nicht gleichzusetzen und daher hygienisch wirkungslos. Eine permanente chemische Desinfektion ist wiederum keine Alternative, denn sie widerspricht dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung (TrinkwV).⁴

Allerdings weist das UBA in seiner Stellungnahme aus dem September 2011 darauf hin, dass die a. a. R. d. T. durchaus neue Lö-



Abbildung 2: Vielfach hatten Durchlauferhitzer den Ruf, Energieeffizienz und Trinkwasserhygiene gut miteinander vereinbaren zu können. Das Umweltbundesamt gab jedoch die Mitteilung heraus, dass auch von dezentralen Trinkwassererwärmern eine potenzielle Gefahr der Verkeimung mit Legionellen ausgeht.

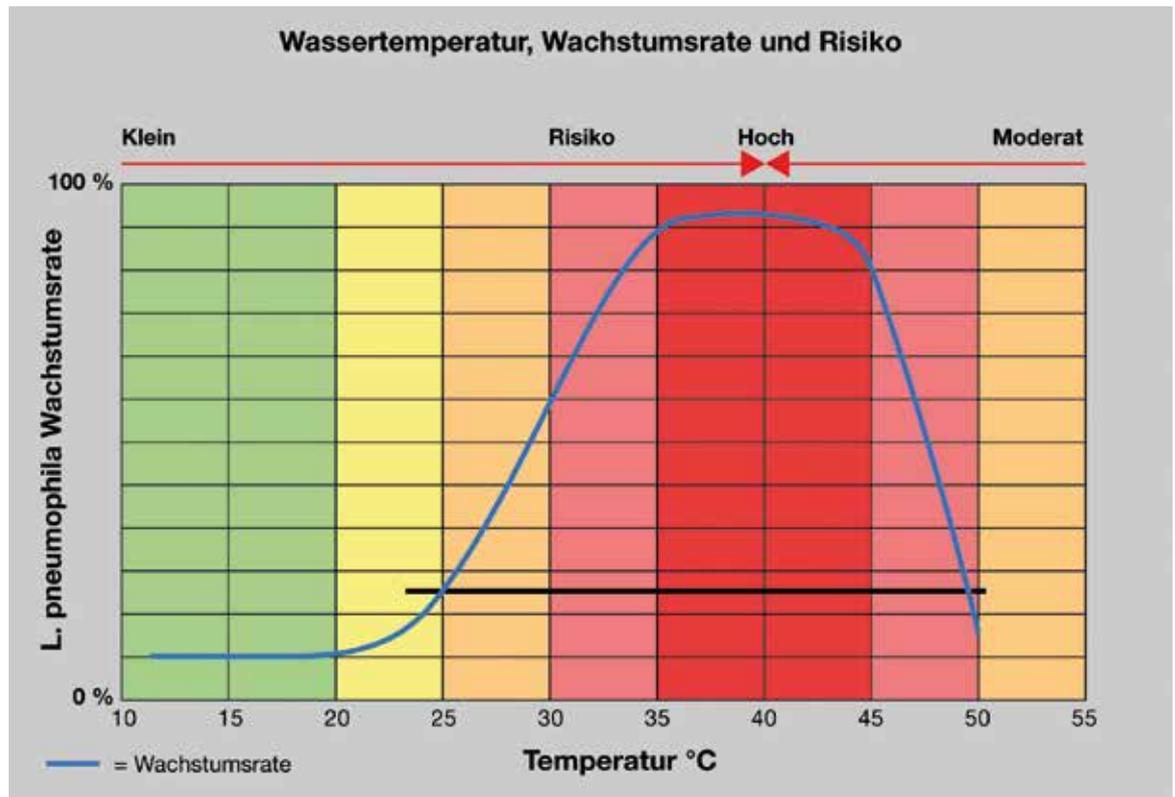


Abbildung 3:
Wachstumskurve von Legionella pneumophila nach Exner 2009: Ein wichtiger Teilaspekt zur Sicherung der Trinkwassergüte ist das Temperaturregime der Trinkwasseranlage. Die hohen Temperaturen zum Schutz gegen Legionellen erfordern jedoch hohe Energiemengen.

sungen ermöglichen. Exemplarisch steht dafür die Aussage des DVGW: „Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, auch mit anderen technischen Maßnahmen und Verfahren das angestrebte Ziel des DVGW-Arbeitsblattes W 551 einzuhalten. In diesen Fällen müssen die einwandfreien Verhältnisse durch mikrobiologische Untersuchungen nachge-

wiesen werden.“⁵ Ähnlich wurde es in der DIN 1988-200 formuliert: „Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, auch mit anderen technischen Maßnahmen und Verfahren die Trinkwasserhygiene sicherzustellen. In diesen Fällen müssen die einwandfreien Verhältnisse durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden. [...] Die Pla-

nung hat so zu erfolgen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb ein für die Hygiene ausreichender Wasseraustausch stattfindet.“⁶

Solche „anderen technischen Maßnahmen und Verfahren“ sollten auf jeden Fall, so das Credo des UBA, zur Entwicklung hygienischer, aber energieeffizienter Anlagen genutzt werden. Alternativen, die zu einer Einsparung von Energie führen können, müssten sich aber einer kritischen Prüfung durch Experten stellen. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Energieeinsparung durch Reduzierung der Warmwassertemperatur

- a) nicht auf Kosten eines erhöhten Risikos für Legionelleninfektionen über warmes Leitungswasser geht und
- b) die gesamte Energiekette „von der Primärenergiequelle bis zum Wasserhahn“ bilanziert wird, um das tatsächliche Potenzial der Energieeinsparung beurteilen zu können.⁷

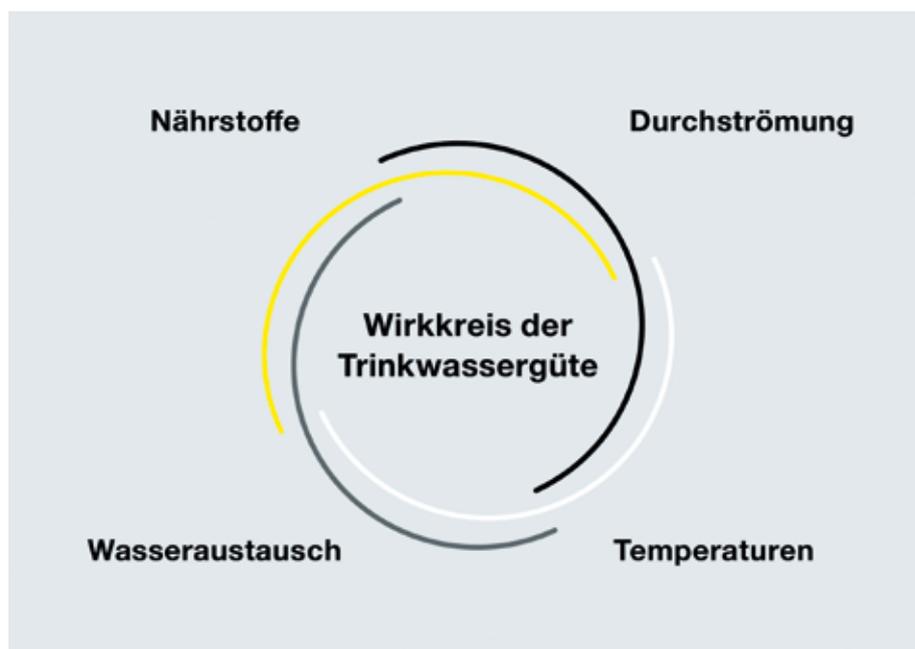


Abbildung 4: Aktueller Wirkreis der Trinkwassergüte: Werden diese Parameter durch Sensorik und Aktorik in der Trinkwasser-Installation digital überwacht, ist das gesamte Trinkwassersystem hygienisch stabil.

In diesem Zusammenhang sind die 2018 veröffentlichten Erkenntnisse aus dem WärmeVerbundvorhaben „EnEff: Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation“ bemerkenswert.⁸ In dieser Studie wird festgestellt, dass durch eine Absenkung der PWH-Temperatur in Zirkulationssystemen von 60 °C auf 55 °C eine potenzielle Einsparung des bundesweiten Energiebedarfs um



Vorgaben zur Trinkwasserhygiene

Gesetze, Verordnungen, Mitteilungen, Regeln und Richtlinien richtig einordnen

Zum Erhalt der Trinkwassergüte gibt es viele Verlautbarungen unterschiedlicher Protagonisten: vom Gesetzgeber, vom Umweltbundesamt (UBA), vom Robert Koch-Institut (RKI), von Fachverbänden wie dem Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK), dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) oder dem Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung (BTGA). Außerdem sind diverse DIN-Normen zur Planung und Erstellung von Trinkwasseranlagen veröffentlicht worden. Wie sind diese vielen Maßgaben zu gewichten? Und wie werden dadurch die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) definiert? Zur Orientierung eine kurze Übersicht:

Kraft des Gesetzes

Das „Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen“ (Infektionsschutz-Gesetz – IfSG) ist die gesetzliche Grundlage zur Sicherung und Überwachung der Qualität des Trinkwassers.⁹ Hier schreibt der Gesetzgeber vor: „Wasser für den menschlichen Gebrauch muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.“ Das RKI hat nach § 4 des IfSG die Aufgabe, Konzeptionen zur Vorbeugung übertragbarer Krankheiten sowie zur frühzeitigen Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von Infektionen zu entwickeln. Als Maßnahmen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes erstellt das RKI in Absprache mit den jeweils zuständigen Bundesbehörden und deren Fachkreisen Richtlinien, Empfehlungen, Merkblätter und sonstige Informationen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung übertragbarer Krankheiten.

Flankierend dazu hat das UBA gemäß § 40 des IfSG die Aufgabe, Konzeptionen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von durch Wasser übertragbaren Krankheiten zu entwickeln.

Außerdem findet sich der Schutz der menschlichen Gesundheit als übergeordneter Grundsatz des IfSG auch in der Musterbauordnung (MBO) und der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) wieder – ebenfalls zu befolgende Erlasse des Gesetzgebers.

Die in der TrinkwV fixierten hygienischen Anforderungen an die Reinheit von Trinkwasser gelten dabei nicht nur für Unternehmen oder Einrichtungen, die Trinkwasser für die Allgemeinheit bereitstellen, sondern für alle Beteiligten an einer Wasserversorgungsanlage: vom Wasserversorgungsunternehmen über die Haustechniker, die Planer und die ausführenden Installationsunternehmen bis hin zum Betreiber und Nutzer einer Trinkwasser-Installation.

Regeln der Technik geben Orientierung

Verantwortlich für die Einhaltung der Trinkwasserqualität in Hausinstallationen ist der jeweilige Eigentümer und Betreiber. Um dieses Ziel zu erreichen, wird dem Betreiber empfohlen, sich an den a. a. R. d. T. zu orientieren. In Bezug auf Trinkwasser-Installationen werden diese häufig mit den Inhalten von DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Arbeitsblättern gleichgesetzt. Das ist eine Fehleinschätzung, denn bei diesen Schriftstücken handelt es sich immer lediglich um privatrechtliche Empfehlungen, deren Inhalte die a. a. R. d. T. wiedergeben können, dies jedoch nicht müssen. Denn die allgemeine Anerkennung erfolgt nicht durch Verbände oder Experten, sondern vielmehr durch die Mehrheit der Praktiker, die solche Regeln anwenden und damit die Bewährung in der Praxis nachweisen. Die Trinkwasserhygiene umfasst im Feld der Praktiker darüber hinaus auch Mitarbeiter wissenschaftlicher Einrichtungen und Labore sowie Mediziner. Somit stellen letztendlich die technischen Festlegungen, die zum Erreichen des unter § 1 der TrinkwV definierten Schutzziels geeignet und bewährt sind, die aktuellen a. a. R. d. T. dar.

Höheres Schutzniveau erlaubt

Ein höherwertiges Schutzniveau als die a. a. R. d. T. bietet beispielsweise der „Stand der Technik“. Im Unterschied zu den a. a. R. d. T. muss sich dieser noch nicht allgemein bewährt haben; allerdings sind zur Bestimmung des Standes der Technik vergleichbare Techniken heranzuziehen, die auf Betriebsebene erfolgreich erprobt worden sind.

Die strengsten Anforderungen an Produkte und Anlagen werden mit der Formulierung „Stand von Wissenschaft und Technik“ umschrieben. Dieser Begriff bezeichnet den Entwicklungsstand fortschrittlichster Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach Auffassung führender Fachleute aus Wissenschaft und Technik auf der Grundlage neuester wissenschaftlich vertretbarer Erkenntnisse im Hinblick auf das gesetzlich vorgegebene Ziel – der Schutz der Gesundheit gemäß dem IfSG – für erforderlich gehalten werden und die Erreichung dieses Zieles als gesichert erscheinen lassen. Wirtschaftliche Gesichtspunkte können dabei im Bereich der Gefahrenabwehr, etwa im Rahmen einer Verhältnismäßigkeitsprüfung, keine Rolle spielen.

Die Quintessenz

Forderungen und Empfehlungen des RKI und UBA sind Kraft des Gesetzes höher zu bewerten als privatrechtliche Regelwerke. Denn während die Normen und Richtlinien des VDI, DIN oder BTGA in einem paritätisch besetzten Gremium im Konsensverfahren erstellt werden, arbeiten die Experten und Fachleute des RKI und des UBA auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse. Außerdem ist das Interesse bei den Regelwerken von Verbänden ein anderes: Man möchte die wissenschaftlichen Erkenntnisse und die sich daraus ergebenden Parameter im Sinne des Gesundheitsschutzes in die Praxis umsetzen. Das führt zwangsläufig dazu, dass die Inhalte dieser technischen Regelwerke meist schon kurze Zeit nach ihrer Entstehung als a. a. R. d. T. von der Fachwelt akzeptiert werden. Das RKI und das UBA hingegen verfolgen mit ihren Informationen und Empfehlungen das Ziel, den Stand von Wissenschaft und Technik an die Fachwelt weiterzugeben, damit dieser schnellstmöglich Einzug in die Praxis hält.^{10,11}

22,2 TWh/a zu erreichen ist. Das entspricht einer Reduktion um 19,5 Prozent. Bei einer Absenkung um 10 K kann sogar eine Verringerung von bis zu 43,5 TWh/a erreicht werden. Dadurch würde sich der Energiebedarf um 38,3 Prozent verringern. Das Einsparpotenzial durch eine bessere Energieeffizienz regenerativer Wärmeerzeuger mit ihren typischen niedrigen Vorlauftemperaturen ist dabei noch gar nicht berücksichtigt.

Allerdings stellten die Forscher in ihrem Bericht auch klar: Aus Sicht der führenden Hygieneinstitute ist das festgeschriebene Temperaturniveau von 60/55 °C aus hygienischen Gründen weiterhin notwendig; eine Temperaturreduktion in Trinkwarmwassernetzen sei zumindest ohne den Einsatz alternativer Verfahren zur Reduzierung der hygienischen Risiken nicht zu verantworten.

Betriebsbedingungen sind wichtiger Teil des Wirkkreises

Das Wärme-Verbundvorhaben „EnEff“ zeigte jedoch ebenso auf, dass das Temperaturregime von PWH lediglich ein Aspekt der multikausalen Zusammenhänge für Bakterienwachstum ist, insbesondere der Aufkeimung von Legionellen. So wurde beispielsweise durch Untersuchungen über vier Quartale hinweg nachgewiesen, dass Entnahmestellen mit hoher Legionellenkonzentration ohne eine Veränderung der Betriebsweise kontaminiert blieben – unabhängig vom Temperaturregime. Damit bestätigt sich einmal mehr, dass die Absicherung der Trinkwassergüte das Resultat aus dem Zusam-

menspiel mehrerer Aspekte in einem Wirkkreis ist (Abbildung 4). Außer der Temperaturhaltung gehört ebenso der bestimmungsgemäße Betrieb dazu, zusammen mit einer hohen Durchströmung aller Rohrleitungsstrecken.

Ultrafiltration: vielversprechender Ansatz in der Pilotphase

Zur Absicherung der Trinkwassergüte rückt nun ein weiterer technischer Ansatz in den Fokus: die Ultrafiltration, zum Beispiel im Bypass der Warmwasserzirkulation (UFC-Technologie). In aktuellen Pilot- und Feldstudien sowie dem Ende 2018 gestarteten BMWi-Verbundvorhaben „ULTRA-F – Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene“ an der Technischen Universität Dresden wird die Absenkung der Systemtemperaturen von Trinkwasser warm auf beispielsweise 48/45 °C auf hygienische Stabilität untersucht. Im Mittelpunkt stehen vor allem auch die damit verbundenen Rahmenbedingungen von der Nutzung der Entnahmestellen bis zur Hydraulik (Abbildung 5). Die Technische Universität Dresden leitet dabei das Projektkonsortium.

Die Temperaturreduktion hätte den Vorteil, dass wesentlich häufiger regenerative Systeme wirtschaftlich zur Wärme- und Warmwasserbereitung eingesetzt werden können. Ansonsten muss in großen Trinkwasseranlagen mit entsprechender Bevorratung in der Regel noch elektrisch nachgeheizt werden, um die geforderten Systemtemperaturen einhalten zu können.



Abbildung 5: Inwieweit die Temperatur für Trinkwasser warm für die Energieeffizienz durch den Einsatz der UFC-Technologie nachhaltig und hygienisch stabil abgesenkt werden kann, wird aktuell in einem Forschungsprojekt der TU Dresden und Modell- sowie Pilotstudien verifiziert.

Fazit

Die Mitteilung des UBA, dass bei der Abklärung von Legionelleninfektionen auch dezentrale Trinkwassererwärmer in die Ursachensuche einzubeziehen sind, ist auf jeden Fall zu beachten. Denn DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Arbeitsblätter stellen privatrechtliche Festlegungen mit Empfehlungscharakter dar und bleiben in Fragen des Gesundheitsschutzes hinter den einschlägigen Richtlinien, Empfehlungen, Merkblättern und sonstigen Informationen des Robert Koch-Instituts (RKI) und UBA zurück. Der aus der Installation von dezentralen Trinkwassererwärmern abgeleitete Schluss der 3-Liter-Regel und damit eines Umgehens der Beprobungspflicht ist nicht länger haltbar.

Um den Erhalt der Trinkwassergüte und eine höhere Energieeffizienz als wichtige Schutzziele gleichermaßen zu erreichen, wird in zahlreichen Pilotstudien und im BMWi-Verbundvorhaben an der Technischen Universität Dresden die Ultrafiltration neben der Energieeffizienz auf hygienische Sicherheit untersucht. Damit könnte zukünftig eine wesentliche Reduzierung des Energiebedarfs für PWH erzielt werden, ohne den obersten Grundsatz des IfSG zu verletzen – den Schutz der menschlichen Gesundheit. ◀

- 1 Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA), Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern, 12 (2018).
- 2 Hippelein, M.; Christiansen, B.: Hygienische Bewertung dezentraler Trinkwassererwärmer großer Apartementanlagen hinsichtlich mikrobiologischer Verunreinigungen und einer Legionellenkontamination, Zentrale Einrichtung Medizinaluntersuchungsamt und Hygiene, UKSH Kiel, Projektbericht Dezember 2016.
- 3 Stellungnahme des Umweltbundesamt (UBA), Energie sparen bei der Warmwasserbereitung – Vereinbarkeit von Energieeinsparung und Hygieneanforderungen an Trinkwasser, September 2011.
- 4 Trinkwasserverordnung (TrinkwV), 01 (2018), § 6 Absatz 3.
- 5 DVGW-Arbeitsblatt W 551, DVGW, Bonn, 04 (2004), S. 5, Abs. 2.
- 6 DIN 1988-200, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Abs. 9.1 und 3.2.2, Beuth, Berlin, 05/2012.
- 7 Wie Anm. 3.
- 8 Rühling, K.; Schreiber, C.; Lück, C.; Schaule, G.; Kallert, A.: EnEff: Wärme-Verbundvorhaben, Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation, Schlussbericht, 2018.
- 9 Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG), 07/2000, § 37(1).
- 10 Falke, J.; Susnjar, D.: Rechtliche Würdigung der Empfehlungen und Leitlinien des Umweltbundesamtes am Beispiel der „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser“, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 363 01 103, UBA-FB 000987, UBA 2007.
- 11 Schauer, C. et al.: Planung und Betrieb 4.0, in: van Treeck, C.; Kistemann, T., Schauer, C.; Herkel, S.; Elixmann, R. (Hrsg.): Gebäudetechnik als Strukturgeber für Bau- und Betriebsprozesse, Springer Verlag Berlin 2018, S. 167–275.

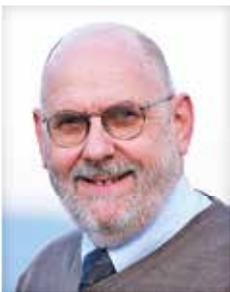


Fachbetrieb nach Wasserhaushaltsgesetz

Zertifizierung von TGA-Unternehmen durch die Güte- und Überwachungsgemeinschaft Technische Gebäudeausrüstung (GTGA e.V.)



Prof. Dr.-Ing.
Hans-Peter Lühr,
Technischer Leiter
der GTGA e.V.



Dipl.-Ing.
Lothar Sanger,
Stellvertretender
Technischer Leiter
der GTGA e.V.

Es besteht bei Firmen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) vielfach Unsicherheit darüber, ob sie für ihre Tätigkeiten an Anlagen die Zertifizierung zum „Fachbetrieb nach WHG (Wasserhaushaltsgesetz)“¹ haben müssen, was zahlreiche organisatorische Maßnahmen erfordert. Dieser Beitrag soll eine Grundlage bieten, die die Geschäftsleitung in die Lage versetzt, ihr Unternehmen so zu positionieren, dass es gesetzeskonform aufgestellt ist. Damit soll verhindert werden, dass es im Schadensfall wegen Organisationsverschulden mit Bußgeld belegt wird und den Versicherungsschutz verliert.

Nach jetziger Gesetzeslage sind alle Maßnahmen in der Arbeitgeber- und Betreiberverantwortung. Der Ordnungsgeber geht dabei davon aus, dass Arbeitgeber und Betreiber die ordnungspolitischen Anforderungen und Regelungen so umsetzen, dass eine behördliche Überwachung nicht erforderlich ist. Im Schadensfall, insbesondere bei Arbeitsunfällen, prüfen dann die Staatsanwaltschaft und/oder die Versicherung als erstes die Frage nach einem Organisationsverschulden.

Firmen der TGA werden immer öfter als Facility-Management-Firmen gebunden und übernehmen damit Betreiberverantwortung – Wartung und Instandhaltung. Das liegt daran, dass die Betreiber von fachbetriebspflichtigen Anlagen und Komponenten oft nicht über das erforderliche Fachpersonal verfügen.

I. Rechtliche Grundlagen

Die rechtliche Vorgabe, dass bestimmte Arbeiten an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nur durch zertifizierte Fachbetriebe ausgeführt werden dürfen, dient dem Gewässerschutz. Der Gewässerschutz wird über das WHG geregelt. Danach ist zunächst gemäß § 5 WHG „Allgemeine Sorgfaltspflichten“ jeder verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Gewässerveränderungen zu treffen.

Das Wasserrecht nähert sich dem Schutzziel „Gewässer“ von zwei Seiten:

1. von den Anlagen und
2. von den wassergefährdenden Stoffen.

Bezüglich der Anlagen führt § 62 WHG „Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ in Absatz 1 aus: „Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen und Behandeln wassergefährdender Stoffe sowie Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und im Bereich öffentlicher Einrichtungen müssen so beschaffen sein und so errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern nicht zu besorgen ist.“

Zu wassergefährdenden Stoffen sagt § 62 WHG „Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ Absatz 2: „Wassergefährdende Stoffe im Sinne dieses Abschnitts sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen.“

Konkretisiert werden diese Vorgaben des WHG in der Verordnung über Anlagen zum

Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)². Sie regelt die Einstufung von Stoffen und Gemischen, die technischen und organisatorischen Anforderungen an Anlagen und die Anforderungen an zertifizierende Organisationen, Sachverständige, Fachprüfer und Fachbetriebe.

II. Umfeld der Anlagen und Tätigkeiten der TGA-Firmen

Nachfolgend werden beispielhaft Stoffe, Anlagen und Tätigkeiten aufgelistet und hinsichtlich ihrer AwSV-Relevanz bewertet. Damit können Unternehmen nachvollziehen, ob einzelne ihrer Tätigkeiten den Regeln des WHG unterliegen und somit die Anforderungen der AwSV erfüllt sind.

1. Wassergefährdende Stoffe

Wassergefährdende Stoffe sind sowohl Einzelstoffe als auch Gemische, die in Anlagen gelagert, transportiert, behandelt und verwendet werden. Sie werden in Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft:

- WGK 1 – schwach wassergefährdend,
- WGK 2 – deutlich wassergefährdend,
- WGK 3 – stark wassergefährdend und
- allgemein wassergefährdend.

In der Regel sind sie offiziell durch das Umweltbundesamt eingestuft und im Bundesanzeiger veröffentlicht. In der Datenbank „Rigoletto“³ können sie im Internet abgefragt werden. Verantwortlich für die Einstufung der wassergefährdenden Stoffe ist der Betreiber einer Anlage. Der TGA-Fachbetrieb sollte diese Aufgabe übernehmen, wenn ein Stoff oder ein Gemisch nicht offiziell eingestuft ist und der Betreiber zur Einstufung nicht in der Lage ist – was in der Regel insbesondere bei privaten Auftraggebern der Fall ist.

Relevante Stoffe und Gemische, mit denen TGA-Fachbetriebe in der Regel umgehen, sind:

- Heizöl und alle mineralöhlhaltigen Stoffe und Gemische,
- Hydrauliköle,
- Diesel, Benzin,
- natürliche und synthetische Kältemittel,



- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (FCKW, HFCKW),
- Propan, Butan,
- Säuren, Laugen, Sole,
- besondere Abwässer.

2. Anlagen

Anlagen im Sinne der AwSV sind grundsätzlich alle Anlagen, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert, befördert, verwendet und behandelt werden. Dazu zählen u. a.:

Behälter

- jegliche Art und Form von Behältern, beispielsweise Vorrats- und Auffangbehälter aus Metall oder Kunststoff (PE, PVC, PVDF usw.), für wassergefährdende Stoffe, beispielsweise Heizöl, Diesel, Benzin, besondere Abwässer, Hydrauliköle, Fettabscheider, Säuren, Laugen,
- kellergeschweißte Tanks,
- vor Ort montierte Tanks aus Metall oder Kunststoff,
- Batterietanks aus Metall und Kunststoff (GFK usw.),
- Mischbehälter, beispielsweise für Sole,
- Behälter für Abfälle, beispielsweise Altöle, Putzklappen, Farben.

Rohrleitungen

- ober- und unterirdische, ein- bzw. doppelwandige Verbindungsleitungen aus Metall oder Kunststoff (PE, PVC, PVDF usw.) in Werkhallen, im Freien oder im Erdreich,
- Füll- und Entlüftungsleitungen von Tankanlagen sowie Abwasserleitungen mit einer Verlegung mit Schutzrohren und ohne Schutzrohre im Erdreich,
- einwandige Erdkollektorleitungen und Erdwärmesonden mit werkseitig geschweißtem Sondenfuß und endlosen Sondenrohren,
- Verlegung von Rohrleitungen durch Mauerwerk mit Schutzrohren oder speziellen Wanddurchführungen,
- Saug- und Druckleitungen.

Reaktoren

- Erstellung von Kompaktanlagen aus eigenen und zugekauften Komponenten,
- Leichtflüssigkeitsabscheider,
- Öl- und Benzinabscheider,
- Fettabscheider.

Heizölverbraucheranlagen

Solar- und Kälteanlagen einschließlich Rohrleitungen

Erdwärmesonden und -kollektoren einschließlich Rohrleitungen

Wasseraufbereitungsanlagen

- Neutralisationsanlagen,
- Enthärtungsanlagen,
- Reinstwasseranlagen,
- Umkehrosmoseanlagen.

Rückhalteeinrichtungen

- Auffangwannen für Behälter und Reaktoren aus Stahl, Edelstahl oder Kunststoff,
- Beschichtungen von Beton- und Stahlauffangwannen,
- Auffangeinrichtungen für Rohrleitungen,
- so genannte Protektorwannen für Kältemaschinen mit Außenaufstellung,
- Auffangwannen zur Lagerung von Fässern und Gebinden sowie Abfällen.

Sicherheitseinrichtungen der Anlagen

- Sicherheitsmaßnahmen zum Erkennen von Leckagen, beispielsweise Lecksonden, Grenzwertgeber, Antihebertentile, Überfüllsicherungen,
- Alarmsysteme und Einrichtungen zum Weiterleiten der Alarme,
- Überwachungseinrichtungen.

Anlagen der 42. BImSchV

- Verdunstungskühlanlagen,
- Kühltürme,
- Nassabscheider.

3. Tätigkeiten

Tätigkeiten im Sinne der AwSV sind:

Planung von Anlagen

- technische Auslegung der jeweiligen Anlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. dem Stand der Technik sowie einschlägigen gesetzlichen Bundes- und Länderregelungen,

- Abgrenzung der Anlagen gemäß § 14 AwSV,
- Ermittlung der maßgeblichen Gefährdungsstufe der Anlage gemäß § 39 AwSV,
- Gefährdungsbeurteilungen für die verschiedenen Anlagen, insbesondere bei Anlagen nach der 42. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (42. BImSchV),
- Einstufung von wassergefährdenden Stoffen in Wassergefährdungsklassen.

Erstellung von Anlagen aus eigenen und zugekauften Komponenten

Errichten und/oder Betreiben von Anlagen

Wartung und Instandsetzung von Anlagen

- gesamtes Spektrum an Serviceleistungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen,
- Kontrolle und Überwachung von werkseitig gefertigten und kellergeschweißten Tanks, von Batterietanks aus Kunststoff (GFK usw.),
- Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen, beispielsweise Lecksonden, Grenzwertgeber, Antihebertentile, Überfüllsicherungen.

Hinzu kommen Betreiberpflichten der TGA-Firmen für eigene Anlagen und für Anlagen, die über das Gebäudemanagement vertraglich übernommen wurden.

III. Überwachungspflicht von Anlagen

In den Anlagen 5 und 6 der AwSV sind die Überwachungspflichten für Anlagen inner-



Das Logo der Güte- und Überwachungsgemeinschaft Technische Gebäudeausrüstung (GTGA)



halb und außerhalb von Wasserschutzgebieten und festgesetzten Überschwemmungsgebieten geregelt. Die Überwachungspflichten richten sich nach der jeweiligen Gefährdungsstufe gemäß § 39 AwSV. Adressaten der Überwachungspflichten sind der Betreiber der Anlage bzw. der durch den Betreiber beauftragte Fachbetrieb. Bei den Überwachungspflichten werden folgende Zeitpunkte unterschieden:

- vor der Inbetriebnahme,
- nach einer wesentlichen Änderung,
- nach 5 Jahren (i.d.R. bzw. der Festlegung im anlagenspezifischen Wasserrechtsbescheid),
- bei Stilllegung.

IV. Ordnungsrechtliche Aspekte und Haftungsfragen eines Fachbetriebs

Unternehmen müssen prüfen, ob ihre Betriebsstätten für die Vornahme von Arbeiten an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zertifiziert sein müssen. Eine fehlende Fachbetriebsqualifikation stellt gemäß § 65 AwSV eine Ordnungswidrigkeit dar. Außerdem ist es die Aufgabe des Unternehmens, den Betreiber einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen so zu beraten, dass er in die Lage versetzt wird, seinen Verpflichtungen gemäß AwSV nachzukommen. Dazu zählen die Planung, die Errichtung und die Überstellung der notwendigen Dokumentationen. Verstöße dagegen stellen ebenfalls gemäß § 65 AwSV Ordnungswidrigkeiten dar. Bei fehlerhaften Anlagen können auch versicherungstechnische Tatbestände eintreten.

V. Weitere Pflichten des WHG-Fachbetriebs

Die Geschäftsleitung eines TGA-Unternehmens ist gemäß § 62 AwSV „Fachbetriebe, Zertifizierung von Fachbetrieben“ verpflichtet:

- eine betrieblich verantwortliche Person (bV) zu bestellen,
- die Verfügungsgewalt über Geräte und Ausrüstungsteile zur Bewältigung der Arbeiten an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zu haben,
- nur Personal einzusetzen, das über die erforderlichen Fähigkeiten für die vorgesehenen Tätigkeiten verfügt,
- Arbeitsbedingungen zu schaffen, die eine ordnungsgemäße Ausführung der Tätigkeiten gewährleisten.

Außerdem hat die Geschäftsleitung gemäß § 63 AwSV „Pflichten der Fachbetriebe“ sicherzustellen, dass die betrieblich verantwortliche Person (bV) mindestens alle zwei

Jahre und das eingesetzte Personal regelmäßig an Schulungen und Fortbildungsveranstaltungen teilnehmen.

In allen Projekten, in denen die TGA-Firma in der Verantwortung als Facility-Management-Firma und somit als Betreiber tätig ist, hat sie gemäß § 43 AwSV sicherzustellen, dass die Anlagendokumentation vollständig und aktuell ist. Weiterhin hat sie sicherzustellen, dass gemäß § 44 AwSV die erforderliche Betriebsanweisung vorhanden ist und das Betriebspersonal regelmäßig unterwiesen wird (Betreiberpflichten).

VI. Im Unternehmen vorzuhaltende Unterlagen

Als Arbeitsmittel für einen WHG-Fachbetrieb sind im Unternehmen insbesondere beim betrieblich Verantwortlichen (bV) folgende Dokumente in der jeweiligen aktuellen Form vorzuhalten:

- Wasserhaushaltsgesetz,
- AwSV,
- BetriebssicherheitsVO,
- GefahrstoffVO,
- Technische Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS)⁴,
- Technische Regeln Betriebssicherheit (TRBS),
- Technische Regeln Gefahrstoffe (TRGS),
- Verwaltungsvorschrift der Technischen Baubestimmungen des Landes, in dem das Unternehmen tätig ist.

Aus den umfangreichen Technischen Regeln sind die auszuwählen, die für die firmenspezifischen Anlagen und Tätigkeiten in Frage kommen.

VII. Zertifizierungsprozess

Der Zertifizierungsprozess einer Betriebsstätte zum Fachbetrieb läuft bei der Güte- und Überwachungsgemeinschaft Technische Gebäudeausrüstung (GTGA) wie folgt ab:

1. Das TGA-Unternehmen wird Mitglied in der GTGA und beantragt eine Erstüberprüfung.
2. Das TGA-Unternehmen bestellt eine betrieblich verantwortliche Person (bV).
3. Auf der Basis des stattgefundenen Audits legt die Technische Leitung der GTGA den AwSV-relevanten Anlagen- und Tätigkeitsumfang der Betriebsstätte fest und diese erhält von der Geschäftsstelle der GTGA das Zertifikat „Fachbetrieb nach WHG“.
4. Gemäß der AwSV erfolgt alle zwei Jahre ein Wiederholungsaudit (Fremdüberprüfung).

Weitere Informationen sind unter www.gtga.de abrufbar. ◀

¹ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009.

² Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017.

³ <https://webriq.uba.de/rigoletto/public/welcome.do>

⁴ Die TRwS sind über § 15 AwSV verrechtlicht und somit stets zu beachten.



Alle Abbildungen: Frenger Systemen BV Heiz- und Kühlechnik GmbH

Abbildung 1: Deckenstrahlheizungen verteilen die Wärme gleichmäßig, sind wartungsfrei und bieten eine extrem lange Lebensdauer von über 30 Jahren.

Sporthallen erfolgreich modernisieren und energetisch sanieren

Vereine und Kommunen können nach der Modernisierung von Turn- und Sporthallen Kosten und Energie einsparen

In Deutschland wurden Sportstätten häufig jahrelang vernachlässigt. Zahlreiche Sporthallen sind jetzt dringend sanierungsbedürftig – nicht nur in energetischer Hinsicht. Veraltete Heizungs- und Sanitäreanlagen, undichte Dächer und schlechte Luft beeinträchtigen den Spaß beim Sport und verursachen auch hohe Energiekosten für die kommunalen Träger oder Vereine. Um optimale Trainingsbedingungen zu gewährleisten, um Mitglieder zu binden und um ihre teils erheblichen Betriebskosten zu senken, müssen auch Vereine ihre Sporthallen modernisieren.



Dr.-Ing. Klaus Menge,
Geschäftsführer,
FRENGER SYSTEMEN
BV Heiz- und
Kühlechnik GmbH,
Groß-Umstadt

Die tatsächlichen Kosten einer Sportanlage einschließlich der Investitions-, Betriebs-, Unterhaltungs-, Rückbau- und Entsorgungskosten sind oft weder bekannt noch werden

sie ermittelt. Außerdem fehlt häufig das Bewusstsein oder die Bereitschaft, finanzielle Mittel für eine nachhaltige Sanierung einzusetzen. Die zahlreichen Förderprogramme sind oft gar nicht bekannt.

Auch der Mangel an technischem Know-how kann sanierungshemmend sein. Wie Sanierungen wirtschaftlich, effizient und energetisch wirksam umzusetzen sind, kann von Vereinsvorständen oft nur schwer beantwortet werden. Und auch den Kommunen fehlen oft die Experten in den eigenen Reihen.

Nachfolgend werden Hinweise und Tipps für gezielte Planungsschritte und effiziente Umsetzungsmaßnahmen aufgezeigt. Das Ziel dabei ist, notwendige Sanierungsarbeiten mit einer nachhaltigen und energieeffizien-

ten Modernisierung zu verbinden – denn auch im Sportanlagenbau werden kostenoptimierte Lösungen und Lebenszyklusbetrachtungen immer wichtiger.

Vorteile von Sanierungen sind unter anderem die gesteigerte Behaglichkeit in der Sporthalle – vor allem im Winter – und die deutliche Senkung der Energiekosten und der damit verbundene Beitrag zum Klimaschutz. Nicht zu vernachlässigen ist der mit der Modernisierung verbundene Attraktivitätsgewinn der Sportstätte – moderne Sportstätten werden von mehr und auch von neuen Nutzern besucht.

Kostenoptimierte Lösungen sind bei notwendigen Anpassungen des Sportanlagenbestands durch Sanierung, Modernisierung



und Umwandlung immer wichtiger. Dabei können auch neue Formen der Finanzierung in Betracht kommen. Bei der Gesamtkostenbetrachtung einschließlich der Betriebs-, Unterhaltungs-, Rückbau- und Entsorgungskosten ist der Lebenszyklus einer Sportanlage zugrunde zu legen.

Nach langen Jahren der Untätigkeit wird eine grundlegende Sanierung der Sporthalle unausweichlich: Über kurz oder lang werden sonst die Energiekosten die finanziellen Möglichkeiten des Vereins oder der Kommune überfordern – ganz abgesehen davon, dass sich die Klagen der Sportlerinnen und Sportler über zu niedrige Temperaturen gerade in der kalten Jahreszeit oder schlechtes Licht in der Sporthalle mehren werden.

I. Sanieren oder neu bauen?

Die Sanierung von Sporthallen ist eine attraktive und kostengünstige Alternative zum Neubau. Für die gesamte Renovierung können rund zwölf Monate reine Umbauzeit angesetzt werden. Teilabschnitte, die für sich allein schon erhebliche Kosten- und Energieeinsparungen bringen, sind auch in kürzeren Zeiträumen möglich.

Auswertungen nach Abschluss der Sanierungen von Sportstätten ergaben in der Re-

gel Kosten zwischen 1.200 und 2.000 Euro je Quadratmeter Nutzfläche. Weitere acht bis zwölf Monate sind für Planung, Ausschreibung und Vergabe anzusetzen. Die Sanierung bietet den Vorteil, dass je nach Budget Einzelmaßnahmen individuell durchgeführt werden können und die Sanierung in Etappen erfolgen kann. Im Vergleich dazu benötigt ein Neubau bis zu 40 Monate und umfasst auch noch den Abriss und die Entsorgung der alten Halle. Dafür haben sich Neubaukosten von 2.200 bis 3.000 Euro je Quadratmeter als realistische Größe herauskristallisiert.

Die Sanierungsvariante bietet als weiteren Vorteil auch den Erhalt der „Grauen Energie“ des Bestandsgebäudes. „Graue Energie“ bezeichnet die Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung und Entsorgung eines Produktes einschließlich des Energieeinsatzes aller Vorprodukte benötigt wird. Der Energieaufwand bei der Herstellung der Baustoffe und Gewerke kann bei einer Sanierung zu großen Teilen eingespart werden. Der Energieaufwand zur Herstellung von Zement, Beton, Ziegelsteinen usw. ist enorm. Die Weiterverwendung dieser Stoffe schlägt sich positiv im „CO₂-Fußabdruck“ des sanierten Gebäudes nieder.

Eine Sanierung sollte sorgfältig geplant werden und das Konzept sollte folgende Punkte enthalten:

- energetische Bestandsaufnahme,
- Planung von Sanierungsvarianten,
- messtechnische Begleitung, Vorher-Nachher-Vergleich, Simulation.

Mögliche Bestandteile der energetischen Sanierungsplanung sind:

- Dach und Oberlichtband,
- Außenwände,
- Fenster und Türen,
- Heizung (Halle und Nebenräume),
- Lüftung (natürlich und maschinell),
- Elektrotechnik (Beleuchtung und Steuerung).

Bereits im Vorfeld sollten alle Projektbeteiligten – beispielsweise Architektur- und Ingenieurbüros – unterschiedliche Lösungsansätze entwickeln, die zu einer energetischen Verbesserung der Sporthalle beitragen.

II. Fördermittel nutzen

Kaum ein Sportverein verfügt über genügend finanzielle Mittel, um umfangreiche Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Die schwierigste Aufgabe eines Vorstandes ist es

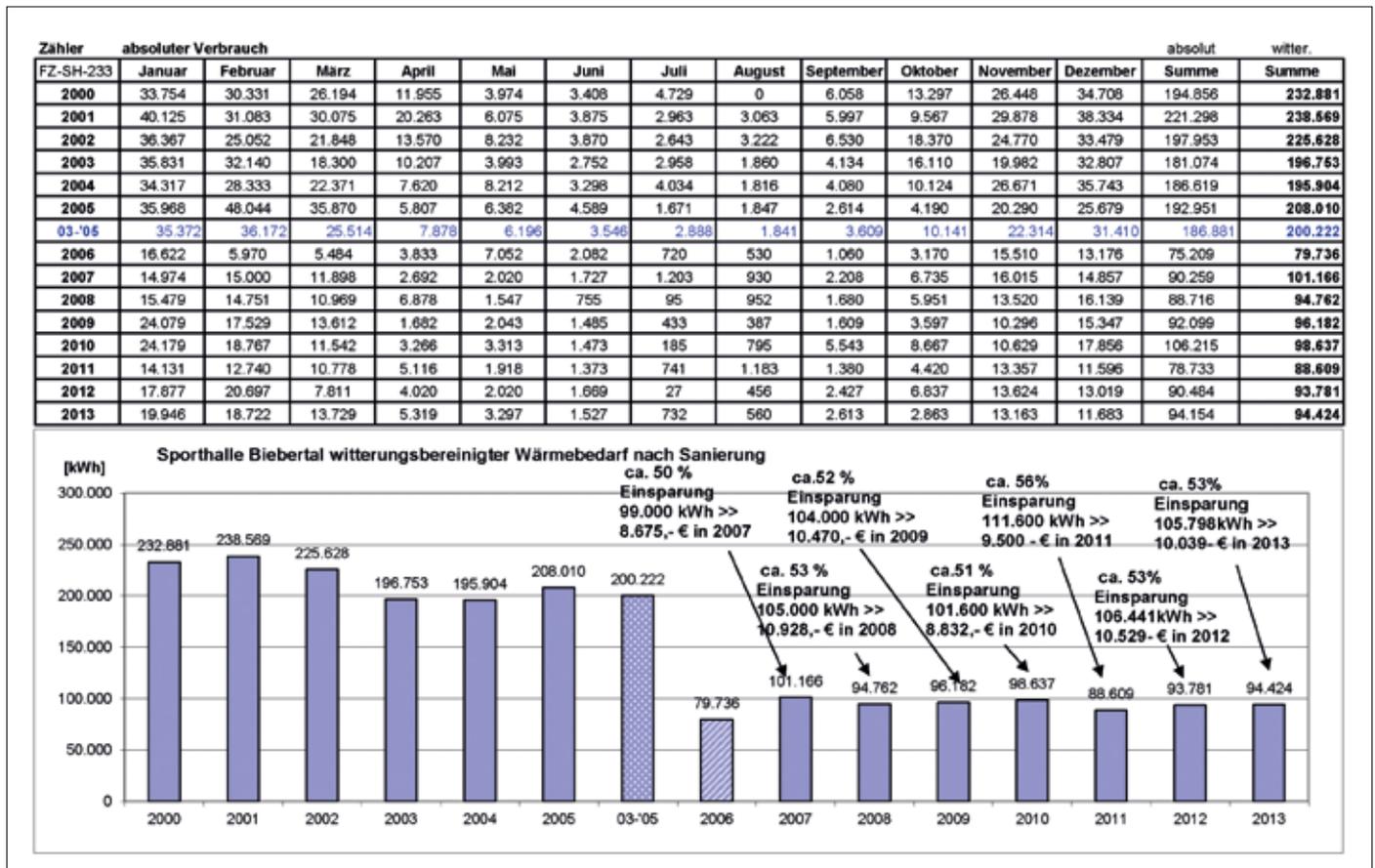


Abbildung 2: Sporthalle Biebertal, Kosten für Wärmebedarf vor und nach der Sanierung

nach Abschluss Sanierung

SZ-SH-352	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
2000	3.570	3.371	3.116	1.853	1.105	424	407	837	1.175	3.185	4.404	2.999	26.446
2001	3.527	3.523	3.515	1.952	1.290	409	422	665	1.512	2.082	3.761	3.542	26.200
2002	4.043	3.486	2.794	2.094	1.917	676	436	585	1.337	2.564	3.850	3.321	27.103
2003	3.788	3.966	2.817	1.375	698	446	354	201	967	2.544	3.812	3.697	24.665
2004	4.612	3.679	3.680	878	1.158	758	917	407	929	1.306	3.336	2.154	23.814
99-'04	3.639	3.697	3.166	1.587	1.288	573	504	596	1.295	2.289	3.854	3.162	25.648
2005	2.798	2.849	2.448	954	663	409	415	124	638	515	3.350	2.571	17.734
2006	911	205	732	839	264	357	249	167	445	528	1.141	875	6.713
2007	715	878	532	261	317	277	189	259	675	607	1326	822	6.858
2008	1.065	992	731	561	322	202	139	425	649	587	1177	980	7.830
2009	892	819	1224	355	464	345	180	182	1060	1005	1972	1285	9.783
2010	1.847	1522	792	472	516	317	132	337	920	971	940	971	9.737
2011	971	877	971	940	446	347	200	344	447	501	1024	758	7.826
2012	1.051	993	676	392	358	347	301	491	634	894	1750	1031	8.918
2013	1.550	1.486	859	898	636	466	303	421	996	709	1.626	1.162	11.113

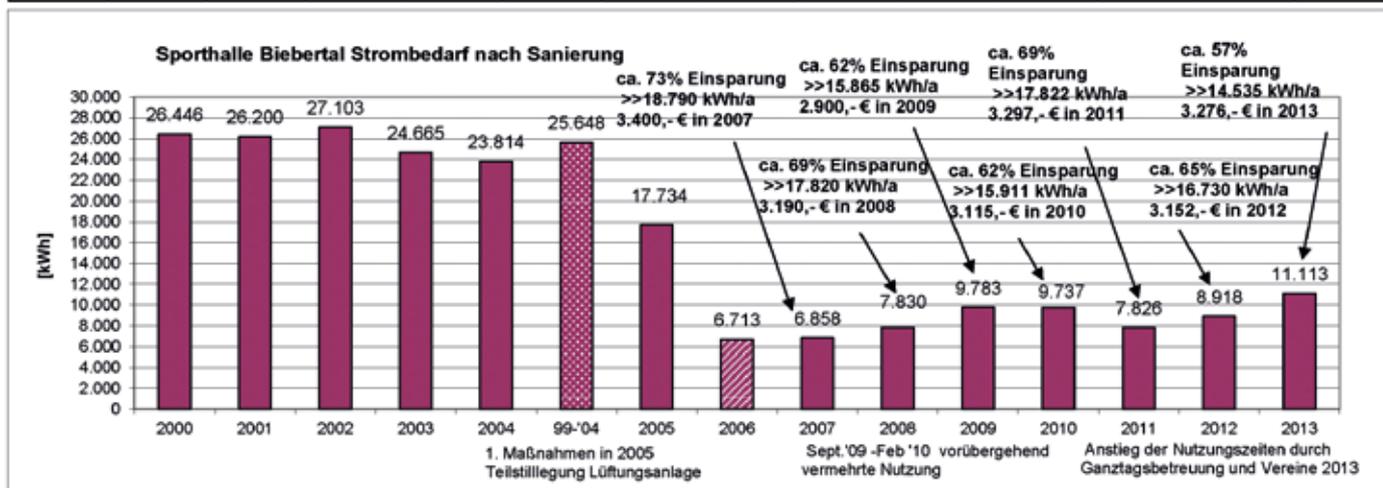


Abbildung 3: Sporthalle Biebortal, Kosten für Strombedarf vor und nach der Sanierung

daher, die Finanzierung der Maßnahmen sicherzustellen. Die Erhöhung von Mitgliederbeiträgen mit Hinweis auf die notwendige Sanierung ist nur in beschränktem Umfang möglich. Die dadurch generierten Zusatzeinnahmen sind nur ein Tropfen auf den heißen Stein: Je nach Größe des Vereins ergeben sich höchstens einige zehntausend Euro im Jahr.

Die Nutzung von Fördermitteln ist daher ein sinnvoller und empfehlenswerter Schritt. Zahlreiche Förderprogramme der KfW, des BAFA und des Projektträgers Jülich geben finanzielle Beteiligung bei den unterschiedlichsten Gewerken. Die Online-Datenbank www.energiefoerderung.info bietet dazu weitere Informationen, beispielsweise aktuelle und allgemein zugängliche Fachinformationen zu neuen Energietechniken und Förderprogrammen. Die Förderlandschaft ist allerdings oft unübersichtlich, regional unterschiedlich und komplex. Ein Energieberater, der bei der Suche nach den richtigen Förderpöpfen Hilfe bietet, sollte daher hinzugezogen werden.

III. Vorgehensweise

Eine Sanierung startet mit der Bestandsaufnahme. Dazu werden Unterlagen zur Bautechnik, zum Wärmedämmstandard, zur Gebäude-, Sanitär- und Elektrotechnik verwendet. Erleichtert wird der Einstieg in die Sanierungsaufgabe durch vorhandene Dokumente über Bau und Betrieb des Gebäudes: Zeichnungen, Baubeschreibungen, Leistungsbeschreibungen, Verbrauchsangaben usw. Diese zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung auf und bilden die Grundlage für die Bestandsaufnahme in Form eines detaillierten Raumbuchs mit den Bereichen Hochbau und Technik.

Der Bereich Hochbau befasst sich ausschließlich mit der Bausubstanz und dem Zustand der Bauteile, zum Beispiel Wände, Fenster, Decken, Böden usw. Raum für Raum werden die Angaben aus den Bestandsunterlagen überprüft, der Zustand und eventuelle Auffälligkeiten festgehalten. Die Dokumentation bildet dann die Grundlage für weitergehende Untersuchungen der Bausubstanz.

Der Bereich Technik beschäftigt sich mit den Komponenten Heizung, Lüftung, Wasser und Beleuchtung. Auch hier wird Raum für Raum der Bestand auf seine Funktionsfähigkeit und seine Energieeffizienz analysiert.

Unter Umständen können neben den üblichen Methoden zur Feststellung des baulichen Istzustands bei komplexen baulichen und anlagentechnischen Situationen weitere Untersuchungen erforderlich sein: thermografische Untersuchungen um Wärmebrücken zu entdecken und Energieverbräuche zu berechnen oder die Erhebung von Energieströmen in einzelnen Gebäudeteilen.

Verschiedene Varianten der Sanierung sollten untersucht werden, da so Möglichkeiten und Grenzen von Sanierungsmaßnahmen festgestellt werden können. Die Ergebnisse geben dann eine konkrete Orientierung hinsichtlich erreichbarer Energieeinsparpotenziale und deren wirtschaftlicher Realisierung.



IV. Integrales Energiekonzept - Bestandteil jeder Sanierungsmaßnahme

Ein Primärenergiekennwert zum Heizen, Lüften, Kühlen und Beleuchten von >200 kWh/(m²/a) ist in unsanierten Sporthallen weit verbreitet. Hier bieten Sanierungen leicht Einsparpotenziale von über 50 Prozent (Abbildungen 2 und 3). Voraussetzung ist die Erarbeitung eines integralen Energiekonzeptes mit klimagerechtem Bauwerk und abgestimmter Gebäudetechnik – unter Einbeziehung fachlicher Berater und aller relevanten Entscheidungsträger. Denn Energiesparen ist immer eine gewerkeübergreifende Gemeinschaftsaufgabe.

V. Hochbau

Grundsätzlich sind für den Hochbau folgende Sanierungsmaßnahmen möglich:

- Dachdämmung,
- Austausch von Fenstern und Türen,
- Dämmung der Wände,
- Dämmung der Fundamente des Bodens,
- Verbesserung der Luftdichtheit,
- Reduzierung von Wärmebrücken.

Die Auswahl der einzelnen Maßnahmen orientiert sich an einer Auswertung nach Nachhaltigkeit der Maßnahmen, Zeitdauer, Energieeffizienz und Kosteneffizienz. Erforderliche Maßnahmen müssen nicht zwingend gleichzeitig ausgeführt werden, sollten jedoch zueinander passen und nacheinander realisierbar sein.

Eine sogenannte „Sanierungshierarchie“ sollte grundsätzlich aufgestellt werden. Sie berücksichtigt die Nachhaltigkeit der Maßnahmen, die Energieeffizienz sowie die Kosteneffizienz. Für die Wärmedämmung der Gebäudehülle (Außenwände, Fenster und Türen sowie Dach) stehen hinlänglich erprobte und bekannte Methoden und Verfahren zur Verfügung. Sie stellt somit keine besondere Herausforderung dar. Die Berechnungen des U-Wertes gegen Erdbreich sollten generell nach DIN 13370 erfolgen.

VI. Technik

1. Heizungssystem

Es empfiehlt sich, die alte energieintensive Heizungsanlage, die typischerweise häufig als Luftheizung ausgeführt ist, durch eine energetisch optimierte Deckenstrahlungsheizung zu ersetzen. Diese bietet beispielsweise Frenger Systemen BV in zwei Versionen an: Deckenstrahlplatten werden in mehreren Reihen an die Decke montiert oder eine Paneeldeckenstrahlheizung wird vollflächig an die Decke gebaut. Beide Modelle sind ballwurfsicher, wirbeln keinen Staub auf und



Abbildung 4: Der nachträgliche Einbau von Deckenstrahlplatten in vorhandene Trägersysteme ist einfach möglich.

Energieeinsparung am praktischen Beispiel

Sanierung der Sporthalle in Biebental, Landkreis Gießen, Austausch der alten Warmluftheizung gegen eine moderne Paneeldeckenstrahlheizung

Baujahr	1968
Sanierungszeitraum	2005 – 2006
Länge	42,75 m
Breite	21,68 m
Höhe	7,21 m
Grundfläche	927 m²
Grundfläche mit Nebenräumen	1.393 m²
Angestrebte Innentemperatur	20° C in Ausnahmefällen für therapeutisches Turnen
	17° C für schulische Nutzung
	15° C für außerschulische Nutzung

Jährliche Energieeinsparung in kWh und in Euro

	Vor der Sanierung durchschnittlicher jährl. Verbrauch, kWh	Nach der Sanierung durchschnittliche jährl. Einsparung, kWh	durchschnittliche jährl. Einsparung, Euro
Heizenergie	200.222	105.735	10.044,83 Euro
Elektroenergie	25.648	16.349	4.904,70 Euro
Wartungskosten			900,00 Euro
jährliche durchschnittliche Gesamteinsparung			15.849,53 Euro

(Der Heizenergiebedarf ist die nach Abzug der Wärmegewinne – solare und interne Wärmegewinne – verbleibende Nutzwärme, die erforderlich ist, um ein Gebäude auf einer gewünschten Raumtemperatur zu halten.)

haben ein niedriges Gewicht von ca. 14 bis 18 kg pro Quadratmeter. Damit kann bei Sanierungen die Deckenstrahlheizung einfach an den vorhandenen Decken angebracht werden, extreme Dachlasten werden vermieden. Deckenstrahlheizungen verteilen die Wärme gleichmäßig, sind wartungsfrei und bieten eine extrem lange Lebensdauer von über 30 Jahren, da keine bewegten Teile vorhanden sind.

Die Oberseiten beider Modelle sind gedämmt, um eine Lufterwärmung unterhalb der Dachfläche weitestgehend zu verhindern. Das vermeidet die aufwendige und kostenintensive Sanierung des Hallendachs. Die Deckenstrahlheizung kann gelocht ausgeführt werden, das verbessert die Akustik in der Halle erheblich.

Zusätzlich wird die auf den Körper auftreffende naturnahe Wärmestrahlung als sehr angenehm empfunden. Daher kann bei der Deckenstrahlheizung die Raumtemperatur bei gleicher Behaglichkeit um 2 bis 3 Kelvin gesenkt werden. Es kann mit deutlich weniger Energie geheizt werden.

Die Strahlungswärme wärmt dort, wo die Strahlung auf Gegenstände trifft. Der Hallenboden ist damit stets angenehm warm, ohne überhitzt zu sein. Das freut besonders Judokas und andere Sportler, die barfuß trainieren. Durch die Montage der Platten an der Decke sind Wände und Fußböden frei nutzbar.

Infolge des hohen Strahlungsanteils der Heizflächen kann die Halle mit geringeren

Temperaturen bei gleicher Behaglichkeit betrieben werden, die Transmissionswärmeverluste verringern sich. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass nun bei der Be- und Entlüftung der Halle die Luft nicht mehr wie oft im Altzustand auf weit über 20 °C (unter dem Dach nicht selten auf über 30 °C) erwärmt werden muss, sondern deutlich kühlere Luft gegen die Außenluft ausgetauscht wird.

Zusätzlich überzeugt, dass ein solches Heizsystem in kurzer Zeit in einer Sporthalle installiert werden kann. Große Energieeinsparungen werden mit kurzer Umbauzeit erreicht.

2. Lüftungssysteme

Vorhandene Lüftungen können in aller Regel durch bedarfsgerechte Fensterlüftung ersetzt werden – außer in Versammlungsstätten. Fenster werden dazu mit elektromotorischen Antrieben ausgerüstet. Diese haben die Aufgabe der kontrollierten Querlüftung. Die Fenster werden über das Gebäudebusystem zeitgesteuert bzw. abhängig von der CO₂-Messung in der Halle und der Belegung der Umkleieräume gesteuert. Auf diese Weise kann eine weitestgehend freie Lüftung der Sporthalle bei gutem thermischem Komfort erreicht werden.

3. Beleuchtung

Unbedingt sollte auf die richtigen Leuchtmittel geachtet werden, auch sie sind förderfähig. Leuchtmittel mit hoher Lichtausbeute (> 120 lm/Watt) und Leuchten mit entspre-

chendem Leuchtenbetriebswirkungsgrad (> 75%) sind zu bevorzugen. Eine automatisierte Abschaltung bei Abwesenheit und tageslichtabhängiges Dimmen verringern den Energieverbrauch zusätzlich.

Energiesparende LED-Leuchten, beispielsweise von FRENKER SYSTEMEN, bieten höchste Effizienz mit bis zu 157 lm/Watt (bezogen auf den Lampenlichtstrom) und 129 lm/Watt (bezogen auf den effektiven Leuchtenlichtstrom) Lichtausbeute und einen Leuchtenbetriebswirkungsgrad über 82 Prozent. Sie können ballwurfsicher nach DIN sowie in Schutzklasse 1 und IP20 ausgeführt werden. LED-Leuchten können direkt in die Deckenstrahlheizung integriert werden und sind auch für die auftretenden Temperaturen gut geeignet. Die lange Haltbarkeit von bis zu 100.000 Betriebsstunden liegt deutlich über der Forderung der KfW.

VII. Qualitätssicherung

Die energetische Qualitätssicherung während der Bauphase und nach der Fertigstellung garantiert, dass die gewünschten Qualitäts- und Verbrauchsziele tatsächlich erreicht und mögliche Mängel rechtzeitig behoben werden. Sie ergänzt die ohnehin durchzuführende bauliche Qualitätssicherung im Zuge der Sanierung, damit die Sanierungsmaßnahmen dauerhaft ihren Zweck erfüllen und die sanierten Hallen wirtschaftlich betrieben werden können.

Gerade bei großen Gebäuden sind thermografische Untersuchungen während und nach der Sanierung ein probates Mittel der Qualitätssicherung.

Kontinuierliches Monitoring des Hallenbetriebs ermöglicht es, die Energieeinsparziele aus der Sanierungsplanung auch tatsächlich zu erreichen.

VIII. Primärenergiebedarf

Um Sporthallen unabhängig vom Nutzerverhalten energetisch beurteilen zu können, besteht die Möglichkeit, den Primärenergiebedarf vor und nach der Sanierung gemäß DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden; Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung“ ermitteln zu lassen.

IX. Thermisches Verhalten moderner Hallen

In unsanierten Hallen sinkt die Innentemperatur im Winter bei Frost nachts oft regelmäßig um bis zu 5 K auf Werte unter 14 °C. Damit ist der Sportbetrieb am Morgen gerade bei Luftheizungen oft nur unter widrigen Bedingungen möglich. In sanierten Hallen



Abbildung 5: Energiesparende, ballwurfsichere LED-Leuchten können direkt in die Deckenstrahlheizung integriert werden.

herrscht dagegen auch bei winterlichem Frost ein sehr gleichmäßiges Temperaturniveau – entweder durch eine in der Regel aufwendige Dämmung der Hülle und/oder durch die Installation einer effektiven und regelschnellen Deckenstrahlungsheizung. Eine Hallentemperatur von $\geq 18^\circ\text{C}$ ist auch bei nächtlichem Absenkbetrieb morgens mit einer Deckenstrahlungsheizung schnell und zuverlässig erreichbar. Aufgrund der Heizung mittels Deckenstrahlplatten ist dieses Temperaturniveau für eine sehr gute Nutzbarkeit auch bei sensiblen Nutzern der Halle vollkommen ausreichend.

Jens Prüller, Geschäftsbereichsleiter Sportinfrastruktur des Landessportbunds Hessen e.V., sagte: „Der Landessportbund Hessen berät seit mehr als 20 Jahren seine Mitgliedsvereine mittels des so genannten Öko-Check-Programms über die Verbesserung der Energieeffizienz in Sporthallen. Im Rahmen von Sporthallenbau und -sanierungen haben wir langjährige positive Erfahrungen mit Deckenstrahlungsheizungen gewonnen. Hierbei wird die Systemleistung von Energieeffizienz, Nutzerfreundlichkeit, Akustikeigenschaften und Ballwurfsicherheit besonders berücksichtigt.“

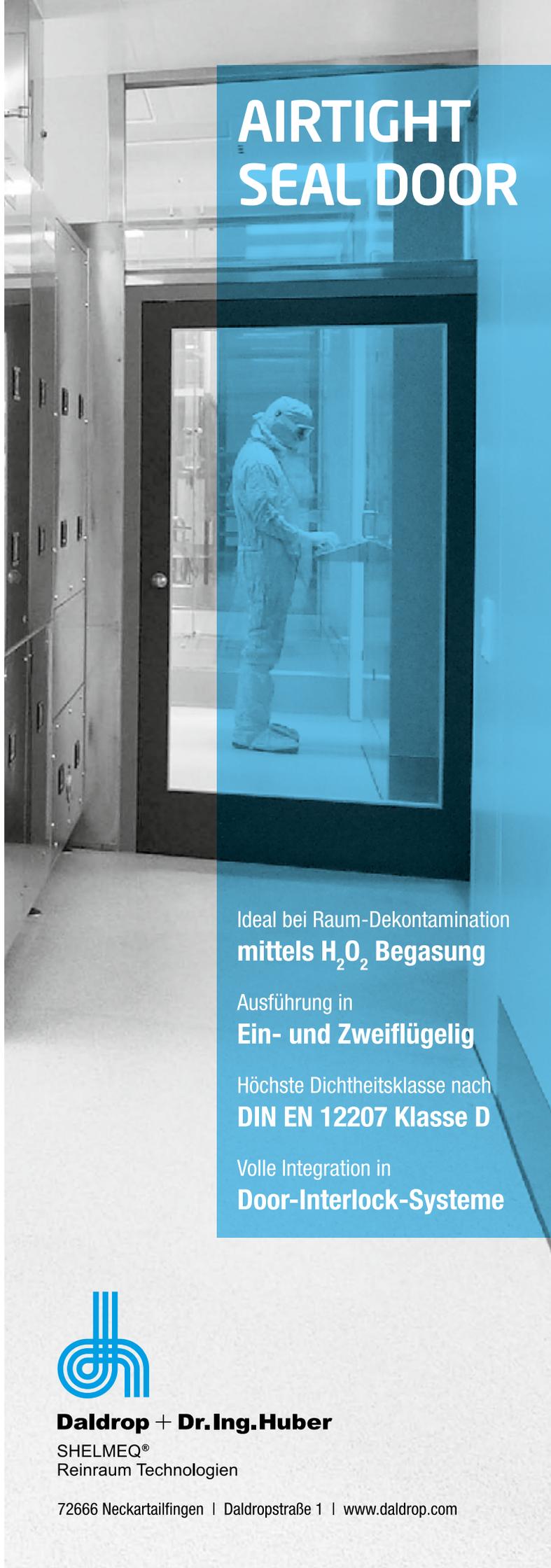
X. Fazit

Zum Erfolg mit optimalem Ergebnis führt eine Sanierung immer dann, wenn alle energetischen Maßnahmen einbezogen werden. Vorrang haben dabei in der Regel die gebäudetechnischen Maßnahmen, beispielsweise der Einbau einer effizienten Heiz- und Beleuchtungsanlage. Liegt bautechnischer Sanierungsbedarf vor, sind bauliche Wärmedämmmaßnahmen auf jeden Fall einzuplanen. Einzelmaßnahmen – beispielsweise der Austausch der alten Heizungsanlage gegen eine neue Deckenstrahlungsheizung mit integrierter LED-Beleuchtung – sind grundsätzlich auch als einzelne (Vorab-)Maßnahme sehr erfolgreich möglich, sofern sie aufeinander aufbauen und die Gegebenheiten vor Ort berücksichtigen.

Sehr wichtig ist das frühzeitige Einbeziehen aller relevanten Fachleute unter kompetenter Leitung. So kann die Einhaltung aktueller Vorschriften und Normen auf scheinbar untergeordneten Gebieten sichergestellt werden, beispielsweise bei der Beleuchtung, der Trinkwasser-Installation und der Standsicherheit. Es können sofort erste Maßnahmen eingeleitet werden, die unmittelbar zu Einsparungen führen.

Mit einer guten Planung, fachlichen Kompetenz und einem anschließenden regelmäßigen Monitoring wird jede Sanierung ein voller Erfolg. ◀

AIRTIGHT SEAL DOOR



Ideal bei Raum-Dekontamination
mittels H_2O_2 Begasung

Ausführung in
Ein- und Zweiflügelig

Höchste Dichtheitsklasse nach
DIN EN 12207 Klasse D

Volle Integration in
Door-Interlock-Systeme



Daldrop + Dr. Ing. Huber

SHELMEQ®
Reinraum Technologien



Abbildung 1: Jederzeit alles im Blick. Das Zirkulations-Regelsystem von GF verfügt über ein intuitives Bedienkonzept sowie automatische Spül-, Überwachungs- und Berichtsfunktionen.

Bild: GF Piping Systems

Ein Anlagen-Dirigent bringt mehr Kontrolle und Effizienz

Energie und Kosten sparen dank Softwareunterstützung für die Sanitär-Automation



Dipl.-Ing.
René Habers,
Leiter Marketing
und Presales,
GF Piping Systems
Deutschland,
Albershausen

Die Sicherstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser ist selbst in hochentwickelten Industrieländern immer noch eine Herausforderung. Das gilt auch für Trinkwasser-Installationen in neu errichteten Wohn- und Bürogebäuden, Hotels, Kliniken, Altersheimen oder Wellness-Einrichtungen. Auf den letzten Metern zum Verbraucher kann innerhalb von Gebäuden das Wasser verunreinigt und biologisch kontaminiert werden. Einfluss auf die Effizienz der Wasserverteilungssysteme im Gebäudebestand haben schadhafte, teilweise mangelhaft gedämmte Rohrleitungen, nicht dokumentierte Umbauten oder Erweiterungen des Trinkwassersystems, nicht gewartete hydraulische Systembestandteile wie statische oder thermische Ventile oder ein fehlender hydraulischer Abgleich des Systems. Daher sollte bereits in der Planung die Anlage möglichst ressourcenschonend ausgelegt werden und im Betrieb sollte die Trinkwasserinstallation als Ganzes genau zu kontrollieren sein. Gerade weitverzweigte und stetig erweiterte Trink- und Warmwasseranlagen sind oft wie ein bunt gemischtes Orchester – es braucht einen zuverlässigen Dirigenten, der sich um die Führung kümmert. Dank neuer digitaler Möglichkeiten kann inzwischen ein Zirkulations-Regelsystem, bestehend aus einem zentralen Steuergerät und vernetzten Spülventilen, die hygienische Reinheit des Wassers sicherstellen, Messwerte und Spülungsprozesse aller Stränge dokumentieren und die Energieeffizienz der Anlage optimieren.

Die Sicherstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser ist selbst in hochentwickelten Industrieländern immer noch eine Herausforderung. Das gilt auch für Trinkwasser-Installationen in neu errichteten Wohn- und Bürogebäuden, Hotels, Kliniken, Altersheimen oder Wellness-Einrichtungen. Auf den letzten Metern zum Verbraucher kann innerhalb von Gebäuden das Wasser verunreinigt und biologisch kontaminiert werden. Einfluss auf die Effizienz der Wasserverteilungssysteme im Gebäudebestand haben schadhafte, teilweise mangelhaft gedämmte Rohrleitungen, nicht dokumentierte Umbauten oder Erweiterungen des Trinkwassersystems, nicht gewartete hydraulische Systembestandteile wie statische oder thermische Ventile oder ein fehlender hydraulischer Abgleich des Systems. Daher sollte bereits in der Planung die Anlage möglichst ressourcenschonend ausgelegt werden und im Betrieb sollte die Trinkwasserinstallation als Ganzes genau zu kontrollieren sein. Gerade weitverzweigte und stetig erweiterte Trink- und Warmwasseranlagen sind oft wie ein bunt gemischtes Orchester – es braucht einen zuverlässigen Dirigenten, der sich um die Führung kümmert. Dank neuer digitaler Möglichkeiten kann inzwischen ein Zirkulations-Regelsystem, bestehend aus einem zentralen Steuergerät und vernetzten Spülventilen, die hygienische Reinheit des Wassers sicherstellen, Messwerte und Spülungsprozesse aller Stränge dokumentieren und die Energieeffizienz der Anlage optimieren.



Verschärfte Regeln zum Schutz der Trinkwasserhygiene

Trinkwasser enthält von Natur aus viele Mikroorganismen. Problematisch wird es jedoch erst, wenn sich diese im Rohrleitungssystem stark vermehren und es zu hohen Konzentrationen kommt. In vielen Fällen werden diese erst erkannt, wenn ein Teil der Installation bereits betroffen ist. Bakterien im Trinkwasser gelangen durch die Verteilung in jedes Gebäude und lassen sich als so genannter Biofilm bevorzugt dort in den Leitungen nieder, wo sie genügend Nahrung finden. Grundsätzlich muss also eine übermäßige Vermehrung von Bakterien gestoppt werden. Dabei sind drei Faktoren für das Wachstum entscheidend: Nährstoffe, Temperatur und Zeit.

Viele Wasserverteilungssysteme bergen Risiken, etwa in Bezug auf die Länge, den Verzweigungsgrad, etwaige Stagnationsbereiche in Form von Tottleitungen, den nicht korrekten hydraulischen Abgleich der Zirkulationsleitung sowie Trinkwassertemperaturen zwischen 25 und 55 Grad Celsius. Diese Faktoren begünstigen das Bakterienwachstum und können die Wasserqualität stark beeinträchtigen. Bei herkömmlichen Installationssystemen besteht die Herausforderung darin, dass die Verteilung der Warmwassermengen im gesamten Leitungsnetz mit einem hohen Berechnungsaufwand verbunden und hydraulisch schwer nachvollziehbar ist. Es ist also eine große Aufgabe, das Bakterienwachstum im Trinkwasser durch eine einwandfrei funktionierende Installation auf ein Minimum zu reduzieren und gleichzeitig einen effizienten Betrieb sicherzustellen.

Eine große Chance bietet die Digitalisierung: Sie liefert die technischen Möglichkeiten, die Anlage permanent zu überwachen und hinsichtlich ihres Energieverbrauchs zu optimieren, beispielsweise mittels eines zentralen Steuergerätes und vernetzter, leicht nachrüstbarer Zirkulationsventile. Doch eigentlich fängt wirksamer Trinkwasserschutz schon vor dem Einbau und Betrieb an, nämlich bereits bei der bedarfsgerechten und ressourcenschonenden Auslegung.

Erhalt der Trinkwasserqualität gehört bereits zur Planung

Entscheidende Parameter für hygienisch einwandfreies Trinkwasser sind die passende Materialauswahl, die bedarfsgerechte Dimensionierung der Leitungen und der Warmwasserbereitung, die korrekte Dämmung der Rohrleitungen, hygienische Temperaturniveaus und die richtige Betriebsweise. Eine optimale Anlagenplanung sieht mög-

lichst klein dimensionierte Rohrleitungssysteme vor, die mit strömungsgünstigen Bauteilen und mit geringen Wassermengen in den Rohrleitungen arbeiten. Nur wenn die Installation verbrauchsorientiert geplant und installiert wird, werden die Rohrleitungen und sämtliche Zapfstellen im Idealfall regelmäßig durchspült – wie zum Beispiel bei Ringleitungen. Somit werden Stagnationen und mögliches Bakterienwachstum langfristig vermieden. Eine Voraussetzung für das Rohrmaterial, das in der Trinkwasserinstallation Verwendung finden soll, ist eine möglichst glatte Rohrinneoberfläche. Zum einen ist sie ein Garant für geringere Rohrrei-

bung und die Zulässigkeit entsprechend hoher Fließgeschwindigkeiten, zum anderen bietet eine solche Oberfläche den Mikroorganismen wenig Möglichkeiten, sich anzusiedeln. Außerdem gilt es bei der Auswahl der Materialien darauf zu achten, dass diese keine unerwünschten Nährstoffe in das Trinkwasser abgeben.

Für die Planung und den Betrieb von Trinkwasserinstallationen haben namhafte Vereine und Verbände gemeinsam eine Reihe an Regelwerken erstellt, um Planern und Ausführenden mehr Sicherheit bei der Planung und Erstellung von Trinkwassernetzen im Gebäude zu geben, beispielsweise

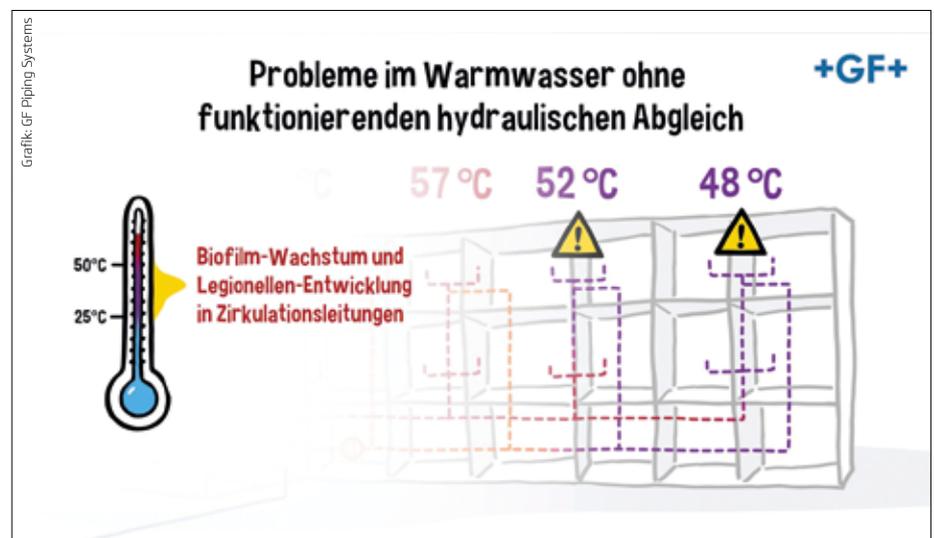


Abbildung 2: Ohne zuverlässigen hydraulischen Abgleich nehmen mikrobiologische Belastungen wie Bakterien, Viren, Pilze und Sporen im Trinkwasserinstallationssystem zu und gefährden die Gesundheit der Bewohner.

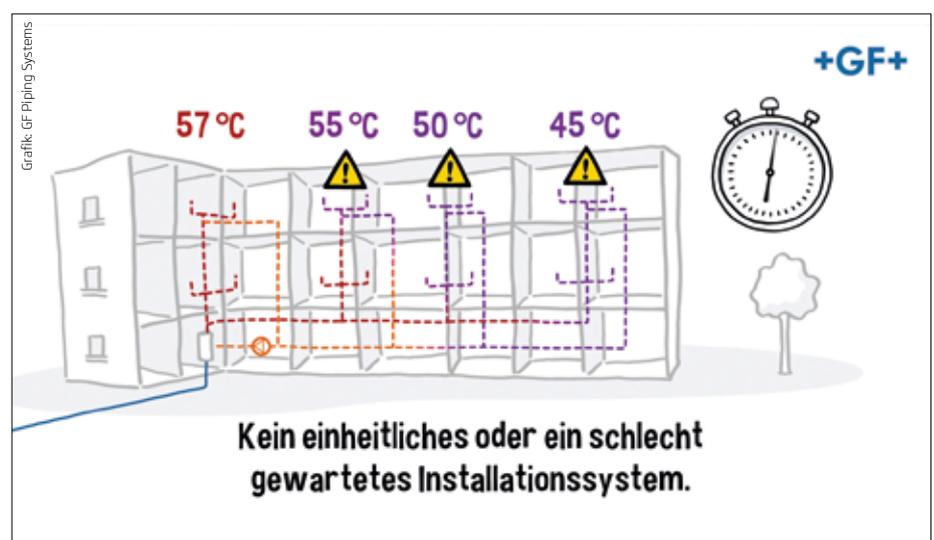


Abbildung 3: Besonders bei weitläufigen Immobilien mit Warmwasser-Verteilssystemen oder großen Liegenschaften mit unregelmäßigem Wasserverbrauch sind inzwischen auch Betreiber bzw. Eigentümer bei der Sicherstellung der Trinkwasserhygiene mehr gefordert.



Tabelle 1: Vorgegebene Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums nach DVGW-Arbeitsblatt W 551

Legionellen (KBE/ml) ¹⁾	Bewertung	Maßnahmen	weitgehende Untersuchung	Nachuntersuchung
> 100	extrem hohe Konzentration	unverzögliche Desinfektion, bzw. Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot; Sanierung ist angezeigt	umgehend	-
> 10	hohe Kontamination	Sanierung ist angezeigt	umgehend	-
≥ 1	Kontamination	keine	innerhalb von 14 Tagen	-
nicht nachweisbar in 1 ml	keine nachweisbare Kontamination	keine	keine	nach 1 Jahr (nach 3 Jahren) ²⁾

¹⁾ KBE = Koloniebildende Einheit

²⁾ Werden bei zwei Nachuntersuchungen im jährlichen Abstand Legionellen in 1 ml nicht nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf maximal 5 Jahre ausgedehnt werden.

Tabelle: DVGW-Arbeitsblatt W 551

se der Verein Deutscher Ingenieure (VDI), der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), der Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung (BTGA) und der Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK). Die Richtlinienwerke VDI/DVGW 6023 „Hygiene in Trinkwasserinstallationen“ geben folgende Rahmenbedingungen vor:

- Wahl der Werkstoffe,
- Einsatz von Produkten mit anerkannten Prüfzeichen,
- Ring- oder Reihenleitungssystem unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens planen,
- maximal möglichen Abstand von Trinkwasserleitungen (kalt) zu Wärmequellen planen,
- in Schächten und abgehängten Decken für ausreichende Dämmung der Trinkwasserleitungen sorgen,
- Solltemperatur über mindestens 55 °C in der Trinkwassererwärmung und -verteilung sicherstellen,
- hydraulischen und thermischen Abgleich im Zirkulationssystem gewährleisten,
- in öffentlichen Gebäuden und größeren Wohngebäuden Probeentnahmeventile vorsehen,
- automatische Spüleinrichtungen in Anlagen vorsehen, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt werden (Schulen, Turnhallen, Kindergärten und Kitas während der Schulferien, Ferienhäuser und Hotels in der Nebensaison, Krankenhäuser),
- Totstränge von bestehenden Anlagen abtrennen und zurückbauen.

Betreiber stärker in der Pflicht

Gemäß der aktualisierten Trinkwasserverordnung ist der Betreiber noch stärker für die ordnungsgemäße Erweiterung, Änderung und Unterhaltung der Trinkwasserinstallation ab dem Hausanschluss verantwortlich -

inklusive einer regelmäßigen Wasserentnahme. Das Regelwerk schreibt beispielsweise vor, eine dreijährliche oder unter bestimmten Voraussetzungen sogar eine jährliche Beprobung des Warmwassers für Großanlagen zu beauftragen, also für Gebäude mit einem Warmwasserspeicher von mehr als 400 Liter. Eine Beurteilung des Untersuchungsergebnisses erfolgt gemäß des Arbeitsblattes W 551 des DVGW (Tabelle 1).

Regelmäßige Beprobungen sind sehr wichtig, denn viele große Liegenschaften sind älter und wurden etappenweise umgebaut, erweitert oder saniert. Oft lassen die Verantwortlichen die alten Leitungen im Keller sanieren, vernachlässigen aber aus

Kostengründen die Steigzonen und die Feinverteilung in die anderen Stockwerke. Es ist aber zu jeder Zeit eine gesamtheitliche Betrachtung der Installation wichtig, um das Bakterienwachstum nicht zu begünstigen.

Trinkwassergüte sichern durch ganzheitliche Betrachtung

Inhaltsstoffe und ungünstige Betriebsbedingungen führen in vielen Installationen zu starken Verkeimungen. Um die Trinkwasserhygiene sicherzustellen, braucht es eine systematische Gesamtbetrachtung der Trinkwasserinstallation im Kalt- und Warmwasserbereich. Entsprechende Maßnahmen lassen sich grob in vier Kategorien einteilen:



Abbildung 4: Es braucht bedarfsgerechte Maßnahmen, um die Trinkwasserqualität langfristig zu erhalten. Diese lassen sich in vier Kategorien einteilen: Prävention, Monitoring, Intervention, Risikobewertung.



Prävention, Monitoring, Intervention, Risikobewertung. Diese hat GF Piping Systems in einem integralen Hycleen 4-Schritte-Hygiene-konzept zusammengefasst.

Folgendes gilt es zu beachten:

1. Eine Trinkwasserinstallation, die durchgängig darauf ausgelegt ist, das Bakterienwachstum zu vermeiden (Prävention):

Dazu gehören Rohrleitungen mit Oberflächen, die Biofilme und andere Ablagerungen verhindern sowie Fittings und Ventile ohne wasserführende Toträume, in denen sich Bakterien ansonsten vermehren könnten. Außerdem sollte auf das konsequente Abtrennen und Entleeren von Totleitungen und ungenutzten Zapfstellen geachtet werden. Das gilt besonders bei großen Gebäuden mit wechselnder Nutzung, beispielsweise bei Krankenhäusern. Genauso wichtig ist das für den sachgemäßen Betrieb von Installationen in Sporthallen oder Kasernengebäuden.

2. Die ständige Überwachung der Trinkwassergüte und der Wassertemperaturen (Monitoring):

Kaltes Trinkwasser sollte immer unter 25 °C liegen, warmes Trinkwasser immer über 55 °C; Legionellen wachsen vor allem im Temperaturbereich dazwischen. Das ist keine Selbstverständlichkeit, weil die Rohrleitungen in Schächten oder Vorwän-

den oft zu eng beieinander liegen oder unzureichend gedämmt sind. Das hat zur Folge, dass sich unerwünscht Wärme überträgt. Daneben gehören selbstverständlich regelmäßige Trinkwasser-Beprobungen und die mikrobiologische Analytik zu den wichtigen Maßnahmen.

3. Ein regelmäßiger Austausch des Wasserinhalts in der Trinkwasserinstallation, damit eventuelle Verkeimungen möglichst niedrig gehalten werden (Intervention):

Wiederkehrendes Spülen des Trinkwassersystems trägt mögliche Ablagerungen hinaus und verhindert die übermäßige Bildung von Biofilmen. Für die chemische Desinfektion ist aggressives und unangenehm riechendes Chlordioxid notwendig, wie es in einigen Ländern noch üblich ist. Moderne Desinfektions-Lösungen auf Basis von Natriumhypochlorit sind dabei eine hochwirksame und umweltschonende Alternative und können sogar im laufenden Betrieb eingesetzt werden.

4. Eine periodische Risikobewertung, die die Trinkwassergüte sicherstellt und die Energie- und Ressourceneffizienz optimiert (Risikobewertung):

Dieser Schritt umfasst den Blick auf veränderte Bedingungen im Gebäude und darauf abgestimmte Maßnahmen, zum Beispiel eine Änderung in der Gebäudenutzung.

Fazit: Chancen der Digitalisierung früh nutzen

Die Umsetzung der trinkwasserrechtlichen Normen und technischen Regeln bleibt ein höchst sensibler Bereich der Gebäudetechnik und sollte besser früher als später in Angriff genommen werden. Auch der Betreiber beziehungsweise Gebäudeeigentümer ist gemäß Paragraph 12 der Trinkwasserverordnung aufgefordert, nachhaltig seine Pflichten zu erfüllen. Um jederzeit eine hohe Trinkwassergüte sicherstellen zu können, braucht es eine systematische Gesamtbetrachtung der Trinkwasserinstallation im Kaltwasser- und Warmwasserbereich. Besonders für weit verzweigte Rohrleitungsinstallationen bietet sich ein digital vernetztes System zur Sanitär-Automation mit zentral steuerbaren Zirkulationsventilen an, beispielsweise das Hycleen Automation System von GF Piping Systems. Als Dirigent übernimmt die Technik die Steuerung der Anlage und unterstützt mit zahlreichen Funktionen die Kontrolle und Umsetzung der Maßnahmen in den Bereichen Prävention, Monitoring, Intervention und Risikobewertung.

Damit ist auch eine detaillierte Überwachung der Temperaturen möglich, auch in den Steigzonen. Basierend darauf lässt sich dauerhaft die Warmwassertemperatur senken, die zum Beispiel der Warmwasserspeicher erzeugen muss. Das ist energieeffizienter, als das Wasser im gesamten System aufgrund eines schlechten, beziehungsweise nicht ausreichenden hydraulischen Abgleichs durch überhöhte Temperaturen im Speicher auf einem sicheren Niveau zu halten. Dank einer zentralen Regeleinheit können alle eingebauten Ventile programmiert, gesteuert und permanent ausgewertet werden.

In nicht vollständig bekannten Installationsnetzen können auch Fehler in einzelnen Strängen der Warmwasser- und Zirkulationsleitungen nachträglich aufgedeckt und schrittweise beseitigt werden. Der mit der Digitalisierung einhergehende technologische Fortschritt bietet viele spannende Möglichkeiten, um zukünftig Trinkwasser-Installationen hinsichtlich Energieeffizienz und Hygiene weiter zu optimieren. ◀

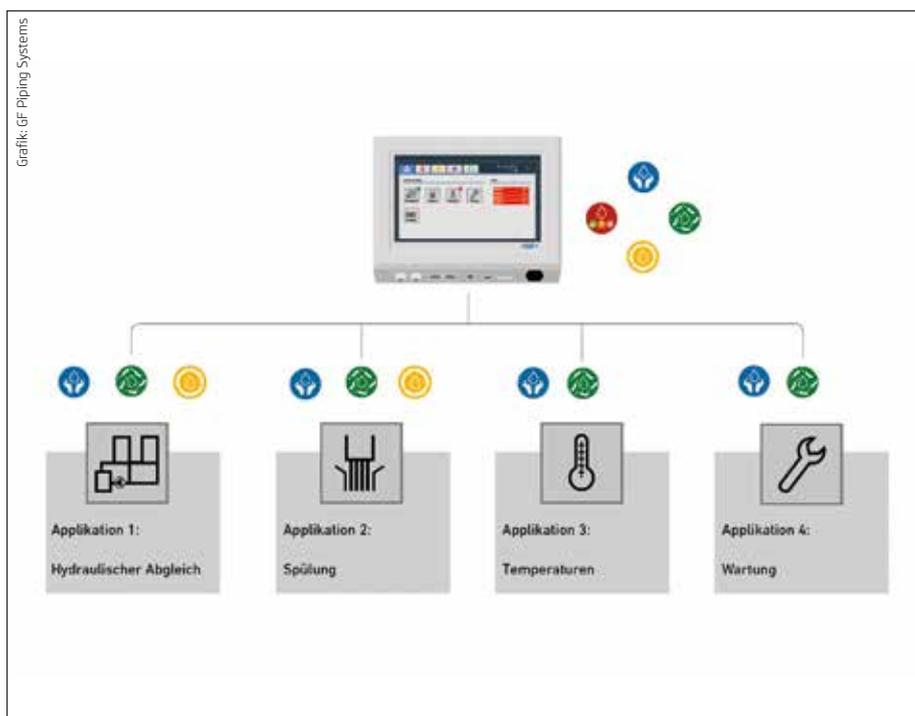


Abbildung 5: Mit vorinstallierten und zusätzlich ergänzbaren Applikationen lassen sich die Trinkwasserhygiene-Maßnahmen dank Softwareunterstützung größtenteils automatisieren.



Funksysteme statt Kabel – für signifikante energetische und wirtschaftliche Vorteile



Dr. Alexander Hoh,
Leiter Forschung
& Entwicklung,
TROX GmbH,
Neukirchen-Vluyn

40 Prozent des Energieverbrauchs in Deutschland entfallen auf Gebäude, ein erheblicher Anteil davon auf Nichtwohngebäude. Durch bedarfsgerechten Betrieb der Lüftungsanlagen, die sich mit Hilfe von intelligenten Automationssystemen jederzeit an die Bedürfnisse des Nutzers anpassen, können hohe Energiemengen eingespart und ein Beitrag zur Treibhausgasminderung geleistet werden (Abbildung 2).

In Deutschland sind derzeit etwa 600.000 raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) in Betrieb, doch die wenigsten arbeiten be-

darfsorientiert und damit effizient. 50 bis 70 Prozent der Systeme werden suboptimal betrieben, wie eine Untersuchung der RWTH Aachen zeigt.¹ Intelligente Systeme

ermitteln anhand von Sensoren die Raumbelegung sowie -konditionen in Echtzeit und passen den Volumenstrom entsprechend an. Dies reduziert die energetischen Aufwän-

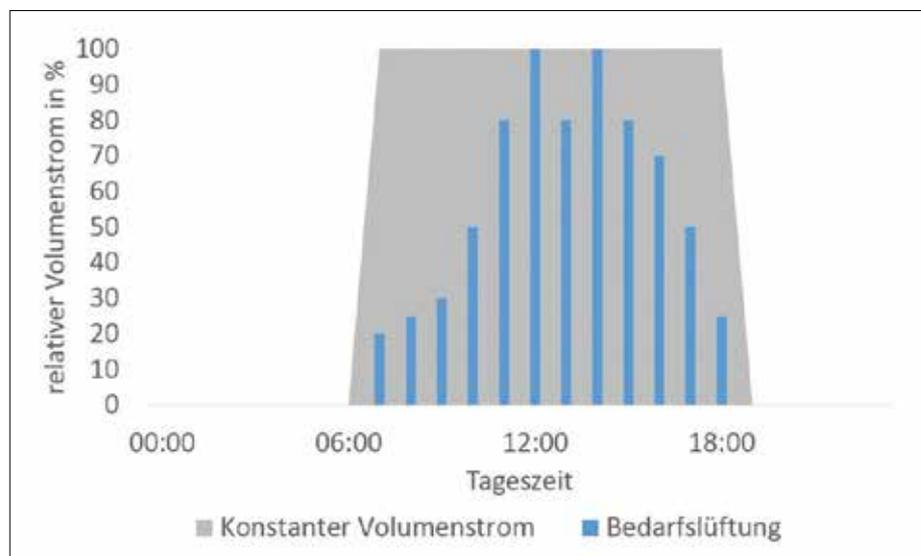


Abbildung 2: Energetische Vorteile durch Anpassung des Volumenstroms an die Raum- und Gebäude-nutzung

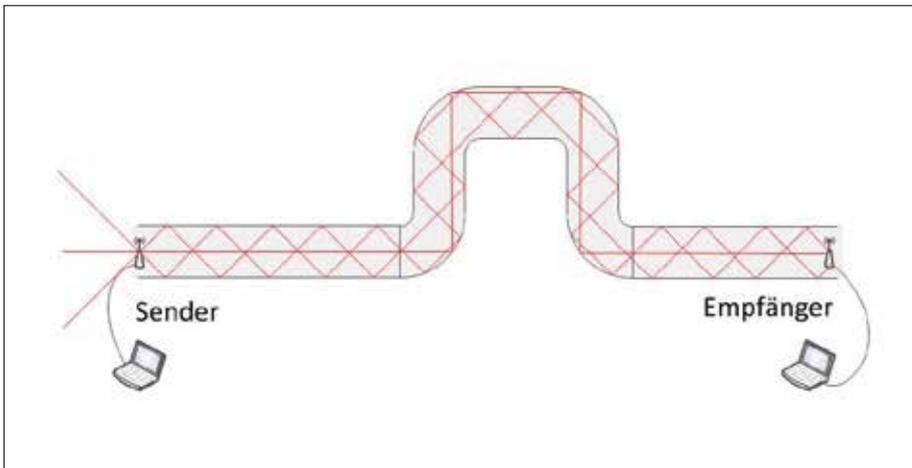


Abbildung 3: Bündelung der Funkwellen in der Luftleitung durch Reflexion

de ohne Einbußen hinsichtlich Komfort und Luftqualität.

Der signifikanten Ersparnis durch solche Systeme stehen in Bestandsbauten jedoch hohe Kosten durch die aufwendige Installation von zusätzlichen Verkabelungen für die notwendigen Datenverbindungen entgegen. Informationen müssen schließlich an den Punkt gebracht werden, an dem sie auch gebraucht werden. In manchen Gebäuden ist eine nachträgliche Verdrahtung gar nicht möglich.

Viele Gebäude aus den 1960er-, 1970er- und 1980er-Jahren verfügen über eine sehr gute Bausubstanz. Doch ihre Lüftungs- und Klimatechnik ist veraltet und arbeitet weit aus energieintensiver als es nach dem modernsten Stand der Wissenschaft notwendig wäre.

Nutzung des Luftleitungsnetzes zur Informationsübertragung per Funk

Unter dem Namen „RadioDuct“ entwickelte TROX in enger Kooperation mit den Projektpartnern FH Aachen, RWTH Aachen und der BFT Planung GmbH Komponenten und einen Sanierungsleitfaden für Gebäude, in denen eine energetische Optimierung oder ein bedarfsabhängiger Betrieb aufgrund von räumlichen oder wirtschaftlichen Faktoren begrenzt oder nicht möglich ist. Das Ergebnis ist eine funkbasierte Regelung für raumluftechnische Anlagen, die insbesondere in Bestandsgebäuden leicht nachzurüsten sein wird.

Die Grundidee war, dass die Hohlleitereigenschaft der Luftleitungen durch Bündelung und Reflexion der elektromagnetischen Wellen sehr viel höhere Reichweiten ermöglicht, als es durch Gebäudeteile sonst möglich wäre. Damit überbrückt ein Funksignal große Distanzen und kann selbst dort einge-

setzt werden, wo Kabelverbindungen unmöglich oder nicht wirtschaftlich sind.

Somit sind nur verhältnismäßig wenig Eingriffe nötig, um unzeitgemäße Systeme unter Nachhaltigkeitsaspekten zu erneuern. Vorhandene Lüftungsleitungen können genutzt, bestehende Einbauten und Möblierungen erhalten bleiben.

In der Hauptverwaltung der TROX GmbH am Stammsitz in Neukirchen-Vluyn wurde eine entsprechende Versuchsanlage installiert. In dem Verwaltungsgebäude ist dank zu überbrückender Geschosse und baulicher Besonderheiten die Integration der funkbasierten Regelung unter optimalen Forschungsbedingungen möglich. Zugleich können aufgrund vorhandener Vergleichswerte die Funktions- und Einsparmöglichkeiten transparent dargelegt werden.

Als nächste Stufe ist bereits die Erweiterung der funkbasierten Regelung auf zusätzliche Komponenten innerhalb einer Zone geplant, sodass auch hier auf eine Datenleitung in Zukunft verzichtet werden kann.

Ein Patent ist bereits erteilt. Um die Funktion und die Effizienz des Systems zu dokumentieren und die Effektivität nachzuweisen, wurde ein anwendungsorientiertes Forschungsprojekt gestartet, das aus dem „Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)“ gefördert wird. Bereits jetzt zeigt sich, dass drei positive Effekte erzielt werden können:

1. Modernisierungseffekt: Mehr intelligente Klima- und Lüftungssysteme werden wirtschaftlich.
2. Nachhaltigkeitseffekt: Vorhandene Systemkomponenten werden weitergenutzt. Bei einer Modernisierung können nicht nur viele Regelbausteine aus den kabelgebundenen Komponenten weiterverwendet werden, auch die Integration der Steu-

erelemente und der Funkkomponenten werden in bestehende Luftleitungen eingebracht.

3. Klimaeffekt: Mehr moderne Anlagen senken den CO₂-Ausstoß.

Fazit

Etwa 21 TWh Strom werden zur Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden in Deutschland eingesetzt. Bedarfsorientierte Regeltechnik führt nachweislich zu hohen Energieeinsparungen. Um durchschnittlich 30 Prozent kann der Energieaufwand für Lüftung und Klimatisierung eines Gebäudes mithilfe moderner Systeme reduziert werden. Viele Gebäude, die bislang gar keine oder nur eine veraltete Lüftungs- und Klimatechnik besaßen, können dank der funkbasierten Regelung „RadioDuct“ nachgerüstet und klimafreundlicher betrieben werden. ◀



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

¹ Fütterer, J.; Schild, T.; Müller, D.: Gebäudeautomations-systeme in der Praxis, Whitepaper RWTH-EBC 2017-001, Aachen 2017.

Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen - Abwärmenutzung oder Erneuerbare Energie

Solange die Diskussion um Erneuerbare Energien im Gebäudebereich andauert, werden Definitionen und Anrechenbarkeit in verschiedenen technischen Normen und gesetzlichen Regelungen diskutiert. Meist werden einzelne Technologien spezifiziert und deren regenerativer Beitrag bewertet. Praktisch jedes Dokument definiert etwas anderes und es gibt keine einheitliche Vorgehensweise, insbesondere nicht im Bereich der Klima- und Lüftungstechnik. Dieser Beitrag zeigt die Unterschiede zwischen Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung auf und definiert den erneuerbaren Anteil der Wärme- und Kälterückgewinnung in Lüftungsgeräten. Eine Definition der Erneuerbaren Energien auf der Grundlage eines Primärenergieansatzes würde eine völlig technologieneutrale Berechnung der Anteile der Erneuerbaren Energien ermöglichen und die notwendigen regulatorischen Methoden und Definitionen vereinfachen.



Dipl.-Ing.
Claus Händel,
technischer Referent,
FGK e.V.
Bietigheim-Bissingen

1. Rechtlicher Rahmen

Die wichtigsten rechtlichen Grundlagen für Erneuerbare Energien in Europa und Deutschland sind:

- die Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und
- die Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des 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.

Diese Rahmenverordnungen werden durch nationale Regelungen zur Förderung Erneuerbarer Energien in den Mitgliedstaaten umgesetzt, ergänzt und unterstützt. In Deutschland geschieht das zum Beispiel durch:

- das Gesetz zur Förderung der Erneuerbaren Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG),
- Landesgesetze wie das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) in Baden-Württemberg,

- Energieeinsparverordnung (EnEV) und in Zukunft durch das
- Gebäudeenergiegesetz (GEG).

Beispielhaft seien die Definitionen aus der EPBD 2018/2001/EU genannt:

- (1) ‚Energie aus erneuerbaren Quellen‘ oder ‚erneuerbare Energie‘ Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Energiequellen, das heißt Wind, Sonne (Solarthermie und Photovoltaik), geothermische Energie, Umgebungsenergie, Gezeiten-, Wellen- und sonstige Meeresenergie, Wasserkraft, und Energie aus Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas;
- (2) ‚Umgebungsenergie‘ natürlich vorkommende thermische Energie und in der Umwelt innerhalb eines begrenzten Gebiets angesammelte Energie, die in der Umgebungsluft, mit Ausnahme von Abluft, oder in Oberflächengewässern oder Abwässern gespeichert sein kann;
- (9) ‚Abwärme und -kälte‘ unvermeidbare Wärme oder Kälte, die als Nebenprodukt in einer Industrieanlage, in einer Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und die ungenutzt in Luft oder Wasser abgeleitet werden würde, wo kein Zugang zu einem Fernwärmesystem oder einem Fernkältesystem besteht, in dem ein Kraft-Wärme-Kopplungsprozess genutzt wird, genutzt werden wird oder in dem Kraft-Wärme-Kopplung nicht möglich ist.“

Die Beschränkung auf die Umgebungsenergie (Luft) in Absatz 2 ist nicht verständlich, da die Abluft beim Verlassen des Gebäudes oder der Maschine sofort zur Außenluft wird. Auch die Definition von Abwärme und Kälte in Absatz 9 ist schwer verständlich und hat keinerlei physikalische Grundlage.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Definitionen und die Quoten zur Erfüllung rein politisch festgelegt sind und bei jeder Überarbeitung neu bearbeitet werden müssen.

Es gibt keine gemeinsame Definition von Erneuerbarer Energie und Abwärme. Insbesondere wird auch die Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen unterschiedlich behandelt und berücksichtigt. Sie wird:

- in EU-Festlegungen ausgeschlossen,
- in Bundesgesetzen und Verordnungen als Abwärmenutzung und Ersatzmaßnahme behandelt und nicht in der Statistik gezählt,
- in beispielsweise in Baden-Württemberg je nach Anwendung „Wohnen“, „Tertiär“, „Gewerbe“, „Prozess“ usw. als Abwärmenutzung behandelt.

Besonders diffus und verwirrend sind die Definitionen bei Kältemaschinen. So wird die Wärmequelle „Außenluft“ bei Wärmepumpen angerechnet, die Wärmesenke „Außenluft“ bei der gleichen Maschine im Kühlbetrieb aber nicht. Primär- und endenergetisch ineffiziente thermische Kältemaschinen (Ab-, Adsorption etc.) werden angerechnet, wenn die Wärme regenerativ ist - Kompressionskältemaschinen mit viel besserer Effizienz nicht. Die im Folgenden unterbreiteten Vorschläge beschränken sich auf gebäudebezogene Energien für Heizung, Kühlung, Lüftung. In der europäischen Verordnung ist ein Bewertungsansatz enthalten, der eine technologieneutrale Bewertung ermöglichen würde, wenn er konsequent weiterverfolgt würde.

Die Menge der durch Wärmepumpen gebundenen aerothermischen, geothermischen oder hydrothermischen Energie, die für die



Zwecke dieser Richtlinie als Energie aus erneuerbaren Quellen betrachtet wird, wird nach folgender Formel gemäß Anhang VII berechnet:

Gleichung 1:

$$E_{RES} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

Dabei sind:

Q_{usable} : die durch Wärmepumpen erzeugte gesamte Nutzwärme; nur Wärmepumpen mit $SPF > 1,15 \cdot 1/\eta$, werden berücksichtigt;

SPF: der geschätzte jahreszeitbedingte Leistungsfaktor für diese Wärmepumpen;

H: das Verhältnis zwischen der gesamten Bruttoelektrizitätsproduktion und dem Primärenergieverbrauch für die Elektrizitätsproduktion; sie wird als EU-Durchschnitt auf der Grundlage von Eurostat-Daten berechnet.

Nach der Richtlinie 0 beträgt der Systemwirkungsgrad für elektrische Wärmepumpen $\eta_{is} = 0,45$ und für thermische Wärmepumpen $\eta_{is} = 1,0$. Der Mindest-SPF für elektrische Systeme beträgt 2,55 und für thermische Systeme 1,15.

Die folgende Gleichung besagt nichts anderes als: Wenn die auf Primärenergie bezogene Arbeitszahl größer als 1,15 ist, dann kann dieser Energieanteil als Erneuerbare Energie angerechnet werden.

Gleichung 2:

$$SPF \cdot \eta = \frac{SPF}{f_{pri}} = COP_{pri} = SPF_{pri} > 1.15$$

Oder mit anderen Worten ausgedrückt: Wenn 15 Prozent mehr Nutzenergie von einer Maschine genutzt werden, als Primärenergie in diese Maschine gesteckt wird, dann ist das ein Beitrag zu Erneuerbaren Energien. Diese 15 Prozent sind vermutlich ein gewisser Sicherheitszuschlag für die Technologie.

2. Wärmerückgewinnung vs. Abwärmenutzung

I. Allgemein

Die Wärmerückgewinnung wird, wenn sie überhaupt anrechenbar ist, in der Regel als Abwärmenutzung behandelt. Es ist aber anzumerken, dass es physikalische Unterschiede zwischen der Abwärmenutzung und der Wärmerückgewinnung (in Lüftungsanlagen) gibt. Die folgenden Beispiele sollen dies verdeutlichen.

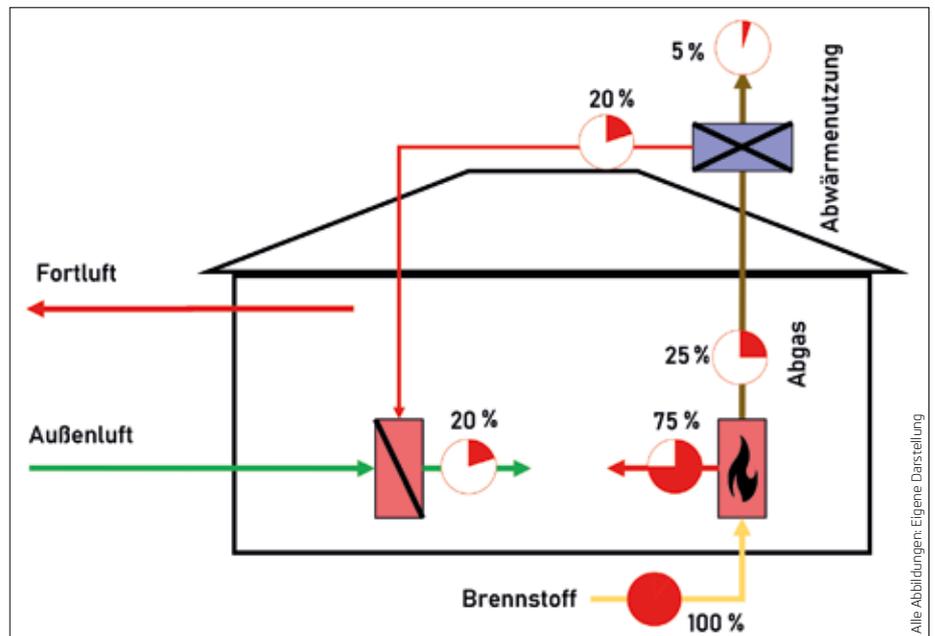


Abbildung 1: Beispiel Abwärmenutzung mit einem Kessel

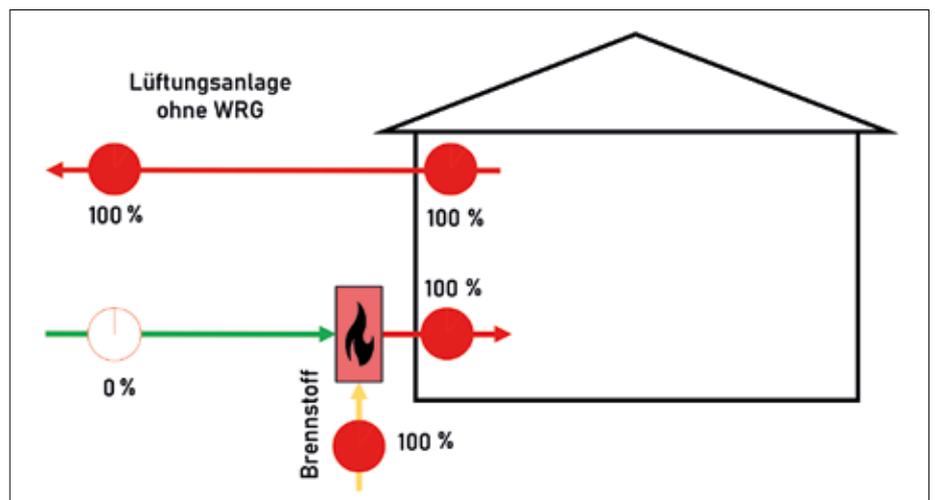


Abbildung 2: Beispiel Lüftungsgerät ohne Wärmerückgewinnung

II. Abwärmenutzung

Wird das Gebäude mit einem fossilen Kessel beheizt (Abbildung 1), dann stehen in diesem Beispiel vielleicht nur 75 Prozent für die Heizung zur Verfügung, 25 Prozent gehen über den Abgasstrom nach außen. Über einen Abgaswärmeübertrager werden bei einer Effizienz der Abwärmenutzung von vielleicht 80 Prozent etwa 20 Prozent der im Kessel eingesetzten Energie zurückgewonnen. Dementsprechend gehen nur 5 Prozent der Energie mit dem Abgas nach außen.

Dies ist eine Abwärmenutzung aus einem Verbrennungsprozess für ein Gebäude. Die Abwärme kann nur ein einziges Mal genutzt werden – genau wie die Energie des Brennstoffs. Analoges gilt selbstverständlich auch für den Brennwert.

III. Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage

Wird nun die Wärmeerzeugung vereinfacht, und wird nur die Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung betrachtet, dann geht die gesamte Wärme der Heizung (gegebenenfalls einschließlich der Abwärmenutzung, Abbildung 1) durch die Abluft verloren (Abbildung 2).

Mit einer Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage wird die anteilige Wärme nun wieder in den Kreislauf zurückgeführt.

Die Installation einer Wärmerückgewinnungsanlage (in unserem Beispiel 50 Prozent, Abbildung 3) reduziert den Wärmebedarf ebenfalls um 50 Prozent. Das bedeutet, dass in einem ersten Schritt aus 1 kWh Input 0,5 kWh zurückgewonnen werden.

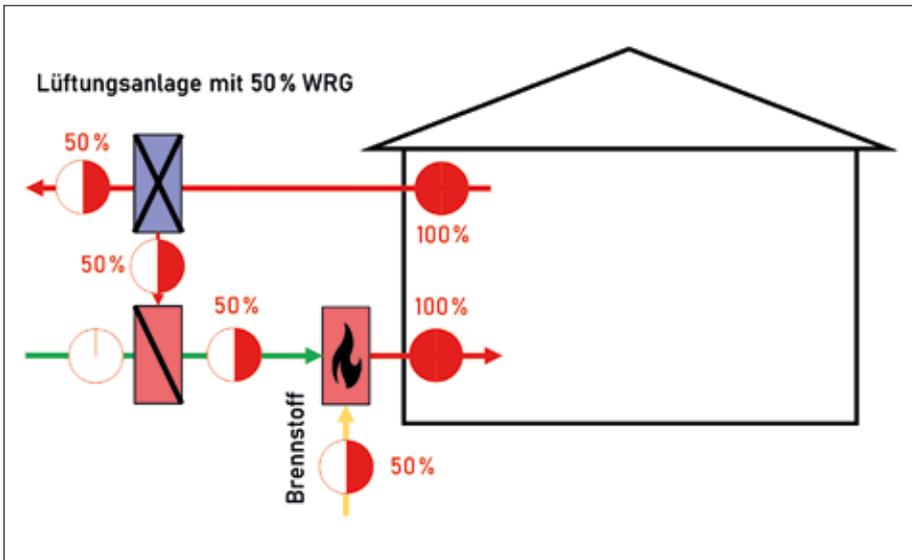


Abbildung 3 : Beispiel Lüftungsgerät mit 50 Prozent Wärmerückgewinnung

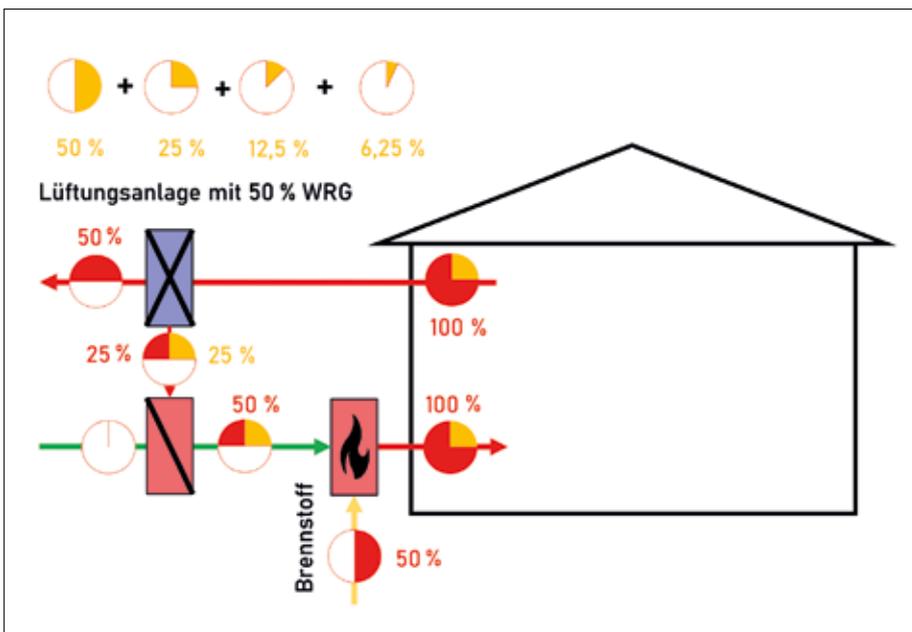


Abbildung 4 : Beispiel Lüftungsgerät mit 50 Prozent Wärmerückgewinnung

Im Fall der Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage ist die zurückgewonnene Wärme nun wieder im Kreislauf und steht für eine erneute Wärmerückgewinnung zur Verfügung. Ein Teil der zurückgewonnenen Energie regeneriert sich dabei immer wieder selbst und bleibt im Kreislauf (Abbildung 4). Per Definition ist dieser Anteil Erneuerbare Energie.

Wird eine Wärmerückgewinnung mit 100 Prozent Effizienz unterstellt, würde die gesamte Energie in jedem Zeitschritt zurückgewonnen und wieder zurückgewonnen werden – sie würde sich ständig selbst erneuern. Das ist per Definition Erneuerbare Energie.

Dieser Prozess kann durch eine unendliche Reihe modelliert werden:

Gleichung 3:

$$Q_{\text{nutzbar}} = Q_{\text{End}} + Q_{\text{End}} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots \right)$$

Die beim ersten Mal eingesetzte Energie wird also anteilig der Wärmerückgewinnung in jedem Zeitschritt erneut zurückgewonnen.

IV. Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien in der Wärmerückgewinnung

Basierend auf den in Kapitel 1 gemachten Angaben in Analogie zur Wärmepumpe und

unter Verwendung der allgemeinen Gleichung für eine konvergierende geometrische Reihe n und dem Temperaturverhältnis der Wärmerückgewinnung η_r [0.. 100%]:

Gleichung 4:

$$S_n = \sum_{k=1}^n a \times q^{k-1} = a + a \times q + a \times q^2 + \dots + a \times q^{n-1} = a \times \frac{(1-q^n)}{(1-q)}$$

Die nutzbare Energie für die Wärmerückgewinnung aus der eingesetzten Endenergie wird wie folgt berechnet:

Gleichung 5:

$$Q_{\text{nutzbar}} = Q_{\text{End}} \times \frac{(1-\eta_r^n)}{(1-\eta_r)}$$

Oder sie wird in Analogie mit einer Wärmepumpe ausgedrückt in COP und für einen kontinuierlichen Betrieb als Grenzwert für unendliche Periodenanzahl:

Gleichung 6:

$$\frac{Q_{\text{nutzbar}}}{Q_{\text{End}}} = \text{COP} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(1-\eta_r^n)}{(1-\eta_r)} \right) = \left(\frac{1}{1-\eta_r} \right)$$

Typischerweise ist eine Heizung in Lüftungsanlagen (einschließlich Wärmerückgewinnung) so ausgelegt, dass sie Lüftungsverluste abdeckt. Raumheizsysteme sind so konzipiert, dass sie die Transmission abdecken – Infiltration plus Lüftungsverluste, die nicht durch Wärmerückgewinnung gedeckt werden.

Wird die Anlage nicht kontinuierlich betrieben, beispielsweise Stopp der Lüftungsanlage in der Nacht, gibt es keine Lüftungsverluste in der Nichtbetriebszeit – nur Infiltration- und Transmissionsverluste. Wenn die Lüftungsanlage am Morgen wieder startet, beginnt sie bezogen auf die Lüftung genau an der Stelle, an der sie am Abend aufgehört hat. Generell kann die Belüftung also als ein kontinuierlicher Prozess gesehen werden und Gleichung 6 kann verwendet werden.

Unter Verwendung der Gleichung 1 ergibt sich:

Gleichung 7:

$$Q_{\text{usable}} = Q_{\text{end}} + Q_{\text{RES}}$$

Für die Erneuerbare Energie der Wärmerückgewinnung ergibt sich:

Gleichung 8:

$$Q_{\text{RES}} = Q_{\text{usable}} - Q_{\text{end}}$$

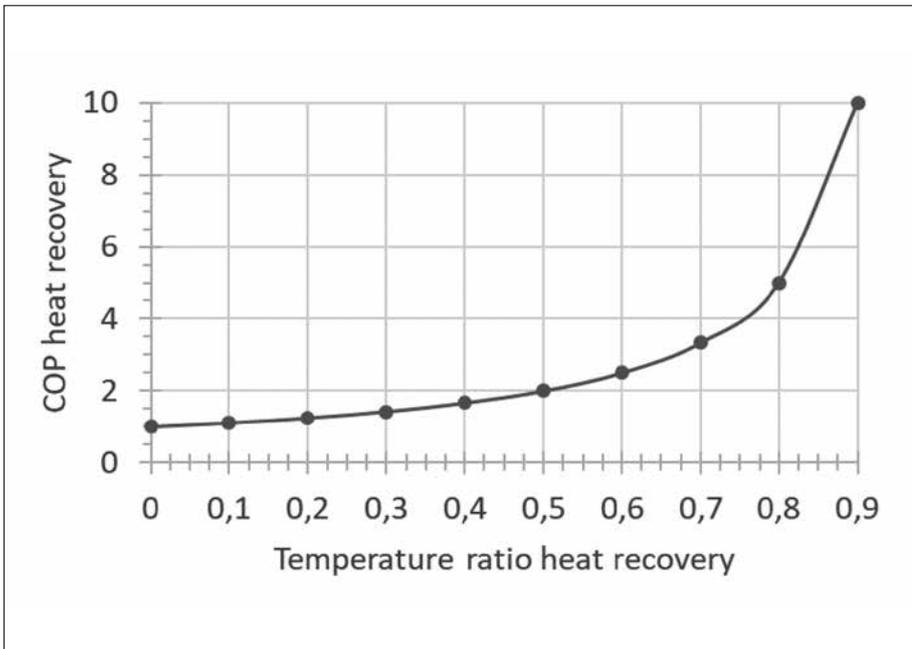


Abbildung 5 : Thermischer COP einer Wärmerückgewinnungsanlage

Und mit Gleichung 5 ergibt sich:

Gleichung 9:

$$Q_{RES,HR} = Q_{usable,WRG} \cdot \left(1 - \frac{1}{COP}\right)$$

Und mit Gleichung 6 ergeben sich:

Gleichung 10 und 11:

$$Q_{RES,HR} = Q_{usable,HR} \cdot \eta_t$$

$$Q_{Waste,HR} = Q_{usable,HR} \cdot (1 - \eta_t)$$

Die Gleichungen 10 und 11 zeigen, dass bei Wärmerückgewinnungssystemen in Lüftungsanlagen immer ein Anteil Erneuerbare Energie existiert, der sich selbst regeneriert. Außerdem gibt es einen Anteil Abwärmenutzung des Heizgerätes oder anderer interner Wärmequellen.

Diese Berechnungen berücksichtigen nicht, dass es andere erneuerbare Wärmequellen im belüfteten Gebäude geben könnte, beispielsweise passive solare Gewinne, Wärmeabgabe durch Menschen oder erneuerbare Heizsysteme, die den erneuerbaren Anteil der Wärmerückgewinnung erhöhen, indem auch diese Quellen wieder zurückgewonnen werden.

V. Kälterückgewinnung

Die Kälterückgewinnung folgt genau dem gleichen Prinzip und kann auf die gleiche Weise bewertet werden. Auch für die Be- und Entfeuchtung kann der gleiche Ansatz basierend auf den Leistungsdaten der Feuchte- und Enthalpie-Rückgewinnung verwendet werden.

VI. Beispiele

Die in Kapitel IV gemachten Angaben gelten zunächst nur für eine sensible Wärmerückgewinnung und die Transportenergie für den Luftstrom wurde nicht berücksichtigt. Das soll im folgenden Kapitel nachgeholt werden. Für das prinzipielle Verständnis war das notwendig.

Bei Verwendung von Gleichung 6 für typische Wärmerückgewinnungssysteme nach der Ökodesign-Verordnung 1253/2014 (Kreislaufverbundsysteme $\eta_{t,min} = 0,67$ und

andere $\eta_{t,min} = 0,73$), oder etwas besser, findet sich ein thermischer COP von 3...5. Dieser liegt im gleichen Bereich wie die elektrische Leistungszahl einer Wärmepumpe (Abbildung 5).

3. Primärenergiebasierter Ansatz I. Allgemeine Aspekte

Der Ansatz in Kapitel 2 berechnet die erneuerbare thermische Energie einer Wärmerückgewinnung, deckt aber nicht alle notwendigen energetischen Aspekte ab. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung benötigt elektrische Energie für den Lufttransport und gegebenenfalls für Pumpen und Antriebe. Je nach Wärmerückgewinnung und Außenbedingungen wird zusätzliche thermische Energie benötigt. Thermische und elektrische Energie können nicht einfach addiert werden, also muss zu einem primären Energieansatz übergegangen werden.

Für das Beispiel Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann ein COP auf Basis der Primärenergie definiert werden:

Gleichungen 12 und 13:

$$COP_{pri,HR} = \frac{Q_{usable,HR}}{Q_{Waste,HR} \cdot f_{heat} + Q_{trans} \cdot f_{elec}}$$

$$Q_{usable,HR} = Q_{Waste,HR} + Q_{RES,HR}$$

Ein primärenergiebasierter COP ist ein hilfreicher Indikator, um zu entscheiden, ob ein System einen Beitrag zu Erneuerbaren Energien liefert oder nicht. Ist der $COP_{pri} > 1$, bedeutet das, dass das System mehr nutzbare

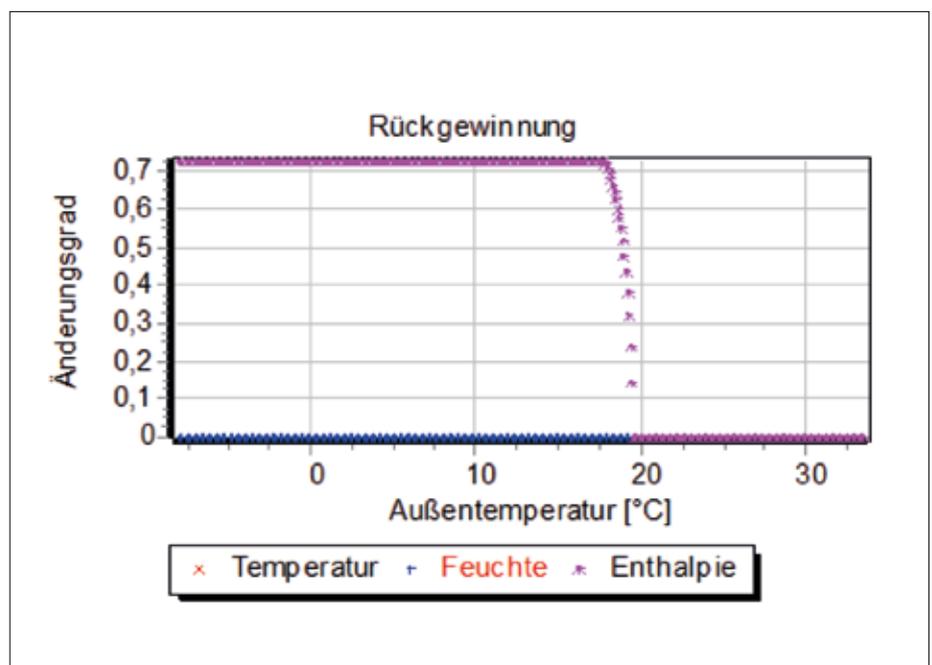


Abbildung 6: Stunden-Temperaturverhältnis der Wärmerückgewinnung Zulufttemperatur 20°C (Frankfurt)



Energie erzeugt, als es Primärenergie benötigt. Nichts anderes ist die Mindestanforderung der EU Verordnung [1] für Wärmepumpen mit einem Schwellenwert von 15 Prozent bezogen auf die elektrische Energie in Gleichung 1.

Mit den Gleichungen aus Kapitel 2 ergibt sich Gleichung 14:

Gleichungen 14:

$$COP_{pri,HR} = \frac{1}{\eta_t \cdot f_{heat} + \frac{Q_{trans}}{Q_{useable,HR}} \cdot f_{elec}}$$

Wärmerückgewinnungssysteme müssen über ein thermisches Regelsystem verfügen. Das bedeutet, dass in Abhängigkeit von den benötigten Zulufttemperaturen und den klimatischen Bedingungen das mittlere Temperaturverhältnis im Betrieb niedriger ist als das Auslegungstemperaturverhältnis (Abbildung 6). Für die Berechnung des Anteils Erneuerbarer Energien kann vereinfacht das durchschnittliche (gewichtete) Temperaturverhältnis für die Wärmerückgewinnung im Betrieb verwendet werden – selbstverständlich auch die jeweiligen Stundenwerte der Simulation).

II. Beispiele

Die folgenden vereinfachten Beispiele zeigen die Möglichkeiten des primärenergiebasierten Ansatzes. Betrachtet wird ein Lüftungsgerät nach EU 1253/2014 Stufe 2:

- V = 10.800 m³/h = 3 m³/s,
- Ventilatoren inklusive Filter, Wärmerückgewinnung, Gehäuse
 $P_{el} = 800 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s}) \cdot 3 \text{ m}^3/\text{s} = 2.400 \text{ W}$
 $P_{SUP} = 1.400 \text{ W}$ und $P_{EXT} = 1000 \text{ W}$,

- Temperaturverhältnis der Wärmerückgewinnung 0,73,
- Primärenergiefaktor Wärme $f_{pri,Wärme} = 1,0$ ($\eta = 1$),
- Primärenergiefaktor Strom $f_{pri,elec} = 2,2$ ($\eta = 0,45$),
- Zulufttemperatur und Raumtemperatur min 20 °C (keine Kühlung),
- 8760 h Betrieb.

Die stündliche Simulation (Tabelle 1) für die verschiedenen Parameter und Standorte zeigt, dass der COP_{pri} der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in den nord- und südeuropäischen Ländern bei etwa 2 bzw. 1,5 liegt (Tabelle 1, Spalte 3-6). Der Ventilatorstromverbrauch auf Basis ErP 1253/2014 beinhaltet nicht den zusätzlichen Bedarf für den Transport innerhalb des Gebäudes oder zusätzlicher Komponenten. Das entspricht aber auch dem Grenzwert für die Wärmepumpen nach [3].

Selbst wenn ein zusätzlicher Transportenergiebedarf durch Verdoppelung der Ventilatorleistung berücksichtigt wird, liegt der COP_{pri} immer noch bei 1,33 (Variante 3, Tabelle 1).

Wird dieser Wert beispielsweise mit einer Wärmepumpe mit COP=3,5 und mit $f_{pri,elec} = 2,2$ ($\eta=0,45$) verglichen, liegt der COP_{pri} bei 1,59 und im gleichen Bereich.

IV. Andere erneuerbare Technologien

Der Primärenergieansatz kann auch als Grundlage für die Bestimmung des regenerativen Anteils bei anderen Technologien verwendet werden:

- Kälteerzeugung,
- Kühlung und Enthalpie-Rückgewinnung,

- Freie Kühlung mit Kühltürmen,
- Verdunstungskühlung,
- Solaranlagen und
- jede Kombination daraus.

Wird die Gleichung 12 verallgemeinert, ergibt das Gleichung 15:

Gleichungen 15:

$$COP_{pri} = \frac{\sum Q_{nutz}}{\sum(Q_f \cdot f_{pri,f}) + \sum(W_f \cdot f_{w,f})}$$

- Q_{nutz} : Nutzenergie des Erzeugers
- Q_f : Endenergiebedarf des Erzeugers
- W_f : Hilfsenergiebedarf des Erzeugers
- f : Primärenergiefaktor für jede betrachtete Endenergie

Ein politischer Steuerungsaspekt wird durch die individuellen Primärenergiefaktoren für jede betrachtete Energie vollständig umgesetzt. Wird zusätzlich beispielsweise ein erneuerbarer Anteilfaktor r (Gleichung 16) eingeführt, ergibt sich eine einfache Messgröße für den erneuerbaren Anteil. Wenn der Faktor r positiv ist ($COP_{pri} > 1$), dann ergibt sich ein erneuerbarer Beitrag und wenn der Faktor r negativ ist ($COP_{pri} < 1$), ergibt sich kein erneuerbarer Anteil.

Gleichung 16:

$$r = \frac{E_{RES}}{Q_{usable}} = \left(1 - \frac{1}{COP_{pri}}\right)$$

Die Beispiele in Tabelle 2 zeigen einige vereinfachte Ansätze für verschiedene Technologien und sollen nur dazu dienen, die Möglichkeiten aufzuzeigen. Wie in der Verordnung [1] ausgeführt, arbeitet der Primär-

Tabelle 1: Beispielrechnung für den erneuerbaren Beitrag der Lüftungswärmerückgewinnung

1	2	3	4	5	6	3a
Klimazone		Frankfurt	Helsinki	Barcelona	Athen	Frankfurt
Betriebszeit [h]		8760	8760	8760	8760	8760
Temperaturverhältnis η		0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
$PSFP_{ges}$ [W/(m ³ /s)]		800	800	800	800	1600
durchschnittliches Temperaturverhältnis η_{nav}	Sim	0.716	0.721	0.705	0.704	0.698
COP	(6)	3,52	3,58	3,39	3,39	3,31
$Q_{verwendbar,HR}$ (kWh)	Sim	203,045	331,519	119,818	129,781	206,366
$Q_{ren,Hitze}$ (kWh)	(9)	145,380	239,025	84,472	91,366	144,043
$Q_{nicht r,hessen}$ (kWh)	(12)	57,665	92,494	35,346	38,415	62,323
Elec. Ventilatoren [kWh]	Sim	21,024	21,024	21,024	21,024	45,550
COP_{pri,WRG,Wärme,reg}	(13)	1.954	2.389	1.468	1.533	1.333
REG	(16)	49%	58%	32%	35%	25%



Tabelle 2: Vereinfachte Beispielrechnung für den erneuerbaren Beitrag verschiedener Technologien

	Q _{outg}	Q _f	ζ	zu Preisen von...	W	COP / EER	f _w	COP _{Pri}	REG
Die Wärmeerzeugung									
Luft-Wasser-Wärmepumpe	10000			1	2800	3,57	2,2	1,62	38 %
Wasser/Wasser-Wärmepumpe	10000			1	2500	4,00	2,2	1,82	45 %
Solarer Warmwasserbereiter	3000			1	300		2,2	4,55	78 %
Gaskessel (fossil)	10000	11000	0,91	1	200		2,2	0,87	-14 %
Thermische Wärmepumpe	10000	8000	1,25	1	30		2,2	1,24	19 %
Gaskessel (Biogas)	10000	11000	0,91	0,5	30		2,2	1,80	44 %
Pellet	10000	12000	0,83	0,2	200		2,2	3,52	72 %
Kalte Erzeugung									
Kühler (elektrisch)	10000			1	3000	3,33	2,2	1,52	34 %
Absorptionskühler (fossil)	10000	15000	0,67	1	500		2,2	0,62	-61 %
Absorptionskälteanlage (Biogas)	10000	15000	0,67	0,5	500		2,2	1,16	14 %
Freie geothermische Kühlung	5000			0	200	25,00	2,2	11,36	91 %
Freier Kühlturm	5000			0	500	10,00	2,2	4,55	78 %

energieansatz selbstverständlich mit Wärmepumpen (Tabelle 2, Zeilen 1 und 2). Er funktioniert aber auch für eine Solaranlage (Zeile 3) und auch für thermische Wärmepumpen (Zeile 5).

Werden Kessel betrachtet, dann findet sich REG < 0 für fossil beheizte und REG > 0 für Biogas und Holzpellets. Das ist allerdings direkt abhängig von ihren jeweiligen Primärenergiefaktoren. (Zeilen 4, 6, 7).

Werden die Kälteerzeuger betrachtet, so findet sich ein negativer Beitrag für fossil beheizte Absorptionskältemaschinen (Zeile 9) und ein positiver Beitrag für elektrische Kaltwassersätze. Der Ansatz funktioniert auch für jedes beliebige Freikühlsystem (Zeilen 11, 12).

Zu diskutieren ist, dass eine elektrische Kältemaschine je nach Effizienz und Primärenergiefaktoren einen Beitrag zu den Anteilen Erneuerbarer Energien leisten kann. Es wird auch diskutiert werden, dass ein Kaltwassersatz keine Energie als solche „produziert“, sondern Energie auf eine andere Ebene verschiebt. Aber das ist auch bei Wärmepumpen nicht anders. Und die in Kältema-

schinen erzeugte Kälte ist ohne Zweifel nutzbare Energie.

Das Verfahren funktioniert auf die gleiche Weise für eine kombinierte Erzeugung von Wärme und Kälte in einer Wärmepumpe oder Kältemaschine.

5. Fazit

Der Beitrag zeigt, dass die aktuellen politischen Definitionen von Erneuerbaren Energien in Gebäuden kompliziert sind. Außerdem folgen sie nicht dem Prinzip der Technologieneutralität.

Die Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen ist vergleichbar mit Wärmepumpen und liefert einen erheblichen Anteil an Erneuerbarer Energie in Gebäuden.

Eine auf Primärenergie basierende Leistungs- oder Arbeitszahl würde eine völlig technologieneutrale Berechnung des Anteils Erneuerbarer Energien ermöglichen.

Die Option individueller und/oder nationaler Primärenergiefaktoren ist ein politisches Lenkungsinstrument und schafft Transparenz bei der Berechnung der erneuerbaren Anteile. ◀

Referenzen:

- [1] Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.
- [2] Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des 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.
- [3] Leitlinien der Kommission für die Berechnung von erneuerbarer Energie aus Wärmepumpen verschiedener Wärmepumpentechnologien gemäß Artikel 5 der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (2013/114/EU).
- [4] Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 der Kommission vom 7. Juli 2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsgeräten.

Trinkwasserverteilungssysteme auf dem Prüfstand

Die Rohrleitungsführung als zentrale Stellschraube zum Erhalt der Trinkwassergüte



Prof. Dr.-Ing.
Carsten Bäcker,
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster



Stefan Cloppenburg
M.Eng.,
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter /
Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster



Benedikt Kemler
B.Eng.,
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter /
Projektingenieur,
FB Energie, Gebäude,
Umwelt,
FH Münster

Bis in die 1980er-Jahre hinein wurden Trinkwasserleitungen in Schlitzfenstern massiver Wände verlegt und eingemauert. Heizungsleitungen wurden in der Regel von kalten Trinkwasserleitungen weit entfernt installiert. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen wurden so nur unwesentlich mit Wärmelasten beaufschlagt. Diese Installationstechnik hatte zwar viele Nachteile, ergab aber selbst nach Stagnationsphasen relativ geringe Temperaturen des kalten Trinkwassers – für die Trinkwasserhygiene ein günstiger Zustand. Heute werden Kalt- und Warmwasserleitungen fast ausschließlich gemeinsam in den Hohlräumen von Installationen vorwänden frei verlegt. In den Installationsschächten kommen noch die warmgehenden Leitungen der Heizungs-technik hinzu. Fatal für die Trinkwasserhygiene, denn die Umgebungstemperaturen, die auf die Kaltwasserleitungen einwirken, steigen immens an. „Lauwarme Temperaturbereiche“ im Kaltwasser sind die Folge, das Wachstum von Mikroorganismen wird gefördert. Traten Legionellen-Kontaminationen früher fast ausschließlich in der Warmwasserinstallation auf, werden sie heute vermehrt auch im kalten Trinkwasser beobachtet. Sie entwickeln sich zunehmend zu einem Problem für den Fachplaner und den ausführenden Fachhandwerker. Die FH Münster hat im Rahmen eines Forschungsvorhabens konventionelle Verteilungssysteme mit dem Ziel untersucht, Schwachstellen zu identifizieren und alternative Lösungskonzepte zu entwickeln. Es wurde ein modular aufgebauter Prüfstand errichtet, mit dem unterschiedliche Installationsvarianten untersucht werden können.

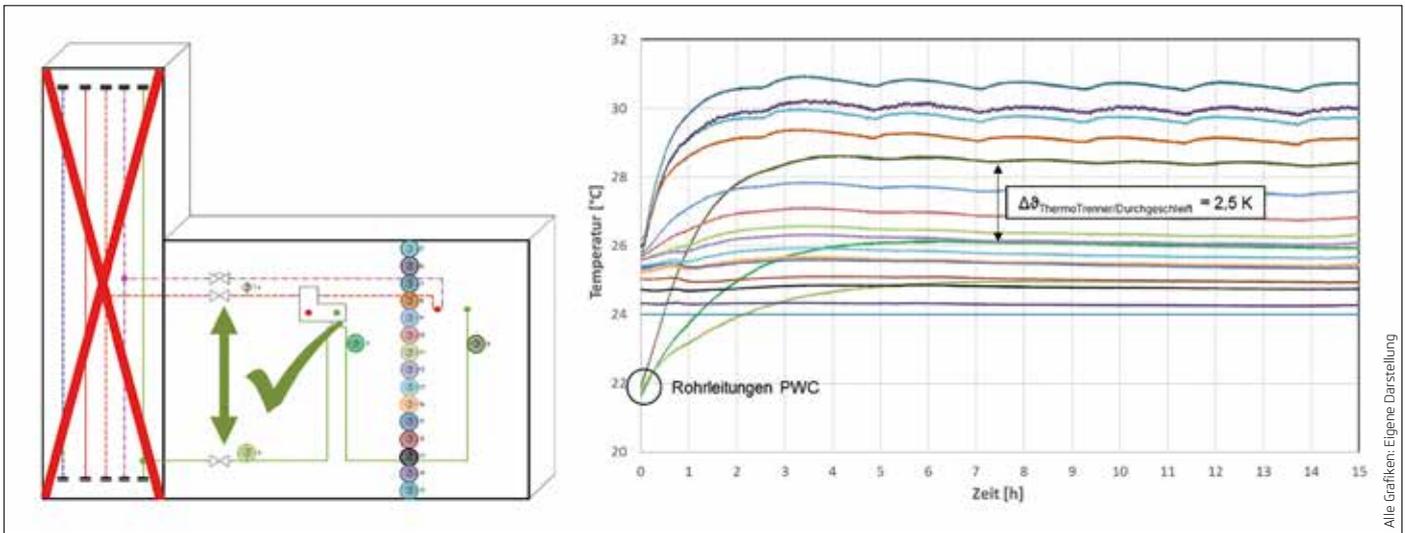
I. Grundlagen

Die Trinkwasserhygiene innerhalb einer Trinkwasser-Installation ist maßgeblich von den Faktoren Wasseraustausch, Durchströmung, Nährstoffangebot und besonders der Temperatur abhängig. Sie werden daher umfangreich in den allgemein anerkannten Regeln der Technik berücksichtigt: Das DVGW-Arbeitsblatt W 551 für Kleinanlagen mit Rohrleitungsinhalten > 3 Liter (3-Liter-Regel) fordert beispielsweise zwischen Abgang Trinkwassererwärmer und Entnahmestelle sowie generell für Großanlagen den Einbau von Zirkulationssystemen, die für eine Temperaturhaltung

und ausreichende Durchströmung sorgen sollen. Die Einhaltung der 30-Sekunden-Regel nach DIN 1988-200 kann im Vergleich zur 3-Liter-Regel sogar kürzere Zirkulationsanbindungen und somit ein geringeres Stagnationsvolumen mit sich führen. In der Richtlinie des Robert Koch-Instituts (RKI-Richtlinie) ist gar von „Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle“ die Rede. Kommen neben den hygienischen Aspekten auch Komfortaspekte zum Tragen, so sorgt die Vereinbarung geringerer Ausstoßzeiten an den Entnahmestellen für eine weitere Reduzierung der nicht-zirkulierenden

Leitungsabschnitte, beispielsweise nach VDI 6003.

Die Einhaltung dieser Anforderungen führt zu einer Installation mit Zirkulationsleitungen, die optimalerweise bis unmittelbar an die Entnahmestellen geführt werden. Dadurch wird zwar für ausreichend Durchströmung und Temperaturhaltung im Warmwassersystem gesorgt, jedoch häufig die Kaltwasserinstallation negativ beeinflusst: Die Wärmeenergie zur Temperaturhaltung des zirkulierenden Warmwassersystems wird an den Installationsraum abgegeben und sorgt dort für erhöhte Umgebungslufttemperaturen. In diesem Installations-



Alle Grafiken: Eigene Darstellung

Abbildung 1: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Vorwand bei betriebener Stockwerks-Zirkulation

tionsraum befinden sich allerdings ebenfalls die Kaltwasserleitungen. Einen weiteren Einfluss auf die Umgebungslufttemperaturen haben warmgehende Leitungen (z. B. Warmwasser, Heizung) und andere wärmeabgebende Gewerke (z. B. Elektroinstallation), die ebenfalls in Schächten und Zwischendecken verlegt werden. Zudem wird oft vernachlässigt, dass neben den zuvor genannten Wärmelasten auch die Raumtemperatur der angrenzenden Räume einen erheblichen Einfluss hat.

Im Stagnationsfall ist die minimal zu erreichende Kaltwassertemperatur die Raumtemperatur, unabhängig von der Ausführung der Trinkwasser-Installation. Für ein Badezimmer beträgt die Raumtemperatur 24 °C entsprechend Heizlastvorgabe (DIN EN 12831-1). Die Kühllastberechnung umfasst, je nach Sommerklimaregion, Raumtemperaturen zwischen 25 °C und 27 °C (DIN 4108-2). Hierbei handelt es sich nicht um maximale Temperaturen, da es auch zu nutzerabhängigen Überschreitungen der Temperaturen kommen darf, beispielsweise keine Klimatisierung am Wochenende bei einem Gewerbebetrieb.

Da die Temperatur des Kaltwassers mit maximal 20 °C bis 25 °C unter den Umgebungslufttemperaturen der Installationsräume liegt, findet automatisch eine Wärmeübertragung auf das Kaltwasser statt. Häufig missverstanden wird in diesem Sinne der Begriff „Dämmung“. Dämmung sorgt für eine Verzögerung des Wärmeübergangs und stellt keine isolierende Schicht dar, die einen Wärmeübergang vollständig unterbindet. Äquivalent zum Warmwasser- und Zirkulationssystem muss das Kaltwassersystem durch bautechnische Maßnahmen vor Wärmeein-

trag geschützt und das erwärmte Kaltwasser durch betriebstechnische Maßnahmen abgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird gern der bestimmungsgemäße Betrieb genannt, der für einen Abtransport der aufgenommenen Wärmelasten sorgen soll. Die Einhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch den Nutzer ist in der Regel jedoch nicht ausreichend, um die Wärmelasten abzuführen, da eine Erwärmung einer 100-Prozent-gedämmten Rohrleitung in Abhängigkeit der Nennweite von 15 °C auf 25 °C in 1,5 bis 5,5 Stunden erfolgt. So sorgen weiterhin Stagnationszeiten für die Er-

wärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen auf über 25 °C.

Um in den zwangsläufig nicht zu vermeidenden Stagnationsphasen eine übermäßige Erwärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen zu vermeiden, ist der Wärmeeintrag in das Kaltwassersystem so weit wie möglich zu reduzieren. Die vom Fachplaner bzw. Fachhandwerker zu beeinflussenden Faktoren für eine Minimierung des Wärmeeintrags in das Kaltwassersystem sind konstruktiver Art. Bei der Betrachtung der typischen Installationsarten ergeben sich Fragen hinsichtlich der Temperaturverteilung

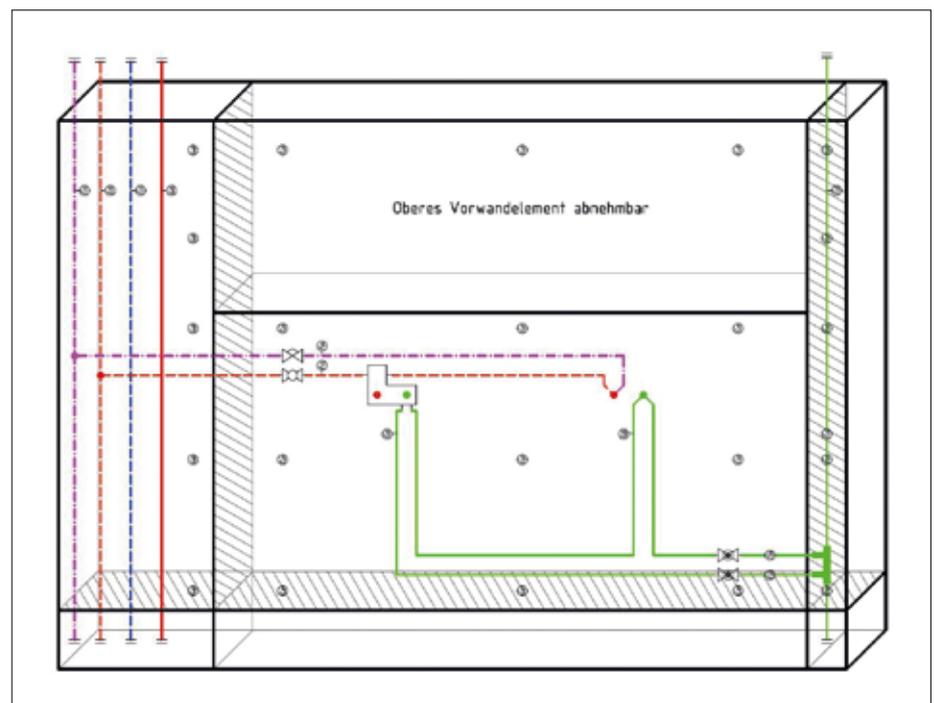


Abbildung 2: Versuchsaufbau zum vertikalen Verteilsystem

im unmittelbaren Installationsraum von Kaltwasserleitungen (Vorwandssysteme, Installationsschächte, Zwischendecken), des Einflusses der Schachtanbindung auf die Vorwandinstallation und des Wärmeübergangs auf die Kaltwasserseite über Rohrleitungen und Armaturen.

II. Temperaturverteilung innerhalb vertikaler Verteil-Systeme

Stehen Wärmequellen im unmittelbaren Luftverbund mit der Vorwandinstallation, stellt sich eine Temperaturschichtung in der Vorwandinstallation ein (Abbildung 1). Bei einer horizontalen Rohrleitungsverlegung untereinander müssen daher kaltgehende Rohrleitungen unterhalb der warmgehenden Rohrleitungen angeordnet werden. Hier-

durch wird eine unmittelbare Erwärmung durch Konvektion ausgeschlossen. Die Verlegungsart stellt keineswegs eine neue Anforderung dar, da sie bereits in der DIN EN 806-4 erwähnt wurde. Bei Berücksichtigung der Temperaturschichtung in Vorwandsystemen und des Strahlungsanteils bei unmittelbarer Verlegung zur Wärmequelle muss die generelle Anordnung der Rohrleitungen um Höhenangaben ergänzt werden. Hieraus resultiert eine Verlegung der warmgehenden Rohrleitungen oberhalb der Entnahmemarmaturen und der kaltgehenden Rohrleitungen so tief wie möglich in der Vorwandinstallation. Diese Aufteilung bezieht sich ausschließlich auf die horizontal verlegten Trinkwasserleitungen innerhalb der Vorwandinstallation. Bei den vertikalen Kalt-

wasserleitungen ist eine Verlegung in Bereiche mit geringer Umgebungslufttemperatur nicht so eindeutig, da zwangsläufig verschiedene Höhen und somit Temperaturschichtungen innerhalb der Vorwandinstallation durchlaufen werden. Für eine temperaturoptimierte Verlegung ist eine ganzheitliche Betrachtung der Temperaturverteilung innerhalb der Vorwandinstallation notwendig. Dafür wurden sowohl die halb- als auch die raumhohe Installationsvorwand messtechnisch untersucht.

Bei beiden Vorwandausführungen befanden sich unmittelbar angrenzend jeweils ein Installationsschacht für warmgehende Rohrleitungen (Heizungs-Vorlauf, Heizungs-Rücklauf, Warmwasser, Zirkulation) und ein separater Installationsschacht für die Kalt-

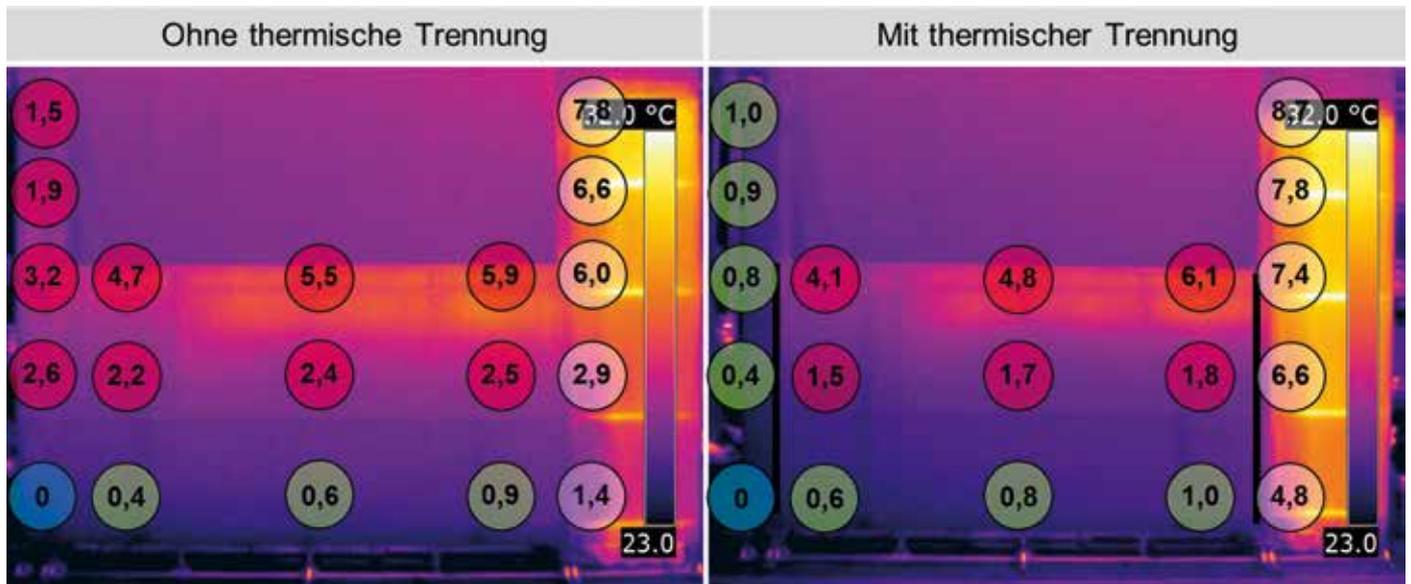


Abbildung 3: Temperaturverteilung in halbhoher Vorwand samt angrenzender Schächte

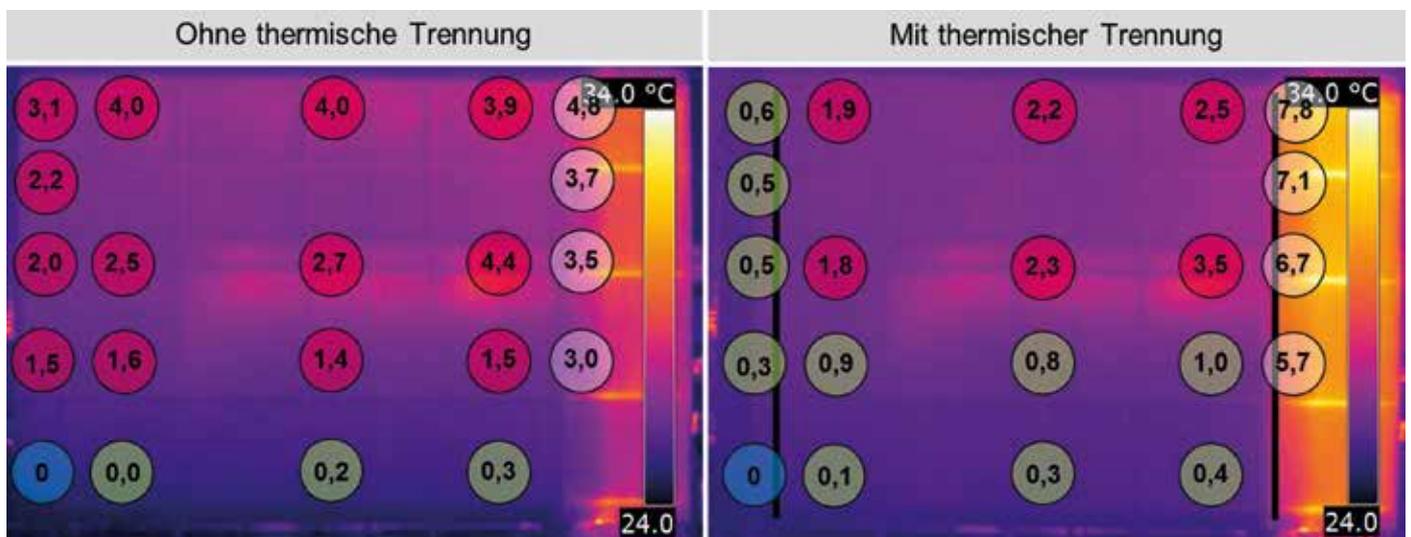


Abbildung 4: Temperaturverteilung in raumhoher Vorwand samt angrenzender Schächte

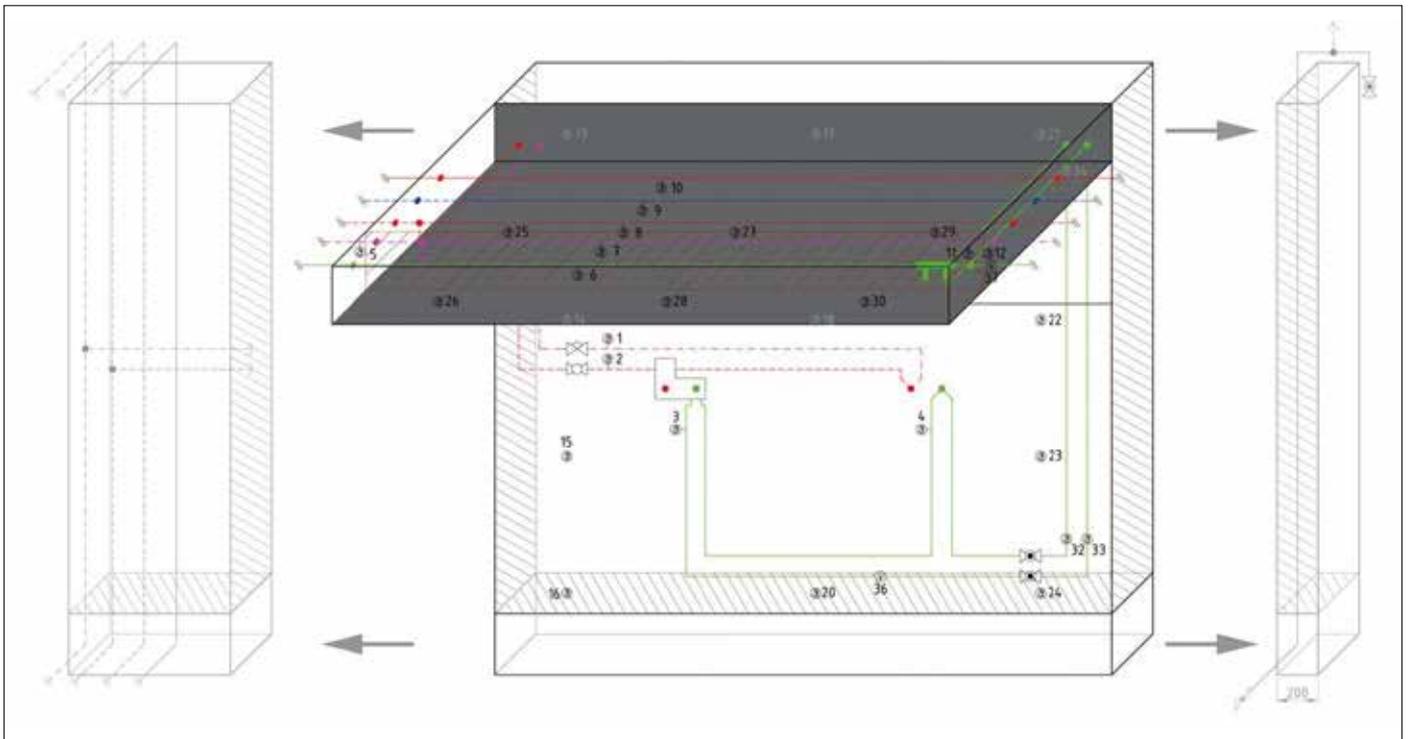


Abbildung 5: Versuchsaufbau zum horizontalen Verteilsystem

wasserleitung (Abbildung 2). Die Entnahmestellen in der Vorwandinstallation wurden kaltwasserseitig über eine Ringleitung angeschlossen. Die Warmwasser- und Zirkulationsleitungen verlaufen horizontal oberhalb der Armaturen. Unter Berücksichtigung der oben genannten Empfehlungen sind die horizontalen Kaltwasserleitungen bodennah installiert. Zwischen den Schächten und der Vorwand konnten Vorrichtungen zur thermischen Trennung variabel eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um Polystyrol-Hartschaum-Bauplatten mit einer Nennstärke von 12,5 mm und einem U-Wert von $2,13 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$.

Um die Temperaturverteilung in der Installationsvorwand und im Installationschacht darzustellen, wurden zusätzlich zur Temperaturerfassung über innenliegende Temperaturfühler noch Thermografie-Aufnahmen von der Rückwand des Versuchstands erstellt. Der Anlagenbetrieb (Heizungs-Vorlauf, Heizungs-Rücklauf, Warmwasser, Zirkulation) erfolgte über eine Dauer von 15 Stunden – danach wurde die rückseitige Dämmung entfernt. Hinter der Dämmung befand sich eine mattschwarze Folie, die den Versuchstand luftdicht abschließt. Aufgrund dieser Vorgehensweise wird die entstandene Temperaturschichtung durch die Entfernung der Dämmung nicht zerstört. Die Oberfläche der mattschwarzen Folie besitzt einen Emissionsgrad von 0,97 und er-

möglicht Thermografie-Aufnahmen ohne Fehlinterpretationen durch Reflexionen.

1. Vertikale Verteilsysteme ohne thermische Trennungen

Eine gemeinsame Schachtführung von kalt- und warmgehenden Rohrleitungen ist auch mit maximaler Rohrleitungsdämmung nicht zielführend. Kalt- und warmgehende Rohrleitungen müssen räumlich und thermisch getrennt voneinander verlegt werden, um den Wärmeübergang durch Konvektion und Strahlung zu unterbinden. Als Konsequenz muss bei vertikalen Verteilsystemen eine getrennte Schachtführung angestrebt werden. Es wurde festgestellt, dass die Lufttemperatur im Kaltwasserschacht 25°C überschreitet, wenn im Aufstellraum des Vorwandsystems und in angrenzenden Räumen die Lufttemperatur 24°C beträgt. Die Kaltwasser-Rohrleitung nimmt zwangsläufig die Temperatur der Luft im Schacht an.

2. Vertikale Verteilsysteme mit thermischen Trennungen

Durch den Einsatz von thermischen Trennungen wird sichergestellt, dass die Kaltwasser-Temperatur im Kaltwasserschacht nur maximal das Temperaturniveau der Umgebung annimmt. Bei einer Raumtemperatur von 24°C bleibt die Kaltwassertemperatur unterhalb von 25°C . Die internen Wärmelasten des warmgehenden Schachts und der Vorwand haben dementsprechend kei-

nen oder nur einen marginalen Einfluss auf den Kaltwasserschacht.

Der Erfolg der thermischen Trennungen ist auf den erstellten Thermografie-Aufnahmen klar zu erkennen (Abbildungen 3 und 4). Dargestellt sind die Temperaturverteilungen bei halbhocher und raumhoher Vorwand samt angrenzender Schächte nach 15 Stunden Betriebszeit. Bei den Temperaturangaben handelt es sich um Übertemperaturen (rot, grün, weiß), bei denen der kälteste Punkt des Versuchstands als Referenz dient (blau). Die Lufttemperaturen im Installationsraum (Vorwand, Schächte, Zwischendecke) verschieben sich parallel zur Raumtemperatur. Dementsprechend kann die Übertemperatur für eine raumtemperaturunabhängige Bewertung herangezogen werden. Diese ist definiert als Differenz der Lufttemperatur im Installationsraum zur Raumtemperatur am Referenzpunkt. Die farbliche Darstellung basiert auf einer Raum- bzw. Referenztemperatur von 24°C . Daraus resultiert: Rot $>25^\circ\text{C}$, Grün $\leq 25^\circ\text{C}$.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass eine getrennte Schachtführung von kalt- und warmgehenden Rohrleitungen nur dann zielführend ist, wenn zwischen den Schächten und der Vorwand der Luftverbund durch eine Vorrichtung zur thermischen Trennung unterbrochen wird. Nur dann werden in dem Installationschacht Kaltwassertemperaturen erreicht, die der Raumtemperatur entsprechen.

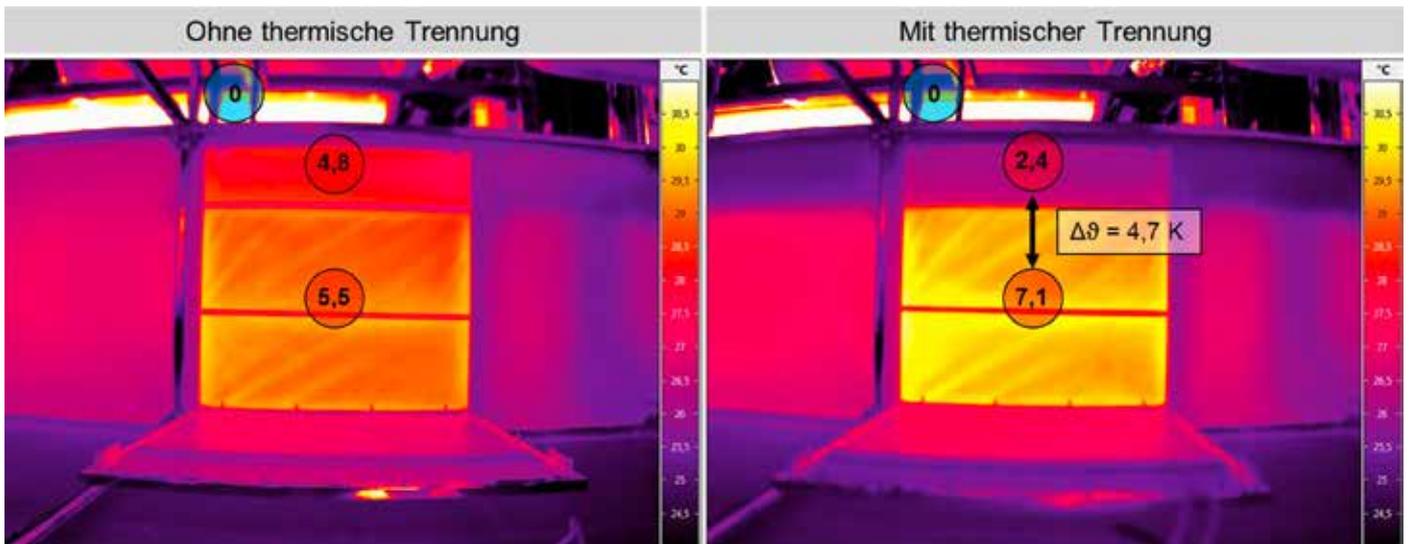


Abbildung 6: Thermografie-Aufnahmen über die Revisionsöffnung der Zwischendecke

III. Temperaturverteilung innerhalb horizontaler Verteil-Systeme

Neben vertikal orientierten Verteilungskonzepten sind heutzutage horizontal orientierte Konzepte stark verbreitet. Das hat den

Hintergrund, dass im Falle einer Sanierung einzelne Abteilungen oder Stockwerke außer Betrieb genommen und saniert werden können. Somit fanden auch messtechnische Untersuchungen hinsichtlich der Temperatur-

verteilung in horizontal orientierten Systemen statt. Bei dieser Art der Verteilung wird in der Regel die Zwischendecke als Installationsraum genutzt.

Bei der Untersuchung der horizontal orientierten Verteilung wurde eine Zwischendecke errichtet, in der die Heizungs-, Warmwasser- und Kaltwasserverteilleitungen parallel zur Vorwandinstallation verlaufen. Ausgehend von der Zwischendecke erfolgt der Anschluss der Entnahmestellen bei ansonsten gleicher Anschlusssituation (Abbildung 5). Die Untersuchung der Temperaturverteilung innerhalb der Vorwandinstallation erfolgte analog zu der vorher beschriebenen Herangehensweise bei der vertikalen Verteilung. Die Zwischendecke wurde ebenfalls mit Temperaturfühlern ausgestattet und mit einer Revisionsklappe versehen. Die Öffnung wurde mit einer Folie luftdicht verschlossen, um nach dem Öffnen der Revisionsklappe die Temperaturen während der Thermografie-Aufnahme stabil zu halten. Aufgrund der gemeinsamen Verlegung von Kaltwasserleitungen mit warmgehenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke wurde hier ebenfalls der Effekt einer thermischen Trennung untersucht. Die thermische Trennung ist für die Untersuchungen variabel einsetzbar und besteht aus einer Polystyrol-Hartschaum-Bauplatte mit einer Nenndicke von 12,5 mm.

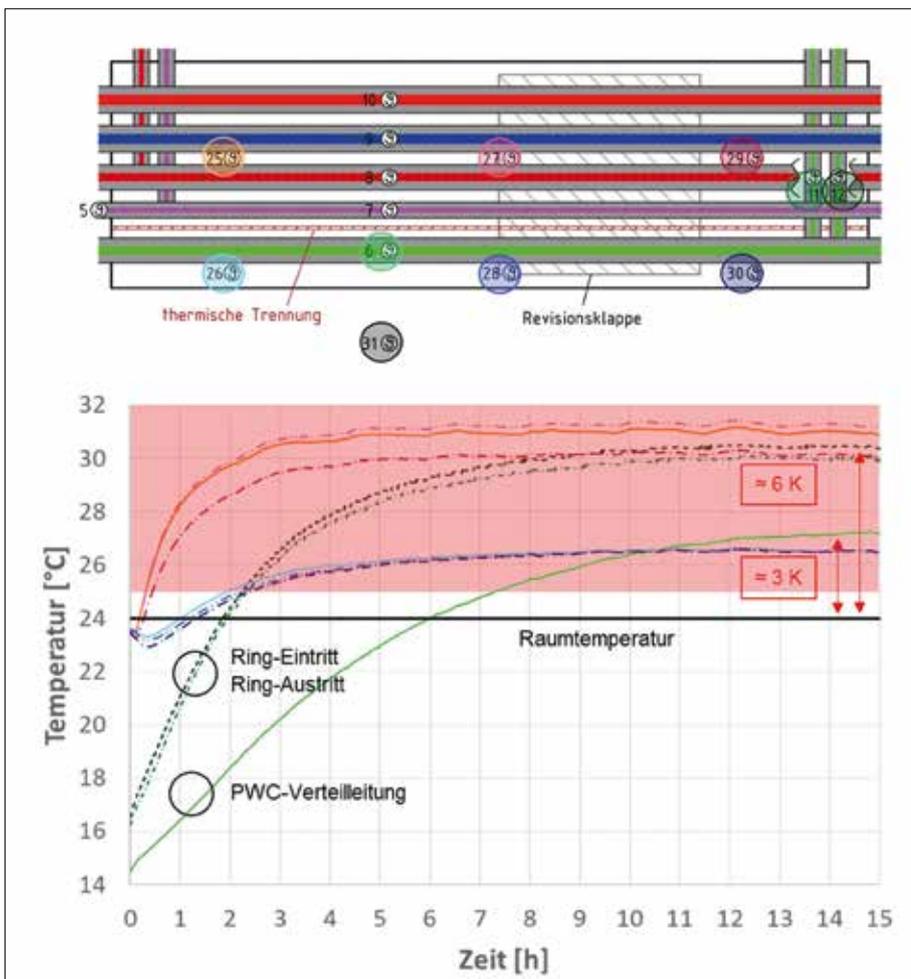


Abbildung 7: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Zwischendecke mit thermischer Trennung

1. Horizontale Verteil-Systeme ohne thermische Trennungen

Nach dem Erreichen eines konstanten Zustandes wurde in der Zwischendecke eine Übertemperatur von ≈ 5 K im Bereich der Kaltwasserverteilleitung ermittelt (Abbildung 6). Bei einer Raumtemperatur von



20 °C wird bereits der kritische Temperaturbereich von ≈ 25 °C erreicht. Wird eine Raumtemperatur von 24 °C gefordert, liegt die Temperatur in der Zwischendecke bereits bei ≈ 29 °C. Weiterhin ist zu beachten, dass sich aufgrund der natürlichen Temperaturschichtung im Raum schlechtere Ausgangstemperaturen innerhalb der Zwischendecke einstellen als beispielsweise im Fußbodenaufbau.

2. Horizontale Verteil-Systeme mit thermischen Trennungen

Durch den Einsatz einer thermischen Trennung in der Zwischendecke konnte eine Temperaturdifferenz zwischen dem kalten und dem warmen Bereich von ≈ 5 K erzeugt werden (Abbildung 6). Die Übertemperatur im kalten Bereich der Zwischendecke betrug 2,4 K und konnte im Vergleich zur Variante ohne thermische Trennung halbiert werden. Dennoch wird bei einer Raumtemperatur von 24 °C (z. B. im Bad) der kritische Temperaturwert von 25 °C überschritten.

Zudem kommt es zwangsläufig bei einer horizontalen Verteilung zu Kreuzungsbereichen der warm- und kaltgehenden Rohrleitungen. Im Versuchsaufbau kreuzt der Ein- und Austritt der Kaltwasserringleitungen die warmgehenden Rohrleitungen und durchläuft den warmen Bereich innerhalb der Zwischendecke. In Abbildung 7 sind die Verläufe der Rohrleitungstemperaturen Kaltwasser (Ring-Eintritt, Ring-Austritt, Verteilleitung), der Raumtemperatur und der Lufttemperaturen in der Zwischendecke dargestellt. Trotz thermischer Trennung kommt es zu einer übermäßigen Erwärmung der kaltwasserführenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke. Ursächlich sind die Ringleitungsabschnitte, die sich unmittelbar im Kreuzungsbereich befinden und weiterführend auch für eine Erwärmung der Verteilleitung sorgen.

Da sich bei der Trinkwasser- und Heizungsinstallation sowohl die Verteilungskonzepte (horizontal/vertikal) als auch die Örtlichkeit der Verbraucher unterscheiden

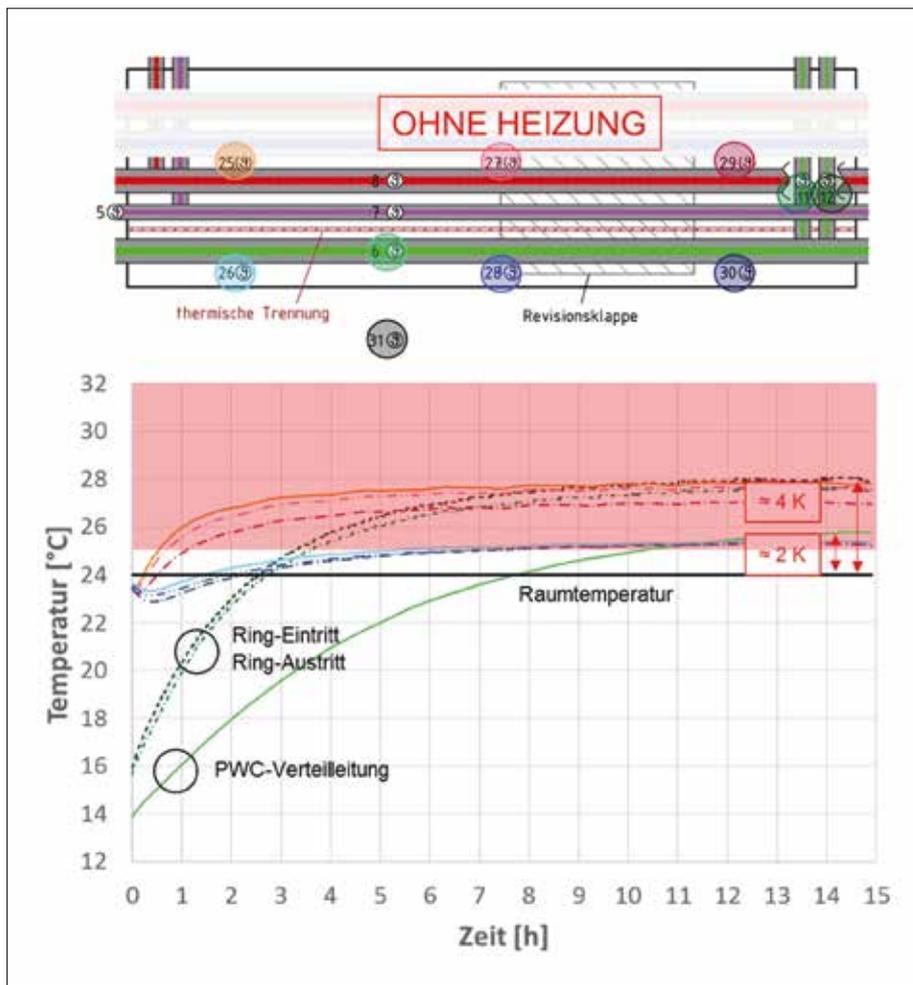


Abbildung 8: Verlauf der Kaltwasser- und Lufttemperaturen in der Zwischendecke mit thermischer Trennung (Heizung außer Betrieb)

Gemeinsam stark!



Die exklusive SHK-Community

- ▶ SelectNews
- ▶ SelectTools
- ▶ Dossiers
- ▶ Sonderhefte
- ▶ IKZ-ACADEMY
- ▶ Vorteilswelt
- ▶ Mediathek



Jetzt registrieren:
www.ikz-select.de



den können, wurde die horizontale Verteilung auch ohne den Betrieb der Heizung betrachtet. Äquivalent zur messtechnischen Untersuchung mit parallelen Heizungsbetrieb konnte der Wärmeeintrag in die Verteilung durch Einsatz einer thermischen Trennung ungefähr um die Hälfte reduziert werden (Abbildung 8). Obwohl die internen Wärmelasten durch das Abschalten der Heizung reduziert wurden, konnten weiterhin Übertemperaturen der kaltwasserführenden Rohrleitungen innerhalb der Zwischendecke zwischen 2 K und 4 K festgestellt werden. Raumtemperaturen oberhalb von 21 °C haben dementsprechend kritische Temperaturbereiche innerhalb der Kaltwasserleitungen zur Folge.

Die messtechnischen Untersuchungen zeigen, dass es besonders in den Kreuzungsbereichen von warm- und kaltgehenden Rohrleitungen zu einer Erwärmung der Kaltwasserrohrleitungen kommt. Die thermische Trennung innerhalb der Zwischendecke sorgt zwar für eine Reduzierung des Wärmeeintrags in die Verteilung, jedoch

findet weiterhin ein Wärmeübergang von der erwärmten Ringleitung auf die Verteilung statt.

IV. Fazit

Die Untersuchungen der konventionellen Installationsmethoden haben Schwachstellen nachgewiesen, durch die es zu lokalen Temperaturüberschreitungen des Kaltwassers kommt. Zu den Ursachen gehören der konvektive Wärmeübergang bei zu hohen Umgebungslufttemperaturen und die Wärmeleitung über wandmontierte Entnahmematurationen. Der Strahlungseinfluss bei unmittelbarer Verlegung der Kaltwasserleitung zu Wärmequellen ist ebenfalls eine nicht zu vernachlässigende Größe. Die Grundvoraussetzungen für eine thermisch optimale Verlegung der Kaltwasserleitungen fallen je nach Verteilungssystem unterschiedlich aus. So ist die konvektive Erwärmung der Kaltwasserleitungen bei der horizontalen Verteilung in der Regel größer als bei der vertikalen Verteilung, da eine Verlegung der Rohrleitungen in potenziell kritischen Temperaturbereichen

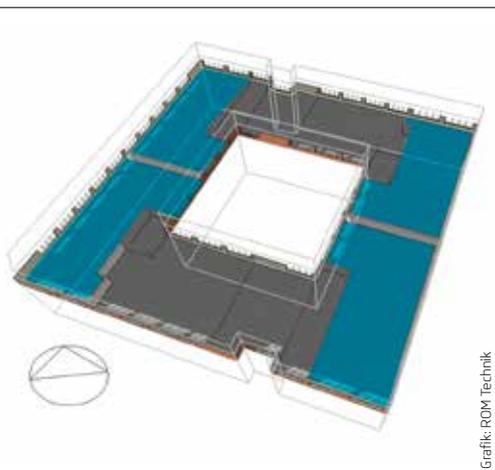
nicht vermieden werden kann. Die Temperaturen im Installationsraum hängen dabei stark von der angestrebten Raumtemperatur ab. Die vertikale Verteilung mit separaten, thermisch getrennten Schächten für warm- und kaltgehende Rohrleitungen liefert temperaturtechnisch die besten Bedingungen. Die Kaltwasserleitung kann bei diesem Verteilungskonzept im kältesten Bereich installiert werden und durchläuft keine Kreuzungsbereiche – im Gegensatz zur horizontalen Verteilung oder der gemeinsamen Schachtverlegung von warmen und kalten Rohrleitungen. Auf Basis des aktuellen Erkenntnisstandes aus Forschung und Praxis hat die FH Münster acht Regeln abgeleitet, deren Einhaltung für einen hygienischen Betrieb einer Trinkwasserinstallation unabdingbar sind. ◀

Literatur:

- [1] Brodale, S.; Bäcker, C.; Kirchhoff, T.: Das Problem mit der Wärmeübertragung; in: HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik 69/4 (2018), S. 44-47.
- [2] DIN 1988-200: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW, Beuth-Verlag, Mai 2012.
- [3] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Beuth-Verlag, Februar 2013.
- [4] DIN EN 806-4: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 4: Installation, Beuth-Verlag, Juni 2010.
- [5] DIN EN 12831-1: Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Beuth-Verlag, September 2017.
- [6] DVGW W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, wvgw-Verlag, April 2004.
- [7] Robert Koch-Institut (RKI): Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, Elsevier-Verlag, 2003.
- [8] VDI 6003: Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz, Beuth-Verlag, Oktober 2012.

Acht Installationsregeln zum Erhalt der Trinkwasserhygiene

1. Sowohl im Warm- als auch im Kaltwasser müssen kritische Temperaturbereiche (> 25 °C und < 55 °C) vermieden werden, die das Wachstum pathogener Keime fördern.
2. Der Wasserinhalt einer Warmwasser-Installation, der nicht auf Temperatur gehalten werden kann, muss minimiert werden. Somit stellt die Zirkulation bis unmittelbar an die Entnahmestelle die beste Lösung für die Warmwasser-Installation dar.
3. Um weitergehend eine Erwärmung der Kaltwasserrohrleitungen zu verhindern, müssen die warmgehenden Stockwerksleitungen oberhalb der Entnahmematurationen verlegt und die Armaturen warmwasserseitig mit einer Einzelzuleitung von ca. 10 x DN von oben angeschlossen werden.
4. Bei Raumtemperaturen = 24 °C und Wassereintrittstemperaturen in das Gebäude = 18 °C sollte nach einer Stagnationszeit von mehr als fünf Stunden an jeder Stelle der Kaltwasser-Installation eine Temperatur von = 25 °C sichergestellt sein. Dafür darf in den Installationsbereichen von Kaltwasserleitungen eine Temperatur von 25 °C nicht überschritten werden.
5. Die Kaltwasserleitungen müssen in einem eigenen Schacht bzw. in einem separaten Bereich innerhalb der Zwischendecke verlegt werden. Bei hohen Wärmelasten mit Lufttemperaturen über 25 °C innerhalb der Installationsbereiche müssen Kaltwasserleitungen thermisch entkoppelt verlegt werden.
6. Der Luftverbund zwischen Schacht oder Zwischendecke und Vorwand muss in allen Fällen durch geeignete Maßnahmen unterbrochen werden, beispielsweise durch Abschottung.
7. Weiterhin sind Installationskonzepte, die zu einem geringen Wasserinhalt führen, zu bevorzugen und ein hoher Wasserwechsel in allen Teilstrecken sicherzustellen – insbesondere in den Stockwerks- und Einzelzuleitungen.
8. Können die geforderten Kaltwassertemperaturen im Betriebs- oder Stagnationsfall aufgrund zu hoher Raum- und/oder Wassereintrittstemperaturen nicht eingehalten werden, so müssen aktive Prozesse angewandt werden, beispielsweise Spülmaßnahmen oder eine Kaltwasser-Zirkulation. Die Anforderungen an die Verlegung und den Installationsraum von Kaltwasserleitungen hinsichtlich der Minimierung des Wärmeeintrags bestehen aber weiterhin.



Grafik: ROM Technik

Abbildung 2: 2-Achs-Büro mit PoE-System im ROM-Labor

Dienste hat sich in den vergangenen zehn Jahren verfünffacht – ohne dass Telefonie und SMS als klassische Dienste nennenswert gewachsen wären. Steht dem Gebäude als Hauptaufenthaltort des modernen Menschen eine ähnliche Entwicklung bevor? Im-

merhin verbringen wir gut 90 Prozent unserer Zeit in Gebäuden. Die neuen Technologien im Gebäude werden neben den klassischen Geschäftsmodellen „Verkauf“, „Vermietung“ und „Verpachtung“ eine Vielzahl von neuen Geschäftsmodellen ermöglichen, die wir uns heute noch nicht ausmalen können.

I. Gebäude 4.0

Die Bezeichnung „4.0“ stammt ursprünglich aus der Industrie und steht für die vierte industrielle Revolution und das damit einhergehende Organisationsgestaltungskonzept, das auf vier grundlegenden Prinzipien beruht:

- **Vernetzung:** Maschinen, Geräte, Sensoren und Menschen können sich miteinander vernetzen und über das Internet der Dinge oder das Internet der Menschen kommunizieren.
- **Informationstransparenz:** Sensordaten erweitern Informationssysteme digitaler Modelle, um so ein virtuelles Abbild der realen Welt zu erstellen.

- **Technische Assistenz:** Assistenzsysteme unterstützen den Menschen mit Hilfe von aggregierten, visualisierten und verständlichen Informationen als Grundlage fundierter Entscheidungen und schneller gezielter Problemlösungen.
- **Dezentrale Entscheidungen:** Cyberphysische Systeme können eigenständige Entscheidungen treffen und Aufgaben autonom erledigen. Nur bei Störungen oder Zielkonflikten übertragen sie die Aufgaben an eine höhere Instanz.

Die Übertragung dieser Ordnungsprinzipien auf Gebäude benötigt ein hohes Maß an interner Vernetzung der technischen Systeme. Gleichzeitig muss das Gesamtsystem mit hoher Datensicherheit in das IoT integriert sein. Einen Ansatz dafür, den die ROM Technik mit Partnerunternehmen aus der Zech Group entwickelt, wird im Folgenden aufgezeigt.

II. Mit allen Sinnen

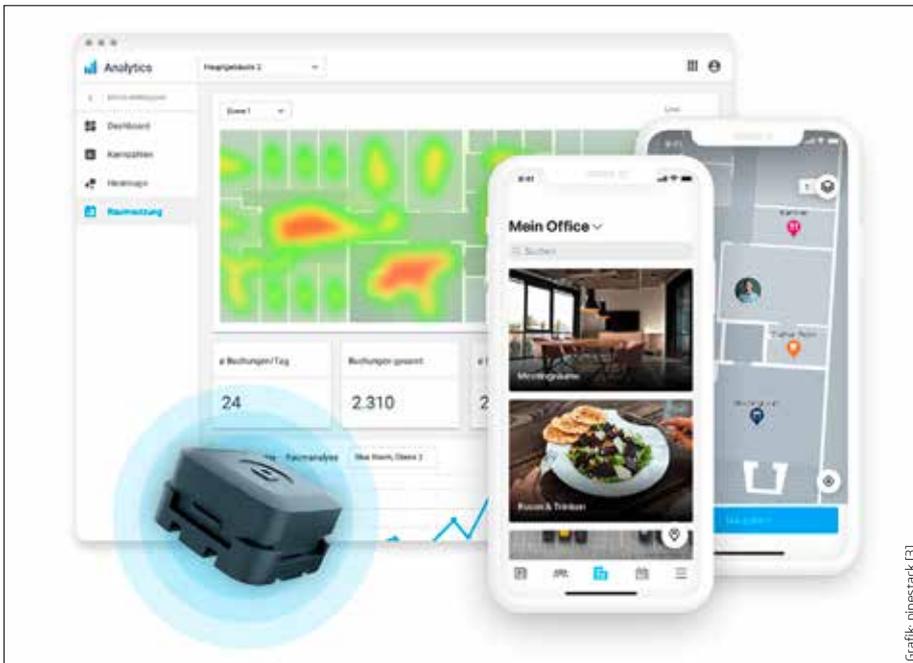
Einem intelligenten Gebäude wird durch die Installation verschiedener Sensoren das Sehen, Hören, Fühlen, Riechen usw. beigebracht. Daten aus technischen Anlagen und aus der Raumnutzung, die über ein Netz von Sensoren im gesamten Gebäude kontinuierlich erfasst werden, können über ein Nervengeflecht aus Daten- oder Buskabeln bzw. über Funktechnologie weitergeleitet und verarbeitet werden, beispielsweise zu Anwesenheit, Temperatur oder Luftqualität. Je nach Aufgabe müssen die Daten in einer ausreichend hohen Granularität und Präzision vorliegen – zum Teil auch in Echtzeit.

Während die Komponenten der Gebäudetechnik wie Pumpen, Lüftungsanlagen, Kessel usw. in den „Eingeweiden“ des Gebäudes mit einer eigenen Sensorik ausgestattet sind und über die Gebäudeleittechnik gesteuert werden, war die raumseitige Sensorik im Umfeld des Nutzers bisher meist auf das Nötigste begrenzt: Die Temperaturmessung am Raumbediengerät befand sich in der Regel am Eingang der Räume. Damit ist sie nur mehr oder minder geeignet, um die tatsächliche Raumsituation zu erfassen. Eine elegante Möglichkeit, die Sensorik in bestehenden Systemen als flächendeckendes Netz unauffällig zu integrieren, bieten „Power over Ethernet-Systeme“ (PoE-Systeme) für Beleuchtung. Diese Technologie nutzt eine Datenverkabelung zur effizienten Versorgung von LED-Leuchten mit Gleichstrom. In die Decke oder in die Leuchten integrierte Multi-Sensoren können über die Leuchte angeschlossen und mit Energie versorgt werden. Die Daten zu Helligkeit, Temperatur, Anwesenheit und Stromverbrauch, gegebenen-



Grafik: ROM Technik

Abbildung 3: Simulationsmodell Großraumbüros



Grafik: pinestack [3]

Abbildung 4: Visualisierung verschiedener Services auf Mobile Devices

falls auch zu Luftqualität, Feuchte und Luftdruck, werden aus den an jeder Leuchte vorhandenen Sensoren mit den Datenkabeln an eine zentrale Datenerfassung im Gebäude übermittelt.

Dieses Network-Powered-Lighting (NPL) erreicht im Normalfall jede Stelle im Gebäude

de. Im Gegensatz zur kabellosen Übertragung der Daten sind durch die kabelgebundene Datenübertragung jederzeit die volle Datensicherheit und die Datenübertragung in Echtzeit zur Steuerung von Raumfunktionen gegeben. Eine PoE-basierte Lösung mit lokalem offline-Betrieb oder entsprechender

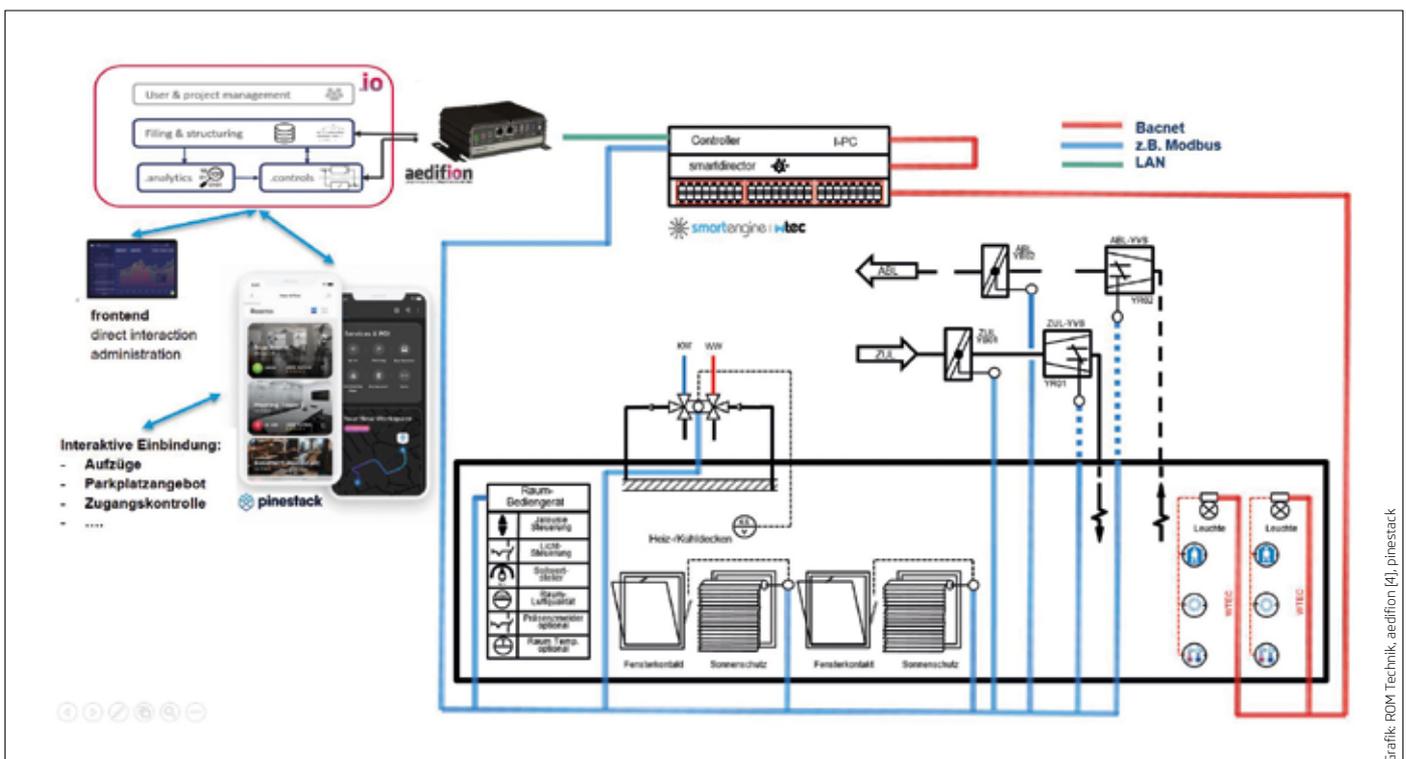
Sicherheitsverschlüsselung der Cloudanbindung bietet die nötige und unverzichtbare Sicherheit für den Betreiber eines smarten Gebäudes.

III. Meilenstein 1: Integration von NPL, konventioneller Gebäudeautomation und Cloudanbindung zu einem System

Ein Ziel war es, die Vorteile der aufgezeigten Möglichkeiten eines PoE-Systems durch Verbindung mit der konventionellen Gebäudeautomation für einen intelligent gesteuerten effizienten Gebäudebetrieb nutzbar zu machen. Der schematische Aufbau des Gesamtsystems ist in Abbildung 1 gezeigt.

Im ROM-Labor in Hamburg wurde ein Testraum als 2-Achs-Büro eingerichtet und mit den entsprechenden Systemen ausgestattet. In einem ersten Schritt wurde die Qualität der Sensorik des smartengine-Beleuchtungssystems [2] mit den genauen Messmethoden des Labors geprüft und beurteilt.

In einem zweiten Schritt wurden über die BACnet-Schnittstelle der smartengine der MSR-Controller für die Funktionen „Heizen“, „Kühlen“, „Lüften“ und „Jalousiesteuerung“ angeschlossen und die Regelung über die Daten der Sensorik erfolgreich auf die dynamische Raumnutzung – das heißt auf die Präsenz im Raum – abgestimmt. Das große Einsparpotenzial an Energie und Betriebskos-



Grafik: ROM Technik, aedifion [4], pinestack

Abbildung 5: Schema „Gesamtsystem Raumautomation“ (smartengine plus Gebäudeautomation), Cloud-Anbindung und web-Services mit Integration weiterer Systeme



Abbildung 6: Grafik Hammerbrooklyn.DigitalCampus

ten dieser Systemintegration wurde durch eine Jahressimulation von Einzel- und Großraumbüros kalibriert an den Messdaten aus dem Labor bewertet.

Der nächste Schritt in die Cloud konnte in überzeugender Weise mit dem jungen Unternehmen aedifion in kurzer Zeit realisiert werden. Alle Daten des Testsystems im Labor können in Echtzeit auf einer IoT-Plattform im Netz visualisiert und analysiert werden. Über einen reverse-SSH-Tunnel wird eine hochsichere und verschlüsselte Datenverbindung zur Cloud aufgebaut und das notwendige Edge-Device wird in Betrieb genommen. Die Interaktion des lokalen Systems mit der Cloud erfolgt im Betrieb über MQTT, einem Standardprotokoll des Internet-of-Things. Insbesondere sind auch steuernde Eingriffe möglich, obwohl dabei die Firewall für eingehende Verbindungen geschlossen bleibt. Das garantiert höchste IT-Sicherheit.

Die zentralen Ergebnisse der aufgezeigten Schritte der Systemintegration sind:

1. Die Präsenz und die Helligkeit im Raum werden durch die über den Arbeitsplätzen positionierten Sensoren genau erfasst.
2. Die Temperaturmessung über die Sensoren gibt die Raumtemperatur sowohl im Heiz- als auch im Kühlbetrieb mit guter Genauigkeit wieder. Die Raumtempera-

tur kann nach den Sensordaten geregelt werden.

3. Die Integration der Sensoren direkt in den Leuchtenkörper muss so vorgenommen werden, dass die Sensoren bei Leuchtenbetrieb thermisch entkoppelt sind. Bei direkt integrierten Sensoren (ohne thermische Trennung) wurden bis zu fünf Kelvin Temperaturdifferenz zur Raumtemperatur nur durch den Leuchtenbetrieb (Erwärmung des Leuchtenkörpers) gemessen. Die Installation der Sensoren in die Decke außerhalb der Leuchten führt immer zu guten Ergebnissen.
4. Bei Zugrundelegung eines dynamischen Nutzerszenarios unter Berücksichtigung realistischer Abwesenheitszeiten (Urlaub, Dienstreise, Meetings, Mittagspause usw.) wurde durch die Simulation bei Vergleich einer über die Anwesenheit gesteuerten Klimatisierung (Lüften/Kühlen/Heizen) mit einem Standardsystem eine Senkung der Energiekosten zwischen 30 und 40 Prozent durch das im Labor erprobte System errechnet. Hauptfaktoren für die Einsparung sind die intelligent gesteuerte Beleuchtung und die an die Präsenz angepasste Raumbelüftung mit der zugehörigen Luftaufbereitung. Als Referenzfall (Standardfall) wurde ebenfalls ein modernes LED-Beleuchtungssystem, eingeschaltet bei Präsenz

im Raum, übersteuert durch einen Helligkeitssensor und eine konstante zeitgesteuerte Lüftung mit Vor- und Nachlaufzeit herangezogen.

5. Die Ankopplung des Gesamtsystems an eine Daten-Cloud kann im Grunde im Plug-and-Play umgesetzt werden. Die BACnet-Schnittstelle des smartengine-Systems und die Kommunikationsfähigkeit moderner Regelungs-Controller in verschiedene Bussysteme und das Internet schaffen die Voraussetzung, die Anbindung problemlos über ein Edge-Device zu realisieren.
6. Weitere Messgrößen können ergänzend durch eine erweiterte Sensorik geliefert werden, beispielsweise Feuchte, Druck und Luftqualität. Diese Sensorik wird aktuell im Labor geprüft.

IV. Meilenstein 2: Anbindung weiterer technischer Systeme und interaktiver Dienste

Die beschriebene Systemkonfiguration hat sich im Labor als betriebsstabil erwiesen. Für den realen Gebäudebetrieb ist es nun wünschenswert, über die effiziente Vernetzung der Versorgungstechnik hinaus viele weitere Systeme und Dienste über Web-Services und Mobile Devices einzubinden und zentral zu koordinieren und zu steuern.



Aufzugsmanagement, Parkplatzmanagement und automatische Zugangskontrolle sind Systeme, deren Daten in eine zentrale intelligente Datenverarbeitung eingebunden werden können. Diese Datenverarbeitung kann als Backend den gesamten Datenstrom im Gebäude koordinieren, weiterverarbeiten und auswerten. So werden weitere Dienste für Betreiber und Nutzer möglich, die über ein persönliches Frontend mit individuell zugeschnittenen Rechten mit dem Backend kommunizieren können – in der Regel ein Smartphone oder ein PC bzw. Laptop. Abbildung 5 zeigt einige dieser Dienste, die in einem digitalisierten Gebäude direkt zur Verfügung stehen und in ersten Projekten umgesetzt werden:

- Steuerung der Raumfunktionen: Temperatur, Beleuchtung, Jalousien,
- Monitoring, Data Analytics,
- Navigation im Gebäude,
- Heat Mapping,
- Find your colleague,
- Buchen von Meeting-Räumen,
- Finden von Points of Interest,
- Mängelmeldung,
- Bestellen von Services (Catering usw.),
- Anzeige unbesetzter Arbeitsplätze
- u. v. a. m.

Mit dieser Gesamtstruktur entsteht ein digitales Abbild des aktuellen Gebäudezustandes. Aus aufgezeichneten Trends kann gelernt werden, um den Betrieb des Gebäudes für die Zukunft zu verbessern. Methoden des „Machine Learning“ [2] können kontinuierlich angewendet werden, um beispielsweise die Betriebsweise für das Heizen/Kühlen/Lüften nach den Belegungsplänen und den Mustern tatsächlicher Anwesenheit zu optimieren. Gebuchte und trotzdem nicht genutzte Räume können automatisch wieder freigegeben werden. Viele weitere Services sind möglich, ob für das Asset-Management, FM-Dienstleister oder die Nutzer der Gebäude – der Phantasie sind kaum Grenzen gesetzt.

V. Gebäude 4.0 im Bau

Das beschriebene Gesamtsystem wurde im kleinen Maßstab im Labor installiert und das Zusammenspiel der Teilsysteme und Funktionen wurde im Live-Betrieb geprüft. Noch 2020 wird das Gesamtsystem in zwei richtungsweisenden Bauprojekten in Hamburg und Bremen umgesetzt, beide Gebäude gehen noch in diesem Jahr in Betrieb.

1. Hammerbrooklyn-Pavillon

Der Hammerbrooklyn.DigitalCampus wird der zentrale Innovationsstandort für digi-

tale Transformation in Hamburg. Hier werden Unternehmen, Stadt und Wissenschaft gemeinsam an der Zukunft arbeiten [5]. Mitten in der Stadt entsteht zwischen Deichtorhallen und HafenCity ein technisch hochmodern bebauter Campus, der futuristische Akzente setzt und perfekte Voraussetzungen für eine hochvernetzte Forschungscommunity zum Megatrend „digitale Transformation“ schafft. Etablierte Unternehmen und Startups werden hier zusammengebracht. Im Zentrum steht der Pavillon, der schon Mitte 2020 in Betrieb genommen wird. Der amerikanische EXPO-Pavillon von Mailand wird nach Hamburg transferiert, dort aufgebaut und als vollwertiges Gebäude aufgewertet. Diesem Ansatz trägt das vorgestellte System zur Gebäudedigitalisierung Rechnung: Aus der Zusammenarbeit und Synergie der beteiligten etablierten Firmen der Projektentwicklung und Gebäudetechnik entsteht durch Integration der Impulse und des neuen Know-How der beiden Prop-Tech-Startups eine neue Qualität des digitalisierten Gebäudebetriebs. Ziel und Anspruch des neuen „Digital-Hubs“ Hammerbrooklyn werden so schon in der Bauphase umgesetzt.

2. Handwerkerhaus in Bremen

Der Rohbau des Holz-Hybrid-Hauses mit gut 3.600 m² oberirdischer Bürogeschossfläche wurde in nur zehn Tagen errichtet. Die Holz-Beton-Module erlauben bei der Herstellung eine Einsparung von bis zu 80 Prozent CO₂ gegenüber konventionellerem Betonbau.

Im Handwerkerhaus sollen die Handwerksbetriebe der Bremer Zech-Group an einem Standort zusammenkommen. Der hohe Vorfertigungsgrad der Gebäudeteile anhand eines digitalen Zwillings zeigt beispielhaft die Vorteile der BIM-Methode für den Bauablauf. Gleichzeitig wird auch hier das beschriebene System der Gebäudedigitalisierung umgesetzt – Bauen 4.0 trifft Gebäude 4.0.

VI. Fazit

Das Gebäude als geschlossenes hochvernetztes System oder Teil des IoT ist technisch schon heute auch für große Büro- und Verwaltungsgebäude umsetzbar. Die Möglichkeiten der Vernetzung und Kommunikation werden mit hoher Dynamik verbessert. Bauvorhaben mit hohem Digitalisierungsstandard werden aktuell umgesetzt, wie die beiden Beispiele, aber auch weitere Vorhaben in Europa und weltweit zeigen. Das digitalisierte Gebäude wird den Gebäudebetrieb transparenter machen, Betriebsoptimierungen ermöglichen und zugleich neue Möglichkeiten der Nutzung generieren. Gebäude 4.0 sind auf einem guten Weg in die Wirklichkeit. ◀

Quellen:

- [1] wtec GmbH, www.wtec.ag.
- [2] BTGA-Almanach 2019, S. 59–63.
- [3] Pinestack GmbH, pinestack.io.
- [4] aedifion GmbH, www.aedifion.com.
- [5] Hammerbrooklyn.DigitalCampus, hammerbrooklyn.hamburg.



Abbildung 7: Grafik Handwerkerhaus Bremen

Wird BIM die TGA-Branche verändern?

Wie eine nicht ganz so neue Methode die Digitalisierung in der Bauwirtschaft einläutet und welche Chancen und Risiken das für die TGA birgt.

Nicht erst seit gestern ist Building Information Modeling (BIM) ein großes Thema. Kaum ein Tag vergeht, ohne dass über diese scheinbar so neue Methode in der Fachpresse berichtet wird. Doch wie konkret sind die Anforderungen der Stakeholder, von der öffentlichen Hand bis zu privaten Investoren? Was ist genau gemeint, wenn von BIM-Modellen und Datenaustausch die Rede ist? Und nicht zuletzt: Welche neuen Möglichkeiten entstehen im Planen und Bauen für die Projektbeteiligten?



Christoph Kleine MBA,
technischer Referent,
Herstellerverband
Raumlufttechnische
Geräte e.V.

In den Diskussionen sind beim Thema „Building Information Modeling (BIM)“ immer wieder geteilte Meinungen zu hören: Die eine Fraktion, nennen wir sie die Konservativen, negiert nach wie vor, dass es nach dem Zeitalter von AutoCAD noch etwas Neues geben kann. Die Reformer hingegen prophezeien, dass sich mit BIM alle Probleme des Planens und Bauens in Luft auflösen werden. Wie so oft, wird die Wahrheit vermutlich irgendwo dazwischen liegen.

Doch das Ganze beginnt schon viel früher: So ist oftmals gar nicht klar, was genau gemeint ist, wenn von BIM und BIM-Modellen gesprochen wird. Woran wird bei dem Thema gedacht? An ein rudimentäres 3D-Modell, das zwar schön anzuschauen, aber doch irgendwie „dumm“ ist? Oder werden auch die vielen Eigenschaften (so genannte Properties) berücksichtigt, die erst den echten Mehrwert ausmachen? Hier muss sicher noch einiges an Aufklärung und Verständigung zwischen den Fraktionen geleistet werden.

Ein Blick zurück

Doch zunächst ein Blick in die Vergangenheit: Das Thema Digitalisierung begleitet uns schon viele Jahre. Bereits 1982 erschien die Version 1.0 der genannten CAD-Software.

Heute ist die Erstellung von Plänen am Reißbrett für die meisten kaum noch vorstellbar.

Auch das digitale Planen und Bauen begleitet uns schon lange, nur ist es mal mehr mal weniger präsent. So existiert BIM in ersten Konzepten seit mehreren Jahrzehnten. Richtig Schwung bekam das Thema aber erst in den vergangenen Jahren. Das ist vor allem der gestiegenen Rechenleistung und den komplexeren Anforderungen am Bau geschuldet. Bei großen Bauvorhaben ist inzwischen immer häufiger das Tablet als der ausgedruckte Plan in A0 zu sehen.

Digitalisierung ist notwendig

Digitalisierung als Megatrend ist eine der großen Revolutionen unserer Zeit. Die immense Steigerung der Effektivität der vergangenen Jahre ist in vielen Bereichen ohne Software und Co kaum vorstellbar. Disruptive Technologien schaffen ganz neue Branchen und verdrängen alte vom Markt. Das ist bereits in vielen Bereichen unserer Gesellschaft zu beobachten – und es ist grundsätzlich auch notwendig. Durch die Einbeziehung von Technologie in den Unternehmen werden Erleichterungen für Mitarbeiter und eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit erreicht. Lediglich die Baubranche scheint noch immer im Dornröschenschlaf zu liegen.

BIM ist nicht gleich BIM

Doch zurück zum eigentlichen Thema: Wie bereits erwähnt, stellt sich beim Umgang mit BIM-Datenmodellen zunächst einmal die Frage, was genau gemeint ist. Oftmals wird BIM im Leistungsverzeichnis ausgeschrieben und der Planer fragt diese Leistung selbstverständlich bei „seinen“ Herstellern an. In den Köpfen existiert dann oft zunächst ein einfaches 3D-Modell der entsprechenden Komponenten. Das ist jedoch zu kurz gedacht. Die eigentlichen Vorteile erfährt BIM

erst durch die vierte Dimension – die sinnvolle Verknüpfung mit den Produktdaten, also einer Art digitalem Datenblatt. Erst mit diesem lässt die neue Methode ihre Möglichkeiten und Vorteile erkennen.

Blick ins Ausland

Es lohnt sich, wie so oft, auch ein Blick über den Tellerrand hinaus in andere Länder. Immer wieder heißt es, Deutschland liege weit hinter dem Ausland zurück, wenn es um das digitale Planen und Bauen geht. Doch diese Aussage ist aus zwei Gründen anzuzweifeln:

Erstens ist auch im Ausland nicht alles Gold, was glänzt. Schnell werden rudimentäre 3D-Modelle marketingtechnisch sehr wirkungsvoll dargestellt und als digitaler Zwilling verkauft. Dabei handelt es sich allerdings oft nur um schön anzuschauende Architekturpläne. Von echten simulationsfähigen Datenmodellen sind sie weit entfernt.

Zweitens muss anerkannt werden, dass Deutschland mit der HOAI und ihrem Sinnbild für ein recht zersplittertes Bauwesen teilweise vor großen Herausforderungen steht, wenn es um ganzheitliche Ansätze geht. Hat im Ausland oft ein Generalunternehmer „den Hut auf“, müssen hierzulande immer wieder verschiedene Parteien unter denselben gebracht werden. Das gilt nicht nur für die Ausführung, sondern auch für die Planung. Konkret drückt sich dies dadurch aus, dass mehr als eine Software eingesetzt wird und damit ein so genannter Open-BIM-Ansatz vorliegt. Wird jedoch nur eine Software im Gesamtprojekt eingesetzt, wird von „Closed BIM“ gesprochen.

Steigerung der Planungsqualität

Wird ein solches Projekt jedoch richtig umgesetzt, ergeben sich für alle Beteiligten viele Chancen. Ist die Lernphase erst einmal überwunden und der tägliche Einsatz von BIM



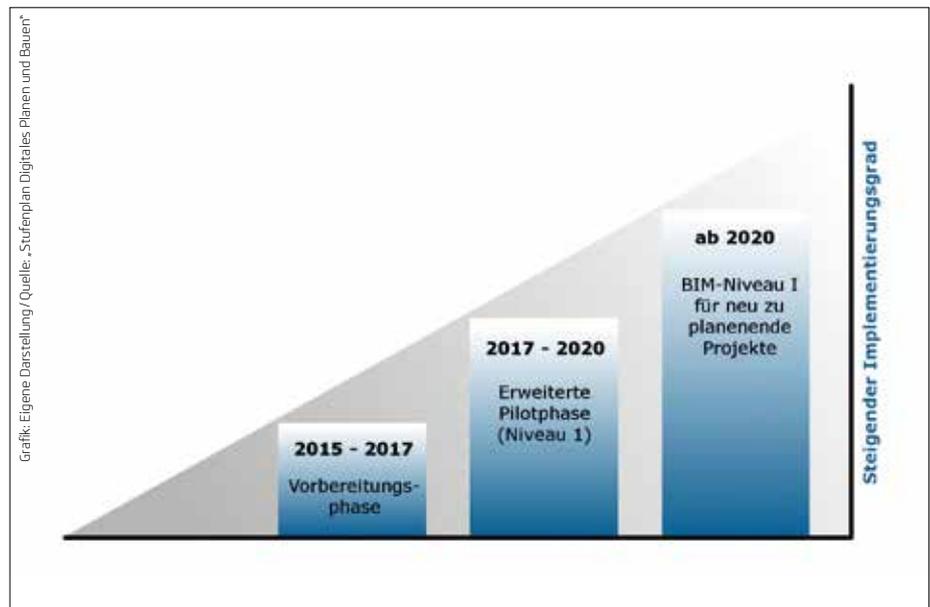
wird Normalität, ist tendenziell mit einer deutlichen Steigerung der Planungsqualität zu rechnen. Durch eine frühere Koordination aller Beteiligten, die Visualisierung und die kontinuierliche Einbindung des Bauherrn werden viele Probleme gar nicht erst auf die Baustelle durchgeschleift. Auch können dann doch noch notwendige Änderungen relativ einfach vorgesehen werden. Schon heute erlauben es viele Softwareanbieter, Auslegungen der Gebäudetechnik dynamisch im Modell anzupassen – allerdings nur, wenn die Komponenten und Geräte mit entsprechenden Daten versehen sind. Auch der Prozess der Baugenehmigung kann dann mit einem einfachen Mausklick und einer Prüfung durch eine entsprechende Software beim Bauamt erfolgen – zumindest in der Theorie. Doch bis dahin ist es noch ein weiter Weg.

Gerade die Akteure der Technischen Gebäudeausrüstung sind am Bau oft nicht gern gesehen, da es beim Einbringen der Anlagentechnik oftmals zu Bauverzögerungen und steigenden Kosten kommt. Das ist allerdings auch darauf zurückzuführen, dass die TGA zuletzt eingebracht wird. Probleme, die durch unzureichende Abstimmung mit den vorigen Gewerken entstanden sind, können dann nur noch sehr zeitaufwendig und teuer behoben werden. Hier verspricht BIM deutliche Verbesserungen, da die TGA bereits in einer frühen Phase und sehr detailliert in den digitalen Bauplan eingebracht werden kann.

Risiken und Nebenwirkungen

Selbstverständlich gibt es immer zwei Seiten einer Medaille: Solche umfassenden Änderungen in den Bauabläufen werden ein hohes Maß an Anpassung von vielen Planern fordern, aber auch von den ausführenden Unternehmen. Heute sind die Situation und auch die Auftragslage noch so gut, dass die wenigen Projekte, die Kenntnisse im Umgang mit BIM-Modellen erfordern, abgelehnt werden können. Doch die Anzahl der Projekte und die Tiefe der Anforderungen werden mit der Zeit immer weiter steigen. Gerade kleine Unternehmen können hier schnell das Nachsehen haben, da sie die notwendigen Fachkenntnisse weder einkaufen noch aufbauen können oder wollen.

Die Vorzeichen sind schon heute deutlich zu erkennen: Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) veröffentlichte bereits im Jahr 2015 den „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“. Darin wird für Projekte der öffentlichen Hand ein immer detaillierteres BIM-Niveau gefordert. Für neu zu planende Projekte gilt



Steigende Anforderungen der Öffentlichen Hand

das Niveau I ab 2020. Dem werden sich immer mehr private Investoren anschließen, da ein durchgängiges 3D-Modell mit verknüpften Daten viele Vorteile bietet, sowohl bei der Erstellung als auch im gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Was kann die TGA-Branche tun?

Die Branche der Technischen Gebäudeausrüstung darf sich dem Thema „BIM“ nicht verschließen. Sie muss sich aktiv damit auseinandersetzen und in die Fort- und Weiterbildung der Mitarbeiter investieren. Gerade die junge Generation kennt die Digitalisierung und wird gern als „Digital Natives“ bezeichnet, also als digitale Ureinwohner. Hier sind sowohl Wissen als auch Interesse am Thema reichlich vorhanden.

Für konkrete Projekte lässt sich festhalten, dass erste Versuche nicht zu groß ausfallen sollten. Viele Experten und Praktiker empfehlen, beim Thema „BIM“ mit kleinen Vorhaben und routinierten Abläufen zu beginnen. Nicht zu vermeidende Fehler und Misserfolge können so besser verkraftet werden.

Wie können Hersteller helfen?

Die Hersteller von Komponenten und Geräten können ganz konkret Aufklärungsarbeit leisten. Das liegt schon in ihrem Eigeninteresse, da sie für ihre Kunden selbstverständlich einen bestmöglichen Service liefern möchten.

Außerdem sollten Reibungsverluste und doppelte Arbeiten vermieden werden. Aus diesem Grund hat der RLT-Herstellerverband bereits im Jahr 2018 einen Arbeitskreis „BIM“ gegründet, der einerseits einen

Standard für die Erstellung von BIM-Modellen erarbeitet und andererseits Aufklärung leisten möchte. Ein Ergebnis ist die Veröffentlichung der RLT-Richtlinie 05 – „Building Information Modeling für Raumluftechnische Geräte“. Diese Richtlinie kann kostenlos auf der Internetseite des Herstellerverbandes bezogen werden: www.rlt-geraete.de > DOWNLOADS > RLT-Richtlinien > RLT Richtlinie 05.

Diese Richtlinie ist nicht als abgeschlossenes Papier zu verstehen, sondern soll als Diskussionsgrundlage und Basis für die nächsten Schritte dienen. Konkret sollen die Kooperation mit den anderen Verbänden weiter ausgebaut und möglichst digitale Tools geschaffen werden, die die Mitgliedsunternehmen und die weiteren Projektbeteiligten unterstützen können.

Fazit

BIM wird nicht nur kommen, sondern ist bereits da. Wer nach wie vor die Augen vor dieser Methode verschließt, verpasst handfeste Chancen und gerät in Gefahr, an der Entwicklung der nächsten Monate und Jahre den Anschluss zu verlieren. Seien Sie also hiermit offiziell eingeladen, sich am Diskurs zu beteiligen und die vielen Vorteile zu entdecken, die das digitale Planen und Bauen bereithält. ◀

KaP - SoftwarePlus

Verfahren zur softwaregestützten Betriebsanalyse und -optimierung von Kältesystemen und RLT-Anlagen im Bestand

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsvorhabens „KaP-SoftwarePlus“ (FKZ: 03ETW012A-D) wird in der Zeit von Januar 2019 bis Dezember 2021 ein Verfahren zur softwaregestützten Betriebsanalyse und -optimierung von Kältesystemen und RLT-Anlagen im Bestand entwickelt, umgesetzt und erprobt. Das erfolgt auf der Basis der in den Projekten „KaP-Kälteanlagen in der Praxis“ (FKZ: 03ET1066A) und „KaP-Software“ (FKZ: 03ET1350A-C) entwickelten Werkzeuge zum Erfassen, Dokumentieren und Optimieren von Kälteanlagen. Das Vorhaben wird in kooperativer Zusammenarbeit der Projektbeteiligten BUILD.ING Consultants + Innovators GmbH, Hottgenroth Software GmbH & Co. KG, Steinbeis Innovation gGmbH und der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Versorgungstechnik durchgeführt. Um möglichst viele Aspekte der Energieeffizienz, der Ökologie und des Anlagenbetriebs in die Entwicklung eines standardisierten Verfahrens zur Optimierung der Kälteanlagen einzubinden, wird das Projekt neben der aktiven Beteiligung des Forschungsrats Kältetechnik e.V. durch das Umweltbundesamt (UBA) und den Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA) begleitet. Darüber hinaus besteht Unterstützung seitens beratender Partner aus der Forschung (Hochschule Biberach, Hochschule Düsseldorf), aus der Industrie (Combitherm GmbH und Johnson Controls Systems & Service GmbH) und der Anlagenplanung (Ing.-Büro Detlef Malinowsky).



Prof. Dr.-Ing.
Lars Kühl,
Leiter des Instituts
für energieoptimierte
Systeme (EOS),
Fakultät Versorgungstechnik,
Ostfalia Hochschule für angewandte
Wissenschaften,
Wolfenbüttel



Dipl.-Ing. (FH)
Katja Ackermann,
Wissenschaftliche
Mitarbeiterin, Institut
für energieoptimierte
Systeme (EOS),
Fakultät Versorgungstechnik,
Ostfalia Hochschule für angewandte
Wissenschaften,
Wolfenbüttel

Die Bereitstellung von Klima- oder Prozesskälte in Nichtwohn- und Sondergebäuden stellt einen steigenden Anteil am Energieverbrauch in Deutschland und in anderen Industrieländern dar. Die steigenden internen Lasten und die höheren Anforderungen in der Produktion oder an den Betrieb von Geräten und Anlagen – beispielsweise IT-Systeme in Nichtwohngebäuden oder Rechenzentren, MRT-Geräte in Krankenhäusern – führen zu einem vermehrten Einsatz von Kälteanlagen und zu einem entsprechenden Energiebedarf. Wie auch bei Anlagen zur Wärmeversorgung und Raumluftversorgung ergibt sich bei den Anlagen zur Kälteversorgung über Mängel in der Betriebsführung,

falsch eingestellte Regelparameter oder unzureichende Wartung ein Mehrbedarf an Energie für den Betrieb. Über ein Betriebsmonitoring mit Erfassung und Auswertung ausgewählter, zentraler Parameter der Anlagen kann ein wesentlicher Schritt in Richtung Energieeinsparung und Anlageneffizienz getan werden. Den Anfang stellt zunächst das Erfassen der im Betrieb befindlichen Anlage mit ihren Komponenten, der Peripherie und den aktuellen Verbrauchswerten dar. Um Anlagenbetreiber bzw. Anlagentechniker und -planer bei dieser Aufgabe zu unterstützen, hat das Projektteam in den vergangenen Jahren eine Software zur Analyse und Optimierung des Betriebes von Kälte-

teanlagen im Bestand entwickelt, die innerhalb eines aktuellen Forschungsvorhabens überarbeitet und in ihrer Funktionalität erweitert wird.

I. KaP-Software zur Analyse und Optimierung des Betriebes von Kälteanlagen

Die in den vorherigen KaP-Projekten entwickelte Software bildet ein Verfahren zur standardisierten Aufnahme und Bewertung von Kältesystemen ab. Die verschiedenen Bestandteile des Kältesystems werden erfasst und bewertet; Optimierungspotenziale werden aufgezeigt. Die Aufnahme basiert auf der Dokumentation des Bestands, des Erfassens von Betriebsparametern im System und bei Bedarf auf der Durchführung von ergänzenden Messungen.

II. Abbildung des Kältesystems

Das Werkzeug bildet das Kältesystem mit den wesentlichen Bauteilen, der Peripherie und den zu versorgenden Einheiten ab. Der Kältekreislauf selbst wird nicht direkt betrachtet. Dazu stellt der Forschungsrat Kältetechnik e.V. mit dem „Energieeffizienztool“ eine Software zur Verfügung, die auf Basis von ausgewählten Betriebspunkten und

unter Beachtung der Parameter im Kältekreis die energetische Effizienz vor allem der Kältemaschine als zentrale Einheit eines Systems bewertet. Das VDMA-Einheitsblatt 24247 „Energieeffizienz von Kälteanlagen“ bildet die Grundlage. Eines der wesentlichen Ziele dieses Vorhabens ist es, die beiden Anwendungen zur Abbildung des Kältekreislaufs und des Kältesystems über eine zu entwickelnde Schnittstelle direkt zu koppeln. Über wechselseitig übertragene, standardisierte Datensätze sollen die Funktionalitäten beider Anwendungen gemeinsam ergänzt und erweitert werden. Eine zu entwickelnde, geordnete Datenablage von Mess- und Produktdaten ist die Basis des Datenaustauschs zwischen den Werkzeugen und damit auch Arbeitsinhalt des Vorhabens. Weiterhin werden in Abstimmung mit der Industrie und dem Forschungsrat Kältetechnik e.V. Standardvorgaben für eine Produktdokumentation von Komponenten kältetechnischer Anlagen entwickelt. Die Standardproduktdateien sollen zum Anpassen der Anlagenerfassung und -bewertung im KaP-Werkzeug dienen.

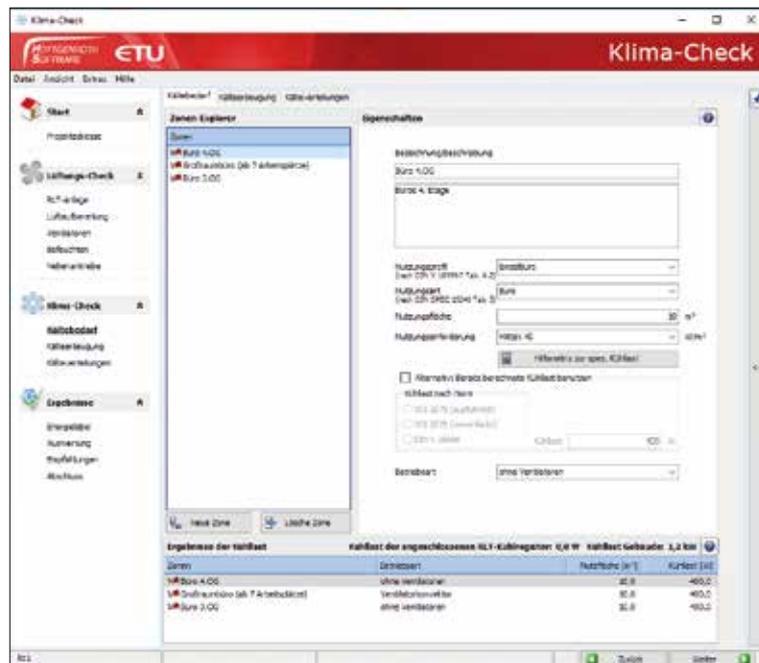
III. Bewertung des Kälteanlagen-systems sowie einzelner Komponenten

Mit der Software soll ein umfassendes Werkzeug zur Inspektion und Optimierung von Klima- und Kälteversorgungssystemen im Bestand entwickelt und zur Verfügung gestellt werden. Die Elemente „Kälteerzeuger“, „Rückkühler“, „Kälteverteilung“, „-speicherung“ und „übergabe“ werden ebenfalls erfasst und separat bewertet.

IV. Durchführung einer Energetischen Inspektion von Klimaanlagen

Die Funktionalität der Software-Anwendung wird im Rahmen der Bearbeitung auch auf die Durchführung der Energetischen Inspektion für Klimaanlagen gemäß DIN SPEC 15240/EnEV § 12 erweitert werden. Dafür wird die KaP-Software mit einem am Markt bestehenden Softwaremodul (Klima-Check) des Projektpartners Hottgenroth Software GmbH & Co. KG gekoppelt und aufeinander abgestimmt. Abbildung 1 zeigt einen Programmausschnitt des Klima-Check.

Somit wird gegenüber üblichen Inspektionen die Bewertung der Kälteerzeugung und -verteilung durch die KaP-Systematik ausgeweitet – ohne dabei den Aufwand für die Inspektion beträchtlich zu erhöhen. Dadurch sollen die Bedeutung der energetischen Effizienz von Kälteanlagen stärker in den Fokus gerückt, die Akzeptanz und Funktionalität des Werkzeugs gesteigert und die reale Anzahl durchgeführter Energetischer



Alle Abbildungen: Ostfalia Hochschule

Abbildung 1: Programmausschnitt des Softwaremoduls (Klima-Check)

Inspektionen von RLT- und Kälteanlagen erhöht werden.

V. Vereinfachte Erstellung von Hydraulikschemen

Zum einfacheren Erfassen der Anlagenhydraulik bietet die Anwendung seit der Durchführung des KaP I-Projektes in den Jahren 2012 bis 2015 die Möglichkeit der Erstellung eines vereinfachten Anlagenschemas unter Verwendung von Komponentenpiktogrammen. Im Hinblick auf eine verbesserte Handhabung und Verkürzung der Bearbeitungszeit wird mit der Softwareüberarbeitung eine automatisierte Generierung von vereinfachten Anlagenschemen und die direkte Verknüpfung von Anlagendaten und Komponenten im Anlagenschema angestrebt.

VI. Betreiberfragebogen

Die Software soll zwei unterschiedliche Benutzergruppen ansprechen. Auf Basis der Erfahrungen aus den Vorgängerprojekten wird ein einfacher Betreiberfragebogen als eigenständiges Modul abgeleitet, der Hemmnisse zur Detailanalyse von Kälteanlagenssystemen von Seiten der Anlagenbetreiber abbauen soll. Der Betreiberfragebogen ermittelt anhand einer überschaubaren Anzahl von ca. 15 Fragen zum Kälteanlagenssystem die qualitative Wahrscheinlichkeit vorhandener Optimierungspotenziale. Die Fragen sollen vom Betreiber ohne weitere Recherchen zu beantworten sein. Im Falle einer weiterführenden Analyse des Kältesystems mit Hilfe der KaP-Software werden die erhobenen Daten aus dem Fragebogen direkt in die Anwendung übernommen. Die Software selbst bietet einerseits dem Betriebstechniker bzw. dem Betreiber der Anlage eine einfache Möglichkeit, mit hinterlegtem ingenieurtechnischem Know-how, detaillierte Informatio-

nen und Betriebsparameter der Anlage zu ermitteln. Ziel ist die Abbildung und Bewertung der Anlage und die einfache Identifikation möglicher Fehlbetriebe. Daraus können anschließend Maßnahmen zur anlagentechnischen Optimierung eingeleitet und diese in ihrem Einsparpotenzial qualitativ abgeschätzt werden. Andererseits soll die Software für den Ingenieur oder Techniker eine Grundlage für die Durchführung von detaillierteren Untersuchungen am Kältesystem schaffen, um im Anschluss komplexere betriebstechnische Optimierungspotenziale aufzudecken. In diesen Bereich fallen beispielsweise die Auswertung von Kurzzeitmessungen, die Untersuchung der hydraulischen Zustände und die Ermittlung von Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Effizienz in ihrer Umsetzung. Das Ergebnis dieser Ebene soll eine quantitative Abschätzung der ermittelten Maßnahmen in Bezug auf die energetischen und finanziellen Einsparungen liefern. Innerhalb der verschiedenen Bearbeitungsebenen ist zunächst die Aufnahme des Kältesystems erforderlich. In einem zweiten Schritt erfolgen die Bewertung der Systemparameter und anschließend die Auswertung und das Auffinden von Optimierungspotenzialen.

VII. Intuitive Bedienbarkeit der Softwareanwendung

Die Softwareanwendung zeichnet sich durch eine intuitive und einfache Bedienbarkeit zum Erfassen, Dokumentieren und Optimieren von Kälteanlagen aus.

Der Nutzer wird anhand eines Leitfadens durch das Programm geführt. Die Bestandteile der Kälteanlage werden systematisch hinsichtlich potenzieller Fehlbetriebe und Optimierungsmöglichkeiten angesprochen.

Abbildung 2:
Installation von
mobiler Messtechnik
an einer Testanlage
(Ultraschalldurchfluss-
messgerät und Anlege-
temperatursensoren)



VIII. Werkzeuge der KaP-Software

Durch einfache Abfragen im Rahmen der Bewertungsfunktion wird das Kältesystem erfasst und bewertet. Zusätzliche Werkzeuge helfen die energetische und finanzielle Einsparung der unterschiedlichen Optimierungsmaßnahmen zu prognostizieren.

1. Werkzeug - Maßnahmenliste

Nach abgeschlossener qualitativer Ersteinschätzung über die Bewertungsfunktion der Software folgen Vorschläge für Optimierungsmaßnahmen. Diese werden einer implementierten Maßnahmenliste entnommen. In dieser Liste sind unterschiedliche Optimierungspotenziale aufgeführt, die über verschiedene Befunde herausgearbeitet werden können.

2. Werkzeug - Standarddiagramme

Die Zusatzfunktion „Standarddiagramme“ ermöglicht eine sichere Auswertung, die hinreichende Rückschlüsse auf den Betrieb der Kälteanlage und des Systems gibt. Hier sollen beispielsweise mögliche Standby-Verbräuche erkannt oder Regelungskonzepte der Anlage evaluiert werden. Über ergänzende Kurzzeitmessungen können weitere grundlegende Informationen zum Betrieb des Kältesystems sowie der Funktion ermittelt werden, beispielsweise Pumpenbetrieb, Leistungsmessungen thermisch und elektrisch usw.

3. Werkzeug - Prognosetool

Das Prognosetool vergleicht den nötigen Kältebedarf der Verbraucher mit den aufgezeichneten Verbrauchswerten. Sollten keine Ver-

brauchsdaten vorliegen, besteht die Möglichkeit, die fehlenden Daten über genannte Kurzzeitmessungen am Kältesystem zu erfassen und einzulesen.

In Abbildung 2 ist die Installation von mobiler Messtechnik für eine Durchführung von Kurzzeitmessungen an einer Testanlage zum Erfassen der Kältemengen über die Aufnahme des Volumenstroms mittels Ultraschalldurchflussmessgerät sowie der Vor- und Rücklauftemperaturen mittels Anlegetemperatursensoren an der Kälteverteilung zu sehen.

Als Ergebnis der Prognose werden Jahresdauerlinien erstellt, die als Basis für weiterführende Auswertungen dienen.

IX. Optimierungspotenzial und Energieeffizienz kältetechnischer Anlagen

Aufgrund des steigenden Kältebedarfs in der Industrie, der IT-Branche und im Gesundheitswesen erhöht sich trotz verbesserter Anlagentechnik der Anteil der hier eingesetzten Energie. Neben effizienten Planungskonzepten im Bereich von Neu- und Umbauprojekten können betriebliche Optimierungen und die Durchführung von regelmäßigen Inspektionen bereits installierter Anlagen den Energieverbrauch zur Kältebereitstellung in Deutschland senken.

Mit der Soll-Wert-Optimierung von Kaltwasser- und Kühlwassertemperatur, der Reduzierung der Betriebszeiten, der Umsetzung eines hydraulischen Abgleichs des Systems und des Austauschs von ineffizienten Pumpen und der freien Kühlung bei niedrigen Außentemperaturen kann von erheblichen Energieeinsparungen ausgegangen werden.

Insbesondere in komplexen kältetechnischen Anlagen können nicht nur Fehleinstellungen einzelner Anlagenparameter oder -komponenten zu einem erhöhten Energieverbrauch führen, sondern auch die Kombination verschiedener Mängel. Im ungünstigen Fall führt der Ausfall des Kältesystems zu Problemen im Betrieb bzw. der Sicherstellung von Betriebsparametern von Anlagen, Maschinen oder Räumen mit höheren raumklimatischen Anforderungen.

Um Fehlfunktionen und Betriebsstörungen zu vermeiden, ist die kontinuierliche Wartung und Instandhaltung in jedem Fall sinnvoll. Weitergehende Maßnahmen – wie eine laufende Betriebsüberwachung und -auswertung – helfen nicht nur Probleme oder Störungen zu vermeiden, sondern auch die Energiekosten zu reduzieren. Insbesondere in Anlagen großer Liegenschaften ist die Transparenz der Funktionalität sowie der Hydraulik und Regelung von großer Bedeutung, um Optimierungspotenziale zu identifizieren. An diesem Punkt setzt die Softwareentwicklung des KaP-Projektes an.

X. Aufnahme und Bewertung des Kältesystems über die Software

Kann die Durchführung der Aufnahme und Bewertung des Kältesystems nicht durch den Betreiber vorgenommen werden, können die Arbeiten als Dienstleistung an ein Fachunternehmen vergeben werden. Um auch komplexe Kälteanlagen strukturiert und vollständig aufzunehmen, erfolgt die Vorbereitung der Anlagenbegehung und -aufnahme im Rahmen eines ersten Gesprächs. Dabei werden die wesentlichen Daten und Anlagenparameter erfasst, beispielsweise Ort und Größe der Liegenschaft, Umfang der bereits eingebauten Messtechnik, vorhandene Zählrichtungen sowie Anzahl und Größe von Kältemaschinen, Rückkühlern und Speichern.

Im Anschluss findet die vorbereitete Vor-Ort-Begehung von Kältezentrale und Anlagensystem in der Liegenschaft statt. Hier werden zentrale Informationen ermittelt: Leistungen, Temperaturniveaus und die Kältemittel-Füllmenge der Anlagen. Dokumentationen wie Wartungsverträge und Anlagenschemata helfen beim Nachvollziehen von Abhängigkeiten und bei der Einschätzung des Zustandes der Anlage.

Zur Dokumentation der bestehenden, oft gewachsenen Anlagentechnik bietet die Software die Möglichkeit einer vereinfachten Darstellung des Kältesystems in einem übersichtlichen Anlagenschema. Innerhalb dieses Arbeitsschrittes erfolgt das direkte Erfassen der Anlagenkomponenten mit Leistungsdaten, Betriebsparametern, Angaben



zum Hersteller und zum Typ sowie Verbrauchsdaten. Gegebenenfalls hinterlegte Herstellerdaten können zugewiesen werden. Abbildung 3 zeigt das Umsetzungsbeispiel eines vereinfachten Anlagenschemas für eine Beispielanlage.

Die aufgenommenen Daten dienen zur Dokumentation und Bewertung des vorhandenen Kälteanlagen-systems. Aus den eingegebenen Daten können charakteristische Verhältnis-zahlen gebildet werden, die eine Einschätzung der Effizienz bzw. der Auslegung und Dimensionierung der Anlagenkomponenten erlauben. Vor Ort aufgenommene Daten der Kaltwassertemperatur können für einen Soll-Ist-Abgleich der Betriebsparameter herangezogen werden.

Auf Basis der vereinfachten Darstellung werden im späteren Verlauf der Auswertungen die Abhängigkeiten und Auswirkungen der vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen abgeschätzt und aufgezeigt. Diese Bewertungen werden zusammen mit den aufgenommenen qualitativen Kriterien in ein Ampelbewertungssystem übernommen. Es können noch weitere Unterpunkte zum System abgefragt werden. Ein Ausschnitt eines Umsetzungsentwurfs ist beispielhaft für das Bewertungskriterium „Monitoring“ in Abbildung 4 zu sehen.

Die Anlage wird in Hinsicht auf die unterschiedlichen Kriterien betrachtet und klassifiziert, sodass ein Überblick der Anlagenqualität gegeben ist und eine Priorisierung von Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden kann. Über die Auswahl des zu bewertenden Bilanzraumes wird Bezug auf

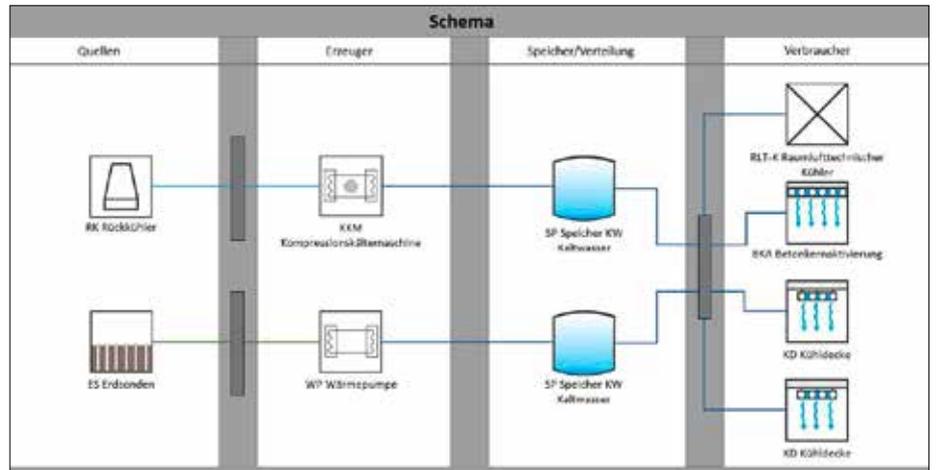


Abbildung 3: Beispiel eines vereinfachten Anlagenschemas eines Kältesystems

„VDMA-Einheitsblatt 24247: Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 7: Regelung, Energiemanagement und effiziente Betriebsführung“ (VDMA 24247-7) genommen. Es stehen drei unterschiedliche Bilanzräume zur Auswahl (Abbildung 5).

Innerhalb der Software werden zehn unterschiedliche Kriterien zum Kältesystem und den versorgenden Kälteanlagen betrachtet, die jeweils eine einzelne Bewertung über einige Unterkriterien erhalten:

1. Verbrauch Kälteerzeugung und Verteilung

In diesem Bereich werden unter anderem die Verbrauchswerte der flächenbezogenen Kälte- und Primärenergien, die Regelung der Verteilerpumpen und die Dämmung des Kältesystems bewertet. Die Klassifizierung

des Energieverbrauches der Zentrale und der Verteilung gibt wesentliche Rückschlüsse auf ein energetisches Optimierungspotenzial, beispielsweise durch den Austausch oder eine Neueinstellung der vorhandenen Pumpen.

2. Komplexität der Zentrale

Je komplexer ein Anlagensystem ist, umso schwieriger ist das Auffinden von Fehlerrufen innerhalb des Systems und umso wichtiger wird eine regelmäßige Prüfung des Anlagenbetriebs. In diesem Bereich werden beispielsweise die Übersichtlichkeit des Anlagensystems, die Anzahl von Kältemaschinen und Rückkühlern sowie die Anzahl der thermischen Regelkreise auf der Verbraucherseite des Systems bewertet.

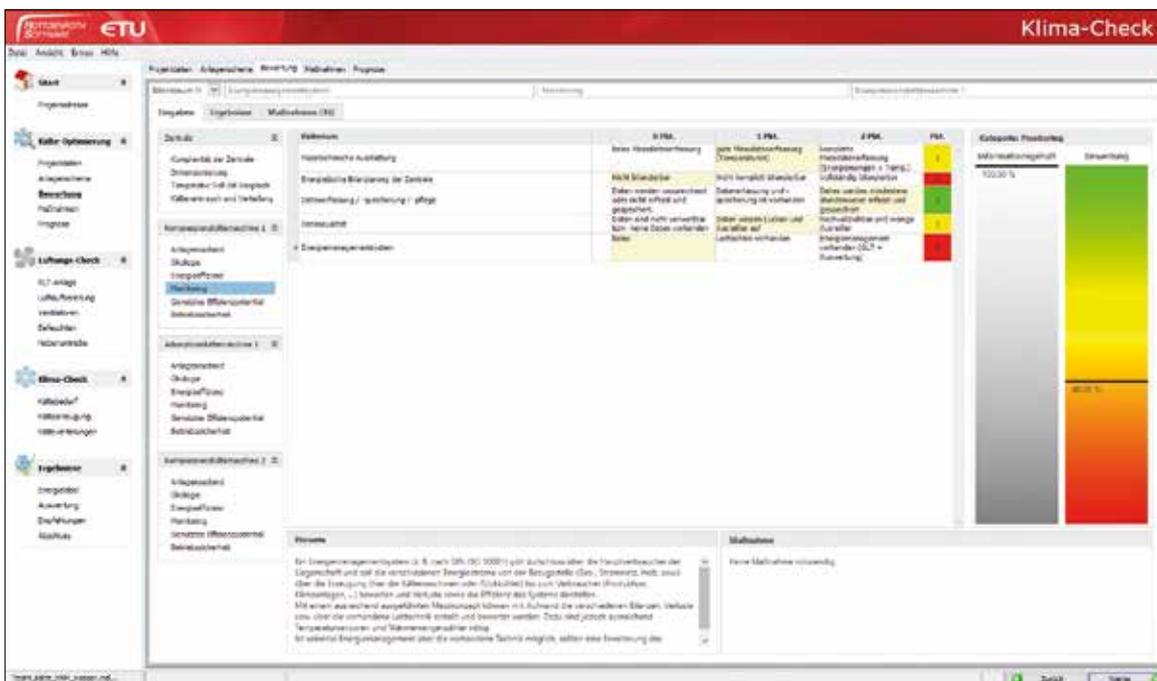


Abbildung 4: Ausschnitt eines Umsetzungsentwurfs beispielhaft für das Kriterium „Monitoring“

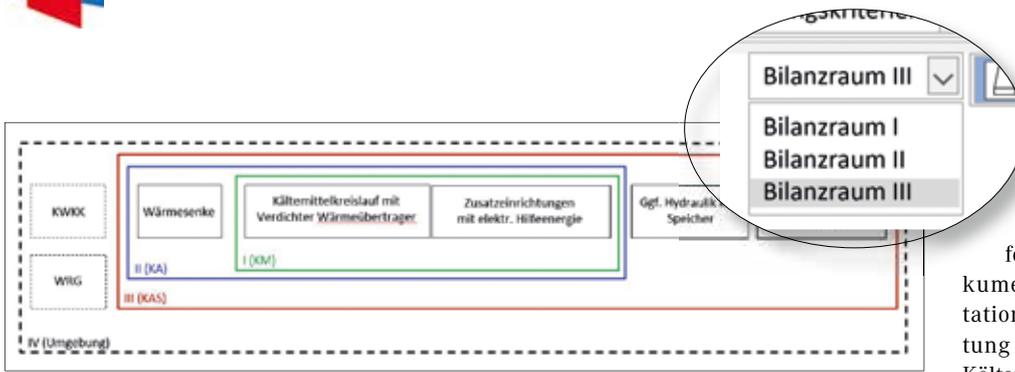


Abbildung 5: Bilanzräume in Kältesystemen: Kältemaschine – Kälteanlage – Kältetechnisches Anlagensystem nach VDMA 24247-7

7. Betriebssicherheit

Ein weiterer wichtiger Aspekt jeder technischen Anlage ist die Betriebssicherheit. Diese wird über Informationen des Betreibers, den Dokumentationsgrad und die Dokumentationsqualität der Anlage, die Einhaltung der Wartungsintervalle oder den Kältemittelverlust pro Jahr erfasst.

3. Dimensionierung

Das Verhältnis von elektrischen Antriebsleistungen für Rückkühler oder Hilfsaggregate bezogen auf die Antriebsleistung der Kälteerzeuger gibt Rückschlüsse auf oft nicht betrachtete und unterschätzte elektrische Energieverbraucher.

4. Temperatur Soll-Ist

Die in den Verhältniszahlen entwickelten Werte werden – wenn vorhanden – in diesen Bereich übernommen. Hier wird insbesondere auf die Differenz von Soll-Werten (Planwerten) zu den vorhandenen Ist-Werten sowie auf die Differenz von minimaler zu maximaler Systemvorlauftemperatur eingegangen.

5. Anlagenzustand

Im Bereich „Anlagenzustand“ werden das Alter und die Erhaltungsqualität der Maschine sowie ihre Anbindung an das System bewertet. Ältere Kälteanlagen weisen nach Jahren des stetig laufenden Betriebes oft Verschleißerscheinungen oder nicht aktualisierte Soll-Wert-Einstellungen auf.

6. Ökologie

Neben den energetischen und betriebstechnischen Aspekten des Kältesystems wird auch die ökologische Verträglichkeit ermittelt. Dazu werden aus der Kältemittelart und -menge und der Leistung der einzelnen Anlage die spezifische Füllmenge und das CO₂-Äquivalent bestimmt.

8. Monitoring

Ein Aspekt wird bei vielen Neuinstallationen und Umbaumaßnahmen bis heute vernachlässigt: die Integration messtechnischer Ausstattung zum Erfassen der laufenden Betriebsparameter. Die Qualität der Messausstattung wird im Hinblick auf den Umfang und die dadurch folgenden Bilanzierungsmöglichkeiten erfasst. Weiterhin werden Datenpflege, Datenqualität und Art des vorhandenen Energiemanagementsystems bewertet.

9. Effizienzpotenzial

In diesem Bereich werden aus den Datenblättern der Kältemaschinen und der Rückkühler die Effizienz-Potenziale des Anlagensystems mit dem vorhandenen Betrieb verglichen. Hier wird Bezug auf eine mögliche Teillastregelung, freie Kühlung oder Wärmerückgewinnung genommen. Auch werden die Temperaturniveaus im Betrieb und die Energy Efficiency Ratio (EER) sowie die European Seasonal Energy Efficiency Ratio (ESEER) nach Herstellerangaben für die Maschinen beurteilt.

10. Energieeffizienz

Sind bereits Messdaten vorhanden, so kann die Energieeffizienz und die Vollbenutzungsdauer der Anlage in erster Annäherung ermittelt werden.

XI. Ersteinschätzung des Kältesystems

Nachdem alle vorhandenen Informationen erfasst und über die Benutzeroberfläche in das Werkzeug eingegeben sind, werden über hinterlegte Algorithmen die Verhältniszahlen berechnet und die bewerteten Kenndaten der Anlage in Form eines System-Steckbriefes ausgegeben. Der Steckbrief für das Kältesystem (Bilanzraum III, vgl. auch Abbildung 5) enthält grundlegende Daten: Angaben zum Ort, zur Liegenschaft, zum Einbauort der Zentrale und zur Grundfläche. Des Weiteren wird das vereinfachte Schema innerhalb der Gesamtbewertung übersichtlich gegliedert dargestellt. Ein Ausschnitt der geplanten Umsetzung des Steckbriefes ist in Abbildung 6 zu sehen.

Für die Bilanzräume I (Kälteerzeuger) und II (Kälteerzeuger und Rückkühler) so-

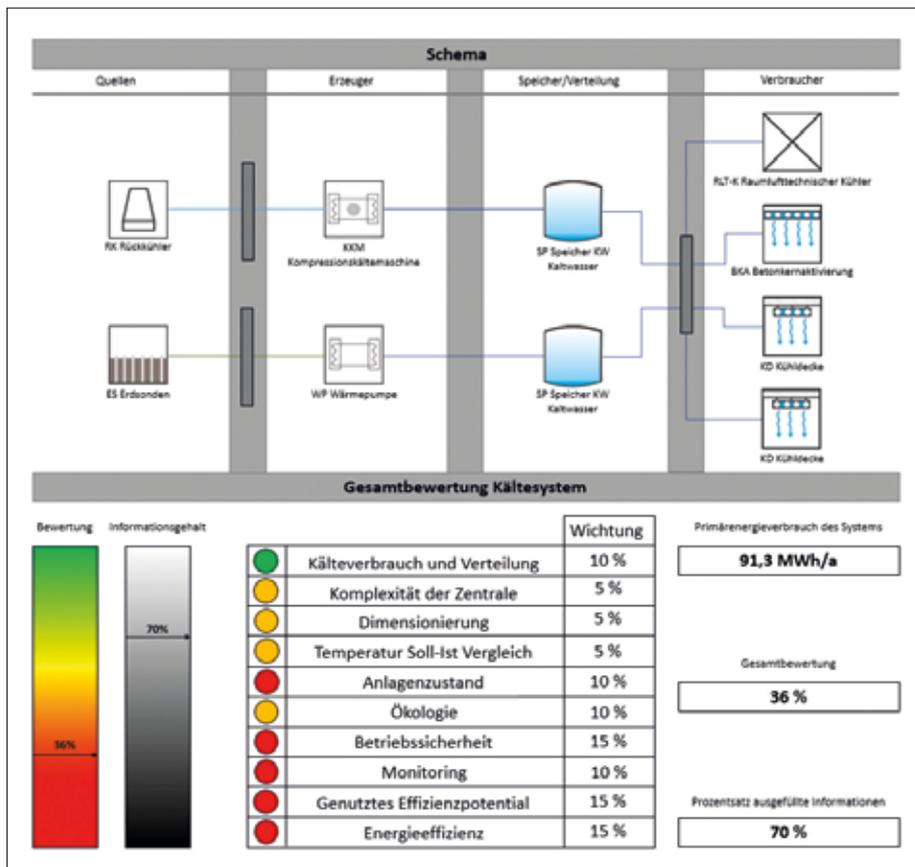


Abbildung 6: Beispielhafter Ausschnitt aus der ersten Seite des Ergebnis-Steckbriefes für die Gesamtbewertung



wie ausgewählter Einzelkomponenten werden jeweils separate Zusammenfassungen der Bewertungskriterien je nach Anlagenanzahl dargestellt.

Ob die Auswertung des Systems auf einer umfassenden oder einer einfachen Aufnahme basiert, wird über den hinterlegten Informationsgehalt bzw. den Umfang der eingegebenen Daten angezeigt. Die Einzelbewertungen der Unterpunkte finden sich in Form einer „Ampelbewertung“ wieder.

XII. Potenziale der Anwendung

Über die Aufnahme, Analyse und Bewertung der Kälteanlagen mit der KaP- Software können erste Aussagen zu möglichen Optimierungspotenzialen getroffen werden. Die im Rahmen der Bewertungskriterien erfassten und auf Fehlfunktionen hinweisenden Betriebsparameter werden ausgewiesen und entsprechend bewertet. Hinweise auf mögliche Optimierungspotenziale und gegebenenfalls sinnvolle Maßnahmen zur Korrektur werden in einer wachsenden Maßnahmenliste ausgewiesen, in der Fehlerquellen in Kälteanlagenssystemen erfasst und dokumentiert sind.

Die Befunde können über verfügbare Standard-Diagramme visualisiert werden. Außerdem können mit dem Werkzeug Prognosen zu möglichen Einsparpotenzialen bei unterschiedlichen Maßnahmen zur Systemoptimierung abgegeben werden.

Viele bisher entwickelte Werkzeuge zur energetischen Betriebsoptimierung von kältetechnischen Anlagensystemen greifen bereits im Vorfeld auf Messwerte und Informationen zu, die vielen Anlagenbetreibern nicht vorliegen – Verdampfer- oder Kondensations-temperatur, vorhandene Energieverbräuche usw. Die innerhalb des KaP-Forschungsvorhabens entwickelten Werkzeuge bieten die Möglichkeit, in einem ersten Schritt ohne jegliche Messwerte eine qualitative Aussage zum Anlagensystem zu treffen und mögliche Optimierungspotenziale aufzuzeigen. In einem weiteren Schritt können diese Potenziale über Kurzzeitmessungen oder eingebaute Messtechnik auf ihre Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz überprüft werden.

Betreiber sollen über die Anwendung der KaP-Software eigene Anlagen schnell und sicher bewerten und sogar erste Optimierungsmaßnahmen identifizieren können. Mit der

Entwicklung der Software soll der Aspekt der effizienten Gestaltung von Erzeugung, Verteilung und Übergabe im Bereich der Kälteerzeugung und -bereitstellung weiter in den Vordergrund rücken.

Auf Grundlage der Bewertungsmatrix und der Kennwertentwicklung wird im Rahmen des Forschungsprojektes insbesondere die Möglichkeit eines nationalen und internationalen Vergleichs von Kälteanlagenssystemen in unterschiedlichen Gebäuden geboten, beispielsweise in Büro- oder Serverräumen, medizinischen oder gewerblichen Anwendungen. Auch soll mit einer größeren Verbreitung des Werkzeugs die Bewertung der eigenen Anlage im Kontext einer vermehrten Zahl von ausgewerteten Anlagenbeispielen möglich sein.

Dank an den Fördermittelgeber

Das Projekt wird über das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziert (Förderkennzeichen: 03ETW012A-D). Im Namen aller Projektteilnehmer danken wir für die Unterstützung und die Möglichkeit, einen Beitrag zur Energieeinsparung in Deutschland leisten zu können. ◀

Ja, so sicher!



Bei der Erweiterung des Klinikums Kulmbach setzten die Profis von F. K. Isoliermontage auf Teclit von ROCKWOOL

„Ein hochwertiges Kälte­dämm­system wie Teclit sollten nur qualifizierte Fachisolierer verarbeiten.“

Helmut Fuchs – als erfahrener Marktinsider bereits in die Entwicklung von Teclit involviert – vertritt diese Haltung aus Überzeugung und Verantwortung. Weil er weiß, dass die Sicherheit der Teclit Lösungen äußerster Sorgfalt bei der Montage bedarf. Fuchs und seine zertifizierten Mitarbeiter schätzen Teclit nicht nur wegen der Nichtbrennbarkeit und der höheren Energieeffizienz, sondern vor allem auch als „sichere, wirtschaftliche Alternative“.

Eine Kernaussage, mit der Helmut Fuchs immer mehr Auftraggeber von der Teclit Qualität überzeugt.

„Qualität! Qualität! Qualität!
Das ist unser Credo. Teclit erfüllt unsere hohen Ansprüche.“

Helmut Fuchs
Inhaber und Geschäftsführer
F. K. Isoliermontage GmbH,
Ahorntal

 **ROCKWOOL®**

TECLIT®
DÄMMUNG VON
KÄLTELEITUNGEN

www.rockwool.de/teclit



Hohe CO₂-Vermeidungspotenziale in Lüftungs- und Klimaanlage

Neue Studie belegt Einsparpotenziale bei thermischer und elektrischer Energie



Günther Mertz M.A.,
Hauptgeschäftsführer
des BTGA - Bundes-
industrieverband
Technische Gebäude-
ausrüstung e.V.

In einer vom Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA), vom Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK) und vom Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e.V. beauftragten Studie wurden für zentrale Lüftungs- und Klimasysteme in Büro- und Verwaltungsgebäuden Potenziale zur Einsparung von thermischer und elektrischer Energie sowie von dadurch hervorgerufenen CO₂-Emissionen berechnet. Durch eine konsequente Umsetzung der in der Studie beschriebenen Strategien und Maßnahmen können bei einer oft guten Wirtschaftlichkeit insgesamt rund 3 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen eingespart werden. Diese entsprechen 3,5 bis 4 Prozent der jährlichen CO₂-Gesamtemissionen in Deutschland.

Die dreiteilige Studie wurde vom Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik der RWTH Aachen (EBC), dem Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK) Dresden und vom Umweltcampus Birkenfeld durchgeführt. Im Mittelpunkt der Studie stehen zu den rund 116.000 Lüftungs- und Klimaanlage, die in Deutschland in Büro- und Verwaltungsgebäuden betrieben werden, folgende Fragen: Welchen Beitrag zur Verringerung des thermischen Aufwands zur Luftaufbereitung und zum Einsparen von CO₂-Emissionen können Systeme zur Wärmerückgewinnung leisten? Welche Einsparpotenziale an elektrischer Arbeit ergeben sich durch Maßnahmen zur Anpassung der Luftvolumenströme zu einem Variabel-Volumenstrom-Betrieb, durch den Austausch veralteter, ineffizienter Ventilatoren und durch den Einsatz von modernen, nachhaltigen Wasserkühlsätzen zur Erzeugung von Kälteleistung zur Luftkühlung und -entfeuchtung? Die Studie

beantwortet diese Fragen und verdeutlicht dabei die Ergebnisse stets auch im Hinblick auf die Ökologie (CO₂-Einsparung) und die Wirtschaftlichkeit (CO₂-Vermeidungskosten).

I. CO₂-Vermeidungskosten

Die wichtigste Größe zur Beurteilung der ökologischen und ökonomischen Effizienz einer Maßnahme zum Klimaschutz sind die CO₂-Vermeidungskosten in Euro/t CO₂. Für diese gibt es zwei Darstellungsmöglichkeiten:

- Möglichkeit 1 berücksichtigt alle investiven Aufwendungen, die für die betrachtete Maßnahme aufgebracht werden müssen (in Euro). Diese Kosten werden dividiert durch die CO₂-Emissionen (in Tonnen), die durch die Maßnahme über einen definierten Zeitraum erreicht werden.
- Bei Möglichkeit 2 werden von den Investitionskosten noch die Netto-Einsparungen der Energiekosten (Betriebskosten) abgezogen, die durch die Maßnahme über den definierten Zeitraum erzielt werden. Dieses Ergebnis wird wieder durch die eingesparten CO₂-Emissionen dividiert.

Ziel ist es, durch geeignete Klimaschutzmaßnahmen möglichst geringe CO₂-Vermeidungskosten zu erreichen. Negative CO₂-Vermeidungskosten bei Variante 2 verdeutlichen, dass im Betrachtungszeitraum die eingesparten Betriebs- und Energiekosten höher sind als die Investitionskosten. Somit signalisieren solche Maßnahmen Anlagenbetreibern und Investoren neben einer guten Ökologie auch eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Für die Berechnungen und Simulationen in den drei Teilstudien wurden folgende Werte vorgegeben:

Strompreis	= 6,4 Cent/kWh,
Wärmepreis	= 8,4 Cent/kWh,
CO ₂ -Emissionen Strom	= 0,52 kg/kWh,
CO ₂ -Emissionen Wärme	= 0,30 kg/kWh.

II. Teilstudie 1: Optimierte Luftförderung in RLT-Geräten

Die vom Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik der RWTH Aachen (EBC) erstellte Studie betrachtet CO₂-Vermeidungspotenziale von RLT-Anlagen in deutschen Büro-

und Verwaltungsgebäuden durch eine optimierte Betriebsstrategie und durch den Einsatz älterer, ineffizienter Ventilatoren. Analysen des EBC zufolge befinden sich in diesen Nichtwohngebäuden rund 116.000 RLT-Anlagen, die im Hinblick auf ihr Baujahr in vier Klassen eingeteilt werden können:

- Klasse 1: Baujahr vor 2002 = 32 %
(rund 37.000 Anlagen),
- Klasse 2: Baujahr 2002 bis 2007 = 23 %
(rund 27.000 Anlagen),
- Klasse 3: Baujahr 2008 bis 2013 = 23 %
(rund 27.000 Anlagen),
- Klasse 4: Baujahr ab 2014 = 22 %
(rund 25.000 Anlagen).

Aus den Altersklassen folgen die Annahmen zur Beurteilung der Effizienz der zur Luftförderung in den RLT-Anlagen eingesetzten Ventilatoren sowie für die Marktanteile der Lüftungssysteme im Hinblick auf deren Betriebsweisen als KVS-Systeme (Konstant-Volumenstrom) oder als energieeffizientere VVS-Systeme (Variabler Volumenstrom).

1. Vorgaben und Berechnungen

Die Potenzialermittlungen zu Einsparungen an elektrischer Energie zur Luftförderung erfolgten in der Studie zweigeteilt mittels dynamischer Anlagensimulation und anschließender Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

- beispielhafte Simulation und Berechnung einer Lüftungsanlage für ein Bürogebäude,
- Berechnung der Maßnahmen für alle 116.000 RLT-Anlagen in den Büro- und Verwaltungsgebäuden.

Für die beispielhafte RLT-Anlage galten in der Simulation folgende Vorgaben:

- Nennluftvolumenstrom 14.000 m³/h,
- Druckverluste $\Delta p = 1.082$ Pa (Zuluft) und $\Delta p = 903$ Pa (Abluft).

Des Weiteren wurden für die Effizienzmaßnahmen folgende Annahmen getroffen:

1. Durch den Ventilatortausch steigt der Systemwirkungsgrad des Ventilators im Beispielgebäude von 40 Prozent auf 62 Prozent. Das entspricht dem Austausch des Ventilators in einer Anlage der Altersklasse 1 (Baujahr vor 2002).



Tabelle 1: Gesamtheitlicher Strombedarf der 116.00 RLT-Geräte in Büro- und Verwaltungsgebäuden in GWh/a in Abhängigkeit von der Altersklasse und von der Betriebsweise (Basis = KVS-System; V1 = VVS-System; V2 = VVS-System plus Ventilatortausch auf Wirkungsgrad 62%; der angesetzte alte Ventilatorwirkungsgrad ist jeweils abhängig von der Gerätealtersklasse)

Baujahr	Basis	V1	V2	
< 2002	658	376 - 43 %	261 - 60 %	GWh/a
2002 - 2007	402	248 - 38 %	184 - 54 %	GWh/a
2008 - 2013	301	222 - 26 %	174 - 42 %	GWh/a
> 2014	213	196 - 8 %	159 - 25 %	GWh/a
Summe	1.574	1.042 - 34 %	778 - 51 %	GWh/a

Tabelle 2: Ergebnisse zu Investitionen, CO₂-Einsparpotenzialen und CO₂-Vermeidungskosten für die untersuchten Varianten VVS-Betrieb und Ventilatortausch

	Maßnahme V1	Maßnahme V2
Gesamtinvestitionen	380 Mio. Euro	634 Mio. Euro
CO ₂ -Einsparpotenzial	267.000 t/a	399.686 t/a
CO ₂ -Vermeidungskosten	-208 Euro/t	-203 Euro/t

2. Zur Umstellung der Lüftungsanlage vom KVS- auf einen VVS-Betrieb wird eine Zonierung des Gebäudes vorgenommen. Dabei werden für die verschiedenen Raumarten spezifische Zuluft-Nutzungsprofile vorgegeben.

Basis zur Beurteilung der Effizienz und für die Optimierungen ist die KVS-Lüftungsanlage. Die Variante V1 berücksichtigt die Umstellung der Anlage auf einen VVS-Betrieb. Bei der Variante V2 kommt zusätzlich zur Variante V1 noch ein Ventilatortausch hinzu. Der neue Wirkungsgrad beträgt dann 62 Prozent. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Maßnahmen lauten:

Die Basis-RLT-Anlage verbraucht zur Luftförderung pro Jahr 62 MWh Strom. Dieser Verbrauch sinkt bei Variante V1 (VVS-Betrieb) um 48 Prozent auf 32 MWh/a und bei Variante V2 um 66 Prozent auf 21 MWh/a.

Im zweiten Teil der Studie wurden die Einsparpotenziale für die insgesamt 116.00 RLT-Anlagen in den Büro- und Verwaltungsgebäuden für jede Gerätealtersklasse in Summe berechnet. Dazu wurden alle Anlagen einer Altersklasse zusammengefasst und mit durchschnittlichen spezifischen Volumenströmen Simulationen durchgeführt, in denen die Effizienz der Ventilatoren und die Marktanteile von KVS und VVS in Abhängigkeit vom Gerätealter variabel verändert wurden.

2. Die Ergebnisse

Aus den Berechnungen ergeben sich für die Basisvariante und die Varianten V1 und V2 die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse.

Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse sind plausibel, da sich bei den älteren Anlagenklassen durch die Optimierungsmaßnahmen selbstverständlich höhere Einsparpotenziale ergeben als bei den neueren Anlagen.

In weiteren Berechnungen der Studie wurden für die verschiedenen Maßnahmen, jeweils hochgerechnet auf den betrachteten Gesamtbestand von 116.000 RLT-Geräten, die in Tabelle 2 dargestellten Gesamtinvestitionen für die Umstellungen der Lüftungsanlagen (VVS und Ventilatortausch), die damit einhergehenden möglichen CO₂-Emissionseinsparpotenziale sowie die CO₂-Vermeidungskosten (Investitionen abzüglich Einsparungen an Energie- und Betriebskosten) ermittelt.

3. Gesamtergebnis

Bei negativen Vermeidungskosten von etwa -200 bis -210 Euro/t CO₂ sind die beschriebenen Maßnahmen „Umstellen auf VVS-Betrieb“ und „Ersatz älterer ineffizienter Ventilatoren“ mit CO₂-Einsparpotenzialen bis etwa 400.000 Tonnen pro Jahr ökologisch sinnvoll und rechnen sich durch eine hohe Wirtschaftlichkeit mit kurzen Amortisa-

tionszeiten auch für Investoren und Anlagenbetreiber.

III. Teilstudie 2: Die Wärmerückgewinnung in RLT-Geräten

Die Studie zum Beitrag der Wärmerückgewinnung (WRG) in RLT-Geräten in Nichtwohngebäuden zur Energie- und CO₂-Verringerung wurde vom Umweltcampus Birkenfeld erstellt.

1. Vorgaben und Berechnungen

Die Berechnungen erfolgten auf der Basis von Daten aus dem Jahr 2017, in dem in Deutschland rund 23.280 zentrale RLT-Geräte mit Systemen zur Wärmerückgewinnung verkauft wurden. Für diese Geräte galten folgende durchschnittliche Angaben:

- Nennluftvolumenstrom pro Gerät = 14.000 m³/h,
- WRG-Systeme: Druckverlust $\Delta p = 340$ Pa, Rückwärmezahl = 0,732,
- Betrieb an 3.235 h pro Jahr (Bürogebäude),
- thermische Arbeit zur Luftkonditionierung 11,6 kWh_{th} pro m³/h pro Jahr.

Aus dem Gesamtvolumenstrom 23.280 Geräte · 14.000 m³/h = 326 Mio. m³/h folgt bei 3.250 Betriebsstunden pro Jahr und der spezifischen thermischen Arbeit zur Luftkonditionierung von 11,6 kWh_{th}/(m³/h) pro Jahr eine jährliche thermische Gesamtarbeit zur Luftkonditionierung von 3,781 · 10⁹ kWh/a. Von dieser thermischen Arbeit übernimmt die WRG einen Anteil von 73,2 Prozent, also 2,768 · 10⁹ kWh/a. Bei einem mittleren Emissionsfaktor von 0,30 kg CO₂/kWh_{th} verringert die WRG die CO₂-Emissionen somit jährlich um 830.400 t CO₂.

Aus dem zusätzlichen Druckverlust der WRG-Systeme von $\Delta p = 340$ Pa folgt aber ein erhöhter elektrischer Aufwand der Ventilatoren (angenommener Wirkungsgrad 60 Prozent). Dieser ergibt sich zu 166,7 · 10⁶ kWh/a, der zu einer Erhöhung der CO₂-Emissionen um 166,7 · 10⁶ kWh/a · 0,52 kg CO₂/kWh_{el} = 86.700 Tonnen CO₂ pro Jahr führt. Somit ergeben sich durch den Betrieb der WRG-Systeme Netto-CO₂-Einsparungen von 830.400 - 86.700 = 743.700 Tonnen CO₂ pro Jahr, also etwa 32 Tonnen CO₂ pro Jahr pro RLT-Gerät. Wird eine Betriebszeit von 15 Jahren berücksichtigt, folgt daraus eine Emissionsminderung von etwa 11,2 Millionen Tonnen CO₂. Welche wirtschaftlichen Aufwendungen sind dafür erforderlich?

Die Investitionen für ein WRG-System betragen bei einem Luftvolumenstrom von 14.000 m³/h durchschnittlich 21.000 Euro. Bei 23.280 Geräten folgen daraus Erstinvesti-

tionen von 489 Millionen Euro. Berücksichtigt werden muss auch der zusätzliche Strombedarf durch den Druckverlust der WRG-Systeme. Daraus folgen in 15 Jahren Kosten von $166,7 \cdot 10^6 \text{ kWh/a} \cdot 15 \text{ a} \cdot 0,164 \text{ Euro/kWh}_{el} = 410$ Millionen Euro. Hinzu kommen Aufwendungen für Abzinsungen, Wartung etc., die pauschal mit 10 Prozent der Investitionskosten = 49 Millionen Euro angesetzt werden. In Summe ergeben sich dadurch in 15 Jahren Gesamtaufwendungen von 948 Millionen Euro.

Diesem Aufwand stehen die Gewinne durch die Wärmerückgewinnung gegenüber. Diese betragen $2,768 \cdot 10^9 \text{ kWh/a} \cdot 15 \text{ a} = 41,5 \cdot 10^9 \text{ kWh}_{th}$. Bei Kosten für die thermische Energie von 0,084 Euro/kWh ergeben sich finanzielle Einsparungen von 3,488 Milliarden Euro.

2. Die Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Berechnungen (Tabelle 3) lauten: Bei Einsparungen von rund 3,488 Milliarden Euro (thermische Arbeit) gegenüber Aufwendungen von 948 Millionen Euro (Investition, Betrieb, Wartung) ergibt sich in 15 Jahren ein Gewinn von netto rund 2,54 Milliarden Euro. Gleichzeitig führt der Betrieb der WRG-Systeme zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen um mehr

Tabelle 3: Aufwendungen und Einsparungen durch den Betrieb eines WRG-Systems in einer zentralen RLT-Anlage (Luftvolumenstrom 14.000 m³/h) über einen Zeitraum von 15 Jahren

Kosten	
- Investition	489 Mio. Euro
- Strom	410 Mio. Euro
- Sonstige	49 Mio. Euro
Einsparung Wärme	3.488 Mio. Euro
Einsparung Summe	2.540 Mio. Euro
Ökologie	
Einsparung Wärme	12,46 Mio. t CO ₂
Aufwand Strom	1,30 Mio. t CO ₂
Einsparung Summe	11,16 Mio. t CO ₂

als 11 Millionen Tonnen. Das bedeutet: Jede RLT-Anlage spart pro Jahr durchschnittlich 7.270 Euro an Betriebskosten und 32 Tonnen CO₂-Emissionen ein.

Als weitere Parameter wurden in der Studie folgenden Annahmen berechnet:

- Die berücksichtigten 23.280 RLT-Anlagen arbeiten im Jahresbetrieb durchschnittlich

Tabelle 4: CO₂-Vermeidungskosten der WRG-Systeme für die Betrachtungszustände „Volllast“ und „Teillast“ (80 Prozent der Nennluftmenge) ohne und mit Berücksichtigung von Netto-Kosteneinsparungen während der Betriebszeit. Die Angaben zu „mit Minderung“ berücksichtigen alle möglichen Minderinvestitionen für die Anlagen zur Wärme- und Kälteerzeugung, die infolge des Betriebs der Wärmerückgewinnung dann mit erheblich geringeren Leistungen ausgeführt werden können.

	Berücksichtigung von Betriebskosteneinsparungen	
	ohne	mit
Volllast	45 Euro/t CO ₂	-216 Euro/t CO ₂
mit Minderung	3 Euro/t CO ₂	-254 Euro/t CO ₂
Teillast	55 Euro/t CO ₂	-209 Euro/t CO ₂
mit Minderung	4 Euro/t CO ₂	-255 Euro/t CO ₂

lich mit 80 Prozent der Nennluftleistung. Dadurch verringert sich zwar die Jahresarbeit der rückgewonnenen Wärme, aber gleichzeitig sinkt – überproportional stark – die notwendige elektrische Arbeit der Ventilatoren zur Überwindung der Druckverluste der WRG-Systeme.

- In vielen Fällen können von den Investitionskosten für eine WRG kalkulativer die Kosten der dann leistungsschwächer auszuliegenden Wärme- und Kälteerzeuger abgezogen werden. Im optimalen Fall sinken dann die Investitionskosten für eine WRG von etwa 21.000 Euro auf netto nur noch rund 1.500 Euro – so ein weiteres Ergebnis der Studie.

Auch für diese Fälle wurden in der Studie entsprechende Berechnungen zu CO₂-Minderungspotenzialen, zu Aufwendungen und letztlich zu CO₂-Vermeidungskosten durchgeführt. Dabei ergaben sich die in Tabelle 4 aufgeführten Werte.

3. Gesamtergebnis

Mit Vermeidungskosten von etwa -200 bis -250 Euro/t CO₂ zählen Systeme zur Wärmerückgewinnung zu den effizientesten und wirtschaftlichsten Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Verringerung von CO₂-Emissionen. Die negativen Werte verdeutlichen, dass sich diese Maßnahmen für Betreiber bereits in kurzer Zeit amortisieren.

Würden alle RLT-Anlagen in Büro- und Verwaltungsgebäuden mit Baujahr vor 2002 mit einer effizienten Wärmerückgewinnung ausgestattet, ergäbe sich eine CO₂-Minderung um 1,9 Millionen Tonnen pro Jahr.

IV. Teilstudie 3: Klimakälte zur Luftkühlung

In der dritten Studie, erstellt vom ILK Dresden, geht es um den Energiebedarf zur Bereitstellung von Klimakälte zur Luftkühlung

in RLT-Geräten. Für einen Ausblick auf den Zeithorizont von 2020 bis 2030 wird angenommen, dass der Strompreis von 16,4 auf 20 Cent/kWh steigt und der Stromemissionsfaktor durch den dann höheren Anteil an regenerativen Energien zur Stromerzeugung von 518 auf 405 g CO₂/kWh_{el} sinkt.

1. Vorgaben und Berechnungen

Aus Analysen folgt, dass in den Büro- und Verwaltungsgebäuden etwa 58.000 Wasserkühlsätze zur Luftkühlung eingesetzt werden. Für die Berechnungen in der Studie wurde vereinfachend angenommen, dass in allen RLT-Anlagen die Luftkühlung durch Wasserkühlsätze erfolgt. Als Beispiel für die Simulationsrechnungen wurde eine Büronutzung (Baujahr 2005) mit einer Fläche von 1.500 m², einer Kühllast von 25 W/m² und einem auf 18 °C zu kühlenden Außenluftvolumenstrom von 14.000 m³/h angesetzt. Die Lüftungsanlage wird an 3.250 h pro Jahr betrieben. Bei den Varianten V1 und V2 strömt die in der WRG von der Abluft vorgekühlte Außenluft mit einer Enthalpie von etwa 59 kJ/kg in den Luftkühler im RLT-Gerät ein. Es werden folgende Betriebsfälle betrachtet:

Basisvariante

- Nur-Luft-Klimaanlage mit maximal 35 Prozent Umluft, KVS-System, keine WRG,
- luftgekühlter Scroll-Wasserkühlsatz mit Kältemittel R407C (Füllmenge 21 kg), Leistung 120 kW, Betrieb 6/12 °C, Arbeitszahl SEER = 2,65.

Variante V1

- Nur-Luft-Klimaanlage mit WRG-System (Rückwärmehzahl 75 Prozent), VVS-Betrieb,
- luftgekühlter Kolben-Wasserkühlsatz mit Kältemittel Propan (Füllmenge 8 kg), Leistung 120 kW, Betrieb 8/14 °C, integrierte freie Kühlung, Arbeitszahl SEER = 3,88.

Variante V2

- Luft-Wasser-Klimasystem mit WRG-System (Rückwärmezahl 75 Prozent), VVS-Betrieb reduziert auf Luftvolumenstrom 9.000 m³/h, zusätzliche Kühldecke zur Deckung der Kühllast,
- luftgekühlter Kolben-Wasserkühlsatz mit Kältemittel Propan (Füllmenge 6 kg), Leistung 86 kW, Betrieb 8/14 °C, integrierte freie Kühlung, Arbeitszahl SEER = 4,28.

Für diese Varianten wurden zunächst für das Basisjahr die Berechnungen zum Energieverbrauch des Wasserkühlsatzes und die CO₂-äquivalenten Emissionen auf Basis des TEWI-Ansatzes berechnet. Dabei berücksichtigt TEWI (Total Equivalent Warming Impact) die durch den Betrieb des Wasserkühlsatzes hervorgerufenen CO₂-Emissionen infolge von direkten Effekten (Ausströmen von Kältemittel durch Leckagen in die Umwelt), von indirekten Effekten (CO₂-Emissionen durch den Stromverbrauch) und von Kältemittelverlusten bei der Außerbetriebnahme des Geräts.

2. Die Ergebnisse

Eine Gesamtdarstellung der Ergebnisse der Berechnungen zeigt Tabelle 5 (gerundete Werte).

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen berücksichtigt die Kosten zum Ersatz der alten Kälteanlagen durch Neuinstallationen von Propan-Wasserkühlsätzen inklusive Nebenaggregaten und MSR-Technik plus die Investitionen in die Kühldecke. Einsparungen im Vergleich zur Basis (R407C-Wasserkühlsatz) ergeben sich aus den nun geringeren Betriebskosten der neuen Wasserkühlsätze. Die Ergebnisse dazu stehen, umgerechnet auf Kosten pro Jahr, in Tabelle 6.

Aus den vorherigen Berechnungen und den Angaben in den Tabellen 5 und 6 ergeben sich für die beiden Varianten CO₂-Vermeidungskosten von rund 250 Euro/t CO₂ (Variante V1) und 470 Euro/t CO₂ (Variante V2). Diese Werte verringern sich um je etwa 20 bis 30 Euro/t CO₂, wenn für den Zeitraum 2020 bis 2030 etwas höhere Stromkosten und etwas geringere CO₂-Emissionen pro kWh_{el} angenommen werden.

In einem weiteren Beispiel wurden in der Studie ähnliche Berechnungen für eine auf 4.500 m² vergrößerte, zu kühlende Bürofläche und einen Luftvolumenstrom von 42.000 m³/h durchgeführt. Eingesetzt wird nun ein Turbo-Wasserkühlsatz mit dem Kältemittel HFO 1234ze. Dieser hat eine Kälteleistung von 350 kW und eine Arbeitszahl von SEER = 6,2. Aus der dafür berechneten Erzeugernutzkälteabgabe von

Herstellerverband
Raumluftechnische Geräte e.V.



EIN GARANT FÜR QUALITÄT UND EFFIZIENZ



Ein starkes Duo!

Energieeffizienz und Regelkonformität bilden ein starkes Duo und sichern maximale Zuverlässigkeit. Zwei Labels auf der Überholspur - Europaweit.



Neugierig geworden?
Hier erfahren Sie mehr:



Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V.
Danziger Straße 20 • 74321 Bietigheim-Bissingen
info@rlt-geraete.de • www.rlt-geraete.de



Tabelle 5: Jährliche Verbrauchs- und TEWI-Werte für die untersuchten Varianten (V1 = Propan-Wasserkühlsatz, V2 = Propan-Wasserkühlsatz, reduzierter Zuluftvolumenstrom, Einsatz einer Kühldecke)

	Erzeugernutz-kälteabgabe	Endenergiebedarf	TEWI (kg CO ₂ /a)	CO ₂ -Vermeidung
Basis	42.800 kWh/a	634 Mio. Euro	11.600	
V1	40.800 kWh/a	399.686 t/a	5.400	5,1 t/a
V2	31.000 kWh/a	-203 Euro/t	3.750	5,9 t/a

Tabelle 6: Jährliche Kosten für Investitionen, elektrische Energie und sonstige (Service, Wartung, Inspektion, Instandhaltung) für die drei Varianten

	Investitionen	Kosten Strom	Kosten sonst.
Basis	0 Euro/a	2.660 Euro/a	220 Euro/a
V1	2.260 Euro/a	1.720 Euro/a	170 Euro/a
V2	4.230 Euro/a	1.190 Euro/a	240 Euro/a

rund 122.500 kWh/a folgt mit der Arbeitszahl 6,2 ein Endenergiebedarf von etwa 19.800 kWh/a (TEWI = 10.250 kg CO₂/a). Werden für diese Kälteanlage Investitionskosten von rund 6.000 Euro/a, Stromkosten von 3.240 Euro/a, sonstige Kosten von 310 Euro/a und ein CO₂-Einsparpotenzial von 21.900 t/a berücksichtigt, ergibt sich für die CO₂-Vermeidungskosten ein vergleichsweise guter Wert von 41 Euro/t CO₂. Dieser verbessert sich auf -7 Euro/t CO₂ bei den Annahmen für die Zeitperiode 2020 bis 2035.

Für eine abschließende Zusammenfassung der Ergebnisse wurde der Gesamtbestand der 58.000 Wasserkühlsätze auf diese drei Varianten verteilt. Als Mittelwert aus den betrachteten Varianten ergeben sich CO₂-Vermeidungskosten von etwa 107 Euro/t CO₂ und ein CO₂-Einsparpotenzial von rund 700.000 Tonnen pro Jahr.

3. Gesamtergebnis

Der Ersatz einer bestehenden R407C-Kälteanlage durch eine Propan-Kälteanlage ist aufgrund der dadurch erreichbaren hohen CO₂-Einsparpotenziale eine gute ökologische Maßnahme. Infolge der hohen Investitionskosten, den - vergleichsweise geringen - Einsparungen an Betriebs- und Energiekosten, den daraus folgenden hohen CO₂-Vermeidungskosten und den sehr langen Amortisationszeiten ist diese Maßnahmen für Betreiber allerdings unwirtschaftlich. Jedoch sinken bei größeren Kälteleistungen die CO₂-Vermeidungskosten spürbar und können sogar eine Wirtschaftlichkeit erreichen.

Deutlich günstiger sieht die Situation aus, wenn die bestehende Kälteanlage sowieso ersetzt werden muss. Eine neue Kälteanlage hat eine Betriebszeit von etwa 15 bis 20 Jah-

ren. Dann ist es sehr empfehlenswert, aufgrund der Kältemittelproblematik eine nachhaltige Lösung mit natürlichen oder Gering-GWP-Kältemitteln zu wählen: Die F-Gase-Verordnung fordert den langsamen Ausstieg aus den synthetischen Kältemitteln mit hohen Treibhauspotenzialen. Zudem fördert das BAFA Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln mit etwa 20 Prozent der Investitionen.

V. Gesamtergebnis und Fazit

Zusammengefasst ergeben sich aus den drei Teilstudien zu zentralen RLT- und Klimaanlageanlagen in Büro- und Verwaltungsgebäuden die in Tabelle 7 aufgeführten durchschnittlichen Werte zu den durch WRG-Systeme und Optimierungsmaßnahmen an den RLT-Anlagen erreichbaren CO₂-Vermeidungskosten.

Die Maßnahmen Wärmerückgewinnung, VVS-Betrieb und Ventilatortausch haben CO₂-Vermeidungskosten von rund -200 bis -250 Euro/t und sind daher sowohl aus Sicht des Umweltschutzes als auch für Betreiber und Investoren aufgrund hoher Einsparungen bei den Betriebs- und Energiekosten sehr lukrativ und wirtschaftlich. Der

Tabelle 7: Durchschnittliche CO₂-Vermeidungskosten der in den drei Studien durchgeführten Berechnungen und Optimierungsmaßnahmen an zentralen Lüftungsanlagen in Büro- und Verwaltungsgebäuden in Deutschland

	CO ₂ -Vermeidungskosten
VVS-Betrieb	-208 Euro/t CO ₂
VVS-Betrieb + Ventilatortausch	-203 Euro/t CO ₂
WRG-Betrieb: Volllast	-216 bis -254 Euro/t CO ₂
Teillast	-209 bis -255 Euro/t CO ₂
Einsatz neuer Kälteanlagen	107 Euro/t CO ₂

Einsatz neuer Kälteanlagen hat zwar hohe Potenziale zur Verringerung von CO₂-Emissionen, ist aber mit durchschnittlichen CO₂-Vermeidungskosten über 100 Euro/t CO₂ in der Regel nicht wirtschaftlich. Trotz dieser geringen Wirtschaftlichkeit ist und bleibt die Kältetechnik ein unverzichtbarer Bestandteil der Klimatechnik. In zentralen Lüftungs- und Klimaanlageanlagen wird zwingend Kälteleistung zur Kühlung und Entfeuchtung der Außenluft zur Zuluft benötigt, um in den Räumen auch in heißen Sommern thermisch angenehme Arbeitsbedingungen sicherzustellen. Und das ist ja das eigentliche Hauptziel der Lüftungs- und Klimatechnik. ◀



Energiewende - Ziele für den Gebäudesektor

Im Licht der Klimaerwärmung und der internationalen Initiativen für eine Begrenzung der Erderwärmung auf unter zwei Grad Celsius wurden viele Konferenzen abgehalten, Absichtserklärungen abgegeben und Konzepte entwickelt, mit denen dieses Ziel erreicht werden soll. Der Artikel zeigt einige Inhalte der Veröffentlichungen auf. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem Gebäudesektor und den politischen Anstrengungen in Deutschland.



Dipl.-Ing. (FH)
Clemens Schickel,
technischer Referent,
BTGA e.V.

Bereits im Jahr 2010 legte die Bundesregierung ein umfassendes, auf das Jahr 2050 ausgerichtetes Energiekonzept vor. Mit diesem Konzept wurden erstmals übergreifende Ziele vorgegeben: die Begrenzung der Treibhausgasemissionen, die Senkung des Primärenergieverbrauchs und des Stromverbrauchs und eine Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch. Abbildung 1 zeigt die da-

mals vorgezeichnete Entwicklung für einige der Zielgrößen. Herausragend sind die geplante Verringerung des Primärenergieverbrauchs um 50 Prozent und die Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen um 80 Prozent. Um die Einsparpotenziale in einzelnen Bereichen spezifisch untersuchen und die jeweils gewünschten Beiträge zu den Einsparzielen darstellen zu können, wurden diese in fünf Sektoren zusammengefasst: Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr und Landwirtschaft.

Für jeden Sektor wurden Einzelziele definiert. Der Klimaschutzplan 2050, der im November 2016 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit herausgegeben wurde, beschreibt diese Ziele bezüglich der Reduktion von CO₂-Äquivalenten bis 2030 (Abbildung 2). Basis der Bewertung ist die für das Jahr 1990 ermittelte Menge an Treibhausgasen der Sektoren. Die mit Abstand höchste relative Redu-

zierung wird mit 65,5 Prozent im Gebäudesektor erwartet. Danach folgen die Energiewirtschaft mit 60 Prozent und die Industrie mit 50 Prozent. Bis zum Betrachtungsjahr 2014, also nach Ablauf von etwas mehr als der Hälfte des Betrachtungszeitraumes für diese Klimaschutzziele, konnte der Gebäudesektor bereits eine Reduktion um 43 Prozent erreichen. Er ist sozusagen der Klassenprimus. Im Verkehrssektor konnten bis dahin gerade einmal zwei Prozent Reduktion realisiert werden.

Sanierungsrate im Gebäudesektor

Auf Gebäude in Deutschland entfielen 2010 etwa 40 Prozent des Endenergieverbrauchs und ca. 33 Prozent der CO₂-Emissionen. Dem Sechsten Monitoringbericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Energiewende aus dem Jahr 2018 zufolge ist dieser Anteil im Jahr 2016 auf 35,4 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs gesunken. Davon entfallen auf die privaten Haus-

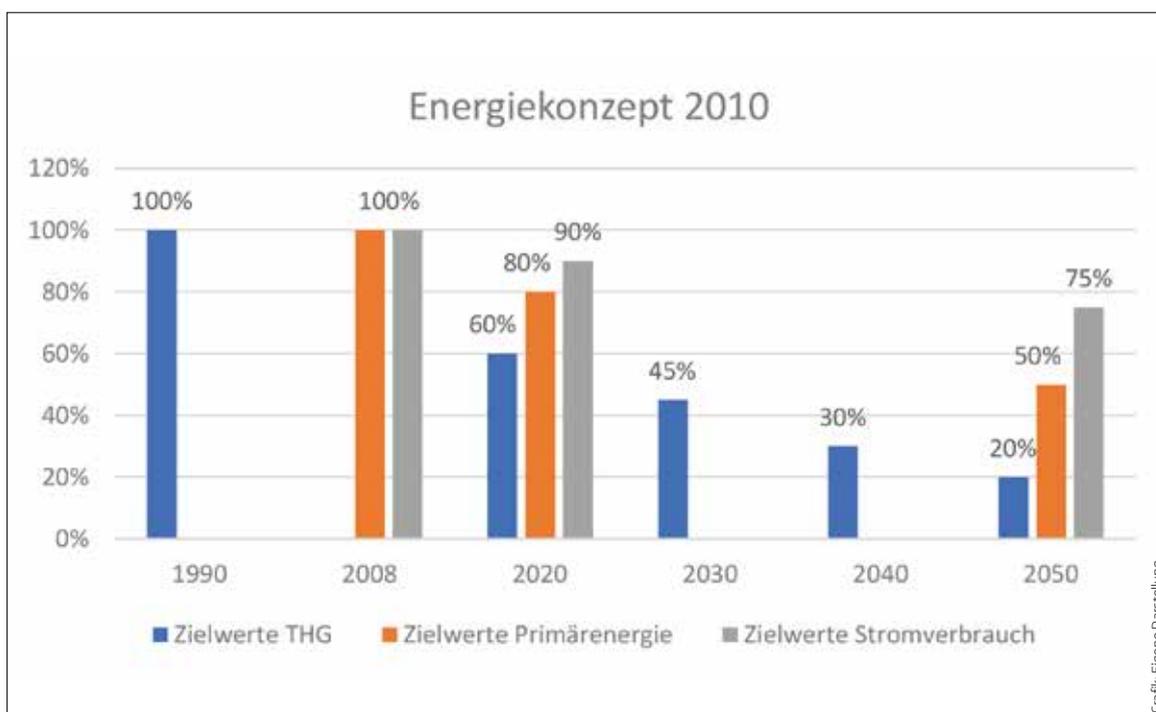


Abbildung 1:
Ausgewählte Zielwerte
zur Umsetzung des
Energiekonzeptes 2010

halte etwa 22,1 Prozent, auf Gewerbe, Dienstleistungen, Handel (GDH) und Industrie gemeinsam etwa 13,3 Prozent. Gegenüber 2010 wurde also bereits der anteilige Endenergieverbrauch um 4,6 Prozent reduziert. Das ist insbesondere vor dem Hintergrund bemerkenswert, dass der Gesamt-Endenergieverbrauch in Deutschland zwischen 2010 und 2016 ebenfalls um ca. fünf Prozent gesunken ist. Die absolute Verringerung des Endenergieverbrauchs für Heizung, Kühlung und Trinkwassererwärmung ist also noch höher. Allerdings ist das im Energiekonzept 2010 definierte Ziel, einen fast klimaneutralen Gebäudebestand ohne klimaschädliche Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 zu erreichen, noch in weiter Ferne. Insbesondere die weiterhin wenig ansteigende Sanierungsrate bestehender Gebäude steht dem entgegen. Verschiedene Studien¹ sehen einen Anstieg der Sanierungsrate bei Wohngebäuden von derzeit knapp über ein Prozent auf zwei Prozent frühestens und sehr optimistisch ab dem Jahr 2021 als möglich an. Für Nichtwohngebäude werden deutlich niedrigere Sanierungsraten angegeben.

Heizenergieverbrauch der Haushalte

Laut einer Studie des DIW Berlin² haben die deutschen Privathaushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern im Jahr 2018 etwa zwei Prozent mehr Heizenergie verbraucht als im Vorjahr. Diese Tendenz ist nach Aussage der Autoren bereits seit 2015 zu verzeichnen. Aktuell übersteigt der Heizenergiever-

brauch mit über 130 kWh/m² sogar wieder das Niveau aus dem Jahr 2010. Ein Grund dafür könnte ein gestiegener Anspruch an thermischen Komfort in Wohnungen sein. Eine bereits im Jahr 1985 veröffentlichte Studie des IBP-Instituts für Bauphysik der Fraunhofer Gesellschaft Stuttgart zeigt, dass bei zunehmendem Einsatz von Dämmstoffen mit einer Zunahme des Heizenergieverbrauchs zu rechnen ist – im Vergleich zu einem Gebäude gleicher energetischer Qualität, jedoch mit Massivwänden ausgestattet.

Energieeinsparverordnung

Für den Gebäudesektor wurden erstmals im Juli 1976 Maßnahmen zum Erreichen der Zielvorgaben im Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – EnEG) erlassen. Die Umsetzung erfolgte in der Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). Die Verordnung trat im Februar 2002 erstmals in Kraft. Das Gesetz hatte einen Umfang von etwa dreieinhalb Textseiten, die Verordnung umfasste achtzehn Seiten. Mit der Verordnung wurden die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) abgelöst und in einem Papier zusammengefasst. Mit der weiteren Entwicklung beider Dokumente verdoppelte sich der Umfang des Gesetzes auf sieben Seiten, die Verordnung weist in der Fassung von 2013 einschließlich der elf Anhänge neunzig

Seiten auf und hat sich damit verfünffacht. Dieser Umstand ist auch der Umsetzung der umfangreichen europäischen Vorgaben aus der Gebäudeeffizienzrichtlinie EPBD (Energy performance of Buildings) geschuldet.

Mit der zunächst letzten Fortschreibung der EnEV im Jahr 2013 und den dort bereits verpflichtend vorgegebenen Verschärfungen der energetischen Anforderungen zum Jahresbeginn 2016 hatte der Verordnungsgeber eine geschätzte Erhöhung der Baukosten für Nichtwohngebäude um 4,8 Prozent prognostiziert, für gewerbliche Wohngebäude 3,1 Prozent. Im privaten Baubereich, also der Errichtung von Ein- und Zweifamilienhäusern, wurde eine Erhöhung der Baukosten um 2,6 Prozent angekündigt. Vor dem Hintergrund der intensiven Diskussionen um die derzeit stark ansteigenden Baukosten ist dieser Kostenbeitrag selbstverständlich von Relevanz. Allerdings stehen dem die Verringerung des Energieeinsatzes und damit verbunden eine Minderung der Betriebskosten gegenüber – zumindest dann, wenn sich die absoluten Kosten für den Erwerb der jeweiligen Energieträger tatsächlich verringern.

Gebäudeenergiegesetz

In der Nachfolge zur Energieeinsparverordnung hat der Gesetzgeber bereits im Januar 2017 einen ersten, nicht abgestimmten Referentenentwurf für ein Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergie-

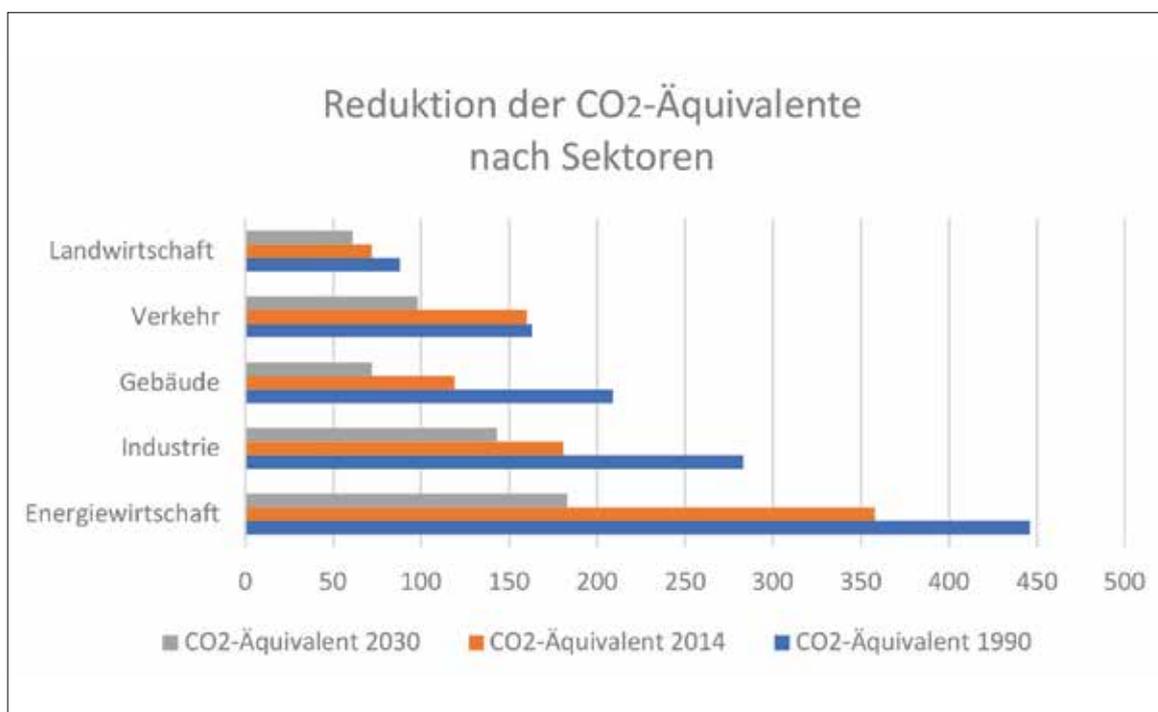


Abbildung 2:
Sektorziele in Mio. t,
Datenquelle:
Klimaschutzplan 2050



gesetz – GEG) zur Diskussion gestellt. Eine Version des Dokuments wurde im Oktober 2019 vom Bundeskabinett beraten und verabschiedet³, weshalb von einer inhaltlich zumindest teilweise belastbaren Version ausgegangen werden kann. Diese Version umfasst 111 Seiten und soll, nach der Verabschiedung in Bundestag und Bundesrat, das EnEG, die EnEV und das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) ersetzen. Bemerkenswert ist, dass die bereits mit der EnEV 2013 festgesetzte energetische Qualität von Gebäuden und deren technischen Anlagen unverändert Bestand hat. Vermutlich auch aus diesem Grund rechnet der Gesetzgeber in seiner Begründung zum Gebäudeenergiegesetz zunächst nicht mit einer weiteren Kostensteigerung im Bauwesen. Erst ab der bereits vorgesehenen Verschärfung der Anforderungen im Jahr 2023 wird es wieder zu einer baugesetzlich verursachten Baukostenerhöhung kommen. Erst dann werden alle bereits heute beschriebenen Anforderungen und Auflagen der europäischen Gebäudeeffizienzrichtlinie mit Stand 2018 umgesetzt werden können.

Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung

Zur Umsetzung der Klimaziele hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im November 2015 seine „Energieeffizienzstrategie für Gebäude“ vorgestellt. Darin wird vorgegeben, dass bis 2050 der Primärenergiebedarf um 80 Prozent gegenüber 2008 verringert werden muss und die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden müssen. Es handelt sich dabei um Ziele, die bereits im Energiekonzept 2010 enthalten sind und hier nochmals für den Gebäudesektor festgeschrieben wurden. Der aktuelle Stand und die nun in der so genannten Effizienzstrategie 2050 (EffSTRA 2050) vorgesehenen Maßnahmen wurden im Dezember 2019 vom Bundeskabinett beschlossen. Als Zwischenziel bis 2030 sind stärkere Einsparungen vorgesehen als noch im Energiekonzept 2010. Für die Vermeidung von Treibhausgasen gilt, dass bis 2030 eine Verringerung um 55 Prozent erfolgen soll. Der Primärenergieverbrauch soll bis 2030 um 30 Prozent gesenkt und der Anteil Erneuerbarer Energien deutlich erhöht werden. Bei der Stromerzeugung soll bis zum Zieljahr ein Anteil von 65 Prozent Strom aus Erneuerbaren Energien erreicht werden.

Der Gebäudesektor steht erneut im Zentrum. Heizungs- und Klimaanlage sollen mit Zählern und Sensorik versehen werden,

um den Energieverbrauch zeitnah und transparent darstellen zu können. Das Energie-spar-Contracting der öffentlichen Hand soll deutlich ausgeweitet und die Kommunikation zur Energieeffizienz soll verstärkt werden, siehe dazu beispielhaft die Aktionen der Initiative „Deutschland machts effizient“. Die bereits umgesetzten Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE 1.0) aus dem Jahr 2014 genügen nicht, um die damals beschriebenen Zwischenziele umzusetzen. Mit der Neuauflage NAPE 2.0 sollen die langfristigen Ziele doch noch erreicht werden. Die gebäudebezogenen Maßnahmen des NAPE sind unter anderem:

- das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm,
- die Energieeffizienzstrategie Gebäude,
- das Marktanzreizprogramm (MAP) „Erneuerbare Energie im Wärmemarkt“,
- die Förderung von Energieberatungen,
- das Anreizprogramm Energieeffizienz mit dem „Heizungs- und Lüftungspaket“ und
- das nationale Effizienzlabel für bestehende Heizungsanlagen.

Kosten durch Normung

In einem ganz besonderen Licht wird derzeit die Normung als Kostentreiber im Bauprozess gesehen. Die im Rahmen der Initiative für bezahlbares Bauen und Wohnen eingerichtete Baukostensenkungskommission hat sich mit einem eigenen Kapitel über 54 Seiten hinweg damit befasst. Die Empfehlungen im Endbericht dieser Kommission vom November 2015 sehen vor, dass bei der Überarbeitung bestehender Normen und bei der Entwicklung neuer Dokumente der Kostenaspekt besondere Beachtung finden soll. In Kapitel 8.6 der Empfehlungen an den Regelgeber heißt es: „Vor der Einführung neuer Regelwerke sollte die fachliche Notwendigkeit sowie das fachliche Ziel des Regelwerkes – vor dem Hintergrund bestehender Regelwerke in einer Gesamtschau aller Regelwerke – erläutert und die Auswirkungen auf den Planungsprozess, die Ausführung und die Nutzung/ den Betrieb hinsichtlich Kosten und Nutzen aufgezeigt werden. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass bei der Einführung neuer Regeln die Verhältnismäßigkeit zwischen Kosten und Nutzen gewahrt bleibt.“⁴

Folgerichtig wurden die Normenausschüsse von DIN aufgefordert, entsprechende Gremien einzurichten und die Normungstätigkeit auf deren Auswirkung bezüglich der Baukosten zu untersuchen. Parallel beauftragte das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Prüfung der Kostenauswirkungen von Baunormen

auf den Wohnungsbau (...)“. Darin werden die Baunormen im Wohngebäudebereich und die aus der Normung resultierenden Folgekosten untersucht. Die Ergebnisse der Studie sollen bei der Gründung einer zentralen, unabhängigen Stelle zur Begrenzung der Folgekosten durch Normung dienen. Bleibt zu hoffen, dass die durch diese zentrale und unabhängige Stelle verursachten Kosten in einem überschaubaren Rahmen gehalten werden können.

Fazit

Deutschland ist einer der großen Emittenten von klimaschädlichen Gasen, jedoch wird eine Nation nicht im Alleingang die Welt retten können. Mit einem Energieverbrauch von einem Prozent der weltweit insgesamt verbrauchten Energiemenge und einem Anteil von zwei Prozent an den emittierten klimaschädlichen Gasen können wir in absoluten Zahlen scheinbar nur wenig bewirken. Allerdings ist die Vorbildwirkung eines hoch entwickelten Industriestaates, der seine gesamte Wirtschaft auf eine klimafreundliche, in Teilen sogar klimaneutrale Basis stellt, von hoher Relevanz. Die mit der Vermeidung von Triebhausgasen verbundenen Vorgaben und Maßnahmen müssen als Chance auch für den Gebäudesektor verstanden werden.

Neue Technologien werden neue Märkte hervorbringen und auch zu mehr Wachstum beitragen können – sofern sie wirtschaftlich darstellbar sind. Wir müssen diese Chance wahrnehmen und anderen zeigen, dass „es geht“ – als Vorbild für umwelt- und klimabewusste Entwicklung in anderen Ländern, insbesondere in solchen mit starkem Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum. ◀

¹ Umweltbundesamt (Hrsg.): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, CLIMATE CHANGE 6 (2016).

² Singhal, Pujja; Stede, Jan: Wärmemonitor 2018: Steigender Heizenergiebedarf, Sanierungsrate sollte höher sein, DIW Wochenbericht 36 (2019), S. 619–628.

³ Entwurf eines Gesetzes zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude (BR-Drs 584/19).

⁴ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Bericht der Baukostensenkungskommission im Rahmen des Bündnisses für bezahlbares Wohnen und Bauen. Endbericht, November 2015, S. 139.

Förderung der Energiewende im Nichtwohngebäudebereich

Europäische Union, Bundesregierung, Länder, Kommunen und weitere Institutionen nehmen jährlich mehrere Milliarden Euro in die Hand, um die Energiewende mit einer Vielzahl von Förderprogrammen voranzubringen. Welche Programme gibt es (für die Technische Gebäudeausrüstung), wo sind die Schwerpunkte und wie könnte und sollte die Förderlandschaft in Zukunft aussehen – auch mit Blick auf die CO₂-Bepreisung?



Oliver Lübker,
Referent, BTGA e.V.

Die deutsche Förderlandschaft ist im Bereich der Energiewende und des Klimaschutzes etwas unübersichtlich. Drei wesentliche Gründe dafür sind das föderale System, angefangen bei Kommunen bis hin zur Europäischen Union, der interdisziplinäre Charakter des Themas, für das sich berechtigterweise verschiedene Ministerien und weitere Institutionen verantwortlich fühlen, und die schiere Größe dieser gesamtgesellschaftlichen Aufgabe.

Es gibt etwa 6.000 öffentliche Förderprogramme in Deutschland.¹ Auch wenn man sich nur auf den Nichtwohngebäudebereich und die Technische Gebäudeausrüstung (TGA) konzentriert, ist das Förderangebot umfangreich. Folglich soll dieser Artikel eine Übersicht geben, einige wesentliche Merkmale genauer betrachten und analysieren und Tipps geben, wie passende Programme gefunden werden können.

Welche Art von Förderung gibt es?

Es gibt grundlegend verschiedene Mechanismen, bestimmte Technologien oder Branchen zu fördern. Einen besonders starken Einfluss – aber abstrakten Charakters – haben die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen, die nicht aktiv „beantragt“ werden können. Neben ordnungspolitischen Instrumenten (Ge- und Verboten, Mindeststandards etc.) zählen dazu marktwirtschaftliche

Instrumente – beispielsweise die Höhe von Brennstoffsteuern. Eigenständiges Handeln erfordert in der Regel die Inanspruchnahme individueller steuerlicher Vorteile. Als Förderung gelten im weiteren Sinne auch bezuschusste Weiterbildungsmaßnahmen, Informationskampagnen etc.

Klassische Fördermechanismen, mit denen konkrete Maßnahmen finanziell gefördert werden, können anhand verschiedener Kriterien unterschieden werden: Werden Zuschüsse ausbezahlt, vergünstigte Kredite vergeben oder Sicherheiten übernommen? Geht es um Forschung, Markteinführung oder die breite Umsetzung von Maßnahmen? Wer kann die Förderung beantragen und wer erhalten?

Für die meisten Unternehmen der TGA-Branche wird die Förderung zur Grundlagenforschung, zum Beispiel an neuen Materialien, von geringerem Interesse sein – außer gegebenenfalls deren Ergebnisse. Praxisorientierte Forschung zur Entwicklung neuer Produkte oder Produktionsverfahren, eventuell in Kooperation mit Hochschulen, oder das Realisieren von Pilotprojekten zur erstmaligen Markteinführung sind deutlich näher an der unternehmerischen Realität, sodass ein Blick auf mögliche Förderprogramme lohnt. Die typischen Fördermechanismen der KfW und des BAFA (Bundesamt für Ausführung und Kontrolle) für Erneuerbare Energien oder Gebäudesanierungen sind allgemein bekannt. Die Energiewende, wie sie bisher erfolgte, wäre ohne sie nicht denkbar gewesen. Beide Institutionen werden voraussichtlich auch in Zukunft eine wesentliche Rolle in der Energiewende spielen.

Wer in den Genuss von Fördermitteln kommen kann, ist praktisch in jedem Programm individuell geregelt. Häufig wird unterschieden zwischen Privatpersonen, Unternehmen und Kommunen. Oftmals entscheiden aber auch die Größe des Unternehmens, die Branche, der Firmensitz, der Zweck des Gebäudes usw. Bei vielen Forschungs- und

Markteinführungsprogrammen müssen sich Konsortien aus bestimmten Akteuren zusammenschließen.

KfW und BAFA geben den Ton an

Mit Krediten in Höhe von über 20 Milliarden Euro hat die KfW 2018 den Klima- und Umweltschutz mithilfe von Zuschüssen und vergünstigten Krediten gefördert. 12 Milliarden erhielten private Haushalte, 7 Milliarden gingen an Unternehmen und eine knappe Milliarde Euro wurde in nachhaltige kommunale und soziale Infrastruktur investiert. Allein das Programm zum energieeffizienten Bauen und Sanieren erreichte über 400.000 Wohneinheiten.² Die KfW erhält Unterstützung von der öffentlichen Hand – weist den konkreten Programmen aber nur die Höhe der Kredite zu. Laut Bundesrechnungshof wurden 2017 1,39 Milliarden Euro für verschiedene Gebäudesanierungsprogramme ausgegeben, deren Kreditsumme etwa das 10-fache betrug.³ Entsprechend hochgerechnet fördert die KfW die Energiewende also mit etwa zwei Milliarden Euro.

Die Förderung konkreter Energiewendemaßnahmen durch das BAFA belief sich im Jahr 2018 auf 420 Millionen Euro, womit unter anderem etwa 145.000 Heizungsoptimierungsmaßnahmen, knapp 12.000 Energieberatungen und fast 1.000 Effizienzmaßnahmen an Kälte- und Klimaanlage finanziert wurden.⁴

Der Projektträger Jülich (PtJ) hat insgesamt 444 Millionen Euro für den Bereich „Energie“ ausgegeben. Ein Großteil davon entfiel auf die Grundlagenforschung und zahlreiche Vorhaben der Energiewende, die außerhalb des Gebäudes stattfinden. Auf das Thema „Energieeffizienz in Gebäuden und Städten“ entfielen gut 67 Millionen Euro und auch unter den gut 70 anderen Fördertöpfen wird es relevante Programme für TGA-Unternehmen geben.⁵ Vorhaben, die durch den PtJ gefördert werden, müssen innovativ sein und einen Modellcharakter haben.



Im Gegensatz zu Ausschreibungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung können jedoch viele ähnliche Projekte finanziert werden.

Mit einem Budget von durchschnittlich 25 Millionen Euro, das jährlich ausgeschöpft wird, fördert das Umweltbundesamt (UBA) großtechnische Anlagen aller Art mit Demonstrationscharakter – in der Vergangenheit beispielsweise über 160 Projekte aus den Bereichen „Lüftung“, „Kühlung“ und „Beheizung“. ⁶ Schließlich förderte die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Jahr 2018 mit über 10 Millionen Euro innovative energie-, klima- und ressourcenschonende Konzepte – unter anderem aus den

Bereichen „Bauen“, „Quartiersentwicklung“, „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“. ⁷

Die europäische Förderlandschaft ist besonders groß und unübersichtlich. Neben der Förderung von Forschungs- und besonders innovativer Vorhaben, die augenscheinlich von größter Bedeutung sind, finden sich auch Töpfe für den Einsatz geläufiger Technologien in weniger entwickelten Regionen im europäischen Ausland. Ein spezifisches Energiewende-Programm lautet „Horizont 2020“, das ab 2021 überführt wird in „Horizont Europa“. Die verfügbaren Summen erscheinen riesig im Verhältnis zu den bundesweiten Programmen. Mehr als zehnmal

so viel wie für das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen“ stellt Deutschland zur Verfügung. Das europäische Gesamtbudget beläuft sich auf über 9 Milliarden Euro.

Mit dem „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ förderte das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2018 Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit gut 548 Millionen Euro – insbesondere Kooperationen zwischen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und/oder mit Hochschulen. Allerdings wird branchenübergreifend und technologieoffen gefördert und es wurden keine Zahlen veröffentlicht, welche Gelder in

Tabelle 1: Anbieter von Förderprogrammen und Suchseiten | (a) Viele verschiedene Institutionen und Webseiten verweisen auf (einige der Programme von) „Horizont 2020“ und bieten Unterstützung beim Antragstellen an – mehr Informationen unter www.btga.de > Aktuell > Übersicht Förderprogramme im Nichtwohnbereich.

Name	Kurzbeschreibung	Internetseite
BAFA	Förderprogramme des Bundesamts für Ausfuhrkontrolle	www.bafa.de
BINE	Suchseite des BINE Informationsdienst für Programme des Bundes, der Länder und für regionale Förderprogramme	www.energiefoerderung.info
Horizont 2020 ^(a)	Nationale Kontaktstelle des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum EU-Programm „Horizont 2020“	www.horizont2020.de
EIB Europäische Investitionsbank	Förderprogramme der Europäischen Investitionsbank und des European Investment Fund	www.eib.org
ENTEGA FördermittelCheck	Portal der Entega über Förderprogramme von Bund und Land	www.entega.de
EU Financing energy efficiency	Übersicht verschiedener Energie-Förderprogramme der EU	https://ec.europa.eu
EU Find calls for proposals and tenders	Offizielle Online-Plattform für Förderprogramme und Ausschreibungen der EU	https://ec.europa.eu
European Energy Efficiency Fund (eeef)	EU-Kommission, European Investment Bank (EIB), Cassa Depositi e Prestiti SpA (CDP) und Deutsche Bank	www.eeef.eu
foerderdata	Portal der febis Service GmbH über bundesweite und regionale Förderprogramme	www.foerderdata.de
Förder.Navi Energieagentur NRW	Suchseite der Energieagentur NRW für Programme des Bundes und der Länder	www.energieagentur.nrw
Förderberatung des Bundes	Offizielle Förderberatung der Bundesregierung für Forschung und Innovation	www.foerderinfo.bund.de
Förderdatenbank des BMWi	Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU	www.foerderdatenbank.de
IG Passivhaus	Förderprogramme von Bund und Land	www.ig-passivhaus.de
KfW	Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau	www.kfw.de
Nationale Klimaschutzinitiative BMUB	Ausschreibungen konkreter Vorhaben durch das Bundesumweltministerium	www.klimaschutz.de
Ptj	Fördermechanismen des Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich GmbH	www.ptj.de
DBU	Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	www.dbu.de

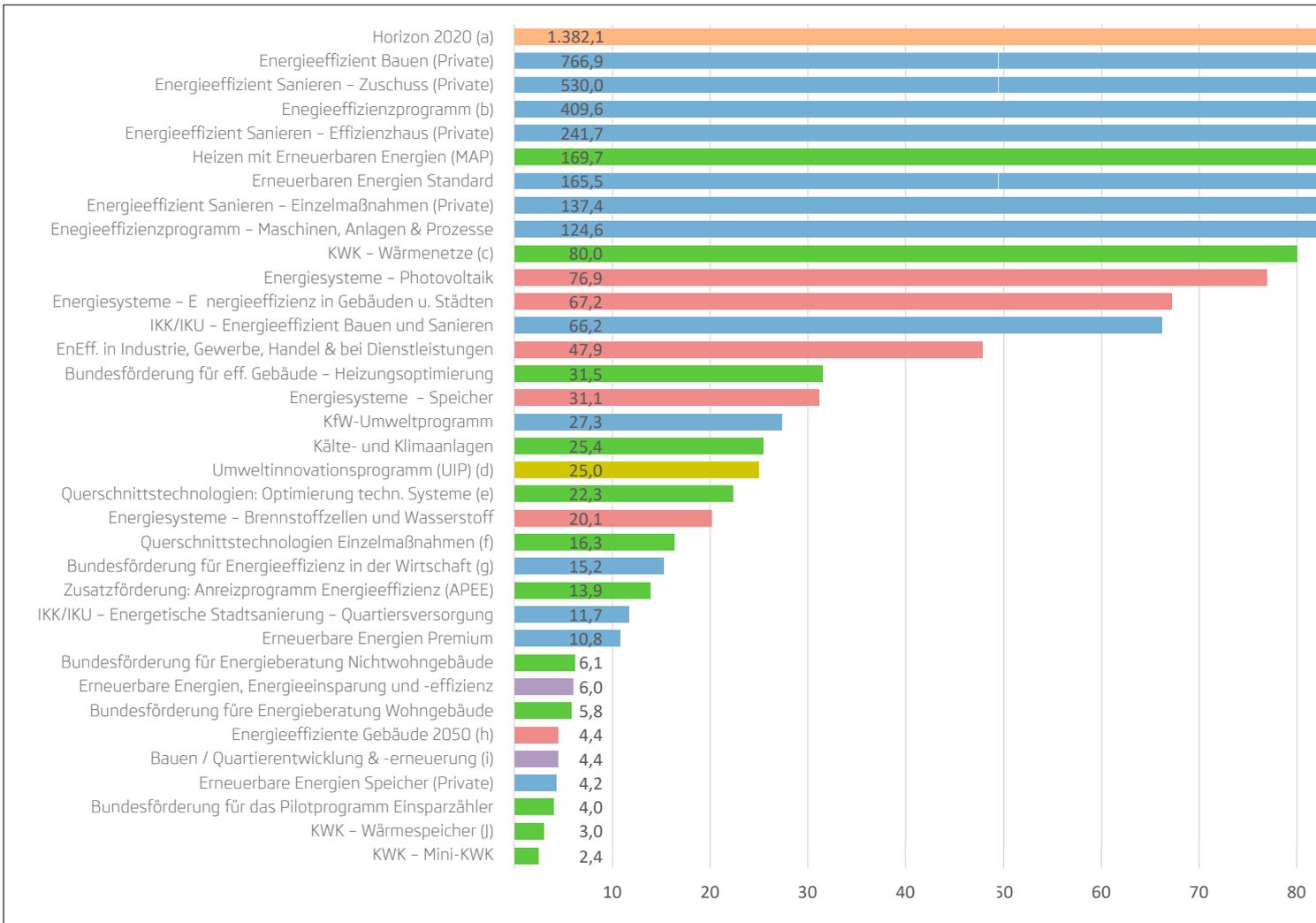


Abbildung 1: Ausgewählte Förderprogramme größer 2 Millionen Euro von EU, KfW, BAFA, PtJ, UBA und DBU 2018 – Ausgaben/Zusagen in Millionen Euro¹⁰ | Förderung der KfW basiert teilweise auf Kreditvolumen¹¹ | (a) „Framework Programme for Research and Innovation – Horizon 2020“ | Anteil, den Deutschland finanziert hat – Gesamtbudget: 9.308 Millionen Euro“ (b) ohne Maschinen, Anlagen & Prozesse (c) seit 2019 auch Kältenetze (d) Durchschnitt 2017/2018 (e) überführt in „Energieeffizienz in der Wirtschaft – Modul 4“ (f) überführt in „Energieeffizienz in der Wirtschaft Modul 1“ (g) neues Programm, Hochrechnung mit Daten von Januar bis Sept 2019 (h) „EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050“ (i) „Klima- & ressourcenschonendes Bauen“ / „Klima- & ressourcenschonende Quartiersentwicklung & -erneuerung“ (j) seit 2019 auch Kältespeicher

die Energiewende flossen.⁸ Ebenfalls nicht in Abbildung 1 enthalten sind die EEG- und KWKG-Umlagen, weil sie keine regulären Förderprogramme sind. Dennoch lohnt ein Blick auf die Dimensionen: Allein um die Erzeugung von Erneuerbarem Strom zu fördern, werden 2020 über 26 Milliarden Euro auf einen Großteil der deutschen Stromkunden umgelegt – plus etwa eine Milliarde Euro für die Förderung der Kraftwärmekopplung. Letzteres entspricht auch den voraussichtlichen Kosten für die steuerliche Absetzbarkeit von Gebäudesanierungsmaßnahmen (für selbstgenutztes Wohneigentum).⁹

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit erheben zu können, gibt es neben diesen, für Unternehmen in ganz Deutschland wichtigsten Programmen, noch tausende weitere Fördermöglichkeiten, insbesondere regionale. In

Summe mögen sie sogar ein höheres Budget haben als die genannten – es gibt nur wenige Daten –, ihre Zielgruppen sind aber deutlich kleiner. Umso wichtiger ist es, sich zu informieren, welche Programme in welcher Region in Frage kommen.

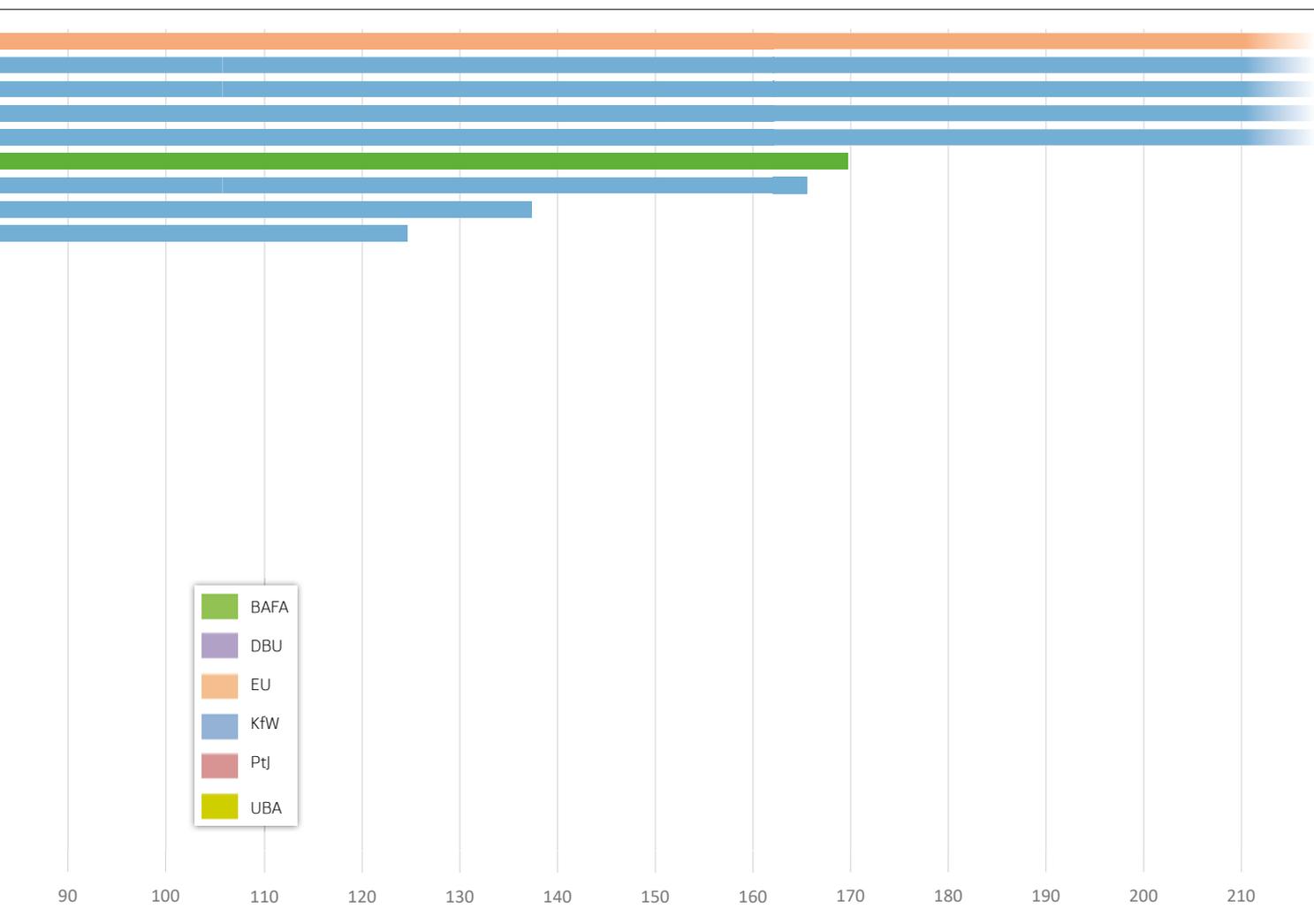
Welche Technologien fördert Deutschland?

Mit den Programmen des Projektträgers Jülich, des UBA, der DBU und vielen anderen Programmen investiert Deutschland ganz klar in die Spitzenförderung. Neben der Optimierung verschiedener Erneuerbare-Energien-Technologien taucht immer wieder die Quartiersentwicklung auf. Viele Fördergeber scheinen ein großes Potenzial in diesem Bereich zu sehen. Was die Breitenförderung der Energiewende angeht, haben KfW und BAFA aktuell den größten Einfluss auf

den Weg der deutschen Energiewende. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Menge der umgesetzten Maßnahmen und deren akkumulierte Förder-/Kredithöhe aufgeschlüsselt nach Themenschwerpunkten bzw. Programmen.

Die Frage, was gefördert wird, hängt stark davon ab, ob die Anzahl der Maßnahmen oder deren Budgets betrachtet werden. Die Verringerung des Transmissionswärmebedarfs von Gebäuden durch Dämmung und Luftdichtheit und die Förderung von Erneuerbaren Energien liegen in beiden Kategorien relativ weit vorn. Auch die hier nicht dargestellten EEG- und KWKG-Umlagen unterstreichen den Fokus, den Deutschland auf Erneuerbare Energien legt.

Für alle KfW-Programme mit dem Förderschwerpunkt „Energiewende“ wurden Kredite in Höhe von knapp 15 Milliarden Euro



vergeben – 5,7 Milliarden für die nach den untenstehenden Themen gruppierten Maßnahmen und über 9 Milliarden für alle KfW-Effizienzhaus-Maßnahmen (KfW-Effizienzhaus 55, 70 etc.), die im KfW-Förderreport nicht näher nach Themen aufgeschlüsselt wurden (insgesamt 42.000 Maßnahmen). Auch mit diesen Programmen werden überwiegend Verbesserungen der Gebäudehülle gefördert.

Mit 1,8 bzw. 1,0 Millionen Euro pro Vorhaben werden für verhältnismäßig wenige KfW-Projekte aus den Bereichen „Prozessoptimierung“ und „Abwärmenutzung“ besonders große Summen zur Verfügung gestellt. Neben der Beratung und Maßnahmen zur Dämmung und Luftdichtheit der Außenhülle (hier vor allem Einzelmaßnahmen) zählt die Optimierung der Technischen Gebäudeausrüstung mit einem Kredit von

durchschnittlich 6.000 Euro pro Vorhaben zu den geringinvestiven bzw. gering bezuschussten Maßnahmen. Bei einigen Projekten geht die Abwärmenutzung in die TGA über, sodass sich die Zahlen bei einer anderen Definition der Kategorien verschieben würden – siehe dazu auch die Beschreibung des Programms „Energieeffizienz in der Wirtschaft“.

In den für den Gebäudebereich wichtigsten Programmen des BAFA spiegelt sich ein ähnliches Bild wider. Effizientes Heizen mit Erneuerbaren Energien scheint ein Leitbild der deutschen Förderkultur zu sein. Das Programm „Energieeffizienz in der Wirtschaft“ mit vier Modulen ist 2019 neu hinzugekommen. Dafür entfielen die Programme „Querschnittstechnologien: Einzelmaßnahmen“ und „Optimierung technischer Systeme“.

Technologieoffene Förderung mit dem KfW-Programm „Energieeffizienz in der Wirtschaft“

Es würde den Rahmen sprengen, jedes Förderprogramm einzeln zu beschreiben. Eine Tabelle mit den wichtigsten Förderprogrammen für den Nichtwohngebäudebereich findet sich unter www.btga.de > Aktuell > Übersicht Förderprogramme im Nichtwohnbereich. Neben einer Reihe bestehender Fördermechanismen, die von Firmen der TGA-Branche sicherlich regelmäßig in Anspruch genommen werden (Abbildungen 4 und 5), lohnt ein Blick auf das 2019 neu eingeführte Programm „Energieeffizienz in der Wirtschaft“ von KfW und BAFA, die vergünstigte Kredite bzw. Zuschüsse anbieten. Es zielt primär auf die Optimierung von Produktionsprozessen ab – aber insbesondere das Modul IV kann für die TGA interessant sein.

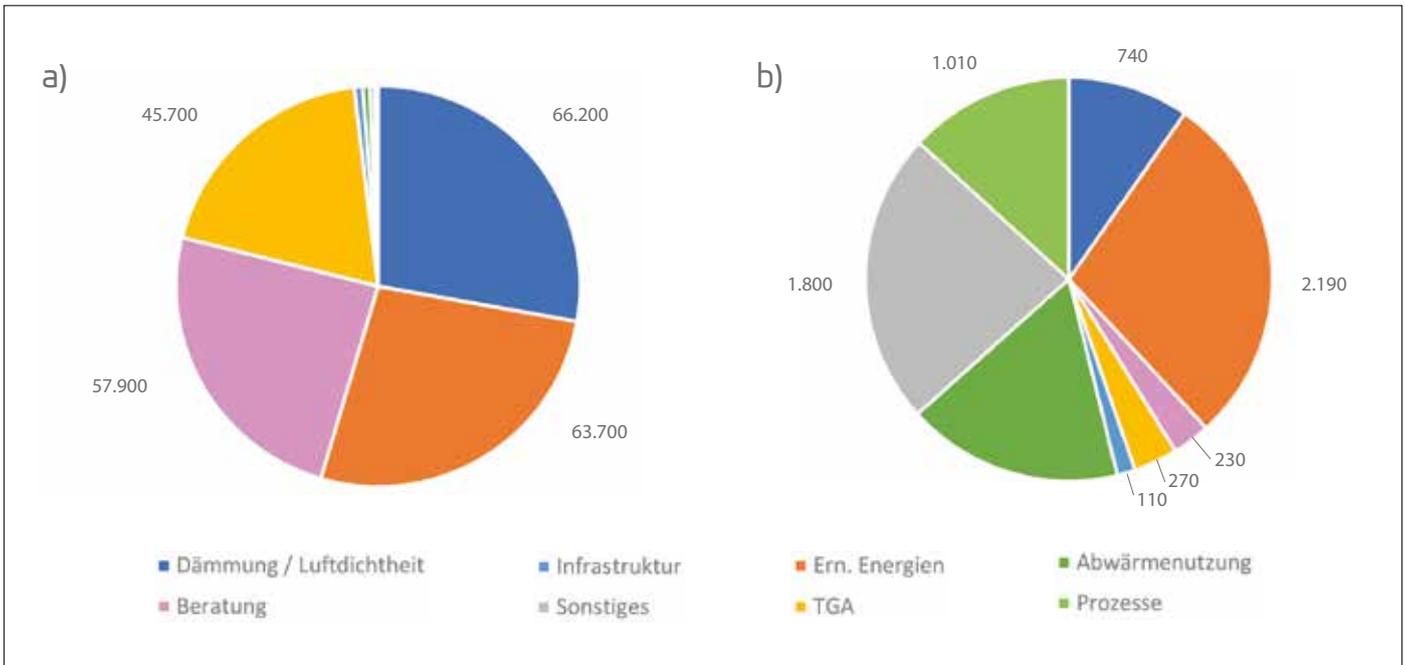


Abbildung 2a: Anzahl der Maßnahmen der KfW-Förderprogramme mit dem Schwerpunkt Energie nach Verwendungszweck in 2019 (Hochrechnung) | ohne KfW-Effizienzhaus-Maßnahmen | Infrastruktur: 1.600 | Abwärmenutzung: 1.300 | Sonstige: 1.000 | Prozesse: 600¹²

Abbildung 2b: Summe der vergebenen Kredite in 2019 in Millionen Euro (Hochrechnung) | ohne KfW-Effizienzhaus-Maßnahmen¹¹

In Modul I werden Einzelmaßnahmen gefördert, beispielsweise der Einbau neuer Pumpen, Ventilatoren etc. – Geräte, die auch in der Gebäudetechnik Anwendung finden. Da es dabei in der Regel um kleine Beträge geht, wird häufiger der Zuschuss des BAFA beansprucht (Abbildung 3). Das zweite und das dritte Modul fördern Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien und Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Anders als viele andere Programme fördert das Modul IV technologieneutral die Reduktion von Primärenergie bzw. CO₂-Emissionen. Für die tendenziell größeren Vorhaben, die mit Krediten der KfW gefördert werden, muss ein entspre-

chend zertifizierter Energieberater ein Energiespar-Konzept erstellen.

Bei einer maximalen Förderquote von 40 Prozent für KMU kann das bis zu 700 Euro pro Tonne CO₂ und maximal 10 Millionen Euro pro Vorhaben bedeuten. Laut Aussage der KfW wird das Programm entsprechend gut angenommen – auch von größeren Unternehmen, die etwas geringere Fördersätze erhalten und bestimmte beihilferechtliche Regeln beachten müssen.

Eine spannende Frage ist, wo die Grenze zwischen Produktionsprozess und „reiner“ Gebäudeausrüstung liegt. Letztere wird nämlich nur von der Förderung abgedeckt,

wenn sie in einem ausreichend direkten Zusammenhang mit dem Prozess steht. Das gilt beispielsweise für das Nutzbarmachen von Abwärme aus Produktionsprozessen für die Beheizung der Büroräume, durch eine bessere Dämmung von Anlagenteilen, den Einsatz von Wärmetauschern, die Wärmeübergabe an ein Heizsystem und/oder Verfahren zur Absenkung der Vorlauftemperatur. Aber auch die Konditionierung von Raumluft speziell für Produktionsprozesse wird vom Programm abgedeckt – beispielsweise die Kühlung einer Halle für die Fleischproduktion. Alle Maßnahmen, die bereits von der Energieeinsparverordnung

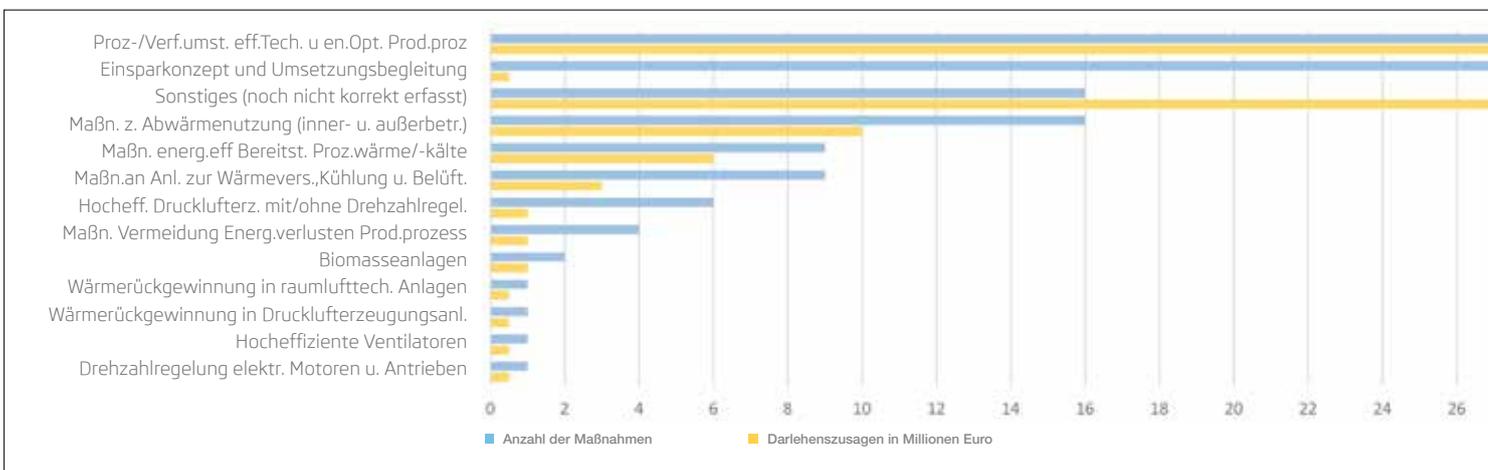


Abbildung 4: KfW-Programm „Energieeffizienz in der Wirtschaft“ (295) – Anzahl der Maßnahmen und Darlehenszusagen in Millionen Euro von Januar bis September 2019 nach Verwendungszweck¹⁵

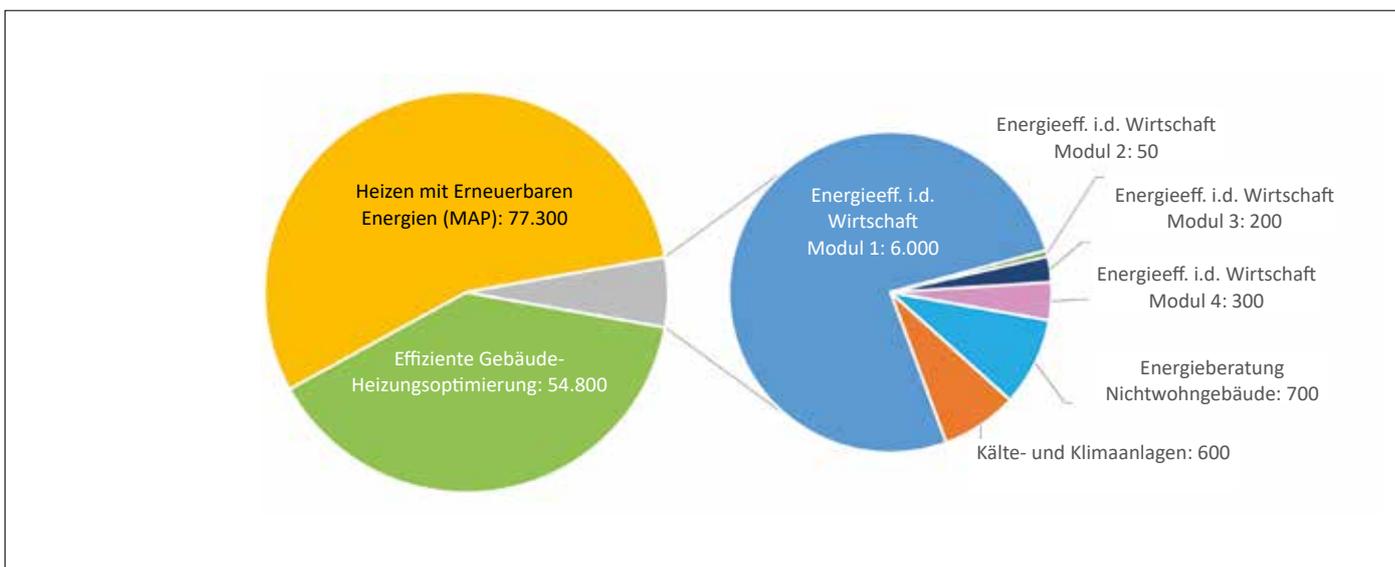


Abbildung 3a: Anzahl der Maßnahmen ausgewählter BAFA-Programme in 2019 (Hochrechnung)¹³

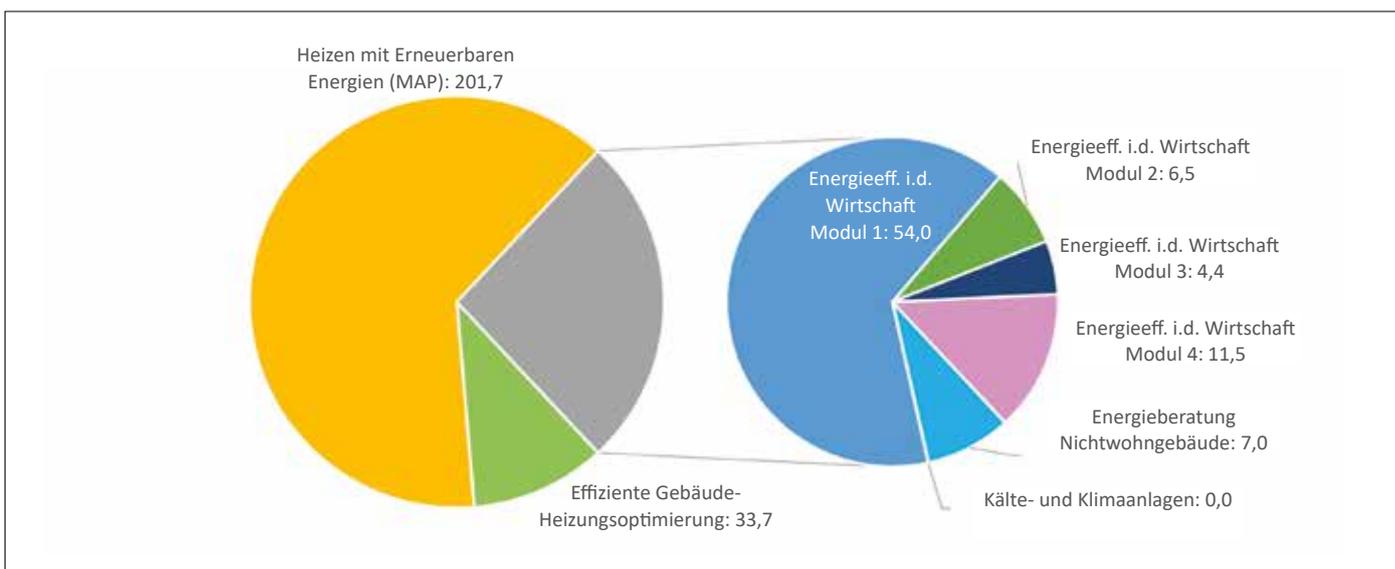
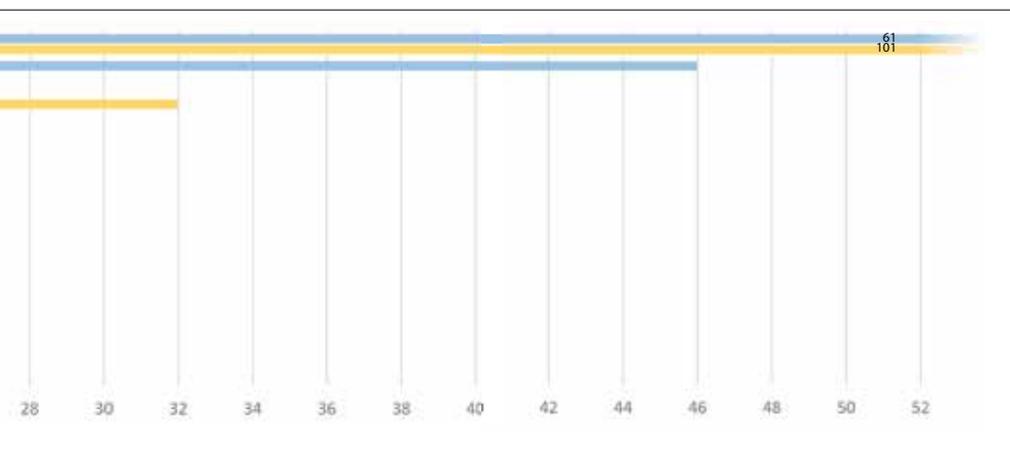


Abbildung 3b: Fördersumme ausgewählter BAFA-Programme in 2019 (Hochrechnung) in Millionen Euro¹⁴



nung (EnEV) abgedeckt sind, können grundsätzlich nicht dem Produktionsprozess zugeordnet werden. Wie viele der insgesamt 213 Maßnahmen mit einem Budget von 114 Millionen Euro (Abbildung 4) letztlich einen Bezug zur TGA haben, ist nicht direkt ersichtlich.

In den anderen drei Energieeffizienzprogrammen für Unternehmen wurden über 3.700 Maßnahmen mit Krediten von über 6.500 Millionen Euro gefördert (Abbildung 5). Davon können nur 252 Maßnahmen (6,7 Prozent) mit 64 Millionen Euro (1,0 Prozent) der TGA zugeordnet werden. Öffentliche Einrichtungen fördert die KfW mit großer Mehrheit über die Effizienzhausprogramme, bei denen nicht erfasst wird, was genau gefördert wird (Abbildung 6). Die ein-

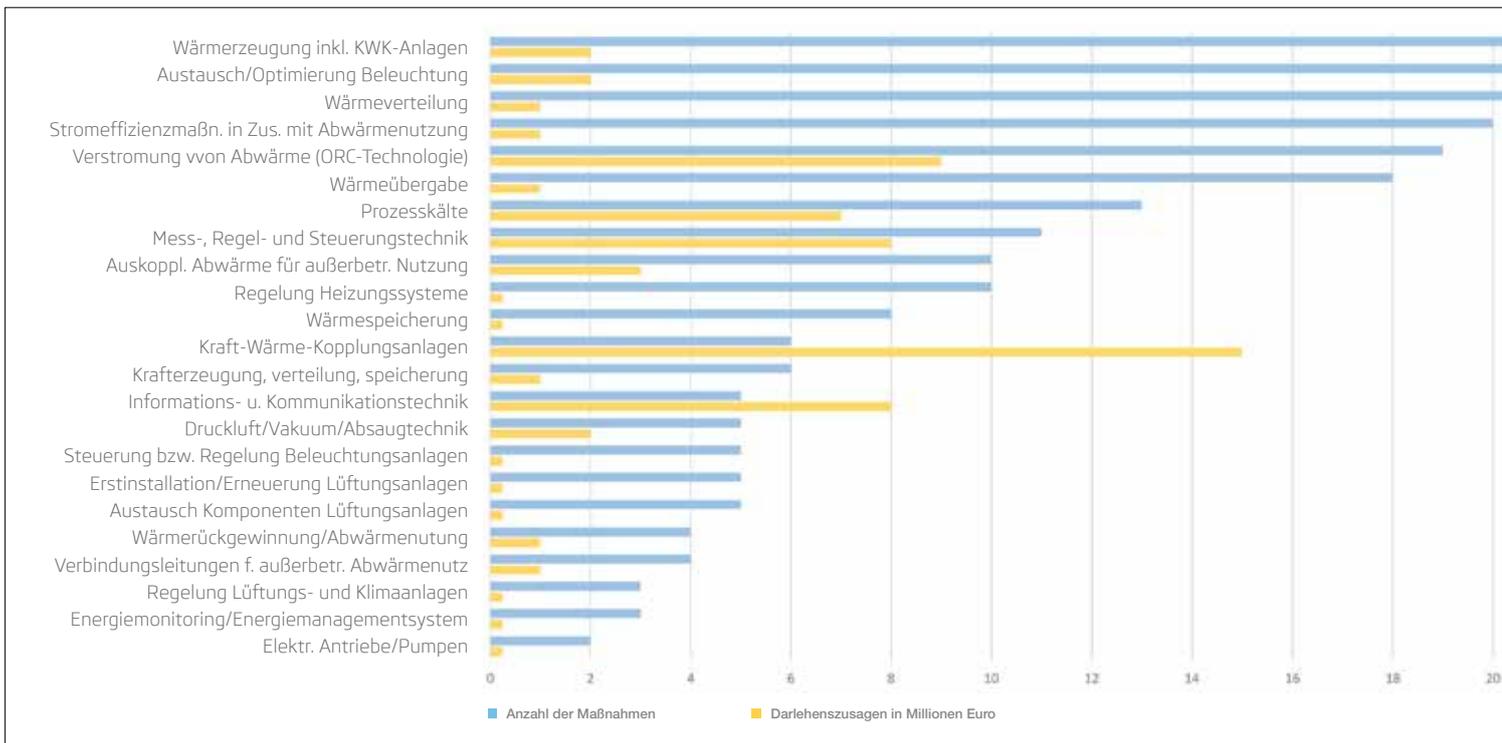


Abbildung 5: Anzahl TGA-relevanter Maßnahmen und Darlehenszusagen in Millionen Euro der KfW-Energieeffizienzprogramme für Unternehmen von Januar bis September 2019¹⁶, Bestehend aus: „KfW-Energieeffizienzprogramm – Produktionsanlagen/-prozesse“ (292, 293), „KfW-Energieeffizienzprogramm – Energieeffizient Bauen und Sanieren“ (276, 277, 278), „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ (433), Ohne: „Energieeffizienz in der Wirtschaft (295)“

zeln ausgewiesenen Maßnahmen setzen sich gut zur Hälfte aus Verbesserungen der Gebäudehülle und zum Rest aus TGA-Maßnahmen zusammen.

Wer sucht, der findet

Eine Übersicht aller Fördermechanismen zu erstellen, ist deutlich komplizierter als ein passendes Förderprogramm für einen bestimmten Kunden oder ein bestimmtes Projekt zu finden. Doch wie kann sichergestellt werden, möglichst keine Gelegenheit ungenutzt zu lassen?

Auf den Webseiten der KfW und des BAFA wird das Förderangebot mit hierarchischen Übersichten, Tabellen und Suchfunktionen relativ schnell abgedeckt. Auch ein Telefonanruf oder die persönliche Beratung können helfen – gegebenenfalls bei den Partnerbanken der KfW. Auch bei innovativen Projekten finden sich über die Webseiten der oben genannten Fördergeber relativ schnell Informationen darüber, welche Programme in Frage kommen. Ob dann tatsächlich eine Förderberechtigung vorliegt, kann allerdings ein aufwendiges Unterfangen sein – vor allem dann, wenn zunächst umfangreiche Pläne der jeweiligen Projekte eingereicht werden müssen. Das ist insbesondere bei Ausschreibungen der EU regelmäßig notwendig.

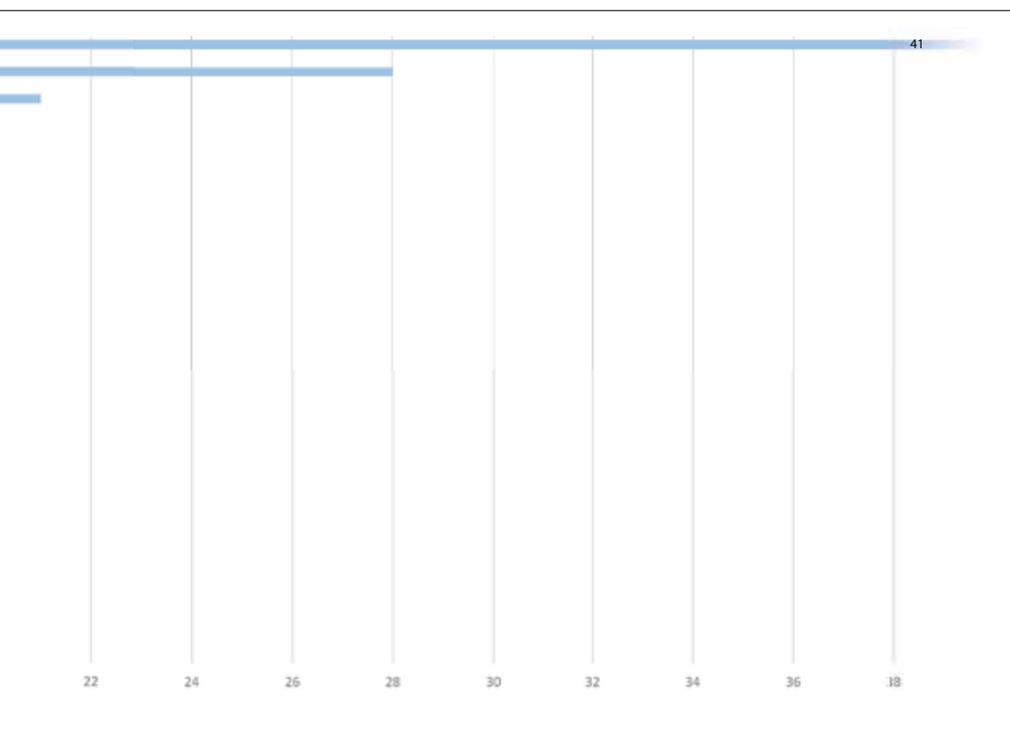
Schließlich gilt es, potenzielle Fördergeber aus der Region auszumachen. Neben den Bundesländern, die teilweise sehr umfangreiche Programme anbieten, können dazu auch Landkreise, Kommunen oder regionale Banken zählen. Anstatt all diese Seiten einzeln aufzusuchen, kann auch auf eine Reihe von Drittanbietern zurückgegriffen werden. Diese bieten umfangreiche und teils sehr differenzierte Suchmöglichkeiten an. In Tabelle 1 werden einige Anbieter und Webseiten aufgelistet.

Technologieoffenheit oder Förderdschungel?

In einem Bericht des Bundesrechnungshofs heißt es: „Trotz des erheblichen Einsatzes von Personal und Finanzmitteln erreicht Deutschland die Ziele bei der Umsetzung der Energiewende bisher überwiegend nicht. [...] Allein im BMWi sind 34 Referate in vier Abteilungen damit befasst, die Energiewende umzusetzen. Dazu sind fünf weitere Bundesministerien und alle Länder an der Umsetzung der Energiewende beteiligt.“¹⁸ Auch der Rat der Wirtschaftsweisen resümiert: „Die in Deutschland [...] durchgeführten Maßnahmen waren bisher von unterschiedlichen kleinteiligen Zielen und Aktionsplänen sowie klimapolitisch unsystematischen Steuern und Abgaben gekennzeichnet.“¹⁹ Es liegt

also nicht an fehlendem Engagement oder der Menge der Förderprogramme, wenn wir bei der Energiewende nicht vorankommen – die Defizite liegen an anderer Stelle.

Über die zu große Komplexität der aktuellen Förderung herrscht weitgehend Einigkeit – wobei das Bundeswirtschaftsministerium noch 2018 „die derzeitige Koordination der Energiewende für effektiv und effizient ausgestaltet [hielt]“, wie der Bundesrechnungshof eine Stellungnahme zusammenfasst. Entsprechend ist eine Vereinfachung der Förderlandschaft bislang nicht absehbar. Einige Pläne liegen auf dem Tisch – beispielsweise die Erstellung eines „One-Stop-Shop“ für die Programme von BAFA und KfW und/oder die Kombination einiger ihrer Programme. Möglicherweise werden schon 2020 vier Förderprogrammen der KfW und des BAFA in der „Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)“ zusammengefasst: CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, Marktanzreizprogramm für Erneuerbare Energien, Anreizprogramm Energieeffizienz und Heizungsoptimierungsprogramm. Eine unbürokratische und die von vielen Seiten propagierte „technologieoffene Förderung“ der Energiewende werden aber weder dieser Schritt noch das beschriebene Modul IV allein sicherstellen können.



Neben vielen anderen Institutionen fordert auch der Rat der Wirtschaftsweisen eine Überarbeitung der bestehenden Energieabgaben und eine stärkere Bepreisung von CO₂ in Form einer Steuer oder eines Emissionshandelssystems – eine Forderung, der die Bundesregierung nun Folge leisten möchte.²⁰ Beide Mechanismen fördern bzw. hemmen keine bestimmte Technologie und idealerweise auch keine bestimmte Branche. Welche Auswirkungen haben diese Instrumente auf bestehende Fördermechanismen und die TGA-Branche?

Fördern und CO₂-Bepreisung

Anstatt zu fördern, was der Staat für die richtige Maßnahme zur Umsetzung der Energiewende hält, verteuert ein CO₂-Preis das, was im Zuge der Energiewende verringert werden soll: die Treibhausgasemissionen. Unter dem Aspekt von Grenznutzen und Grenzkosten entspricht der Preis, der auf die Emission einer Tonne CO₂ erhoben wird, der Förderung jeder Tonne CO₂, die beispielsweise mithilfe einer verbesserten Gebäudeausrüstung eingespart wird. Denn die Wirtschaftlichkeit einer Investi-

tion berechnet sich anhand der Differenz zwischen den laufenden Kosten in einem Business-as-usual-Szenario und einem Alternativ-Szenario.

Anders als bei der Förderung von Energieeffizienz ist bei der CO₂-Bepreisung allerdings entscheidend, woher die Energie kommt, die eingespart werden soll. Wird ein Gebäude bereits mit Erneuerbaren Energien beheizt, könnte der Gebäudeeigentümer mit einer Anlage zur Wärmerückgewinnung zwar Energie einsparen aber kein CO₂. Eine energieträgerunabhängige einheitliche Energiekomponente (in €/kWh) würde dem entgegenwirken.²¹ Bis die gesamte Endenergie für Gebäude einen (nicht nur theoretischen) Primärenergiefaktor von Null hat, wird es wohl noch etwas dauern. Dann könnten auch die Erneuerbaren Energien allein aufgrund der fehlenden fossilen Alternativen ausreichend teuer für rentable Energie-Einsparmaßnahmen sein. Mittelfristig gilt aber, dass die Umstellung auf Erneuerbare Energien und die Einsparung von Energie ähnlich stark von einem CO₂-Preis profitieren.

Auch ein bestmöglich ausgestalteter CO₂-Preis kann klassische Förderung nicht ersetzen. Klare Gründe dafür sind eine zu kurzfristige Planung der Akteure, fehlende finanzielle Mittel und verschiedene Prinzipal-Agent-Dilemmata. Wenn Wirtschaftsakteure nicht auf steigende Preise für fossile Brennstoffe reagieren können oder wollen, können Ordnungsrecht, finanzielle Förderung oder Informationskampagnen Anreize für rechtzeitiges Handeln schaffen. Förderung ist auch nötig, wenn Gebäudeeigentümern das entsprechende Kapital fehlt. Auch bei bestimmten Eigentümer-Nutzer-Verhältnissen können Förderprogramme, Mieterstrommodelle und Ähnliches die Umsetzung der Energiewende kostengünstiger und scho-

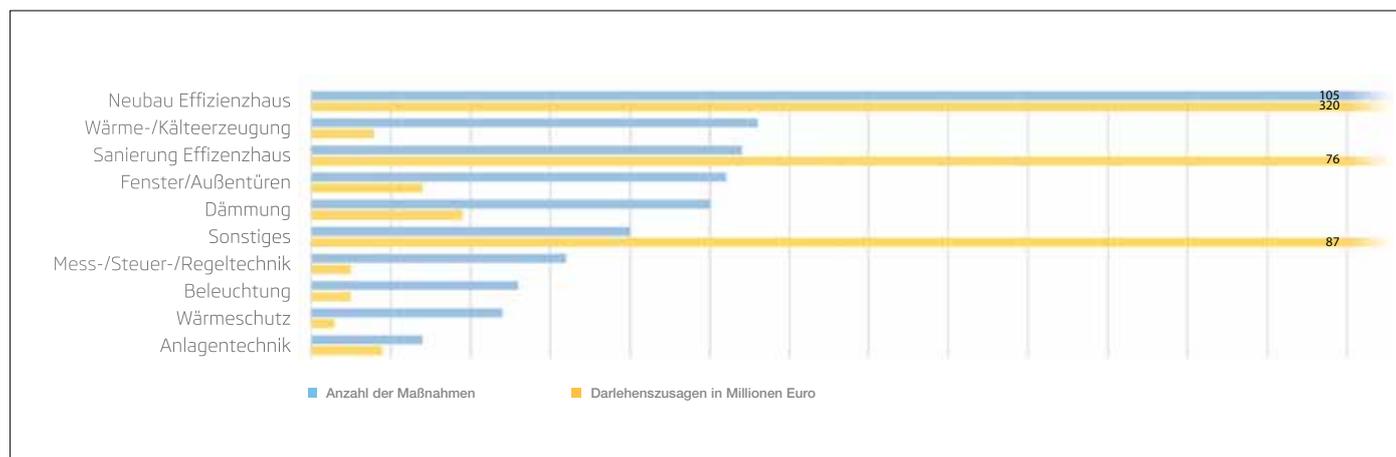


Abbildung 6: KfW-Programm „IKK,IKU Energieeffizientes Bauen & Sanieren für öffentliche Einrichtungen“ (217, 220) – Anzahl der Maßnahmen und Darlehenszusagen von Januar bis September 2019 nach Verwendungszweck¹⁷



nender voranbringen als ein möglicherweise exorbitanter CO₂-Preis mit gleichem Klimaschutzeffekt.

Auch die Förderung von (Grundlagen-) Forschung und Pilotprojekten und jegliche nichtmonetäre Unterstützung wie Beratung, Wissensförderung, Kooperationen etc., kann nicht durch verbesserte wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen ersetzt werden. Allerdings steht die Bepreisung von CO₂ auch in keiner Konkurrenz zur klassischen Förderung. Die Rentabilität der geförderten Maßnahmen steigt mit höheren CO₂-Preisen entsprechend an. Anstatt den Markt mit der Förderung von Maßnahmen zu überwinden, würde man rentable (und sinnvolle) Investitionen vielmehr „anstoßen“.

Geht das auch anders?

Möglicherweise wird der Technischen Gebäudeausrüstung in der Förderung der Energiewende zu wenig Beachtung geschenkt. Die CO₂-Vermeidungskosten sind oftmals viel niedriger als die Kosten der Maßnahmen, für die Deutschland aktuell sehr viel Geld ausgibt. Häufig können mit einer verbesserten TGA auch ohne Förderung gleichzeitig CO₂ und Geld eingespart werden. Sollten die Förderprogramme also entsprechend ausgeweitet oder die Fördersätze erhöht werden? Eine nichtmonetäre Förderung durch Informationskampagnen oder die Entschärfung des Fachkräftemangels erscheinen in jedem Fall sinnvoll.

Eine zu lange Beschäftigung mit der Förderlandschaft kann dazu führen, vieles als gegeben hinzunehmen und sich im Kleinklein der Förderbedingungen zu verirren. Auch wenn sie zweifelsohne große Auswirkungen auf die eigene Branche und Technologie haben können, droht darüber das große Ganze vergessen zu werden. Konkrete Verbesserungsvorschläge für die vielen bestehenden Förderprogramme zu machen, erscheint an dieser Stelle schwierig – darum der Versuch, etwas über den Tellerrand hinauszuschauen.

Der Bundesrechnungshof stellt in Frage, ob die Förderprogramme der KfW in ihrer aktuellen Ausgestaltung bestehen bleiben sollen. Anstelle der etwas bürokratischen Vergabe von Krediten mithilfe der KfW könnten Fördergelder beispielsweise direkt vom BMWi vergeben werden.²¹ Außerdem ist die Energiewende ein derart komplexes Unterfangen, dass sich die Frage stellen könnte: Sollen überhaupt noch vom Staat a priori definierte Technologien und Maßnahmen gefördert werden? Die Möglichkeiten, Energie und CO₂ einzusparen, sind schier unendlich – gerade auch in der Technischen Gebäudeaus-

rüstung. Die Fachzeitschriften sind voll mit innovativen Maßnahmen zur effizienten Raumklimatisierung, zur energiesparenden Warmwasserbereitung und zu smarten Beleuchtungskonzepten. Alles kann signifikant zur Umsetzung der Energiewende beitragen – aber kann das auch alles (sinnvoll) gefördert werden? Möglicherweise können die bestehenden Fördermechanismen der Energiewende nicht ausreichend (schnell) zum Erfolg verhelfen.

Neben dem Zusammenlegen verschiedener Institutionen und Programme könnte ein größerer Fokus auf die technologie- und branchenübergreifende Effektivität und Effizienz von Klimaschutzmaßnahmen gelegt werden. Denkbar wäre eine Investitionsförderung entsprechend der zu erwartenden Energie- und CO₂-Einspareffekte – ähnlich dem Modul IV des KfW- und BAFA-Programms „Energieeffizienz in der Wirtschaft“. Um die durchaus aufwendige Erstellung eines individuellen Energiesparkonzepts zu vermeiden, wenn viele ähnliche (kleine) Maßnahmen umgesetzt werden sollen, könnten modellhafte Berechnungen Abhilfe schaffen. Kann beispielsweise nachgewiesen werden, wie viel CO₂ und Energie durch den Einbau einer bestimmten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in ein typisiertes Gebäude durchschnittlich eingespart werden können, würden alle ausreichend vergleichbaren Maßnahmen die gleiche, den Einsparungen entsprechende, Förderung erhalten.

So einfach wird es am Ende nicht sein. Aber es lohnt sich ganz sicher, ergebnisoffen an neuen Konzepten zu arbeiten, mit denen bestehende Programme ergänzt, abgelöst oder reformiert werden können. Selbstverständlich muss dabei auch die Technische Gebäudeausrüstung entsprechend ihres Potenzials, Energie und Treibhausgasemissionen einzusparen, berücksichtigt werden. ◀

- 9 50Hertz, Amperion, Tennet und Transnet BW (Hrsg.): Prognose der EEG-Umlage 2020 nach EEG, Seite 5 u. 15. | Handelsblatt, 2019, Seehofer: Förderung von Gebäudesanierung würde eine Milliarde Euro kosten.
- 10 BAFA (Hrsg.): Jahresbericht 2018, S. 41 ff, KfW (Hrsg.): Förderreport 2018, S. 4, KfW (Hrsg.): Förderreport 2019, S. 4 und PtJ (Hrsg.): Geschäftsbericht 2018, S. 44 ff, https://ec.europa.eu/budget/graphs/revenue_expenditure.html und schriftliche und mündliche Auskünfte von DBU und UBA.
- 11 Wie Anm. 3.
- 12 Hochrechnung der Daten von Januar bis September 2019. Bei Krediten unter 0,5 Milliarden Euro, die aufgrund der Rundung im Förderbericht als Null dargestellt werden, wurden 0,25 Milliarden Euro pro Vorhaben angenommen. Im TGA-Bereich liegt die Summe TGA-Maßnahmen bis September 2019 zwischen 196 und 210 Milliarden Euro bei Krediten zwischen 0 und 0,5 Milliarden Euro, KfW (Hrsg.): Förderreport 2019, S. 176 ff.
- 13 Hochrechnung der Daten von Januar bis Oktober/November 2019, Schriftliche Auskunft des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).
- 14 Ebenda.
- 15 KfW (Hrsg.): Förderreport 2018, S. 176 ff.
- 16 Ebenda.
- 17 Ebenda.
- 18 Bundesrechnungshof (Hrsg.): Bericht nach § 99 BHO über die Koordination und Steuerung zur Umsetzung der Energiewende durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2018, S. 1.
- 19 Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (Hrsg.): Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik – Sondergutachten 2019, S. 4.
- 20 Wie Anm. 18.
- 21 Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz (Hrsg.): Diskussionspapier – Eine sinnvolle CO₂-Bepreisung – auch zur Steigerung der Energieeffizienz?

1 foerderdata Service GmbH, <https://www.foerderdata.de/foerdermittel-findet-mit-foerderdata-so-geht-es>

2 KfW Bankgruppe (Hrsg.): Förderreport 2018, S. 4.

3 Bundesrechnungshof (Hrsg.): Bemerkungen Nr. 14 – Vergütung der KfW für das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm in dreistelliger Millionenhöhe überhöht, 2018, S. 1 und KfW Bankengruppe (Hrsg.): Förderreport 2017, S. 3 f.

4 BAFA (Hrsg.): Jahresbericht 2018, S. 36 und S. 41 ff.

5 Projektträger Jülich (Hrsg.): Geschäftsbericht 2018, S. 46.

6 Umweltbundesamt: www.umweltsinnovationsprogramm.de/projekte

7 Schriftliche Auskunft des Referats Stiftungsentwicklung Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2019.

8 Bundesministerium für Finanzen (Hrsg.): Bundeshaushaltsplan 2018. Einzelplan 09 – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, S. 7.



Arbeiten 4.0

Auch in der Branche der Technischen Gebäudeausrüstung ist die Bedeutung der digitalen Transformation spürbar – nicht zuletzt durch das seit geraumer Zeit diskutierte Thema „Building Information Modeling (BIM)“. Für den Wirtschaftsstandort Deutschland sind Breitbandausbau und Internetzugang, Datensicherheit und die Realisierung neuer Produktionskonzepte zentral – das Stichwort lautet „Industrie 4.0“. In diesem Zusammenhang stellen sich auch Fragen, wie wir zukünftig arbeiten werden. Auf Grundlage des „Weißbuchs Arbeiten 4.0“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales sollen einige der unter dem Titel „Arbeiten 4.0“ diskutierten Aspekte der Arbeitswelt der Zukunft vorgestellt werden.



Rechtsanwalt
Tobias Dittmar, LL.M.,
Geschäftsführer
des BTGA e.V.

I. Begriff

Der Begriff „Arbeiten 4.0“ knüpft an die aktuelle Diskussion über die vierte industrielle Revolution („Industrie 4.0“) an, rückt aber die Arbeitsformen und Arbeitsverhältnisse ins Zentrum – nicht nur im industriellen Sektor, sondern in der gesamten Arbeitswelt. „Arbeiten 1.0“ bezeichnet die beginnende Industriegesellschaft vom Ende des 18. Jahrhunderts und die ersten Arbeiterorganisationen. Unter „Arbeiten 2.0“ sind die beginnende Massenproduktion und die Anfänge des Wohlfahrtsstaats am Ende des 19. Jahrhunderts zu verstehen. Die Industrialisierung brachte neue soziale Probleme mit sich, der zunehmende Druck der organisierten Arbeiterschaft bildete eine wichtige Grundlage für die Einführung der ersten Sozialversicherungen im Deutschen Reich. „Arbeiten 3.0“ umfasst die Zeit der Konsolidierung des Sozialstaats und der Arbeitnehmerrechte auf Grundlage der Sozialen Marktwirtschaft. „Arbeiten 4.0“ wird vernetzter, digitaler und flexibler sein, wobei Einzelheiten noch spezifiziert werden müssen.

„Industrie 4.0“

Das Schlagwort „Industrie 4.0“ beschreibt einen Umbruch im produzierenden Sektor. Leitbild der Industrie 4.0 ist eine hochautomatisierte und vernetzte industrielle Produktions- und Logistikkette. Dabei verschmelzen virtuelle und reale Prozesse auf der Basis cyber-physischer Systeme. Das ermöglicht eine hocheffiziente und hochflexible Produktion, die Kundenwünsche in Echtzeit integriert und eine Vielzahl von Produktvarianten ermöglicht.

II. Digitaler Wandel

Die Digitalisierung steht derzeit als wichtigster Treiber im Mittelpunkt der Diskussion um die Zukunft der Arbeit. Sie steht als Schlagwort für die informationstechnologisch getriebenen Veränderungen von Wirtschaft und Arbeit insgesamt.

Die Digitalisierung wird durch Fortschritte in drei Bereichen und deren Zusammenwirken getrieben:

1. IT- und Software

Die Leistungsfähigkeit von Prozessoren wächst weiterhin exponentiell und erleichtert die Nutzung von Cloud-Technologien und mobilen Anwendungen. Lernende Algorithmen rechtfertigen mittlerweile die Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ für bestimmte Anwendungen.

„Künstliche Intelligenz“

„Künstliche Intelligenz“ bezeichnet ein Teilgebiet der Informatik. Im Zentrum steht die Entwicklung von Programmen und Maschinen, die in bestimmten Teilbereichen die Leistungsfähigkeit menschlicher Intelligenz aufweisen, beispielsweise beim Erkennen von Bildern und Sprache. Diese Leistungsfähigkeit beruht unter anderem auf dem so genannten maschinellen Lernen. Dabei lernen Programme und Maschinen aus vorgegebenen Beispielen und leiten aus großen Mengen unsortierter Daten Regeln ab, die verallgemeinert werden können.

2. Robotik und Sensorik

Während die Größe und die Kosten von Systemen sinken, steigen ihre Anwendungsmöglichkeiten und ihre Bedienbarkeit. Das macht sie auch für kleinere Betriebe und die individuelle Fertigung interessant. Hinzu kommen neue Fertigungstechniken wie additive Verfahren sowie die verbesserte Steuerung und Datensammlung durch neue Sensorik.

3. Vernetzung

Entscheidend sind die Fortschritte in der Vernetzung. Durch diese entstehen cyber-physische Systeme als Grundlage für die Industrie 4.0. Dabei handelt es sich um Netzwerke von kleinen Computern, die mit Sensoren und Aktoren ausgestattet sind, in Gegenstände, Geräte und Maschinenteile eingebaut werden und über das Internet miteinander kommunizieren können. Auf dieser Basis tauschen Anlagen, Maschinen und einzelne Werkstücke kontinuierlich große Mengen an Informatio-

IKZ.de

„Die ganze Welt
der Gebäude- und
Energietechnik“





nen aus und können Produktion, Lager und Logistik weitgehend selbst steuern.

„Cyber-physische Systeme“

Cyber-physische Systeme sind Systeme aus miteinander vernetzten Geräten, Maschinen und beweglichen Gegenständen, die mit Hilfe von IT und kontinuierlichem Datenaustausch gesteuert werden. Geräte und Objekte sind umfassend mit Sensoren ausgestattet, die fortwährend Daten über Zustand, Standort und Prozessfortschritt produzieren, aber auch über Nutzungsverhalten. Durch die Vernetzung können Planung und Steuerung von Fertigungs- und Logistik-Prozessen automatisiert und autonomisiert werden.

Branchenübergreifend ist die Frage zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit auch daran gekoppelt, wie erfolgreich es einem Unternehmen gelingt, den digitalen Wandel zu bewältigen.

III. Beschäftigungseffekte der Digitalisierung

Ausgehend vom digitalen Wandel, werden diverse Beschäftigungseffekte diskutiert: Wie wird die Beschäftigungsbilanz der Digitalisierung sein? Werden Arbeitsplätze wegfallen? Falls ja, wer wird davon betroffen sein? Wo entstehen umgekehrt neue Arbeitsplätze? Unter welchen Voraussetzungen kann neue Beschäftigung erschlossen werden? Passen die bisherigen Spielregeln einer Sozialen Marktwirtschaft in die Wirtschafts- und Arbeitswelt der Zukunft?

„Soziale Marktwirtschaft“

Als Soziale Marktwirtschaft wird eine Wirtschaftsordnung bezeichnet, in der die freie Teilnahme aller an einer Wettbewerbswirtschaft mit einem sozialen Ausgleich und einem sozialen Fortschritt in der Gesellschaft verbunden wird.

Was können Rechner und Roboter der Zukunft und welche Fähigkeiten der Menschen sind nicht ersetzbar? Wer wird in Zukunft Anweisungen geben? Welche Anforderungen haben die Unternehmen in Bezug auf Flexibilität? Wie kann zeit- und ortsflexibles Arbeiten für neue Vereinbarkeitslösungen genutzt werden und wie wird gleichzeitig eine Überforderung durch Entgrenzung vermieden?

„Entgrenzung der Arbeit“

Der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht eine Entgrenzung der Arbeit. Das bedeutet, dass Arbeit räumlich, zeitlich und organisatorisch bisherige betrieblich vorgegebene Strukturen mit festen Arbeitszeiten und Arbeitsorten sowie einer langfristig angelegten Bindung von Mitarbeitern an den Betrieb zugunsten einer neuen Offenheit verliert.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung der Beantwortung dieser Fragen unter Berücksichtigung ihrer individuellen Organisation.

IV. Zeit- und ortsflexibles Arbeiten

Arrangements von Zeit und Ort sind nicht nur für die Zusammenarbeit im Betrieb von großer Bedeutung, sondern wirken sich auch vielfältig auf den Alltag und das gesellschaftliche Leben aus. Sie bestimmen mit, welche Zeiträume und welche Orte für Familie, Freizeit, Erholung, Weiterbildung oder ehrenamtliche Tätigkeiten zur Verfügung stehen.

Der Trend zu flexiblen Arbeitszeiten und dezentralen Arbeitsorten schreitet mit der Digitalisierung weiter voran. Breitband-Internet, Netzwerktechnologien und mobile Endgeräte machen die Arbeitsgegenstände und -inhalte mobil und rund um die Uhr verfügbar. Dabei kann die Digitalisierung als Ermöglicher und Verstärker von Flexibilität in beide Richtungen wirken und betriebliche Notwendigkeiten der Arbeitsorganisation wie auch Arbeitnehmeranliegen unterstützen.

Der durch die Digitalisierung verstärkte Trend zum zeit- und ortsflexiblen Arbeiten bietet die Chancen auf ein selbstbestimmteres Arbeiten, neue Vereinbarkeitslösungen und einen (teilweisen) Abschied von der Präsenzkultur. Neben diesen positiven Aspekten zeigt sich jedoch auch, dass im Zuge von Homeoffice, Vertrauensarbeitszeit und potenziell ständiger Erreichbarkeit, die Grenzen zwischen Berufs- und Privatleben, Arbeit und Freizeit, Arbeitsplatz und Wohnung verschwimmen. Das kann auch zu Belastungen führen und stellt insofern den Arbeits- und Gesundheitsschutz vor neue Herausforderungen. So stellt sich die Frage, wie Schutzstandards sichergestellt werden können, die denen bei Arbeitsplätzen im Betrieb vergleichbar sind.

Folgende Spannungsfelder haben die Betriebsparteien, Sozialpartner und der Gesetz-

geber bei der Nutzung von Flexibilitätsoptionen zu berücksichtigen:

Zunächst sind die Flexibilitätsbedürfnisse von Unternehmen und Beschäftigten nicht deckungsgleich und müssen daher entsprechend austariert werden. Für Unternehmen spielen neben der Mitarbeiterzufriedenheit und der Positionierung als attraktive Arbeitgeber auch die Arbeits- und Kosteneffizienz, der Koordinierungsaufwand, die Servicequalität und die Verfügbarkeit von Mitarbeitern eine große Rolle. Auf Seiten der Beschäftigten sind mehr Zeitsouveränität und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie bzw. die flexible und partnerschaftliche Aufteilung familiärer Aufgaben wichtige Vorteile – wobei sich eine bessere Balance von Beruf und Privatleben auch positiv auf die Gesundheit auswirken kann.

Auch sind die Erwartungen und Bedürfnisse innerhalb einer Belegschaft bei der Gestaltung von Arbeitszeit und -ort höchst unterschiedlich. Auf der einen Seite gibt es Gruppen von Beschäftigten, die Orts- und Zeitflexibilität als Chance für ein selbstbestimmteres Arbeiten sehen und sich daher eine individuellere Gestaltung wünschen. Auf der anderen Seite gibt es auch eine große Anzahl von Beschäftigten, die klar abgegrenzte und verlässliche Arbeitszeiten anstreben und Arbeit nicht mit nach Hause nehmen möchten. Daneben gibt es Gruppen von Beschäftigten, für die Flexibilitätsoptionen nicht oder nur sehr eingeschränkt realisierbar sind, wodurch es auch zu einer Polarisierung zwischen Beschäftigtengruppen kommen kann.

Des Weiteren können Spannungen zwischen individuellen Ansprüchen und kollektiven Regelungen auftreten. Hohe Identifikation mit der Arbeit, eine stark entwickelte Leistungskultur im Betrieb oder auch das Interesse an der eigenen Karriere können beispielsweise dazu beitragen, dass Beschäftigte gesetzliche Ruhepausen und Ruhezeiten als Bevormundung empfinden und ignorieren, obwohl sie zu ihrem Schutz eingerichtet wurden.

Im Übrigen können sich betriebliche Notwendigkeiten und gesellschaftliche Ansprüche hinsichtlich fester gemeinsamer Zeitfenster entgegenstehen. Je mobiler und flexibler die Arbeitswelt wird, desto wichtiger können Vereinbarungen werden, die gemeinsame Zeitfenster schützen und auch ein „Offline-Sein“ tolerieren – insbesondere an Sonn- und Feiertagen.

Angesichts der beschriebenen Spannungsfelder sollten Betriebspartner, Tarifpartner und der Staat zu Lösungen beitragen, die einen fairen Interessenausgleich sicher-



stellen. Dabei gilt es, die neuen technischen Möglichkeiten so einzusetzen, dass eine Arbeitszeitgestaltung möglich wird, die sowohl den veränderten Bedürfnissen der Beschäftigten als auch den betrieblichen Anforderungen Rechnung trägt.

V. Gestaltungsaufgaben

Auch wenn einzelne Prognosen über die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, besteht Einigkeit darüber, dass in den kommenden Jahrzehnten mit einer hohen Dynamik zu rechnen sein wird. Berufe und Branchen werden sich verändern. Im Wandel die individuelle Beschäftigungsfähigkeit zu erhalten, wird stärker in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit rücken.

„Beschäftigungsfähigkeit“

Unter „Beschäftigungsfähigkeit“ wird gemäß der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gemeinhin die Fähigkeit zur Partizipation am Arbeits- und Berufsleben verstanden. Die individuelle Beschäftigungsfähigkeit ergibt sich aus den Anforderungen der Arbeitswelt einerseits und den persönlichen, fachlichen, sozialen und methodischen Kompetenzen sowie der persönlichen Gesundheit und Arbeitsfähigkeit andererseits.

Notwendig ist die aktive Begleitung der Erwerbstätigen in ihren Veränderungs- und Anpassungsprozessen und die Umsetzung umfassender, langfristig ausgerichteter Qualifizierungs- und Weiterbildungsstrategien, wobei nicht nur der gezielte Erwerb von IT-Kompetenzen Relevanz besitzt.

Neben die Aufgabe der Bildung und (Weiter-)Qualifikation der Erwerbstätigen tritt die wesentliche Aufgabe der Gestaltung der Arbeitszeit. Immer wichtiger werden ausgehandelte Arbeitszeitmodelle und Flexibilitätsskompromisse. Allerdings bedarf es einer arbeitswissenschaftlichen Forschung, die überprüfen kann, inwieweit das hohe Arbeitsschutzniveau, das der bestehende gesetzliche Rahmen bietet, auch bei veränderten Rahmenbedingungen oder neuen Arbeitsformen sichergestellt ist. Die bisherige Erforschung arbeitszeitbedingter Belastungen und Erholungswirkungen ist stärker auf die Industriearbeit und weniger auf Arbeitsformen in der Wissen- und Dienstleistungsgesellschaft bezogen und betrachtet weniger die gesamte Work-Life-Balance. Insofern muss sich auch der Arbeitsschutz

unter den Bedingungen einer geänderten Arbeitswelt zu einem „Arbeitsschutz 4.0“ weiterentwickeln.

Mit dem digitalen und technologischen Wandel der Arbeitswelt könnte es in Zukunft besser gelingen, gesunde und sichere Tätigkeiten zu gestalten. Adaptive Assistenzsysteme und Roboter übernehmen schon heute körperlich schwere, gesundheitlich gefährdende und monotone Aufgaben. Den Beschäftigten könnte somit in Zukunft mehr Zeit für den kreativen, steuernden und interaktiven Teil ihrer Arbeit bleiben. Bereits jetzt steigt die Anzahl der Tätigkeiten stetig, bei denen kognitive, informatorische und emotionale Faktoren dominieren. In vielen Berufen findet eine Verschiebung von vormals physischen zu überwiegend psychischen Anforderungen statt. Das muss bei der Fortschreibung arbeitsschutzrechtlicher Regelungen berücksichtigt werden.

Eine weitere Gestaltungsaufgabe betrifft den Beschäftigtendatenschutz. Immer mehr Menschen verrichten ihre Arbeit mit Hilfe digitaler Geräte und Anwendungen und erzeugen so eine wachsende Anzahl personenbezogener Daten, die erfasst, gespeichert und analysiert werden können. Einerseits können die Beschäftigtendaten zur Optimierung von Arbeitsabläufen, zur Steigerung der unternehmerischen Effizienz, zur Leistungs-, Qualitäts- und Erfolgskontrolle im Betrieb sowie für den Arbeitsschutz und die betriebliche Weiterbildung genutzt werden. Andererseits ermöglichen sie aber auch eine umfassende Dauerüberwachung, die mit den Persönlichkeitsrechten nicht zu vereinbaren ist. Damit ist auch ein juristischer Grundkonflikt des Beschäftigtendatenschutzes beschrieben: Es geht darum, die berechtigten Interessen der Unternehmen in Bezug auf den Schutz ihres Eigentums, die Kontrolle der Leistungen ihrer Mitarbeiter und die Einhaltung von Compliance-Regeln mit dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung der Beschäftigten auszubalancieren.

„Informationelle Selbstbestimmung“

Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung ist das Recht des Einzelnen, grundsätzlich selbst über die Preisgabe und Verwendung seiner personenbezogenen Daten zu bestimmen.

Zu gestalten sind letztlich auch Aspekte der Mitbestimmung der Beschäftigten im Betrieb (nach dem Betriebsverfassungsgesetz) und im Unternehmen (nach den gesetzlichen

Regelungen zur Mitbestimmung im Aufsichtsrat), die im deutschen Model der Sozialen Marktwirtschaft eine gewichtige Rolle spielen.

„Mitbestimmung“

Die deutschen Mitbestimmungsgesetze sichern den Beschäftigten Mitspracherechte sowohl in Bezug auf die Arbeitsbedingungen als auch bei wirtschaftlicher Planung und Entscheidung zu. Die zwei Ebenen der verfassten Mitbestimmung sind der Betrieb als Stätte zur Verfolgung arbeitstechnischer Zwecke und das Unternehmen als rechtsfähige organisatorische Einheit zur Verfolgung wirtschaftlicher oder ideeller Ziele. Mitbestimmung und Mitwirkung im Betrieb bedeuten vor allem Einflussnahme des Betriebsrats auf alle Fragen, die sich für die Beschäftigten unmittelbar an ihrem Arbeitsplatz stellen. Die unternehmerische Mitbestimmung findet in den Aufsichtsräten statt.

VII. Fazit

Die Digitalisierung schafft neue technologische Grundlagen und Möglichkeiten für die Zusammenarbeit, die Produktion, die Organisation von Unternehmen und den Vertrieb von Waren und Dienstleistungen. Im Zusammenspiel mit anderen Entwicklungen, beispielsweise der Globalisierung, dem demographischen Wandel als auch dem fortgesetzten kulturellen und gesellschaftlichen Wandel, eröffnen sich viele Möglichkeiten, in der Zukunft anders zu arbeiten – produktiver, flexibler, vernetzter. Zugleich erzeugen diese Möglichkeiten aber auch Veränderungs-, Anpassungs- und Innovationsdruck, den es in den Unternehmen und durch den Gesetzgeber aufzulösen gilt. ◀

Quelle:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): Weißbuch Arbeiten 4.0.



Das Bildungszentrum
der Handwerkskammer Südwestfalen
in Arnsberg

BTGA und Handwerkskammer Südwestfalen machen fit für die Baustelle

Am 17. Februar 2020 startete im Berufsbildungszentrum der Handwerkskammer Südwestfalen in Arnsberg der zertifizierte Lehrgang „Bauleitender Obermonteur BTGA“. Grund genug, die Handwerkskammer und ihre Arbeit im Berufsbildungszentrum Arnsberg näher vorzustellen.



Marc Padberg,
Abteilungsleiter
Technik und
Technologietransfer,
Handwerkskammer
Südwestfalen,
Arnsberg

Wer den Weg zum Bildungszentrum der Handwerkskammer Südwestfalen (bbz Arnsberg) beschritten hat, wird erst einmal erstaunt sein: Mitten im Grün des Sauerlandes, nur eine halbe Stunde von Dortmund entfernt, liegt das moderne und hoch entwickelte Zentrum zur Weiterbildung im Handwerk. Weitläufig erstrecken sich die Gebäude der Abteilungen „Kfz“, „Technik“ und „Bau-/Ausbau“ im Ruhrtal entlang der Straße. Gemeinsam mit dem Internat, der Mensa und den Schulungs- und Konferenzräumen bil-

den sie den Stützpunkt des Handwerks in Südwestfalen, wenn es um Fort- und Weiterbildung in der Region geht. Rund 15.500 Auszubildende, Fach- und Führungskräfte sowie Unternehmer besuchen jährlich das Bildungszentrum, um in der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung berufsspezifische Arbeitsweisen zu erlernen oder später in einem der 14 Meisterkurse die Grundlagen für die Übernahme von Verantwortung in Betrieben und auf der Baustelle zu erlangen. Darüber hinaus gehören Lehrgänge aus der technischen und kaufmännischen Weiterbildung zum Angebot, das durch individuelle Firmenschulungen abgerundet wird. Auch international ist das bbz Arnsberg beliebter Anlaufpunkt, wenn es um das praktische Erfahrung des Bildungssystems in Deutschland geht oder Hilfe vor Ort benötigt wird.

Technik und Digitalisierung

Was morgen in den Betrieben eingesetzt wird, muss heute schon vermittelt und gelernt werden. Das ist der wesentliche Grundsatz des bbz Arnsberg. Gemeinsam mit Be-

trieben und Herstellern werden die Trends von morgen definiert und Weiterbildungsangebote entwickelt. Dieser praxisorientierte Technologietransfer ins Handwerk und in die Betriebe gewährleistet leistungsstarke Beschäftigte und eine digitale Metamorphose der Betriebe.

Praxisnähe

Modern eingerichtete Fachwerkstätten, deren technische Ausstattung immer wieder den aktuellen Entwicklungen angepasst wird, und ein qualifiziertes Dozententeam sorgen in Arnsberg dafür, dass die Teilnehmer Experten in ihrem jeweiligen Gebiet werden. Dabei spielt die Praxisnähe eine entscheidende Rolle. Die Teilnehmer können in den Werkstätten und Laboren Erlerntes direkt umsetzen. Der kundenorientierte projektbezogene Lehrgangsaufbau stellt dabei immer den roten Faden und den Bezug zur realen Arbeitswelt dar. Diese Praxisnähe wird auch in den neuen BTGA-Lehrgängen umgesetzt und sichert eine kurzfristige Umsetzbarkeit im Betrieb oder auf der Baustelle.



Foto: Boris Götz Fotografie GmbH, www.borisgoetz.de



Das Emblem „Bauleitender Obermonteur BTGA“ zeichnet qualifizierte Fachkräfte aus.

Grafik: BTGA e.V.

minars anstehende Prüfung (Modul 13) bestanden werden. Für die Zulassung zur Prüfung ist der Nachweis einer einschlägigen Fachausbildung vorzulegen.

Nach Bestehen der Erfolgskontrollen erhält der Teilnehmer ein Zertifikat und ein Emblem mit der Aufschrift „Bauleitender Obermonteur BTGA“.

Vorteil Arnberg

Das bbz Arnberg bietet Qualifizierungen auf höchstem Niveau und in Kooperation mit dem BTGA nun auch Bildungsangebote für Führungskräfte auf Baustellen der Technischen Gebäudeausrüstung. Durch die Hauptzielgruppen aus dem Handwerk sind die Lehrgänge stets handlungsorientiert aufgebaut und vermitteln Wissen praxisnah und lösungsorientiert. Dabei bilden die Dozenten mit ihrer fachlichen Qualifikation die Basis unserer erfolgreichen Bildungsangebote. ◀

Bauleitender Obermonteur BTGA

In Kooperation mit dem BTGA werden 2020 zwei neue Lehrgangsformate im bbz Arnberg angeboten und praxisnah durchgeführt: „Bauleitender Obermonteur BTGA“ und „Fachbauleiter BTGA“. Beide Seminare bieten Lösungen für die vielfältigen Probleme, die täglich auf Baustellen auftreten und ermöglichen eine fachliche und persönliche Qualifizierung.

Ein reales Bauprojekt stellt die Basis eines jeden Lehrgangs dar, sodass die Teilnehmer sehr praxisnah die Aufgaben, Pflichten und Verantwortungsbereiche ihrer meist ersten Führungsaufgabe auf der Baustelle kennenlernen und durchspielen können.

Mit diesen Lehrgängen antwortet der BTGA gemeinsam mit dem bbz Arnberg auf die Forderungen der Mitgliedsbetriebe nach qualifizierten Fachkräften für den Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung. Für den „Bauleitenden Obermonteur BTGA“ bedeutet das, dass die Teilnehmer in folgenden Bereichen fit gemacht werden:

- selbstständige Führung kleinerer Baustellen bei eigener Montagetätigkeit,
- Führung kleinerer Montageteams (<6) und Koordinierung von Nachunternehmern,
- effiziente und qualitativ hochwertige Montageabwicklung,
- Vertiefung fachlicher und organisatorischer Kenntnisse.

Um den Abschluss „Bauleitender Obermonteur BTGA“ zu erlangen, müssen alle zwölf Module durchlaufen und die am Ende des Se-

Zertifizierungsprogramm „Bauleitender Obermonteur BTGA“

Im Rahmen seiner Aus- und Weiterbildungsinitiative startete der BTGA – Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. im Oktober 2019 das Zertifizierungsprogramm „Bauleitender Obermonteur BTGA“: In Kooperation mit der A.M.M. GmbH in Potsdam und der Handwerkskammer Südwestfalen in Arnberg bietet der BTGA seinen Mitgliedsunternehmen die Möglichkeit, Mitarbeiter zum „Bauleitenden Obermonteur BTGA“ schulen und zertifizieren zu lassen. Das Zertifikat und das Emblem „Bauleitender Obermonteur BTGA“ stellen ein zusätzliches Qualitätsmerkmal dar. Sie bieten einem Auftraggeber die Sicherheit, dass die Monteure fachlich qualifiziert sind, um die besonderen Anforderungen des Services im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung zu erfüllen.

Das Schulungskonzept zum „Bauleitenden Obermonteur BTGA“ besteht aus 13 Modulen:

- Modul 1: Baustellenvorbereitung,
- Modul 2: Baustellenmanagement,
- Modul 3: Arbeitssicherheit,
- Modul 4: Umweltmanagement,
- Modul 5: Inbetriebnahme und Übergabe der Vertragsleistung,
- Modul 6: Dokumentation und Mängelbeseitigung,
- Modul 7: Bauvertragliche Projektabwicklung,
- Modul 8: Führung, Kommunikation und Konfliktmanagement,
- Modul 9: Vertretung des Unternehmens gegenüber Kunden und Dritten,
- Modul 10: Persönliche Arbeitsorganisation,
- Modul 11: Wirtschaftliche Führung einer Baustelle,
- Modul 12: Update fachlicher Kenntnisse,
- Modul 13: Prüfung.

Das Seminar richtet sich an erfahrene Monteure, Obermonteure oder Bauleitende Obermonteure, die bereits kleine Baustellen führen oder sie zukünftig führen sollen.

Im März 2020 wird der BTGA sein Zertifizierungsprogramm „Bauleiter BTGA“ starten. Dieses vierwöchige Seminar ist an Bauleiter oder erfahrene Obermonteure gerichtet, die zukünftig auch Großprojekte verantworten sollen. Weitere Informationen und das Anmeldeformular finden Sie unter www.btga.de > Aktuell > Seminare, Veranstaltungen > „Zertifizierte Labelseminare ‚Bauleitender Obermonteur BTGA‘ und ‚Bauleiter BTGA‘“.

Bauwirtschaft bleibt Konjunkturstütze - Investitionen in energetische Sanierungen gesunken

Der Bausektor entwickelt sich immer mehr zur Stütze der Konjunktur in Deutschland. Wachstumsmotoren bleiben der Wohnungsbau und der öffentliche Bau. Der Wirtschaftsbau entwickelt sich aufgrund der aktuellen Schwächephase der Wirtschaft weniger dynamisch. Das Ausbaugewerbe wuchs 2019 um 2,5 Prozent; das Bauhauptgewerbe um 4,7 Prozent. Während die Bautätigkeit an bestehenden Gebäuden 2018 weiter stieg, sank das Gesamtvolumen der Investitionen in energetische Sanierungen. Damit lag das Sanierungsniveau 2018 aber immerhin noch 13 Prozent über dem Tiefpunkt des Jahres 2015.



Jörn Adler,
Referent
für Wirtschaft und
Öffentlichkeitsarbeit,
BTGA e.V.

Das DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. hat berechnet, dass das nominale Bauvolumen (Hoch- und Tiefbau) im Jahr 2019 um insgesamt 8,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf rund 430 Milliarden Euro angestiegen ist (Tabelle 1). Die Baupreise erhöhten sich um 4,6 Prozent.¹ Der deutliche Preisanstieg der Jahre 2017 und 2018 setzte sich damit fort; die Ursachen sind laut DIW vor allem die hohe Nachfrage nach Bauleistungen und die hohe Kapazitätsauslastung in allen Bausparten.²

Preisbereinigt wuchs die Bauwirtschaft im Jahr 2019 um 4,1 Prozent. Wachstumsmotoren waren der Wohnungsbau und der öffentliche Bau: Der Wohnungsbau wuchs um 4,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr und der öffentliche Bau um 5,7 Prozent. Die Entwicklung im Wirtschaftsbau blieb mit + 2,5 Prozent moderat. Das DIW führt dies auf die schwächelnde Konjunktur zurück.³

Eine Aufschlüsselung des gesamten Bauvolumens zeigt die sehr unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Baubereiche: Nominal lag 2018 der Wohnungsbau bei 56,8 Prozent. Er weist weiterhin den mit Abstand größten Anteil am Bauvolumen auf. Der Anteil des Wirtschaftsbaus (Hoch- und Tiefbau) lag

bei 29,4 Prozent und der Anteil des öffentlichen Baus bei lediglich 13,8 Prozent (Diagramm 1) – die Zahlen für das Jahr 2019 lagen Anfang 2020 noch nicht vor.⁴

Ausblick auf die Jahre 2020 und 2021

Das DIW prognostiziert, dass die Bauwirtschaft auch für dieses und nächstes Jahr zu den wesentlichen Stützen der Konjunktur in Deutschland zählen wird. Für das Jahr 2020 wird ein Wachstum des nominalen Bauvolumens insgesamt um 6,6 Prozent auf ca. 459 Milliarden Euro (Tabelle 1) erwartet. Preisbereinigt wäre das ein Zuwachs von 3,3 Prozent. Nach Baubereichen aufgeschlüsselt rechnet das DIW mit einem realen Anstieg

von 4,1 Prozent im Wohnungsbau, mit einem Plus im Wirtschaftsbau von 1,5 Prozent und mit + 3,2 Prozent im öffentlichen Bau.⁵

Für das Jahr 2021 erwartet das DIW für den Wohnungsbau ein reales Wachstum von 3,0 Prozent. Der Wirtschaftsbau soll sich 2021 mit einem Plus von 1,5 Prozent wie im Jahr 2020 entwickeln; der öffentliche Bau mit + 2,6 Prozent. Das nominale Bauvolumen insgesamt soll 2021 um 5,8 Prozent auf rund 485 Milliarden Euro steigen. Preisbereinigt wäre das ein Anstieg um 2,7 Prozent.

Die Baupreise werden 2020 voraussichtlich um 3,3 Prozent und 2021 um weitere 3,1 Prozent steigen.⁶ Das DIW erwartet, dass sich die hohe Nachfrage nach Bauleistungen,

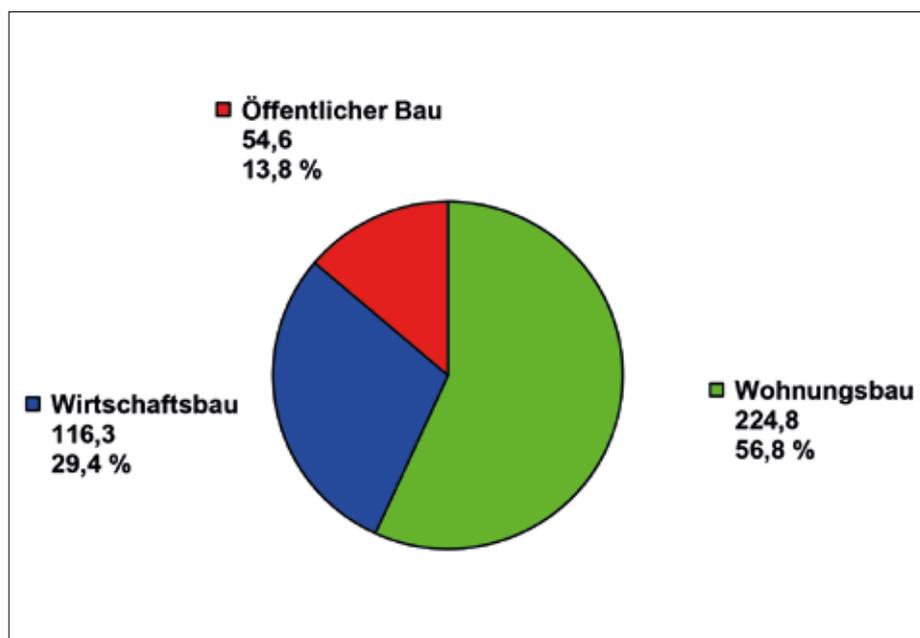


Diagramm 1: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Baubereichen im Jahr 2018 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2019



die hohe Kapazitätsauslastung in allen Baupartnern und die Tariflohnsteigerungen in den Preisen niederschlagen.⁷

Ausbaugewerbe setzt Aufwärtsbewegung fort

2019 wuchs das Bauvolumen für das von der Bauinstallation bestimmte Ausbaugewerbe nach Berechnung des DIW um 2,5 Prozent. Damit setzte sich die positive Entwicklung des Jahres 2018 (+ 1,5 Prozent) fort. Für das Jahr 2020 erwartet das DIW im Ausbaugewerbe ein Wachstum von 3,3 Prozent und für 2021 von 2,8 Prozent.⁸

Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe entwickelten sich 2019 beide positiv, wenn auch unterschiedlich stark: Mit 4,7 Prozent wuchs das Bauhauptgewerbe 2019 überdurchschnittlich (2018: + 3,3 Prozent). Für 2020 erwartet das DIW im Bauhauptgewerbe ein Wachstum von 3,1 Prozent und für 2021 von 2,0 Prozent.⁹ Die Ursache für diese geringeren Wachstumsraten sieht das DIW in den verringerten Zuwachsraten im Wohnungsneubau und im Tiefbau.¹⁰

Investitionen in energetische Sanierungen gesunken

Das DIW hat für das Bauvolumen im Hochbau auch den Anteil der Maßnahmen für energetische Sanierungen am Bestandsvolumen untersucht (Tabelle 2).¹¹ Das Gesamtvolumen der Investitionen in energetische Sanierungen sank 2018 auf knapp 58 Milliarden Euro (2017: 59,8 Milliarden Euro). Damit lag das Sanierungsniveau 2018 aber immer-

Tabelle 1: Entwicklung des Bauvolumens in Deutschland

	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	2020*	2021*
In Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen								
nominales Bauvolumen insgesamt	328,36	334,53	349,71	370,16	395,67	430,24	458,74	485,19
real, Kettenindex 2005=100								
reales Bauvolumen insgesamt	105,27	105,37	108,09	110,51	112,73	117,35	121,25	124,48
Nach Baubereichen								
Wohnungsbau	108,48	109,88	114,24	116,96	119,60	124,79	129,91	133,80
Wirtschaftsbau	105,12	103,84	104,01	106,21	107,29	109,97	111,62	113,30
Öffentlicher Bau	94,51	92,79	94,85	96,72	99,72	105,40	108,78	111,61
Nach Produzentengruppen								
Bauhauptgewerbe	112,97	112,13	115,95	120,48	124,44	130,23	134,20	136,86
Ausbaugewerbe	99,33	98,85	100,75	101,45	102,93	105,47	108,98	112,01
Sonstige Bauleistungen	105,51	107,52	110,84	114,34	118,46	123,71	127,67	130,99
Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in Prozent								
nominales Bauvolumen insgesamt	3,9	1,9	4,5	5,8	6,9	8,7	6,6	5,8
Preisentwicklung	2,0	1,8	1,9	3,6	4,9	4,6	3,3	3,1
real, Kettenindex 2005=100								
reales Bauvolumen insgesamt	1,9	0,1	2,6	2,2	2,0	4,1	3,3	2,7
Nach Baubereichen								
Wohnungsbau	1,9	1,3	4,0	2,4	2,3	4,3	4,1	3,0
Wirtschaftsbau	1,6	-1,2	0,2	2,1	1,0	2,5	1,5	1,5
Öffentlicher Bau	2,6	-1,8	2,2	2,0	3,1	5,7	3,2	2,6
Nach Produzentengruppen								
Bauhauptgewerbe	4,2	-0,7	3,4	3,9	3,3	4,7	3,1	2,0
Ausbaugewerbe	0,7	-0,5	1,9	0,7	1,5	2,5	3,3	2,8
Sonstige Bauleistungen	1,1	1,9	3,1	3,2	3,6	4,4	3,2	2,6

*Schätzungen

Quellen: Statistisches Bundesamt; DIW Bauvolumenrechnung, DIW Berlin, 2020

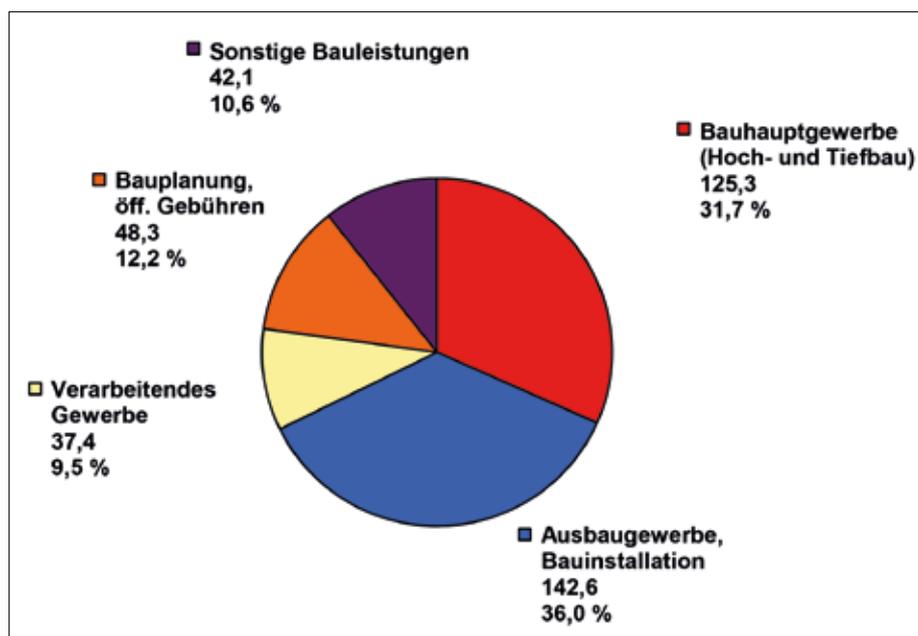


Diagramm 2: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Produzentengruppen im Jahr 2018 (Hoch- und Tiefbau) - in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2019

hin noch 13 Prozent über dem Tiefpunkt des Jahres 2015. Rund 27 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können laut DIW dem Baubereich „energetische Sanierung“ zugeschrieben werden.¹²

Im Wohnungsbau sanken im Jahr 2018 die Aufwendungen für energetische Sanierungen im Vergleich zum Vorjahr um 1,6 Prozent auf 40,7 Milliarden Euro - damit konnte das in den Jahren 2016 und 2017 deutlich gestiegene Sanierungsniveau im Jahr 2018 nicht gehalten werden.¹³

Das Bauvolumen der energetischen Maßnahmen sank 2018 im Nichtwohnbau deutlich auf 17,0 Milliarden Euro (- 7,8 Prozent im Vergleich zu 2017).¹⁴

Für Bauleistungen an bestehenden Gebäuden insgesamt erwartet das DIW 2019 ein Plus von 8,5 Prozent im Wohnungsbau und von 9,0 Prozent im Nichtwohnbau. Auch für die beiden folgenden Jahre wird mit einem Zuwachs gerechnet: 7,6 Prozent für 2020 im Wohnungsbau (2021: + 6,4 Prozent) und 4,8 Prozent 2020 im Nichtwohnbau



Tabelle 2: Energetische Sanierung bestehender Gebäude im Nichtwohnbau und Wohnbau

	2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018		
	in Mrd. €*	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr																					
Nichtwohnbau																								
Bestandsvolumen Nichtwohnbau (Öffentlicher + Wirtschaftsbau)	59,3	57,5	-3,0%	56,6	-1,6%	57,9	2,3%	57,5	0,7%	56,4	-1,9%	58,0	2,8%	60,3	4,0%									
Bauvolumen energetische Sanierung im Nichtwohnbau	17,5	17,0	-2,5%	17,1	0,5%	17,0	0,5%	17,6	3,2%	18,4	4,7%	18,5	0,3%	17,0	-7,8%									
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Nichtwohnbau	29,4%	29,6%		30,2%		29,4%		30,6%		32,6%		31,8%		28,2%										
Wohnbau																								
Bestandsvolumen Wohnbau	123,9	127,2	2,7%	127,5	0,3%	130,8	2,6%	131,3	0,4%	136,3	3,8%	143,2	5,0%	153,1	6,9%									
Bauvolumen energetische Sanierung im Wohnbau	39,8	37,9	-4,7%	36,1	-4,8%	36,0	-0,1%	33,5	-7,0%	37,8	12,6%	41,4	9,6%	40,7	-1,6%									
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Wohnbau	32,1%	29,8%		28,3%		27,6%		25,5%		27,7%		28,9%		26,6%										

*Zu jeweiligen Preisen Quellen: Statistisches Bundesamt; Neubauvolumenrechnung des DIW Berlin; Modernisierungsvolumen Heinze GmbH; Modellrechnung des DIW Berlin 199

(2021: + 4,9 Prozent). Diesen Anstieg führt das DIW darauf zurück, dass die verfügbaren Einkommen gestiegen seien und die öffentliche Hand begonnen habe, den Sanierungsstau abzarbeiten. Außerdem rechnet das DIW damit, dass von der Einführung der steuerlichen Förderung energetischer Sanierungen an selbstgenutztem Wohneigentum positive Impulse auf die Bautätigkeit im Bestand ausgehen.¹⁵

Aktuelle Marktdaten zur TGA-Branche liegen momentan nicht vor

Das ifo-Institut München hat 2017 aufgrund kontinuierlich sinkender Teilnehmerzahlen sein SHK-Konjunkturbarometer einstellen müssen. Wie die Vereinigung Deutsche Sanitärwirtschaft (VDS) Ende 2019 mitteilte, liegen deshalb derzeit keine belastbaren Konjunkturdaten und -prognosen für die installierenden Unternehmen, die Industrie und den Großhandel vor.¹⁶ Zukünftig soll die Bonner B+L Marktdaten GmbH ein vierteljährliches SHK-Konjunkturbarometer auf der Basis von Umfragen bei Industrie, Großhandel und Handwerk erstellen und einen jährlichen Marktdatenbericht für die Haus- und Gebäudetechnik anfertigen.

Wirtschaftliche Daten der BTGA-Mitgliedsunternehmen

Der BTGA – Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. vereinigt die industriell ausgerichteten, Anlagen erstellenden Unternehmen der Gebäudetechnik

mit eigenen Ingenieurkapazitäten. Die BTGA-Organisation umfasst rund 440 Großbetriebe und mittelständische Unternehmen. Im Jahr 2018 setzten die BTGA-Mitgliedsunternehmen insgesamt 8,9 Milliarden Euro um. Energetische Sanierungen machten 2018 im Mittel 11 Prozent des Umsatzes aus. Die Mitgliedsunternehmen des BTGA beschäftigten 2018 insgesamt 43.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. In den Unternehmen wurden 3.600 Auszubildende ausgebildet; rund 270 Ausbildungsplätze mussten unbesetzt bleiben. ◀

¹ DIW Wochenbericht 1+2 (2020), S. 12.

² Ebenda, S. 11f.

³ Ebenda, S. 7f.

⁴ Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Berechnungen für das Jahr 2018, BBSR-Online-Publikation 17 (2019), S. 18.

⁵ Wie Anm. 1.

⁶ Ebenda.

⁷ Wie Anm. 2.

⁸ Wie Anm. 1.

⁹ Ebenda.

¹⁰ Ebenda, S. 11.

¹¹ Wie Anm. 4, S. 35ff.

¹² Ebenda, S. 37.

¹³ Ebenda, S. 36.

¹⁴ Ebenda.

¹⁵ Wie Anm. 1, S. 7.

¹⁶ Pressemitteilung „VDS-Mitglieder-Versammlung 2019: Markt und Geschäft sichern“ der Vereinigung Deutsche Sanitärwirtschaft (VDS) vom 6. Dezember 2019.

IKZ[®] HAUSTECHNIK



Lüftung • Klima • Kälte • Planung

Das Sonderheft zum Thema Klima & Lüftung 2019 sollte in keinem Haustechnik- und Fachplanungsbetrieb fehlen. 76 Seiten stark! Sichern Sie sich jetzt Ihr persönliches Exemplar!

Einzelpreis: € 10,- inkl. MwSt. inkl. Versand

Heftbestellungen bitte schriftlich an: leserservice@strobeldmediagroup.de

Kontakt für Rückfragen: Reinhard Heite, Tel. 02931 8900-50



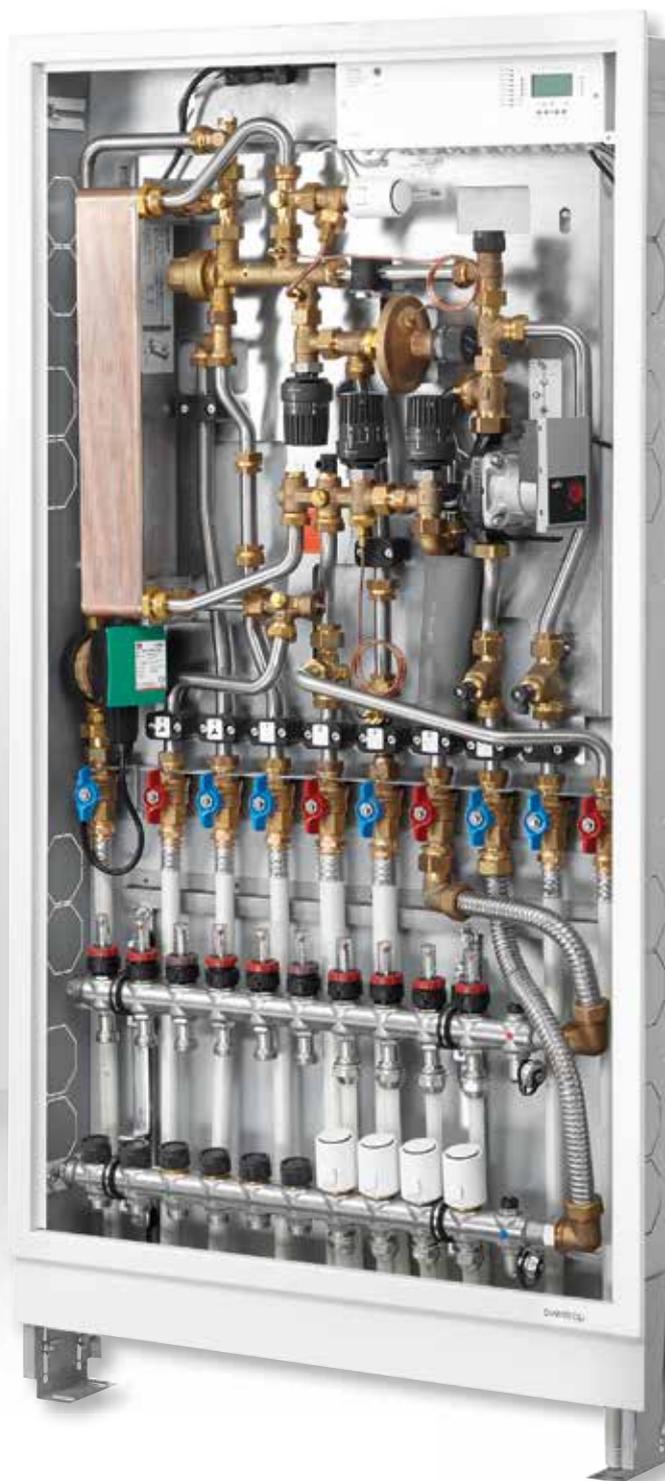
STROBEL MEDIA GROUP

Zur Feldmühle 9-11
59821 Arnsberg
Tel. 02931 8900 0
Fax 02931 8900 38
www.strobeldmediagroup.de

Link zur
Kiosk-App (E-Paper)
www.ikz.de/app



oventrop



Regudis W-HTF

Wohnungsstation für eine
effiziente Wärmeversorgung
und Trinkwasserhygiene

