

# BTGA

Bundesindustrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.



# BTGA - ALMANACH

# 2018



## Legionellenfeindliche Zone!



KHS-Strömungsteiler halten Trinkwasser in Bewegung und beugen Legionellen-Kontaminationen wirksam vor – ohne Fremdenergie und unkontrolliertes Ablassen von Wasser.

Stagnation wird vermieden: permanent, wirtschaftlich und ökologisch! KEMPER Hygienesystem **KHS**



KHS-Venturi-Strömungsteiler  
-dynamisch- Figur 650



**KEMPER**



## Zum Geleit



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



Günther Mertz M.A.  
Hauptgeschäftsführer des BTGA

In Deutschland ist nach der Bundestagswahl 2017 eine neuartige Situation eingetreten: Monatlang stand nicht fest, ob und welche Parteien sich zu einer neuen Bundesregierung zusammenfinden würden. Die vorherige Regierung blieb geschäftsführend im Amt, der Deutsche Bundestag konnte seine Arbeit nur schleppend aufnehmen, Gesetzesinitiativen liefen ins Leere. Vor der Bundestagswahl bestand noch große Einigkeit darüber, dass nach der Wahl die Arbeit an einem Gesetz zur Zusammenführung von Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) zügig wieder aufgenommen werden müsste. Nachdem ein entsprechendes Gebäudeenergiegesetz (GEG) bereits in der 18. Legislaturperiode gescheitert war, verzögerte die lange Dauer der Regierungsbildung die Arbeit an der Zusammenführung des Energieeinsparrechts weiter.

Trotz dieser schwierigen politischen Situation ist es dem Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung - BTGA e.V. gelungen, mit Fachpolitikerinnen und -politikern sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Ministerialbürokratie im offenen und lösungsorientierten Gespräch zu bleiben. Außerdem wurde 2017 durch den BTGA ein interdisziplinärer und Branchen übergreifender Austausch zwischen TGA, Projektmanagement, Projektentwicklung, Immobilienwirtschaft, Bauindustrie und Politik initiiert. In diesem neuen, zielorientierten Dialog mit allen am Bau Beteiligten geht es um die Energiewende, die die TGA-

Branche lieber als Gebäudewende verstehen will: Im Fokus muss das Gebäude als System stehen und nicht Einzelsegmente wie die Photovoltaik oder die Wärmeerzeugung. Das Gebäude muss als Ganzes gesehen werden!

Zu Beginn der Energiewende lag der Fokus noch auf der Umstellung auf erneuerbare Energien. Erst seit kurzem wird mehr auf die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich geachtet. In der politischen Debatte stehen dann allerdings immer wieder die Themen „Strom“ und „Beheizen von Wohnräumen“ im Mittelpunkt. Zu einer umfassenden Betrachtung gehören unbedingt auch Nichtwohngebäude, die Raumkühlung, die Lüftung, die Beleuchtung und die Trinkwassererwärmung. Vor allem im Bereich der Nichtwohngebäude sind noch beträchtliche Energieeffizienzpotenziale zu heben.

Dass sich die Politik zunächst vor allem auf Wohngebäude konzentrierte, liegt wohl vor allem an den übersichtlicheren Eigentümer- und Nutzerstrukturen und der vergleichsweise geringen Anzahl an Gebäudetypen: Im Bereich der Wohngebäude sind Kampagnen, Fördermaßnahmen und Ordnungsrecht deutlich einfacher zu handhaben. Außerdem liegen für Wohngebäude deutlich mehr und genauere Daten vor als für Nichtwohngebäude. In diesem Bereich gibt es eine viel größere Anzahl unterschiedlicher Gebäudetypen, mit unterschiedlichen - teilweise auch wechselnden - Nutzungen. Auch wenn es inzwischen erste Ansätze gibt: Die Energiepolitik muss stärker den unterschied-

lichen Gebäudetypen und Eigentümerstrukturen gerecht werden.

Unabhängig von politischen und ordnungsrechtlichen Vorgaben treiben sowohl Kostendruck als auch technologische Neuerungen die Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen schon seit mehreren Jahren voran. Die Erwartungen der Gebäude- und Anlagenbetreiber an Kosteneinsparung, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz sind gestiegen. Dafür bietet moderne, innovative Gebäudetechnik vielfältige Lösungen und individuelle Konzepte.

Der BTGA präsentiert in seinem Almanach 2018 Technologien und Lösungen, die die Gebäudewende effizient und praxisorientiert unterstützen. Denn nur wenn die Gebäudewende erfolgreich ist, kann auch die Energiewende insgesamt zum Erfolg werden. ◀



# 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

Die Cloud erobert die Gebäudeautomation

Frank Hühren, Geschäftsführer,  
Priva Building Intelligence GmbH, Tönisvorst

12

Rohrführung für Erhalt der Trinkwasserhygiene entscheidend

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker,  
Fachbereich Energie Gebäude Umwelt, Fachhochschule Münster  
Prof. Dr. Werner Mathys,  
Institut für Hygiene, Universitätsklinikum Münster  
Timo Kirchhoff M. Eng., Leiter Produktmanagement,  
Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe  
Prof. em. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann,  
Fachbereich Energie Gebäude Umwelt, Fachhochschule Münster

14

Befestigungsstrukturen für TGA-Gewerke  
im Anwendungsbereich der DIN EN 1090

Dipl.-Ing. Rolf Hackbusch, International Project Engineering,  
Sikla GmbH, Villingen-Schwenningen

22

Problemorientierte Hygienekonzepte

Dr. Christian Schauer, Leiter des Kompetenzbereichs Trinkwasser,  
Viega Technology GmbH & Co. KG, Attendorn

24

Nachhaltige Energie für IT-Unternehmen

Michaela Freytag, Leiterin Unternehmenskommunikation,  
Uponor GmbH, Haßfurt

30

Hygiene für unser wichtigstes Lebensmittel Trinkwasser

Florian Wiemeyer B.Eng.,  
Oventrop GmbH & Co. KG, Olsberg

34

Technische Gebäudeausrüstung in der Reinraumtechnik

Ing. Josef Oswald, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Daldrop + Dr.Ing.Huber GmbH & Co. KG, Neckartailfingen

38

Energetische Inspektion von Klimaanlagen

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

40

Schnelle Energieeffizienz-Analysen im Bestand

Dr.-Ing. Bruno Lüdemann, Leiter F&E, Energiesysteme und Simulation,  
ROM Technik, Hamburg  
Christian Warnecke, Projektingenieur F&E,  
ROM Technik, Hamburg

44

Kosten-, Ausfall- und Störungsreduktion

Dipl.-Ing. (FH) Anke Klein, Geschäftsführerin,  
BROCHIER Gebäudemanagement GmbH, Nürnberg

48

Heizen und Kühlen leicht gemacht

Florian Füssner, Produktmanager Sinus Produkte,  
Reflex Winkelmann GmbH, Ahlen

52

Effizienzberatung in der Industrie

Jörg Müller, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Müller Beckmann GmbH, Münster  
Bernd Pieper, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Alfred Pieper GmbH, Hamm

54

Die neue BTGA-Regel 3.003

Dipl.-Ing. M.Eng. Stefan Tuschy, technischer Referent, BTGA e.V.  
Dipl.-Ing. Jan Heckmann, Vorsitzender der Arbeitsgruppe 3.003 des BTGA e.V.  
und Geschäftsführer der Z&H Wassertechnik GmbH

58

Schutz des Trinkwassers durch Sicherungseinrichtungen

Felix Markert M.Eng., Produktmanager,  
Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe

62

Lufthansa-Räder rollen in den Frankfurter Osten

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

66

Brandschutz in der Gebäudetechnik –  
Neue Entwicklungen bei der Heißbemessung  
von Montagesystemen

Dr.-Ing. Susanne Reichel, Geschäftsbereich VI  
Forschung, Entwicklung, Modellierung, MFPA Leipzig GmbH

68

Tunnel als geothermische Quelle und Senke

Anders Berg, M.Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Institut für Gebäudeenergetik (IGE), Universität Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos, Institutsleiter,  
Institut für Gebäudeenergetik (IGE), Universität Stuttgart

72

Ist die Normung auf dem Holzweg?

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

76

**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

## Wirtschaft, Recht und Berufsbildung

### Ventilatortausch macht's effizient

Claus Händel, technischer Referent, FGK e.V.

78

### Innovative Lehrveranstaltung „Digitale Planungsmethoden in der TGA“

M.Sc. RWTH Lev Kirmats, Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen E3D, RWTH Aachen University  
M.Sc. RWTH Jaroslaw Siwiecki, Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen E3D, RWTH Aachen University  
M.Sc. Eric Fichter, Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen E3D, RWTH Aachen University  
Dr.-Ing. Jérôme Frisch, Akademischer Oberrat,  
Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen E3D, RWTH Aachen University  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treeck, Inhaber des Lehrstuhls  
für Energieeffizientes Bauen E3D, RWTH Aachen University

### dena-Studie zeigt:

So kann die Energiewende im Gebäudesektor gelingen  
Günther Mertz M.A., Hauptgeschäftsführer  
des BTGA - Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.

86

### Anordnungsrecht und Vergütungsanpassung im neuen gesetzlichen Bauvertragsrecht

Rechtsanwalt Tobias Dittmar,  
Geschäftsführer des BTGA e.V.  
Rechtsanwalt Dirk Drangmeister,  
Geschäftsführer des ITGA Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Bremen e.V.  
Rechtsanwalt Sven Dreesens,  
Geschäftsführer des ITGA Baden-Württemberg e.V.

91

### Boom im Wohnungsneubau geht zu Ende - mehr Kapazitäten für Modernisierung und Sanierung

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

96

## Hinweise zur Titelseite

### KHS Venturi-Strömungsteiler

Strömungsteiler in Verbindung mit Trinkwasser-Ringleitungen, die alle Entnahmestellen einbinden, realisieren einen permanenten Wasserwechsel sowohl in den Ringleitungen als auch in den Verteil- und Einzelzuleitungen. Allein durch Stattfinden des „bestimmungsgemäßen



Betriebs“ (s. Definition in VDI / DVGW 6023) wird Stagnation als Hauptursache für Legionellenkontaminationen an jeder Stelle im Rohrsystem wirkungsvoll vermieden. Ist der bestimmungsgemäße Betrieb z.B. auf Grund Ferienbetrieb in Schulen, Teilauslastung in Hotels etc. nicht oder nur teilweise gegeben, kann KHS die geplanten Verbräuche durch automatisierte Wasserwechselmaßnahmen herbeiführen. Diese finden dann nicht

an allen Entnahmestellen mit exorbitant hohen Trinkwasser-Auslaufmengen statt, sondern an wenigen endständigen Wasserwechselventilen - protokolliert und dokumentiert über Gebäudeleittechnik oder KHS-Mini-Systemsteuerungen.

### Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

Harkortstraße 5 · 57462 Olpe  
Telefon: 02761 891-0  
E-Mail: info@kemper-olpe.de · Internet: www.kemper-olpe.de

82

### „Aquanova-System“ - Rundum-Versorgung für die Trinkwassertechnik



Das „Aquanova-System“ von Oventrop umfasst Produkte, Software und Dienstleistungen für die Trinkwasserhygiene. Alle Artikel und Services sind aufeinander abgestimmt. Somit können Fachplaner und Fachhandwerker bei nur einem Ansprechpartner zahlreiche Komponenten und Informationen zum Thema Trinkwasserhygiene, -erwärmung, -zirkulation und Hydraulischer Abgleich erhalten.

### Oventrop GmbH & Co. KG

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

### ROM Technik



Technik für Mensch & Umwelt

Die Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG (ROM Technik) plant, baut und wartet mit rund 2.000 Mitarbeitern deutschlandweit die Technische Gebäudeausrüstung für öffentliche, industrielle und private Kunden.

Unsere Kunden profitieren vom exzellenten Know-how unserer KompetenzCenter:

- Reinräume & Labore
- Medientechnik
- Stromversorgung
- Kommunikation & Sicherheitstechnik
- Leitstellentechnik
- Industrielle Lufttechnik
- Automatisierungstechnik
- Gebäudeautomation

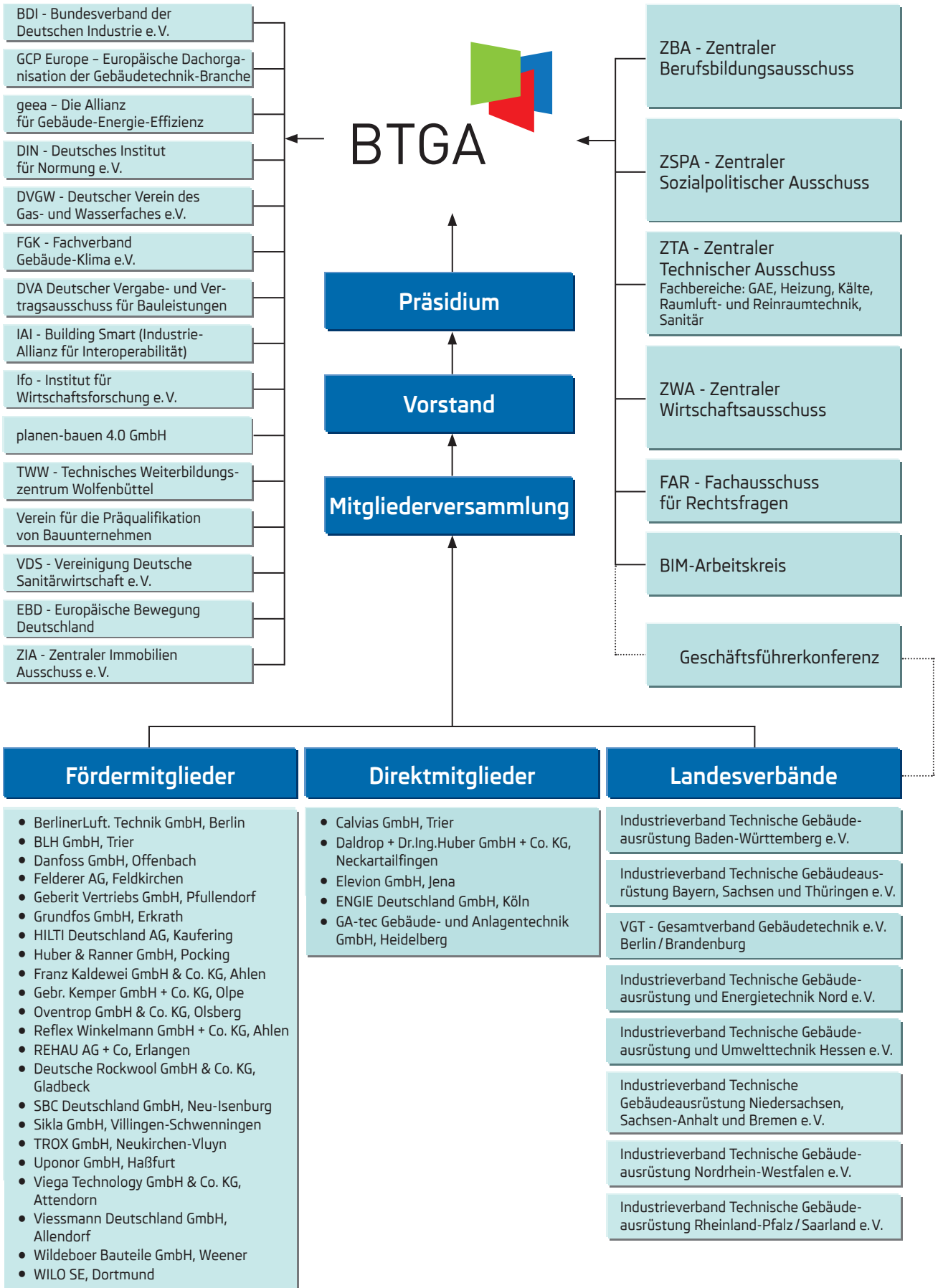
Unser Bereich **Forschung & Entwicklung** zählt zu den führenden Gebäudetechnik-Laboren in Europa. Ein hoch spezialisiertes Team aus Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern erarbeitet hier auf einem soliden Fundament von Theorie und jahrzehntelanger Erfahrung Lösungen für praxis- und projektbezogene Herausforderungen.

### Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG

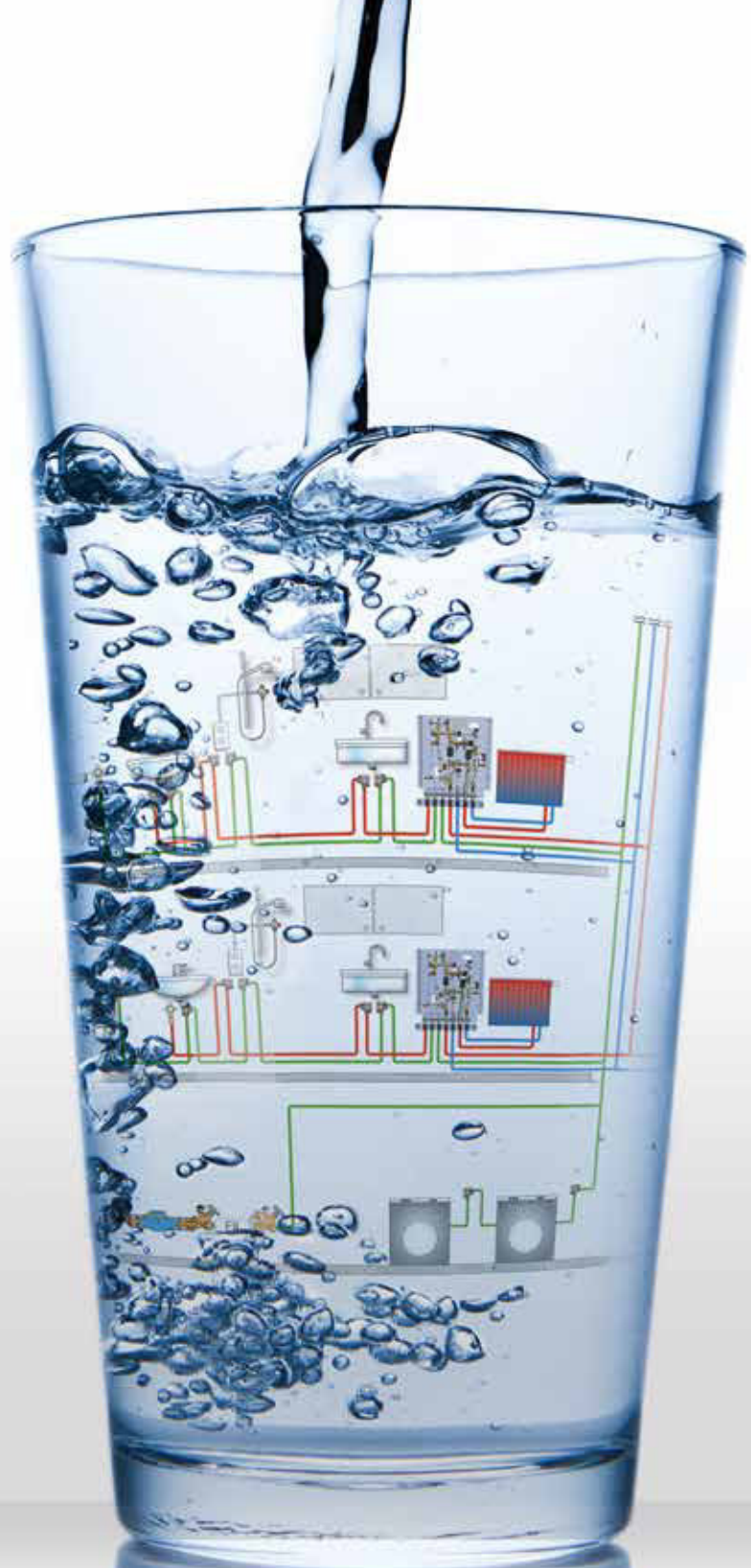
Motorstraße 62 · 70499 Stuttgart  
Telefon 0711 139300  
E-Mail: info@rom-technik.de · Internet: www.rom-technik.de



# Die Organisationsstruktur des BTGA



oventrop



Hygiene mit dem  
**Aquanova-System**  
von Oventrop – für unser  
wichtigstes Lebensmittel:  
Trinkwasser.





# Der BTGA und seine Landesverbände

**Bundesindustrieverband  
Technische Gebäude-  
ausrüstung e.V.**



Hinter Hoben 149, 53129 Bonn  
Tel.: (02 28) 9 49 17-0; Fax: (02 28) 9 49 17-17  
Internet: www.btga.de  
E-Mail: info@btga.de  
Präsident: Dipl.-Ing. (FH) Hermann Sperber  
Hauptgeschäftsführer: Günther Mertz, M. A.  
Geschäftsführer: RA Tobias Dittmar

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



Raiffeisenstr. 18, 30938 Großburgwedel  
Tel.: (0 51 39) 89 75-0; Fax: (0 51 39) 89 75-40  
Internet: www.itga-mitte.de  
E-Mail: info@itga-mitte.de  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Nikolaus Daume  
Geschäftsführer: RA Dirk Drangmeister

**Industrieverband Technische  
Gebäudeausrüstung  
Baden-Württemberg e.V.**



Motorstraße 52, 70499 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 13 53 15-0; Fax: (07 11) 13 53 15-99  
Internet: www.itga-bw.de  
E-Mail: verband@itga-bw.de  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Sautter  
Geschäftsführer: RA Sven Dreesens

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



Winterhuder Weg 76, 22085 Hamburg  
Tel.: (0 40) 32 90 95-70; Fax: (0 40) 32 90 95-95  
Internet: www.itga-nord.de  
E-Mail: info@itga-nord.de  
Vorsitzender: Dipl.-Kfm. (FH) René Mannheim  
Geschäftsführer: RA Thomas Wiese

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



Rümannstr. 61, 80804 München  
Tel.: (0 89) 360 350 90; Fax: (0 89) 3 61 37 65  
Internet: www.itga-suedost.de  
E-Mail: info@itga-suedost.de  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. Werner Menge  
Geschäftsführer: RA Dr. Florian Festl

**Industrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung  
Nordrhein-Westfalen e.V.**



Bilker Str. 3, 40213 Düsseldorf  
Tel.: (02 11) 32 92 17/18; Fax: (02 11) 32 44 93  
Internet: www.itga-nrw.de  
E-Mail: info@itga-nrw.de  
Vorsitzender: Michael Mahr  
Geschäftsführer: RA Martin Everding

**VGT -  
Gesamtverband  
Gebäudetechnik e.V.**



Haynauer Str. 56 A, 12249 Berlin  
Tel.: (0 30) 76 79 29 10; Fax: (0 30) 7 76 10 73  
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  
Rheinland-Pfalz / Saarland e.V.**



Wilhelm-Heinrich-Str. 16, 66117 Saarbrücken  
Tel.: (06 81) 5 36 67; Fax: (06 81) 58 42 47  
Internet: www.itga.info  
E-Mail: info@itga.info  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. Jan Heckmann  
Geschäftsführer: RA Dr. Jörg Schultheiß

**Industrieverband Technische  
Gebäudeausrüstung und  
Umwelttechnik Hessen e.V.**



Emil-von-Behring-Straße 5, 60439 Frankfurt/Main  
Tel.: (0 69) 9 58 09-150; Fax: (0 69) 9 58 09-91 50  
Internet: www.itga-hessen.de  
E-Mail: edward.fuhrmann@itga-hessen.de  
Vorsitzender: Dr. Sven Herbert  
Geschäftsführer: RA Edward Fuhrmann



**WER DARAN BAUT,**

**WEISS AUCH,**

**WIE MAN FÜR GEBÄUDE**

**WEITERDENKT.**

### **KOMPETENZ, DIE WEITERGEHT**

Gebäude sind hochkomplex, hochfunktional und hochsensibel. Das bedeutet, dass sie besondere Aufmerksamkeit verdienen – ganz gleich, ob Wohnanlage, Industriebetrieb oder Konzertsaal. Als einer der europaweit führenden Spezialisten in den Bereichen Gebäudetechnik, Facility Services und Energiespar-Contracting sorgen wir für reibungslose Abläufe und erhöhte Wirtschaftlichkeit. Über den gesamten Lebenszyklus.

Jetzt informieren: [caverion.de](http://caverion.de)

**Caverion**



## Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

### Direktmitglieder

#### Calvias GmbH

An den Kaiserthermen 5, 54290 Trier  
Tel.: 0651 / 97023-250, Fax: 0651 / 97023-33 · [www.calvias.de](http://www.calvias.de)

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

Daldropstr. 1, 72666 Neckartailfingen  
Tel.: 07127 / 1803-0, Fax: 07127 / 3839 · [www.daldrop.com](http://www.daldrop.com)

#### Elevion GmbH

Göschwitzer Str. 56, 07745 Jena  
Tel.: 03641/2934-100, Fax: -199 · [www.elevion.de](http://www.elevion.de)

#### ENGIE Deutschland GmbH

Aachener Str. 1044, 50858 Köln  
Tel.: 0221/46905-0, Fax: -250 · [www.engie.de](http://www.engie.de)

#### GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH

Waldhofer Str. 98, 69123 Heidelberg  
Tel.: 06221/7364-0, Fax: -100 · [www.ga-tec.de](http://www.ga-tec.de)

### Fördermitglieder

#### BerlinerLuft. Technik GmbH

Herzbergstr. 87-99, 10365 Berlin  
Tel.: 030/5526-20 40, Fax: -2211  
[www.berlinerluft.de](http://www.berlinerluft.de)

#### BLH GmbH

Johann-Philipp-Reis-Str. 1, 54293 Trier  
Tel.: 0651/8109-0, Fax: -133  
[www.blh-trier.de](http://www.blh-trier.de)

#### Danfoss GmbH

Carl-Legien-Str. 8, 63073 Offenbach  
Tel.: 069/8902-0; Fax: 069/47868-599  
[www.waerme.danfoss.de](http://www.waerme.danfoss.de)

#### Felderer AG

Kreuzstr. 15, 85622 Feldkirchen  
Tel.: 089/742-1500, Fax: 089/742-84000  
[www.felderer.de](http://www.felderer.de)

#### Geberit Vertriebs GmbH

Theuerbachstr. 1, 88630 Pfullendorf  
Tel.: 07552/934-881, Fax: -99881  
[www.geberit.de](http://www.geberit.de)

#### Grundfos GmbH

Schlüterstr. 33, 40699 Erkrath  
Tel.: 0211/92969-0, Fax: -3739  
[www.grundfos.de](http://www.grundfos.de)

#### HILTI Deutschland AG

Hiltistr. 2, 86916 Kaufering  
Tel.: 08191/90-4237, Fax -174237  
[www.hilti.de](http://www.hilti.de)

#### Huber & Ranner GmbH

Gewerbering 15, 94060 Pocking  
Tel.: 08531/705-0, Fax -22  
[www.huber-ranner.com](http://www.huber-ranner.com)

#### Franz Kaldewei GmbH & Co. KG

Beckumer Str. 33-35, 59229 Ahlen  
Tel.: 02382/785-0, Fax: -392  
[www.kaldewei.de](http://www.kaldewei.de)

#### Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

Harkortstr. 5, 57462 Olpe  
Tel.: 02761 / 891-0, Fax: 02761 / 891-176  
[www.kemper-olpe.de](http://www.kemper-olpe.de)

#### Oventrop GmbH & Co. KG

Paul-Oventrop-Str. 1, 59939 Olsberg  
Tel.: 02962/82-0, Fax: -401  
[www.omentrop.de](http://www.omentrop.de)

#### Reflex Winkelmann GmbH

Gersteinstr. 19, 59227 Ahlen  
Tel.: 02382/7069-0, Fax: -9588  
[www.reflex.de](http://www.reflex.de)

#### REHAU AG + Co

Ytterbium 4, 91058 Erlangen  
Tel.: 09131 / 925-0  
[www.rehau.de](http://www.rehau.de)

#### Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG

Rockwool Str. 37-41, 45966 Gladbeck  
Tel.: 02043 / 408387, Fax: 02043 / 408444  
[www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)

#### SBC Deutschland GmbH

Siemensstr. 3, 63263 Neu-Isenburg  
Tel.: 06102/2025-0, Fax: -200  
[www.saia-pcd.com](http://www.saia-pcd.com)

#### Sikla GmbH

In der Lache 17, 78056 Villingen-Schwenningen  
Tel.: 07720/948-0, Fax: -337  
[www.sikla.de](http://www.sikla.de)

#### Trox GmbH

Heinrich-Trox-Platz, 47504 Neukirchen-Vluyn  
Tel.: 02845/202-0, Fax: -265  
[www.trox.de](http://www.trox.de)

#### Uponor GmbH

Industriestr. 56, 97437 Haßfurt  
Tel.: 09521/69-0  
[www.uponor.com](http://www.uponor.com)

#### Viega Technology GmbH & Co. KG

Viega-Platz 1, 57439 Attendorn  
Tel.: 02722/61-0, Fax: -1415  
[www.viega.de](http://www.viega.de)

#### Viessmann Industrie Deutschland GmbH

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

#### Wildeboer Bauteile GmbH

Marker Weg 11, 26826 Weener  
Tel.: 04951/950-0, Fax: -27120  
[www.wildeboer.de](http://www.wildeboer.de)

#### WILO SE

Nortkirchenstr. 100, 44263 Dortmund  
Tel.: 0231/4102-0, Fax: -7363  
[www.wilo.de](http://www.wilo.de)

# „VOLL AUF MICH EINGESTELLT.“



SMARTSET  
INTEGRIERBAR

Flexibilität in der Anwendung, aber auch Flexibilität bei der Installation. Die kompakte Gasbrennwert-Mittelkessel-Serie MGK-2 passt sogar durch einen Meter breite Türen. Klingt banal, ist aber extrem praktisch. Mit der Kaskadierbarkeit von bis zu 5 Megawatt können nahezu alle Kundenwünsche erfüllt werden. Passend zu den 5 Megawatt gibt's jetzt auch noch 5 Jahre Garantie.

EINFACH ONLINE REGISTRIEREN:  
[WOLF.EU/5-JAHRE](http://WOLF.EU/5-JAHRE)



VOLL AUF MICH EINGESTELLT.



# Die Cloud erobert die Gebäudeautomation

Wie sich gebäudetechnische Anlagen mit Cloud-Services optimieren lassen

*In vielen Bereichen haben sich Cloud-Services bereits durchgesetzt. So nutzen zahlreiche private Anwender Dienste, beispielsweise Amazon Web Services (AWS). Auch Unternehmen greifen mehr und mehr auf die Cloud zurück und beziehen verschiedenste Ressourcen wie Speicher- oder Rechenkapazitäten aus der Cloud. Immer häufiger werden auch Prozesse der Gebäudeautomation über die Cloud gesteuert und überwacht.*



Frank Hühren,  
Geschäftsführer,  
Priva Building  
Intelligence GmbH,  
Tönisvorst

Die Prozesse in modernen gebäudetechnischen Anlagen sind heute weitgehend automatisiert. Systeme der Gebäudeleittechnik erleichtern die Überwachung, Abbildung und Steuerung der Abläufe rund um Heizung, Klimatisierung, Belüftung und Beleuchtung. Häufig sind dabei nicht nur die leittechnischen Hardware-Komponenten wie

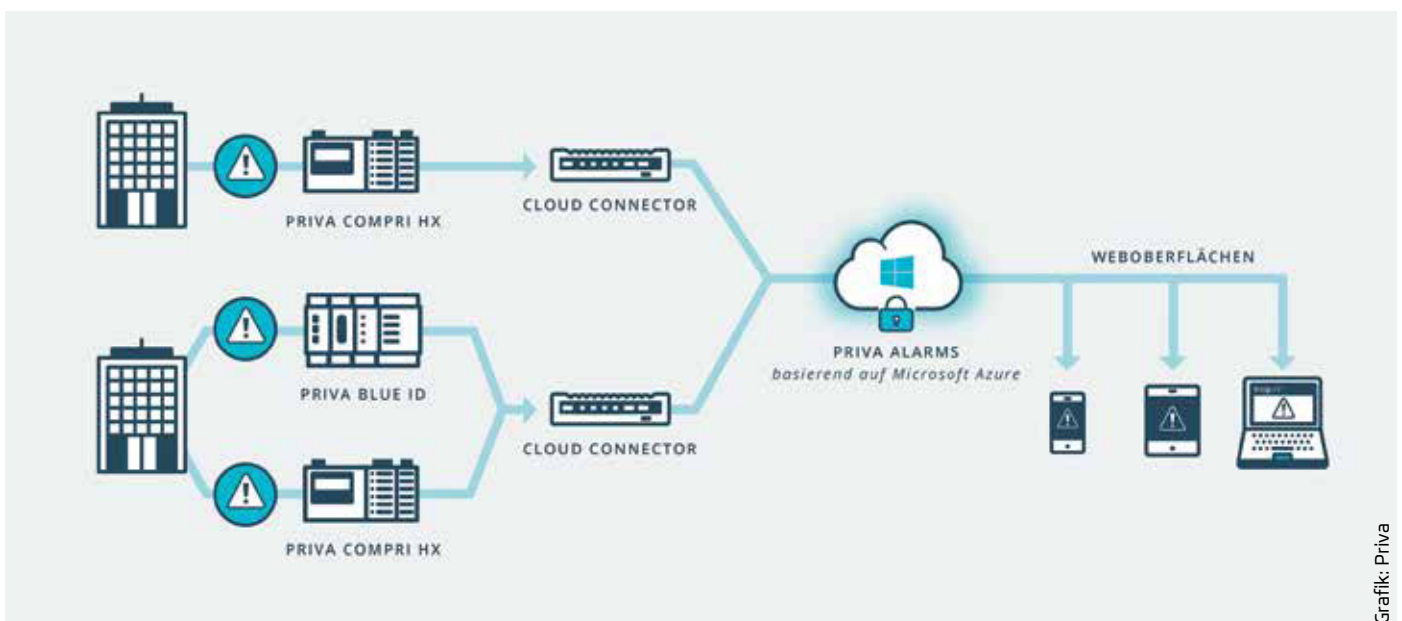
DDC-Regler, Sensoren oder Aktoren und die entsprechenden Software-Systeme direkt im Gebäude installiert. Die Steuerungssysteme werden auch noch vom Facility Manager direkt vor Ort bedient. Messdaten werden dazu auf einem lokalen Netzwerk-Server oder einem anderen Storage-Medium gespeichert. Dieses klassische Betriebsmodell hat einige Nachteile: Der Wartungsaufwand ist hoch, ebenso Investitionen in Hard- und Software. Ein Fernzugriff und eine Fernüberwachung sind nicht so einfach möglich. Das erschwert den effizienten Betrieb von großen Anlagen oder eines ganzen Gebäudeportfolios.

### Cloud-Dienste passgenau nach Bedarf

Um hier die Kosten in den Griff zu bekommen und von flexibleren Nutzungsmöglichkeiten und einer höheren Skalierbarkeit zu profitieren, nehmen mittlerweile viele Gebäudeinhaber oder -betreiber Cloud-Dienste für die

Überwachung und Steuerung gebäudetechnischer Anlagen in Anspruch. Dabei stellt ein Cloud-Anbieter spezielle Funktionen, Applikationen oder Ressourcen zur Verfügung, die passgenau auf den Bedarf des Anwenders zugeschnitten sind. Die Abrechnung erfolgt nach der jeweiligen Nutzung der Services. Dieses Betriebsmodell kommt Gebäudeeignern und Integratoren gleichermaßen zugute. Dank standardisierter Lösungen können die Anwender einfach, schnell und sicher auf beliebige Gebäude- und Anlagendaten zugreifen – sowohl lokal, dezentral als auch mobil über Smartphone oder Tablet.

Cloud-Services bieten – verglichen mit dem Betrieb in eigener Regie nach dem klassischen Betriebsmodell – einige wesentliche Vorteile: Flexibel können Kunden genau den Funktionsumfang und die Kapazitäten nutzen, die sie tatsächlich benötigen. So lassen sich dank modularer Systemtechnik die



Grafik: Priva

Abbildung 1: Das cloud-basierte Alarm-Management von Priva lässt sich auf jedem Endgerät nutzen.



Abbildung 2: Effizientes Monitoring über die Cloud mit Priva BI Metrics

genutzten Dienste präzise an die jeweiligen Anforderungen des Betreibers anpassen. Hohe Kosten für den Betrieb einer eigenen Server-Infrastruktur, den entsprechenden Service und die Instandhaltung entfallen. Individuell können zusätzliche Dienste und Funktionen ganz nach Bedarf hinzugebucht oder entfernt werden. Durch einen klar definierten Nutzungszeitraum und die bedarfsorientierte Abrechnung der genutzten Services profitieren die Kunden von maximaler Kostentransparenz und hoher finanzieller Planungssicherheit.

#### Nutzung unabhängig von Zeit und Ort

Aufgrund der online-basierten Bereitstellung der Cloud-Dienste können Anwender alle relevanten Anlagendaten an sieben Tagen in der Woche rund um die Uhr einsehen, überwachen und remote in Prozesse eingreifen – bei gegebener Internet-Verbindung von jedem Ort der Welt aus. Dabei wird durch europäische Cloud-Server ein hohes Sicherheitsniveau gewährleistet, sowohl bei der Integrität der Daten als auch bei den Zugriffsmöglichkeiten. So können durch die sichere Zuweisung von Berechtigungen und die Vergabe von Zugangsdaten und Kennwörtern nur autorisierte Personen die Cloud-Dienste nutzen. Und nicht zuletzt ergibt sich für die Betreiber ein weiterer Vorteil: Sie profitieren von der Expertise professioneller Cloud-Dienstleister und können sich auf die Nutzung der ausgewerteten Daten zur Optimierung des Gebäudebetriebes fokussieren. So können sie sich besser auf ihr Kerngeschäft konzentrieren.

#### Energie-Monitoring, Remote-Management und Alarm-Management über die Cloud

Die Priva Building Intelligence GmbH stellt schon seit einiger Zeit professionelle Software Services zur Verfügung: Beispielswei-

se bietet das cloud-basierte Monitoring-Tool Priva BI Metrics Nutzern und Betreibern Funktionen für die Visualisierung und das Benchmarking komplexer Gebäudeprozesse. Zudem gibt es einen Cloud-Dienst für das Remote-Management: Über die Software TC Manager Remote können Betreiber oder Systemintegratoren schnell und sicher aus der Ferne auf die gebäudetechnischen Anlagen zugreifen. So lassen sich über einen bestimmten Zeitraum aktuelle Messdaten und Zustände überwachen und bei Bedarf anpassen. Anwendern steht zudem ein cloud-basiertes Alarm-Management als App zur Verfügung.

Möchten Gebäudebetreiber Software Services nutzen, müssen sie lediglich einen Internet-Zugang bereitstellen. Wichtig für die Kostenplanung: Nutzer bezahlen nur einen definierten Dienst pro Projekt, unabhängig vom tatsächlichen Datentransfer in oder aus der Cloud. Kunden können Abonnements abschließen und diese bei Bedarf flexibel anpassen.

#### Fazit

Cloud-Services werden heute bereits vielfach bei der Steuerung und Überwachung gebäudetechnischer Anlagen eingesetzt. Für Gebäudebetreiber lohnt sich die Inanspruchnahme entsprechender Dienste in mehrerer Hinsicht: Sie müssen keine eigene Server-Infrastruktur oder tiefgreifende IT-Expertise aufbauen. Auf diese Weise lassen sich sowohl Investitions-, Betriebs- als auch Folgekosten einsparen. Automatische Sicherheits- und Funktionsupdates gewährleisten einen reibungslosen und sicheren Gebäudebetrieb. Darüber hinaus profitieren die Nutzer von flexiblen, bedarfsgerechten und transparenten Betriebsmodellen. ◀



#### Face Zero

Der erste Heizkörper in der Wand. Design by Antonio Citterio und Sergio Brioschi.

#### Haftungsübernahmevereinbarung mit BTGA



#### Ares-RFD EK

Elektrokomplett-Badheizkörper, erfüllt Ökodesignrichtlinie ab 01.01.2018.

**BEMM**  
Qualitäts-Heizkörper

BEMM GmbH  
D-31180 Emmerke b. Hildesheim  
FON 05121 / 9300-0  
info@bemm.de  
www.bemm.de

**IRSAP** Gruppe



# Rohrführung für Erhalt der Trinkwasserhygiene entscheidend

*Der Erhalt der Trinkwassergüte in häuslichen wie öffentlich-gewerblichen Trinkwasser-Anlagen hängt von einer ganzen Reihe unterschiedlicher Einflussfaktoren ab. Nicht zuletzt aufgrund der Wechselbeziehung einiger dieser Faktoren kommt der Rohrleitungsführung für die Aufrechterhaltung der Trinkwasserhygiene hohe Bedeutung zu. Steigende Anforderungen an die Bereitstellung hygienisch einwandfreien Trinkwassers erfordern dabei die Entwicklung grundlegend neuer innovativer Verteilungskonzepte.*



Prof. Dr.-Ing.  
Carsten Bäcker,  
Fachbereich Energie  
Gebäude Umwelt,  
Fachhochschule  
Münster



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



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



Prof. em. Dipl.-Ing.  
Bernd Rickmann,  
Fachbereich Energie  
Gebäude Umwelt,  
Fachhochschule  
Münster

Trinkwasser ist nicht steril, sondern enthält auch bei Erfüllung aller gesetzlichen Anforderungen in allen Stufen der Gewinnung bis zur Verteilung an den Nutzer eine Vielzahl von Mikroorganismen, die in der Regel für den Menschen ungefährlich sind. Aber auch fakultative, opportunistische Krankheitserreger wie Legionellen, atypische Mykobakterien, *Pseudomonas aeruginosa* und eine wachsende Anzahl weiterer Bakterien finden speziell im Lebensraum der Trinkwasserinstallation in Gebäuden optimale Lebens- und Vermehrungsbedingungen – sowohl im Warm- als auch im Kaltwasser. Bei Personen mit prädisponierenden Faktoren wie hohes Alter, Immunschwäche, Immunsuppression oder chronischen Grunderkrankungen können diese Erreger sehr schwere Erkrankungen auslösen [1].

Nach Untersuchungen des CDC (USA) sind fakultative Krankheitserreger für die Mehrzahl wasserbürtiger Erkrankungen

verantwortlich und verursachen in den USA pro Jahr Kosten von mindestens 1 Milliarde US-Dollar [2]. Fakultative Krankheitserreger sind perfekt an die Verhältnisse in den Trinkwasserinstallationen angepasst und können sich dort zu gesundheitsgefährdenden Konzentrationen vermehren. Sie sind hochresistent gegen Desinfektionsmittel, hohe Temperaturen und interagieren perfekt mit dem Mikrobiom „Trinkwasser“, beispielsweise Biofilm, Einzeller, VBNC-Stadien. Von besonderer Bedeutung für Konstruktion und Betrieb von Trinkwasserinstallationen ist ihre ausgeprägte Stagnationsresistenz, die ihnen unter den Bedingungen von Wasserstillstand Vermehrungsvorteile gegenüber anderen Bakterien verschafft. Aus vielen Ländern, beispielsweise den USA, wird über eine kontinuierliche Zunahme von Infektionen durch diese Erreger berichtet. Das zeigt, dass gezielte und wirksame Präventivstrategien dringend weiterentwickelt werden müssen.

Sie sollten insbesondere die Faktoren „Nahrung“, „Temperatur“ und „Stagnation“ umfassen. Beobachtungen aus der Praxis zeigen aber immer noch, dass in der Gesamtkette „Planung, Ausführung und Betrieb“ massive Verletzungen grundlegender Regeln der Trinkwasserhygiene vorkommen, die Ursache für die Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen für diese Erreger sind.

## Regeln der Trinkwasserhygiene

### Nahrungsangebot begrenzen

Eine Kombination aus schlechter Werkstoffqualität (z. B. nicht DVGW W270 geprüfte Materialien [3]), Stagnation und ungünstiger Wasserbeschaffenheit kann zu starker Biofilm-Entwicklung [4] führen, in dessen Schutz sich auch fakultative Krankheitserreger vermehren können. Besondere Probleme stellen dabei komplexe Bauteile dar, wie zum Beispiel Armaturen. Die Nährstoffabgabe aus Materialien, die im Kontakt mit Trinkwasser stehen, muss so weit wie technisch möglich reduziert werden. Alle Materialien sind daher auf ihre Eignung für den Bereich Trinkwasser zu überprüfen. Das dient mittelbar auch der Vermeidung mikrobiellen Wachstums – sowohl auf der Oberfläche des Materials als auch im Trinkwasser durch Abgabe mikrobiell verwertbarer Substanzen. Diese „mikrobielle Eignung“ ist eine Grundforderung von § 17 TrinkwV [5] und wird vom Umweltbundesamt als wichtiges Kriterium für die Erstellung von Material-Positivlisten herangezogen.

### Kritische Temperaturbereiche vermeiden

Temperaturbereiche, die im Wachstumsoptimum der Erreger liegen, müssen vermieden werden. Niedrige Temperaturen bieten den Erregern schlechte oder keine Wachstumsbedingungen. Temperaturen nahe des Wachstumsoptimums ermöglichen ein schnelles



Wachstum. Bei Legionellen, bei atypischen Mykobakterien aber auch bei *Pseudomonas aeruginosa* sind Temperaturbereiche zwischen  $>25\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $<55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , insbesondere aber 30 bis  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , strikt zu vermeiden. Häufig übersehen wird dabei der Kaltwasserbereich, in dem es durch Wärmeübergang zum regelhaften und über längere Zeiträume andauernden Überschreiten von  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  kommen kann, beispielsweise bei gemeinsamer Rohrleitungsführung in abgehängten Decken. Als sichere Temperatur wird in der DVGW-Wasserinformation 90 [6] nur eine Temperatur von  $<20\text{ }^{\circ}\text{C}$  angesehen. Das entspricht auch vielen internationalen Vorgaben, ist häufig aber technisch schwer bis gar nicht umsetzbar.

### Stagnation vermeiden

Stagnation ist der wohl kritischste Faktor für die Vermehrung fakultativ-pathogener Krankheitserreger. Das wird eindrucksvoll durch eine große Anzahl nationaler und internationaler Regelungen (WHO, ECDC, HSE GB, ISSO NL) bestätigt, in denen der Stagnation die primäre Rolle für eine Verschlechterung der Wasserqualität in Gebäuden beigemessen wird. Der länger andauernde Kontakt von Trinkwasser mit den Werkstoffen – beispielsweise Rohrleitungs- und Armaturenwerkstoffe – kann zu einer Aufkonzentrierung von Nährstoffen durch

Migration von Werkstoffbestandteilen in das Trinkwasser führen. Fehlende Scherkräfte ermöglichen die Formation voluminöser und leicht ablösbarer Biofilme. Das Mikrobiom steuert in Stagnationsphasen eine ganze Reihe von wachstumsfördernden Faktoren. Außerdem fehlt in Stagnationsphasen ein Abtransport und damit eine Verdünnung der in den Wasserkörper gelangten planktonischen Mikroorganismen. Zusätzlich gleichen sich in Stagnationsphasen auch bei normgerechter Dämmung der Rohrleitungen die Temperaturen des Warm- und Kaltwassers an die Temperaturen der Umgebungsluft an und liegen dann häufig im Vermehrungsbereich der Erreger. Neuere Untersuchungen aus der Mikrobiomforschung zeigen, dass schon zwölf Stunden Stagnation ausreichend sind, um eine signifikante Erhöhung der Bakterienzahlen zu verursachen [7]. In einer Vielzahl von nationalen und internationalen Regelwerken werden deshalb Vorgaben für Speicherdauer und Austausch von Trinkwasser Kalt gemacht – insbesondere in Risikobereichen wie Krankenhäusern.

### Technische Umsetzung

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 eher gering. Dabei liegt die Benutzungsfrequenz der Entnahmearmaturen in Wohngebäuden tendenziell noch höher als beispielsweise in öffentlichen Gebäuden oder Krankenhausinstallationen. Damit die Vermehrung von Bakterien – insbesondere von Krankheitserregern – in Trinkwasserinstallationen nicht gefördert wird, müssen bei der Planung von Trinkwasserinstallationen folgende Grundsätze beachtet werden, die sich aus den Regeln der Trinkwasserhygiene ergeben:

- Bei vergleichbarer Funktionalität sind grundsätzlich Installationskonzepte zu bevorzugen, die zu einem geringen Wasserinhalt führen.
- Der konstruktive Aufbau einer Trinkwasserinstallation muss dazu führen, dass ein hoher Wasserwechsel in allen Teilstrecken stattfindet – insbesondere in den Stockwerks- und Einzelzuleitungen.
- Die Bemessung der Rohrleitungen hat so zu erfolgen, dass durch den bestimmungsgemäßen Betrieb mehrmals am Tag Fließgeschwindigkeiten auftreten, die hoch



Abbildung 1: Prinzipdarstellungen von Trinkwasserinstallationen mit überwiegend horizontal bzw. vertikal verlaufenden Hauptverteilungsleitungen



Abbildung 2: Veränderung hygienisch relevanter Rohrnetzparameter in Abhängigkeit vom gewählten Verteilungskonzept

genug sind, um nennenswerte Scherkräfte an den Rohrwandungen aufbauen zu können.

- Im zirkulierenden Warmwasser muss die Temperatur an jeder Stelle über 55 °C gehalten werden. Der Wasserinhalt einer Warmwasserinstallation, der nicht auf Temperatur gehalten werden kann, ist auf ein Minimum zu reduzieren.
- Selbst in oder nach zu erwartenden Stagnationsphasen sollte die Kaltwassertemperatur unter 25 °C liegen. Im laufenden Betrieb sollte die Temperatur des Kaltwassers bestenfalls 20 °C nicht überschreiten.

### Hauptverteilungsleitungen

Für die Erschließung eines Gebäudes mit Trinkwasser werden sowohl horizontal als auch vertikal ausgerichtete Verteilungskonzepte realisiert. Um Stagnation im Bereich der Verteilungen zu vermeiden, muss zunächst das Rohrnetz sowohl hinsichtlich des Verzweigungsgrades als auch der Rohrleitungsdurchmesser so klein wie möglich dimensioniert werden.

Bei einer horizontal orientierten Verteilung wird das Trinkwasser über eine zentral angeordnete Steigleitung in die Geschosse geführt. Von der Steigleitung zweigen in jedem Geschoss Stockwerks-Verteilungsleitungen ab, an die Stockwerks- bzw. Einzelzuleitungen zur Versorgung der Entnahmearmaturen in den Nasszellen angeschlossen werden. Überwiegend horizontal ausgerichtete Verteilungssysteme finden sich häufig in hochinstallierten Gebäuden, zum Beispiel in Krankenhäusern und Hotels (Abbildung 1, oben).

In Wohngebäuden erfolgt die Versorgung mit Trinkwasser dagegen nahezu ausnahmslos über Steigleitungen in der Vertikalen (Abbildung 1, unten). Wie Vergleichsberechnungen zeigen, hat der konstruktive Aufbau einer Trinkwasserinstallation einen großen Einfluss auf die hygienisch relevanten Rohrnetzparameter „Wasserinhalt“ und „innere wasserbenetzte Rohroberfläche“ – aber auch auf die Verweilzeit des Trinkwassers in der Leitungsanlage.

Bei gleicher Gebäudegeometrie werden bei einer vertikalen Verteilung (Abbildung 1, unten) der Wasserinhalt und die innere Ober-

fläche des Rohrnetzes gegenüber einem vergleichbaren horizontalen Verteilungssystem um mehr als 20% verringert. Zudem reduzieren sich Bereitschaftsverluste des Zirkulationssystems um ca. 13% (Abbildung 2).

Bei horizontalen Verteilungen wird in der Regel die Zwischendecke in den Fluren als Installationsraum genutzt. Neben den warmgehenden Leitungen der Sanitär- und Heizungstechnik sorgen in diesem Bereich weitere Wärmequellen, zum Beispiel aus der Elektro- und Lüftungstechnik, für Lufttemperaturen, die erfahrungsgemäß deutlich höher liegen als 25 °C. Der Wasserinhalt einer hier installierten Trinkwasserleitung Kalt wird selbst bei hochwertiger Rohrdämmung gemäß DIN 1988-200 [8] in einer Stagnationsphase bis auf Umgebungstemperatur erwärmt (Abbildungen 3 und 5).

Bei vertikalen Erschließungskonzepten kommt es zu einem Luftverbund zwischen dem Installationsschacht und der Installationsvorwand. Auf Grund der Brandschutzabschottungen im Bereich der Decken beschränkt sich dieser Luftverbund auf das jeweilige Stockwerk. Werden – wie im Wohnungsbau üblich – die Leitungen für das kalte Trinkwasser in einem Steigeschacht mit hohen Wärmelasten installiert, müssen auch hier mittlere Lufttemperaturen im Luftverbund Schacht/Vorwand erwartet werden, die höher liegen als 25 °C (Abbildung 4). Die Dämmung der PWC-Stockwerks- und Einzelzuleitungen kann die Temperaturerhöhung in einer Stagnationsphase auf Umgebungstemperatur nicht verhindern, sondern nur zeitlich geringfügig verzögern (Abbildung 5).

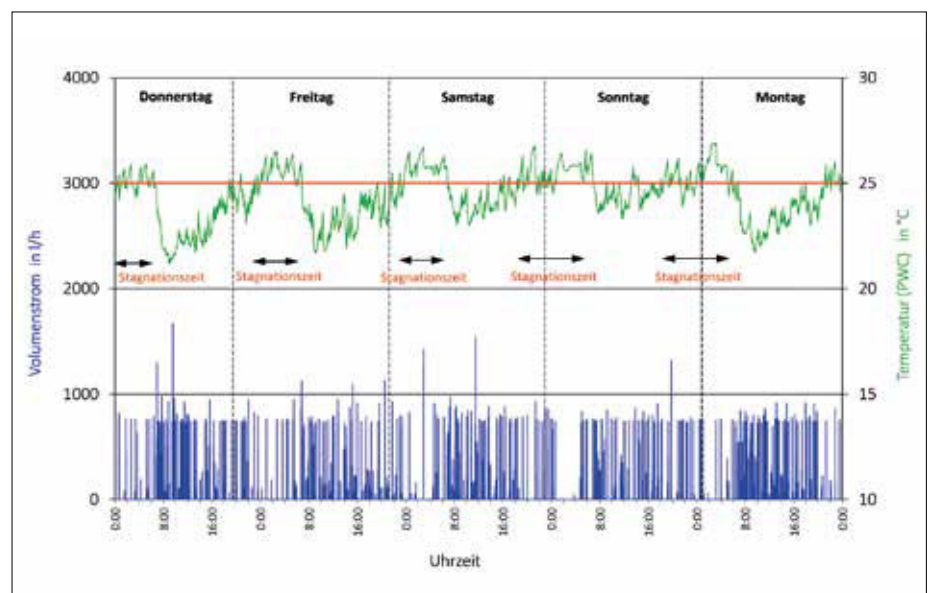


Abbildung 3: Temperatur des kalten Trinkwassers in einer Stockwerks-Verteilungsleitung eines Krankenhauses. Installationsraum; Zwischendecke im Flur





Sowohl bei horizontalen als auch bei vertikalen Verteilungskonzepten muss damit gerechnet werden, dass nach einer Stagnationsphase kurzzeitig übererwärmtes Kaltwasser mit Temperaturen  $>25\text{ }^{\circ}\text{C}$  aus der Entnahmemarmatur austritt. Nach Ablauf des Stagnationswassers muss gemäß DIN 1988-200 [8] und DIN EN 806-2 [9] spätestens nach 30 Sekunden die Temperatur des kalten Trinkwassers geringer sein als  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Abbildung 6).

Zukünftig sollte das Ziel jedoch sein, kaltes Trinkwasser auch nach einer Stagnationsphase ohne Übererwärmung mit Temperaturen  $<25\text{ }^{\circ}\text{C}$  zur Verfügung zu stellen. Hierzu müssen die bisher üblichen Installationsgewohnheiten grundlegend verändert werden

Unter der Zielsetzung einer thermischen Entkopplung muss mit planerischen Maßnahmen die Wärmeübertragung (Strahlung, Leitung, Konvektion) von Wärmequellen auf Kaltwasserleitungen reduziert bzw. unterbrochen werden. Eine thermische Entkopplung der kalten Trinkwasserleitungen von potenziellen Wärmequellen lässt ein horizontales Verteilungskonzept nicht ohne Weiteres zu. Bei solchen Installationen kann die Temperatur des kalten Trinkwassers wohl nur durch kontrollierte bzw. temperaturgeführte Spülmaßnahmen in den Stagnationsphasen unter  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  gehalten werden.

Bei vertikalen Konzepten kann dagegen die thermische Entkopplung durch einen separaten kalten Installationsschacht sichergestellt werden. In diesem kalten Schacht dürfen sich nur noch die Abwasserleitung und die Steigleitung für das kalte Trinkwasser befinden. Ein Luftverbund zwischen den Schächten über die Installationsvorwand muss durch Abschottungen verhindert werden. Bei Raumtemperaturen, die für die Heizlastberechnung maßgebend sind, kann dann in einem kalten Schacht die mittlere Lufttemperatur mit ca.  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  erwartet werden.

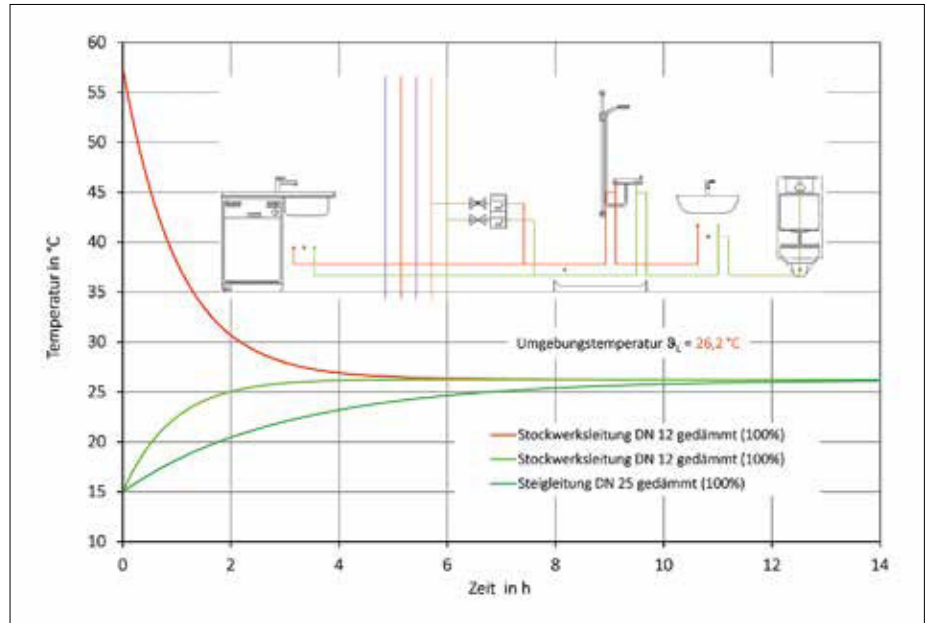


Abbildung 4: Temperaturverlauf in der PWC-Stockwerksleitung DN 12 bzw. in der PWC-Steigleitung DN 25 in einer Stagnationsphase

Bei Raumtemperaturen, die für die Heizlastberechnung maßgebend sind, kann dann in einem kalten Schacht die mittlere Lufttemperatur mit ca.  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  erwartet werden.

### Stockwerksinstallationen

In Wohngebäuden können die Entnahmemarmaturen über Stich-, Reihen- oder Ringleitungen in den Nasszellen angeschlossen werden. Wegen der allgemein geringeren Nutzungsfrequenz der Trinkwasser-Entnah-

marmaturen in öffentlichen Gebäuden und denen des Gesundheitswesens können die Verteilungskonzepte aus dem Wohnungsbau häufig jedoch keinen ausreichenden Wasserwechsel in den Leitungen kurz vor den Entnahmemarmaturen sicherstellen. Zur Erhöhung des Wasserwechsels bietet sich daher die Kombination der prinzipiellen hydraulischen Vorteile von Ringleitungen mit so genannten Strömungsteilern zu einem innovativen Installationssystem an. Verfügbare dynamisch wirkende KHS-Strömungsteiler arbeiten dabei nachweislich betriebssicher und störungsfrei.

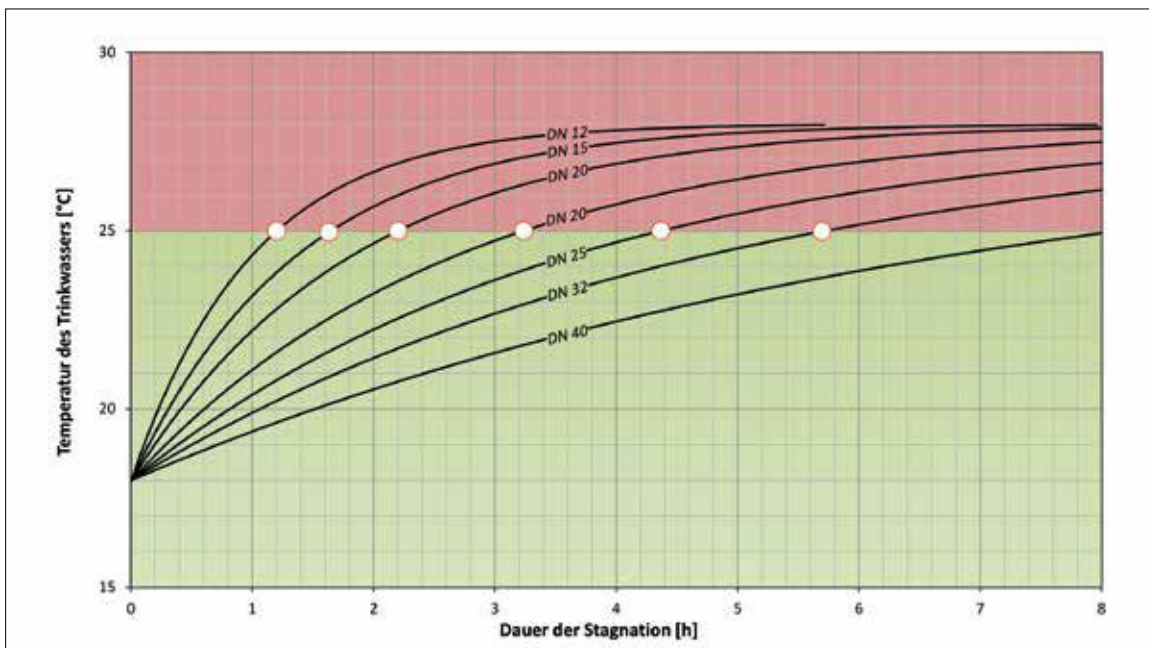


Abbildung 5: Temperaturverlauf des kalten Trinkwassers bei Stagnation in Trinkwasserleitungen (PWC) - gedämmt nach DIN 1988-200, Tab. 9

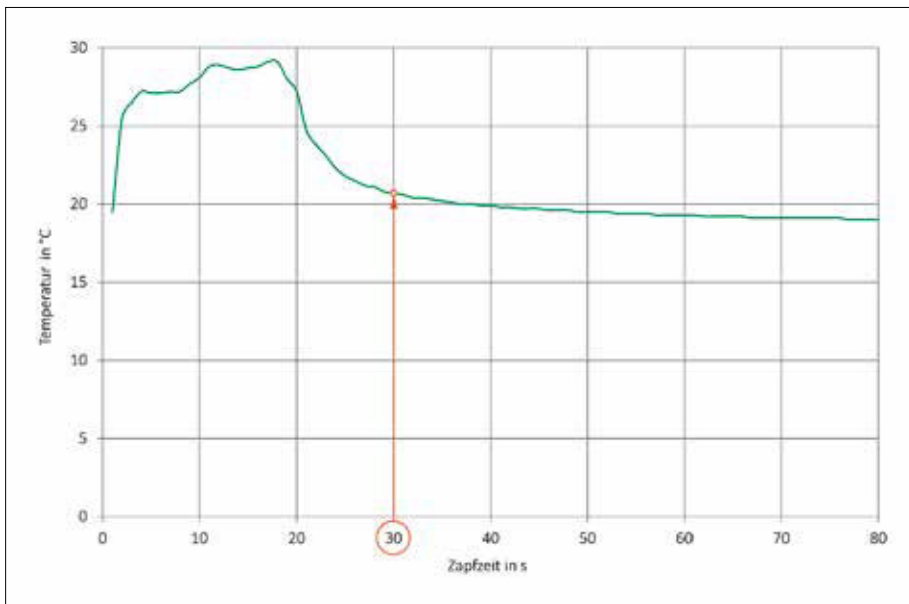


Abbildung 6: Gemessenes Temperatur-Zapfprofil bei Kaltwasserentnahme und Umgebungslufttemperaturen > 25 °C im Bereich der Vorwandinstallation.

Der Vergleich von Strömungsteiler-Installationen aus zwei Krankenhäusern mit konventionellen Verteilungssystemen zeigt, dass der Wasserwechsel hier deutlich intensiver ist und sich gleichmäßiger über den Tag verteilt. Das ist darauf zurückzuführen, dass durch Wasserentnahmen an beliebiger Stelle eine Zwangsdurchströmung in allen im Fließweg vorgelagerten Ringleitungen erfolgt. Gegenüber dem aktuellen Installationsstandard (Reihenleitung) lag die mittlere Wasserwechselrate pro Tag in den untersuchten Ringleitungen einer Strömungsteiler-Installation bis zu vierzigfach höher.

Die Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass die vom Trinkwasser Kalt aufgenommene Wärme durch den intensiveren Wasserwechsel deutlich schneller abgeführt wurde und kälteres Trinkwasser aus der Steig-/Verteilungsleitung nachströmte als in den direkt vergleichbaren konventionellen Systemen. Der vollständige Austausch des Wasserkörpers in den Ringleitungen erfolgte in der Regel in deutlich weniger als einer Stunde. Damit wurde nicht nur ein Austrag der gegebenenfalls im Wasser befindlichen Bakterien, Metallionen, Weichmacher etc. erreicht, sondern auch die regelmäßige Abfuhr der aus der Umgebung aufgenommenen Wärme sichergestellt. Aus den über den Tag gleichmäßig verteilten Wasserwechseln ergibt sich für die untersuchten Strömungsteiler-Installationen gegenüber dem aktuellen Installationsstandard ein erheblich niedrigeres Temperaturniveau. Bei einer Umgebungstemperatur von 28 °C stellte sich im Wochenmittel die Temperatur des kalten

Trinkwassers bei den untersuchten Stockwerksinstallationen mit Reihenleitungen mit > 25 °C und bei den Strömungsteiler-Installationen mit < 23 °C ein [10].

In Gebäuden des Gesundheitswesens ist bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallationen zusätzlich die „Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“ [11] des Robert-Koch-Instituts (RKI) zu berücksichtigen. Darin wird gefordert, dass „für die Installation von Systemen [...] Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle anzustreben [sind].“ Die Warmwassertemperatur muss unmittelbar vor dem Mischen am Auslass noch mindestens 55 °C betragen.

Die vorgenannten Anforderungen des RKI haben dazu geführt, dass bei neueren Trinkwasserinstallationen in Gebäuden des Gesundheitswesens die Zirkulation des Warmwassers auch die Stockwerksleitungen umfasst. Mit dieser Maßnahme kann die Temperatur des Warmwassers in der gesamten Warmwasserinstallation bis zur Entnahmearmatur dauerhaft oberhalb von 55 °C gehalten werden. In so aufgebauten und betriebenen Warmwasser-Verteilungssystemen ist eine gesundheitlich relevante Belastung des Trinkwassers mit Krankheitserregern 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. Werden die zirkulierenden Warmwasserleitungen im unteren Bereich des Hohlraums einer Installations-Vorwand verlegt, erwärmt das kontinuierlich fließende Warmwasser die umgebende Luft. Der dabei entstehende Dichteunterschied der Luft zwischen dem unteren und oberen Bereich erzeugt eine zirkulierende Luftströmung, die den gesamten Hohlraum umfasst. In Abhängigkeit von den eingetragenen Wärmelasten aus dem Schacht und der Vorwand wird der gesamte Installationsraum auf eine weitestgehend einheitliche Temperatur von deutlich mehr als 25 °C erwärmt (Abbildung 7). Sofern die Kaltwasserleitungen in dem gleichen Hohlraum verlegt sind, wird das kalte Trinkwasser während einer Stagnationsphase den anstehenden Umgebungstemperaturen ausgesetzt. Es kann eine unzulässige Temperaturerhöhung des Kaltwassers in weni-

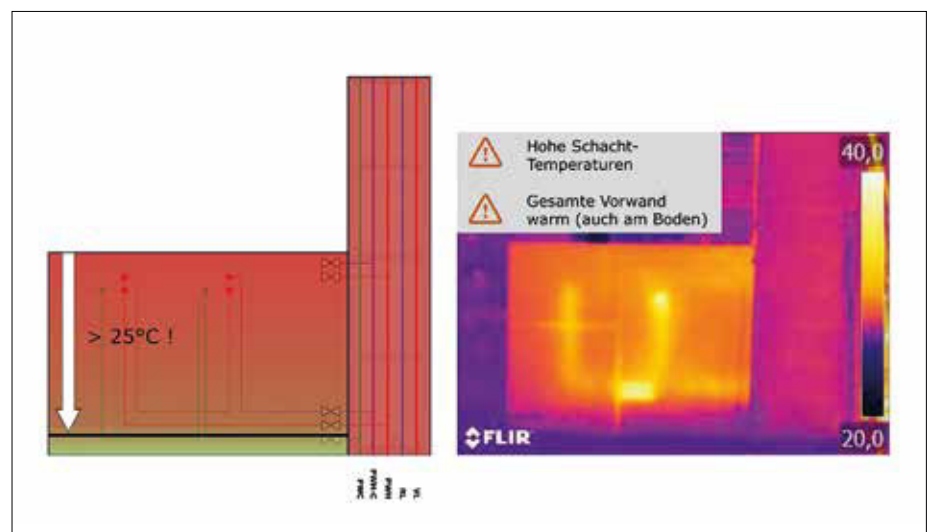


Abbildung 7: Thermografieaufnahme [12] einer Vorwandinstallation ohne thermische Trennung der Warmwasser- und Kaltwasserleitungen

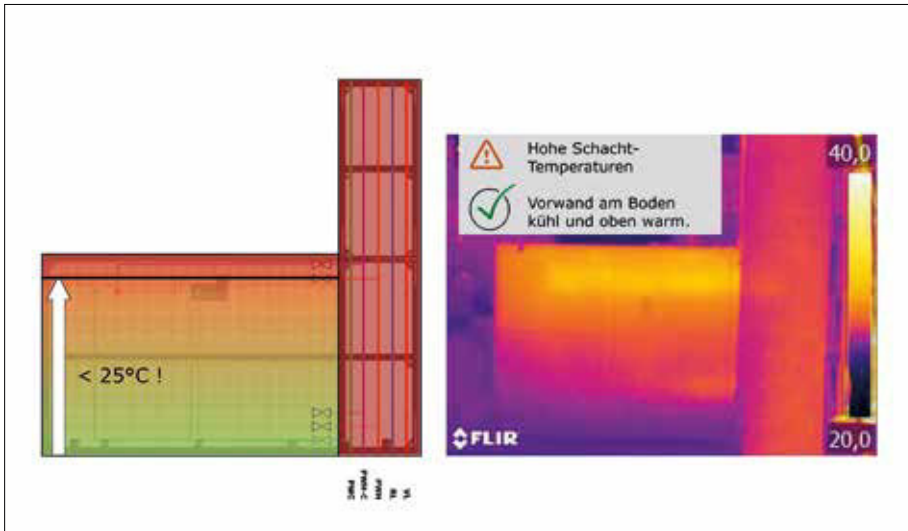


Abbildung 8: Thermografieaufnahme [12] einer Vorwandinstallation mit thermischer Trennung der Warmwasser- und Kaltwasserleitungen

gen Stunden auf über 25 °C nicht verhindert werden – trotz hochwertiger Dämmung der Kaltwasserleitungen.

Werden hingegen die Warmwasserleitungen in der oberen Zone der Vorwand

verlegt, wird der untere Bereich nicht mehr von der konvektiven Luftströmung erfasst. Er bleibt weitestgehend kalt (Abbildung 8) und empfiehlt sich so als Installationsraum für die Kaltwasserleitungen.

Zur Sicherstellung der thermischen Entkopplung müssen in einer Vorwandinstallation die zirkulierenden Warmwasserleitungen also immer oben und die Kaltwasserleitungen immer unten verlegt werden. Mit dieser Installationsregel können die Anforderungen des RKI erfüllt werden, ohne dass dadurch die Temperatur des kalten Trinkwassers unzulässig beeinflusst wird.

#### Thermische Entkopplung von wandmontierten Mischarmaturen

Bei einer Zirkulation des Warmwassers über Stockwerksleitungen bis unmittelbar vor die Zapfstelle können sich die Armaturenkörper wandmontierter Mischarmaturen auf über 30 °C erwärmen [13]. Dabei wirken die Armaturenkörper als Wärmebrücke bis zum Kaltwasseranschluss. Diese Überwärmung erschwert die Einhaltung der Forderung des Robert-Koch-Institutes, Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle anzustreben. Im Hinblick auf die Stagnationsvermeidung ist dies aber unbedingt einzuhalten, jedoch ist der unerwünschte Nebeneffekt der

# EIN FLAMMENDER APPELL FÜR STEINWOLLE

Vertrauen Sie bereits bei der Planung auf den vorbeugenden Brandschutz von ROCKWOOL Steinwolle. Bauen Sie auf die Sicherheit, die Ihnen unsere nichtbrennbaren Dämmstoffe bieten: Euroklasse A1, Schmelzpunkt > 1000 °C. Entscheiden Sie sich für das gute Gefühl, im Ernstfall alles zum Schutz von Menschen und Werten getan zu haben.

**Übernehmen Sie beim Brandschutz die 1000°C-Verantwortung!**



[www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)





Abbildung 9: Thermografieaufnahme einer thermisch entkoppelten und einer direkt angeschlossenen Entnahmearmatur

Erwärmung des Armaturenkörpers von Wandarmaturen als auch des zugehörigen Kaltwasseranschlusses zu vermeiden. Die notwendige thermische Entkopplung gelingt an dieser Stelle durch eine oberhalb der wandmontierten Mischarmatur verlegte PWH-/PWH-C-Leitung und eine max. 10 x DN kurze Einzelzuleitung (Stichleitung). Der Werkstoff dieser Stichleitung muss zudem eine möglichst geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Neu entwickelte Armaturenanschlussblöcke mit thermisch trennenden Bauteilen erfüllen diese Anforderungen. Sie lassen den warmwasserseitigen Anschluss an die Entnahmearmatur nur von oben und den kaltwasserseitigen nur von unten zu. Diese Maßnahmen stellen sicher, dass die Temperatur der Entnahmearmatur im Zirkulationsfall der Raumlufttemperatur entspricht und nicht mehr durch das zirkulierende Warmwasser beeinflusst wird (Abbildungen 9).

### Fazit

Der ständig wachsende Anteil immunschwacher Personen innerhalb der Bevölkerung stellt immer höhere Anforderungen an die Bereitstellung hygienisch einwandfreien Trinkwassers und erfordert die Entwicklung neuer, innovativer Konzepte. Die Prävention und Kontrolle fakultativer Krankheitserreger in der Trinkwasserinstallation in Gebäuden ist die große Herausforderung für alle, die Verantwortung für Gesundheit und Sicherheit tragen. Eine Herausforderung, die

Teambildung von Behörden, Bauherren, Planern, ausführenden Betrieben und Nutzern immer wichtiger macht.

Künftig sollte Ziel dieser Teams sein, die Trinkwasser-Installation so zu errichten, dass das kalte Trinkwasser auch nach Stagnationsphasen Temperaturen  $< 25\text{ °C}$  aufweist. Hierzu müssen jedoch die bisher üblichen Installationsgewohnheiten überdacht und grundlegend verändert werden. Leitungen für das kalte Trinkwasser dürfen dann nur noch in Installationsräumen mit Umgebungstemperaturen  $< 25\text{ °C}$  installiert werden. Ist das nicht möglich, kann die Temperatur des kalten Trinkwassers in den Stagnationsphasen nur durch zusätzliche Maßnahmen unter  $25\text{ °C}$  gehalten werden, beispielsweise durch temperaturgeführte Hygienespülungen.

Sowohl zur Reduzierung der Temperaturaufnahme des kalten Trinkwassers in Stagnationsphasen als auch zur Minimierung des Wasserinhalts des Rohrnetzes und zur Verminderung der Wärmeverluste des Zirkulationssystems sollten aus trinkwasserhygienischer aber auch aus wirtschaftlicher Sicht vertikal ausgerichtete Trinkwasserinstallationen bevorzugt realisiert werden. ◀

### Literatur:

[1] Exner M., Pleischl, S. und Engelhart, S.: Zur Entwicklung und Begründung von Maßnahmewerten für Legionellen in Hausinstallations-Systemen in Deutschland. Aspekte der Risikoregulierung, in:

- Umweltmed Forsch Prax 14 (4) (2009), S. 207–224.
- [2] Falkinham, J.O., Pruden, A. and Edwards, M.: Opportunistic Premise Plumbing Pathogens: Increasingly Important Pathogens in Drinking Water, in: Pathogens 2015, 4, S. 373–386.
- [3] DVGW W 270; Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung (November 2007).
- [4] Flemming, C., Kistemann, T., Bendinger, B., Wichmann, K., Exner, M., Gebel, J., Schaule, G., Wingender, J., Szwedzyk, U.: Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasserinstallation“, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010).
- [5] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 2, ausgegeben zu Bonn am 8. Januar 2018.
- [6] DVGW-Information WASSER Nr. 90, Informationen und Erläuterungen zu Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 551 (Juli 2016).
- [7] Lautenschlager, K., Boon, N., Wang, Y., Egli, T., Hammes, F.: Overnight stagnation of drinking water in household taps induces microbial growth and changes in community composition, in: water research 44 (2010), S. 4868–4877.
- [8] DIN 1988-200:2012-05 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW.
- [9] DIN EN 8062:2005 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2: Planung; Deutsche Fassung EN 806-2:2005.
- [10] Rickmann, L.: Einfluss neuer Konzepte bei Planung und Konstruktion von Trinkwasserinstallationen, in: Großgebäuden auf die hygienische Qualität des Trinkwassers, UMIT, (September 2014).
- [11] RKI Richtlinie Anforderungen der Hygiene an die Wasserversorgung Anlage zu Ziffer 4.4.6 und 6.7 der „Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen“.
- [12] Bäcker, C.: Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur thermischen Entkopplung in Trinkwasserinstallationen, Fachhochschule Münster (Labor für Haus- und Energietechnik) (2017).
- [13] Schreiner, Andrej: Wenn kaltes Wasser nicht kalt bleibt, in: SBZ 19/16 (Oktober 2016).

# Der Messeplatz Nummer 1 für intelligente Gebäudetechnik

Der Hot Spot für intelligente Lösungen in der Gebäudetechnik. Am Messeplatz Frankfurt erwartet Sie ein Ort voller Innovationskraft – mit den internationalen Herstellern für Ihr Projekt. Was immer Sie auch planen.



# Befestigungskonstruktionen für TGA-Gewerke im Anwendungsbereich der DIN EN 1090



Dipl.-Ing.  
Rolf Hackbusch,  
International Project  
Engineering,  
Sikla GmbH,  
Villingen-  
Schwenningen

Im vergangenen Jahrhundert gab es im Stahlbau eine Entwicklung, die zu einer grundlegenden Veränderung führte: Anlass war der Wunsch, auch leichte, tragfähige Profile unter anderem im Hallenbau einsetzen zu können – abgesehen von den bekannten traditionellen Profilen. Das führte zur Entwicklung von Profilen, die wir heute als dünnwandige, kaltgeformte Profile kennen.

Systemanbieter für Befestigungskonstruktionen wie das Unternehmen Sikla haben diese Erfahrungen aus dem Stahlbau übernommen und Produkte auf der Grundlage

kaltgeformter Profile mit einer Wandstärke von 3–4 mm entwickelt. Seit dem Jahr 2006 wurden diese Bauteile zunächst im Bereich des Industrie- und Anlagenbaus eingesetzt und Erfahrungen gesammelt.

In den vergangenen zehn Jahren erfolgte eine systematische weitere Entwicklung von Systemkomponenten und Profilen, um den vielfältigen Anforderungen des Marktes besser gerecht zu werden und neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Damit wurde die Möglichkeit eröffnet, auch Konstruktionen für Halterungen im TGA-Bereich liefern zu können, die bisher durch den Stahlbau erstellt wurden.

Größere Projekte im Hochbau erfordern heute Konstruktionen, die in der Lage sein müssen, Lasten aufzunehmen, die durchaus im Bereich von mehreren Tonnen liegen. Damit sind diese Konstruktionen als Tragwerke zu betrachten, wie sie in den einschlägigen Normen behandelt werden. Die in den Tragwerken verwendeten Produkte sind als tragend einzustufen, obwohl sie mit der tragenden Struktur von Bauwerken nichts zu tun haben.

## Veränderungen in Gesetzgebung und Normung

In den vergangenen Jahren hat sich die „Landschaft“ der Normen und Gesetze im Europäischen Binnenmarkt erheblich verändert, die einen starken Einfluss auf die Konstruktion, die Herstellung und den Einsatz von tragenden Bauteilen aus Stahl hat.

Zunächst wurde die Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) zum 1. Juli 2013 durch die europäische Verordnung Nr. 305/2011 (EU-BauPVO) abgelöst. Ein wesentliches Merkmal dieser Verordnung ist die Vereinheitlichung der Verfahren zur Nachweisführung, dass darunterfallende Produkte die entsprechenden Anforderungen erfüllen. Das kann entweder durch harmonisierte Normen oder als produktbezogene technische Bewertungen erfolgen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verpflichtung für die „Wirtschaftsakteure“, ihre Produkte mit dem CE-Kennzeichen zu versehen und damit die Konformität mit bestehenden Normen zu erklären.

Wesentlich für tragende Bauteile aus Stahl (und Aluminium) ist die DIN EN 1090. DIN EN 1090-1 regelt die Anforderungen an den Konformitätsnachweis unter anderem für Tragwerke aus Stahl. DIN EN 1090-2 beinhaltet die Regeln für die Herstellung und Ausführung von Stahltragwerken.

Da eine Norm immer im Zusammenhang mit anderen Regelwerken zu sehen ist, spielt der so genannte Eurocode für die Bemessung von Stahltragwerken eine wichtige Rolle. Für Konstruktionen aus Stahl bildet die DIN EN 1993 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten“ in den Teilen DIN EN 1993-1-1 „Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“ und DIN EN 1993-1-3 „Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche“ die Grundlage.

Weiterhin ist der nationale Anhang zu beachten, da jedes Mitgliedsland die Möglichkeit hat, in der Grundnorm gekennzeichnete Werte anzupassen und Verfahren zur Berechnung zu wählen. Für Projekte innerhalb des europäischen Marktes gilt der nationale Anhang des Aufstellungsortes.

Parallel zur Einführung der DIN EN 1090 hat das Deutsche Institut für Normung e.V. einen Kommentar zu DIN EN 1090-1 und



Abbildung 1: Unterkonstruktion für Aggregate



DIN EN 1090-2 in Auftrag gegeben. Dieser stellt eine gute Grundlage bei der Anwendung der Normen dar.

### CE-Kennzeichen für aus Stahl gefertigte Bauteile?

Die Frage, ob ein aus Stahl gefertigtes Bauteil mit dem CE-Kennzeichen zu versehen ist oder nicht, wird in einer „Lex 1090“ so beantwortet: „Jedes in einem Werk vorgefertigte Stahlbauteil, welches in den Anwendungsbereich von EN 1090-2 fällt und das Werksgelände verlässt, fällt auch unter den Anwendungsbereich von EN 1090-1 und muss infolgedessen mit CE-Kennzeichen versehen werden.“

Was bedeutet das konkret für Tragkonstruktionen aus Stahlbauteilen im TGA-Bereich?

1. Die Bauteile fallen in den Anwendungsbereich der BauPVO.
2. Die Bauteile (Profile und Verbindungsbauteile) sind als tragend einzustufen.
3. Aus den Bauteilen werden per Definition der Normen Tragwerke gebaut.
4. Die Bauteile werden aus Stahl hergestellt.

Aus Stahl gefertigte, kaltgeformte, dünnwandige, tragende Bauteile, die für Tragkonstruktionen der TGA-Gewerke verwendet werden, fallen somit in den Bereich der DIN EN 1090-1 und DIN EN 1090-2. Hersteller dieser Befestigungssysteme sind verpflichtet, werkseigene Produktionskontrollen (WPK) einzurichten und diese von einer notifizierenden Stelle zertifizieren und regelmäßig überwachen zu lassen. Für die betreffenden Bauteile sind Leistungserklärungen zu erarbeiten und zur



Abbildung 2: Zweidimensionale typische U-Jochkonstruktion

Verfügung zu stellen. Die Bauteile müssen mit dem CE-Kennzeichen versehen werden.

### Fazit

Hersteller von Befestigungssystemen bieten somit das gleiche Qualitäts- und Sicherheitsniveau, wie es in der Vergangenheit nur bei Stahlbauunternehmen der Fall war. Werden die genannten Anforderungen nicht eingehalten, birgt das ein geschäftliches Risiko: Es sind bereits Fälle bekannt geworden, in denen ein Rückbau und Austausch der be-

treffenden Bauteile angeordnet wurde bzw. Urteile gefällt wurden, die das Fehlen der CE-Kennzeichnung als Mangel eingestuft haben.

Die werkseigenen Produktionskontrollen der Firma Sikla für die Systeme siFramo und Simotec wurden im Jahr 2015 vom TÜV Rheinland LGA Bautechnik Nürnberg zertifiziert. In Vorbereitung der Zertifizierung wurden umfangreiche Versuche zur Ermittlung der Bauteileigenschaften durchgeführt, deren Ergebnisse gutachterlich ausgewertet wurden. ◀

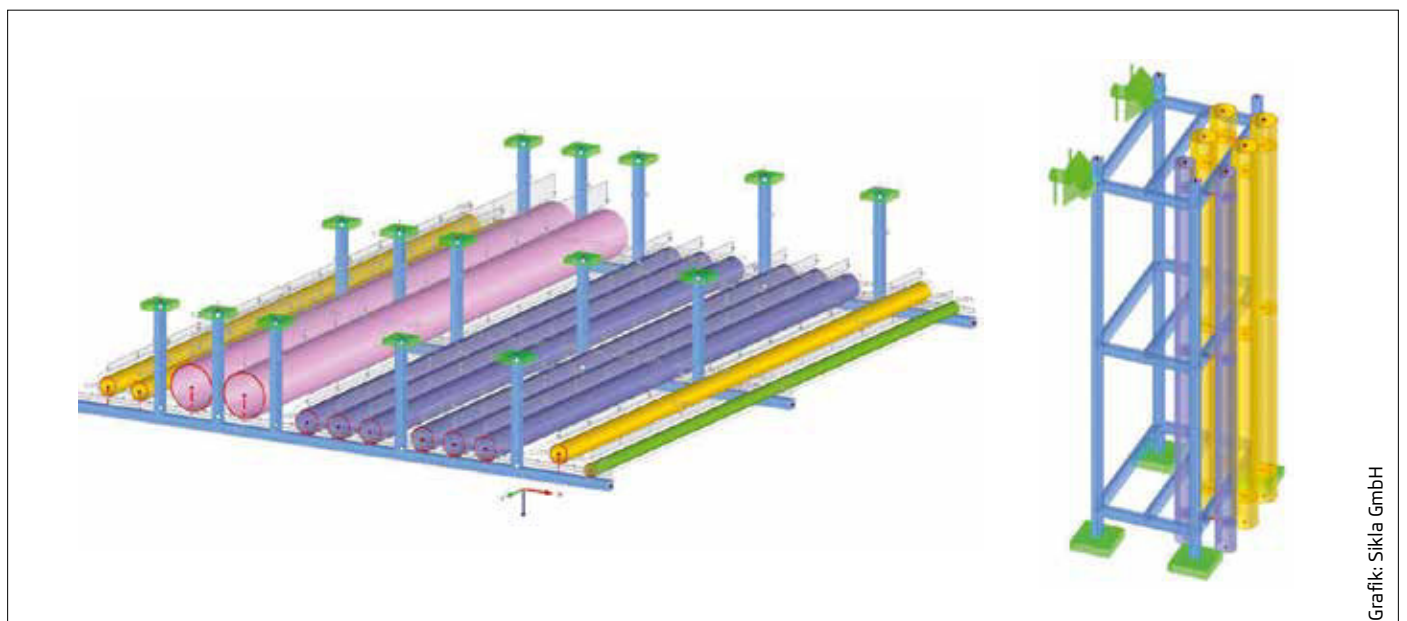


Abbildung 3: Die Bemessung der Tragkonstruktionen erfolgt nach dem Eurocode 3 mit einer validierten Software RSTAB der Firma Dlubal.

Grafik: Sikla GmbH

# Problemorientierte Hygienekonzepte

## Bestimmungsgemäßer Betrieb einer Trinkwasseranlage – ein unterschätztes Phänomen

*Das Vorkommen von Legionellen und Pseudomonas aeruginosa ist insbesondere in hydraulisch komplexen Trinkwasser-Installationen nicht eindeutig mit zentralen Probenahmen zu erfassen. Je verzweigter eine Trinkwasser-Installation konzipiert ist, desto umfangreicher muss die Beprobungsstrategie ausfallen, damit belastbare Ergebnisse gewonnen werden. Komplexität schafft damit Probleme. Als Konsequenz ist eine intelligente Auswahl der Steigestränge und deren zielführende Beprobung erforderlich, um die hygienische Situation für komplexe und weitverzweigte Trinkwassersysteme umfänglich und nachhaltig zu erfassen [1, 2].*



Dr. Christian Schauer,  
Leiter des  
Kompetenzbereichs  
Trinkwasser,  
Viega Technology  
GmbH & Co. KG,  
Attendorf

Falls nicht alle Steigestränge einer Trinkwasseranlage zum Beispiel aufgrund deren Größe beprobt werden, liegt die Verantwortung für dadurch übersehene Belastungen und de-

ren gegebenenfalls schwerwiegenden Folgen beim Unternehmer oder sonstigen Inhaber (UsI). Daher soll in diesem Fall die Auswahl der aus hygienischer Sicht ungünstigsten Probenahmestellen (also auch Steigestränge) nur durch hygienisch-technisch kompetentes Personal mit nachgewiesener Qualifikation erfolgen. Generell gilt dabei, unabhängig von der Frage der beprobten Stränge: Die volle Funktion der (gesamten) Zirkulation ist durch die Anlageninspektion und -wartung sicherzustellen. Daher erscheint es angemessen, umfangreiche Stockwerksleitungen ab 3 Liter Wasserinhalt wie Steigestränge zu behandeln. Die Bewertung kurzer, zirkulationsbegleiteter Steigeleitungen, die bis zu zwei Wohnungen versorgen und weniger als

3 Liter Wasser enthalten, erfolgt analog zu Stockwerksleitungen [3].

### Pseudomonas aeruginosa

Die kürzlich erschienene Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) zur erforderlichen Untersuchung und Risikoabschätzung von Pseudomonas aeruginosa [4] zeigt, dass insbesondere bei Baumaßnahmen (Neubau und bauliche Veränderungen) in der Trinkwasser-Installation Pseudomonas aeruginosa eingetragen werden kann. Daher leistet eine Untersuchung des Trinkwassers auf Pseudomonas aeruginosa einen Beitrag zur hygienischen Sicherheit (Besorgnisgrundsatz nach § 37 IfSG). Sie ersetzt die bisherigen Empfehlungen in Bezug auf Pseudomonas aeruginosa. Als Folge eines Eintrages ist die Besiedlung verschiedenster Materialklassen wie Edelstahl, Kunststoffe, Weich-PVC oder Dichtmaterialien möglich, wobei neue Materialien ohne bestehenden Biofilm stärker besiedelt werden als Oberflächen mit einem vorhandenen Trinkwasser-Biofilm. Neben den Gesundheitseinrichtungen kann in allen öffentlichen Einrichtungen eine Untersuchung auf Pseudomonas aeruginosa nach einer Risikoeinschätzung durch das Gesundheitsamt veranlasst werden.

Zur Absicherung einer einwandfreien Trinkwasserqualität wird daher empfohlen, die Trinkwasserbeschaffenheit im Leitungsnetz nach Neubau bzw. nach der Durchführung von Baumaßnahmen – beispielsweise Erneuerung von Leitungen und Bauteilen, Baumaßnahmen mit Leitungsöffnung – durch eine Untersuchung auf Pseudomonas aeruginosa zu kontrollieren. Diese Untersuchung soll vor Einbindung in die Versorgung erfolgen.



Abbildung 1: Für Trinkwasseranlagen in Krankenhäusern gelten verschärfte Anforderungen.





Abbildung 2: Schlank dimensionierte, durchgeschliffene innenliegende Ringleitungen oder Reihenleitungen sind ein entscheidender planerischer Beitrag zum Erhalt der Trinkwassergüte.

**Schlank dimensionieren**

Eine wichtige Voraussetzung für den Hygieneerhalt in Trinkwasseranlagen sind kurze Installationsstrecken mit geringem Leitungsvolumen und regelmäßig genutzten Verbrauchern, die der Stagnation und somit einer Kontamination entgegenwirken. Um eine Dimensionierung ohne hygienekritische „Vorratshaltung“ zu erreichen, sollte die Auslegung der Trinkwasseranlage in Abstimmung mit dem Bauherrn dezidiert bedarfsgerecht erfolgen. Aufgrund der sich

aus daraus ergebenden, schlank bemessenen Trinkwasserleitungen erhöht sich zwangsläufig die Durchströmungsgeschwindigkeit, was – als willkommener Nebeneffekt – auf jeden Fall eine bessere Beherrschung des vorhandenen Biofilms zur Folge hat. Wahrscheinlich kann sogar von einer geringeren Stärke des anhaftenden Biofilms im Rohrleitungssystem ausgegangen werden – in jedem Fall wird ein positiver Effekt auf den Erhalt der Trinkwassergüte erreicht (Abbildung 2).

Rohrleitungssysteme mit geringeren Druckverlusten ermöglichen zusätzlich eine kleinere Auslegung der Nennweiten. Das entspricht einer Vorgabe aus der DIN 1988-200: Die Planung und Ausführung einer Trinkwasser-Installation muss auch eine sparsame Wasserverwendung zum Ziel haben [5]. Außerdem begünstigt ein reduziertes Rohrleitungsvolumen wiederum den regelmäßigen Wasseraustausch – ein trinkwasser-hygienisch optimaler Zirkelschluss.

**Raubuch als Basis**

Grundlage einer solchen Planung ist das mit allen Beteiligten (Bauherr, Architekt, Planer der Trinkwasser-Installation usw.) abgestimmte und detaillierte Raubuch (siehe auch VDI 6028, Blatt 1) mit schriftlich festgehaltenen Nutzungsbeschreibungen der einzelnen Räume sowie dem erforderlichen Umfang der Trinkwasser-Installation unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfsermittlung. Betriebsanweisungen, Instandhaltungs- und Hygienepläne dazu sind bereits ab der Phase der Ausführungsplanung zu erstellen [6].

Die Rohrdurchmesser sind nach DIN 1988-300 zu berechnen. Die zu erwartenden Gleichzeitigkeiten der Trinkwasserentnahme werden in Abhängigkeit von den Angaben im Raubuch ermittelt, also von der definierten Art der zu erwartenden Nutzung. Dabei sollten Planer nach Möglichkeit aktuelle Erfahrungswerte aus vergleichbaren Objekten als belastbare Rechenbasis heranziehen (Abbildung 3).

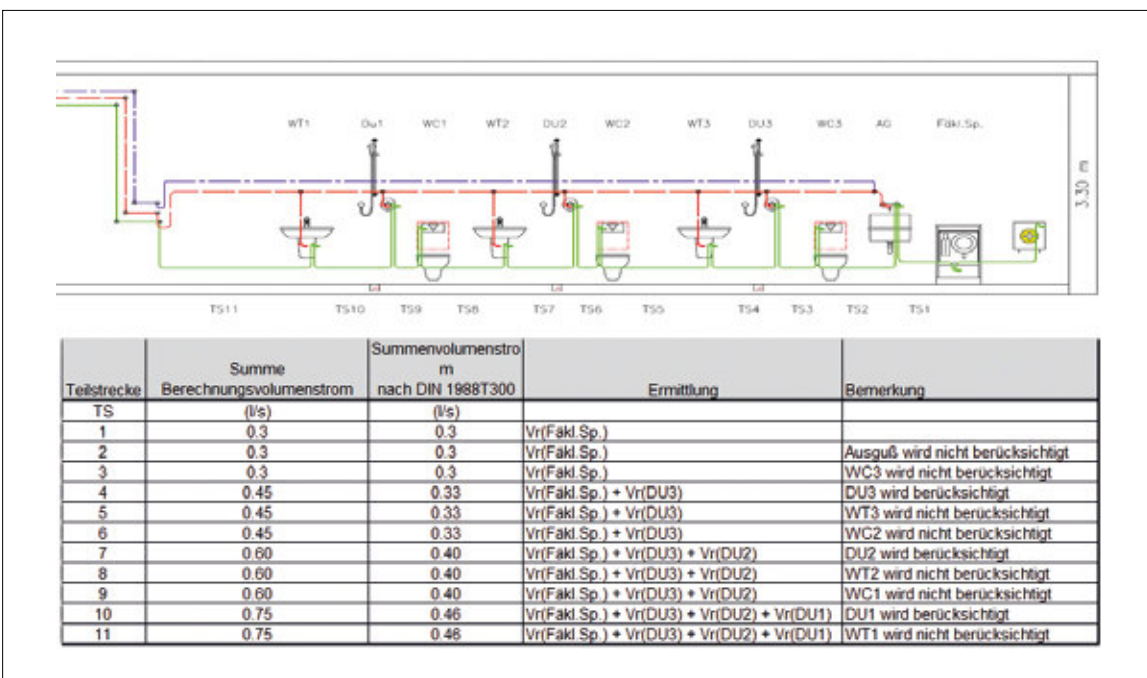


Abbildung 3: Über das Raubuch und in enger Abstimmung mit dem Bauherrn kann bedarfsgerecht der Ansatz der Gleichzeitigkeit reduziert werden, um das Volumen einer Trinkwasseranlage generell zu optimieren.



Abbildung 4: Zentraler Bestandteil des Trinkwasser-Hygieneconzepts des Allgemeinen Krankenhauses Celle: Die hoch komplexe Trinkwasser-Installation wurde in sanitärtechnische „Funktionseinheiten“ zerlegt und durch realistische Gleichzeitigkeiten „schlanker“ ausgelegt.

Welche positive Resonanz dieser Planungsansatz auf den Hygieneerhalt hat, zeigt exemplarisch der Neubau eines Gebäudetrakts des Allgemeinen Krankenhauses Celle [7]: Statt von den üblichen Pauschalwerten für die zeitgleiche Nutzung von Zapfstellen auszugehen, setzte der TGA-Planer die anzunehmenden Gleichzeitigkeiten herab. Denn gerade in Zimmern mit schwer erkrankten Patienten ist die Annahme unrealistisch, dass Waschtisch, Dusche und WC annähernd gleichzeitig genutzt werden und das auch noch regelmäßig. In Abstimmung mit der Krankenhausleitung wurde stattdessen ein empirisch belegter Durchschnittswert zu Grunde gelegt (Abbildung 4). So konnte die Rohrinnweite DN 40 nur noch für die Steigestränge vorgesehen werden. Die abgehenden Verteilungen sind für jeweils 45 Bäder ausreichend in DN 32 ausgeführt, absteigend auf DN 15 für die Anbindeleitungen. In der Summe ist dadurch das Trinkwasservolumen signifikant geringer als bei konventioneller Auslegung. Damit sinkt gleichzeitig das Stagnationsrisiko, weil im Normalbetrieb überall die notwendige Wasserdynamik gegeben ist.

### Bestimmungsgemäßer Betrieb zwingend

In der Betriebsphase ist von Anfang an ein fehlender Wasseraustausch in nicht oder nicht hinreichend genutzten Trinkwasserleitungen unbedingt zu vermeiden. Ansonsten besteht durch den fehlenden Wasseraustausch die erhöhte Gefahr einer mikro-

biellen Verunreinigung. Planungsziel der Auslegung muss sein, dass an jeder Stelle der Trinkwasser-Installation ein vollständiger Wasseraustausch durch Entnahme innerhalb von 72 Stunden stattfindet – also



Abbildung 5: In den Sanitäranlagen der APASSIONATA WORLD hält an den entferntesten Trinkwasserverbrauchern eine Viega Spülstation mit Hygiene+ Funktion den regelmäßigen Wasserwechsel aufrecht, wenn Nutzungsunterbrechungen erkannt werden.

spätestens alle drei Tage. Ein fehlender Wasseraustausch an einer Entnahmestelle von mehr als 72 Stunden Dauer gilt ansonsten als Betriebsunterbrechung [6].

Vorbildlich gelöst wurde das bei dem Neubau der APASSIONATA World in München. Den bestimmungsgemäßen Betrieb der Trinkwasseranlage auf dem gut fünf Hektar großen Gelände mit zahlreichen Gebäuden für und über Pferde sowie einem Showpalast mit 1.700 Zuschauerplätzen zu definieren, ist nicht einfach. Denn wie stark die zahlreichen Sanitäranlagen auf dem Gelände frequentiert werden, ist kaum einzuschätzen. An den jeweils weitest entfernten Zapfstellen wurden daher Spülstationen vorgesehen, die bei Nutzungsunterbrechungen den geforderten Wasseraustausch sicherstellen (Abbildung 5). Programmiert sind die Spülstationen deshalb auf eine maximale zulässige Zeit ohne Wassarentnahme von 72 Stunden. Dann werden sie automatisch ausgelöst. Die Spülmenge entspricht dabei dem Rohrleitungsvolumen, das gemäß vorheriger Simulationsberechnung von Stagnation betroffen ist. Ein unnötig hoher Wasseraustausch, der im Laufe des Lebenszyklus der Anlage viel Geld kosten würde, ist damit vermieden. Genauso wie undefinierte manuelle Spülungen, die außerordentlich hohe Betriebskosten verursachen würden.

### Risiko: Fremderwärmung von PWC

Das Zeitintervall ist also ein wesentlicher Indikator für die hygienischen Verhältnisse in einer Trinkwasseranlage. Ein zweiter, ebenso aussagekräftiger ist die in den Rohrleitungsnetzen warm / kalt (PWH / PWC) herrschende Temperatur.

- Im gesamten Warmwassersystem hat das Temperaturniveau über 55 °C zu liegen [6].
- Im gesamten Kaltwassersystem darf das Temperaturniveau 25 °C nicht überschreiten, von Hygienikern empfohlen ist ein oberer Richtwert von 20 °C [6].

Entsprechen die gemessenen Temperaturen nicht diesen Grenzwerten, ist von einer hygienekritischen thermischen Belastung des Trinkwassers auszugehen. Aufgrund des damit verbundenen möglichen Gesundheitsrisikos ist hierbei die Wiederherstellung der erforderlichen Temperaturen im Betrieb notwendig. Das kann unter anderem durch erhöhte Wasserwechsel, den hydraulischen Abgleich usw. erreicht werden [8].

Darauf vermehrt den Fokus zu richten, ist insofern wichtig, weil heute typische Bau- und Installationsweisen häufig Risiken für die Trinkwasserhygiene in puncto Tempera-

tureinhaltung bergen. Ein Beispiel dafür ist die Leitungsführung in abgehängten Decken, denn hier werden auch andere wärmeführende Medienleitungen verlegt. Hinzu kommen häufig Einbaustrahler in den Deckenpaneelen. So entstehen hohe Wärmelasten in den Hohlräumen. Diese Wärme geht dann auf das Trinkwasser kalt über – durch die vorgeschriebenen Dämmschichtdicken der Rohrleitungen zeitlich nur etwas verzögert. Auch die Bauräume von Trockenbauwänden sind dafür prädestiniert.

Sogar in den Entnahmemarmaturen selbst können bei falscher Installation hygienische Risiken für die Trinkwassergüte entstehen: Die kontinuierlich mit ca. 60 °C durchströmte Doppelwandscheibe erzeugt über die Armatur einen massiven Wärmeübertrag auf die „stehende“ Kaltwasser-Seite (Abbildung 6). So ergeben sich dort nach kurzen Stagnationszeiten schnell Temperaturen von mehr als 30 °C, die Verkeimungen begünstigen [9].

#### Maßnahmen bei Nutzungsunterbrechung

Unter diesen Gesichtspunkten ist gemäß VDI/DVGW-Richtlinie 6023-1 die „regelmäßige Kontrolle auf Funktion sowie die Durchführung der erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen für den betriebssicheren Zustand“ der Trinkwasseranlage „unter Einhaltung der zur Planung und Errichtung zugrunde gelegten Betriebsbedingungen (Nutzungshäufigkeiten, Entnahmemengen)“ eine zentrale Voraussetzung für den Erhalt der Trinkwassergüte. Die Richtlinie zeigt unter Punkt 7.2 zugleich einen Lösungsweg auf, wenn mit Nutzungsunterbrechungen, aber auch mit kritischen Temperaturabweichungen zu rechnen ist: Danach kann der bestimmungsgemäße Betrieb „gegebenenfalls durch simulierte Entnahme (manuelles oder automatisiertes Spülen)“ hergestellt werden.

Dieses manuelle oder automatisierte Spülen gilt vor allem für Trinkwasser kalt, denn die aktuelle Praxis zeigt, dass viele hygienische Probleme mittlerweile durch die Fremderwärmung des Kaltwassers über den gesamten Fließweg entstehen [2, 9, 10, 11].

Eine Möglichkeit, den bestimmungsgemäßen Betrieb in von Nutzungsunterbrechungen bedrohten Rohrleitungsabschnitten automatisiert zu unterstützen oder in sehr langen Trinkwasser-Einzelzuleitungen aufrecht zu erhalten, sind speziell in großen Trinkwasseranlagen Spülventile.

Steckerfertig vormontiert, verfügen die kompakten, installationsfertigen Einheiten dabei bereits werkseitig über Magnetventil, Strömungsschalter, Siphon mit Überlaufüberwachung und freien Auslauf sowie die

SH

ME

EL

Q

Unsere Reinnräume entstehen nach dem

# SHELMEQ®

Prinzip.

SHELMEQ® Reinnraum Technologie übernimmt, als modulare, definierte Leistungseinheit, die Verantwortung für die Einhaltung der Garantiewerte

**Reinheitsklasse**  
**Druckregime**  
**Raumtemperatur**  
**Raumfeuchte**  
**Beleuchtungsstärke**



**Daldrop + Dr.Ing.Huber**

SHELMEQ®  
Reinnraum Technologien

Daldropstraße 1  
7266 Neckartailfingen

[www.daldrop.com](http://www.daldrop.com)

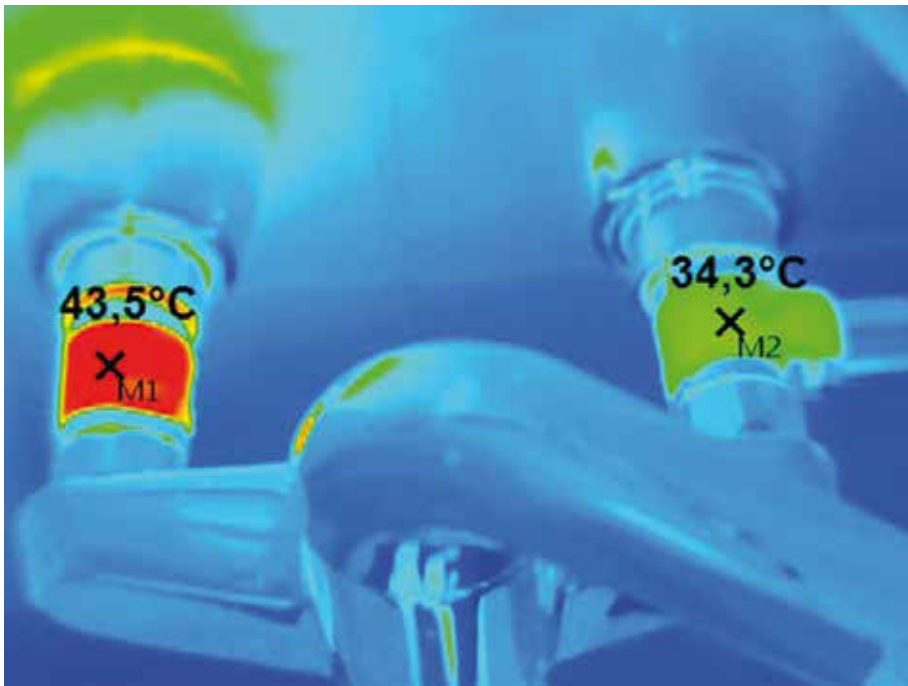


Abbildung 6: Unterschätztes Risiko: Durch die dauerhaft über die PWH-Zirkulation durchströmte Wandscheibe erwärmt sich die Entnahmematur, es kommt im Kaltwasser-Bereich zu hygienekritischen Temperaturen.

elektronische Steuerung. Beispielsweise kann das Viega Spülventil universal mit Hygiene+ Funktion in jede Leitung (DN 12 bis DN 80) eingesetzt werden – unabhängig von Druck und Dimension. Eine vorherige Auslegung der Komponenten entfällt also. Das Spülventil ist damit ideal für den auch nachträglichen Einsatz in Großanlagen, wie Hotels, Krankenhäusern oder Industrieanwendungen geeignet. Ausgelöst wird die bedarfsgerechte Hygienespülung durch einen Impuls über die Gebäudeleittechnik (GLT), über die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), über eine Zeitschaltuhr oder per Schlüsselschalter bzw. Taster. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, per SPS oder GLT auch Stör- und Betriebsmeldungen sowie weitere Meldeausgänge des Spülventils zu überwachen. Zu registrieren, ob zum Beispiel gerade eine Spülung läuft, erlaubt eine einfache Erfolgs- sowie Leckagekontrolle.

Für durchgeschleifte Reiheninstallationen oder frei innenliegende Ringleitungen, zum Beispiel auf der Etage eines Hotels, in einem Krankenhaus oder den Sanitäräumen öffentlicher Gebäude wie Turnhallen, bieten sich zur Unterstützung des bestimmungsgemäßen Betriebs alternativ auch WC-Betätigungsplatten mit Spülfunktion an. Sie werden in Kombination mit den passenden Unterputz-Spülkästen installiert und spülen nach der letzten manuellen Auslösung in regelmäßigen Intervallen – automatisch programmiert, exakt mit der Wassermenge, die

im vorgelagerten Rohrleitungsnetz PWC stagnationsgefährdet ist. Die Programmierung geschieht dabei ganz einfach durch den zugehörigen Magnetschlüssel.

#### Fazit

Die Ursachen für die Beeinträchtigung der Trinkwasserhygiene sind gerade in komplexen Trinkwasseranlagen in aller Regel vielschichtig – und lassen sich durch eine konventionelle Beprobungsstrategie ohne Beachtung der Anlagenspezifika auch nicht so einfach bestimmen. Zur Beurteilung der hygienischen Qualität einer Trinkwasseranlage ist daher eine ganzheitliche Betrachtung zwingend notwendig, bei der insbesondere weitverzweigten Rohrleitungssystemen und ihren fließweg-technischen Eigenheiten große Aufmerksamkeit zu widmen ist [2]. Nach der neusten UBA-Empfehlung soll bei Neubau bzw. nach der Durchführung von Baumaßnahmen die Trinkwasserbeschaffenheit im Leitungsnetz vor Einbindung in die Versorgung durch Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa* kontrolliert werden.

Die bedarfsgerechte, „schlanke“ Rohrleitungsdimensionierung auf der Grundlage eines Raumbuchs ist dabei ebenso zwingender Bestandteil wie die Aufrechterhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs oder die standardisierte Wartung aller hygiene-relevanten Installationskomponenten.

Komplettiert wird ein ganzheitliches, gebäudespezifisches Hygienekonzept schließ-

lich neben der anlagenspezifischen Beprobung und Absicherung von Einzelentnahmestellen durch eine intelligente Kombination von automatischen Spültechniken der Haupt- und Einzelleitungen in einer Trinkwasser-Installation. ◀

#### Literatur:

- [1] Schauer, C.: Probenahmestrategie zur Identifizierung von Kontaminationsquellen – Legionellenbelastung höher als vermutet, TGA-Fachplaner 8 (2017), S. 16-20.
- [2] Köhler, H.: Regelkreise sind wie Steigstränge zu behandeln – „Standard-Beprobung führt bei komplexen Trinkwasser-Installationen nicht zu belastbaren Ergebnissen!“, SBZ 8 (2017).
- [3] Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit; [www.lgl.bayern.de](http://www.lgl.bayern.de).
- [4] Umweltbundesamt (Hrsg.): Empfehlung des Umweltbundesamtes. Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser, Juni 2017.
- [5] Vgl. DIN EN 806-2 bzw. DIN 1988-200 „Planung“.
- [6] VDI/DVGW 6023: Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderung an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, April 2013.
- [7] Planerische Untergliederung in Funktionseinheiten – Trinkwasser-Anlage im Krankenhaus-Neubau wurde bis ins Detail hygieneoptimiert, IKZ Fachplaner Juli (2017), S. 2-6.
- [8] DVGW-Arbeitsblatt W 556: Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in Trinkwasser-Installationen; Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung, Dezember 2015.
- [9] Schulte, W.: Moderne Bautechnik – Risiken für die Trinkwassergüte, IKZ Sonderheft Trinkwasserhygiene 2017, S. 14-21.
- [10] Schauer, C.: Moderne Sanierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der Trinkwasserqualität – Teil 1, KTM Krankenhaus Technik Management 7-8 (2018), S. 43-46; Teil 2, KTM 9 (2014), S. 45-48.
- [11] Köhler, H.: Schleifen sind nicht immer „chic“ SBZ 13 (2014), S. 40-43.



# SICHER UND EFFIZIENT ABSCHOTTEN

Hilti Brandschutz



## **Know-how und Service im baulichen Brandschutz.**

Hilti bietet maßgeschneiderte Brandschutzlösungen für den vorbeugenden baulichen Brandschutz und unterstützt die Anwender mit technischer Beratung und Brandschutz-Schulungen. Dank eigenem Brandschutz-Kompetenzzentrum, in dem Brandschutz-Produkte entwickelt, getestet und auch produziert werden, kann Hilti gezielt auf Kundenanforderungen reagieren.





Das neue Verwaltungsgebäude der Vector Informatik GmbH in Stuttgart-Weilimdorf

## Nachhaltige Energie für IT-Unternehmen

### Hocheffiziente Kombination von Geothermie und Flächentemperierung

*Für eine möglichst nachhaltige Energieversorgung ihres neuen, repräsentativen Verwaltungsgebäudes setzte die Vector Informatik GmbH auf eine bewährte Systemlösung in neuen Dimensionen. Eines der größten Geothermiefelder in Süddeutschland speist zwei reversible Großwärmepumpen, die im Dualbetrieb gleichzeitig heizen und kühlen können. Darauf aufbauend sorgen mehr als 10.000 m<sup>2</sup> Heiz- und Kühldecken im gesamten Gebäude für eine hohe Behaglichkeit bei maximaler Energieeffizienz.*



Michaela Freytag,  
Leiterin  
Unternehmens-  
kommunikation,  
Uponor GmbH,  
Haßfurt

Als anerkannter Partner bei der Entwicklung von Embedded Electronics für Hersteller und Zulieferer der Automobilindustrie kann die Vector Informatik GmbH auf eine beeindruckende Erfolgsgeschichte zurückblicken.

Auch fast 30 Jahre nach der Firmengründung wächst das Unternehmen mit ungebrochener Dynamik. An 24 Standorten weltweit arbeiten tagtäglich mehr als 1.900 Mitarbeiter an den elektronischen Innovationen für die Mobilität von morgen. Um Raum für 650 neue Mitarbeiter zu schaffen, wurde am Hauptsitz in Stuttgart-Weilimdorf ein neues Verwaltungsgebäude mit einer Nutzfläche von 21.000 m<sup>2</sup> errichtet. Zusammen mit den bereits bestehenden Gebäuden bildet es den „Vector Campus“.

Der Bauherr verfolgte einen ganzheitlichen und nachhaltigen Anspruch, der sich auch in der Gestaltung und Weiterentwicklung des Arbeitsumfelds wiederfindet. So gibt es in dem innovativen Gebäude keine Großraumbüros, sondern individuell auf die Bedürf-

nisse der einzelnen Teams zugeschnittene Arbeitsbereiche mit flexiblen Grundrissen. Offene, großzügig gestaltete Kaffeeküchen dienen zusätzlich als Kommunikationsinseln. Dazu kommen ein Auditorium und ein Seminarbereich, wo auf etwa 1.000 m<sup>2</sup> Veranstaltungen mit mehr als 200 Besuchern stattfinden können. Architektonischer Höhepunkt ist das 500 m<sup>2</sup> große Atrium, das sich mit 18 Metern Höhe über alle vier Etagen erstreckt.

#### Umweltschonendes Energiekonzept

Im Zentrum der nachhaltigen Ausrichtung des Verwaltungskomplexes steht das umfassende und bis ins Detail durchdachte Energiekonzept. Dabei sollte der ökologische Fußabdruck durch optimale Rahmenbedin-



gungen von vornherein so klein wie möglich gehalten werden. Dementsprechend wurde ein breites Spektrum von energiesparenden Maßnahmen integriert: von der weitgehend natürlichen Belichtung aller Büros über die Dreifach-Verglasung des gesamten Gebäudes bis hin zu einer 1.400 m<sup>2</sup> Photovoltaikanlage. Im Foyer sorgen zudem senkrecht vor der großen Südfassade aufgehängte und drehbare Glaslamellen für eine kontrollierte Sonneneinstrahlung.

Das wesentliche Element des Energiekonzepts ist allerdings die hocheffiziente und umweltschonende Nutzung von Erdwärme für die Heizung und Kühlung des gesamten Gebäudes. Dazu wurde eines der größten Geothermiefelder in Süddeutschland angelegt: Insgesamt 71 Erdwärmesonden mit einer Länge von jeweils 96 m dienen als Wärmequelle und -senke für zwei Großwärmepumpen, die für den gleichzeitigen Heiz- und Kühlbetrieb optimiert sind. Diese Energiezentralen versorgen wiederum mehr als 10.000 m<sup>2</sup> Heiz- und Kühldecken, die in den Arbeits-, Sozial- und Schulungsbereichen ganzjährig angenehme Raumtemperaturen sicherstellen. Außerdem wird über die Wärmepumpen Kälte für den Serverraum und die Küche des Betriebsrestaurants geliefert.

Gleichzeitig sorgen sechs in der Technikzentrale und auf den Dächern installierte RLT-Anlagen mit einer Gesamtluftleistung von 146.000 m<sup>3</sup>/h für den hygienisch notwendigen Luftwechsel in allen Gebäudeteilen. Die Geräte verfügen über einen hohen Wärmerückgewinnungsgrad von 80 Prozent, sodass die Luft für die geforderte Zulufttem-

peratur von 20 °C nur in relativ geringem Umfang nacherhitzt bzw. gekühlt werden muss. Um eine Kondensatbildung an den Kühldecken zu verhindern, wird die Außenluft im Sommer zusätzlich entfeuchtet. Den hierfür eigens eingerichteten Niedertemperatur-Kühlkreislauf (6 °C VL / 12 °C RL) speist eine separate 850 kW Kältemaschine. Deren Abwärme wird über zwei Rückkühler mit einer Leistung von jeweils 570 kW abgeführt, die sich darüber hinaus auch zur freien Kühlung einsetzen lassen.

Die Warmwasserbereitung für den gesamten Komplex erfolgt vorrangig über ein Solarthermiefeld mit einer Gesamtkollektorfläche von 138 m<sup>2</sup>, das von einem 250 kW Brennwertkessel unterstützt wird. Ein weiterer Brennwertkessel mit einer Leistung von 575 kW speist zudem den Heizkreislauf (42 °C VL / 32 °C RL) für die Vor- und Nacherhitzer in den RLT-Anlagen. Insgesamt ergibt sich so aus den verschiedenen Anlagenkomponenten ein hocheffizientes Gesamtsystem, das nicht nur alle Anforderungen an die Behaglichkeit und Hygiene erfüllt, sondern darüber hinaus auch den Energieverbrauch und die Betriebskosten auf einem sehr geringen Niveau hält.

#### Großwärmepumpen mit COP größer 11

Maßgeblich verantwortlich für die hohe Effizienz der Energieversorgung sind die beiden Großwärmepumpen in Verbindung mit den großflächig eingesetzten Heiz- und Kühldecken. Mit dieser Kombination hatte der Bauherr bereits bei vorherigen Projekten sehr gute Erfahrungen gesammelt und sich daher

auch im neuen Verwaltungsgebäude für diese Systemlösung entschieden. So übernehmen zwei maßgefertigte Geozent Profi Energiezentralen mit einer Leistung von jeweils 200 kW nicht nur die Wärme- und Kälteerzeugung, sondern das komplette Energiemanagement rund um den Hochtemperatur-Kältekreis (16 °C VL / 18 °C RL), den Niedertemperatur-Heizkreis (35 °C VL / 25 °C RL) sowie das Geothermiefeld. Die vergleichsweise hohe Spreizung auf der Wärmeseite rührt daher, dass dort in geringerem Umfang auch Fußbodenheizungen und statische Heizkörper eingebunden sind – etwa für die WC-Kerne. Die Heiz- und Kühldecken als Hauptverbraucher arbeiten mit 35 °C Vorlauf und 31 °C Rücklauf.

Abhängig vom Wärme- und Kältebedarf wählen die Geozent Profi Energiezentralen immer die energieeffizienteste Betriebsweise und schonen gleichzeitig das Geothermiefeld so weit wie möglich. Priorität hat dabei der so genannte Dualbetrieb, mit dem sich Heiz- und Kühlanforderungen im Gebäude gleichzeitig abdecken lassen – beispielsweise in den Übergangszeiten oder bei der Serverraumkühlung. Für diesen Prozess wurden zwei zusätzliche Pufferspeicher (5.000 l Heizen / 6.400 l Kühlen) eingebunden, die als Wärmequelle bzw. -senke für die Kälteerzeugung dienen, während das Geothermiefeld nur unterstützend den Wärme- oder Kälteüberschuss ausgleicht. Auf diese Weise erreichen die Anlagen im Dualbetrieb einen sehr hohen COP von größer 11.

Ist ausschließlich Kälteleistung gefordert, arbeiten die Großwärmepumpen möglichst



Das Atrium erstreckt sich über alle vier Etagen.



Die beiden maßgefertigten Energiezentralen versorgen mehr als 10.000 m<sup>2</sup> Heiz- und Kühldecken.



Im Auditorium sorgt eine 500 m<sup>2</sup> große Heiz- und Kühldecke in Holzoptik für angenehme Temperaturen.

### Hohe Behaglichkeit bei flexibler Raumaufteilung

Die Temperierung des Gebäudes erfolgt nahezu ausschließlich mit Hilfe von Heiz- und Kühldecken, die für eine optimale Behaglichkeit bei gleichzeitig sehr hoher Energieeffizienz sorgen. Abgestimmt auf die seitens der RLT-Anlagen bereitgestellte Zulufttemperatur von 20 °C, wurden für die Deckensysteme Auslegungstemperaturen von 26 °C im Sommer und 22 °C im Winter festgelegt. Dabei übernahm Zent-Frenger in enger Abstimmung mit dem Planungsbüro die komplette Umsetzung von der Planung über die Installation bis hin zur Inbetriebnahme. So haben die Experten des zur Uponor Gruppe gehörenden Herstellers ab dem jeweiligen raumseitigen Übergabepunkt die komplette Registerauslegung übernommen, um die geforderten Heiz- und Kühlleistungen in den einzelnen Gebäudeabschnitten sicherzustellen.

Wichtig war dabei vor allem, die Flexibilität bei der Raumaufteilung auch im Zusammenspiel mit den Heiz- und Kühldecken vollständig zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden in den Bürobereichen auf einer Fläche von insgesamt 10.000 m<sup>2</sup> Varicool Spectra M Bandrasterdecken mit einer Heizleistung von 62 W/m<sup>2</sup> sowie einer Kühlleistung von 75 W/m<sup>2</sup> installiert. Die einzelnen Bandraster sind abwechselnd 10 und 15 cm stark und ziehen sich über eine Tiefe von 6 m vom Flur bis kurz vor die Fassade. Gemeinsam mit den 1.469 x 491 mm großen Metalldeckenplatten ergibt sich so ein Bauraster, in das leichte Raumtrennwände problemlos flexibel eingesetzt werden können – ohne dabei das Deckenbild zu stören.

Darüber hinaus spielte für den Bauherrn auch die Konstruktionsweise der Heiz- und Kühlelemente eine große Rolle. Um eine hohe Stabilität zu gewährleisten, wurde eine Variante mit Magnettechnik gewählt, bei der die Stahlblech-Deckenverkleidung unter dem Register haftet. Durch zusätzlich eingebaute U-Tragschienen wird dabei die Durchbiegung auf ein Minimum reduziert, was eine einwandfreie Optik der großen Deckenflächen sicherstellt. Zudem ist die Gefahr einer Beschädigung deutlich geringer, weil die Platten erst nach Abschluss aller anderen Arbeiten montiert und ausgerichtet werden. Und falls doch etwas passieren sollte, ist ein Austausch selbst im laufenden Betrieb problemlos möglich.

### Außergewöhnliche Deckengestaltung

Eine interessante Herausforderung ergab sich, als mit dem Auditorium ein Aushängeschild des Neubaus im Nachgang noch kom-



Die repräsentative Skylounge wurde komplett mit einer Metalldecke in Sonderausführung ausgestattet. Die Speziallackierung und die homogene Deckenfläche mit Nullfuge tragen maßgeblich zum exklusiven Ambiente bei.

im Naturalkühlbetrieb. Sobald das Temperaturniveau im Geothermiefeld ausreicht, wird die überschüssige Wärme aus dem Gebäude ohne Nutzung der sauggasgekühlten Schraubenverdichter direkt an das Erdreich abgegeben. Da so nur noch die Antriebsenergie für die Heizungs- und Soleumwälzpumpen benötigt wird, sinken die Betriebskosten erheblich. Aber selbst beim reinen Kühlen oder Heizen erreichen die Wärmepumpen aufgrund der bedarfsgeführten Leistungsanpassung mit einem EER von 6,20 und einem COP von 4,55 hohe Effizienzwerte.

Darüber hinaus wurden die Anlagen komplett vorkonfiguriert und anschlussfertig mit einer integrierten Hydraulik geliefert. Durch

die geschickte Verschaltung von Wärmeübertragern, drehzahlregulierten Pumpen und allen erforderlichen Regel- und Stellorganen können die Maschinen alle Betriebszustände selbst abdecken und regeln. Eine aufwendige externe Hydraulik ist nicht notwendig. Zwischen Energiezentrale, Pufferspeicher und Geothermiefeld musste lediglich die Rohrleitungsinstallation umgesetzt werden. Mit Hilfe der integrierten Prozessvisualisierung lassen sich zudem alle Betriebsabläufe der Energiezentrale entweder über das zentrale Servicecenter des Herstellers oder vom Kunden selbst standortunabhängig nachvollziehen. Auf dieser Basis findet auch eine umfassende Fernbedienung, -wartung und -optimierung der Anlagen statt.





plett in einer edlen Holzoptik gestaltet werden sollte. Schließlich herrschen dort bei bis zu 200 Besuchern sehr hohe Anforderungen hinsichtlich der Temperierung – insbesondere was die Kühllasten angeht. Hier war die neu eingeführte, fugenlose Varicool Special Solutions Heiz- und Kühldecke eine optimale Lösung. Das System besteht aus perforierten und geschlitzten Gipsfaserplatten, die mit einem Echtholzurner versehen sind. Auf der Rückseite werden die Heiz- und Kühlregister angebracht. So konnte im Auditorium

eine Gesamtfläche von 500 m<sup>2</sup> an Wand und Decke mit einer Heizleistung von 54 W/m<sup>2</sup> und einer Kühlleistung von 68 W/m<sup>2</sup> ausgerüstet werden.

Höchste Ansprüche stellte das IT-Unternehmen auch an die Gestaltung der repräsentativen Skylounge. Dieser exklusive Aufenthaltsbereich in der 3. Etage wurde komplett mit einer Varicool Spectra M Metalldecke in Sonderausführung ausgestattet. Neben der genau auf den Raum abgestimmten Speziallackierung wurden die Heiz- und

Kühlelemente in einem Klemmsystem mit einer Nullfuge befestigt. So entsteht eine homogene Deckenfläche, die zudem von den Schlitzdurchlässen der Lüftung symmetrisch aufgeteilt wird. Zur Befestigung der hochwertigen Stahlblech-Verkleidung an den Registern kommt auch hier die Magnettechnik zum Einsatz. Ein bemerkenswertes Detail ist dabei der absenkbarer Projektor, der auf einer nicht aktivierten Metallplatte installiert wurde und im hochgefahrenen Zustand nahtlos in der Decke verschwindet. ◀

## Herausragende Details

In großen Bauprojekten, wie dem neuen Vector Verwaltungsgebäude, ergibt sich eine Vielzahl an technischen und architektonischen Herausforderungen. Im Folgenden werden kurz und knapp einige besondere Detaillösungen rund um die Heiz- und Kühldecken vorgestellt:

### Runde Ecken

Die Bandrasterdecken folgen in den Eckbüros dem runden Verlauf der Fassade. Dafür wurden die inaktiven Heiz- und Kühlelemente am Rand maßgefertigt und von Hand befestigt.



### Gebäudeverbindungen

Die Stege im Atrium wurden ebenfalls mit speziell aufgehängten Kühldecken bestückt. Sie sorgen dort gemeinsam mit dem ausgeklügelten Sonnenschutz und der Lüftung für angenehme Temperaturen.



### Abwechslungsreiche Decke

Im großen Besprechungsraum wurde die komplett aktive Metallkühldecke auf zwei Ebenen umgesetzt. Dieser architektonische Kniff lockert die Deckenlandschaft auf und sorgt so auf einfache Weise für eine abwechslungsreiche Gestaltung.



### Hitzefreie Brücken

Nach der Fertigstellung zeigte sich, dass sich die Brücken zu den Bestandsgebäuden bei starker Sonneneinstrahlung schnell aufheizen. Dem wirken zusätzlich installierte Kühlregister entgegen, die durch eine schwarze Sonderlackierung komplett unsichtbar bleiben.



### Nahtlose Übergänge

In den großzügigen Übergangszonen wurden immer wieder nahtlose, unsichtbare Übergänge zwischen aktiven und inaktiven Deckenbereichen realisiert.

# Hygiene für unser wichtigstes Lebensmittel Trinkwasser

*Trinkwasser kann wie jedes andere Lebensmittel verderben. Besonders großen Einfluss darauf hat die Trinkwasser-Installation. Sie ist die „Verpackung“, die das Wasser vom Hausanschluss zu den einzelnen Entnahmestellen führt – hygienisch und genusstauglich, gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV). Deshalb dürfen weder der Betrieb noch die eingesetzten Materialien der Trinkwasser-Installation die Wassergüte beeinträchtigen.*



Florian Wiemeyer  
B.Eng.,  
Oventrop  
GmbH & Co. KG,  
Olsberg

wasser chemischen und mikrobiellen Einflussfaktoren, welche die Wasserqualität massiv beeinträchtigen können:

- Eingesetzte Installationskomponenten wie Rohre, Verbinder und Armaturen beeinflussen die Trinkwasserqualität. In der Trinkwasserverordnung (TrinkwV § 6, Abs. 2, Anlage 2) sind die Eigenschaften für die Komponenten definiert. Das Um-

weltbundesamt (UBA) führt außerdem eine so genannte Positivliste für metallene Werkstoffe, die in Kontakt mit Trinkwasser als unbedenklich eingestuft sind. Diese Liste wird regelmäßig aktualisiert.

- In großzügig ausgelegten Trinkwasser-Installation und bei Nutzungsunterbrechungen kommt es in Trinkwasseranlagen häufig zur Stagnation.

Trinkwasserhygiene ist nur über einen umfassenden systemischen Ansatz zu gewährleisten. Dabei werden die Trinkwasser-Installation und die in ihr bestehenden Wechselbeziehungen aus Wasserqualität und Wasserdynamik, Temperaturbedingungen und Nutzerverhalten in ihrer Gesamtheit betrachtet. Erst dann lässt sich ein optimales Maßnahmenpaket aus Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit entwickeln, das den Erhalt der Trinkwassergüte in einer Trinkwasser-Installation tatsächlich dauerhaft und zuverlässig sichert.

## Herausforderungen der Trinkwassertechnik

Trinkwasser-Installationen wurden ursprünglich nur unter dem Aspekt des Versorgungskomforts geplant und ausgebaut. Früher galt beispielsweise die etagenweise Versorgung mit Kaltwasser als eine Errungenschaft im Geschosswohnungsbau. Heute ist eine ständige Versorgung mit warmem und kaltem Trinkwasser in Küche, Bad, Hobbyraum, Waschküche oder gar der privaten Sauna selbstverständlich. Dieser Komfortanspruch führt zu weitverzweigten, komplexen Rohrleitungsnetzen für kaltes Trinkwasser (PWC) und warmes Trinkwasser (PWH). In diesen Rohrleitungen unterliegt das Trink-



Abbildung 1:  
Trinkwasserhygiene benötigt eine Rundum-Versorgung für Trinkwassertechnik.



# Weiches WunschWasser für die Gebäudetechnik

Einzigartig:  
mit Vollautomatik!



Der JUDO i-soft TGA mit i-guard Sensortechnologie und adaptiver Steuerung. Für bis zu 200 Wohneinheiten.

Intelligent: WunschWasser per Tastendruck. Die Anlage passt die Verschnittwassermenge automatisch an. Auch bei schwankenden Wasserhärten.

Modular: mehrere DVGW-geprüfte Einzelmodule

Hygienisch: stagnationsfreier Betrieb, fertig befüllte Enthärterssäulen

Kinderleicht: die Inbetriebnahme



JUDO Wasseraufbereitung GmbH  
Hohreuschstraße 39-41 · D-71364 Winnenden  
Telefon 07195 692-0 · Fax 07195 692-110  
E-Mail: info@judo.eu · www.judo.eu

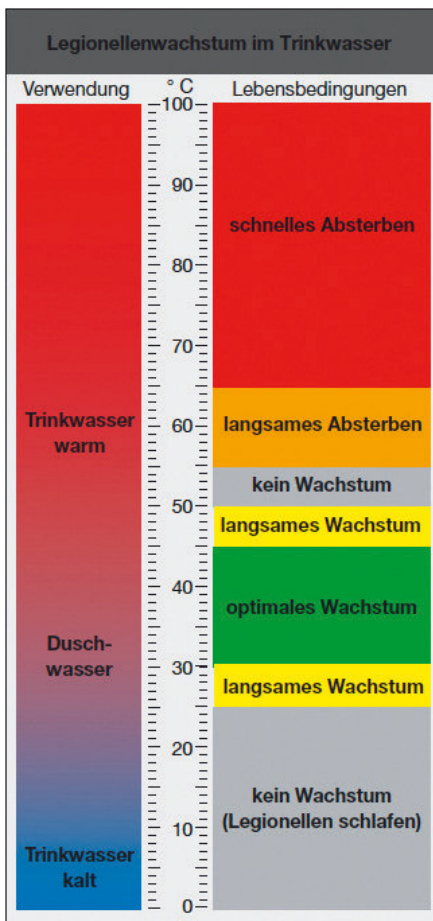


Abbildung 2: Wachstum von Legionellen im Trinkwasser in Abhängigkeit von der Temperatur

- In überdimensionierten Rohrleitungen wird das Trinkwasser zudem an den Rohrwandungen weniger häufig ausgetauscht als im dynamischen fließenden Kernstrom. An den Rohrwandungen entsteht ein Biofilm – das Trinkwasser kann verkeimen.
- Durch Stagnation kühlt sich das Warmwasser ab, während sich das Kaltwasser erwärmt. Das Wasser gelangt dadurch in einen hygienekritischen Temperaturbereich und die Gefahr einer mikrobiellen Belastung des Trinkwassers steigt, beispielsweise mit Legionellen.

Vermeiden lassen sich derartige hygienekritische Wechselwirkungen nur durch einen umfassenden Planungsansatz sowie die passenden Produkt- und Systemlösungen, beispielsweise das „Aquanova-System“ von Oventrop.

## Richtlinien und Normen

Nach DIN 1988-200 soll die Temperatur für Kaltwasser 25 °C nicht über- und die für Warmwasser 55 °C nicht unterschreiten. In Zirkulationssystemen muss ein  $\Delta t$  von 5 K zwischen Speicheraustritt und -eintritt ein-

gehalten werden. Dies kann nur durch einen umfassenden Planungsansatz erreicht werden.

Die Dimensionierung der Trinkwasser-Installation erfolgt auf der Grundlage eines mit dem Bauherrn bzw. Nutzer abzustimmenden Lastenheftes (Stichwort: „Raumbuch“ gem. DIN 1988-200).

Zusätzlich tragen internationale und nationale Normen sowie Regelwerke zum Erhalt der Trinkwassergüte bei. Dazu gehören beispielsweise die DIN EN 1717 und die DIN EN 806 mit den nationalen Ergänzungen durch die DIN 1988.

In diesem Zusammenhang muss auch die VDI/DVGW 6023 erwähnt werden. „Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen“ werden hier angesprochen. Mit der VDI 6000 „Ausstattung von und mit Sanitärräumen“ sowie VDI 6003 „Trinkwassererwärmungsanlagen – Komfortkriterien und Anforderungsstufen für Planung, Bewertung und Einsatz“ leistet der VDI ebenfalls einen maßgeblichen Beitrag zur Qualitätssicherung von Trinkwasser-Installation.

## Planung, Umsetzung und softwaregestützte Auslegung

Bei jeder Planung müssen Nutzungsunterbrechungen als ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor beachtet werden: In einem Hotel können das beispielsweise Zimmer sein, die tage- oder wochenweise unbelegt sind, in einem Mehrfamilienhaus der monatelange Leerstand einzelner Wohnungen und bei Sporthallen die Ferienzeiten. In jedem Fall ist der bestimmungsgemäße Betrieb dann nicht mehr gegeben, sodass Verkeimungsgefahr durch Stagnation besteht.

Die gefährdeten Bereiche müssen gezielt abgesichert werden. Das geschieht durch programmierbare Spülsysteme, die Teilschnitte des Systems automatisch spülen – je nach Anforderung über Zeit oder Temperatur.

Bei einer softwaregestützten Auslegung wird mit normgerechten Gleichzeitigkeiten gearbeitet. So kann zum Beispiel in einer praxisgerechten Auslegungssoftware bei hygienisch sensiblen Installationen der berechnete Volumenstrom händisch reduziert werden: Anstelle der Gleichzeitigkeiten für Dusche und Badewanne wird rechnerisch nur einer der Verbraucher dem tatsächlichen Nutzungsverhalten entsprechend berücksichtigt. Bei der Auslegung führt die rechnerische Beschränkung je Verbraucher automatisch zu kleineren Rohrnennweiten und unterstützt dadurch den regelmäßigen Wasseraustausch.

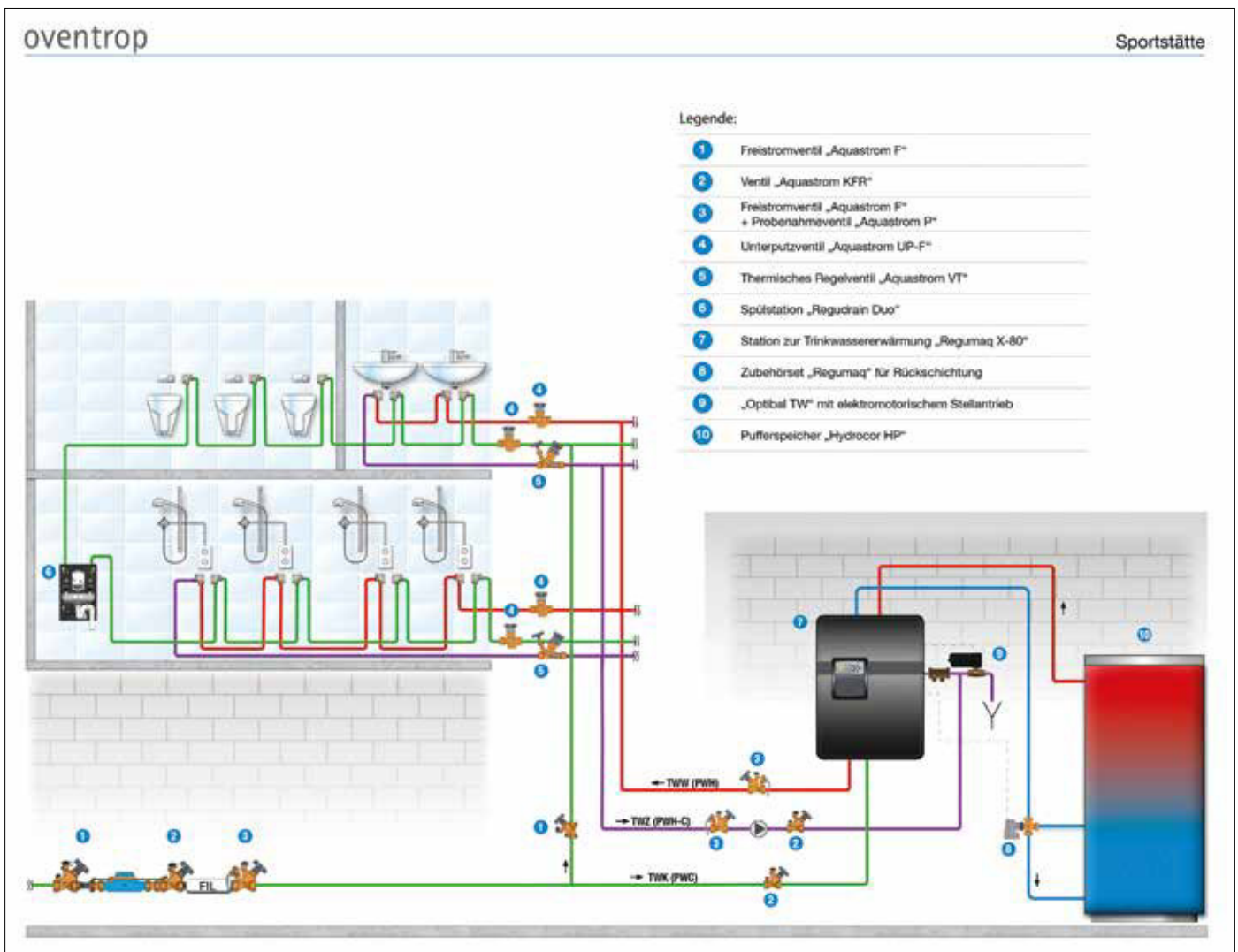


Abbildung 3: Systembeispiel „Trinkwassersystem in Sportstätte“

### Installation

Die bedarfsgerechte Auslegung einer Trinkwasser-Installation ist die zentrale Grundvoraussetzung für den hygienisch einwandfreien Betrieb einer Trinkwasseranlage. Mindestens genauso wichtig ist in der mehrstufigen Qualitätskette aber die fachgerechte Installation: Nur mit entsprechend zertifizierten Produkten sowie abgestimmten Systemen kann der hygienisch einwandfreie Betrieb für viele Jahre installationsseitig sichergestellt werden.

Dabei helfen insbesondere folgende Installationslösungen:

- Frischwasserstationen für die hygienisch optimierte Trinkwarmwasserbereitung, um übermäßig große Wasservolumina zu vermeiden,
- automatisch arbeitende Regelventile für thermisch abgeglichenen Trinkwarmwasser-Zirkulation sowie klassische Zirkulations-Strangventile,

- durchgeschliffene Anbindeleitungen, um auch dann einen regelmäßigen Wasseraustausch bis unmittelbar vor jede Entnahmestelle zu gewährleisten, wenn einzelne Entnahmestellen nicht genutzt werden,
- Zirkulationsleitungen, gegebenenfalls auch in der Kaltwasserinstallation, sowie automatisierte Verbraucher am Ende von Stichleitungen, die individuell programmiert den bestimmungsgemäßen Verbrauch simulieren.

Welche dieser planungs- und bauseitigen Maßnahmen zum Erhalt der Trinkwassergüte in der Praxis tatsächlich umgesetzt werden, hängt aber immer von dem jeweiligen Objekt ab. In Geschosswohnungsbauten sind die Grundanforderungen der Versorgung und die daraus resultierenden Stagnationsrisiken ganz andere als beispielsweise in Sportstätten. Zu empfehlen ist daher ein systemischer Lösungsansatz, bei dem individu-

ell auf die spezifischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Trinkwasseranlage eingegangen wird – beispielsweise das „Aquanova-System“ von Oventrop.

Aus dem Zusammenspiel hygienekritischer Einflussfaktoren einerseits und nutzungsbedingter Anforderungen wurden deshalb prototypische Schemata entwickelt, wie die Trinkwassergüte in öffentlich-gewerblichen, aber auch in privaten Objekten praxisgerecht, wirtschaftlich und zukunftsorientiert abgesichert werden kann. ◀

# Gebäude zum Leben erwecken.

**Wir begleiten und optimieren  
den gesamten Lebenszyklus  
Ihres Gebäudes.**



Technik für Mensch & Umwelt

[www.rom-technik.de](http://www.rom-technik.de)

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

**Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG**

Motorstraße 62 · 70499 Stuttgart

Telefon 0711 139300 · [info@rom-technik.de](mailto:info@rom-technik.de)

# Technische Gebäudeausrüstung in der Reinraumtechnik



Ing. Josef Oswald,  
Geschäftsführender  
Gesellschafter,  
Daldrop + Dr.Ing.Huber  
GmbH & Co. KG,  
Neckartailfingen

Reinraumtechnik heißt, Verfahren, Fertigungsschritte und Produktionsabläufe unter den Bedingungen besonderer äußerer Reinheit durchzuführen. Generell wird daher das Wort „Reinraumtechnik“ innerhalb des Herstellungsprozesses für die verschiedensten Teilleistungen angewandt, beispielsweise Raumausbau, Medien Versorgung, Prozess Equipment, Prozess Technologie, Schleusen & Möbel, RR-Kleidung usw. Die Vielfalt der Teilleistungen innerhalb des Begriffs „Reinraumtechnik“ verlangt demzufolge die Spezifikation von Leistungseinheiten, die im Hinblick auf die Verantwortung von Zeit, Kosten und Qualität ein optimales Ergebnis für den Anwender bzw. Nutzer bringen.

## „TGA Reinraumtechnik“ - ein eigenständiges Gewerk?

Die Frage nach dem TGA-Leistungsumfang ist hier von entscheidender Bedeutung. Die Technische Gebäudeausrüstung besteht aus den unterschiedlichsten Gewerken, die alleamt Schnittstellen zueinander aufweisen. In jedem Bauvorhaben erforderlich sind die traditionellen Gewerke, beispielsweise Heizungstechnik, Klima- und Lüftungstechnik, Sanitärtechnik und Elektrotechnik. Hinzu kommen häufig spezifische Anforderungen an den Brandschutz, an die Sicherheitstechnik und an das Gebäudemanagement sowie nutzungsbedingte Ansprüche der Prozesstechnologie an das Bauwerk. Der individuelle Leistungsumfang innerhalb der Gewerke hat sich dabei immer schon auf der Grundlage des speziell dafür erforderlichen Know-how abgeleitet.

Wichtig sind aber vor allem die Schnittstellen zueinander und die sich daraus ergebenden Verantwortlichkeiten. Grundsätzlich gilt: Je vollständiger, einfacher und klarer die

Schnittstellendefinition ist, desto besser ist die Termin- und Kostensicherheit des Projektes. Folgerichtig ist aber auch, dass die Schnittstellen dann am ehesten vollständig, einfach und klar sind, wenn diese so gering wie möglich und „messbar“ gehalten werden. Wie sieht es nun in diesem Kontext mit der TGA in der Reinraumtechnik aus? Gibt es oder soll es ein Gewerk „TGA Reinraumtechnik“ geben? Die Antwort ist einfach: Sie lautet definitiv ja – sofern der Leistungsumfang sich an der „Maschine Reinraum“ ausrichtet, beispielsweise für Herstellungsverfahren in der Pharmazie und Biotechnologie.

Hilfreich ist in diesem Zusammenhang die Orientierung an der Definition des Reinraums nach EN ISO 14644-1: „Der Raum, in dem die Konzentration luftgetragener Partikel geregelt wird, der so konstruiert und verwendet wird, dass die Anzahl der in den Raum eingeschleppten bzw. der im Raum entstehenden und abgelagerten Partikel kleinstmöglich ist, und in dem andere reinheitsrelevanten Parameter wie Temperatur, Feuchte und Druck nach Bedarf geregelt werden, ist ein Reinraum.“



Abgeleitet aus der Norm sind Anforderungen an die Konstruktion des Raumes, an die Anzahl von luftgetragenen Partikeln, an Temperatur-, Feuchte- und Druckwerte zu erfüllen. Es ist nur verständlich, wenn Nutzer die Verantwortung für das Einhalten dieser Garantiewerte über ein eigenständiges Gewerk erfüllt haben wollen – ein Gewerk, das im Hinblick auf die Projektentwicklung und mit Bezug auf diese Verantwortung am bes-

ten definiert ist. Schnittstellen zur Medienversorgung sind dabei so abzugrenzen, dass eine klare Zuständigkeit gegeben ist. Somit entsteht ein autarkes Gewerk, die „TGA-Reinraumtechnik“. Da die Bezeichnung für das neue Gewerk nicht besonders praktisch erschien, wurde von Daldrop + Dr.Ing.Huber der Begriff „SHELMEQ Reinraumtechnik“ eingeführt.

## SHELMEQ Reinraumtechnik

Wesentliche Parameter der Anforderungen können sicherlich als ein Spezialgebiet der Klimatechnik bezeichnet werden. Das Prinzip „SHELMEQ Reinraumtechnologie“ hat deshalb seine Kernkompetenz im luft- und klimatechnischen Anlagenbau. Darüber hinaus sind Kenntnisse im Raumausbau, der Elektro- und Medientechnik sowie eigenes Know-how in Planung und Ausführung erforderlich. Die konsequente Anwendung dieses Prinzips bietet dem Nutzer die Sicherheit, dass die Verantwortung in einer Hand verbleibt und es ausschließlich eindeutige Schnittstellen mit kontrollierbaren Kosten gibt.

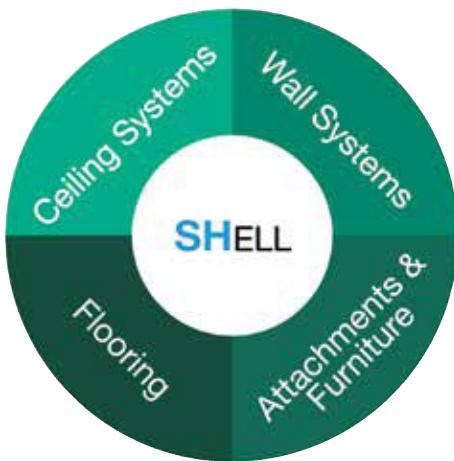
Im Wesentlichen wird das „Gewerk“ somit über folgende Teilleistungen bestimmt: Reinraumhülle, Elektrotechnik, Luft- und Klimatechnik und Qualifizierung.

## Teilleistung „Reinraumhülle“

Die Reinraumhülle besteht aus den Reinraumwänden, der Reinraumdecke und dem Reinraumboden. Um das Kontaminationsrisiko eines Produktes zu minimieren, werden unterschiedlich klassifizierte Produktionsbereiche aufgebaut. Unabhängig vom Layout und der Klassifizierung gilt für die Konstruktion, dass die Oberflächen von Wänden, Decken und Böden glatt, leicht zu reinigen und gegen Reinigungsmittel beständig sein müssen. Die Konstruktionen sollten aus flexibel anwendbaren Bauteilen bestehen, die leicht an Veränderungen im Herstellungsprozess angepasst werden können. Die Herstellung der Decken sollte aus Gründen der Wartung und Betriebssicherheit (Integrität des Reinraums) in begehbarer Ausführung erfolgen. In der Regel können Deckensysteme zusätzliche Lasten von 1,5 kN/m<sup>2</sup> aufnehmen. Vorteilhaft ist, wenn die Befestigung oder Aufhängung dabei über ein Raster von 2,4 m erfolgen kann (Installationen). Zu den



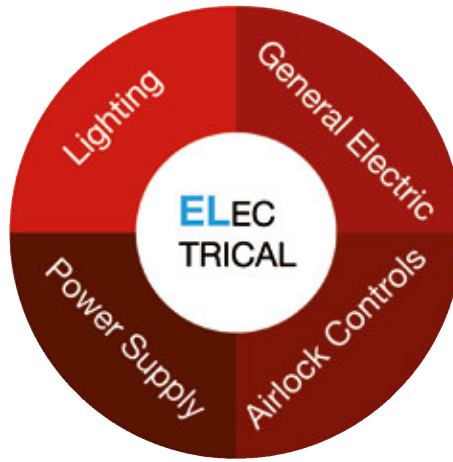
Deckensystemen gehören auch die erforderlichen Unterkonstruktionen zum Abhängen der Decke und die Koordinierung der Befestigung unter Berücksichtigung der statischen Erfordernisse und des Platzbedarfs für andere Gewerke. Decken und Wände sind in Ausführung und Konstruktion entsprechend den technischen Anforderungen des Projekts zu gestalten und beinhalten alle Einbauten, beispielsweise HEPA-Filter, Beleuchtung, Fan-Filter-Units, Rauchmelder, Sprinklerköpfe, Türen, Abluftfilter, Schalter, Steckdosen usw. Die Verantwortung für die Koordination und für den fachgerechten Einbau der Mediendurchführungen und des Produktions equipments muss ebenfalls übernommen werden.



**Teilleistung „Elektrotechnik“**

Sollen hinsichtlich des Planungs- bzw. Garantiewerts für die Beleuchtungsstärke vernünftige Schnittstellen geschaffen werden, so müssen Teile aus dem Gewerk „Elektrotechnik“ ebenfalls dem Gewerk „TGA Raumtechnik“ zugeschlagen werden. Eine klare Abgrenzung der Verantwortlichkeiten ist dann gegeben, wenn nur die Haupteinspeisung der Unterverteiler durch das Gewerk „Elektrotechnik“ erfolgt. Die Schaltschränke komplett mit allen erforderlichen Einbauten für Schleusensteuerungen, Türantriebe, Be-

leuchtungen und Steckdosen, einschließlich der Elektrokabelung sind Leistungen im Gewerk SHELMEQ.



**Teilleistung „Luft- und Klimatechnik“**

Die lufttechnische Versorgung der Reinräume ist die Kernkompetenz im Leistungsumfang. Der Anlagenaufbau erfolgt unter Beachtung der prozessrelevanten Kriterien nach den einschlägigen Normen und Vorschriften - mit besonderer Beachtung eines optimierten Anlagenbetriebs bezüglich des Energieverbrauchs.

Die Medienversorgung für die Luft- und Klimatechnik gehört ebenfalls zum Leis-



tungsumfang. Von einem definierten Übergabepunkt in der Technikzentrale werden die erforderlichen Medien herangeführt, Absperr- und Regelventile eingebaut und die Geräte angeschlossen. Die komplette Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist durchgängig zu berücksichtigen. Dazu gehören alle Feldgeräte der Sensorik und Aktorik sowie Displays und Unterstationen (PLC-Einheiten) mit der Software.

**Teilleistung „Qualifizierung“**

Final übernimmt SHELMEQ sämtliche Aufgaben der Qualifizierung (IQ/OQ) der kompletten Anlage - einschließlich deren Dokumentation, die aus einer formellen, systematischen Abnahmeprüfung besteht. Jeder einzelne Prüfschritt beinhaltet ein Akzeptanzkriterium, das mit Datum und Unterschrift dokumentiert wird. Die Federführung zum Erfüllen der Qualifizierungsleistungen, welche im Rahmen der Validierung eines Prozesses ausgeführt werden, liegt dagegen beim Nutzer. Dazu gehört auch eine Risikoanalyse zu Beginn des Projektes. ◀



Alle Grafiken: Daldrop + Dr.Ing.Huber GmbH & Co. KG

# Energetische Inspektion von Klimaanlage

## Eine Norm geht in die nächste Runde

*Mehr und mehr setzt sich bei Eigentümern und Betreibern von Lüftungs- und Klimaanlage die Einsicht durch, dass die Energetische Inspektion von Klimaanlage nach §12 der Energieeinsparverordnung (EnEV) nicht eine lästige Pflicht ist, sondern vor allem wirtschaftliche Vorteile bietet. Die normativen Grundlagen zur Umsetzung der Energetischen Inspektion wurden jetzt überarbeitet und an den Stand der Technik angepasst.*



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

Die Durchführung der Energetischen Inspektion von Klimaanlage mit einer thermischen Kälteleistung größer oder gleich 12 kW ist bereits seit 2007 in der Energieeinsparverordnung (EnEV) verankert und somit eine gesetzliche Verpflichtung. Wer dieser Pflicht nicht nachkommt, handelt ordnungswidrig und kann mit einem Bußgeld belegt werden. Aufgrund der in der Verordnung festgelegten Inspektionsintervalle von zehn Jahren müßten die im Jahr 2007 inspezierten Klimaanlage bereits einer zweiten Energetischen Inspektion unterzogen worden sein. Die gesetzliche Grundlage zur verpflichtenden Durchführung der Energetischen Inspektion von Klimaanlage ist in der Europäischen Gebäudeeffizienzrichtlinie EPBD verankert. Diese wurde erstmals im Jahr 2002 als Richtlinie 2002/91/EG<sup>1</sup> von der Europäischen Gemeinschaft erlassen.

### Energetische Inspektion: Aber wie?

Basierend auf der Gebäudeeffizienzrichtlinie wurde bei der Europäischen Normungsorganisation CEN<sup>2</sup> ein ganzer Strauß von Regeln der Technik erarbeitet, die der technischen Umsetzung dieser gesetzlichen Anforderungen dienen. Weitere Hinweise zu dieser technischen Umsetzung sind im BTGA-Almanach 2016 enthalten<sup>3</sup>. Für die Durchführung der Energetischen Inspektion von Lüftungs-

Klimaanlagen waren das die DIN EN 15239<sup>4</sup> und die DIN EN 15240<sup>5</sup>. Beide Normen wurden im August 2007 als Weißdruck veröffentlicht. Da die dort beschriebenen Anforderungen jedoch nicht oder nur teilweise auf die deutschen Erfordernisse abgestimmt waren, wurden Umfang und Inhalt der Energetischen Inspektion für Deutschland in der Norm DIN SPEC 15240<sup>6</sup> zusammengefasst, welche mit Ausgabedatum Oktober 2013 als Weißdruck erschien. Die Norm wird seither unwidersprochen angewendet. Sie kann daher als allgemein anerkannte Regel der Technik bezeichnet werden.

Neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik erlauben inzwischen auch bei Lüftungs- und Klimaanlage eine weitere Steigerung der Effizienz der Energienutzung und somit eine Verringerung des Energieeinsatzes. Um diese Effizienzgewinne zu heben, hat die Europäische Union die Gebäudeeffizienzrichtlinie weiterentwickelt und als Richtlinie 2010/31/EU<sup>7</sup> beschlossen. Erneut war es erforderlich, die Regeln der Technik an die geänderten Anforderungen der Gebäudeeffizienzrichtlinie anzupassen. In Bezug auf die technischen Inhalte der Energetischen Inspektion werden mit der neuen Richtlinie keine Anforderungen gestellt, die über die der Richtlinie 2002/91/EG hinausgehen. Vielmehr ist nun bei der nationalen Umsetzung der Richtlinie unter anderem eine Verringerung des Inspektionsumfangs oder eine Ausweitung der Inspektionsintervalle bei Einsatz von Automationssystemen ermöglicht worden.

### Neue Europäische Normen

Nach anfänglichen Verzögerungen begann die Überarbeitung der zugehörigen Regeln der Technik im Jahr 2013. Bis Ende 2017 konnten wesentliche Teile des umfangreichen Normenpaketes als Weißdrucke veröffentlicht werden. Dazu gehören auch die

technischen Anforderungen an die Energetische Inspektion. Diese sind nun im Europäischen Technischen Regelwerk in der Norm DIN EN 16798 Teil 17<sup>8</sup> und dem Technischen Report TR 16798 Teil 18<sup>9</sup> zusammengefasst. Die Norm dient nur der Umsetzung der in der Gebäudeeffizienzrichtlinie fest vorgegebenen Tatbestände. Weitergehende Erläuterungen und Umsetzungshilfen, die zum Verständnis der Norm zwingend erforderlich sind, enthält der Technische Report. Im Gegensatz zur Norm, die durch das Deutsche Institut für Normung (DIN) entsprechend der vertraglichen Vereinbarungen zwischen CEN und DIN in die Deutsche Sprache übersetzt wurde, ist der Technische Report nur in der englischen Originalfassung verfügbar. Für nicht normative Dokumente besteht keine vertraglich vereinbarte Pflicht zur Übersetzung.

Hinzu kommt, dass die Regelsetzer keine für ganz Europa einheitlichen normativen Vorgaben machen wollten. Vielmehr sollte jedem Land die Möglichkeit gegeben werden, für die eigene Region zutreffende Kennwerte vorzugeben. Eigentlich handelt es sich dabei um eine gute Idee, denn schließlich sind die Anforderungen an Klimaanlage auf Zypern vermutlich andere als in Finnland. Daher wurden ein normativer Anhang A und ein informativer Anhang B für alle Normen der Reihe DIN EN 16798 kreiert. Beide Anhänge sind formal gleich aufgebaut. In Anhang B werden allgemein gültige Werte vorgegeben die dann einzusetzen sind, wenn keine nationalen Werte oder Größen ausgewählt werden (Abbildung 1). Die in den Tabellen B.2 und B.3 vorgegebene „Inspektionsstufe 1“ beinhaltet eine Durchsicht und Bewertung der vorhandenen Unterlagen sowie eine Ortsbegehung. Die Aufnahme von Messdaten gehört nicht dazu. Möchte ein Nationalstaat eigene Klassen oder Werte vorgeben, so sollen die Tabellen des Anhangs A entsprechend aus-





gefüllt werden. Für Deutschland wären dies in Tabelle A.2 und A.3 die Vorgabe der Inspektionsstufe 2, nach der auch Messungen zur Bewertung der Anlage erforderlich sind.

**Rechtliche Bedenken**

Diese gut gemeinte Vorgabe des Europäischen Normungsgremiums CEN TC 371<sup>10</sup>, das analog zum Deutschen Gemeinschaftsausschuss zur Vornormenreihe DIN V 18599<sup>11</sup> mit koordinierenden Aufgaben betraut ist, stieß bei DIN allerdings auf erhebliche rechtliche Bedenken. Änderungen oder Ergänzungen an einem Normendokument, das bei CEN zum Weißdruck verabschiedet wurde und an DIN zur Übersetzung gegeben wird, sind demnach aufgrund der vertraglichen Vereinbarungen nicht möglich. Daher wurde die Norm DIN EN 16798 Teil 17 mit Ausgabedatum November 2017 zunächst ohne die vom Deutschen Normungsgremium gewünschten Werte in Anhang A veröffentlicht (Abbildung 2). Der ausgefüllte Anhang A und ein auf den Teil 17 der Normenreihe zugeschnittenes nationales Vorwort wurden als separate Dokumente mit eigener Einspruchsfrist veröffentlicht. Nach Ablauf der Einspruchsphase und Durchführung der Einspruchsverhandlung zu dem Dokument wurde DIN EN 16798 Teil 17 Ausgabe November 2017 wieder zurückgezogen und soll erneut als „DIN EN 16798-17 A1“ veröffentlicht werden – ergänzt um einen Nationalen Anhang „NA A“, der dieses national abgestimmte Dokument enthält. Der Technische Report ist davon nicht betroffen und bleibt weiterhin unverändert in der Originalsprache verfügbar. Die Juristen mögen dieses Vorgehen verstehen, der Techniker tut sich damit eher schwer. Jedenfalls kann so zumindest den formalen Ansprüchen genügt werden.

**Anpassungen der DIN SPEC 15240**

Das zuvor beschriebene normative Durcheinander, welches selbst erfahrenen „Normern“ nur schwer zu erläutern ist, kann vom Deutschen Anwender getrost aus der Ferne betrachtet werden. Die Energetische Inspektion nach § 12 der EnEV wird auch weiterhin durch die Inhalte der DIN SPEC 15240 vollumfänglich beschrieben. Auf diesen Umstand wird im nationalen Vorwort zur DIN EN 16798 Teil 17 durch den Verweis auf die Anwendung der DIN SPEC 15240 hingewiesen. Selbstverständlich ist auch die DIN SPEC 15240 mit Ausgabedatum Oktober 2013 etwas „in die Jahre“ gekommen und bedurfte einer Überarbeitung. Diese Aufgabe hat eine Gruppe übernommen, in der sowohl die Öffentliche Hand als auch Planer, Prüf-

organisationen, Anlagenbauer, Sachverständige und Institute vertreten waren.

Wesentlicher Bestandteil der Anpassungen war es, die Inhalte der DIN SPEC 15240 an die Vorgaben der DIN EN 16798 Teil 17 anzugleichen. Dies bedurfte keiner grundlegenden Änderungen, da von deutscher Seite mehrere Fachleute in die Erarbeitung der Europäischen Inspektionsnorm DN EN 16798 Teil 17 eingebunden waren und so die grundlegenden Mechanismen der DIN SPEC 15240 dort bereits abbilden konnten. Im Gegensatz zur europäischen Vorlage, zu deren Anwendung immer auch der Technische Report TR 16798 Teil 18 hinzuzuziehen ist, wurde die DIN SPEC 15240 so aufgebaut, dass sie eigenständig von den jeweiligen Fachleuten verstanden und angewendet werden kann.

Bei dieser Gelegenheit hat die Inspektionsnorm DIN SPEC 15240 auch eine Ver-

jüngungskur erhalten. Zusätzlich wurden neue Aspekte aufgenommen, die bisher nicht beleuchtet wurden: Beispielsweise wurden der Verwendung von GLT-Daten ein eigener Abschnitt gewidmet, das Thema der Über- oder Unterdimensionierung der Anlagen beleuchtet und eine Gliederungsempfehlung für den Inspektionsbericht ergänzt. Eine wichtige Neuerung ist die Aufnahme einer Systemkennzahl, die ergänzend zu dem bislang bereits enthaltenen Energiekennwert des RLT-Gerätes beschrieben wird. Während der Energiekennwert die energetischen Eigenschaften des Klima-/Lüftungsgerätes beschreibt, enthält der Systemkennwert zusätzlich die Bewertung der Anlagendimensionierung bezüglich einer möglichen Über- oder Unterdimensionierung. Zusätzlich sind Aspekte des Anlagenbetriebs beleuchtet, beispielsweise eine Anpassung der Betriebs-

**B.2 Verweisung**

Die Verweisung, die durch die Modul-Kennziffer bestimmt sind, werden in Tabelle B.1 angegeben.

**Tabelle B.1 – Verweisung**

Verweisung	Bezugsdokument <sup>a</sup>
M5-6	EN 16798-3:2017
M5-8	EN 16798-3:2017

<sup>a</sup> Wenn eine Verweisung aus mehr als einem Dokument besteht, dürfen die Verweisungen aufgeteilt werden.

**B.3 Verfahren 1**

Die Inspektionsstufe für Verfahren 1 wird in Tabelle B.2 angegeben.

**Tabelle B.2 – Inspektionsstufe für Verfahren 1**

Merkmale der überprüften Anlage <sup>a</sup>	Inspektionsstufe
Jede Anlage	1

<sup>a</sup> Je nach Art der Anlage zum Beispiel der Luftstrom, das Einbaudatum, das Gebäudealter.

**B.4 Verfahren 2**

Die Inspektionsstufe für Verfahren 2 wird in Tabelle B.3 angegeben.

**Tabelle B.3 – Inspektionsstufe für Variante 2**

Merkmale der überprüfenden Anlage <sup>a</sup>	Inspektionsstufe
Jede Anlage	1

<sup>a</sup> Je nach Art der Anlage zum Beispiel die Kühlleistung, die jährliche Laufzeit, das Einbaudatum, die Gebäudekategorie, die Lage der Anlage, die Lage des Gebäudes.

Abbildung 1: DIN EN 16798-17, Anhang B



**A.2 Verweisung**  
Die Verweisung, die durch die Modul-Kennziffer bestimmt sind, werden in Tabelle A.1 angegeben.

**Tabelle A.1 – Verweisung**

Verweisung	Bezugsdokument <sup>a</sup>
M5-6	
M5-8	

<sup>a</sup> Wenn eine Verweisung aus mehr als einem Dokument besteht, dürfen die Verweisungen aufgeteilt werden.

**A.3 Verfahren 1**  
Die Inspektionsstufe für Verfahren 1 wird in Tabelle A.2 angegeben.

**Tabelle A.2 – Inspektionsstufe für Verfahren 1**

Merkmale der überprüften Anlage <sup>a</sup>	Inspektionsstufe
Jede Anlage	

<sup>a</sup> Je nach Art der Anlage zum Beispiel der Luftstrom, das Einbaudatum, das Gebäudealter.

**A.4 Verfahren 2**  
Die Inspektionsstufe für Verfahren 2 wird in Tabelle A.3 angegeben.

**Tabelle A.3 – Inspektionsstufe für Variante 2**

Merkmale der überprüfenden Anlage <sup>a</sup>	Inspektionsstufe
Jede Anlage	

<sup>a</sup> Je nach Art der Anlage zum Beispiel die Kühlleistung, die jährliche Laufzeit, das Einbaudatum, die Gebäudekategorie, die Lage der Anlage, die Lage des Gebäudes.

Abbildung 2: DIN EN 16798-17, Anhang A

zeiten oder eine bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung. Die Berechnung des Systemkennwerts basiert auf einer monatlichen Berechnung der Einzelwerte. Er entspricht einem absoluten Jahresprimärenergiebedarf

der Anlage unter Zugrundelegung standardisierter Randbedingungen.

Ein weiteres wichtiges Ziel der Normen-Arbeitsgruppe zu DIN SPEC 15240 war es, den Weißdruck der überarbeiteten Deutschen

Norm gemeinsam mit dem Weißdruck der DIN EN 16798 Teil 17 A1 herauszugeben. Damit soll eine mögliche regulative Lücke vermieden werden, in der aufgrund der fehlenden Überarbeitung der Deutschen Norm eine Anwendung der europäischen Papiere in Frage kommen könnte. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Artikels konnte noch nicht abgeschätzt werden, ob dieses Vorhaben auch gelingt.

**Erneute Überarbeitung der Gebäudeeffizienzrichtlinie**

Bereits seit Anfang 2017 wird in der Europäischen Union erneut mit Hochdruck die Gebäudeeffizienzrichtlinie überarbeitet. Auf der Grundlage verschiedener Evaluationen zu den Wirkungen der derzeit geltenden EPBD wird nach Mitteln und Wegen gesucht, die Energieeffizienz im Gebäudesektor durch neue oder weiterentwickelte Anforderungen zu steigern. In einem ersten Textentwurf wurde dabei auf eine Inspektionspflicht sowohl für Heizungs- als auch für Klimaanlage gänzlich verzichtet. Nach intensiven Interventionen durch einzelne Mitgliedstaaten und auch durch die einschlägigen europäischen Fachverbände wurde die Inspektionspflicht Ende 2017 wieder in den Entwurf aufgenommen. Dabei wurden zusätzlich zu den Heizungs- und Klimaanlage auch reine Lüftungsanlagen einbezogen. Das kann dazu beitragen, erhebliche Effizienzpotenziale im Bereich der Ventilatoren zu heben. Gegenüber der geltenden Gebäudeeffizienzrichtlinie wurden im Entwurf die Grenzwerte geändert, nach denen Anlagen einer Inspektionspflicht unterliegen. Bei Heizungsanlagen sollen Energetische Inspektion nun ab einer effektiven Heizleistung von 70kW vorgeschrieben sein, bei Lüftungs-/Klimaanlagen gilt dieser Wert ebenfalls als Untergrenze.

Erfreulich ist auch, dass im Januar 2017 in Deutschland der erste Entwurf eines Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zirkulierte, mit

**Zu § 75 (Durchführung und Umfang der Inspektion)**

§ 75 entspricht im Wesentlichen der bisherigen Regelung in § 12 Absatz 2 der mit diesem Gesetz abgelösten Energieeinsparverordnung (EnEV).

Neu eingefügt ist Absatz 1 Satz 1, der bestimmt, dass die Inspektion von Klimaanlagen nach den anerkannten Regeln der Technik durchzuführen ist. Diese Vorgabe dient der Konkretisierung der bestehenden Verpflichtung, Inspektionen durchzuführen und Inspektionsberichte anzufertigen. Zu den anerkannten Regeln der Technik bezüglich der Inspektionen von Klimaanlagen gehört etwa die DIN SPEC 15240.

Abbildung 3: Auszug E-GEG § 75, Entwurfsfassung vom 23.01.2017



dem die Inhalte der EnEV und des EEWärmeG<sup>12</sup> in einem Gesetzestext zusammengefasst werden sollten. Für die Energetische Inspektion wurde in diesem Entwurf auf die Anwendung der Regeln der Technik verwiesen (Abbildung 3). Die Begründung zu den einzelnen Paragraphen des Gesetzentwurfs sieht die DIN SPEC 15240 als eine der angesprochenen Regel der Technik vor. Die Bestrebungen der Normungsgremien, in Deutschland die Anwendung der DIN SPEC 15240 zur Erfüllung der Inspektionspflicht zuzulassen, werden also durch die Politik unterstützt. Aufgrund der Bundestagswahl 2017, der neuen Legislaturperiode des Bundestages und der Regierungsbildung zu Beginn des Jahres 2018 sind weitere Arbeiten an einem gemeinsamen Gesetzentwurf jedoch zunächst in den Hintergrund getreten.

#### Fazit

Die normative Regelung der Energetischen Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage ist in Deutschland bereits seit fünf Jahren durch die DIN SPEC 15240 zuverlässig gegeben. Die Anwendung der Norm hat sich bei den Inspektoren durchgesetzt; wesentliche Teile der Norm sind in professionelle Softwarelösungen eingeflossen. Die Auswertung der Bestandsaufnahmen im Rahmen der Inspektion, die verschiedenen Berechnungen und die Erstellung des Inspektionsberichtes werden durch deren Anwendung wesentlich unterstützt. Ergänzend werden von verschiedenen Anbietern Schulungen durchgeführt, die allen interessierten Personen offenstehen und die Inhalte der Norm verständlich vermitteln.

Nicht zuletzt aufgrund der intensiven Normungsarbeit durch die Fachexperten ist auch in Zukunft sichergestellt, dass die DIN SPEC 15240 sowohl dem Stand der Technik als auch den Anforderungen der Gesetze und Verordnungen entspricht. ◀

- 3) Schickel, C.: Energetische Bewertung von Gebäuden, in: BTGA-Almanach 2016, S. 34ff.
- 4) DIN EN 15239 „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen“.
- 5) DIN EN 15240 „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage“.
- 6) DIN SPEC 15240 10:2013 „Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Energetische Inspektion von Klimaanlage“.
- 7) Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung).

- 8) DIN EN 16798-17 11:2017 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 17: Leitlinien für die Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage“.
- 9) TR 16798-18 07:2017 „Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 18: Interpretation of the requirements in EN 16798-17 – Guidelines for inspection of ventilation and air-conditioning systems“.
- 10) CEN TC 371 „Energy Performance of Buildings project group“.
- 11) Gemeinschaftsausschuss „Energetische Bewertung von Gebäuden“.
- 12) EEWärmeG: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich.



## Die perfekte Lösung für Kühlleitungen im Anlagenbau: Individuell vorgefertigte Verteiler und Sonderbauteile aus PP-R

Wir planen und bauen Ihre Verteiler und Sonderbauteile direkt im Werk, komplett nach Ihren Vorgaben und versenden diese einbaufertig an jeden beliebigen Ort dieser Welt.

- ▶ Zeit- und Kostenersparnis
- ▶ Geprüfte Qualität mit 10 Jahren Garantie
- ▶ Bereitstellung von CAD- und Planungsdaten
- ▶ Industrielle Vorfertigung „Made in Germany“
- ▶ Prozessunterstützung von der Planung bis zur Inbetriebnahme vor Ort

<sup>1)</sup> Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

<sup>2)</sup> CEN: Comité Européen de Normalisation.



Informieren Sie sich jetzt:  
[www.aquatherm.de/vorfertigung](http://www.aquatherm.de/vorfertigung)

[www.aquatherm.de](http://www.aquatherm.de)



**aquatherm**  
state of the pipe

# Schnelle Energieeffizienz-Analysen im Bestand

Entwicklung einer Analyse-App zum Ermitteln wirtschaftlicher Energieeffizienz-Maßnahmen

*Im Zeichen der Energiewende wurde in den vergangenen Jahren eine App entwickelt, um für den eigenen Kundenkreis in kurzer Zeit belastbare Energieanalysen für Bestandsgebäude durchzuführen. Das Analyse-Tool stellt für alle Querschnittstechnologien Methoden gebündelt bereit, um schnell und mit wenig Aufwand belastbare Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzmaßnahmen in großen Bestandsgebäuden zu treffen.*



Dr.-Ing.  
Bruno Lüdemann,  
Leiter F&E,  
Energiesysteme  
und Simulation,  
ROM Technik,  
Hamburg



Christian Warnecke,  
Projektingenieur F&E,  
ROM Technik,  
Hamburg

der Gebäudetechnik mit langjähriger Erfahrung an. Deshalb wurde im Zeichen der Energiewende in den letzten Jahren eine App entwickelt, die es ermöglicht, in kurzer Zeit belastbare Energieanalysen für Bestandsgebäude durchzuführen. Das Analysetool bündelt Methoden und Rechenverfahren zur Berechnung der möglichen Energieeinsparungen für alle Querschnittstechnologien – Lichttechnik, Pumpen, elektrische Antriebe, Heizung, Kälte, Klimaanlage etc. – durch Austausch der alten Technik im Bestand mit den effizientesten aktuell am Markt leicht verfügbaren Technologien. Im Fokus stehen dabei insbesondere große Nichtwohngebäude in den Liegenschaften von Handel, Ge-

werbe und Industrie, die mit 1,7 Millionen Gebäuden zwar nur ein knappes Zehntel des gesamten Gebäudebestandes in Deutschland bilden [1], aber rund 35 Prozent des Gebäudeenergieverbrauches ausmachen. In diesem Gebäudesektor kommt in der Regel deutlich komplexere Technik für Heizen, Kühlen, Belüften, Konditionieren und Beleuchten zum Einsatz als im Wohngebäudebereich. Durch die App wird eine schnelle und umfassende Analyse aller relevanten Technologien mit standardisierten Methoden möglich. Abbildung 1 zeigt den Startbildschirm. Die in der Praxis oft unabhängig voneinander durchgeführten Analysen und Maßnahmen für einzelne Technologien entfallen. Alle

Die Energiewende ist das wichtigste Projekt zur Transformation unserer Wirtschaft und Gesellschaft hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung aller Bereiche. Nach dem stürmischen Ausbau der regenerativen Erzeugung von elektrischer Energie gewannen Energieeinsparung und Energieeffizienz in der politischen Diskussion in den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung. Das Motto lautet nun: „Die nachhaltigste und wirtschaftlichste Kilowattstunde Energie ist die, die nicht gebraucht wird.“

## Entwicklung von Energie-Dienstleistungen

Das Unternehmen ROM Technik bietet deutschlandweit Planung, Realisierung und Betrieb für nahezu das gesamte Spektrum



Abbildung 1: Startbildschirm der EnergieEffizienz-App

Alle Abbildungen: ROM Technik F&E 2017



Querschnittstechnologien werden parallel behandelt, alle lohnenden Maßnahmen können in einem Arbeitsgang ermittelt werden. Der Gebäudebetreiber bekommt eine Analyse, eine Bewertung und gegebenenfalls eine Maßnahmenumsetzung für das gesamte Spektrum der Gebäudetechnik aus einer Hand.

### Leitlinie der App-Entwicklung

Die App EARNs entstand unter anderem aus der Idee, die Qualität, den Umfang und die Belastbarkeit von Energieeffizienzanalysen zu verbessern und zu vereinheitlichen. Durch die Umsetzung als App ist es gleichzeitig gelungen, Bearbeitungszeit und Kosten für Energieanalysen in großen Gebäuden und Liegenschaften deutlich zu reduzieren.

Die App bildet mit dem Zugriff für viele User auf zentral gepflegte Daten und Methoden strukturell ein Expertennetzwerk ab. Die durchgeführten Energie-Analysen stehen als Erfahrungs- und Datenpool den Nutzern im Austausch zur Verfügung. Als mobile Anwendung ist die App für den Außeneinsatz geeignet und kann problemlos vor Ort für die Datenaufnahme genutzt werden.

### Aufbau der App

Das Front-End, also das Gesicht der App, bildet der Tabletcomputer mit der interaktiven Oberfläche der App. Kundenpräsentationen und eine Best Practice-Datenbank können direkt aufgerufen werden. Die angelegten Pro-



Abbildung 2: Infrastruktur



Abbildung 3: Berechnungs-Module der App

jekte werden von hier verwaltet und können anderen Nutzern zur Ansicht freigeschaltet werden. Als Hauptfunktion bieten verschiedene Oberflächen selbstverständlich die gezielte Eingabe der benötigten Gebäude- und Anlagendaten bei der Datenaufnahme an. Die Daten werden vom Tablet verschlüsselt an sichere Server – das so genannte Back-End – übermittelt und sind somit unabhängig vom Tabletcomputer sicher verwahrt. Die Rechenroutinen sind auf dem Back-End installiert, hier werden die Analysen durchgeführt. Die Analyse-Ergebnisse werden auf das Front-End zurückgespielt und stehen auf dem Tabletcomputer dann als ausführlicher Bericht bereit.

Die Aktualisierung technischer Daten und Berechnungsparameter mit der Weiterentwicklung der Technologien kann zentral im Back-End nachgepflegt werden.

### Querschnittstechnologien

Allein mit den Querschnittstechnologien (Pumpen, Antriebe, Beleuchtung, Heizung, Kälte etc.) lassen sich bis zu 87 Prozent des Einsparpotenzials für elektrische Energie in der Industrie erschließen [2]. In der App werden die Gewerke bezogenen Maßnahmen als einzelne Module dargestellt (Abbildung 3). Implementiert und im Einsatz sind bisher die Module „Beleuchtung“, „Elektrische Antriebe“, „Heizung“, „Kälteerzeugung“, „Kessel“, „Pumpen“, „RLT-Anlagen“, „Ventilatoren“ und die so genannte „Freie Maßnahme“, über die auch extern durchgeführte Berechnungen in die Analyse einfließen können. Aktuell sind weitere Berechnungs-Module in der Entwicklung. Die Methoden für Photovoltaik, Solarthermie sowie die Erweiterung des Kesselmoduls um die Möglichkeit, den Brenner auszutauschen und Mehrkesselanlagen zu analysieren, sind fertig ent-

wickelt und werden demnächst im Front-End umgesetzt. In der Planung sind Module zur Bewertung der Druckluftherzeugung und der Gebäudeleitechnik.

### Starke Partner

Die App wurde in Zusammenarbeit mit Partnern aus verschiedenen Bereichen entwickelt, die mit ihrem Know-how wesentliche Beiträge zum hinterlegten Expertenwissen geleistet haben. An dieser Stelle sei ausdrücklich den Firmen ebm-Papst in Muldingen, Philips in Hamburg und Wilo in Dortmund gedankt, die ihre Erfahrungen aus den jeweiligen Fachgebieten zur Berechnung von Bestands- und Best Practice-Technologien einfließen ließen und entsprechende Produktdaten bereitgestellt haben, auf die während der Analysen zurückgegriffen wird. Zusammen mit dem Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimastechnik der RWTH Aachen wurden auf wissenschaftlicher Ebene neue Methoden entwickelt und bestehende Methoden an die Anforderungen der App angepasst.

### Analysen

Der Anspruch an die Analysen ist, mit wenigen Eingabeparametern aussagekräftige und belastbare Ergebnisse erzielen zu können. Dazu sind neben vielen Entwicklungsstunden wissenschaftliche Methoden, Normen und Erfahrungen von Fachleuten und Experten in die verschiedenen Module eingegangen. Um die Aktualität der hinterlegten Methoden sicherzustellen, wird die Entwicklung der abgebildeten Technologien verfolgt und gegebenenfalls zentral an den aktuellen Stand der Technik angepasst.

Als Ergebnis geben die Analysen Auskunft über energetische und wirtschaftliche Einsparpotenziale. Auch die anfallenden Investitionskosten können abgeschätzt werden.



Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung Potenzialanalyse in der App

### Berechnungsmethoden

Die in der Analyse-App hinterlegten Berechnungsmethoden sind jeweils gewerkespezifisch in so genannten Modulen abgelegt bzw. programmiert. In der Regel gibt es zu jedem Modul zwei Methoden: eine einfache Methode, um sehr schnell das Potenzial einer Maßnahme abschätzen zu können, und eine detailliertere Methode, mit der sich Energieverbräuche genauer ermitteln lassen und die Investitionskosten gleichzeitig mit abgeschätzt werden.

Als Beispiel soll die Methode für Trockenläuferpumpen kurz dargestellt werden: Für die einfache Methode genügen Angaben über Baujahr, Motornennleistung, Betriebszeit und konstanten oder variablen Betrieb, um die energetischen Einsparpotenziale beim Austausch gegen eine neue Pumpe auf dem Stand der Technik abzuschätzen. Im Hintergrund werden dann auf Basis der eingepflegten Parameter für die Bestandstechnik die Berechnungsroutinen angewendet. Aus historischen Messwerten und Erfahrungswerten werden die erwarteten Pumpen- und Motorwirkungsgrade und schließlich der entsprechende Energiebedarf ermittelt. Dieser wird mit dem Bedarf der passenden neuen Pumpe aus dem internen Datenbestand verglichen und das Einsparpotenzial wird ermittelt. Die so gewonnenen Ergebnisse unterliegen natürlich einer gewissen Ungenauigkeit, eine exakte Berechnung ist nicht das Ziel der groben Methode. Die Potenzialanalyse liefert eine realistische Bandbreite für die mögliche Energieeinsparung.

Die detaillierte Methode wird bei der Feinanalyse eingesetzt. Diese wird erst ausgeführt, wenn ausreichendes Potenzial festgestellt wurde. Hier sind zusätzliche Angaben notwendig, beispielsweise Nennweite, Förderhöhe, Volumenstrom, Lastprofil, Regelung, Polzahl und Effizienzklasse des Motors. Auch eine angepasste Betriebsweise der neuen Pumpe, beispielsweise durch Änderungen in der Gebäudenutzung hervorgerufen, kann berücksichtigt werden. Die zugrundeliegenden Routinen verwenden hier primär physikalische Zusammenhänge statt Abschätzungen, wodurch belastbare Ergebnisse für die Vorhersage der Einsparung erzielt werden. Durch die zusätzlichen Angaben ist es in den Routinen auch möglich, die Investitionskosten überschlägig zu ermitteln.

### Berichte

Die Analyseergebnisse werden in einem übersichtlich strukturierten Bericht zusammengeführt. Je nach Bedarf wird ein Potenzialanalyse- oder ein Feinanalyse-Bericht erzeugt. Die Berichte können jeweils in Kurzform in der App (Abbildung 4) oder ausführlich als Dokument ausgegeben werden. Der Feinanalyse-Bericht enthält sehr viel detailliertere Informationen. Dementsprechend eignen sich hierfür die entsprechend detaillierten Methoden. Ein entscheidendes Merkmal der App ist, dass jeweils entsprechend dem behandelten Projekt nach einer vorgegebenen Struktur und den identifizierten Maßnahmen ein individueller Bericht erzeugt wird, welcher

anschließend noch individuell angepasst werden kann. Neben den grafisch aufbereiteten Energieverbräuchen des Unternehmens über die letzten Jahre entwickeln die Experten Maßnahmenpakete aus den untersuchten Querschnittstechnologien, auf deren Basis die Wirtschaftlichkeit verglichen und Investitionsentscheidungen getroffen werden können. Dazu werden in den Berichten automatisiert detaillierte Informationen über alle berücksichtigten Querschnittstechnologien und deren Wirtschaftlichkeit bereitgestellt.

### Anwendungsgebiete

Neben der schnellen Identifikation von wirtschaftlichen Energieeffizienzmaßnahmen in Bestandsimmobilien mit komplexer Technik können die Berechnungsroutinen der App auch bei energetischen Inspektionen von Klimaanlage nach EnEV und innerhalb des Energieaudits nach DIN 16247 angewendet werden. In beiden Fällen ist die Software hervorragend für die Bewertung der vorgefundenen Technik im Hinblick auf Verbesserungsvorschlägen durch Retrofit mit Best Practice-Technologien geeignet. Zudem kann die App für die Bestandsaufnahme vor der Einführung eines Energiemanagementsystems verwendet werden, um den Zustand der eingebauten Technik zu bewerten.

### Vorteile einer App

Die Ergebnisse von Energieeffizienzanalysen hängen in der Regel vom individuellen Wissen und dem Erfahrungshorizont des ausführenden Fachmanns oder Energieberaters ab. Ein Einzelner ist in den seltensten Fällen Experte in allen Bereichen. Die genutzten Rechenroutinen sind Abbild des Wissensstandes einzelner Personen und unterliegen meistens keiner Gegenprüfung.

Im Gegensatz dazu bündelt eine App das Wissen und die Erfahrung vieler Experten. Zusammenfassend sind nachstehend die Vorteile des Tools aufgeführt:

- **Umfassende Analyse:** gleichzeitige Analyse für alle Querschnittstechnologien mit einem Tool aus einer Hand.
- **Geringer Aufwand:** schnelle, geführte Datenaufnahme mit Tabletcomputer oder vorbereiteten Erfassungsbögen, automatisierte Berechnung, Analyse und Erstellung vorbereiteter Berichte, die für den Kunden/ an das Projekt individuell angepasst werden.
- **Sicherheit:** zuverlässige reproduzierbare Einsparprognosen durch wissenschaftlich entwickelte und geprüfte Methoden. Analyse, Bewertung, Umsetzung und – wenn gewünscht – Nachprüfung der Effizienz aus einer Hand.



- **Effizienz:** schnelle Ermittlung hochrentabler und wertsteigernder Maßnahmenpakete mit hoher Kapitalrendite durch standardisierte Analysemethoden.
- **Transparenz:** systematische und strukturierte Dokumentation der ermittelten Maßnahmenpakete, Ermittlung von Richtpreisen für viele Technologien innerhalb der Feinanalyse.
- **Expertenwissen:** Bereitstellung von gebündeltem, Gewerke übergreifendem Wissen mit wissenschaftlichen Methoden.
- **Gesicherte Wirtschaftlichkeit:** parallele Ermittlung der wirtschaftlichsten Maßnahmenpakete als Entscheidungsgrundlage für Investition und Umsetzung. Grundlage zur Erreichung der Kundenziele, CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparung.
- **Grundlage für andere Energiedienstleistungen:** Neben der schnellen Identifikation wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen wird das Tool für Eingangsanalysen in ein weiterführendes Energiemanagement zur Sicherung des nachhaltigen Betriebs, als Teil eines Energie-Audits nach DIN 16247 oder innerhalb energetischer RLT-Anlagen-Inspektionen angewendet.

**Anwendungsbeispiel**

Eine solche Analyse-App wird vorwiegend bei Nicht-Wohngebäuden im Bestand Anwendung finden. In der Regel sind in Lie-

genschaften älterer Jahrgänge besonders hohe Energieeinsparungen möglich, aber auch in modernen Gebäuden lassen sich die Energieverbräuche und damit auch die Betriebskosten häufig noch im zweistelligen Prozentbereich verringern. Ein Beispiel ist die Untersuchung eines Industrieunternehmens aus Flensburg: In Vorbereitung auf den Vor-Ort-Termin wurden Bestandsanlagen und Zählerdaten aufgenommen und so die größten Potenziale ermittelt. Während

Tabelle 1: Rentabilität der Maßnahmen.

Invest Euro	Einsparung Euro/Jahr	Amort. Jahre
Beleuchtung Nebenbereiche:		
8.800	8.900	1,0
Hocheffizienz Elektromotoren:		
32.200	18.900	1,7
Ventilatoren Tausch RLT Anlagen:		
20.600	6.900	3,0

der Begehung wurden weitere Anlagendaten und Messwerte aufgenommen sowie offene Sachverhalte in Mitarbeitergesprächen geklärt. Bereits wenig später konnte durch die geführte schnelle Datenaufnahme, die gezielte Identifikation lohnender Maßnahmen

mit der hinterlegten Methodik und durch die automatisierte Dokumentation dem Kunden ein aussagefähiger Bericht übergeben werden. Ein Auszug ausgewählter Maßnahmen ist in Tabelle 1 dargestellt. Insgesamt wurde ein Maßnahmenpaket mit einer jährlichen Einsparungssumme von ca. 63.000 Euro und einer Amortisationszeit von 2,8 Jahren geschnürt und direkt umgesetzt.

**Energiewende voranbringen**

Mit der vorgestellten Analyse-App wurde ein Werkzeug entwickelt, mit dem Energieeffizienzmaßnahmen mit geringem Zeit- und Kostenaufwand identifiziert und für die Kunden umgesetzt werden können: schnell, effizient und wirtschaftlich. Die breite Umsetzung energieeffizienter Technologien in der TGA wird durch solche modernen Werkzeuge praktikabel. Damit wird ein direkter Beitrag zur Umsetzung der Energiewende in Deutschland geleistet.

**Literatur:**

- [1] BMVBS-Online-Publikation, Nr. 16/2011, Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland, BBSR, Destatis.
- [2] Energieeffizienz in Deutschland, Ausgewählte Ergebnisse einer Analyse mit mehr als 250 Veröffentlichungen, T. Bauernhansl, J. Mandel et. Al., Universität Stuttgart EEP, 2013.

www.facebook.com/brochiergruppe

# BROCHIER

## Energieeffizienz und Nachhaltigkeit seit 145 Jahren

- Sanitär
- Heizung
- Elektro
- Kälte/Lüftung/Klima
- Anlagentechnik

- Technisches Gebäudemanagement
- Regelungstechnik
- Kanalsanierung
- Nutzung regenerativer Energien
- Bäder

**BROCHIER Gruppe**  
 Marthastraße 16, 90482 Nürnberg  
 Telefon 0911 5442-0  
 Telefax 0911 5442-208  
 E-Mail info@brochier-gruppe.de

[www.brochier-gruppe.de](http://www.brochier-gruppe.de)



Foto: Oliver Acker, www.digitale-lufbilder.de

Die Nürnberger Wohnanlage Einsteinring ist das größte Wohnensemble der Stadt.

## Kosten-, Ausfall- und Störungsreduktion

### Neueinbau einer Mess-Steuer-Regelanlage in einem bewohnten Objekt

*Viele Fachartikel beschäftigen sich mit den Themen „Nachhaltigkeit“, „Energieeffizienz“ oder „Digitalisierung“. Doch sind dies tatsächlich die Probleme, die uns interessieren? Egal ob Eigentümer, Betreiber, Vermieter oder Mieter – es gibt eine Frage, die für alle Beteiligten gleichermaßen interessant ist: Wie können die Kosten gesenkt werden? Im folgenden Beispiel soll es deshalb um Senkung der Kosten für den laufenden Betrieb und der Nebenkosten einer Wärmeerzeugungsanlage der größten Wohnanlage Nürnbergs gehen.*



Dipl.-Ing. (FH)  
Anke Klein,  
Geschäftsführerin,  
BROCHIER Gebäude-  
management GmbH,  
Nürnberg

Die Nürnberger Wohnanlage Einsteinring bietet Raum für über 800 Bewohner. Sie ist damit das größte Wohnensemble der Stadt. Für die Warmwassererzeugung und Heizenergieversorgung wurde die gesamte Steuerung der Nahwärmezentrale vollständig neu

konzipiert und ausgetauscht. Diese Nahwärmezentrale versorgt 26 Gebäude mit bis zu 18 Stockwerken. Sie besteht aus zwei Öl-/Gas-Kesseln mit jeweils 2,2 MW und einem Sommerkessel mit 600 kW. Die Wärmeleistung beträgt in Summe circa 5 MW. Die Kessel werden von vier Öltanks mit jeweils 100.000 Litern versorgt. Pro Monat beläuft sich der Ölverbrauch auf circa 100.000 Liter.

Die Neukonzeption der Mess-Steuer-Regelanlage (MSR) sollte folgende Punkte realisieren, die bisher nicht möglich waren:

- Automatisches Kesselzuschalten, je nach benötigtem Wärmebedarf der Gebäude,
- Umschalten bei Störung eines Wärmeerzeugers auf einen anderen,
- Laufzeitausgleich der Kesselanlagen, zu gleichmäßiger Nutzung,
- Priorisierte Störungsmeldung auf ein Mobiltelefon zum Erhöhen der Anlagenverfügbarkeit und Entscheidungsmöglichkeit, ob sofort ein Techniker eingreifen muss oder dies erst am nächsten Tag zur normalen Arbeitszeit nötig ist,
- Einfache Änderungen in den Zeitschaltprogrammen durch eine eingewiesene Person ohne nähere MSR-Kenntnisse,
- Fernzugriff eines Dienstleisters zur Anlagenüberwachung,
- Offenes MSR-System ohne Abhängigkeit zum ursprünglichen Programmierer mit Monopolstellung,
- Zukünftige mögliche Betreuung der Anlage ohne Programmierkenntnisse der verbauten MSR,
- Möglichkeit der Fernwartung.





### Abhängigkeiten können vermieden werden

Im bisherigen MSR-System musste die Anlage durch einen technischen Dienstleister aufwendig betreut werden, da keinerlei Änderung der Anlage im automatischen Umschaltbetrieb erfolgen konnte. Doch gerade Personal ist kostenintensiv. Bei jeder gewünschten Änderung wurden weitere spezialisierte Techniker der MSR-Firma benötigt. Dadurch entstand eine Abhängigkeit, die nicht mehr zeitgemäß ist und mit einem entsprechenden MSR-System vermieden werden kann. Im Bereich des Facility Managements geht es hier um die Lebenszykluskosten einer Anlage, die über die Nutzungszeit eines Gebäudes ein Vielfaches der ursprünglichen Installationskosten übersteigen können. Daher ist stets die Verwendung von standardisierten MSR-Schnittstellen und Komponenten sinnvoll, um nicht von Herstellern abhängig zu werden. Bei der Auswahl des Systems ist es wichtig, dass die MSR ausreichend funktionale Schnittstellen zur späteren Einbindung in eine übergeordnete



Foto: BROCHIER

Die Kesselanlage mit Zweistoffbrenner und einer Heizleistung von zweimal 2,2 MW Heizleistung versorgt 26 Gebäude mit bis zu 18 Stockwerken.



- ▶ **Fachmagazin für die Technische Gebäudeausrüstung (TGA)**
- ▶ **Aktuelle Informationen für Fachplaner im TGA-Planungsbüro und im SHK-Handwerksbetrieb**
- ▶ **Monatliche Erscheinungsweise**

Gebäudeleittechnik oder Gebäudeautomation aufweist. Dadurch lassen sich Heizungs-, Kälte-, Lüftungs- und Elektrosysteme gewerkeübergreifend steuern. Auch ein Energiecontrolling oder -monitoringsystem sowie ein ELT-Lastmanagement lassen sich umsetzen.

Die Kopplung von MSR-Systemen und der Gebäudeautomation zu CAFM-Systemen ist gerade in großen Liegenschaften wie Werks- und Betriebsgeländen erforderlich, um die Betreiberverantwortung umzusetzen. Darüber ist es möglich, die Dokumentation, die Terminverfolgung, die Steuerung der Dienstleister, die Einhaltung der wiederkehrenden gesetzlichen Prüfungen, das Hygienemanagement für Trinkwasser- und RLT-Anlagen und den Erhalt eines belastbaren Datenbestandes zu gewährleisten.

### Die Umsetzung des Projektes

Um die gewünschten Punkte zu realisieren, wurde für die Wohnanlage Einsteinring das MSR-Fabrikat Priva ausgewählt, da dies schon seit vielen Jahren mit sehr guten Erfahrungen eingesetzt wird. Die Firma ABL Lufttechnische Anlagen GmbH leitete die Gesamtmaßnahme. Die Projektierung erfolgte in enger Abstimmung mit der BROCHIER Gebäudemanagement GmbH als technischen Dienstleister und Kenner des Betriebes der Anlage und dem Verhalten der einzelnen Komponenten. Gerade bei großen Netzen sind hydraulische Netzkenntnisse erforderlich und müssen beachtet werden, wie bei diesem Nahwärmenetz von 26 Gebäuden mit einer Vielzahl von Verbrauchern. Die spezialisierten Techniker der Firma Stöcker + Döring GmbH übernahmen fachkompetent

die Programmierung und den Austausch der MSR.

Bei der Umsetzung solcher Projekte ist eine umfangreiche Beratung des Kunden wichtig, um die gewünschten Ziele zu ermitteln. Auf Basis der Anforderungen erfolgt mit dem betreuenden Dienstleister des technischen Gebäudemanagements die Formulierung eines Lastenheftes. Mit Hilfe von Vor-Ort-Terminen muss dann die Umrüstung der Peripherie und der Feldgeräte im Detail geklärt werden. Was kann sinnvollerweise von der bisherigen Anlage verwendet werden? Was muss vielleicht weiterhin bestehen bleiben, da es keine Nachfolgeartikel von Einzelkomponenten mehr gibt? Welche Bereiche müssen in ihrer etwas umständlichen Funktionalität erhalten bleiben bzw. im neuen System wieder abgebildet werden, da es hierzu technischen Hintergrund in dem Objekt gibt? Solche Fragen müssen in zeitintensiver Detailarbeit geklärt und entsprechend dokumentiert werden. Hierzu bedarf es einer guten und funktionalen Abstimmung aller beteiligten Spezialisten. Nur dadurch kann eine möglichst hohe Kostenreduktion und technische Funktionalität für den Kunden erreicht werden.

Hinzu kam, dass die Umsetzung keinerlei Betriebsausfall für die Wärmeerzeugungsanlage bedeuten durfte, da die Bewohner weiterhin mit warmem Wasser und Heizenergie versorgt werden mussten. Nach der erfolgreichen Durchführung des Projekts konnten alle genannten Punkte realisiert werden.

Die erzielte Kostenreduzierung ist auf folgende Erfolgsfaktoren zurückzuführen:

- Senkung der Nebenkosten durch weniger Verbrauch von Primärenergieträgern

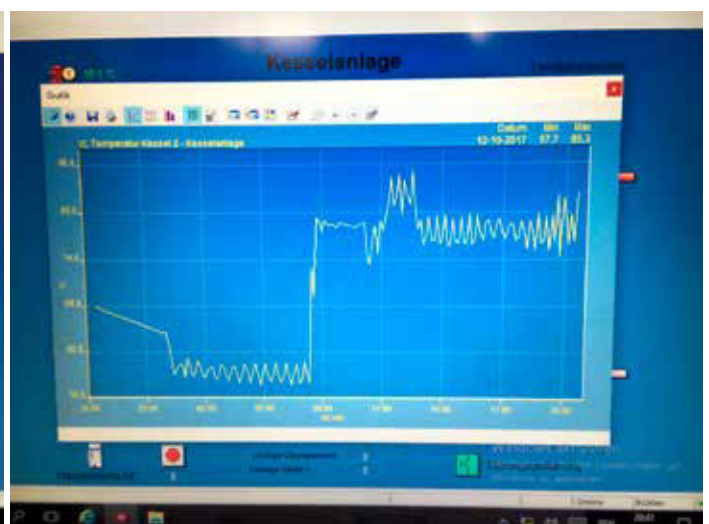
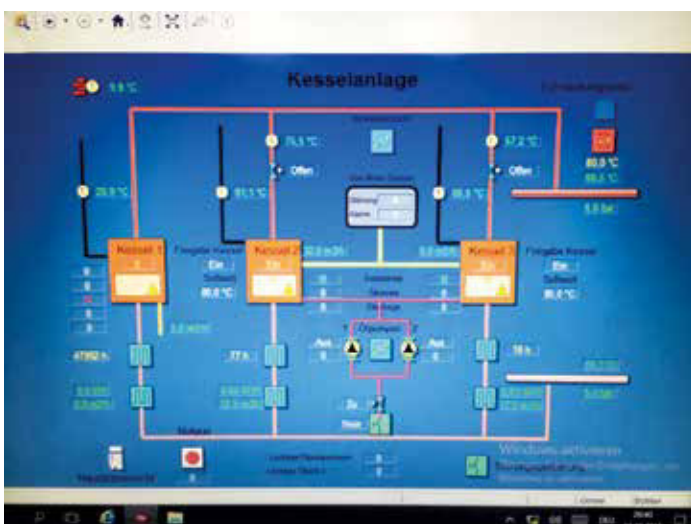
auf Grund eines effektiveren Einsatzes der Anlagentechnik, da eine messtechnisch gesteuerte Zu- und Abschaltung der Wärmeerzeuger und deren Verbraucher erfolgt.

- Senkung der Kosten des laufenden Betriebes, da Einsätze von technischem Personal auf Grund der vollautomatischen Steuerung der wechselnden Betriebszustände in den Sommer- und den Wintermonaten und der Übergangszeit vermieden werden; bisher musste dies durch manuelle Eingriffe erfolgen und überwacht werden.
- Geringere Ausfallzeiten der Anlagen.
- Erhöhung der Mieterzufriedenheit.

Für die weitere Optimierung der technischen Anlage mit möglichst maximaler Energieausnutzung bei minimierten Betriebskosten ist die Installation eines Blockheizkraftwerkes geplant. Dieses kann den Warmwasserbedarf der gesamten Wohnanlage decken.

### Fazit

Die technischen Möglichkeiten zur Erzeugung von Wärmeenergie sind bereits erfunden. Es liegt jetzt in der Kunst des Ingenieurs, die existierenden Verfahren zur Deckung der Nutzeranforderung bei möglichst geringem Einsatz von Primärenergie zu kombinieren und auszuwählen – für eine maximale Zufriedenheit der Eigentümer, Betreiber, Verwalter und Nutzer von Gebäuden, bei minimiertem Kosteneinsatz. Das sind Themen, die sich bei allen Beteiligten positiv bemerkbar machen und wahrgenommen werden. ◀



Fotos: BROCHIER

Die Mess-Steuer-Regelanlage muss ausreichend funktionale Schnittstellen aufweisen, um sie in eine übergeordnete Gebäudeleittechnik oder Gebäudeautomation einzubinden.

# Kreislaufwasser-Aufbereitung von AFS: Mit Sicherheit perfekt geplant!



## Ein Konzept für alle Anlagengrößen

- Geeignet für alle Heizungs- und Kältesysteme
- Verhindert Ablagerungen und Korrosionen im gesamten System
- Vollautomatisch, qualitätsgesteuert und fernüberwachbar
- Planungssicher nach allen technischen Richtlinien  
(VDI 2035 Blatt 1 und Blatt 2, DIN 14336 und 18380, BTGA-Regeln 3.002 und 3.003)
- Einsetzbar für Erst-, Neu- und Ergänzungsbefüllungen

**JETZT INFORMIEREN UND GRATIS- EXEMPLAR DES  
AFS HEIZUNGSWASSER-HANDBUCHES SICHERN!**

**[www.aguasave.de](http://www.aguasave.de) | E-Mail: [planungsservice@agasave.de](mailto:planungsservice@agasave.de)**



# Heizen und Kühlen leicht gemacht

## Optimale Hydraulik in multivalenten Systemen



Florian Füssner,  
Produktmanager  
Sinus Produkte,  
Reflex Winkelmann  
GmbH,  
Ahlen

Nordwestliches Münsterland, Kreis Steinfurt: In der Gemeinde Wettringen wurde die zentrale Anlaufstelle – die Bürgerhalle – neu gebaut. Es handelt sich dabei um ein öffentliches Gebäude für unterschiedliche Veranstaltungen: von Konzerten bis Theateraufführungen. Zum Komplex gehören außerdem ein offenes Foyer für Empfänge, eine Küche sowie Tagungs- und Umkleieräume. Der große Saal ist mit einer modernen Bühnen- und Tontechnik ausgestattet und fasst mehr als 300 Personen. Wegen dieser Tatsache und der daraus resultierenden inneren Lasten ist sowohl im Winter wie auch im Sommer eine beständige wie angenehme Klimatisierung erforderlich. Auf der Erzeugerseite kommt eine reversible Wärmepumpe in Verbindung mit Erdsonden zur Bereitstellung der Heiz- und Kühlleistung (160 kW beim Heizen und 85 kW beim Kühlen) zum Einsatz, auf der Verbraucherseite sind eine Lüftungsanlage und auf einer Fläche von 1.030 Quadratmetern eine Fußbodenheizung. Bei der installierten Heiz- und Klimatechnik gibt es eine Besonderheit: Die Verbraucherseite ist über Umschaltung als Zweirohrsystem ausgeführt – Lüftungsanlage wie Fußbodenheizung werden zum Heizen und zum Kühlen verwendet.

### Sichere hydraulische Entkopplung

Eine der größeren Herausforderungen war es, den Heiz- und Kühlfall sicher hydraulisch zu verbinden. Die Entscheidung fiel auf zwei Hydraulikzentren zum Sammeln und Verteilen verschieden temperierter Erzeuger- und Verbraucherkreise mit je 300 Litern Inhalt.

Ein Hydraulikzentrum für die Kühlung, das andere mit dem Fokus Heizen. Beide gewährleisten die sichere hydraulische Entkopplung der unterschiedlichen Kreise und die jederzeit bedarfsgerechte Bereitstellung der Heiz- und Kühlleistung. Die innere Konstruktion ist derart, dass sie die Hydraulik in verschiedene Temperaturzonen unterteilt. Die grundsätzliche Funktionsweise beruht auf dem thermischen Auftrieb. Dabei werden die einzelnen Erzeuger- und Verbraucherkreise den Zonen je nach Temperatur-Niveau zugeordnet.

### Voneinander abgetrennte Zonen

Der thermische Auftrieb sorgt für eine Temperaturzonenausbildung innerhalb des Behälters. Das warme Medium sammelt sich im oberen und das kühlere im unteren Bereich. Um diesen physikalischen Effekt zu unterstützen, werden im inneren spezielle Einbauten integriert. Diese bezwecken, dass die Einschichtung mit möglichst geringen Strömungsgeschwindigkeiten erfolgt. So wird Turbulenzen vorgebeugt. Außerdem trennen die Einbauten die einzelnen Zonen voneinander ab. Gerade im Kühlfall muss die Schich-

tung unterstützt werden, da in Kühlanlagen relativ geringe Temperaturdifferenzen zwischen den Zonen vorliegen und damit der Dichteunterschied und der einhergehende thermische Auftrieb geringer ausfallen. Nur bei differierenden Massenströmen kommt es zu einem Ausgleich zwischen zwei benachbarten Zonen. Dadurch wird wiederum die sichere hydraulische Entkopplung der einzelnen Erzeuger- und Verbraucherkreise gewährleistet, sowohl bei Teil- wie auch bei Volllast.

Durch die gezielte Zuordnung der Erzeuger- und Verbraucherkreise zu den jeweiligen Temperaturzonen können die Rückläufe eines hochtemperierten Verbraucherkreises als zusätzliche Einspeisung eines nieder-temperierten Kreises dienen. Dadurch können Restwärmemengen aus den hochtemperierten Kreisen, wie zum Beispiel einem Radiatorkreis, effizient verwendet werden, um die Niedertemperaturkreise zu versorgen – beispielsweise Fußbodenheizung oder Deckenstrahlplatten. Ein Hydraulikzentrum übernimmt somit die Funktion eines Verteilers, einer hydraulischen Weiche und eines Pufferspeichers in einem.



Foto: Franz Frieling

Abbildung 1:  
Die zwei Hydraulikzentren  
„Sinus MultiFlow Center“  
der Bürgerhalle Wettringen

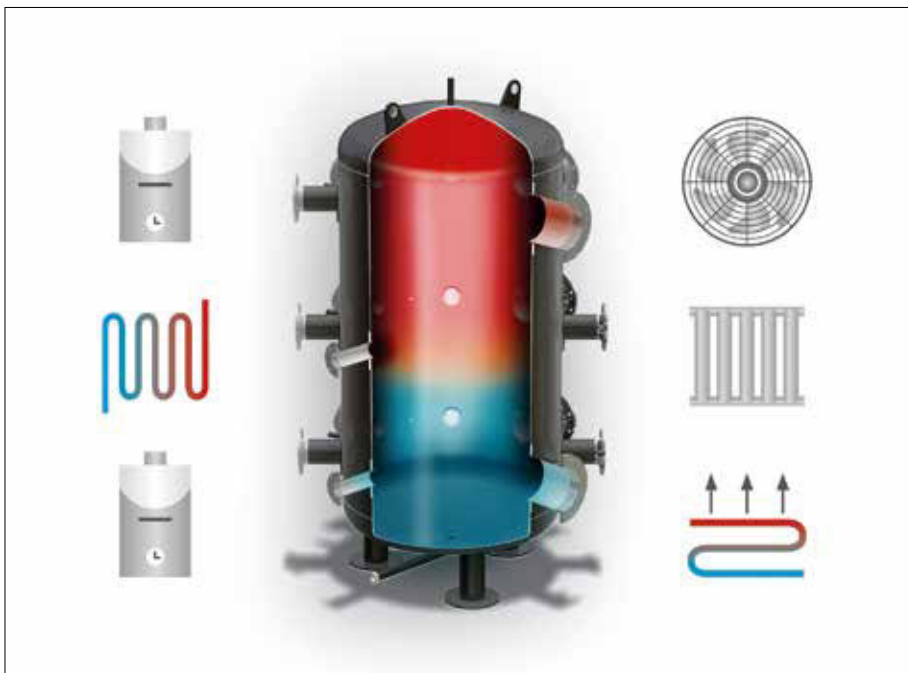



Abbildung 2: Darstellung der Funktionsweise des Hydraulikzentrums „Sinus MultiFlow Center“ zum Sammeln und Verteilen verschieden temperierter Erzeuger- und Verbraucherkreise

### Zuverlässig laufende Wärmepumpe


Im Projekt „Bürgerhalle Wetztingen“ wurde für den Heizfall das Hydraulikzentrum „Sinus MultiFlow Center“ mit drei Temperaturzonen ausgelegt. Für die Lüftungsanlage ist es wichtig, dass Vorlauftemperaturen von 45 °C erreicht werden – Zuordnung zur höchsten Temperaturzone. Hingegen reichen für die Fußbodenheizung 40 °C – Zuordnung zur mittleren Temperaturzone. Im Kühlfall wurde der Vorlauf der Lüftungsanlage der niedrigsten Temperaturzone zugeordnet, um dem Vorlauf die tiefen Temperaturen zur Verfügung zu stellen. Der mittleren Zone wurde wiederum der Vorlauf der Fußbodenkühlung zugeordnet. Grund hierfür ist die Tatsache, dass in den Kühlkreisen der Fußbodenkühlung der Taupunkt keinesfalls unterschritten werden darf. So wird hier unter anderem der bereits leicht vorgewärmte Rücklauf der Lüftungsanlage genutzt, um die Fußbodenkühlung zu versorgen. Nach der Inbetriebnahme der zwei Hydraulikzentren zeigte sich: Beim Heiz- wie Kühlfall funktioniert die Hydraulik reibungsfrei. So wird die Leistung bedarfsgerecht für die einzelnen Verbraucherkreise bereitgestellt – mit der Folge, dass die Wärmepumpe zuverlässig und sicher läuft. ◀



**Betriebszustand 1**

Volumenstrom der Erzeugerseite ist gleich dem Verbraucherkreisvolumenstrom.


- Gleiche Wärmemenge von Primär- und Sekundärkreis
- Gleichmäßige Schichtung innerhalb des MultiFlow Centers



**Betriebszustand 2**

Volumenstrom der Erzeugerseite ist größer als der Volumenstrom der Verbraucherseite.

- Nur die differierenden Volumenströme werden über die innere Konstruktion ausgeglichen.
- Ansonsten bleibt die Schichtung bestehen.
- Dem Primärücklauf wird warmes Wasser zugeführt.



**Betriebszustand 3**

Volumenstrom der Erzeugerseite ist kleiner als der Volumenstrom der Verbraucherseite.

- Höhere Abnahme auf der Sekundärseite (Volllastbetrieb)
- Den Vorläufen der Sekundärseite wird kühleres Wasser beigemischt.

Alle Grafiken: Reflex Winkelmann GmbH

Abbildung 3: Die schematische Darstellung zeigt die Auswirkung von variierenden Volumenströmen auf die Temperaturschichtung am Beispiel des Heizfalles.

# Effizienzberatung in der Industrie

## Praxisbeispiel für eine systematische und umfassende Betrachtung zur Verbesserung der Kosteneffizienz

Viele Industrieunternehmen und Planungsbüros haben die Idee, mit dem Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW) die Kosten auf einfache und wirtschaftliche Art und Weise zu senken. Was sich auf den ersten Blick gut und einfach anhört, ist in der Praxis oftmals wesentlich komplexer und im schlechtesten Fall sogar unwirtschaftlich. Nicht berücksichtigte Rahmenbedingungen, Prozessanforderungen und Betriebsbedingungen führen zu Nachträgen im Anlagenbau oder reduzieren die erwarteten Erlöse während des Anlagenbetriebes. Teilweise droht sogar die Stilllegung des BHKW, da energiewirtschaftliche Gesetze sträflich missachtet werden. Entsprechend wichtig ist die Frage: Wie kann ein Industrieunternehmen die heutigen technischen, kaufmännischen und energiewirtschaftlichen Anforderungen in praxistaugliche Lösungen zur Steigerung der Kosteneffizienz umwandeln?



Jörg Müller,  
Geschäftsführender  
Gesellschafter,  
Müller Beckmann  
GmbH, Münster



Bernd Pieper,  
Geschäftsführender  
Gesellschafter,  
Alfred Pieper GmbH,  
Hamm

### Der Rückblick

Der so typische Blick auf den Strom- und Erdgaslastgang in einem Industrieunternehmen der Lebensmittelbranche führte zu dem Ergebnis, ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von mehr als 2.000 kW zu installieren. Da kein Heizungssystem vorhanden war, sollte die Abwärme mit Hilfe einer Absorptionskältemaschine zur Industriekühlung bei Temperaturen von bis zu -30 °C verwendet werden. Die finanzierende Bank wollte die Investitionssumme von rund 2 Millionen Euro absichern und bat um eine unabhängige Stellungnahme.

### Die Herausforderung

Die umfängliche Begehung und systematische Analyse des Industrieunternehmens mit seinen Produktionsprozessen, Prozessanforderungen, Energieversorgungssystemen und Energieerzeugungsanlagen ergab die Notwendigkeit zum Umdenken. Bei den bisherigen Betrachtungen wurden nicht um-

fassend oder schlimmstenfalls gar nicht berücksichtigt:

- die vorhandenen Potenziale zur Energieeinsparung,
- die Möglichkeiten zur Umstellung von Hochdruckdampf auf ein klassisches Heizungswassersystem,
- die Optimierung der Betriebsabläufe,
- die Betriebskosten (Versicherung, Wartung und Instandhaltung, Personal),
- die mangelnden Versorgungssicherheiten,
- die prozessbedingten Abluftreinigungsanlagen,
- die prozessrelevanten Anforderungen an die Energieversorgung,
- der vorhandene Sanierungsstau,
- die notwendige übergeordnete Regelungstechnik und
- die geplante Unternehmensentwicklung bzw. Unternehmensstrategie.

Der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung fehlte in der Konsequenz das zwingend benötigte

Fundament, um eine Finanzierung sicherzustellen. Die Herausforderung bestand somit in der Überarbeitung der technischen und kaufmännischen Lösung. Ziel war es, alle notwendigen betrieblichen, technischen, genehmigungsrechtlichen und energiewirtschaftlichen Aspekte zu betrachten, zu bewerten und in eine neue Gesamtlösung zu überführen.

### Managementberatung

Mit dem Management wurde eine neue Strategie zur Projektentwicklung erarbeitet, um eine nachhaltige Lösung zu entwickeln. Es wurden im Vorfeld die Qualitäten, die Anforderungen und Unternehmensziele definiert. Diese wurden als Leitlinie und Orientierung festgeschrieben. Ein wesentlicher Punkt war die „Analyse und Optimierung von innen nach außen“, das heißt: ausgehend von den Prozessen bis hin zur Energiebeschaffung. Nur so konnte sichergestellt werden, dass alle Effizienzpotenziale und Betriebsabläufe erkannt und berücksichtigt wurden.

### Effizienzlösung

Nach der Analyse und Konzeptentwicklung konnten letztendlich elf wirtschaftliche Einsparmaßnahmen identifiziert werden, von denen acht unmittelbar umgesetzt wurden. Die restlichen Maßnahmen wurden aus strategischen Gründen zurückgestellt, um sie im Rahmen der anstehenden Produkt- und Prozessentwicklung erneut zu bewerten und zu entscheiden.

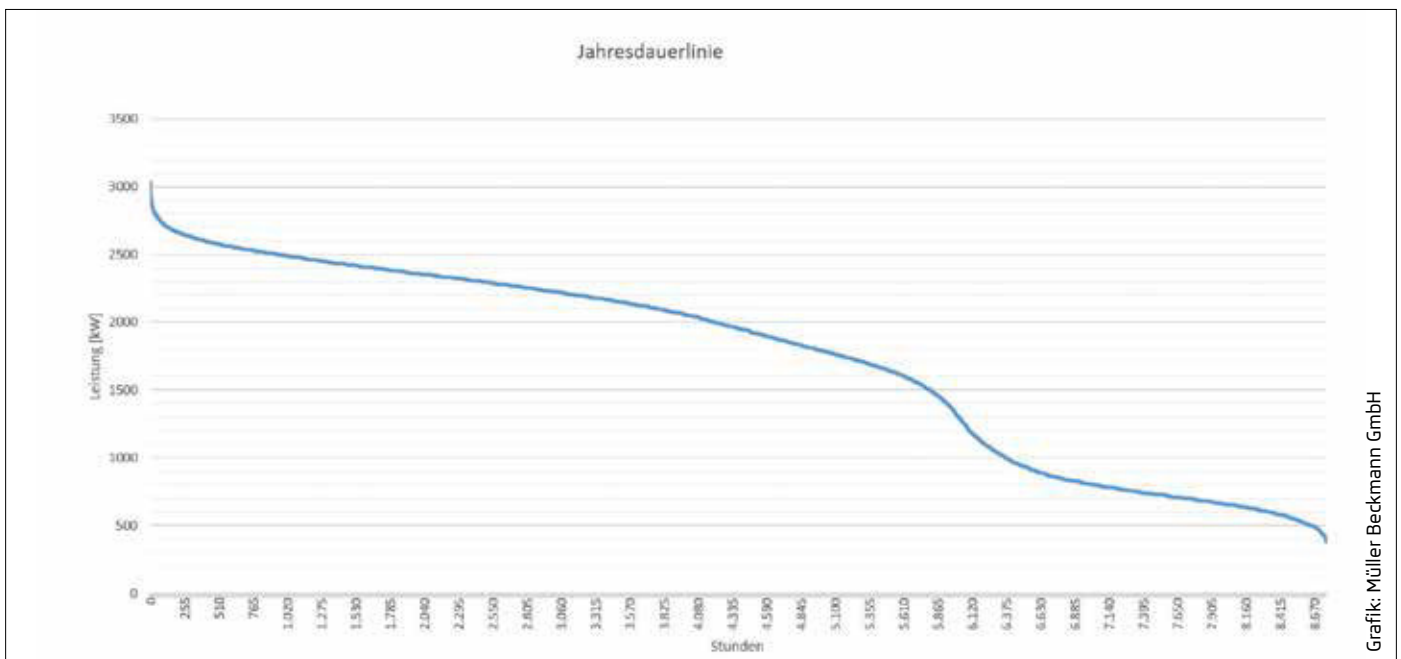


Abbildung 1: Geordnete Jahresdauerlinie Strom

### Systemwechsel Versorgungsmedium

Die systematische Analyse ergab, dass rund 7.000 kg/h Dampfleistung durch ein Pumpenwarmwassersystem substituiert werden konnten. Dieser Umstand hatte zu Folge, dass nun Wärmeverbraucher vorhanden waren, die mit der Motorenwärme des BHKW sowie weiterer Wärmerückgewinnungspotenziale versorgt werden konnten. Darüber hinaus war die Voraussetzung für alternative Energieerzeugungsanlagen wie Warmwasserkessel oder Wärmepumpen geschaffen. Die Entwicklung des neuen Energiekonzeptes

hatte nun zusätzliche Handlungsoptionen bzw. energetische und technische Potenziale.

### Abluftreinigung

Die prozessbedingt notwendige Reinigung der Rauchgase aus den Rauchkammern wurde bislang durch eine thermische Nachverbrennung (TNV) realisiert. Die Anlage erzeugte neben der Rauchgasreinigung Hochdruckdampf für die Produktionsprozesse. Der Jahresnutzungsgrad dieser Kesselanlage lag jedoch nur bei rund 35 Prozent.

Die Installation einer neuen Abluftreinigungsanlage führte zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs um rund 6.800 MWh pro Jahr und damit um eine CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 1.700 Tonnen pro Jahr. Aus dem Rauchgas konnte darüber hinaus eine Wärmeleistung von rund 280 kW ausgekoppelt und in das neue Heizungsnetz eingespeist werden.

### Dampfkessel

Die Dampfversorgung wurde durch zwei Hochdruckdampfkessel mit einer Gesamtleistung von 22 t/h sichergestellt. Die Jahresnutzungsgrade der beiden Anlagen lagen zwischen 35 und 85 Prozent.

Der ältere der beiden Kessel wurde durch einen neuen 4-Zug-Dampfkessel mit einer Leistung von 10 t/h und einem Dampfdruck von 10 bar ersetzt. Der vierte Zug wurde speziell für dieses Projekt installiert. Hierdurch wird die Abgaswärme der geplanten BHKW-Anlage in Dampf umgewandelt. Diese Anlagenkonfiguration ermöglicht eine platzsparende Aufstellung, da der sonst übliche singuläre, dem BHKW nachgeschaltete Abhitzekegel zur Dampferzeugung entfallen konnte. Diese Lösung stellt sicher, dass die Abgaswärme des BHKW immer vorrangig genutzt wird. Der Dampfkessel ist zusätzlich mit einem modulierenden Erdgasbrenner ausgestattet, so dass eine bedarfsgerechte Dampferzeugung jederzeit möglich ist.

Die Modernisierung der Anlagentechnik und der übergeordneten Regelungstechnik sowie die neue Kondensatwirtschaft führen zu einer Erdgaseinsparung von rd.



Abbildung 2: Einbringen des Erdgas-BHKW



5.800 MWh pro Jahr und damit zu einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von rd. 1.400 Tonnen pro Jahr. Die Verluste werden von 65 Prozent auf unter 10 Prozent reduziert.

### Dampf- und Wärmeverteilung

Zur Realisierung des Systemwechsels wurde ein neues Heizungssystem inklusive Druckhaltung, Heizungsverteilung und übergeordneter Regelungs- und Gebäudeleittechnik installiert. Damit sind die Voraussetzungen des übergeordneten Ziels zur systematischen Dampfreduktion innerhalb der Energieversorgung geschaffen.

### Wärmerückgewinnung

Es wurden Lösungen für verschiedenartige Wärmerückgewinnungssysteme entwickelt und in die Anlagentechnik integriert.

Das aus den Kochprozessen anfallende Autoklaven-Abwasser hat mit rund 40 °C und einer Dauerleistung von rund 375 kW ein erhebliches Wärmerückgewinnungspotenzial. Die vorhandenen Druckluftanlagen konnten bisher ihre Abwärme nicht auf das

Wärmenetz übertragen. Hierzu wurden die vorhandenen Anlagen mit einer Abwärmelastleistung von 100 kW durch das neue Heizungssystem in das Gesamtsystem eingebunden.

Da die verschiedenen Abwärmepotenziale auch unterschiedliche Temperaturniveaus haben, wurde eine kaskadierte Frischwasseranlage zur Prozesswassererwärmung installiert. Nach den Temperaturniveaus geordnet, wird das benötigte Frischwasser mit einem Volumenstrom von rund 15 m<sup>3</sup>/h von 10 °C auf rund 40 °C vorerwärmt. Die restliche Nacherwärmung auf rund 85 °C erfolgt über die BHKW-Motorenwärme.

Die Erdgaseinsparung beträgt 1.670 MWh pro Jahr, das entspricht einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung in Höhe von 400 Tonnen pro Jahr.

Das gleiche System wurde eingesetzt, um eine veraltete und ineffiziente Wärmerückgewinnung aus der Ölkühlung der Kältemaschinen zu ersetzen. Die neue Frischwasseranlage kann das vorhandene Abwärmepotenzial von 250 kW wesentlich effektiver nutzen und die Versorgungsqualität des

Prozesswassers sicherstellen. Die Qualitätsverbesserung führt zu einer Reduzierung der bisher eingesetzten Reinigungsmittel und trägt daher wesentlich zur Umweltentlastung bei. Darüber hinaus werden die hygienischen Anforderungen erfüllt. Die Anlageneffizienz wurde um mehr als 60 Prozent gesteigert.

Die Erdgaseinsparung beträgt 650 MWh pro Jahr, das entspricht einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 160 Tonnen pro Jahr.

### Eigenstromerzeugung

Durch die zahlreichen Effizienzmaßnahmen konnten der Erdgaslastgang und der damit verbundene Wärmebedarf wesentlich reduziert werden. Dies hatte zur Folge, dass die zuerst geplante Eigenstromerzeugungsanlage überdimensioniert war.

An dem Industriestandort wurde nunmehr eine nicht-serienmäßige, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 1.200 kW und einer thermischen Leistung von 1.500 kW installiert. Die erzeugten Strom-, Dampf- und Wärmemengen werden nun vollständig im Unternehmen genutzt. Auf Grund der teilweise volatilen Produktions- und Betriebsbedingungen wurde ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 100 m<sup>3</sup> installiert.

Der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage führt zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 2.000 Tonnen im Jahr.

### Brennwertnutzung

Prozessbedingt wird innerhalb der Produktion und für die Produkte Direktampf verwendet. Dadurch besteht die Notwendigkeit, permanent Permeat (voll entsalztes Wasser) aufzubereiten und dem Dampfsystem zuzuführen.

Zur Vorerwärmung des voll entsalzten Wassers werden die Abgasströme des BHKW und des Dampfkessels ausgenutzt. So wird das voll entsalzte Wasser durch Brennwertwärmetauscher um 45 Kelvin erwärmt. Die Leistung dieser neu installierten Wärmetauscher liegt beim Dampfkessel bei 264 kW und beim BHKW bei 535 kW. Diese Maßnahme führt zu einer jährlichen Erdgaseinsparung von rund 1.400 MWh und einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 350 Tonnen.

### Sanierung und Infrastruktur

Im Rahmen des Projektes wurden auch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Rohrleitungsbau, die Installation einer Wasserenthärtungsanlage zur Verbesserung des Anlagenbetriebes an den Produktionsmaschinen und die Installation eines neuen Speisewassermoduls inklusive neuer Entgasung durchgeführt.



Foto: Müller Beckmann GmbH

Abbildung 3:  
Einbringen des Hochdruck-Dampfkessels





### Gesamtlösung der Effizienzverfahren

Für alle Effizienzlösungen war eine Investition in Höhe von 3.910.000 Euro notwendig. Die aufgeführten Maßnahmen generieren Kosteneinsparungen von rd. 1.430.000 Euro und CO<sub>2</sub>-Einsparungen von rund 6.440 Tonnen pro Jahr. Letzteres verdeutlicht, dass die CO<sub>2</sub>-Einsparungen dieser integralen Lösung mit 34 Prozent überdurchschnittlich hoch sind.

### Finanzierungsberatung

Die gesamten Maßnahmen – BHKW, 4-Zug-Dampfkessel, neue TNV, Heizungssystem, WRG-Systeme, Abgaskaminanlage, neues Gebäude, Regelungstechnik, Planungs- und Genehmigungskosten usw. – mit einer Gesamtinvestition in Höhe von 3,9 Millionen Euro wurden durch ein neuartiges Finanzierungsmodell als Off-Balance-Lösung über einen Zeitraum von rund sechs Jahren finanziert. Der Kunde erhielt die Möglichkeit, noch während der Umbauphase das Finanzierungsvolumen und die Maßnahmen flexibel anzupassen.

Hierdurch war es überhaupt möglich, die während der Bauphase erst entschiedenen Sanierungsmaßnahmen in die Finanzierung aufzunehmen. Bereits vom ersten Tag an konnte durch die hohen Energieeinsparungen eine signifikante Kostenentlastung unter Berücksichtigung aller Finanzierungskosten und Betriebskosten erreicht werden.

### Projektmanagement

Das Projektmanagement hatte dem Kunden die Projektrealisierung zum Festpreis ohne Nachträge zugesagt. Ebenfalls war eine termingerechte Anlagengenehmigung zu erreichen, damit die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage sichergestellt werden konnte. Obwohl dafür nur drei Monate zur Verfügung standen und die Genehmigung durch die Behörde auf den Gesamtstandort ausgedehnt wurde, konnte das Ziel erreicht werden.

Insbesondere die enge Abstimmung und frühzeitige Integration des Anlagenbauers führten zu einem konstruktiven und lösungsorientierten Umsetzungsprozess.

### Integrierter Anlagenbau

Durch die frühzeitige Einbindung des Anlagenbauers konnte eine optimale Abstimmung zwischen Produktion, Energieversorgung und Anlagenbau erfolgen, so dass eine unterbrechungsfreie Produktion gewährleistet werden konnte. Durch die systematische Analyse und Festlegung von Leistungszielen wurden die Verantwortungen zwischen den Parteien eindeutig geregelt. Dadurch wurde

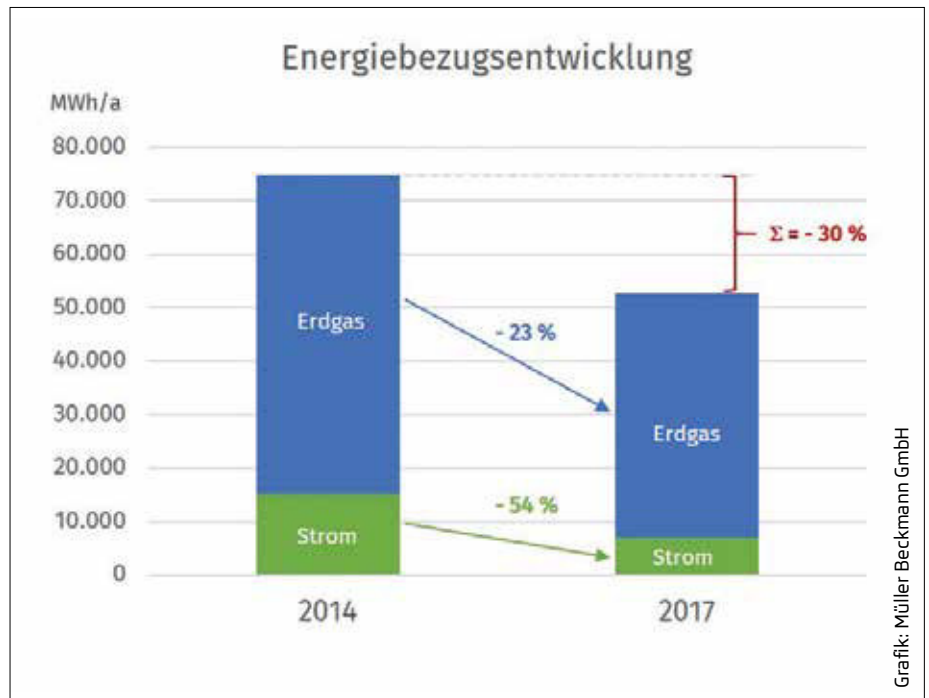


Abbildung 4: Entwicklung des Energieeinkaufs

die Einhaltung des Termin- und Kostenrahmens sichergestellt. Nachträge konnten vermieden bzw. auf ein Minimum (Sanierung) reduziert werden.

### Energiemanagement

Zur Sicherstellung der Effizienzmaßnahmen hat das Industrieunternehmen sich dafür entschieden, das Beratungsunternehmen mit dem Nachweis und der Sicherstellung der Einsparmaßnahmen zu beauftragen.

Auf Grund der Komplexität der Produktion und der gesamten Einflussfaktoren wurde ein Energiemodell auf Basis der multivariaten Regressionsanalyse entwickelt und erfolgreich angewendet. Damit ist der Kunde jederzeit in der Lage, Veränderungen in seinen Fachbereichen „Technik“, „Produktion“ und „Energie“ zeitnah zu bewerten und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Darüber hinaus werden alle Anforderungen der DIN EN ISO 50003 und 50006 erfüllt.

### Fazit

Das umfassende Energiekonzept hat zu einer Verdoppelung der Investitionssumme geführt. Gleichzeitig wurde das BHKW in seiner elektrischen Leistung von zunächst geplanten über 2 MW auf realisierte 1,2 MW reduziert. Die Installation einer Absorptionskältemaschine mit einem Wirkungsgrad von 15 Prozent entfiel gänzlich. Die freigewordenen Investitionen wurden unter anderem in weitere Effizienzmaßnahmen gelenkt.

Durch diese Gesamtmaßnahmen konnte eine wesentliche höhere Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Der statische Return on Investment betrug trotz sehr hoher Sanierungsinvestitionen 2,7 Jahre. Mit einer Energieverbrauchsreduzierung bezogen auf die Medien „Strom“ und „Erdgas“ von rund 23 Prozent wird ein entscheidender Beitrag zur nachhaltigen Kostenreduzierung und zum Umweltschutz erreicht. ◀

# Die neue BTGA-Regel 3.003

## Sicherer Betrieb von geschlossenen Kalt- und Kühlwasserkreisläufen

Seit vielen Jahren steigt der Kältebedarf für die Gebäudeklimatisierung und für die industrielle Prozesskühlung. Gleichzeitig sind die Anforderungen an die installierten Anlagen im Hinblick auf Energieeffizienz sowie Anschaffungs- und Betriebskosten gestiegen. Das hat zu kompakt konstruierten, komplexen Komponenten geführt. Dabei wird oft eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe in den Anlagen verbaut.



Dipl.-Ing. M.Eng.  
Stefan Tuschy,  
technischer Referent,  
BTGA e.V.



Dipl.-Ing.  
Jan Heckmann,  
Vorsitzender  
der Arbeitsgruppe 3.003  
des BTGA e.V. und  
Geschäftsführer der  
Z&H Wassertechnik  
GmbH

Durch Fehler bei Planung, Installation oder Betrieb von geschlossenen Kalt- und Kühlwasserkreisläufen kann es schnell zu Betriebsstörungen kommen, die Effizienzverluste verursachen und aufwendige Instandsetzungsarbeiten notwendig machen. Oft kann es bereits kurz nach Beginn des bestimmungsgemäßen Betriebes zu starken Korrosionserscheinungen kommen, die ihre Ursache entweder in der chemischen Zusammensetzung des Umlaufwassers oder in mikrobiologischen Prozessen haben.

### 1. Anwendungsbereich der neuen BTGA-Regel

Eine brauchbare Richtlinie für den Betrieb geschlossener Kalt- und Kühlwasserkreisläufe existierte bisher noch nicht. In der Praxis konnte daher häufig beobachtet werden, dass – in Ermangelung einer geeigneten Regel – die VDI 2035 auch für Kältesysteme angewendet wurde. Dies führte häufig zu falschen Betriebsempfehlungen.

Die im April 2017 veröffentlichte BTGA-Regel 3.003 „Wassergeführte Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe – zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten“ ist ein neues Regelwerk, das die vorhandene Richtlinienlücke schließt und zum sicheren Betrieb von Kalt- und Kühlwasserkreisläufen beitragen soll. Neben umfangreichen Richtwerten für das Füll-, Ergänzungs- und Um-

laufwasser sind insbesondere die Erkennung möglicher Störungen sowie die Empfehlung geeigneter Abhilfen für Bestandsanlagen zentrale Inhalte dieser Regel.

Der Anwendungsbereich umfasst geschlossene Kalt- und Kühlwasserkreisläufe mit einer Umlaufwassertemperatur von <math>< 40\text{ °C}</math>. Nicht berücksichtigt wurden Anlagen mit weniger als  $1\text{ m}^3$  Füllvolumen und Anlagen, in denen Wasser zum Kühlen verdunstet. Somit bezieht sich die Regel ausdrücklich auf große, anspruchsvolle Kühlsysteme ohne Verdunstungskühlung.

Auch wenn Kleinanlagen bewusst aus dem Geltungsbereich ausgelassen wurden, liefert die BTGA-Regel 3.003 auch für diese Anlagen wertvolle Hinweise zum Betrieb.

### 2. Richtlinie für Planung, Installation und Betrieb

Planung, Installation (inkl. Inbetriebnahme) und Betrieb sind gleichermaßen wichtig, um sicherzustellen, dass ein geschlossener Kalt- und Kühlwasserkreislauf seinen bestimmungsgemäßen Betrieb dauerhaft und störungsfrei erfüllen kann.

#### 2.1. Planung

In der Planungsphase werden die Grundlagen für eine störungsfreie Betriebsweise gelegt. Die Fehler, die hier gemacht werden, sind im Nachgang nicht oder nur mit sehr

großem Aufwand beherrschbar. Für die Planung sollten insbesondere folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Herstellervorgaben hinsichtlich der Umlaufwasserqualität mit den Richtwerten der BTGA-Regel 3.003 abgleichen,
- Vorgaben verschiedener Hersteller untereinander abgleichen,
- Verträglichkeit der verwendeten Materialien,
- Festlegung der Füll- und Ergänzungswasserqualität,
- Festlegung von eventuell notwendigen Wasseraufbereitungsmaßnahmen und -behandlungsmaßnahmen,
- Festlegung einer geeigneten Druckhaltung bei atmosphärisch geschlossenen Kreisläufen,
- Ort und Ausführung geeigneter Probenahmestellen,
- Eventuelle Online-Überwachung von Betriebsparametern (z. B. pH-Wert),
- Vorsehen von Absperrungen und Spülstutzen vor eventuell zu reinigenden Bauteilen (z. B. Wärmeübertrager),
- Vorsehen eines Feinfilters (Maschenweite  $\leq 5\text{ }\mu\text{m}$ ) im Nebenstrom,
- Maximale Fließgeschwindigkeiten im Dauerbetrieb.

#### 2.2. Installation (inkl. Inbetriebnahme)

Bei der Installation wird in Bezug auf Druckprüfung, Spülen und Befüllen von Systemen auf die BTGA-Regel 3.002 verwiesen. Diese befindet sich derzeit ebenfalls in der Überarbeitung. Kernpunkte der Überarbeitung sind insbesondere folgende Themen:

- Erweiterungen des Anwendungsbereichs von Heizungs-Installationen auf geschlossene Heizungs- bzw. Kälte- und Kühlkreisläufe,
- Berücksichtigung der wassertechnischen Vorgaben im Rahmen der Inbetriebnahme, z. B. nach Vorgabe der BTGA-Regel 3.003,



Foto: Prof. Dr. rer. nat. Oliver Opel

Abbildung 1: Inkrustationen im Kühlkreislauf

- Definition und Beschreibung von verschiedenen Verfahren der Druckprüfung,
- Definition und Beschreibung von verschiedenen Spülverfahren, abhängig von der Dimension der Anlage und vom Verarbeitungsverfahren.

Mit der Veröffentlichung der BTGA-Regel 3.002 ist in der ersten Jahreshälfte 2018 zu rechnen.

Bereits in der Planungsphase muss festgelegt werden, ob das vorhandene Rohwasser für die Inbetriebnahme ohne weitere Aufbereitungsmaßnahme verwendet werden kann oder das für den späteren Betrieb vorgesehene Füll- und Ergänzungswasser verwendet werden muss.

Eine erste vollständige Analyse des Füllwassers (gemäß der Richtwerttabelle nach BTGA-Regel 3.003) muss bereits vor dem Befüllen der Anlage erstellt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die in der Anlage verbauten Werkstoffe von Beginn an nur mit geeignetem Wasser in Kontakt kommen.

Eine erste Kontrolle der Umlaufwasserqualität muss spätestens 48 Stunden nach dem Befüllen erfolgen. Hierbei sind mindestens die elektrische Leitfähigkeit und die Gesamthärte zu untersuchen. Die Einhaltung der festgelegten Richtwerte im Hinblick auf die elektrische Leitfähigkeit und die Gesamthärte ist Voraussetzung für die Abnahme der Anlage durch den Auftraggeber. Bei Abweichung der geforderten Wasserqualität bestehen Klärungs- und gegebenenfalls Handlungsbedarf zur Einhaltung der geforderten Richtwerte. Mit der Abnahme erfolgt der Gefahrenübergang.

Im Rahmen einer Inspektion ist drei Monate nach der Inbetriebnahme eine vollständige

Analyse des Umlaufwassers vorzunehmen. Nach diesem Zeitraum kann davon ausgegangen werden, dass sich ein „Normalzustand“ des Systems eingestellt hat.

Die Ergebnisse aller Wasseranalysen müssen im Betriebsbuch dokumentiert werden.

### 2.3. Betriebsphase

Für die Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebes ist grundsätzlich der Anlagenbetreiber verantwortlich. Betreiber ist, wer Eigentümer oder Besitzer einer Anlage ist und diese nutzt oder wer die tatsächliche oder rechtliche Möglichkeit hat, die notwendigen Entscheidungen im Hinblick auf die Sicherheit der Anlage zu treffen. Insbesondere umfasst der Betrieb von geschlossenen Kalt- und Kühlwasserkreisläufen:

- die Instandhaltung, um die Funktionsfähigkeit aufrechtzuerhalten und
- das Wahrnehmen der Verkehrssicherungspflichten.

Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen muss im Rahmen der Betreiberverantwortung besonders auf die Instandhaltung der gebäudetechnischen Anlagen geachtet werden. Nur wenn Anlagen regelmäßig instandgehalten werden, können ihre Schutzfunktionen dauerhaft wirken. Im Sinne der BTGA-Regel wird hier besonders auf die Instandhaltung unter wassertechnischen Aspekten und auf das hierfür geeignete Fachpersonal eingegangen.

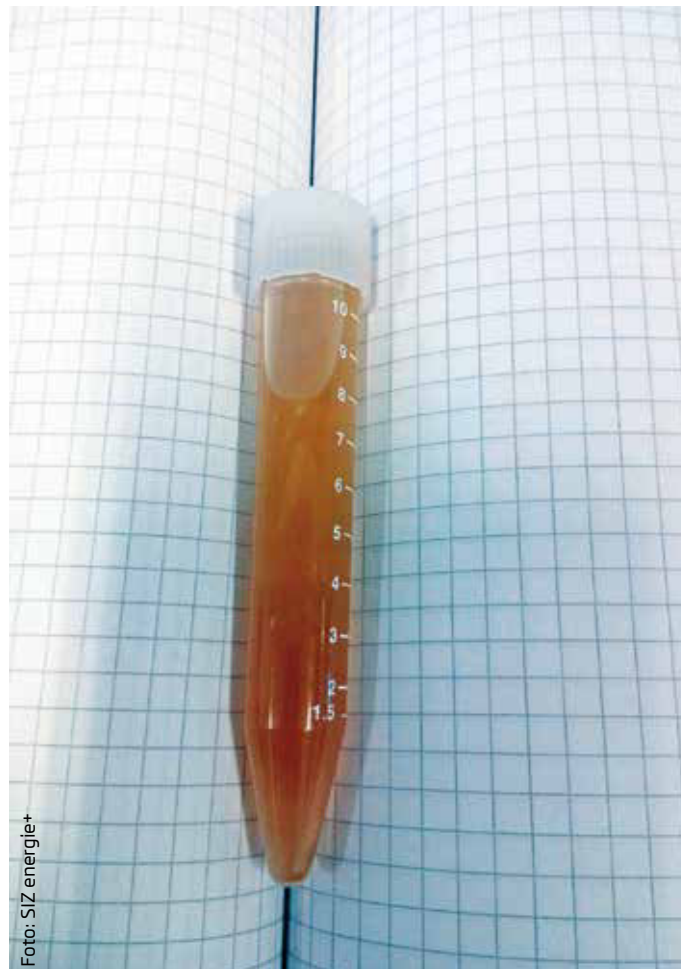


Foto: SIZ energie+

Abbildung 2: Wasserprobe aus einem geschlossenen Kaltwasserkreislauf



Die erste wiederkehrende Inspektion des Umlaufwassers ist zwölf Monate nach Inbetriebnahme durchzuführen und anschließend im Abstand von einem Jahr zu wiederholen. Der Umfang dieser wiederkehrenden Untersuchung muss mindestens die Überprüfung und Beurteilung der folgenden Parameter beinhalten:

- pH-Wert (Vor-Ort-Bestimmung),
- elektrische Leitfähigkeit,
- Trübung (absetzbare Stoffe) durch Sichtprüfung,
- Färbung durch Sichtprüfung,
- Geruch,
- Gesamthärte.

Die Festlegung, die Durchführung und die Beurteilung von Maßnahmen unter wasser-technischen Aspekten sind von fachlich geeignetem Personal vorzunehmen. Eine ausreichende Fachkunde liegt dann vor, wenn die durchführende Person ein Studium (z. B. Versorgungstechnik) oder eine abgeschlossene Berufsausbildung in entsprechender Fachrichtung (z. B. Anlagenmechaniker SHK) nachweisen kann und zudem berufs- begleitende Fortbildungen (z. B. Probenehmer- schulung) besucht hat. Ist beim Eigentümer bzw. Betreiber oder Nutzer des Kalt- bzw. Kühlwasserkreislaufes keine ausreichende Fachkunde vorhanden, so sollte dieser ein Fachunternehmen hinzuziehen. Gleiches gilt bei der Festlegung eines entsprechenden Instandhaltungskonzeptes.

### 3. Umfangreiche Anforderungen an das Füll- und Umlaufwasser

Aufgrund der hohen Anforderungen an Kälte- und Kühlkreisläufe und um die komplexen chemischen Zusammenhänge so präzise wie möglich darzustellen, sind die in der BTGA-Regel 3.003 gestellten Anforderungen an die wasserchemischen Parameter umfangreicher und zum Teil auch schärfer als in allen das Thema tangierenden Normen. Ein Beispiel dafür ist der Richtwert des Chlorid-Gehaltes von <math>< 15 \text{ mg/l}</math> für das Füll- und Umlaufwasser bei salzarmen Fahrweise.

Gleichzeitig wurde darauf geachtet, die Verwendung verschiedener Wässer nicht mehr einzuschränken als notwendig. Das geschieht beispielsweise, indem der Gehalt an Sulfat und Nitrat als Summenwert zusammengefasst wird. Außerdem ist die empfohlene salzarme Fahrweise weniger strikt ausgelegt und eher praxisnah definiert als in anderen vergleichbaren Regelwerken. Somit ist es möglich, manche Stadtwässer ohne weitere Behandlung als Füll- und Umlaufwasser zu verwenden.

Die Erkenntnisse über die in der Regel geführten Richtwerte stammen zum Teil aus einem noch laufenden Forschungsprojekt.<sup>1</sup> Im Rahmen einer großangelegten Feldstudie wurden Wasserproben von über 60 Systemen analysiert, um Korrosionsvorgänge in hydraulischen Systemen zu untersuchen.

### 4. Hilfestellung bei Störungen

Die Praxis zeigt, dass bei vielen der bestehenden Kalt- und Kühlwasserkreisläufen die Empfehlungen der allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht umgesetzt und nicht eingehalten werden. In diesen Anlagen können vermehrt Störungen auftreten. Ablagerungen können aus folgenden Stoffen bestehen:

- Mineralien (z. B. Calciumcarbonat),
- biologische Substanzen (z. B. Biofilm),
- Korrosionsprodukte (z. B. Eisenoxide).

Ein zentraler Punkt in der BTGA-Regel 3.003 ist daher, Lösungen für Probleme in Bestandsanlagen aufzuzeigen. Hierbei ist es notwendig, dem vorgefunden Erscheinungsbild eine möglichst eindeutige Schadensursache zuzuordnen. Nur so können geeignete Abhilfemaßnahmen empfohlen werden.

### 5. Fazit

Für Planung, Installation und Betrieb von Kalt- und Kühlwasserkreisläufen bestanden lange Zeit keine klaren Vorgaben. Das hat bis heute zur Folge, dass Kühlsysteme überdurchschnittlich häufig von Korrosion und mikrobiologisch bedingten Störungen betroffen sind. Die BTGA-Regel 3.003 schließt diese Lücke und leistet damit einen wertvollen Beitrag für den Erhalt moderner, gebäudetechnischer und industrieller Anlagen. Sie gibt dem Anwender insbesondere Hilfestellung für:

- die fachgerechte Planung und Installation der Gesamtanlage unter wassertechnischen Aspekten,
- das Festlegen und Prüfen der wichtigsten Parameter des Füll- bzw. Ergänzungswassers und des Umlaufwassers in Neu- und Bestandsanlagen,
- das Einschätzen von Erscheinungsbildern möglicher Störungen,
- das Ermitteln der Störungsursache,
- das Ableiten von Maßnahmen zur Störungsbeseitigung und
- die Instandhaltungsplanung.

### 6. Ausblick

Die neue Arbeitsgrundlage muss möglichst schnell in Fachkreisen bekannt und etabliert werden. Dazu wurde inzwischen mit Professor Micheal Hoelt, der als staatlich an-

erkannter Prüfsachverständiger für die Prüfung technischer Anlagen und Einrichtungen tätig ist, ein neues Richtlinienprojekt beim VDI erfolgreich gestartet. Die BTGA-Regel 3.003 dient dabei als Grundlage für die neue Richtlinie. ◀

<sup>1</sup>) EQM: Hydraulik Korrosion in hydraulischen Systemen, SIZenergie+, Braunschweig und Leuphana Universität Lüneburg, FKZ: 03ET1270A/B, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.



---

# GEMEINSAM MIT DEM FACHHANDWERK BAUEN WIR AN DER WELT VON MORGEN.

[GC-GRUPPE.DE](http://GC-GRUPPE.DE)





Alle Abbildungen: Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

## Schutz des Trinkwassers durch Sicherungseinrichtungen

Richtiges Einschätzen von Gefährdungen verhindert Rückfließen



Felix Markert M.Eng.,  
Produktmanager,  
Gebr. Kemper  
GmbH + Co. KG, Olpe

Der Erhalt der Trinkwassergüte – von der Anlieferung durch das Versorgungsunternehmen bis zur Entnahmestelle – beschränkt sich nicht ausschließlich auf die Temperaturhaltung und den bestimmungsgemäßen Betrieb. In gleichem Maße können mangelhafte Sicherungsmaßnahmen eine mikrobielle oder auch chemische Verunreinigung des Trinkwassers zur Folge haben.

Eine Trinkwasser-Installation besitzt meist mehrere Verbindungen zu anderen Systemen mit mehr oder weniger gesundheitsgefährdenden Medien. Beispiele dafür sind die Verbindung zwischen warmem und kaltem Trinkwasser und die Verbindung zwischen dem Trinkwasser und der Heizungsanlage. Weiterhin gibt es Abgabestellen wie zum Beispiel Viehtränken, die besondere Anforderungen an die Verbindung zur Trinkwasser-Installation stellen. Die Trinkwasserverordnung [1] schreibt vor, dass eine Trinkwasser-Installation „nicht ohne eine den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Sicherungseinrichtung“ mit Installationen verbunden werden darf, in denen Nichttrinkwasser vermutet werden kann. Die technischen Maßnahmen zum Schutz unseres „Lebensmittels Nummer eins“ sind in den Regelwerken klar definiert. In der täglichen Praxis müssen die dort ge-

stellten Anforderungen auf die örtlichen Bedingungen angewendet werden, was nicht selten Unklarheiten aufwirft. Eine Sicherungseinrichtung, die für jede Installation mit individuellen örtlichen Gegebenheiten, spezifischen Anforderungen an die Wasserqualität und für alle Entnahmestellen geeignet ist, gibt es nicht. Der Fachmann muss das Gefährdungspotenzial der spezifischen Einbausituation analysieren, bewerten und eine Sicherungseinrichtung auswählen, die die jeweiligen Anforderungen erfüllt. Dies kann ein Rückflussverhinderer, ein Rohrbelüfter, ein Systemtrenner oder auch eine Sicherheitstrennstation sein.

### Gefährdungen klassifizieren

Maßgebliches Kriterium bei der Auswahl einer Sicherungseinrichtung sollte die Beschaffenheit der Flüssigkeit sein, vor deren Rückfließen das Trinkwasser geschützt



werden soll. Die Beschaffenheit von Flüssigkeiten klassifizieren die DIN EN 1717 [2] und deren Ergänzungsnorm DIN 1988-100 [3] in fünf Kategorien. Abbildung 1 veranschaulicht das Risiko der Verunreinigung des Trinkwassers, das mit ansteigender Kategorie zunimmt.

Flüssigkeiten, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind und Wasser, das gegebenenfalls lediglich in Geschmack, Geruch, Farbe oder Temperatur verändert wurde, sind der Kategorie 1 oder der Kategorie 2 zuzuordnen. Flüssigkeiten der Kategorie 1 oder der Kategorie 2 stellen keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit dar.

Flüssigkeiten, die gesundheitsgefährdend sind, entsprechen den Kategorien 3, 4 und 5. Gefährdungen, die von Stoffen (in der Regel Chemikalien) ausgehen, sind in Kategorie 3 und Kategorie 4 eingeordnet. Eine Abgrenzung zwischen Kategorie 3 und Kategorie 4 erfolgt anhand der mittleren letalen Dosis LD50 und der mittleren letalen Konzentration LC50. Diese Werte werden für Chemikalien anhand von Tierversuchen ermittelt und von den Herstellern in Sicherheitsdatenblättern angegeben. Bestehen Zweifel bei der Zuordnung einer Flüssigkeit in die Kategorie 3 und die Kategorie 4 ist es ratsam, die Sicherungseinrichtung für eine Absicherung gegen die höhere Kategorie 4 auszuwählen. Radioaktive, erbgutverändernde oder krebserregende Gefährdungen entsprechen ausdrücklich der Kategorie 4.

Von Flüssigkeiten der Kategorie 5 geht die Gesundheitsgefährdung durch Mikroorganismen oder Viren aus. Die Gesundheitsgefährdung, die von diesen Flüssigkeiten ausgeht, ist ebenso kritisch zu sehen wie Gefährdungen, die von Flüssigkeiten der Kategorie 3 und 4 ausgehen. Die höhere Klassifizierung der Kategorie 5 ist mit dem Wachstum von Mikroorganismen begründet. Denn Mikroorganismen sind unter günstigen Wachstumsbedingungen in der Lage, sich exponentiell zu vermehren. Das heißt, eine Gefährdung, die von einer Flüssigkeit der Kategorie 5 ausgeht, kann mit der Zeit zunehmen. Im Gegensatz dazu ist die Gefährdung, die von Flüssigkeiten der Kategorien 3 und 4 ausgeht, gleichbleibend oder nimmt bei Verdünnung mit Wasser ab. Der maßgebliche Aspekt zur Unterscheidung der Kategorien 3 und 4 von der Kategorie 5 ist jedoch, dass sich Mikroorganismen in Trinkwasser-Installationen durch ihre Vermehrung retrograd, das heißt entgegen der Fließrichtung verbreiten können. Dies stellt ganz besondere Anforderungen an die Absicherung von Trinkwasser gegenüber Flüssigkeiten der Kategorie 5. Die höhere Klassifizierung der

Kategorie 5 ist folglich nicht direkt einhergehend mit einem höheren Gesundheitsrisiko, sondern mit der Gefährdung einer Beeinträchtigung der Trinkwassergüte entgegen der Fließrichtung.

Bei der Klassifizierung einer Flüssigkeit muss beachtet werden, dass äußere Bedingungen begünstigte Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen bieten können – beispielsweise erhöhte Umgebungstemperaturen, ungünstige Werkstoffeigenschaften und unregelmäßige Durchströmung. Im laufenden Betrieb können so Bedingungen entstehen, gegen die einige Sicherungseinrichtungen nicht hinreichend absichern – trotz einer ursprünglichen Gefährdung, die nicht mikrobiellen Ursprungs ist. Daher ist es unerlässlich, bei dem Betreiber der Installation die örtlichen Nutzungs- und Betriebsbedingungen zu erfragen und die Angaben bei der Auswahl der Sicherungseinrichtung zu berücksichtigen.

Beim Einsatz einer Sicherungseinrichtung gegen Flüssigkeiten der Kategorie 3, 4 und 5 fällt das Wasser ausgangsseitig der Sicherungseinrichtung nicht unter den Zuständigkeitsbereich der Trinkwasserverordnung [1]. Gemäß Abbildung 2 werden daher keine Anforderungen und Grenzwerte an die Qualität des Wassers gestellt. Trotzdem kann das Wasser zum Beispiel ausgangsseitig eines Systemtrenners immer noch als Lebensmittel genutzt werden. Dies setzt allerdings zwingend voraus, dass auch ausgangsseitig der Sicherungseinrichtung Bauteile eingesetzt werden, die hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften für den Einsatz in Trinkwasser-Installationen geeignet sind und ein bestimmungsgemäßer Betrieb eingehalten wird.

### Sicherungseinrichtungen

Für die Absicherung der fünf Flüssigkeitskategorien existieren Sicherungseinrich-



Abbildung 1: Definition der Flüssigkeitskategorien in Anlehnung an DIN EN 1717 [2]



Abbildung 2: Zuständigkeitsbereich der Trinkwasserverordnung [1] bei Einsatz einer Sicherungseinrichtung gegen Flüssigkeiten der Kategorie 3, 4 und 5

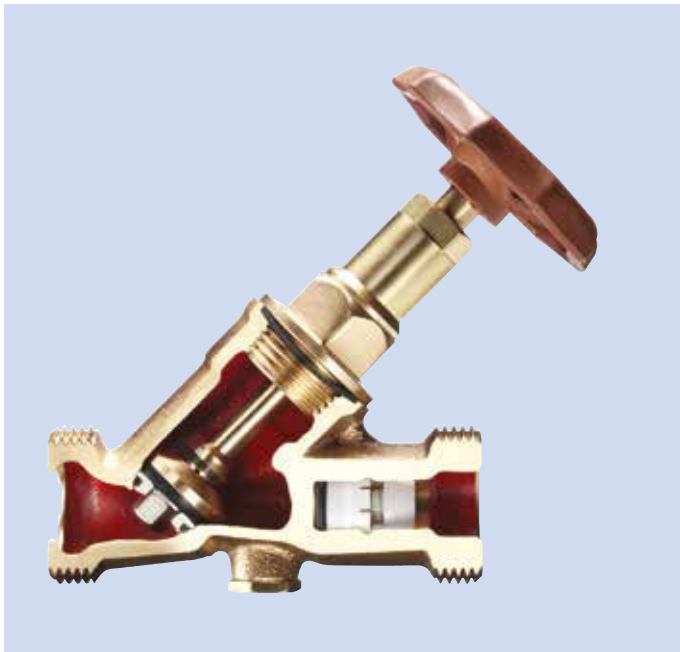


Abbildung 3: Schnittdarstellung Rückflussverhinderer Typ EA



Abbildung 4: Schnittdarstellung Rohrtrenner Typ CA

tungen, die auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien beruhen. Flüssigkeiten der Kategorie 5 lassen sich ausschließlich mit Sicherungseinrichtungen absichern, die nach dem Prinzip einer vollkommenen atmosphärischen Trennung arbeiten. Sicherungseinrichtungen, die zur Absicherung der Flüssigkeitskategorien 2, 3 oder 4 zugelassen sind, arbeiten nach dem Prinzip einer mechanischen Trennung. Diese wird gegebenenfalls durch eine atmosphärische Trennung ergänzt. Beim Prinzip der mechanischen Trennung ist die Ausgangsseite der Sicherungseinrichtung immer mit deren Eingangsseite verbunden. Dichtflächen oder mechanische Bauteile sollen ein Rückfließen von der Ausgangsseite zur Eingangsseite verhindern. Durch die zuvor erläuterte Fähigkeit von Mikroorganismen, sich in Trinkwasser-Installationen retrograd zu verbreiten, können mechanische Trennungen jedoch überwunden werden. Sicherungseinrichtungen, die ausschließlich für eine mechanische Trennung sorgen, sind daher für eine Absicherung gegen Flüssigkeiten der Kategorie 5 ungeeignet.

Eine vollkommene atmosphärische Trennung gegen Flüssigkeitskategorie 5 ist jedoch kein Allheilmittel, das als Sicherungseinrichtung in jedem Anwendungsfall eingesetzt werden kann. Denn diese wird bei so genannten Sicherheitstrennstationen durch einen zur Atmosphäre offenen Behälter gewährleistet. Durch einen ständigen Eintrag von Sauerstoff, den unregelmäßigen Wasseraustausch und die ungleichmäßige

Durchströmung in diesen Behältern ist die Einhaltung der Trinkwassergüte nach Trinkwasserverordnung [1] nicht zu gewährleisten. Für Entnahmestellen, an denen Wasser beispielsweise zur Körperreinigung eingesetzt werden soll, sind solche Sicherungseinrichtungen nicht zulässig. [4]

Die in Deutschland gebräuchlichsten Sicherungseinrichtungen sind Rückflussverhinderer vom Typ EA, Rohrtrenner vom Typ CA, Systemtrenner vom Typ BA und Freie Ausläufe vom Typ AB.

Ein Rückflussverhinderer Typ EA ist in Abbildung 3 dargestellt. Die integrierte Absperrung mit Prüfstopfen ist fester Bestandteil der Sicherungseinrichtung um eine Funktionsprüfung des Rückflussverhinderers zu ermöglichen. Rückflussverhinderer in der dargestellten Kartuschen-Bauweise bieten den Vorteil von äußerst geringen Öffnungsdrücken gegenüber Rückflussverhinderern anderer Bauweise. Sie werden eingesetzt, um Flüssigkeiten der Kategorie 2 abzusichern.

Ein exemplarisch in Abbildung 4 dargestellter Rohrtrenner Typ CA ist in drei Druckzonen unterteilt, wobei jede Druckzone gegenüber der in Fließrichtung jeweils vorgeschalteten Druckzone einen geringeren Druck aufweist. Diese Druckzonen sind mittels zweier Rückflussverhinderer voneinander getrennt. In der mittleren Druckzone ist ein Ablassventil angeordnet. Dieses Ablassventil öffnet die mittlere Druckzone gegen die Atmosphäre dann, wenn der Druck in der vorderen Druckzone nicht größer ist als der Druck in der mittleren Druckzone.

Das Wasser aus der Mitteldruckzone wird in diesem Fall in den angeschlossenen Abfluss abgeführt und das Leitungssystem so kurzzeitig unterbrochen. Unabhängig von einer Wasserentnahme schließt das Ablassventil anschließend wieder, sodass das Leitungssystem im Normalbetrieb stets geschlossen ist.

Ein Systemtrenner BA ist ähnlich aufgebaut wie ein Rohrtrenner CA. In Abbildung 5 ist ersichtlich, dass er ebenfalls in drei Druckzonen unterteilt ist, an die jeweils Prüfventile angeschlossen sind. Das Ablassventil des Systemtrenner BA öffnet die mittlere Druckzone spätestens bei Unterschreiten einer Druckdifferenz von 140 hPa zwischen der vorderen und der mittleren Druckzone. Die Prüfventile dienen bei der Wartung des Systemtrenners BA dazu, das bestimmungsgemäße Öffnen des Ablassventiles und die Trennung der drei Druckzonen mittels eines Differenzdruckmanometers zu kontrollieren. Hierzu müssen Absperrungen unmittelbar vor und hinter dem Systemtrenner BA zur Verfügung stehen. Zum Schutz vor Verschmutzungen muss vor dem Rohrtrenner CA und dem Systemtrenner BA zudem ein Schmutzfänger angeordnet sein, welcher in den dargestellten Armaturen bereits integriert ist.

Die vollkommene atmosphärische Trennung wird bei einer in Abbildung 6 dargestellten so genannten Sicherheitstrennstation mittels eines Freien Auslaufs Typ AB hergestellt. Das Wasser läuft dabei in einen Behälter ein, welcher unterhalb des Wasser-



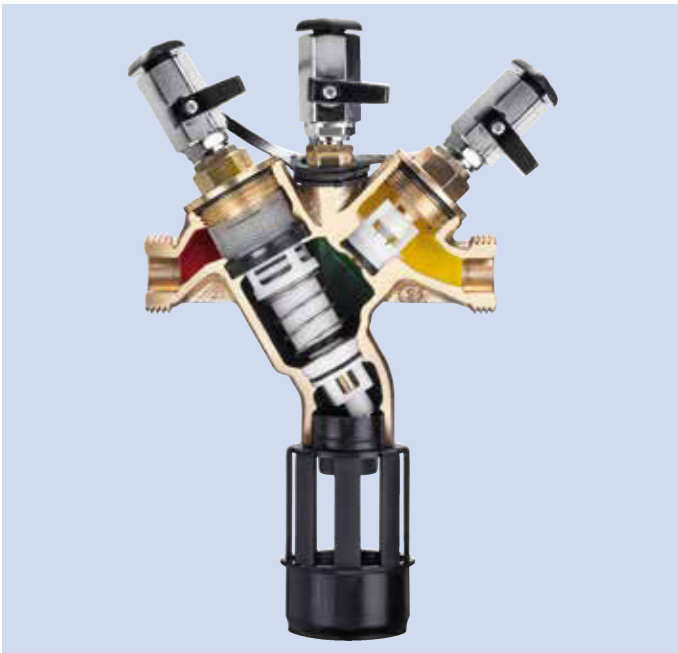


Abbildung 5: Schnittdarstellung Systemtrenner Typ BA



Abbildung 6: FK-5 Sicherheitstrennstation – Freier Auslauf Typ AB; Schnitt des Behälters mit Darstellung des innenliegenden Überlaufes

anschlusses einen innenliegenden Überlauf besitzt. Im Falle eines Rückfließens wird die Flüssigkeit in dem Behälter durch diesen Überlauf abgeführt, so dass gewährleistet ist, dass diese nicht unmittelbar mit dem Wasseranschluss in Kontakt kommt.

### Nichts hält ewig – ohne Wartung erst recht nicht

Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit von technischen Geräten ist eine regelmäßige Inspektion und Wartung. Dies gilt für einen PKW und eine Heizungsanlage ebenso wie für Sicherungseinrichtungen in der Trinkwasser-Installation. In DIN EN 806-5 [5] sind für die unterschiedlichen Sicherungseinrichtungen Inspektions- und Wartungsmaßnahmen mit entsprechenden Intervallen verpflichtend angegeben. Schwerpunktartig ist dabei die korrekte Funktion der Sicherungseinrichtung zu überprüfen. Weiterhin müssen zusätzliche Einbauteile – beispielsweise Schmutzfänger – gereinigt und die Umgebungsbedingungen der Sicherungseinrichtung kontrolliert werden. Denn neben einer Beeinträchtigung beim Schutz gegen Rückfließen können durch äußere Einflüsse ebenso kritische Betriebszustände entstehen. Ein anschauliches Beispiel dafür sind Sicherungseinrichtungen mit ausgetrockneten Geruchsverschlüssen. Von diesen geht eine Gefahr der Verkeimung durch aus dem Abwassersystem über Kanalgase eingetragene Mikroorganismen aus. Mit Hilfe einer wiederkehrenden Überprüfung von Sicherungs-

einrichtungen durch den Fachhandwerker lassen sich solche Risiken ausschließen. Ansonsten geraten Sicherungseinrichtungen aus dem Blickfeld, denn sie haben keinen direkten Einfluss auf Komfortkriterien und werden vom Betreiber nicht wahrgenommen. Der Betreiber der Installation muss daher durch den Planer oder Installateur hinsichtlich der Notwendigkeit einer Inspektion und Wartung der Trinkwasser-Installation und insbesondere der Sicherungseinrichtungen sensibilisiert werden. Auf Grund der klar definierten Maßnahmen und Intervalle gibt es für den Betreiber hier wenig Interpretationsspielraum.

### Fazit

Die Wahl einer geeigneten Sicherungseinrichtung ist maßgeblich von der Kategorie der Flüssigkeit abhängig zu machen, gegen die das Trinkwasser abgesichert werden muss. Die fünf Kategorien drücken weniger das Gesundheitsrisiko einer Flüssigkeit aus, vielmehr klassifizieren sie die Gefährdung einer Beeinträchtigung der Trinkwassergüte entgegen der Fließrichtung. Um das Gefährdungspotenzial einer Flüssigkeit ermitteln zu können, muss die spezifische Einbausituation analysiert und bewertet werden. Die Unterscheidung zwischen Kategorie 3 und Kategorie 4 ist im praktischen Anwendungsfall nicht einfach festzumachen. Bestehen Zweifel bei der Zuordnung in eine dieser beiden Kategorien ist es ratsam, die Sicherungseinrichtung für eine Absicherung gegen die höhere Kategorie 4 auszuwählen. Eine Absi-

cherung gegen Flüssigkeiten der Kategorie 5 sollte ausschließlich dort eingesetzt werden, wo sie absolut notwendig ist. Für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit von Sicherungseinrichtungen ist eine regelmäßige Inspektion und Wartung unerlässlich. Die normativen Vorgaben hierzu sind verpflichtend und sollten durch den Planer oder Installateur an den Betreiber der Trinkwasser-Installation klar kommuniziert werden. ◀

### Literatur:

- [1] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001).
- [2] DIN EN 1717 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen; Deutsche Fassung EN 1717:2000; Technische Regel des DVGW.
- [3] DIN 1988-100 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW.
- [4] HLH BD. 67 (2016), Nr. 07-08, Juli-August, S. 68.
- [5] DIN EN 806-5 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 5: Betrieb und Wartung; Deutsche Fassung EN 806-5:2012.

Knapp 60 Millionen Euro hat die Lufthansa Technik AG in die neue Hightech-Wartungshalle mit 200 Arbeitsplätzen in Frankfurts Osten gesteckt.

## Lufthansa-Räder rollen in den Frankfurter Osten

Kostengünstiges und behagliches Raumklima im neuen Technikwerk

Foto: Frenger Systemen BV

*Die Technik-Tochter der Lufthansa eröffnete im September 2017 im Frankfurter Osthafen ein Service-Werk für Räder und Bremsen. 60 Millionen Euro kostete das Hightech-Werk mit 200 Arbeitsplätzen. Energieeffizienz bei Heizen und Kühlen war die oberste Vorgabe für die Haustechnik-Planung.*



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

Ein Airbus A380 wiegt bei der Landung bis zu 391 Tonnen und setzt bei rund 230 Stundenkilometern mit seinen 22 Rädern auf der Landebahn auf. Innerhalb weniger Augenblicke wird er dann auf etwas mehr als Schrittempo heruntergebremst. Diese Zahlen zeigen, welche Belastungen die Räder und Bremsen täglich aushalten müssen. Seit Herbst 2017 werden sie von der Lufthansa Technik in der modernsten Räder- und Brem-

senwerkstatt des Konzerns im Frankfurter Osthafen geprüft und repariert.

Die Lufthansa-Tochter hat knapp 60 Millionen Euro in diese Hightech-Industrie mit 200 Arbeitsplätzen gesteckt. Mit einer Bauzeit von zwei Jahren ist im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen auf dem 35.000 Quadratmeter großen Grundstück das moderne Werk entstanden.

Am neuen Standort durchlaufen die Flugzeugteile etliche Stationen: Von der ersten Sichtkontrolle über eine Rissprüfung der aus einer Aluminium-Legierung gefertigten Felgen mit Schwarzlicht und fluoreszierender Flüssigkeit bis hin zur neuerlichen Lackierung ist alles dabei. Praktisch alle Arbeitsschritte werden vollautomatisch gesteuert – inklusive der Lagerung, Sortierung und Beförderung der bis zu 300 Kilogramm schweren Räder. Damit wird eine maximale Effizienz sichergestellt. An neuen käfigartigen Rollgestellen werden die Schwergewichte rasch durch die Hallen transportiert

und bis zum Abtransport zum Flughafen in einem Hochregal gelagert.

### Strikte Vorgaben zu den Raumkonditionen

Um all diese Abläufe in höchster Qualität sicherzustellen, wurden strikte Vorgaben zu den Raumkonditionen gemacht. Bereits ab Beginn wurde das neue Werk daher innovativ geplant und durchdacht. Der Einsatz von Building Information Modeling (BIM) war neben der Energieeffizienz eine der wichtigen Lufthansa-Vorgaben. Um sicherzustellen, dass die Energieeffizienz bei Heizen und Kühlen mit hoher Behaglichkeit kombiniert wird, wurde von Anfang an bei der Planung auf eine Lösung mit langlebigen Hocheffizienz-Deckenstrahlplatten zum Heizen und Kühlen in Kombination gesetzt. Diese arbeiten nach dem Solarprinzip: Die Strahlung erwärmt den Raum ähnlich wie die Sonne und sorgt für eine gleichmäßige Wärmeverteilung.



Der erhöhte Strahlungsanteil der verbauten Deckenstrahlplatten von über 80 Prozent gegenüber marktüblichen Systemen führt zu einem besonders hohen Wirkungsgrad und damit zu ca. 15 Prozent niedrigerem Energieverbrauch im Heizbetrieb. Erreicht wird das durch konstruktive Weiterentwicklungen und eine wannenartige Form der Deckenstrahlplatten. Diese Form senkt die konvektive Abgabe von Verlustwärme hin zum Dach deutlich. Und sie reduziert den Lufttemperaturanstieg im Heizbetrieb auf nur 0,2 Kelvin je Meter Hallenhöhe (K/m) gegenüber von bis zu 0,4 K/m bei konventionellen Deckenstrahlplatten. Um sicherzustellen, dass dies auch zu den gewünschten Einsparungen führt, wurden durch das Planungsbüro entsprechende wissenschaftliche Nachweise verlangt. Messungen unter reproduzierbaren Bedingungen bei realen Raumhöhen im Forschungslabor der ROM-Technik bestätigten, dass diese strengen Vorgaben eingehalten werden.

### Hohe Behaglichkeit bei niedrigem Energieverbrauch

Darüber hinaus steigert der zug- und geräuschfreie Betrieb die Behaglichkeit im Raum erheblich. Gleiches gilt auch für den Kühlbetrieb. Bei den eingebauten Frenger-Deckenstrahlplatten im Kühlbetrieb werden keine Ventilatoren eingesetzt, sondern die Wärme wird auch hier überwiegend auf Basis von Strahlung dem Raum entzogen. Das garantiert ebenfalls hohe Behaglichkeit bei niedrigstem Energieverbrauch. Die benötig-



Der erhöhte Strahlungsanteil der verbauten Deckenstrahlplatten (über 80 Prozent gegenüber marktüblichen Systemen) führt zu einem besonders hohen Wirkungsgrad und damit zu ca. 15 Prozent niedrigerem Energieverbrauch im Heizbetrieb.

ten Vorlauftemperaturen im Heizbetrieb von 45 °C und im Kühlbetrieb von 19 °C ermöglichen die Kombination mit ebenfalls sehr energieeffizienten Gasmotor-Wärmepumpen.

Um die Kühlanforderungen besonders wirtschaftlich abzudecken, wurden zwei Bauformen der Hocheffizienz-Deckenstrahlplatten verbaut: Typ 1 dieser Serie wird in der Kombination Heizen/Kühlen betrieben,

wogegen Typ 2 in geänderter Bauweise mit erhöhter Kühlleistung lediglich im Kühlbetrieb aktiv ist. Dies führt zu einer deutlich geringeren Belegung mit Deckenstrahlplatten und größerer Flexibilität für den Nutzer der Halle.

Zusätzliche Herausforderung bei der Lufthansa Technik AG war, dass ein Zweileiter-System installiert werden sollte. Für eine optimale Heiz- und Kühlleistung treten in diesem Fall daher unterschiedliche Volumenströme auf. In Kombination mit einer intelligenten Planung der Regelung und des hydraulischen Netzes entstand auch hier eine betriebssichere und energieeffiziente Lösung bei bester Wirtschaftlichkeit.

„Das Klima in der neuen Halle ist sehr gut“, freut sich der stellvertretende Objektverantwortliche Tim Steffens. „Auch wenn wir seit Einzug in die neue Halle noch keine extremen Außentemperaturen hatten, merken wir doch schon, dass die Hallentemperaturen äußerst angenehm sind.“

### Fazit

Das System aus Hocheffizienz-Deckenstrahlplatten und Gasmotor-Wärmepumpe bietet den Spezialisten im neuen Technikwerk einen zugfreien, wohl temperierten Arbeitsplatz, an dem die rund 32.000 Räder und 6.000 Bremsen im Jahr gewartet und in einen Neuzustand versetzt werden. Die hohe Energieeffizienz ist gut für die Umwelt und trägt ihren Teil zur Wirtschaftlichkeit des Geschäftsbetriebs bei. ◀



Zwei Bauformen der Frenger Hocheffizienz-Deckenstrahlplatten, Baureihe Eco Evo Plus, sind im neuen Technikwerk installiert.

# Brandschutz in der Gebäudetechnik - Neue Entwicklungen bei der Heißbemessung von Montagesystemen



Dr.-Ing.  
Susanne Reichel,  
Geschäftsbereich VI  
Forschung,  
Entwicklung,  
Modellierung,  
MFPA Leipzig GmbH

- die Tragfähigkeit des Bauwerks während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt;
- die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerks begrenzt wird;
- die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauwerke begrenzt wird;
- die Bewohner des Bauwerks unverletzt verlassen oder durch andere Maßnahmen gerettet werden können;
- die Sicherheit der Rettungsmannschaften berücksichtigt ist.“

## I. Gesetzliche und normative Grundlagen

Schutzziele an den Brandschutz sind im Rahmen der EU-Bauproduktenverordnung [1] als „Grundanforderungen an Bauwerke“ definiert. Folglich sind diese unmittelbar in das nationale Recht der Mitgliedstaaten übernommen und Nutzer baulicher Anlagen haben einen Anspruch auf deren Einhaltung. Die Basisanforderungen an den Brandschutz sind wie folgt definiert: „Das Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass bei einem Brand

Im Hinblick auf Montagesysteme sind in Deutschland gemäß der Muster-Leitungs-Anlagen-Richtlinie (MLAR) [2] „die besonderen Anforderungen hinsichtlich der brandsicheren Befestigung der im Bereich zwischen den Geschossdecken und Unterdecken verlegten Leitungen [...] zu beachten“. In [3] werden die Herausforderungen im Rahmen der Gebäudetechnik dargelegt, die aus den Anforderungen der Schutzziele resultieren. Insbesondere wird auf die Bedeutung der Verformungen von Montagesystemen im

Brandfall hingewiesen, da bei hohen Installationsdichten und geringem Abstand zur brandschutzwirksamen Unterdecke erhebliche Schäden entstehen können. Zudem wird auf die Bedeutung der Einhaltung der Schutzziele im Zusammenhang mit

- der Überbauung klassifizierter Bauteile mit Funktionserhalt;
- Montagesystemen mit sicherheitsrelevanten Anwendungen (Lüftung, Entrauchung);
- der Erhaltung der Tragfähigkeit im Brandfall bei Sprinklersystemen hingewiesen.

Derzeit erfolgen die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit und die Abschätzung des Verformungsverhaltens im Brandfall zumeist rechnerisch auf Basis der Vorschriften des Eurocodes EN 1993-1-2 [4] oder experimentell auf Basis von Brandversuchen für typische Anwendungen.

Eine Nachweisführung im Brandfall ist erforderlich, da die Materialeigenschaften von Stahl eine erhebliche Temperatursensitivität aufweisen: Sowohl Steifigkeit als auch Festigkeit sinken mit steigender Werkstofftemperatur deutlich. Bei beiden Nachweisverfahren – rechnerisch sowie experimentell – wird eine Brandbeanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeit-Kurve (ETK) gemäß [5] berücksichtigt.

Die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit stellt sicher, dass während eines Brandes keine Installationsteile herabstürzen, die auftretende Beanspruchung also die Tragfähigkeit der eingesetzten Systemkomponenten nicht überschreitet. Für die rechnerische Nachweisführung ist in [4] der funktionale Zusammenhang zwischen Streckgrenze des Materials und Temperatur angegeben (Abbildung 2).

Eine möglichst zutreffende Prognose des Verformungsverhaltens im Brandfall ist erforderlich, um Schäden an der darunterliegenden Deckenkonstruktion und eine damit einhergehende Beeinträchtigung der brandschutztechnischen Wirkung zu vermeiden. Die Gesamtverformung im Brandfall resultiert teilweise aus der thermischen

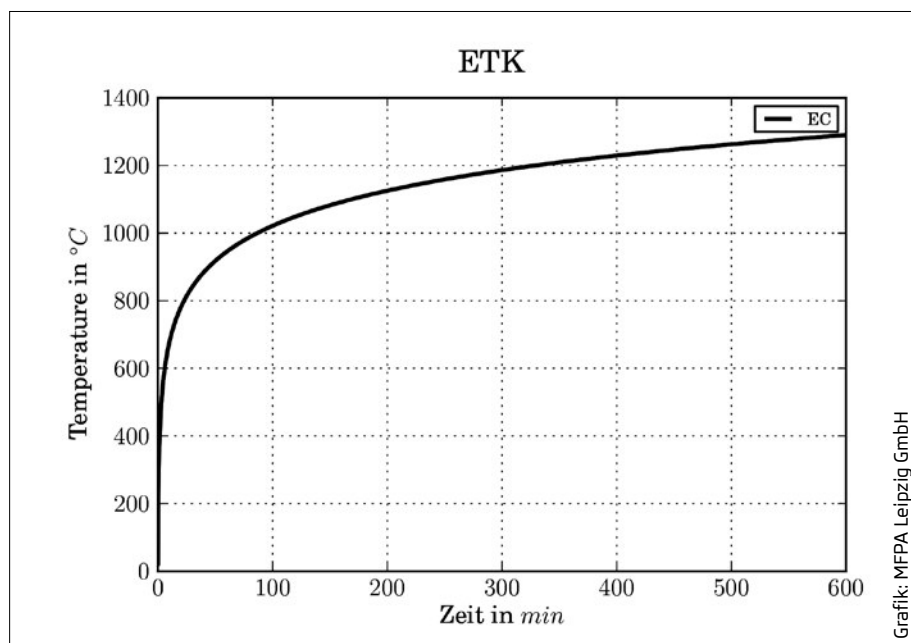


Abbildung 1: Einheits-Temperaturzeit-Kurve nach DIN EN 1363-1

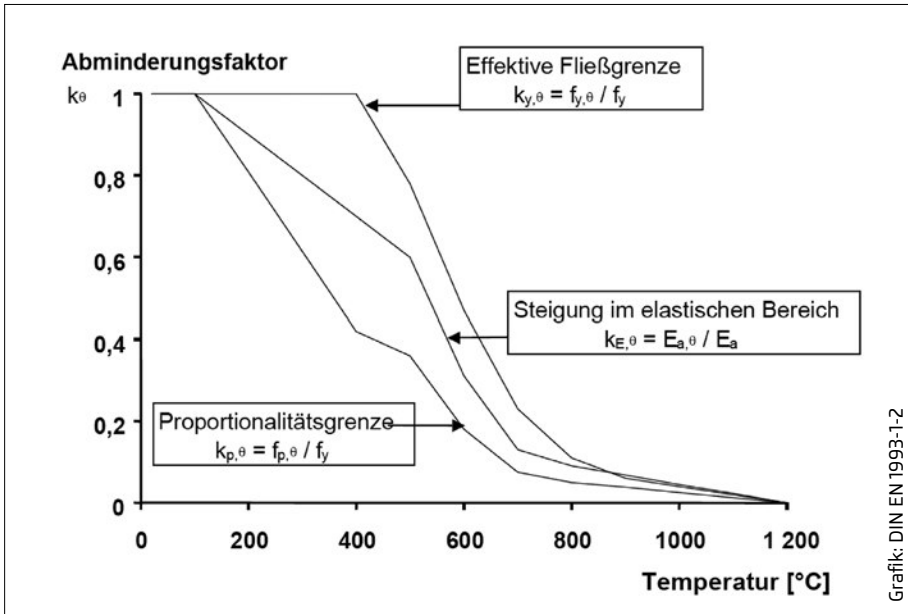


Abbildung 2: Temperaturabhängige Abminderung der Materialeigenschaften von Stahl gemäß [4]

Längenänderung. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit des E-Moduls, der Proportionalitätsgrenze und der Streckgrenze sind jedoch zusätzliche erhebliche elastische und plastische Verformungen zu beobachten, die mit steigender Temperatur zunehmen und – je nach Art der Konstruktion – das Verformungsverhalten des Systems dominieren können. Funktionale Zusammenhänge zwischen E-Modul und Temperatur sowie zwischen Proportionalitätsgrenze und Temperatur sind ebenfalls in [4] angegeben (Abbildung 2).

**II. Verformungsberechnung**

Für die Bemessung und Verformungsberechnung von Stahlkonstruktionen im Kaltfall wird ein linear elastisch-ideal plastisches Materialmodell unterstellt. Dieses wird unter Temperaturbeanspruchung gemäß [4] um einen nichtlinearen Übergangsbereich ergänzt (Abbildung 3).

Aufgrund der Komplexität des zu berücksichtigenden Materialverhaltens ist eine Berechnung der temperaturabhängigen Verformungen nicht analytisch möglich, sodass beispielsweise in [6] auf numerische Methoden zurückgegriffen wird.

Im Zuge der Nachrechnung von Verformungsmessungen aus Brandversuchen unter Nutzung der Materialzusammenhänge aus [4] wird anhand eigener Forschungsergebnisse (siehe auch [6]) eine signifikante Diskrepanz zwischen berechneten und gemessenen Verformungen festgestellt: Die durch die Berechnungen prognostizierten Werte unterschätzen den realen Verformungszustand und liegen folglich auf der

unsicheren Seite (Abbildung 4). Diese Beobachtung steht in Übereinstimmung mit aktuellen Forschungsergebnissen der RAL Gütegemeinschaft Rohrbefestigung (vgl. [3]).

Die Abweichung zwischen berechneter und gemessener Verformung steigt mit zunehmender Temperatur (siehe auch [3, 6]). Für dünnwandige Montageschienen sind diese Abweichungen sehr relevant, da die Stahltemperatur mit nur kurzer Verzögerung der Brandtemperatur folgt und unter den Bedin-

gungen der ETK bereits in der 23. Prüfminute 800 °C überschritten werden (Abbildung 1).

Aufgrund der auf der unsicheren Seite liegenden Berechnungsergebnisse kann bei Verwendung der temperaturabhängigen Materialeigenschaften aus EN 1993-1-2 [4] eine mechanische Schädigung der brandschutztechnisch wirksamen Unterdecken nicht ausgeschlossen werden. Als Folge daraus wird von der RAL Gütegemeinschaft empfohlen, „[...] die Anwendung von DIN EN 1993-1-2 zur Berechnung der Verformung dünnwandiger kaltprofilierter, offener Profile aus Stahl im Brandfall aufgrund derzeitiger Forschungsergebnisse zunächst auszusetzen [...]“ (vgl. [3, 6]).

**III. Stand der Technik**

Um den aus den Schutzziele resultierenden baurechtlichen Anforderungen gerecht zu werden, müssen dennoch verlässliche Aussagen zum Verformungsverhalten von Montagesystemen getroffen werden. Derzeit werden daher, wie in [3] dargelegt und empfohlen, originalmaßstäbliche Brandversuche für alle brandschutztechnisch kritischen Anwendungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse werden in Form der Verformung und Tragfähigkeit des jeweiligen Systems in Prüfberichten dokumentiert und dürfen für die Nachweisführung herangezogen werden.

Aufgrund der Vielzahl denkbarer Konstruktionen (vgl. [3]) als Kombination aus

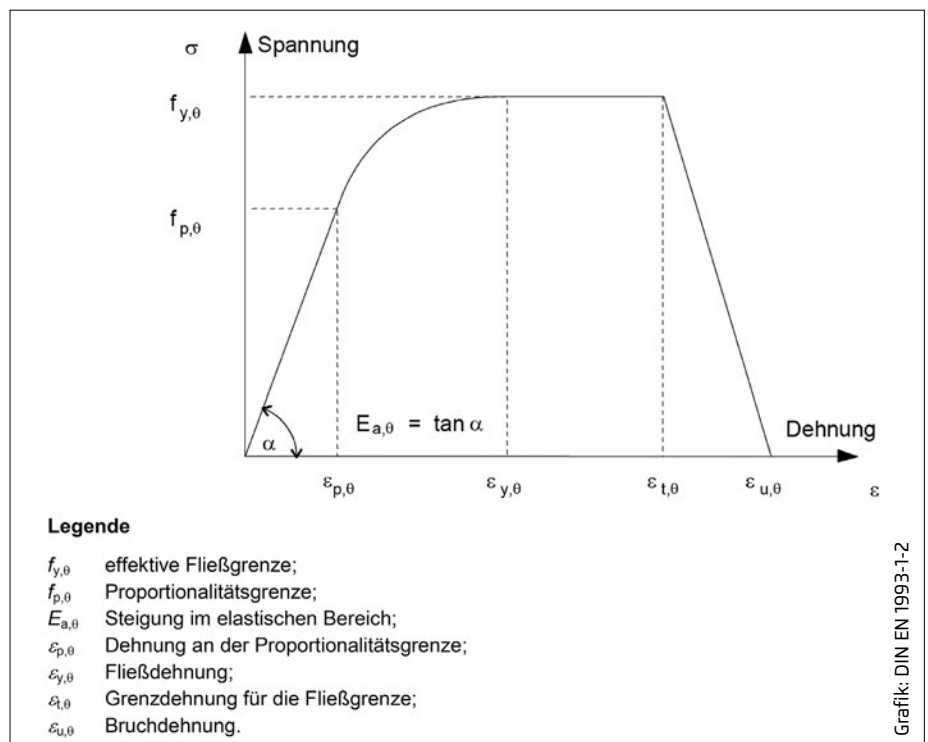
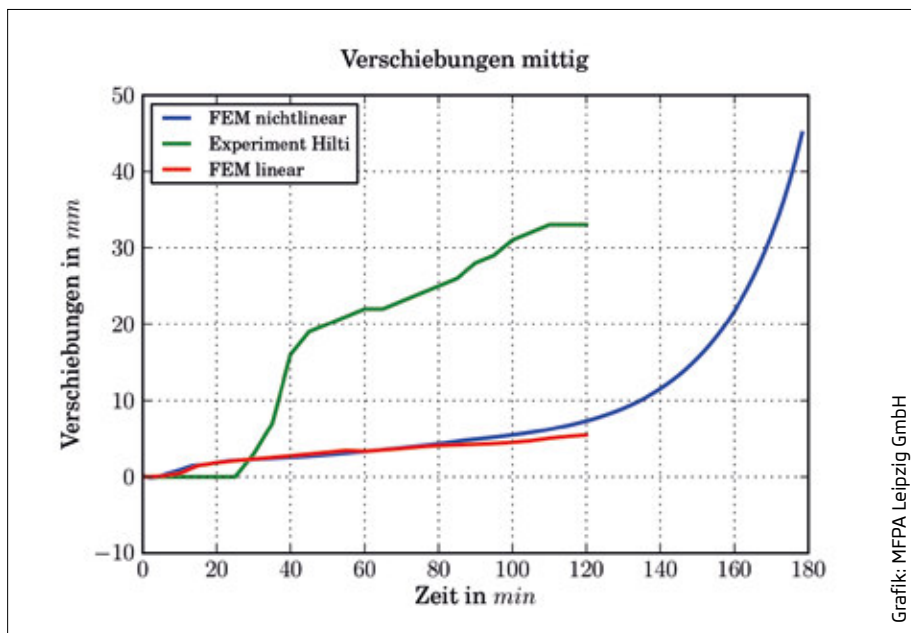


Abbildung 3: Spannungs-Dehnungsbeziehung von Stahl unter erhöhter Temperatur gemäß [4]



Grafik: MFPA Leipzig GmbH

Abbildung 4: Verformungsverhalten einer dünnwandigen Montageschiene – grün: reale Testbedingungen, rot: Berechnung mit linear elastischem Materialmodell, blau: nichtlineare numerische Simulation gemäß EC3-1-2

Montageschienen, Gewindestangen, Rohrschellen und anderen Komponenten, die jeweils verschiedene Größen aufweisen können, ist ein beträchtlicher finanzieller und zeitlicher Aufwand erforderlich, um die Nachweisführung für die gesamte relevante Produktpalette mittels originalmaßstäblicher Brandversuche abdecken zu können. Werden nur ausgewählte Konstruktionen geprüft, sind die Versuchsergebnisse nicht flexibel anwendbar – also nicht auf abweichende Konstruktionen übertragbar. Da die Versuchsergebnisse immer für das Gesamtsystem vorliegen, ist eine Abschätzung der Einflüsse der einzelnen Systemkomponenten auf das Verformungsverhalten kaum möglich.

Auf Basis der vorangegangenen Feststellungen und Überlegungen strebt die Firma Hilti im Rahmen der Entwicklung und Neueinführung von Produkten zukünftig eine flexible, ökonomische Lösung für die Bemessung und Verformungsberechnung von Montagesystemen im Brandfall an.

#### IV. Neue Entwicklungen

An der MFPA Leipzig GmbH wird derzeit ein Nachweisverfahren auf Komponenten-Ebene entwickelt. Ziel ist die getrennte brandschutztechnische Bewertung aller Systembestandteile, beispielsweise Rohrschellen, Gewindestangen, Schellenanbindungen, Montagewinkel, Verbindungsknöpfe und Montageschienen. Für den konkreten Anwendungsfall werden anschließend aus der Kombination der erforderlichen Einzelwerte

die Tragfähigkeit und die Verformung im Brandfall bestimmt.

Mit diesem Ansatz gelingt zum einen eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Zum anderen gewinnen Planer und Installationsfirmen an Flexibilität, da die Bemessung und Verformungsberechnung im Brandfall für jede denkbare Kombination der Komponenten gelingt.

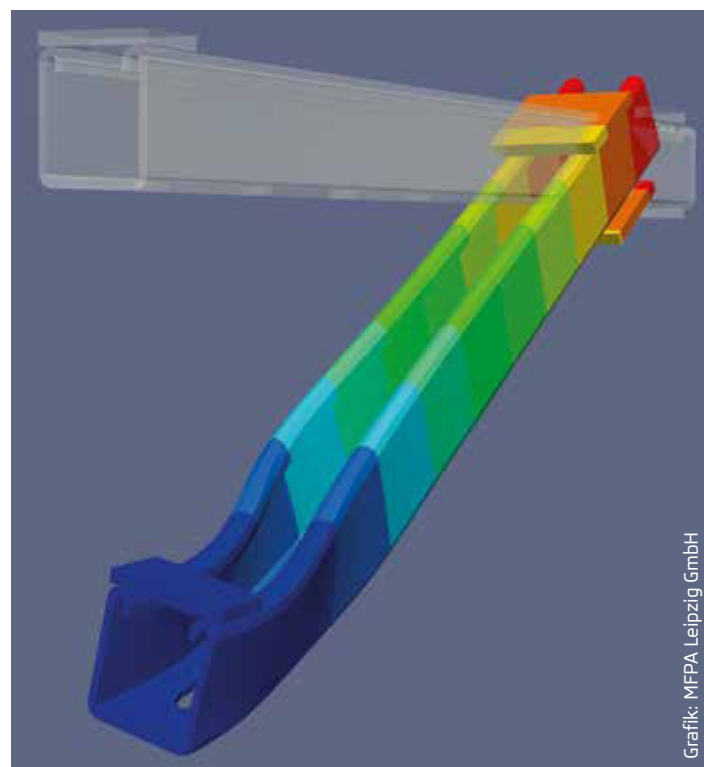
Für die brandschutztechnische Bewertung der Anschlüsse, Gewindestangen und Rohrschellen werden von anerkannten Materialprüfanstalten Brandversuche durchgeführt, aus denen die Tragwiderstände und Verformungen in Abhängigkeit der Branddauer abgeleitet werden.

Aufgrund des temperaturabhängigen elastisch-plastischen Materialverhaltens von Stahl müssen im Zuge der experimentellen Untersuchung der Anschlüsse zwischen Gewindestange und Montageschiene verschiedene Verformungszustände berücksichtigt werden. Ist die maximale Biegespannung der Montageschiene zu jedem Zeitpunkt kleiner als die temperaturabhängige Fließgrenze, verformt sich diese kaum. Im Gegensatz dazu resultieren große Biegeverformungen der Montageschiene, wenn sich deren maximale Biegespannungen der temperaturabhängigen Fließgrenze nähern.

Das Tragverhalten von Anschlüssen im Brandfall muss dementsprechend für unterschiedliche Verformungszustände der Schienen untersucht werden.

Die Montageschiene selbst stellt sich als die variantenreichste Systemkomponente dar, da zahlreiche Parameter einen Einfluss auf das Trag- und Verformungsverhalten im Brandfall ausweisen:

- Schienentyp,
- Länge,
- Ausrichtung (nach oben oder nach unten geöffnet),



Grafik: MFPA Leipzig GmbH

Abbildung 5: Verformte Struktur zum Zeitpunkt  $t = 120 \text{ min}$



- Beanspruchungsniveau (mechanische Auslastung),
- Beanspruchungsart (Anzahl und Position der Lasten),
- Auflagerbedingungen (gelenkig, eingespannt).

Eine Vorgehensweise in Analogie zu den übrigen Komponenten würde einen erheblichen Versuchsaufwand bedeuten. Daher wird für die Montageschienen eine rechnerische Bemessung und Verformungsberechnung im Brandfall unter Nutzung von numerischen Methoden angestrebt. In diesem Zusammenhang birgt die Entwicklung eines zutreffenden Materialmodells die größten Herausforderungen.

Gemäß [6] ist die Diskrepanz zwischen Berechnung und Realität bei Verwendung der Materialdaten aus EN 1993-1-2 [4] hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass Warmkriecheffekte, die bei Langzeitbeanspruchung unter hohen Temperaturen auftreten, nicht - bzw. für das vorliegende Problem nur unzureichend - erfasst werden. Folglich sollten für eine bessere Annäherung an das reale temperaturabhängige Last-Verformungs-Verhalten die Spannungs-Dehnungsbeziehungen (Abbildung 3) bei erhöhten Temperaturen angepasst werden.

Dafür ist die Untersuchung des eingesetzten Schienenmaterials mit Hilfe von instationären Heiß-Kriechversuchen denkbar. Dabei werden bei konstanter mechanischer Beanspruchung die Probekörpertemperatur gemäß der ETK erhöht und die resultierenden Dehnungen aufgezeichnet. Aus Heiß-Kriechversuchen mit unterschiedlichen Spannungsniveaus können Spannungs-Dehnungsbeziehungen bei konstanter (erhöhter) Temperatur abgeleitet werden, die anstelle der Werte aus [4] bei der numerischen Berechnung Berücksichtigung finden.

Um sicherzustellen, dass der entwickelte Modellierungsansatz das tatsächliche Verformungsverhalten im Brandfall zutreffend und auf der sicheren Seite liegend abbildet, ist eine Verifikation anhand der Nachrechnung einiger repräsentativer originalmaßstäblicher Versuche essentiell.

Das beschriebene Konzept einer hybriden Nachweismethode aus Versuchen und numerischen Berechnungen wurde bereits beispielhaft erprobt und als zielführend befunden.

Durch die Berücksichtigung geometrischer und physikalischer Nichtlinearitäten im Modell werden auch Einflüsse aus lokalen und globalen Stabilitätsproblemen erfasst und reale Verformungsbilder können reproduziert werden (Abbildung 5).

An der Überführung dieses Ansatzes in ein zuverlässiges Nachweiskonzept wird derzeit gearbeitet.

## V. Zusammenfassung

Montagesysteme in der Installationstechnik haben im Hinblick auf das Erreichen der Schutzziele im Brandschutz im Bereich oberhalb brandschutztechnisch relevanter Unterdecken eine entscheidende Bedeutung, da bei einem Brand große Verformungen erhebliche Schäden verursachen können. Da unter Nutzung der temperaturabhängigen Materialeigenschaften nach EN 1993-1-2 (EC 3) zu geringe, auf der unsicheren Seite liegende Verformungen berechnet werden, ist die Nachweisführung mit originalmaßstäblichen Brandversuchen der derzeitige Stand der Technik. Um den damit verbundenen, zeitlichen und finanziellen Aufwand zu verringern und zeitgleich eine höhere Flexibilität im Hinblick auf nachweisbare Konstruktionsvarianten zu erlangen, wird ein Nachweiskonzept auf Komponenten-Ebene entwickelt. Mit Hilfe einer Kombination aus Brandversuchen und Berechnungen mit angepassten Materialmodellen soll das Verformungsverhalten im Brandfall für beliebige Kombinationen aus den untersuchten Komponenten prognostiziert werden, so dass die jeweils geforderten Schutzziele sicher nachgewiesen werden können. ◀

## Literatur:

- [1] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.
- [2] Muster-Richtlinie über Brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR), Fassung 10.2.2015.
- [3] Riello, G., Geibig, O.: Brandschutz in der Gebäudetechnik, in: BTGA-Almanach 2017, S. 28-31.
- [4] EN 1993-1-2 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall.
- [5] DIN EN 1363-1:2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:2012.
- [6] Hauswaldt, G., Beiter, C., Reichel, S.: Verformungsberechnung dünnwandiger Montageschienen im Brandfall, Workshop Heißbemessung, Braunschweiger Brandschutz-Tage 2016.



- **Der IKZ-Newsletter informiert über die wichtigsten News aus der Haustechnikbranche**
- **Sorgfältig recherchiert und bearbeitet durch die IKZ-Redaktion**
- **Wöchentlich neu und kostenlos**



**Jetzt anmelden unter:  
www.ikz.de/newsletter**



STROBEL VERLAG GmbH & CO. KG  
Zur Feldmühle 9-11  
59821 Arnsberg  
Telefon 02931 8900-0  
Telefax 02931 8900-38  
leserservice@strobel-verlag.de

# Tunnel als geothermische Quelle und Senke

Bericht aus dem Fasanenhoftunnel in Stuttgart

*Es ist nur ein geringer technischer Aufwand nötig, um Tunnelbauwerke als geothermische Quelle oder Senke für Heiz- und Kühlzwecke zu nutzen. Diese Idee wurde im Rahmen von Messungen im Fasanenhoftunnel in Stuttgart umgesetzt. Dabei wurden zwei jeweils etwa zehn Meter lange Tunnelabschnitte mit Absorberrohren ausgestattet und mit einer Wärmepumpe gekoppelt. Der Tunnel wurde mit einer Vielzahl an Messsensoren ausgerüstet. Die Messungen wurden zwischen 2011 und 2017 durchgeführt. Als Ergebnis lässt sich insgesamt feststellen, dass die Geothermienutzung in Tunneln in Zukunft eine zunehmende Rolle spielen kann.*



Anders Berg, M.Sc.,  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter,  
Institut für Gebäude-  
energetik (IGE),  
Universität Stuttgart



Prof. Dr.-Ing.  
Konstantinos  
Stergiaropoulos,  
Institutsleiter,  
Institut für Gebäude-  
energetik (IGE),  
Universität Stuttgart

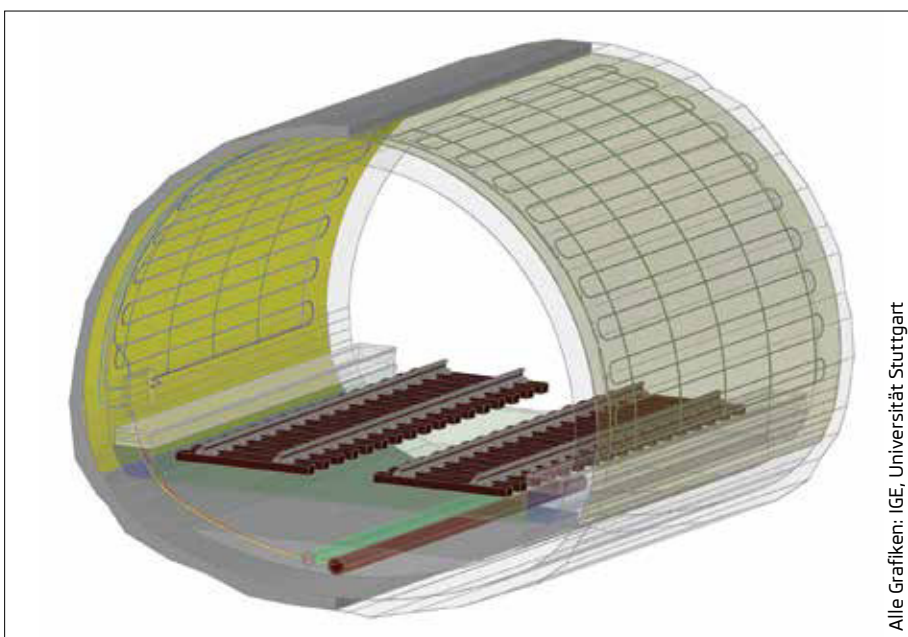
## Hintergrund

Die deutsche Bundesregierung strebt an, dass der Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral wird. Da in Deutschland etwa 40 Prozent des Endenergieverbrauchs

auf den Gebäudebestand entfallen, bildet die Bereitstellung von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energieträgern einen wesentlichen Baustein der Energiewende. Für das Heizen und Kühlen von Gebäuden kann als

erneuerbare Energie die oberflächennahe Geothermie (Bezeichnung für Geothermie bis zu einer Tiefe von maximal 400 m) in Kombination mit einer Wärmepumpe genutzt werden. Die Absatzzahlen für erdgekoppelte Wärmepumpen in Deutschland stagnieren jedoch in den vergangenen Jahren [1]. Die Gründe hierfür sind unter anderem die hohen Investitionskosten für Geothermiebohrungen und die derzeit niedrigen Energiekosten für fossile Brennstoffe. Es ist daher das Ziel, die Investitionskosten zu reduzieren, um die Wirtschaftlichkeit der Methode weiter zu steigern. Die geothermische Aktivierung von Bauteilen des Spezialtief- und Tunnelbaus reduzieren die Investitionskosten für die Integration des Wärmeübertragers im Erdreich und bieten durch den hohen Grad an erdberührter Fläche im Falle von Bahn- oder Straßentunneln eine wirtschaftlich interessante Alternative zu klassischen Erdwärmesonden. Im Falle eines thermisch aktivierten Tunnels werden die Wärmeübertrager (Tunnelabsorber) üblicherweise in der Tunnelenschale integriert (Abbildung 1).

Ein bedeutender Unterschied im Vergleich mit anderen Geostrukturen wie Energiepfählen ist, dass die Wärme nicht nur aus dem Erdreich, sondern auch aus der Tunnelluft extrahiert wird. Daher spielt die Lufttemperatur im Tunnel bei einem Tunnelabsorber eine zentrale Rolle für die entzogene Wärme- und Kälteleistung. Um das Verhalten der Tunnelabsorber bewerten zu können, ist des Weiteren eine fundierte Kenntnis über die thermischen Eigenschaften des Tunnels essenziell. Wie verändert sich die Tunnellufttemperatur im Jahresverlauf und wie unterscheidet sich die Tunnelluft von der Außenluft als geothermische Wärmequelle und -senke? Wie verhält sich die Luftströmung



Alle Grafiken: IGE, Universität Stuttgart

Abbildung 1: Beispiel für die thermische Aktivierung eines Tunnels





Foto: Stuttgarter Straßenbahnen AG

Abbildung 2: Tunnelsektion mit Tunnelabsorber vor der Betonierung

in Tunnelbauwerken unterschiedlicher Bauart und wie wirkt sich die Durchströmung des Tunnels auf den Energieentzug aus? Wie wird die Temperatur im Baugrund und der Tunnelumgebung durch den Betrieb der Tunnelabsorber beeinflusst? Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine Versuchsanlage für Tunnelgeothermie im Fasanenhoftunnel in Stuttgart errichtet.

### Versuchsanlage im Fasanenhoftunnel

Deutschlands erste Versuchsanlage für Tunnelgeothermie wurde 2011 im Fasanenhoftunnel in Stuttgart installiert. Die Messungen wurden zwischen 2011 und 2017 durchgeführt. Der Tunnel hat eine Länge von etwa 380 m, eine Höhe von 9,2 m und eine Breite von 7,2 m. Er enthält zwei parallel verlegte Zuggleise für den Verkehr in beide Richtungen. Zwei 10 m lange Betonierabschnitte der Tunnelinnenschale, Block 73 (B73) und Block 82 (B82), wurden mit Absorberleitungen ausgerüstet und übernehmen die Funktion eines Wärmeübertragers. Der Abstand zwischen B73 und dem westlichen Portal des Tunnels beträgt 65 m. Der Abstand zwischen B73 und B82 beträgt etwa 80 m, wobei diese in Schichten von Sandstein und Schiefer eingebettet sind. Eine Wärmeträgerflüssigkeit bestehend aus einem Wasser-Mono-Ethylenglykol-Gemisch wird verwendet, um die Wärme in den Leitungen zu transportieren. Polyethylenrohre mit einer Länge von 800 m und einer Gesamtfläche von  $A_{\text{Abs}} = 360 \text{ m}^2$  werden entlang der zwei Tunnelverkleidungssektionen aufgeteilt und bilden dadurch die zwei Absorberblöcke (Tunnelabsorber). Die jeweilige Wärmeüber-

tragungsfläche beträgt  $180 \text{ m}^2$ , bei einer Rohrlänge von 400 m. Abbildung 2 zeigt, wie die Rohre der Tunnelabsorber vor der Betonierung an der Tunnelverkleidung positioniert wurden. In einem vom ersten Absorberblock (B73) 90 m entfernten Betriebsraum befinden sich eine Steuerungseinheit und die Messdatenerfassung.

Die Absorberblöcke wurden mit folgender Messtechnik ausgestattet: Drei Temperaturmesssonden mit einer Länge von je 5 m im Anströmbereich und 10 m auf der Abströmseite des Grundwassers wurden im Baugrund integriert. Die Messsonden bestehen aus Hüllrohren, die im Ringspalt zum Gebirge mit thermoaktivem Zement-Bentonit-Gemisch befüllt sind. In den Hüllrohren sind Thermis-

torenketten mit acht bis zwölf Sensoren und Abständen zwischen 50 und 150 cm eingebaut. Die Betontemperatur der Innenschale wurde an vier unterschiedlichen Positionen mit jeweils sechs Thermoelementen in unterschiedlichen Tiefen und die Lufttemperatur an vier Stellen pro Energieblock gemessen. Darüber hinaus wurde an jedem Block je ein Windgeschwindigkeitsmesser installiert.

Die Verwendung des Erdreichs als Wärmequelle und -senke ist durch die wasserrechtliche Genehmigung limitiert. Im Falle der tunnelgeothermischen Teststrecke im Fasanenhoftunnel hat die genehmigende Behörde Vorschriften erlassen [2]. Die tunnelgeothermische Teststrecke ist so zu betreiben, dass bei Wärmeentzug die Grundwassertemperatur in der Nähe des Wärmeübertragers  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  nicht unterschreitet und die Abkühlung in 50 m Abstand vom Wärmeübertragerfeld maximal 2 K beträgt. Bei Wärmeinleitung darf die Grundwassertemperatur in der Nähe des Wärmeübertragers  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  nicht überschreiten und die Erwärmung in 50 m Abstand vom Wärmeübertragerfeld darf maximal 2 K betragen.

### Temperaturverlauf im Tunnel

In Abbildung 3 wird der Verlauf der Außenlufttemperatur ( $T_{\text{Au}}$ ) und der ermittelten Tunnellufttemperatur an B73 ( $T_{\text{Tun},B73}$ ) und B82 ( $T_{\text{Tun},B82}$ ) für die Jahre 2015 und 2016 dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Differenz zwischen maximaler und minimaler Außenlufttemperatur größer ist als die maximale Differenz der Tunnellufttemperatur. Außerdem zeigt sich, dass die täglichen Amplitudenschwankungen für die Außenlufttemperatur im Vergleich zur Tunnellufttemperatur größer sind. Die Amplitude

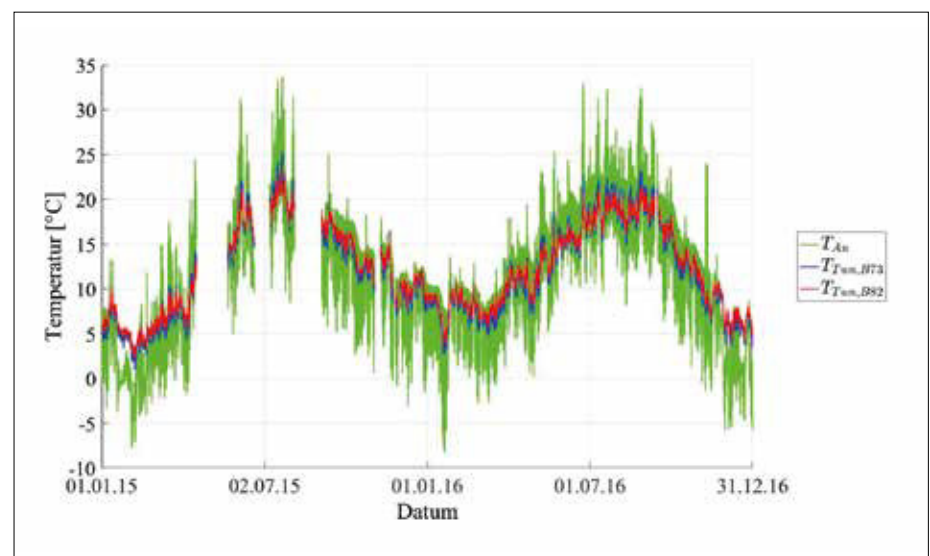


Abbildung 3: Temperaturverlauf der Tunnel- und Außenluft für 2015 und 2016



Abbildung 4: Temperatur- und Leistungsverlauf des Kühlversuchs



Abbildung 5: Temperatur- und Leistungsverlauf des Heizversuchs

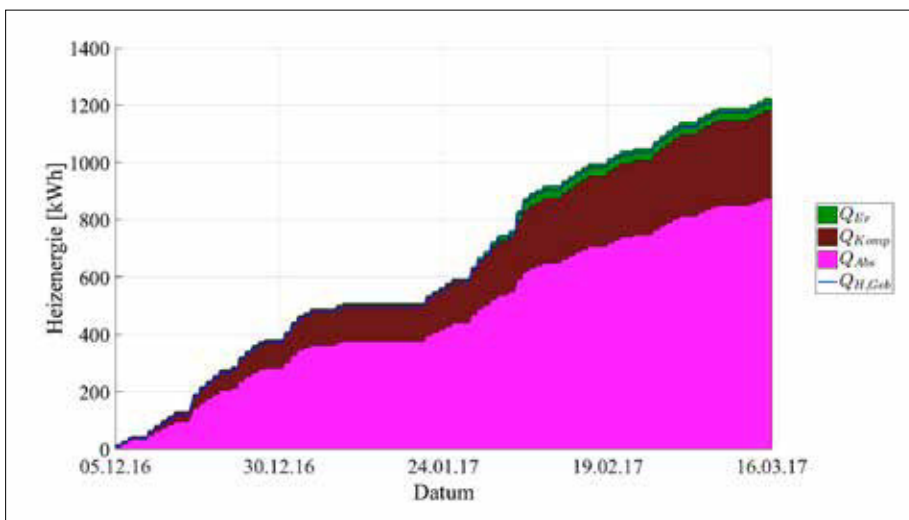


Abbildung 6: Akkumulierter Heizenergiebedarf und bereitgestellte Heizenergie der Absorber, des Kompressors und des Erwärmers

der täglichen mittleren Temperatur beträgt bei der Tunnelluft etwa nur ein Viertel im Vergleich zur Außenluft. Zwischen den Absorberblöcken B82 und B73 sind ebenfalls Unterschiede bei den Tunnellufttemperaturen ersichtlich. Die Tunnellufttemperatur im Bereich von B82 variiert in geringerem Ausmaß als die Tunnellufttemperatur in B73. Je kürzer der Tunnel ist, desto größer sind die Temperaturschwankungen der Tunnelluft. Bei sehr kurzen Tunneln nähert sich die Tunnellufttemperatur immer mehr der Außenlufttemperatur an, mit zunehmender Länge sinken die Temperaturdifferenzen der Tunnelluft. Es ist daher sinnvoll, das geothermische Potenzial von möglichst langen Tunneln zu nutzen, um eine konstante Tunnellufttemperatur verwenden zu können, da diese eine gute Energiequelle darstellt.

### Kühl- und Heizversuch im Dauerbetrieb

Mittels Langzeitlastprofilen wurde die mittlere Entzugsleistung der Tunnelabsorber für Heizen und Kühlen ermittelt. Die Anlage wurde dabei dauerhaft betrieben und über die Regelungsgrößen Vorlauftemperatur und Durchfluss der Wärmeträgerflüssigkeit gesteuert.

Um die mittlere Entzugsleistung der Tunnelabsorber für das Kühlen bestimmen zu können, wurde die Vorlauftemperatur der Absorber konstant bei etwa  $T_{VL,Abs} = 25,5\text{ °C}$  gehalten. Der Gesamtdurchfluss für die zentrale Umwälzpumpe beträgt zunächst etwa  $\dot{V}_{Abs} = 1.000\text{ l/h}$  und wird nachfolgend auf  $\dot{V}_{Abs} = 2.200\text{ l/h}$  erhöht. Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Vor- und Rücklauftemperatur der Absorber ( $T_{VL,Abs}$  und  $T_{RL,Abs}$ ), die gemessene mittlere Tunnellufttemperatur  $T_{Tun}$  die Wärmestromdichte der Absorber,  $\dot{q}_{Abs}$  und den Gesamtdurchfluss der Absorber  $\dot{V}_{Abs}$ .

Am Anfang ist eine schnelle Leistungsabnahme zu erkennen. Die Wärmestromdichte der Absorber beträgt zu Beginn der Phase nahezu  $\dot{q}_{Abs} = 40\text{ W/m}^2_{Abs}$ . Die schnelle Leistungsminderung lässt sich dadurch erklären, dass das Erdreich vor der Aktivierung noch nicht abgekühlt ist und dass im Erdreich gespeicherte Kälteenergie vorhanden ist. Es ist erkennbar, dass eine Abhängigkeit zwischen der Leistung und der Temperatur im Tunnel besteht. Nach der Erhöhung des Durchflusses steigt die thermische Leistung wiederum an und beträgt etwa  $\dot{q}_{Abs} = 27\text{ W/m}^2_{Abs}$ . Die mittlere thermische Leistung beträgt  $\dot{q}_{Abs} = 24\text{ W/m}^2_{Abs}$  für den Kühlversuch im Dauerbetrieb.

Die Ergebnisse des Heizversuchs im Dauerbetrieb mit einer Vorlauftemperatur von  $T_{VL,Abs} = 3,0\text{ °C}$  werden in Abbildung 5 dargestellt. Der gemessene Gesamtdurchfluss



der Absorber beträgt während dieser Phase etwa  $\dot{V}_{\text{Abs}} = 940 \text{ l/h}$ . Es lässt sich wiederum der Zusammenhang zwischen Außenluft-, Tunnellufttemperatur und entzogener Leistung erkennen. Die mittlere flächenbezogene Entzugsheizleistung beträgt etwa  $\dot{q}_{\text{Abs}} = 9,4 \text{ W/m}^2_{\text{Abs}}$ . Die niedrigere flächenbezogene Entzugsleistung des Heizversuchs im Vergleich mit dem Kühlversuch im Dauerbetrieb lässt sich auf den niedrigeren Volumenstrom ( $\dot{V}_{\text{Abs}}$ ) und die niedrigere Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- und Tunnellufttemperatur ( $T_{\text{V,Abs}}$ ) und Tunnellufttemperatur ( $T_{\text{Tun}}$ ) zurückführen, welcher folglich einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsabgabe zeigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Tunnelluft einen großen Einfluss auf die Entzugsleistung der Tunnelabsorber hat. Somit verändert sich die potenzielle Kühl- oder Heizleistung der Tunnelabsorber durch den klimatischen Einfluss über das Jahr hinweg. Nicht nur die Tunnelluft spielt eine Rolle für die Entzugsleistung, sondern auch die im Erdreich gespeicherte Wärme oder Kälte. Es lässt sich auch erkennen, dass der Durchfluss der Tunnelabsorber sowie der Unterschied zwischen Vorlauf- und Tunnellufttemperatur eine zentrale Rolle für die Entzugsleistung spielen. Bereits bei geringeren Änderungen des Durchflusses oder des Temperaturunterschieds zwischen Außenluft und der Tunnelluft lässt sich ein Einfluss auf die Entzugsleistung erkennen.

Bei den weiteren Messungen der Temperaturen des Erdreichs im Forschungsvorhaben konnte gesehen werden, dass die Absorberrohre sowie die Tunnellufttemperatur einen minimalen Einfluss auf die Erdreichtemperatur haben. Die wasserrechtlichen Vorschriften hinsichtlich der Grundwassertemperatur in der Nähe des Wärmeübertragers und einer Temperaturveränderung von 2 K in einem Abstand von 50 m zum Wärmeübertragerfeld wurden dabei eingehalten.

### Versuche mit Lastprofilen

Durch die Versuche mit vorgegebenen Lastprofilen wurde simuliert, wie das gesamte tunnelgeothermische System mit einem Endverbraucher interagiert und wie viel Kühl- und Heizenergie letztendlich von den Tunnelabsorbern bereitgestellt werden kann. Die Versuche mit Lastprofil wurden als Emulationen durchgeführt. Hierfür wurde die Simulationsumgebung TRNSYS verwendet, um Kühl- und Heizlastprofile zu generieren, welche auf den Prüfstand im Betriebsraum des Fasanenhof-Tunnels aufgeprägt wurden. In TRNSYS wurde hierfür ein Büromodell aufgebaut, für welches ein entsprechendes

Lastprofil für Heizen und Kühlen erzeugt wurde. Die Wärmedurchgangskoeffizienten für die Wände und Fenster erfüllen die Anforderungen der EnEV 2014 [3]. Die Anzahl an Büroräumen konnte variiert werden, um unterschiedliche Gebäudegrößen betrachten zu können. Das Gebäude wurde in jedem Raum mit kombinierten Heiz- und Kühldecken ausgestattet, um entweder Wärme aus dem Gebäude ab- oder zuzuführen. Für die Heiz- und Kühldecken konnte hierbei ein Lastprofil für die Emulationsperioden ermittelt werden.

Für den Heizfall wurde ein in TRNSYS modellierter Pufferspeicher von einer Sole-Wasser-Wärmepumpe erwärmt, welche ebenfalls in TRNSYS modelliert wurde. Dabei wurde ein Modell für eine Kompressionswärmepumpe [4] implementiert.

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse des Heizversuchs mit Lastprofil. In der Darstellung sind der Heizenergiebedarf des Bürogebäudes ( $Q_{\text{H,Geb}}$ ) und die kumulierten Energien der Absorber ( $Q_{\text{Abs}}$ ), der Wärmepumpe (Kompressor,  $Q_{\text{Komp}}$ ) und des Erwärmers  $Q_{\text{Er}}$  gegenübergestellt. 71 Prozent der benötigten Heizenergie werden direkt durch die Absorber geliefert; 25 Prozent stammen vom Kompressor und 4 Prozent vom Erwärmer. Mit diesen Ergebnissen lässt sich für die Wärmepumpe eine Arbeitszahl von  $\beta = 3,5$  für den Emulationszeitraum ermitteln.

Die Ergebnisse zeigen, dass Wärmepumpen in Kombination mit Tunnelgeothermie eine geeignete Methode zur Versorgung von Gebäuden darstellen. Ein weiterer Vorteil ist der Beitrag zur Gebäudekühlung – entweder direkt oder unter Verwendung einer Wärmepumpe. Da die Absorber nur bei Bedarf aktiviert wurden, wurde nicht kontinuierlich Wärme aus den Tunnelabsorbern entzogen, wie es beim Dauerbetrieb geschehen würde. Durch diese Betriebsvariante wird die im Erdreich gespeicherte Wärme langsamer genutzt.

### Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass die Tunnelluft einen großen Einfluss auf die Entzugsleistung der Tunnelabsorber hat. Somit verändert sich die potenzielle Kühl- oder Heizleistung der Tunnelabsorber durch den klimatischen Einfluss über das Jahr hinweg. Der Tunnel stellt jedoch eine gute Wärmequelle bzw. -senke für das Heizen und Kühlen von Gebäuden dar, die für die Kopplung mit einer Wärmepumpe geeignet ist. Dabei besteht die Möglichkeit, eine hohe Jahresarbeitszahl zu erreichen. Während der Messungen wurden die Anforderungen der wasserrechtlichen Vorschriften eingehalten. Das zeigt, dass der

Einfluss der Tunnelabsorber auf das Erdreich gering ist. Tunnel können daher als eine geeignete Quelle für oberflächennahe Geothermie betrachtet werden. ◀

### Danksagung

Das Forschungsvorhaben wird vom BMWi aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des EnEff.Wärme Programms unter der Forschungskennziffer 03ET1122A gefördert. Es wird gemeinsam mit dem Institut für Geotechnik (IGS) an der Universität Stuttgart und in Zusammenarbeit mit der Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB) bearbeitet.

### Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

### aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

#### Literatur:

- [1] BWP e.V., Bundesverband Wärmepumpe – Absatzzahlen für Heizungswärmepumpen in Deutschland 2010-2016, Berlin 2017.
- [2] Moormann, C., Schneider, M., Schmidt, M., Schlosser, T., GeoTU 6 – Geothermienutzung in Tunnelbauwerken in innerstädtischen Bereichen am Beispiel des Stadtbahntunnels Stuttgart Fasanenhof (U6), Bericht, Universität Stuttgart 2012.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Bundesgesetzblatt Jahrgang Teil I Nr. 67 – Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung, Bundesanzeiger Verlag, Bonn 2013.
- [4] Afjei, T., Wetter, M., TRNSYS Type - Compressor heat pump including frost and cycle losses: Version 1.1 Model description and implementing into TRNSYS, Zentralschweizerisches Technikum Luzern, Luzern 1997.

# Ist die Normung auf dem Holzweg?

## Der Umgang mit immer komplexeren Normenwerken

*Normen und Richtlinien sind Grundpfeiler unserer modernen Gesellschaft. Viele technische Errungenschaften wären ohne einheitliche technische Standards und einen Verordnungsgeber, der gleiche Bedingungen für alle Marktteilnehmer schafft, undenkbar. Umso wichtiger ist die Zugänglichkeit und Verständlichkeit eben dieser Instrumente, um ihre Akzeptanz zu erhalten und die Normen und Richtlinien für die Zukunft zu sichern.*



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

Die Welt um uns herum wird immer komplizierter. Was wie eine einfache Erkenntnis klingt, birgt jedoch die Gefahr, dass wir diesen Trend als nicht aufzuhalten ansehen. Wir müssen uns jedoch viel mehr die Frage stellen, warum dieser Trend so erscheint. Sind die Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik wirklich nur in komplexesten Zusammenhängen darstellbar? Sind immer mehr Normen und immer umfangreichere Verordnungen für das Funktionieren unserer Gesellschaft unabdingbar?

Vielleicht liegt die Genialität eher im Einfachen. Kompliziert kann jeder, konstatierte schon der russische Raumfahrttechniker Sergej P. Koroljow. Um diese einfachen Ansätze für das komplizierte Ganze zu finden, werden vor allem Ressourcen und Zeit benötigt. Dem entgegen steht der Trend der modernen Gesellschaft, alles zu beschleunigen.

### Die gute alte Zeit

Früher war alles besser. Dieser Satz ist oft zu hören – nicht nur bei gesellschaftlichen Veranstaltungen, sondern auch im Kreise von Technikern, Planern und Betreibern. Und wenn wir uns an die erste DIN-Norm erinnern, stellen wir zumindest fest, dass dies auf deren Umfang zutrifft. Sind moderne Normen selten kürzer als mehrere hundert Seiten, reichte der DIN 1 im Jahr 1918 genau

eine Seite aus, um die technischen Belange von Kegelstiften hinreichend zu klären.

Nun sind die Themen der Technischen Gebäudeausrüstung sicherlich komplexer, als ein einfacher Kegelstift. Dennoch fühlen sich viele Planer, Erbauer und auch Experten von der Vielzahl und dem Umfang der aktuellen Normenwerke oft überfordert. Und in den wenigsten Fällen erleichtern die Verordnungsgeber auf Europa-, Bundes- und Länderebene das Tagesgeschäft. Da verwundert es nicht, dass sich viele fragen, wie sie neben dem Studium der verschiedenen Papiere, die für sie und ihre Produkte greifen, noch zum Arbeiten kommen sollen.

### Ein neuer Ansatz

Der so genannte New Approach regelt seit 1985 die technische Harmonisierung verschiedener Produktgruppen, zu denen auch viele Produkte der TGA zählen.

Dieses an sich sehr sinnvolle Konzept führt unter anderem dazu, dass auf europäischer Ebene die technischen Anforderungen zu

meist nicht mehr explizit vom Verordnungsgeber aufgeführt, sondern in der Normung geregelt werden. Dieser Ansatz führte zu einer ganzen Reihe harmonisierter Normen, die teilweise auch von der EU durch entsprechende Mandate gefördert wurden und werden.

In der Folge hat sich ein großes harmonisiertes Normenwerk eingestellt, das die rein deutschen Normen (DIN) im Verhältnis zu den europäischen Normen (DIN EN) stark reduziert hat. Der Gesamtumfang des Normenwerks umfasst derweil über 33.000 Exemplare.

Auch wenn die Zusammenarbeit zwischen dem Verordnungsgeber auf der einen und den Normungsgremien in Form des europäischen CEN auf der anderen Seite grundsätzlich zu begrüßen ist, führt dies jedoch nicht nur zu positiven Ergebnissen: Die Anforderungen an die Standardisierung sind in den vergangenen Jahren vor allem von immer kürzeren Bearbeitungszeiten getrieben – maximal 18 Monate ab dem Jahr 2020. Und in Deutschland erhalten Experten für ihre Normungsarbeit keine Entlohnung. Somit fehlt es für ein gutes Arbeitsergebnis an Zeit und Geld.

Ein Beispiel dafür ist das Normenpaket der Reihe DIN EN 16798. Es besteht aus neun Teilen und neun zugeordneten Technischen Reporten und ist, als Umsetzungsnorm für die Gebäudeeffizienzrichtlinie EPBD, das zentrale Normenwerk für die energetische Bewertung der Lüftungstechnik. Schon das generelle Vorgehen bei der Übernahme von europäischen Normen in das deutsche Normenwerk sorgt für Verwirrung: Zunächst werden diese von CEN veröffentlicht und dann vom DIN um ein so genanntes Nationales Vorwort erweitert. In diesem werden die allgemeinen Anforderungen teilweise ergänzt; Wahlmöglichkeiten werden getroffen und Tabellen gefüllt. Das Ergebnis ist aber



Grafik: Kleine

Abbildung 1: Struktur der DIN EN 16798-3



kein in sich geschlossenes Dokument, sondern ein weiterhin aus vier Teilen bestehendes Werk. So hat auch das deutsche Vorwort einen eigenen Anhang, was zu folgender Struktur der meisten DIN EN Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden führt: Nationales Vorwort, Nationaler Anhang, Europäische Norm, Europäischer Anhang (Abbildung 1).

### Ablauf der Veröffentlichung

Außerdem ist der Ablauf der Veröffentlichung nicht glücklich gelöst: Viele Normen bauen der Reihe nach aufeinander auf und sind nur als Gesamtpaket in sich stimmig anzuwenden. Jedoch sind nun zur DIN EN 16798 die ersten verbindlich anzuwendenden Papiere erschienen – ohne dass das Paket komplett wäre. Auf diese Weise gibt es nun Verweise auf Teilnormen, die es so im Weißdruck noch nicht gibt. Problematisch ist außerdem, dass die europäischen Normen trotzdem sofort ins deutsche Normenwerk zu übernehmen sind. Alte Normen wurden entsprechend bereits zurückgezogen, beispielsweise die DIN EN 13779.

### Nationale Anhänge existieren noch nicht

Darüber hinaus müssen auch die nun erschienenen Normen direkt wieder überarbeitet werden, da die nationalen Anhänge gerade erst erstellt werden und die vorgegebenen Rahmenbedingungen noch gar nicht gegeben sind. Hier gibt es zwar Empfehlungen, wie die leeren Tabellen gefüllt werden könnten. Es handelt sich dabei aber eben nur um Empfehlungen für das Erstellen der nationalen Vorworte. Diese Empfehlungen sind nicht für den Anwender der Norm bestimmt.

Dies führt dazu, dass nun gültige Normen im Weißdruck existieren, die so praktisch nicht genutzt werden können, da maßgebliche Wertetabellen leer sind oder aufbauende Normen noch nicht verfügbar sind. Eine Situation, die für alle Beteiligten nicht zufriedenstellend ist.

### Was gilt?

Interessant ist dabei auch ein Blick auf die Verordnungen und Gesetzestexte. Da diese erst in den kommenden Monaten angepasst werden können, verweisen sie noch auf die alten Normen. So besteht die Frage, welche Grundlagen beispielsweise für die energetische Bewertung von Gebäuden herangezogen werden sollen. Das lässt sich nicht pauschal beantworten und hängt oft von den Rahmenbedingungen ab: Je nach Projekt, Vertrag und Abnahmezeitpunkt können vollkommen unterschiedliche Anforderun-

gen gelten. Gerade im Gebäudebereich, mit teilweise mehrjährigen Planungs- und Umsetzungsphasen, ist dies mehr als unglücklich. Gerade TGA-Anlagen leisten oft über mehrere Jahrzehnte ihren Dienst und müssen entsprechend sorgfältig geplant und umgesetzt werden.

Eine deutlich längere Übergangsfrist wäre hier mehr als nur wünschenswert. Sie würde es allen Beteiligten erlauben, sich auf die neue Situation einzustellen. Das derzeitige Vorgehen bei der DIN EN 16798 erweckt oft den Eindruck, vieles sei „mit der heißen Nadel gestrickt“.

### Negative Auswirkungen

Der bisherige Ablauf sorgt dafür, dass die Akzeptanz in der Öffentlichkeit sinkt, sowohl für die regulierende Seite als auch für die Standardisierung. Der Geltungsbereich, der



Bild: RLT-Herstellersverband

Abbildung 2: Das Energieeffizienzlabel A+ des RLT-Herstellersverbands

so genannte Scope, wird oft sehr kreativ ausgelegt oder im schlimmsten Fall findet eine geplante Ertüchtigung gar nicht statt, um den Bestandsschutz zu erhalten.

Auch die grundlegende Aufgabe der Gesetzgebung, gleiche Rechte und Pflichten für alle zu schaffen, wird dadurch untergraben. Komplexe Texte lassen Raum für Interpretationen und eine mangelnde Marktaufsicht erlaubt es unseriösen Anbietern, sich frei zu bewegen. Das alles liegt sicher nicht in der Absicht der Verordnungsgeber.

### Gibt es einen Ausweg?

Da sich an den grundlegenden Strukturen der Normungsorganisationen und den Forderungen der Legislative wenig ändern wird, bleibt nur das Hoffen auf Besserung. In der Zwischenzeit können sich die Experten der Branche für eine möglichst anwenderfreund-

liche Auslegung der Vorgaben auf allen Ebenen einsetzen – allen voran auch die Vertreter der Verbände.

Dem Anwender bieten zusammenfassende und kommentierende Werke wichtige Unterstützung, ähnlich wie das auf dem Gebiet der Gesetzgebung schon lange üblich ist. Wegweisende Papiere zu spezifischen Themen sind die wichtigen FGK-Status-Reporte und die Richtlinien des RLT-Herstellersverbands. Darüber hinaus wirken die Vertreter der Verbände aktiv in den Normungsgremien mit und sind auch auf politischer Ebene im Sinne der Mitgliedsunternehmen und weiterer Anwender aktiv.

### Transparenz schaffen

Gütesiegel machen es für Hersteller und für Anwender leichter, die Einhaltung von Normen und Richtlinien zu erkennen. Dabei gehen Hersteller und Verbände Hand in Hand, um Transparenz am Markt zu schaffen. Ein gutes Beispiel dafür ist das Energieeffizienzlabel A+ des RLT-Herstellersverbands (Abbildung 2), das neben der energetischen Qualität eines Produkts auch die Einhaltung der ErP 2018 auszeichnet.

Diese Qualitätssiegel sind durch die Mitwirkung der Verbände nicht aus dem Marketinginteresse eines einzelnen Herstellers heraus entstanden, sondern basieren auf transparenten Regeln und Zertifizierungen, die von einem Großteil der am Markt vertretenen Hersteller gemeinsam erarbeitet werden.

### Ein Blick in die Zukunft

In absehbarer Zeit wird sich nichts an der Fülle der Verordnungen und Regelwerke ändern. Vielmehr wird sich der Druck auf die Institute und die teilnehmenden Experten noch erhöhen, möglichst kurze Bearbeitungszeiten zu erreichen. Das kann sich kaum förderlich auf die Qualität der Arbeit auswirken. Auch grundlegende Reformen der Struktur und der Arbeitsweise sind kaum zu erwarten. Hier kann nur jeder Anwender auf allen Ebenen aufgefordert werden, sich zukünftig noch stärker in der Normung, in der Standardisierung und in der Verbandsarbeit zu engagieren – nur so kann ein starker Gegenpol geschaffen werden. Schließlich darf nicht nur die Schnelligkeit der Normgebungsverfahren ein Maßstab sein, sondern vor allem die Qualität und Anwenderfreundlichkeit der Ergebnisse.

Hoffnung auf Besserung gibt das Zitat des berühmten Autors und Piloten Antoine de Saint-Exupéry: „Die Technik entwickelt sich vom Primitiven über das Komplizierte zum Einfachen.“

# Ventilatortausch macht's effizient

## Die FGK-Informationenkampagne zur Effizienzsteigerung von RLT-Anlagen



Claus Händel,  
technischer Referent,  
FGK e.V.

Vor knapp zwei Jahren hat der Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK) zusammen mit den führenden deutschen Herstellern von Ventilatoren unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Informationskampagne „Ventilatortausch macht's effizient“ ins Leben gerufen. Die Kampagne findet im Rahmen der Initiative „Deutschland macht's effizient“ des BMWi statt. Ziel ist es, die Betreiber von Nichtwohngebäuden auf die enormen Energie- und Kosteneinsparpotenziale beim Tausch zu moderneren und energieeffizienten Ventilatorsystemen bei RLT-Anlagen hinzuweisen und dazu zu sensibilisieren, diese energetisch auf den Prüfstand zu stellen.

Ein Energiesparrechner und zahlreiche Best-Practice-Beispiele sollen Interessenten helfen, zu entscheiden, ob ein Ventilatortausch die richtige Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz der RLT-Anlagen ist. Die Beispiele reichen von der Infrastruktur über Industriebetriebe bis hin zu Gewerbegebäuden aller Art.

### Technische Grundlagen

Effizienzsteigerung, Optimierung und Modernisierung sind Schlagworte, die nicht nur in der Branche der Technischen Gebäudeausrüstung die Runde machen. Doch welche gesetzlichen Vorschriften sind darunter zu verstehen? Seit 2007 ist die Energetische Inspektion von Klimaanlage in § 12 der Energieeinsparverordnung (EnEV) verordnungsrechtlich verankert. Dem sind weitere Konkretisierungen gefolgt, so dass der Gesetzgeber mit § 12 Abs. 6 EnEV 2009 eine Vorlagepflicht von Inspektionsberichten für Betreiber eingeführt und 2013 mit der „DIN SPEC 15240 – Energetische Inspek-

tion von Klimaanlage“ eine flankierende Spezifikationsnorm geschaffen hat. Sie konkretisiert auf der Basis von Checklisten, wie Inspektionen von Klimaanlage genau durchzuführen sind und welche Prüfungen und Tätigkeiten dazu zu erbringen sind. Dabei geht es insbesondere um die qualitative und quantitative Beurteilung der gesamten Anlagen, inklusive des RLT-Geräts mit Ventilatoren. Diese Energetische Inspektion ist

vorgeschrieben für alle Klimaanlage mit einer Kälteleistung von mehr als 12 kW. Lüftungs- und Kälteanlagen im Produktionsbereich sind verordnungsrechtlich nicht davon betroffen, aber die Methodik eignet sich auch hier für eine standardisierte Schwachstellenanalyse.

Im Rahmen einer derartigen Schwachstellenanalyse wird zunächst untersucht, an welchen Stellen die Energieeffizienz gesteigert

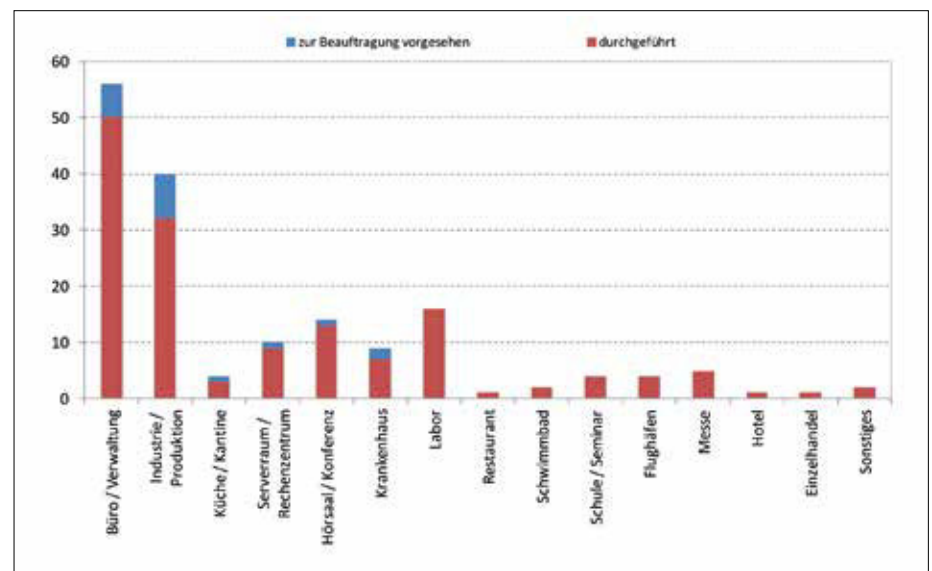


Abbildung 1: Anzahl aller inspezierten RLT-Anlagen je Nutzungsart [St.] im Jahr 2012 deutschlandweit

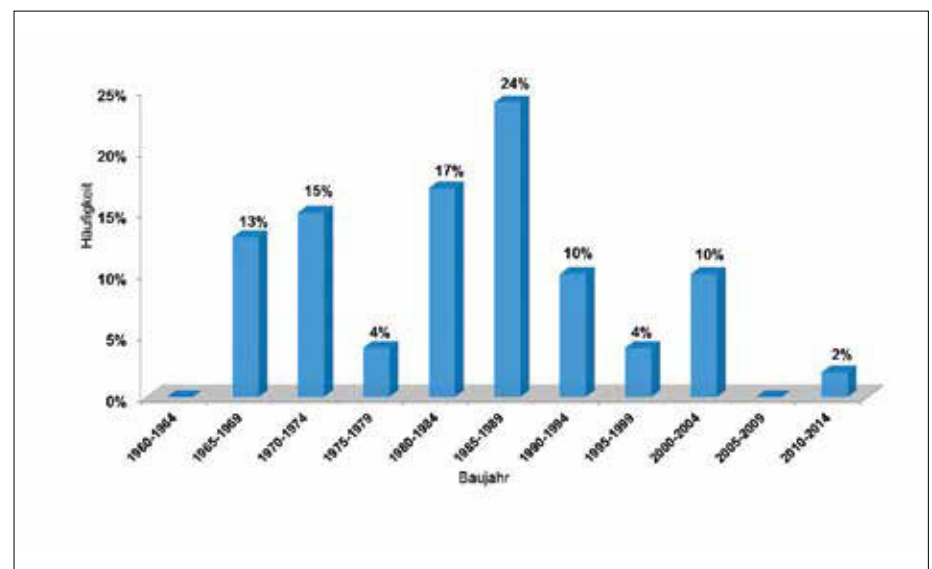


Abbildung 2: Mittleres Baualter der nach § 12 EnEV inspezierten Klimaanlage

Grafik: ILK Dresden, Studie ILK-B-31-13-3819

Grafik: Eigene Darstellung, Daten: ILK Dresden, Studie ILK-B-31-13-3819

gert werden kann, und welche Maßnahmen praxistauglich und wirtschaftlich sind. Eine wissenschaftliche Grundlage für die Kampagne „Ventilatortausch macht's effizient“ ist die Studie des Instituts für Luft- und Kältetechnik Dresden (ILK Dresden) „Chancen der Energetischen Inspektion für Gesetzgeber, Anlagenbetreiber und die Branche“, die zusammen mit dem FGK und schiller engineering ins Leben gerufen wurde. Die Studie gibt Auskunft darüber, welche Markt-, Investitions- und Energieeinsparpotenziale bei Klima- und Lüftungsanlagen bestehen und welche Inspektionsmethoden und praxisgerechte Verbesserungen abgeleitet werden können. Zusätzlich wurde im Rahmen einer Marktumfrage festgestellt, dass gerade einmal 1,4 bis 2,3 Prozent des landesweiten Gesamtbestandes von Klimaanlage energetisch inspiziert wurden – davon ein Großteil der RLT-Anlagen bei Industrie und produzierendem Gewerbe (Abbildung 1). Klar ist, dass hier am meisten Energie aufgewendet wird und die Inspektion solcher Anlagen von vielen Betreibern auch ohne gesetzliche Pflicht als sinnvoll angesehen wird.

Die in der Studie des ILK Dresden gemessenen Systemwirkungsgrade der Ventilatoren lagen durchschnittlich deutlich unter 40 Prozent. Moderne Ventilatoren erreichen in diesem Leistungsbereich 60 Prozent und mehr. Durch neuere und effizientere Komponenten sind Stromeinsparungen von durchschnittlich bis zu 50 Prozent zu erwarten. Zwar besteht ein enger Zusammenhang zwischen Systemwirkungsgrad und Baualter der RLT-Anlage, aber auch bei neueren Anlagen sind oftmals ineffiziente oder schlecht ausgelegte Ventilatoren eingebaut.

Bei den Sanierungsempfehlungen wird ein großes Potenzial im Austausch von Ventilatoren gesehen. Für 50 Prozent aller untersuchten Anlagen lautete die Empfehlung: „Ventilatoren tauschen“, was bei den niedrigen Systemwirkungsgraden entsprechend der Abbildung 3 plausibel erscheint.

Verkürzt wird der ohnehin schon kurze Amortisationszeitraum durch öffentliche Förderprogramme, denn auch der Staat hat inzwischen die positiven Effekte des Ventilatortauschs erkannt. So wird der Austausch ineffizienter Ventilatoren in öffentlichen Förderprogrammen unterstützt, beispielsweise im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren – Nichtwohngebäude“ oder im BAFA-Programm „Hocheffiziente Querschnittstechnologien“. Darüber hinaus werden attraktive Finanzierungsmodelle durch Contracting-Dienstleister angeboten. Hierbei plant, finanziert und realisiert der Contractor Energiesparmaßnahmen, beispielsweise

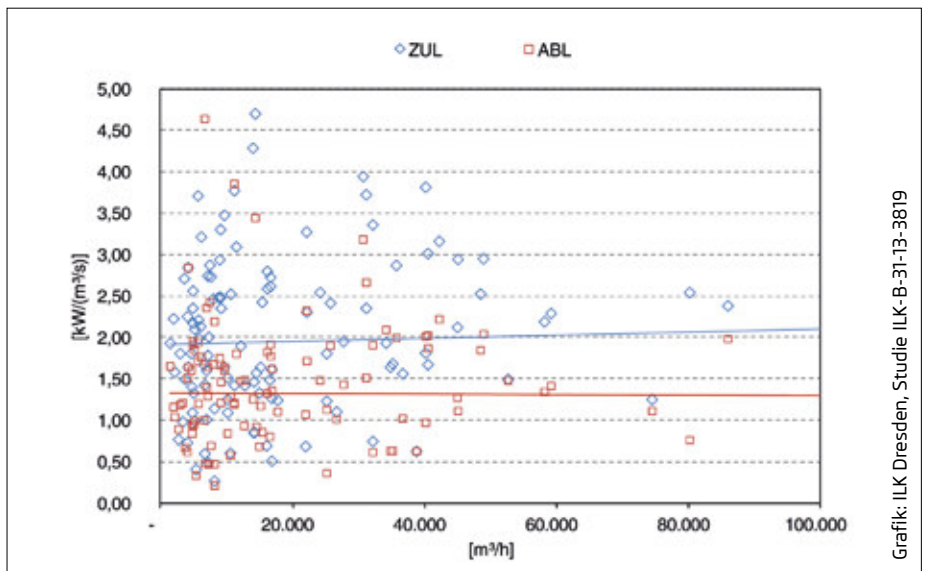


Abbildung 3: Ventilator-Systemwirkungsgrade in Abhängigkeit des Baualters

Grafik: ILK Dresden, Studie ILK-B-31-13-3819



Abbildung 4: Rückkühler mit AC-Technologie vor der Modernisierung

Foto: FGK/ZIEHL-ABEGG SE



Abbildung 5: Rückkühler mit effizienter EC-Technologie nach der Modernisierung

Foto: FGK/ZIEHL-ABEGG SE

die Sanierung einer RLT-Anlage inklusive Ventilatortausch. Dafür wird er im Gegenzug an den entsprechenden Einsparungen beteiligt.

**Best-Practice-Beispiel 1:  
Hightech-Lüftung  
für Hightech-Datenverarbeitung**

In Frankfurt am Main wurde die ZIEHL-ABEGG SE, einer der Partner der Kampagne, damit beauftragt, die Rückkühler einer RLT-Anlage eines Rechenzentrums zu modernisieren. Im Ergebnis spart der Betreiber jähr-

Kennzahlen	
Gesamtluftmenge	1.021.120 m³/h
CO <sub>2</sub> -Einsparung	71,7 t/a
Investitionskosten	56.500,00 €
Amortisation	2,9 Jahre

lich knapp 19.000 Euro an Energiekosten ein, womit sich die Modernisierung mit Gesamtinvestitionskosten von 56.000 Euro in gerade einmal drei Jahren amortisiert.

Die Modernisierung der Kühlanlage des Rechenzentrums umfasste den Austausch von 64 Axialventilatoren mit Wechselstromtechnologie (Abbildung 4) durch neue und effizientere, elektronisch kommutierte Ventilatoren, so genannte EC-Ventilatoren (Abbildung 5). Die neuen Ventilatoren leisten jeweils einen stündlichen Luftvolumenstrom

von 16.000 m³. Da sich die Anlage in einem geräuschsensiblen Bereich befindet, ist auch die Geräuschreduktion von 2 Dezibel (dB) je Ventilator für den Betreiber von Vorteil. Mit einer Reserve von 57 Prozent Volumenstrom ist dank der leistungsstarken neuen Ventilatoren auch eine bedarfsgerechte Volumenstromregelung möglich. Insgesamt spart der Betreiber durch die Modernisierung 128.000 Kilowattstunden (kWh) Strom jährlich ein, das bedeutet eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 72 Tonnen.

**Best-Practice-Beispiel 2:  
Frische Luft für frisches Bier**

Der Betreiber der Carlsberg-Brauerei Fredericia hatte das Unternehmen Novenco, auch ein Partner der Kampagne, damit beauftragt, eine entsprechende Modernisierungsmaßnahme vorzunehmen. Unter den speziellen hygienischen Anforderungen in den Produktionsbereichen der Abfüllung wurden sechs Zuluft- und sechs Abluftklimageräte modernisiert (Abbildung 6), indem zwölf neue Ventilatoren installiert wurden (Abbildung 7). Weitere RLT-Anlagen der Brauerei werden Schritt für Schritt ebenfalls modernisiert.

Mit einer Investitionssumme von 127.000 Euro inklusive Engineering und Montage hat sich der Aufwand mehr als gelohnt: Der Stromverbrauch konnte nahezu halbiert werden, ebenso wurden die Schallemissionen der Anlage deutlich reduziert. Die Modernisierungsmaßnahmen fanden statt, ohne den Betrieb unterbrechen zu müssen. Außerdem

Kennzahlen	
Gesamtluftmenge	460.000 m³/h
Kosteneinsparung	57.718,00 €/a
CO <sub>2</sub> -Einsparung	161 t
Investitionskosten	127.000,00 €
Amortisationszeit inkl. Umbau und Engineering	2,2 Jahre

konnten Arbeitssicherheit und Innenraumklima für die Mitarbeiter deutlich verbessert werden. Jährlich spart der Gebäudebetreiber auf diese Weise 57.000 Euro ein, so dass sich das gesamte Projekt nach nur knapp zwei Jahren bereits amortisiert.

**Fazit**

Die Kampagne zeigt, dass bereits mit wenig Aufwand viel in Sachen Energieeffizienz erreicht werden kann, sofern Gebäudebetreiber und Betreiber von RLT-Anlagen willens sind, ihre Anlagen auf den Prüfstand zu stellen. Mit einer sehr geringen Amortisationszeit können Betreiber innerhalb kürzester Zeit neues Investitionskapital freisetzen. In Zukunft werden derartige Maßnahmen immer interessanter, denn steigende Energiepreise und immer höhere Anforderungen an Klimaschutz und Energieeffizienz erfordern bei Betreibern innovatives und gleichzeitig ökonomisches Denken. ◀



Abbildung 6: Radialventilator vor der Modernisierung



Abbildung 7: Axialventilator nach der Modernisierung





ENGIE

---

## Die Chance, Ihrer Zeit voraus zu sein: dezentral, erneuerbar, vernetzt, effizient.

ENGIE ist Ihr erfahrener Partner, der mit neuen Ideen Energie in alle Bereiche des Lebens, Wohnens, Arbeitens und Produzierens bringt. Mit unserer langjährigen Expertise bei Technik, Energie und Service entwickeln wir Lösungen, die immer auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Entdecken Sie unsere Leistungen und Ihre Möglichkeiten in der ENGIE-City: [engie-deutschland.de/engiecity](http://engie-deutschland.de/engiecity).

---



Energien optimal einsetzen.

[engie-deutschland.de/engiecity](http://engie-deutschland.de/engiecity)



# Innovative Lehrveranstaltung „Digitale Planungsmethoden in der TGA“

Schlüsseltechnologie „Building Information Modeling“ im Kontext des integralen Planungsprozesses mit Schwerpunkt TGA in der universitären Lehre



M.Sc. RWTH  
Lev Kirnats,  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter,  
Lehrstuhl  
für Energieeffizientes  
Bauen E3D,  
RWTH Aachen  
University



M.Sc. RWTH  
Jaroslaw Siwiecki,  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter,  
Lehrstuhl  
für Energieeffizientes  
Bauen E3D,  
RWTH Aachen  
University



M.Sc. Eric Fichter,  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter,  
Lehrstuhl  
für Energieeffizientes  
Bauen E3D,  
RWTH Aachen  
University



Dr.-Ing. Jérôme Frisch,  
Akademischer  
Oberrat,  
Lehrstuhl  
für Energieeffizientes  
Bauen E3D,  
RWTH Aachen  
University



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.  
Christoph van Treeck,  
Inhaber des Lehrstuhls  
für Energieeffizientes  
Bauen E3D,  
RWTH Aachen  
University

*Die modellbasierte Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) ist seit Jahren eines der Top-Themen in der Baubranche. Während BIM in anderen Staaten längst zum Standard bei der Umsetzung von Bauprojekten geworden ist, herrscht in Deutschland noch Nachholbedarf. Das liegt unter anderem an der unzureichenden Aus- und Weiterbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren im BIM-Bereich. Mit einer neuen Veranstaltung schließt der Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen (E3D) der RWTH Aachen eine Lücke im Ausbildungssystem, um Studierende auf ein Arbeitsleben in modernen Bauunternehmen vorzubereiten.*

## Bauen der Zukunft

„Erst virtuelles, dann reales Bauen“, mit diesen Worten läutete der damalige Bundesminister Alexander Dobrindt auf dem „Zukunftsforum Digitales Planen und Bauen“ einen Kulturwandel in der Baubranche ein. Virtuelles Bauen setzt eine Digitalisierung und Automatisierung aller planungs-, realisierungs- und betriebsrelevanten Prozesse der hochgradig arbeitsteiligen und fragmentierten Wertschöpfungskette der Baubranche voraus. Stellvertretend für eine Digitalisierung der Planung steht Building Information Modeling (BIM). Bei BIM handelt es sich nach dem Stufenplan um eine kooperative Arbeitsmethodik, „mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden“ [BMVI 2015]. So soll eine vereinheitlichte Datengrundlage hergestellt werden, auf Basis derer alle Abläufe synchronisiert werden und Projektbeteiligte die notwendigen Informationen in Echtzeit und ortsunabhängig abrufen können. Die bessere Verfügbarkeit von Informationen für alle am Bauprojekt Beteiligten soll in dem teils opaken Planungs- und Bauprozess für zusätzliche Transparenz und Vernetzung führen. Zeitpläne, Kosten und Risiken können einfacher, früher und präziser ermittelt und kontrolliert werden. Dadurch

sollen Kostenwahrheit, Kostentransparenz, Effizienz und Termintreue entscheidend verbessert werden [BMVI 2015]. Indem erst virtuell geplant und dann gebaut werden soll, ergeben sich Veränderungen hinsichtlich der methodischen Herangehensweise an einen Planungsprozess [van Treeck et al. 2016]. Hieraus leiten sich entsprechend neue Anforderungen an die Ausbildung zukünftiger Ingenieurinnen und Ingenieure ab, denen der Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen (E3D) der RWTH Aachen University mit einer neu konzipierten Veranstaltung begegnet.

## Die TGA als wichtigster Strukturgeber

Der Einsatz von BIM-basierten Planungsmethoden in einem Unternehmen erfordert neben dem Aufbau von fachlicher und technischer Kompetenz der Mitarbeiter vor allem ein Umdenken in der Zusammenarbeit mit den an einem BIM-Projekt beteiligten Akteuren. Klassischerweise sind die Verantwortlichkeiten in einem Bauvorhaben auf viele Schultern in aufeinander aufbauenden prozessualen Strukturen verteilt. Um jedoch die Potenziale des BIM vollumfänglich durch alle Lebenszyklusphasen für sich und den Auftraggeber nutzen zu können, bedarf es eines allgemeinen Verständnisses für die Prozesse aller Akteure und die Bereitschaft, sich in einem kooperativen Miteinander an einem gemeinsamen Projektziel zu beteiligen. Eine Planungskultur, die auf Dialog und Kollaboration auf Augenhöhe aufbaut,



bietet vor allem in der Gebäudetechnik die Möglichkeit, sich viel stärker und früher im Planungsprozess einzubringen. So können die Bedeutung der TGA als wichtigster Strukturgeber für das zu planende Gebäude unterstrichen und damit die Weichen für eine erfolgreiche digitale Planung, Ausführung und den Betrieb gestellt werden.

### Digitale Planungsmethoden in der Lehre

Die Vermittlung rechnergestützter Verfahren und digitaler Planungsmethoden ist in der universitären Ausbildung zukünftiger TGA-Planer deutlich unterrepräsentiert. Rainer Sailer, Geschäftsführer für Architektur und Bauwesen der „Mensch und Maschine Deutschland GmbH“, stellte in diesem Zusammenhang fest: „Die Digitalisierung unserer Branche hat endlich auch in Deutschland eingesetzt. Damit wird sich nach und nach das Ungleichgewicht in der BIM-Ausbildung zwischen den Kontinenten nivellieren. Noch ist es aber nicht so weit. China hat dieses Jahr den Großteil der aktuellen BIM-Awards gewonnen und damit die USA und die nordischen Länder überholt. Grund dafür ist sicher auch die konsequente Ausrichtung ihrer Studiengänge auf computergestützte Technologien und das Zusammenführen von Disziplinen am Bau. Was uns in Deutschland fehlt, sind gut ausgebildete Mitarbeiter, die sich bereits im Studium intensiv mit dem Thema ‚Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau‘ auseinandersetzen. [...] Diese Aufgabe können wir nur erfüllen, wenn wir mit Menschen arbeiten, die den Gesamtkontext der komplexen digitalen Prozesskette Bauen und Betreiben verstehen.“ Berufseinsteiger sollten neben dem Verständnis von BIM vor

allem auch im Umgang mit dem digitalen Handwerkszeug geschult sein. „TGA-Fachkräfte mit entsprechenden Kenntnissen der BIM-Methodik inklusive der dazu notwendigen Softwarelösungen sind stark gefragt und schwer zu finden“, sagte Christian Verholen, Vertriebsleiter der „Linear GmbH“. „BIM muss daher ein zwingender Baustein in der Lehre sein.“

### Das inhaltliche Konzept der Veranstaltung

Ziel der Veranstaltung „Digitale Planungsmethoden in der Gebäudetechnik“ ist die Vermittlung von Grundlagen in der modellbasierten integralen Planung anhand moderner digitaler Planungsinstrumente in der TGA. Die Veranstaltung richtet sich primär an Studierende der Masterstudiengänge Bau- und Wirtschaftsingenieurwesen und Umweltingenieurwissenschaften. Sie steht aber auch anderen Fachrichtungen aus dem Maschinenbau offen. Im Rahmen von insgesamt 14 Veranstaltungen werden den Studierenden technische, organisatorische und rechtliche Facetten der kooperativen Arbeitsmethodik BIM mit dem Anwendungsschwerpunkt der Technischen Gebäudeausrüstung vermittelt. Neben dem internen Know-how wird auf das Wissen verschiedener renommierter Experten aus der Praxis zurückgegriffen, die im Rahmen der Veranstaltung zu ihren Schwerpunktthemen referieren. Das Konzept der Veranstaltung wird durch eine Hausübung abgerundet, in der die Studierenden einen digitalen Planungsprozess simulieren und in einer Gruppenarbeit typische Fragestellungen und Ingenieuraufgaben lösen. Aliaksei Karol, Masterstudent des Bauingenieurwesens, fasste das Konzept in eigenen

Worten zusammen: „Die Vorlesung zeigt die Herausforderungen von BIM deutlich. Energieeffizientes Design, Prozessdenken, Informations- sowie Schnittstellenpflege, Zusammenarbeit zwischen Gewerken und Modellierungsfähigkeiten stehen im Vordergrund. Bei der Ausarbeitung der Übungen werden die Planungsaufgaben praxisorientiert simuliert. Dies ist ein erster Schritt in die Bauwelt.“

### Das didaktische Konzept

Aufbauend auf den Grundsätzen einer integralen, kooperativen Arbeitsmethode werden die Studierenden aufgefordert, sich in einem Planungsteam aus vordefinierten Akteuren und Prozessen zu organisieren. Eine zu Beginn der Übung zu erstellende Gesamtprozesslandkarte fördert die Kommunikation und hilft den Studierenden, ein Grundverständnis für die Aufgaben der Projektrollen zu entwickeln. Neben organisatorischen Aufgabenstellungen werden technische Kompetenzen im Umgang mit BIM-basierten Planungs-, Analyse- und Berechnungsprogrammen vermittelt. Im Rahmen der Veranstaltungen werden nachstehende Lernziele verfolgt:

- Studierende erwerben Kenntnisse im Bereich der digitalen Planung der Gebäudetechnik.
- Nach Abschluss des Kurses sind die Studierenden in der Lage, die Gebäudetechnik eines Nicht-Wohngebäudes mit Hilfe der Methoden des Building Information Modelings digital zu planen und umzusetzen.
- Die Studierenden können die Dimensionierung und Auslegung von TGA-Elementen auf Basis des erstellten digitalen Modells durchführen.

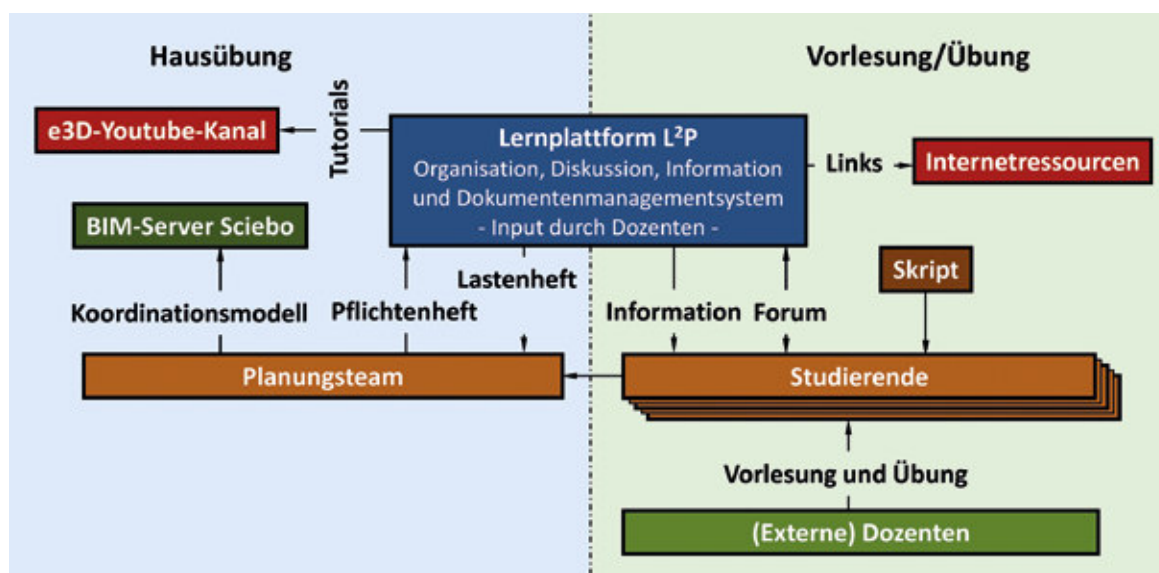


Abbildung 1:  
Schematische  
Darstellung des  
didaktischen Konzepts



Abbildung 2: Von Studierenden erstelltes 3D-Modell mit TGA-Entwurf

Um die definierten Lernziele zu erreichen, werden die Vorteile von Präsenzveranstaltungen und E-Learning kombiniert. Dabei wird auf unterschiedliche Medien in der Lehre zurückgegriffen und ein realitätsnaher Projektraum wird nachgebildet.

Einen detaillierten Inhaltsplan zeigt die nachstehende Infobox.

#### Inhalte der Vorlesung

- Kooperative Arbeitsmethodik BIM,
- BIM-Prozesse in der TGA,
- Normen, Richtlinien und Politik,
- Rechtliche Risiken von BIM aus Sicht des TGA-Fachplaners,
- Technische Umsetzung, Datenaustausch und Qualitätsprüfung,
- Model Checking, Koordinationsmodelle und -management,
- BIM-Management in Baukonzernen,
- BIM-Technologien und Software,
- BIM auf der Baustelle und im Betrieb.

#### Dozenten aus der Praxis

Um den Studierenden die aktuelle Umsetzung von BIM in der industriellen, wirtschaftlichen und rechtlichen Praxis nahezubringen, ergänzen externe Dozenten aus BIM-erfahrenen Unternehmen und eine Rechtsanwaltskanzlei die Vorlesungsreihe. Dabei werden

wesentliche Aspekte der Arbeitsmethodik aufgegriffen. Im Wintersemester 2017/18 zeigen die Unternehmen „Mensch und Maschine Deutschland GmbH“ und „Linear GmbH“ aktuelle Trends in BIM-Software und -Technologien auf. Die Kanzlei „Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB“ beleuchtet die neuen, sich aus BIM ergebenden, rechtlichen Fragenstellungen. Rechtsanwalt Dr. Robert Elixmann beschrieb diese wie folgt: „Auftraggeber wollen die Anwendung bestimmter, digitaler Methoden vertraglich regeln. Es entstehen neue Vertragsdokumente (Auftraggeber-Informations-Anforderungen AIA, BIM-Abwicklungsplan BAP), zu denen sich gewisse Standards etablieren und die rechtlich von Auftraggebern und Auftragnehmern bewertet werden müssen. Wenn die Anwendung bestimmter, digitaler Methoden vertraglich vereinbart wird, stellt sich die Frage, wie diese Leistungen vergütet werden sollen im Lichte des Preisrechts der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI).“ Die Realisierung von BIM im Unternehmen wird von „HOCHTIEF ViCon GmbH“ und „nesseler bau GmbH“ vorgestellt. „GSP Network GmbH“ legt den Studierenden vor allem die Koordination im BIM-Alltag dar. Hierzu erklärte der BIM-Strategie-Berater Andreas Kohlhaas: „Die BIM-Koordination teilt sich in zwei neue plane-

rische Tätigkeiten, die bisher weder Eingang in die HOAI, noch in eine akademische oder berufsbegleitende Ausbildung gefunden haben – auch nicht international. Die beiden Tätigkeiten umfassen das Qualitätsmanagement der Fachmodelle und das Zusammenführen derselben sowie die Koordination des gesamten Planungs- und Bauprozesses. Hier entsteht der BIM-Mehrwert durch höhere Planungsqualität, weniger Entscheidungen auf der Baustelle und besserer zeitlich Planung. Gerade die BIM-Koordination verlangt jedoch auch ein entsprechendes Zeitbudget, Vorbereitung und Ausbildung.“

#### Konzept der Hausübung

Die Hausübung bietet den Studierenden die Möglichkeit, das Konzept BIM in kleinem Maßstab zu erleben. Jeweils fünf Studierende bilden ein Planungsteam und übernehmen die Rolle eines Fachplaners: Architekt, Bauphysiker oder TGA-Planer für Heizung, Sanitär oder Lüftung. Die Aufgabenstellungen und Informationen sind in einem realitätsnahen Lastenheft dokumentiert. Dieses wird – ebenso wie das von den Teams zu erarbeitenden Pflichtenheft – versioniert und im Laufe des Semesters fortgeschrieben. Zu bestimmten Abgabeterminen ist eine definierte Leistung (Infobox 2) durch die Studierenden zu erbringen. Pflichtenheft



### Inhalte der Hausübung

- Rollen, Schnittstellen und Abhängigkeiten,
- Prozessentwicklung und -darstellung (BPMN-Schema),
- CAD-Modellierung (3D),
- Erweiterung der Gebäudekubatur,
- Auslegung der Gebäudehülle auf Basis der EnEV,
- Umsetzung des Raumprogramms,
- Heizlastberechnung,
- Planung der TGA,
- Kollisionsprüfung,
- Energetische und ökonomische Bewertung.

und 3D-Modell sind dann auf das Dokumentenmanagementsystem (RWTH-Lernplattform L2P) bzw. die cloudbasierte Projektplattform (Campus-Cloud Sciebo) hochzuladen. Die Hausübung gestaltet sich als fiktives Bauprojekt an einem schon bestehenden Rohbau-Modell nach Le Corbusier. Ziel ist die Dimensionierung und Modellierung von Gebäudehülle, Raumprogramm und TGA und die abschließende Bewertung des selbst

erlebten Projektablaufs. Darüber hinaus ist die Vermittlung der Datenintegration und -konsistenz von zentraler Bedeutung. So ist es Daniel Simons, Projektleiter der „nes-seler bau GmbH“ wichtig, „[...] dass junge Kollegen neben der Bedienung von Modellierungswerkzeugen früh ein Verständnis für die Bedeutung von konsistenten Daten im kompletten Lebenszyklus der Immobilie entwickeln“.

### Studentischer Wettbewerb

Um herausragende Leistungen der Studierenden im Rahmen der Hausübung auszuzeichnen, wird zusätzlich ein studentischer Wettbewerb ausgerufen. Die fünf Gruppen mit den besten Entwürfen erhalten das „E3D BIM-Zertifikat“. Dieses dokumentiert detailliert die in der Veranstaltung erlernten theoretischen und praktischen Kenntnisse. Zudem findet eine Projekt-Präsentation in Form eines Virtual Design Reviews statt. Mit Hilfe einer VR-Brille (Virtual Reality) führen die Studierenden durch ihr 3D-Modell. Das ermöglicht eine kursweite Diskussion der Ergebnisse. Das beste Gesamtkonzept aller nominierten Gruppen wird prämiert. Der Förderverein „Freunde und Förderer des

Energieeffizienten Bauens“ stiftete hierfür im Wintersemester 2017/18 ein Preisgeld in Höhe von 1.000 Euro.

### Ausblick

Aufbauend auf den im Wintersemester 2017/2018 gesammelten Erfahrungen und den Anregungen durch Dozenten und Studierende wird die Veranstaltung inhaltlich und konzeptionell optimiert. Durch Einsatz eines Online-Kurses (Massive Open Online Course, MOOC) soll es den Studierenden ermöglicht werden, die theoretischen Einheiten ins Selbststudium auszulagern. Dafür soll die Vorlesungszeit für die Vermittlung praxisnaher Inhalte genutzt werden. ◀

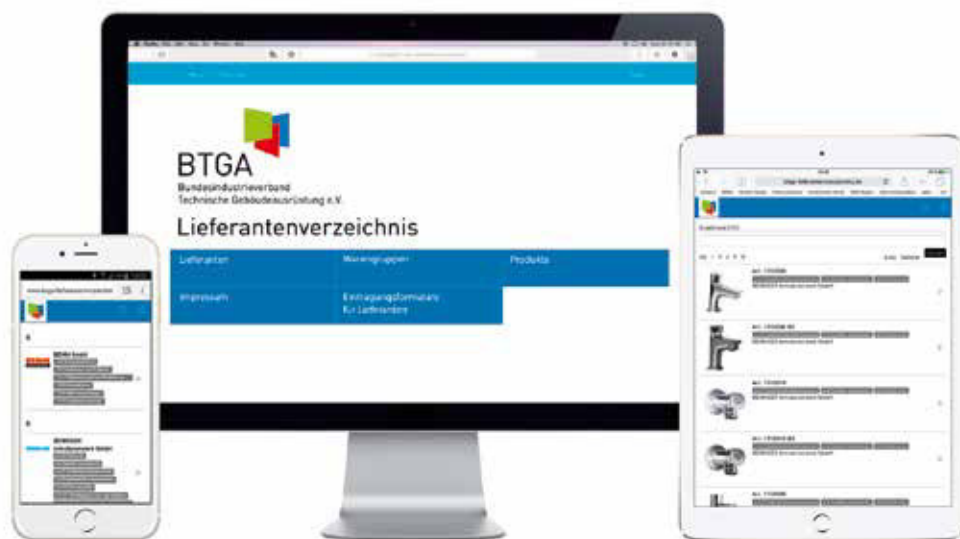
### Literatur:

van Treeck, C., Elixmann, R., Rudat, K., Hiller, S., Herkel, S. and Berger, M.: Gebäude. Technik. Digital. Berlin, 2016.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, Berlin 2015.

# BTGA-Lieferantenverzeichnis

Optimiert für PC, Tablet und Smartphone



[www.btga-lieferantenverzeichnis.de](http://www.btga-lieferantenverzeichnis.de)

Partner bei Entwicklung,  
Programmierung und Marketing:

**STROBEL VERLAG**

**I** INSIDE ENTERPRISES

# dena-Studie zeigt: So kann die Energiewende im Gebäudesektor gelingen

## Kernsysteme Wärmepumpen und Lüftungsgeräte

*Eine neue Studie der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea), der Deutschen Energie-Agentur (dena) und weiteren Branchenverbänden zeigt, wie die von der Bundesregierung vorgegebenen Klimaschutzziele 2050 im Gebäudesektor doch noch erreicht werden können. Dazu sind allerdings erhebliche Anstrengungen und auch viel Geld nötig, denn bei einem „Weiter wie bisher“ werden die politischen Vorgaben zu Energieeinsparungen und Minderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich verfehlt.*



Günther Mertz M.A.,  
Hauptgeschäftsführer  
des BTGA - Bundesin-  
dustrieverband  
Technische Gebäude-  
ausrüstung e.V.

An der Studie „Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor“<sup>1</sup> haben sich neben der geea und der dena unter anderem auch der Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA), der Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V. (BDH) und der Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP) beteiligt. Das wichtigste Ergebnis der Studie lautet: Wenn in Deutschland die bisher unbefriedigende Entwicklung in den Bereichen „effiziente Neubauten“ und „Gebäudesanierung (Hülle und Technik)“ bis 2050 fortgeschrieben wird, werden die klimapolitisch vorgegebenen Schutzziele klar verfehlt. Der Gebäudesektor käme dabei auf eine Verringerung der Treibhausgasemissionen um nur 67 Prozent. Demgegenüber erreichen die in der Studie angenommenen Alternativszenarien „Elektrifizierung“ und „Technologiemix“ die Klimaschutzziele. Dabei sinken die Emissionen gegenüber dem als Startpunkt definierten Jahr 1990 um mindestens 80 Prozent.

### Die Ausgangsbasis der Studie

Wie Abbildung 1 zeigt, betragen im Basisjahr 1990 die Emissionen im Gebäudesektor

etwa 380 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent (Mittelwert). Diese konnten bis 2015 um 40 Prozent auf 229 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> gesenkt werden. Gemäß den klimapolitischen Zielen sollen diese Emissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 aber um mindestens 80 Prozent auf etwa 75 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, besser um 95 Prozent auf rund 20 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> verringert werden. Die Studie geht davon aus, dass im Jahr 2050 der Strom weitgehend regenerativ beziehungsweise klimaneutral erzeugt wird.

In Deutschland gibt es rund 18,5 Millionen Wohngebäude mit einer Gesamtwohnfläche von 3,6 Milliarden Quadratmetern. Diese Gebäude verbrauchten 2015 eine Endenergie von 770 TWh. Von 1990 bis 2015 wurden in diesem Bereich die CO<sub>2</sub>-Äquivalenten-Emissionen von etwa 190 auf 129 Millionen Tonnen gesenkt (-32 Prozent).

Hinzu kommen etwa 3 Millionen Nichtwohngebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 1,9 Milliarden Quadratmetern. Diese Gebäude verbrauchten 2015 eine Endenergie von 350 TWh. Von 1990 bis 2015 wurden bei Nichtwohngebäuden die CO<sub>2</sub>-Äquivalenten-Emissionen von ebenfalls etwa 190 Millionen Tonnen auf 100 Millionen Tonnen verringert (-47 Prozent).

### Vorgaben für die drei Szenarien

Alle drei Szenarien „Referenz“, „Elektrifizierung“ und „Technologiemix“, die nachfolgend beschrieben werden, setzen im Neubau und im Gebäudebestand auf energetisch optimierte Gebäudehüllen, auf die aber in diesem Beitrag (bis auf die Darstellung der Gesamtkosten am Ende) nicht weiter eingegangen wird. Gleichzeitig gibt es in der Studie folgende wichtige Annahmen:

- Die Preise für Brennstoffe steigen von 2015 bis 2050 bei Öl um 73 Prozent und bei Gas um 65 Prozent.
- Die Preise für Wärmeerzeuger sinken 2050 gegenüber den Preisen von 2015 um 10 Prozent (Gas- und Öl-Brennwerttechnik), 15 Prozent (Luft-Wärmepumpen), 20 Prozent (Sole-Wärmepumpen und Pelletkessel), 40 Prozent (Gas-Wärmepumpen) und 75 Prozent (Brennstoffzellen).
- Die Energieeffizienz besonders von Wärmepumpen in Neu- und Bestandsgebäuden steigt bis 2050 um rund 10 bis 20 Prozent.
- Der Betrieb von mechanischen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung führt zu einer Verringerung des Endenergiebedarfs und damit zu verminderten Treibhausgasemissionen. Der Anteil an mechanischen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung betrug 2015 in Neubauten etwa 40 Prozent und im Bestand rund 15 Prozent (Abbildung 2). In der Studie wird angenommen, dass es von 2015 bis 2035 bei Neubauten eine lineare Entwicklung auf einen Anteil von 90 Prozent geben wird, der danach konstant bleibt. Gleichzeitig steigen von 2015 bis 2035 die mit Lüftungsanlagen ausgestatteten Bestandsgebäude von 15 auf 50 Prozent. Laut Studie führt die Verbesserung des Effizienzniveaus der Gebäudehülle bei beiden Betrachtungen (Neubau und Sanierung) zu einem höheren Anteil von Gebäuden mit Lüftungsanlagen. Konkrete Zahlen zu den Energieeinsparungen aufgrund der Wärmerückgewinnung enthält die Studie aber nicht.

An vielen Stellen wird in der Studie betont, dass für den Bereich Nichtwohngebäude aufgrund einer ungenügenden Datenbasis zur Berechnung Annahmen getroffen werden

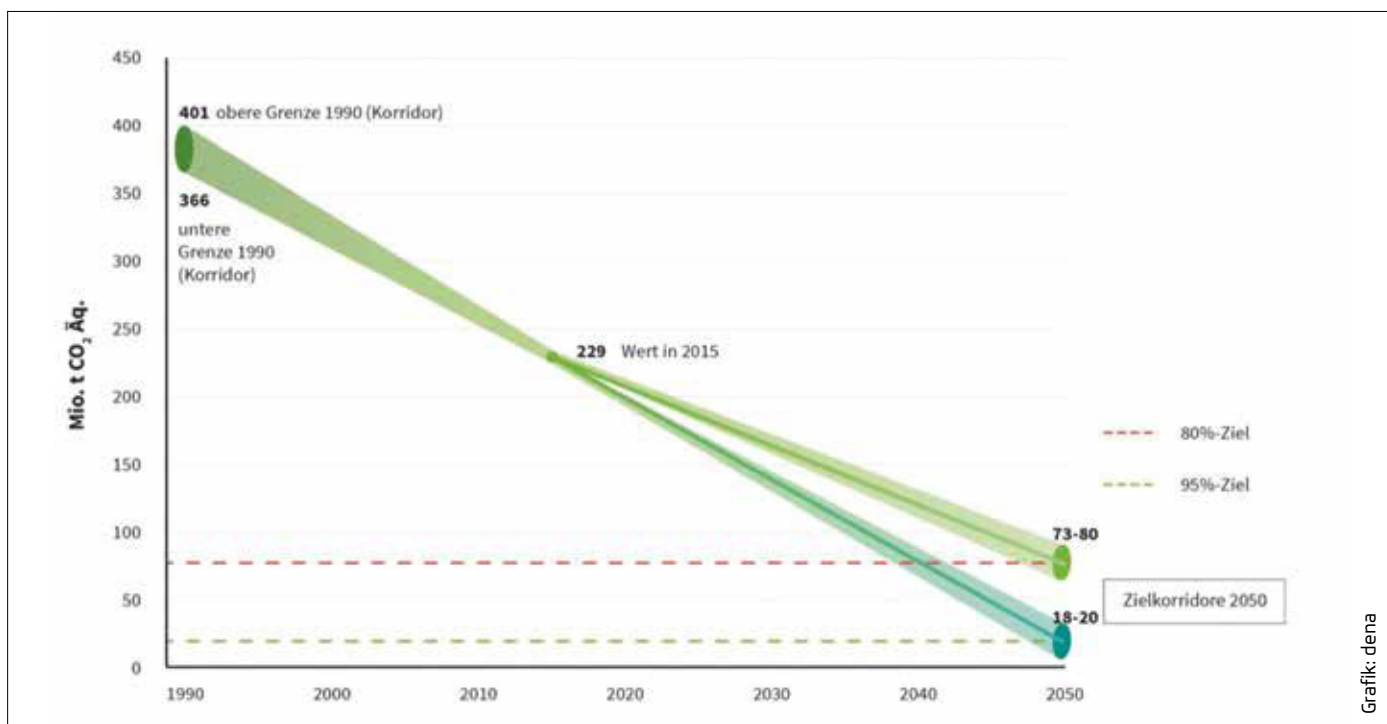


Abbildung 1: Die bundespolitischen Vorgaben zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Äquivalenten-Emissionen vom Ausgangsjahr 1990 über 2015 bis zum Jahr 2050 gemäß dem 80%-Minderungsszenario auf 73 bis 80 Mio. t CO<sub>2</sub> und dem 95%-Szenario auf 18 bis 20 Mio. t CO<sub>2</sub>

Grafik: dena

mussten und es hier eine hohe Unsicherheit der Ergebnisse gibt. Demgegenüber – und auch als Folge davon – sind in der Studie die Grundlagen zu den Berechnungen für Wohngebäude deutlich besser und ausführlicher dargestellt als für Nichtwohngebäude.

Auf eine Darstellung der in der Studie ausführlich beschriebenen, oft komplexen Grundlagen der vielen Annahmen, Rahmenbedingungen (zum Beispiel Ausbau des Stromnetzes in Deutschland, Power to X, Energiebedarf aus Vorketten etc.), Berechnungen und Rechenwege wird an dieser Stelle verzichtet, das würde den Rahmen des Beitrags sprengen. Diese Details sind in der Originalstudie auf [www.dena.de](http://www.dena.de) nachzulesen. Nachfolgend werden daher nur die drei Szenarien mit deren Grundlagen und die Ergebnisse der Vergleiche dargestellt und erläutert.

### Das Referenzszenario (RF)

Das Referenzszenario schreibt die heutige Entwicklung fort. Dadurch wird bis 2050 gegenüber 2015 zwar eine Minderung der Endenergie um 43 Prozent erreicht, aber das Klimaziel verfehlt. Effizientere Anlagensysteme erlangen zwar eine größere Marktbedeutung, jedoch wird der Austausch alter und ineffizienter Heizungen im Gebäudebestand im Vergleich zum heutigen Status nicht beschleunigt. Dadurch verbleiben alte, ineffiziente Öl-, Gas- und Stromheizungen länger in

Betrieb. Die Nutzung regenerativer Energien im Gebäudebestand steigt geringfügig, im Neubau setzen sich bis 2050 Wärmepumpen als wichtigste Wärmeerzeuger durch. Die Sanierungsrate und -tiefe verbleibt auf einem niedrigen Niveau (derzeit etwa 1 Prozent pro Jahr). Das Referenzszenario dient als Vergleichsgröße für folgende Alternativen.

### Das Szenario Elektrifizierung (EL)

Bei diesem Szenario erfolgt bis 2050 eine weitgehende Elektrifizierung der Gebäudebeheizung auf Wärmepumpen und der Ausbau der regenerativen Energien besonders im Strombereich. Die Klimaziele 80 Prozent und 95 Prozent werden erreicht (Szenarien EL80 und EL95). Der Endenergieverbrauch

Tabelle 1: Entwicklung der verschiedenen Beheizungsarten (Energieträger, Techniken) von 2015 (Referenz = Ist-Zustand) in Wohnneubauten bis 2050 (alle Angaben in %)

		Neubau		
		Referenz	EL80	TM80
<b>Gas</b>	2050	16	5	21
	2015	54		
<b>Öl</b>	2050	0	0	0
	2015	1		
<b>WP</b>	2050	63	85	53
	2015	34		
<b>Pellets</b>	2050	8	5	10
	2015	5		
<b>Nah-/Fernw.</b>	2050	12	5	10
	2015	6		
<b>KWK</b>	2050	1	0	5
	2015	0		

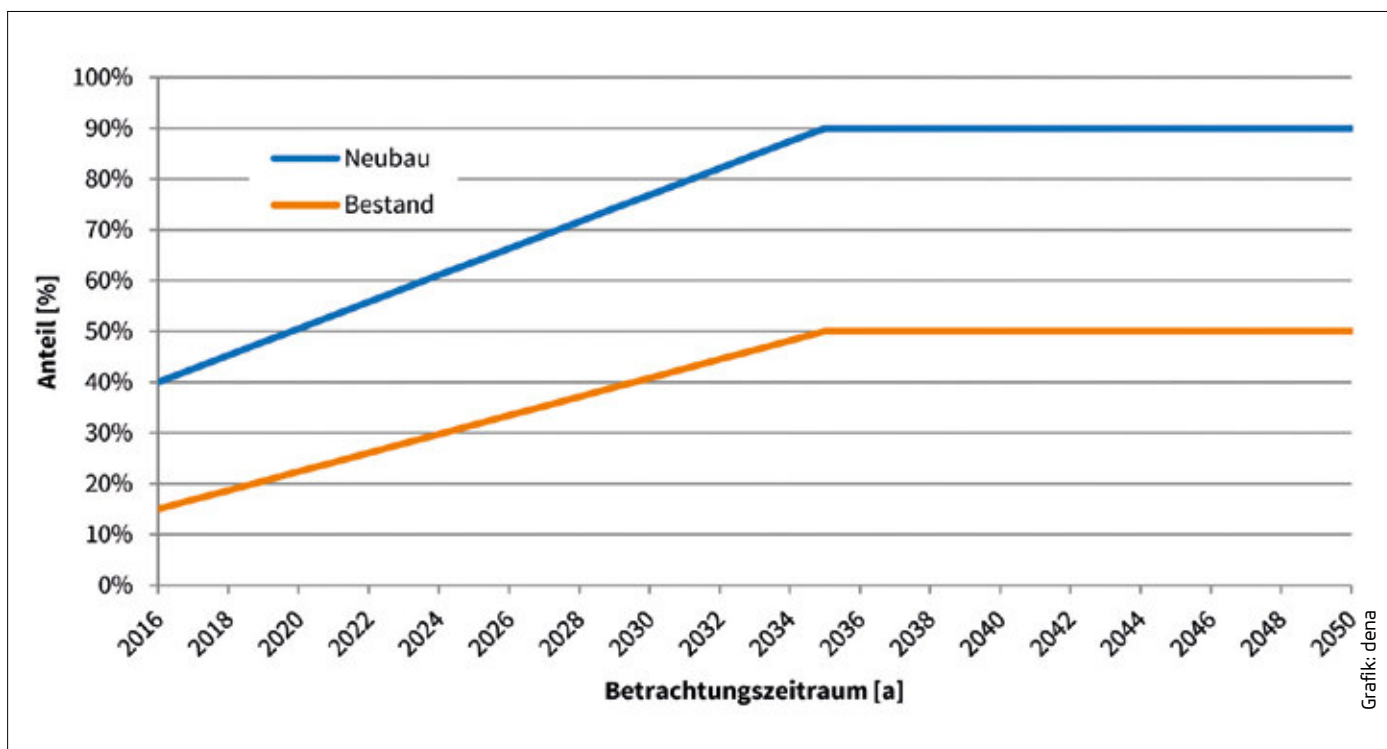


Abbildung 2: Zunahme der Gebäude mit mechanischen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im Neubau und im Gebäudebestand

sinkt 2050 gegenüber 2015 um 73 Prozent. Nach dem Elektrifizierungsszenario müssten bis 2050 aber jedes Jahr 2 Prozent des Gebäudebestands saniert werden (stark auch Gebäudehüllen), um den vorgesehenen, sehr breiten Einsatz von elektrischen Wärmepumpen auf einen Anteil von 85 Prozent im Neubau zu ermöglichen.

#### Das Szenario Energiemix (TM)

Bei diesem Szenario erfolgt die Minderung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen durch einen breit gefächerten Einsatz vieler Technologien. Diese werden bis 2050 durch regenerativen Strom sowie durch den Einsatz von synthetischen Brennstoffen auf Basis regenerativer Energien in

bestehenden Verbrennungstechnologien klimaneutral betrieben. Dadurch sinkt der Endenergieverbrauch von 2015 bis 2050 um 56 Prozent und die Klimaziele 80 Prozent und 95 Prozent werden erreicht (Szenarien TM80 und TM95). Dies gelingt neben Effizienzmaßnahmen an Gebäudehülle und Anlagentechnik vor allem durch den zuneh-

Tabelle 2: Die Beheizungsstrukturen für bestehende Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) gemäß den drei Szenarien im Jahr 2050. Die Angaben für 2015 zeigen die aktuellen Beheizungsstrukturen im Wohngebäudebestand.

		Bestand - EFH			Bestand - MFH		
		Referenz	EL80	TM80	Referenz	EL80	TM80
Gas	2050	65	9	36	56	6	33
	2015	55			53		
Öl	2050	17	2	19	7	1	12
	2015	36			19		
WP	2050	8	78	31	4	56	13
	2015	2			1		
Pellets	2050	4	5	5	5	7	7
	2015	3			5		
Nah-/Fernw.	2050	5	5	4	27	28	25
	2015	4			22		
KWK	2050	1	1	5	1	2	10
	2015	0			0		



menden Einsatz regenerativer Energien und auf Basis von synthetischen Brennstoffen, die durch regenerative Energien erzeugt werden. Im TM-Szenario würde eine Sanierungsquote von 1,4 Prozent pro Jahr reichen (derzeit etwa 1 Prozent pro Jahr).

### Ergebnisse des Szenarienvergleichs

Wichtige Ergebnisse des Vergleichs der drei Szenarien werden nachfolgend in zwei Blöcken dargestellt.

### Die Beheizungsstruktur von neuen Wohngebäuden

Die Ergebnisse zu Beheizungsstrukturen von neuen Wohngebäuden gemäß den drei Szenarien zeigt Tabelle 1. Zur Vereinfachung der in der Studie sehr ausführlichen Darstellung in neun Diagrammen mit Entwicklungen in Fünf-Jahres-Schritten und der Darstellung von 19 verschiedenen Heiztechniken wurden in der Tabelle folgende Techniken in jeweils einer Angabe zusammengefasst:

- Gas (Niedertemperatur, Brennwert, Hybrid, Gas-Wärmepumpen, Gas mit Solar),
- Öl (Niedertemperatur, Brennwert, Hybrid, Öl mit Solar),
- Wärmepumpen (Wärmequellen Luft, Sole, Wasser),
- Pellets (inklusive Solar).

Die Angaben betreffen gemäß den Szenarien die Beheizungsarten bezogen auf die fünf wichtigsten Techniken im Jahr 2015 und den Ausblick auf die Beheizungsstrukturen in neuen Wohngebäuden im Jahr 2050. Dazu betrachtet die Studie neben der Referenz nur die Szenarien EL80 und TM 80 (also Minderung um 80 Prozent).

Beim Referenz-Szenario sind 2015 und 2050 Öl und die Kraft-Wärme-Kopplung bedeutungslos. Eindeutige Gewinner sind Wärmepumpen, die in Neubauten um 29 Prozentpunkte zulegen und dadurch auf 63 Prozent ansteigen. Der Nah- und Fernwärme (+6 Prozentpunkte) und den Pelletheizungen (+3 Prozentpunkte) wird ein leichtes Wachstum prognostiziert. Demgegenüber verliert Gas massiv an Bedeutung und sinkt von 2015 (54 Prozent) um 38 Prozentpunkte auf 16 Prozent (2050).

Das Szenario „Elektrifizierung“ (EL80) sieht völlig anders aus. Dabei verlieren alle Energieträger und Technologien erheblich an Bedeutung zugunsten von Wärmepumpen, die 2050 in 85 Prozent aller neuen Wohnhäuser zum Einsatz kommen sollen. Das bedeutet im Vergleich zu 2015 eine Zunahme um rund 50 Prozentpunkte. Neben Wärmepumpen werden bei Neubauten lediglich Gas, Nah- und Fernwärme sowie Pelletheizungen



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

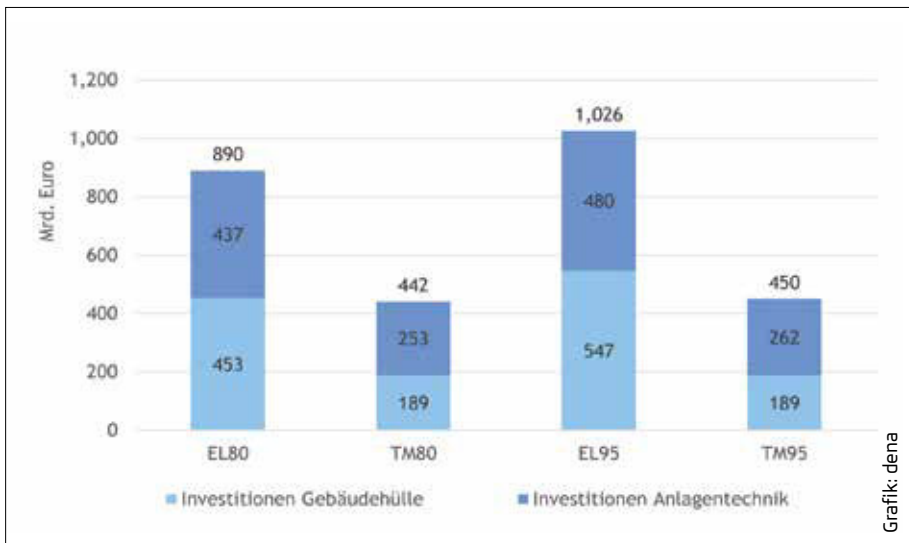


Abbildung 3: Differenz der kumulierten Investitionskosten (2015 bis 2050) in Gebäudehülle und Anlagentechnik gegenüber dem Szenario „Referenz“ in Mrd. €

mit je 5 Prozent Anteil eine Bedeutung haben.

Auch beim Szenario „Technologiemix“ (TM80) sind Wärmepumpen im Jahr 2050 mit 53 Prozent Anteil die klaren Gewinner und Öl der klare Verlierer (0 Prozent). Gegenüber dem Referenzszenario 2050 gewinnt Gas 5 Prozentpunkte auf 21 Prozent, verliert aber gegenüber 2015 33 Prozentpunkte – bleibt aber die zweitwichtigste Heiztechnik. Zuwächse gibt es bei Pelletheizungen (+2 Prozentpunkte) und KWK-Systemen (+5 Prozentpunkte), während die Nah- und Fernwärme leicht um 2 Prozentpunkte abnimmt.

### Die Beheizungsstruktur im Wohngebäudebestand

Aus den zuvor erläuterten Beheizungsstrukturen von neuen Wohngebäuden rechnet die Studie hoch, welche Veränderungen sich daraufhin bis 2050 im Wohngebäudebestand ergeben. Die Ergebnisse für die drei Szenarien sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Das Szenario „Referenz“ zeigt deutlich, dass sich von 2015 bis 2050 nur geringe Verschiebungen ergeben werden. Auch 2050 bleiben die fossilen Energieträger Gas (leicht zunehmend) und Öl (deutlich abnehmend) bei Ein- und Zweifamilienhäusern (EFH) mit insgesamt 82 Prozent (2015: 91 Prozent) und bei Mehrfamilienhäusern (MFH) mit 63 Prozent (2015: 72 Prozent) die dominanten Energieträger. Der Anteil von Wärmepumpen steigt spürbar (EFH + 6 Prozentpunkte, MFH + 3 Prozentpunkte), bei Pelletheizungen gibt es eine minimale Zunahme. Sowohl bei EFH als auch bei MFH wird davon ausgegangen, dass die Nah- und Fernwärme ihren Anteil

zur Gebäudebeheizung hält beziehungsweise leicht steigert.

Das Szenario „Elektrifizierung“ (EL80) sieht demgegenüber erneut völlig anders aus. Hier verlieren Gas und Öl massiv an Bedeutung und erreichen nur noch Anteile von insgesamt 11 Prozent (EFH) beziehungsweise 7 Prozent (MFH). Kompensiert werden diese Verluste wesentlich durch Wärmepumpen, die laut Studie 2050 im Bestand bei EFH einen Anteil von 78 Prozent und bei MFH einen Anteil von 56 Prozent haben sollen. Weitere wichtige Wärmeerzeuger sind Pelletheizungen und Nah- und Fernwärme, die besonders bei Mehrfamilienhäusern mit 28 Prozent die zweitwichtigste Technik ist.

Beim Szenario „Technologiemix“ (TM80) zeigt sich bis 2050 deutlich der Ansatz eines ausgewogenen Nebeneinanders von mehreren Techniken. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern sind das insbesondere Gas (36 Prozent, sinkend), Wärmepumpen (31 Prozent, stark steigend) und Öl (19 Prozent, sinkend). Hinzu kommen Pellets, Fernwärme und KWK-Systeme mit Anteilen von je etwa 5 Prozent. Bei Mehrfamilienhäusern sind bis 2050 die Anteile von Gas und Öl ebenfalls sinkend, Wärmepumpen legen deutlich auf 13 Prozent zu. Weiterhin mit einem Anteil von 25 Prozent behält die Nah- und Fernwärme eine hohe Bedeutung im Heizungssektor.

### Die Kosten der Szenarien

Das Umsetzen der Szenarien Elektrifizierung und Energiemix, um dadurch die Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, ist im Vergleich zum Referenzszenario mit erhöhten Kosten verbunden. Diese sind in Abbildung 3 dargestellt.

In Abbildung 3 sind die bis 2050 kumulierten Mehrkosten (Gebäudehülle und Anlagentechnik) zur Umsetzung der Szenarien EL und TM im Vergleich zum Szenario „Referenz“ dargestellt.

Bei den beiden Elektrifizierungsszenarien EL betragen die Mehrkosten gegenüber dem Referenzszenario von 2015 bis 2050 etwa 20 Prozent beziehungsweise 890 Milliarden Euro (EL80) und 1.026 Milliarden Euro (EL95). Besonders hoch sind hier die benötigten Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen der Gebäudehüllen. Diese sind notwendig, um aufgrund einer optimierten Wärmedämmung den bei diesem Szenario hohen Anteil an Wärmepumpen energieeffizient betreiben zu können (also mit möglichst geringen Heizvorlauftemperaturen).

Bei den beiden Technologiemixszenarien TM betragen die Mehrkosten im Vergleich zum Referenzszenario etwa 12 Prozent. Allerdings liegen sie nur bei etwa der Hälfte der Kosten der beiden EL-Szenarien.

Da sich auch beim Szenario TM80 die bis 2050 angestrebten Minderungen beim Endenergieverbrauch und bei den Treibhausgasemissionen ergeben, dieses Szenario von einer realistischeren Modernisierungsquote von 1,4 Prozent pro Jahr ausgeht (EL = 2 Prozent) und zudem deutlich günstiger ist, sprechen sich die Ersteller der Studie eindeutig für die Umsetzung dieses Szenarios aus und ziehen folgendes Resümee:

„Der Gebäudebereich birgt große Potenziale zur Reduzierung seiner Treibhausgasemissionen, gleichzeitig müssen die Heterogenität und die langfristigen Investitionsentscheidungen im Gebäudesektor beachtet werden. Wichtig sind dabei breite offene Technologiepfade in der Umsetzung bei gleichzeitiger Beachtung der Themen Zielerreichung, Bezahlbarkeit, Versorgungssicherheit und Akzeptanz seitens der Bevölkerung. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es der Verbesserung bestehender und der Entwicklung neuer Instrumente – nur so kann die Energiewende im Gebäudesektor, und damit auch insgesamt, gelingen.“<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschuttpolitik 2050 im Gebäudesektor. Eine Studie der dena, der geea und weiterer Verbände aus dem Bereich Gebäudeenergieeffizienz, Berlin 2017.

<sup>2</sup> Gebäude-Energiewende braucht offene Technologiepfade, Bezahlbarkeit und Akzeptanz. Ein Thesenpapier der Deutschen Energie-Agentur (dena), der Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz (geea) und weiterer Verbände aus dem Bereich Gebäudeenergieeffizienz, Berlin, Oktober 2017.



# Anordnungsrecht und Vergütungsanpassung im neuen gesetzlichen Bauvertragsrecht



Rechtsanwalt  
Tobias Dittmar,  
Geschäftsführer  
des BTGA e.V.



Rechtsanwalt  
Dirk Drangmeister,  
Geschäftsführer des  
ITGA Niedersachsen,  
Sachsen-Anhalt und  
Bremen e.V.



Rechtsanwalt  
Sven Dreesens,  
Geschäftsführer des  
ITGA Baden-  
Württemberg e.V.

## I. Einleitung

Zum 1. Januar 2018 trat das Gesetz zur Reform des Bauvertragsrechts, zur Änderung der kaufrechtlichen Mängelhaftung, zur Stärkung des zivilprozessualen Rechtsschutzes und zum maschinellen Siegel im Grundbuch- und Schiffsregisterverfahren (BGBl. I 2017, 969 ff.) in Kraft.

Mit dem Gesetz trägt der Gesetzgeber erstmals dem Umstand Rechnung, dass das Werkvertragsrecht des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) bis dato keine detaillierten Regelungen für die komplexen, auf eine längere Erfüllungszeit angelegten Bauverträge vorsah. Wesentliche Fragen des Bauvertragsrechts waren gesetzlich nicht geregelt und der Vereinbarung der Parteien und der Rechtsprechung überlassen.

Als wesentliches Ziel des Gesetzes hatte die Bundesregierung einen besseren Verbraucherschutz für Bauherren und das Schaffen eines neuen gesetzlichen Leitbildes für Bauverträge angegeben. Mit den neuen gesetzlichen Regelungen sollen die Bauteilnehmer zu einem kooperativen Verhalten während der Bauausführung veranlasst werden.

Kernregelungen des neuen gesetzlichen Bauvertragsrechts sind die §§ 650b, 650c und 650d BGB. Diese sehen Regelungen zur Änderung des Vertrages, Anordnungsrechte des Bestellers und Regelungen zur Vergütungsanpassung in Folge der Leistungsänderung vor. Zudem sieht der Gesetzgeber erstmals im BGB das Instrument der einstweiligen Verfügung vor, um Eilentscheidungen bei Streit der Parteien herbeizuführen.

Nachfolgend wird unter besonderer Bezugnahme auf den TGA-Anlagenbau ein Überblick über die genannten neuen Regelungen gegeben.

## II. § 650b BGB - Anordnungsrecht des Bestellers

Von großer Bedeutung für die Praxis ist der neue § 650b BGB. Dieser normiert nunmehr Vorgaben für ein Anordnungsrecht des Bestellers bei Bauverträgen, insbesondere wenn während der Ausführung des Baus Veränderungen eintreten. Ein solches einseitiges Leistungsänderungsrecht des Bestellers wird erstmalig im BGB geregelt. Bisher gibt es Anordnungsrechte des Bestellers lediglich in § 1 VOB/B.

### 1. Änderung des Werkerfolgs

Nach der neuen Regelung kann es in zwei Konstellationen zu einem Anordnungsrecht des Bestellers kommen:

- § 650b Abs. 1 Nr. 1 – Änderung des vereinbarten Werkerfolgs und
- § 650b Abs. 1 Nr. 2 – Änderung, die zur Erreichung des vereinbarten Werkerfolgs notwendig ist.

Diese Anordnungsrechte entsprechen nicht den Bestimmungen der VOB/B in § 1 Abs. 3, 4, aus denen dann die Nachtragsansprüche gemäß § 2 Abs. 5, 6 VOB/B resultieren.

Die Änderung des vereinbarten Werkerfolgs gemäß § 650b Abs. 1 Nr. 1 BGB erfasst

nach dem Gesetzeswortlaut jede nur denkbare Änderung dessen, was im Vertrag als geschuldeter Werkerfolg definiert ist. Dem Wortlaut nach könnte der Besteller beispielsweise anstelle des vereinbarten Bungalows ein mehrgeschossiges Mehrfamilienhaus begehren. Erfasst werden auch solche Leistungen, die bisher noch nicht Gegenstand des vertraglichen Leistungsumfanges waren und die auch nicht zum Erreichen des bisher vereinbarten Werkerfolgs notwendig sind.

Bei Änderungen, die zum Herbeiführen des Werkerfolgs nicht notwendig sind (§ 650b Abs. 1 Nr. 2 BGB), werden die Hürden für eine derartige vom Besteller gewünschte Leistungsänderung höhergesteckt und dem Besteller ein Anordnungsrecht nur eingeräumt, wenn die Änderung für den Unternehmer zumutbar ist.

Bei einer zusätzlich erforderlichen Leistung bzw. notwendig geänderten Leistung verfügt der Besteller hingegen über ein freies Anordnungsrecht. Auf die Zumutbarkeit für den Unternehmer kommt es nicht an.

Die zusätzliche bzw. geänderte Leistung muss zum einwandfreien Erreichen des vertraglichen Leistungsziels erforderlich sein.

Die Erforderlichkeit bzw. Notwendigkeit ist bautechnisch zu bestimmen. Fehlen beispielsweise bei statischen Heizkörpern die Thermostatventile, so handelt es sich um eine technisch zusätzlich erforderliche Leistung. Ohne diese Leistung ist eine Inbetriebnahme der Heizung nicht möglich. Die zusätzliche Leistung ermöglicht erst die vollständige Fertigstellung der bisher ausgeschriebenen Leistung und bildet hierfür eine Abhängigkeitsvoraussetzung.

Ein weiteres typisches Beispiel ist die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen, die zum dauerhaften Bestand einer Leistung notwendig sind – beispielsweise eine Isolierung (vgl. Ingenstau/Korbion, 20. Auflage 2017, § 1 Abs. 4 VOB/B Rn. 3).

Demgegenüber besteht bei einer Änderung des Werkerfolgs gemäß § 650b Abs. 1 Nr. 1 BGB kein freies Anordnungsrecht des Bestellers. Vielmehr muss die Ausführung dem Auftragnehmer zumutbar sein (Abwägen der Interessenlagen).

Die Beweislast für die Zumutbarkeit liegt beim Besteller. Eine Ausnahme gilt dann,

wenn sich der Unternehmer hinsichtlich der Unzumutbarkeit der Änderung auf betriebsinterne Vorgänge beruft, in die der Besteller keinen Einblick hat. In diesem Fall trägt der Unternehmer die Beweislast für die Unzumutbarkeit der Anordnung (§ 650b Abs. 1 S. 3 BGB).

Als mögliche Kriterien einer Unzumutbarkeit kommen die technischen Möglichkeiten, die Ausstattung und die Qualifikation des Unternehmers in Betracht. Ferner müssen die Auslastung des Unternehmers und mögliche Kollisionen mit anderen Aufträgen berücksichtigt werden. Ist der Unternehmer als Generalunternehmer tätig, wird es auch auf die Verfügbarkeit der ohnehin von ihm zum Einsatz vorgesehenen bzw. bereits tätigen Nachunternehmer ankommen.

## 2. Form der Anordnung

§ 650b Abs. 2 Satz 1 BGB schreibt aus Beweis Zwecken für die Anordnung die Textform vor. Der Textform entspricht nach § 126b BGB jede lesbare, dauerhafte Erklärung, in der die Person des Erklärenden genannt und erkennbar ist, dass die Erklärung abgegeben wurde. Es bedarf keiner eigenhändigen Unterschrift. Ausreichend sind somit beispielsweise Telefax-Nachrichten ohne Unterschrift oder E-Mails.

## 3. Einigungsmodell

In Abs. 1 und Abs. 2 des neuen § 650b BGB ist sodann ein Einigungsmodell vorgesehen.

### a. Obligatorische Verhandlungsphase

Anders als in der VOB/B wird dem Besteller nicht sogleich ein einseitiges Anordnungsrecht gewährt, sondern für notwendige und nicht notwendige Änderungen gleichermaßen eine obligatorische Verhandlungsphase vorgeschaltet. Diese begründet für die Vertragsparteien eine beiderseitige Verhandlungspflicht.

Begehrt der Besteller eine Änderung des vereinbarten Werkerfolgs oder eine Änderung, die zum Erreichen des vereinbarten Werkerfolgs notwendig ist, streben die Vertragsparteien Einvernehmen über die Änderung und die infolge der Änderung zu leistende Mehr- oder Mindervergütung an (§ 650b Abs. 1 S.1 BGB).

### b. Erstellen eines Nachtragsangebots

Der Unternehmer ist im Falle einer notwendigen Änderung (§ 650b Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BGB) verpflichtet, ein Angebot über die Mehr- oder Mindervergütung (Nachtragsangebot) zu erstellen.

Im Falle einer nicht notwendigen Änderung gemäß § 650 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BGB gilt dies jedoch nur, wenn dem Unternehmer die Ausführung der Änderung zumutbar ist.

Das Nachtragsangebot ist vom Auftragnehmer zu erstellen, sobald der Besteller sein Änderungsbegehren dem Auftragnehmer mitgeteilt hat. Für die Baupraxis ist folgende Regelung besonders bedeutsam: Stammt die ursprüngliche Planung vom Un-

ternehmer, erfolgt auch die Planung der geänderten Leistung durch den Unternehmer. Stammt die Ausführungsplanung hingegen vom Besteller bzw. dem Planer/Architekten des Bestellers, ist der Unternehmer nur dann verpflichtet, ein Nachtragsangebot zu erstellen, wenn der Besteller die für die Änderung erforderliche Planung (Umplanung) vorgenommen und dem Auftragnehmer zur Verfügung gestellt hat (§ 650b Abs. 1 S. 4 BGB).

Dementsprechend muss in diesem Fall dem Unternehmer zum Erstellen seines Angebots von dem Besteller zunächst die geänderte Ausführungsplanung zur Verfügung gestellt werden.

Schuldet der Unternehmer auch die Planung des Bauwerks oder der Außenanlage und stammt die Planung vom Unternehmer, steht diesem im Falle einer Änderung, die zum Erreichen des vereinbarten Werkerfolgs (technisch) notwendig ist, kein Anspruch auf Vergütung für vermehrten Aufwand zu. In diesem Fall betrifft die Verhandlungsphase nur die Änderungsanordnung, nicht jedoch die infolge der Änderung zu leistende Mehr- oder Mindervergütung (§ 650b Abs. 1 S. 5 BGB).

Diese neue Regelung hinsichtlich der Planungsverantwortung verkennt, jedenfalls für den Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung, dass im Regelfall der Besteller die Ausführungsplanung beibringt und der Unternehmer die Montageplanung erstellt. Darüber hinaus geht die Regelung über das berechnete Ziel hinaus. Gerechtfertigt wäre die Regelung allenfalls bei einem Globalpauschalvertrag aufgrund einer funktionalen Leistungsvorgabe. Der Gesetzgeber geht davon aus, dass der Unternehmer, der die Planung und Ausführung schuldet, zu einer mangelfreien Gesamtleistung von Planung und Ausführung verpflichtet ist. In dem Fall, dass der Besteller einen Mangel der Planung aufdeckt und den Unternehmer auffordert, seine Planung und Ausführung zu ändern, um ein mangelfreies Werk zu erreichen, könne dem Unternehmer daraus kein Mehrvergütungsanspruch erwachsen.

Problematisch ist jedoch beispielsweise der Fall, dass sich während der Bauphase die technischen Regelwerke für den Unternehmer unvorhersehbar ändern. Folgen aus dieser Änderung der technischen Regelwerke notwendigerweise Zusatzleistungen, könnte der Unternehmer hierfür nach der neuen gesetzlichen Regelung keine Mehrvergütung beanspruchen. Es bleibt zu hoffen, dass die Rechtsprechung dieses ungerechtfertigte Ergebnis korrigieren wird.



Foto: Rainald Sturm / pixello.de

Wesentliche Fragen des Bauvertragsrechts waren gesetzlich nicht geregelt und der Vereinbarung der Parteien und der Rechtsprechung überlassen.



### c. Dauer der Verhandlungsphase

Die Verhandlungsphase zwischen den Vertragsparteien ist auf insgesamt 30 Tage begrenzt und beginnt mit dem Zugang des Änderungsbegehrens des Bestellers beim Unternehmer.

Erzielen die Parteien innerhalb der 30 Tage keine Einigung, kann der Besteller die Änderung anordnen (§ 650b Abs. 2 S. 1 BGB). Der Unternehmer ist dann verpflichtet, einer Änderung nachzukommen, die zum Erreichen des vereinbarten Werkerfolgs notwendig ist (§ 650b Abs. 2 S. 1 BGB). Einer Änderung des Werkerfolgs muss der Unternehmer nur nachkommen, wenn ihm die Ausführung zumutbar ist.

Auch bei notwendigen Änderungen zum Erreichen des vereinbarten Werkerfolgs ist für den Besteller dementsprechend eine Verzögerung der Ausführung von maximal 30 Tagen in Kauf zu nehmen.

In vielen Fällen wird das dazu führen, dass der Besteller – will er einen Baustopp vermeiden – nicht abwarten kann, bis das Anordnungsrecht entsteht. Er ist dann faktisch gezwungen, das Angebot des Unternehmers anzunehmen. In den Fällen, in denen der Unternehmer seinerseits Nachunternehmer beauftragt, zeigen sich die mit dem gesetzlichen Modell verbundenen Abwicklungsprobleme noch deutlicher. Die Verhandlungen mit den Nachunternehmern werden im Regelfall zeitlich versetzt geführt werden, so dass auch die jeweiligen Anordnungsrechte ebenfalls zeitlich versetzt entstehen.

Der Besteller kann jedoch nach § 650d BGB eine einstweilige Verfügung über das Anordnungsrecht bei Gericht erwirken (siehe hierzu noch nachfolgend Punkt IV.).

### III. § 650c BGB – Vergütungsanpassung bei Anordnungen nach § 650b Abs. 2 BGB

Für die Praxis von besonderer Bedeutung ist zudem der neue § 650c BGB. Dieser regelt eine Vergütungsanpassung bei Anordnungen nach § 650b Abs. 2 S. 1 BGB.

Nach § 650c Abs. 1 S. 1 BGB bestimmt sich die Vergütung für die geschuldete Leistung „nach den tatsächlich erforderlichen Kosten mit angemessenen Zuschlägen für allgemeine Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn“.

Das neue Bauvertragsrecht hat bewusst von einer Übernahme des Prinzips der vorkalkulatorischen Preisfortschreibung abgesehen, weil eine solche Regelung Streit der Parteien provoziere und zu Spekulationen anreize.

Einerseits soll der Unternehmer ausdrücklich nicht an gegebenenfalls unauskömmliche Preise für Nachträge gebunden werden.



Die neuen gesetzlichen Regelungen sollen die Baubeteiligten zu einem kooperativen Verhalten während der Bauausführung veranlassen.

Andererseits soll für den Unternehmer die Möglichkeit eingeschränkt werden, durch Spekulationen ungerechtfertigte Preisvorteile zu erzielen. Eine Spekulation der Vertragspartner mit möglichen Nachträgen soll verhindert werden.

Insofern stellt der Gesetzgeber die Eignung der VOB/B-Preisfortschreibungsregelungen infrage und beanstandet, dass sie zu unangemessenen Ergebnissen führen können.

Die gesetzliche Regelung hingegen soll Anreize sowohl für eine korrekte Ausschreibung durch den Besteller als auch eine korrekte und nachvollziehbare Kalkulation durch den Unternehmer setzen.

#### 1. Grundlage: tatsächlich erforderliche Kosten

Grundlage für die Vergütungsanpassung bei Anordnungen nach § 650b Abs. 2 S. 1 BGB sind die tatsächlich erforderlichen Kosten, nicht die übliche Vergütung.

Die zentrale Frage ist, woran sich diese tatsächlich erforderlichen Kosten bemessen. Sind die kalkulierten oder die tatsächlichen Kosten der ursprünglichen (unveränderten) Leistung maßgebend?

Ausgangspunkt hierfür ist die Differenz zwischen den hypothetischen Kosten, die dem Unternehmer ohne die Anordnung entstanden wären, und den Ist-Kosten, die dem

Unternehmer infolge der Anordnung tatsächlich entstanden sind.

Das Feststellen der „hypothetischen Kosten“ im Falle von Leistungsänderungen wird für die Unternehmer nicht unerhebliche Schwierigkeiten schaffen. Insbesondere bei den Lohnkosten zeigt sich erst im Rahmen der Bauausführung, ob der kalkulierte Zeitaufwand realistisch ist. Unterbleibt die ursprüngliche Ausführung, bleibt der Ansatz ein kalkulatorischer.

Für die Vergütungsanpassung können allerdings stets nur Kosten „in erforderlicher Höhe“ angesetzt werden.

Durch das Abstellen auf die tatsächlich erforderlichen Kosten kann der Unternehmer Preissteigerungen berücksichtigen, die in dem Zeitraum seit der Beauftragung bis zum Beginn der Ausführung der geänderten Leistung eingetreten sind.

Das gilt auch, wenn es infolge von geänderten oder zusätzlichen Leistungen zu einer Verschiebung der Bauzeit kommt.

Hinsichtlich der Erforderlichkeit der Kosten dürfte es darauf ankommen, welcher Aufwand für die auszuführende Leistung „ortsüblich und angemessen“ ist. Somit ist nach dem neuen Bauvertragsrecht die geforderte Vergütung inhaltlich daraufhin zu überprüfen, ob eine angemessene und ortsübliche Vergütungsforderung vorliegt.



In der Praxis bedeutet dies, dass der Auftragnehmer nach dem neuen Bauvertragsrecht bei unterkalkulierten Bauleistungen den Vorteil hat, dass er den für die Hauptvertragsleistung einkalkulierten wirtschaftlichen Nachteil – beispielsweise bei einem Kalkulationsfehler – nicht auch für Nachtragsleistungen übernehmen muss, wie es bei der Preisfortschreibung gemäß der obergerichtlichen Rechtsprechung zur VOB/B (schlechter Preis bleibt schlechter Preis) gilt. Bei überkalkulierten Bauleistungen entfällt jedoch für den Auftragnehmer der Vorteil der Preisfortschreibung (guter Preis bleibt guter Preis), sodass der Auftraggeber bei überkalkulierten Bauleistungen keinen wirtschaftlichen Nachteil erleidet. Tatsächliche Kosten, die im Einzelfall unangemessen und nicht ortsüblich sein können, werden jedoch auch nach dem neuen Bauvertragsrecht dem Auftragnehmer nicht vergütet, sondern nur die angemessenen und ortsüblichen Kosten.

Als erforderliche Kosten sind die Lohn-, Geräte-, Stoff- und Nachunternehmerkosten zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Lohnkosten wird es darauf ankommen, welche gewerblichen Mitarbeiter für die zu vergütenden Leistungen welchen Stundenaufwand tatsächlich geleistet haben und welche tatsächlichen Kosten je Stunde dem Auftragnehmer angefallen sind.

Im Hinblick auf die Gerätekosten ist darauf abzustellen, welche Geräte für die zu vergütende Leistung wie lange eingesetzt und welche tatsächlichen Kosten dadurch angefallen sind. Dies gilt auch für die Stoffkosten: Es ist zu klären, welche Stoffkosten für die tatsächlich eingesetzten Baustoffe angefallen sind. Hinsichtlich der Nachunternehmerleistungen ist zu klären, welche Kosten hierfür tatsächlich angefallen sind.

Nicht in § 650c Abs. 1 BGB geregelt sind Zuschläge für Baustellengemeinkosten. Gegebenenfalls sind die Baustellengemeinkosten, die auch anteilige Gemeinkosten sind, im konkreten Einzelfall bezogen auf die geänderten Leistungen hinsichtlich der tatsächlich erforderlichen Kosten zu bewerten. Dementsprechend müsste der Aufwand von Bauleitung, Abrechnung und beispielsweise längerer Vorhaltung der Baustelleneinrichtung, verursacht durch die geänderte Leistung, vom Auftragnehmer konkret dargestellt werden.

Bei der Feststellung der Erforderlichkeit der Kosten unter Berücksichtigung der Ortsüblichkeit und Angemessenheit könnte auf Baupreisdatabanken und die Baugeräteleiste zurückgegriffen werden. Vor Gericht wird oftmals ein Sachverständiger mit der

Klärung der Angemessenheit und Ortsüblichkeit der Vergütung beauftragt.

Probleme dürfte neben der Feststellung der erforderlichen Kosten auch die Ermittlung von angemessenen Zuschlägen für allgemeine Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn bereiten.

Unklar ist, wonach sich die Angemessenheit dieser Zuschläge richtet. Der Gesetzgeber überlässt diese Bewertung offenbar den Gerichten. Sofern – was aktuell als vollkommen offen bezeichnet werden muss – Sachverständige ermitteln, welche Zuschläge angemessen sind, wird es angesichts der erheblichen Bandbreite der Zuschlagssätze in der Praxis zwangsläufig oftmals Zufallsergebnisse geben.

## 2. Wahlrecht des Unternehmers

Um die Abrechnung praktikabel zu gestalten, wird dem Unternehmer nach § 650c Abs. 2 S. 1 BGB die Möglichkeit eingeräumt, zur Berechnung der Vergütung für den Nachtrag auf die Kostenansätze in einer vereinbarungsgemäß hinterlegten Urkalkulation zurückzugreifen.

Gemäß § 650c Abs. 2 S. 2 BGB wird vermutet, dass die auf Basis der Urkalkulation fortgeschriebene Vergütung den tatsächlich erforderlichen Kosten entspricht und die Zuschläge angemessen sind. Hierbei handelt es sich um eine widerlegbare Vermutung.

Die Urkalkulation wird somit zur Ermittlung der tatsächlichen Kosten herangezogen, obwohl es sich tatsächlich um zwei verschiedene Berechnungsarten handelt.

Erforderlich ist zunächst, dass eine vertragliche Regelung vorhanden ist, nach der die Urkalkulation zu hinterlegen ist. Ein Besteller könnte daher die Anwendbarkeit des § 650c Abs. 2 BGB ganz einfach verhindern, indem er eine derartige Regelung nicht in den Vertrag aufnimmt. Zudem muss die Urkalkulation auch tatsächlich hinterlegt sein, eine nachträgliche Vorlage/Erstellung scheidet damit aus.

Die Vermutungswirkung kann darüber hinaus nur greifen, wenn die vom Unternehmer offenbarte oder zumindest hinterlegte Urkalkulation ausreichend aufgeschlüsselt ist. Genügt die Urkalkulation diesen Anforderungen nicht, verliert der Unternehmer nach dem Willen des Gesetzgebers sein entsprechendes Wahlrecht und muss auf Basis der tatsächlich erforderlichen Kosten mit angemessenen Zuschlägen abrechnen.

Für den Unternehmer ergibt sich nach § 650c Abs. 2 BGB also ein Wahlrecht, ob er seine Nachträge auf Basis seiner ursprünglichen Kalkulation oder nach den tatsächlich erforderlichen Kosten abrechnen will.

Um Spekulationen bei der Preisgestaltung zu verhindern, kann der Unternehmer das Wahlrecht für jeden Nachtrag nur insgesamt ausüben. Innerhalb eines Nachtrags ist somit keine Kombination zwischen den tatsächlich erforderlichen Kosten nebst angemessenen Zuschlägen und ein Rückgriff auf die Urkalkulation möglich.

Eine Regelung für Preisanpassungen bei Mengenänderungen, wie sie in § 2 Abs. 3 VOB/B beim Einheitspreisvertrag enthalten ist, wurde in das BGB nicht aufgenommen.

## 3. 80-Prozent-Regelung für Abschlagszahlungen, § 650c Abs. 3 BGB

Nach § 650c Abs. 3 BGB wird es eine 80-Prozent-Regelung für Abschlagszahlungen geben.

Es handelt sich hierbei um eine Fälligkeitsregelung für Ansprüche auf Abschlagszahlungen, die in der vorliegenden Form nur als „verunglückt“ bezeichnet werden kann.

Haben sich die Parteien nicht über die Höhe der Nachtragsforderung geeinigt und ergeht keine anderslautende gerichtliche Entscheidung, kann der Unternehmer über eine vorläufige Pauschalierung bei der Berechnung von Abschlagszahlungen 80 Prozent einer in seinem Nachtragsangebot genannten Mehrvergütung ansetzen. Auf diese Weise soll der Unternehmer während der Ausführung des Baus einen leicht zu begründenden vorläufigen Mehrvergütungsanspruch erhalten. Dieser Mehrvergütungsanspruch ist mit Zugang der Abschlagsrechnung fällig.

Hält der Besteller diesen Anspruch für überhöht, muss er gerichtlichen Rechtsschutz in Anspruch nehmen und den Erlass einer einstweiligen Verfügung bei Gericht beantragen.

Der Besteller muss also eine den Betrag reduzierende Entscheidung des Landgerichts erwirken, anderenfalls muss er in Bindung an den Ansatz des Unternehmers die 80 Prozent bezahlen – es sei denn, er kann u. a. die fehlende vertragsgemäße Leistungserbringung einwenden. Zahlt der Besteller nicht, obwohl er keine relevanten Einwendungen hat, kann allein aus diesem formalen Grund eine Leistungsverweigerung/Kündigung aus wichtigem Grund durch den Unternehmer gerechtfertigt sein.

„Wählt der Unternehmer diesen Weg und ergeht keine anderslautende gerichtliche Entscheidung, wird die nach den Absätzen 1 und 2 geschuldete Vergütung erst nach der Abnahme des Werks fällig.“ Dieser Gesetzeswortlaut von § 650c Abs. 3 S. 2 BGB dürfte dahin auszulegen sein, dass diese Regelung die über 80 Prozent hinausge-



henden 20 Prozent der Nachtragsvergütung betrifft.

Diese Fälligkeitsregelung in § 650c Abs. 3 S. 2 BGB soll also nur den Teil der Mehrvergütung betreffen, der 80 Prozent des Angebots übersteigt. Folge ist, dass der Unternehmer den 80 Prozent seines Angebots übersteigenden Teil seiner Mehrvergütung erst nach Abnahme und damit erst mit der Schlussrechnung fällig stellen kann.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Regelung einen faktischen Anreiz zum Erstellen überhöhter Nachtragsangebote und entsprechender Abschlagsrechnungen beinhaltet. Problematisch ist, dass es keinen Erfahrungssatz gibt, dass dem Unternehmer 80 Prozent der von ihm veranschlagten Nachtragsvergütung zustehen.

Ferner erscheint äußerst zweifelhaft, ob die Gerichte tatsächlich zeitnah zum Erlass einer einstweiligen Verfügung in der Lage sein werden.

Fraglich ist, ob der Unternehmer im Falle einer Verweigerung der Abschlagszahlung berechtigt ist, seine Leistung zu verweigern. Dies dürfte der Fall sein.

Ist die abgerechnete Mehrvergütung nicht berechtigt, sind überzahlte Beträge bei der Schlussabrechnung durch den Unternehmer zurückzuzahlen und ab ihrem Eingang beim Unternehmer zu verzinsen – und zwar mit 9 Prozentpunkten über dem jeweiligen Basiszinssatz (§ 650c Abs. 3 S. 3 BGB).

Dem Besteller wird jedoch das Risiko aufgebürdet, dass der Unternehmer vermögenslos wird, was dazu führen kann, dass der Rückgewähranspruch ins Leere läuft.

#### 4. Abänderbarkeit in AGB

##### a. AGB des Bestellers

Für den Besteller kann die 30-Tage-Frist ab Zugang eines Änderungsbegehrens (§ 650b Abs. 2 S. 1 BGB), mit deren Ablauf das Anordnungsrecht erst entsteht, sehr nachteilig sein. Ein vollständiger Ausschluss dieser Frist in AGB dürfte jedoch nicht zulässig sein. Eine Frist von 15 Tagen dürfte wohl die untere Grenze darstellen, welche in AGB zugrunde gelegt werden könnte. Gesichert ist dies aber keinesfalls.

Das gesetzliche Kriterium der Zumutbarkeit einer Änderung wird in AGB des Bestellers nicht abdingbar sein.

Auch ein Einschränken des Vergütungsanspruchs des Unternehmers durch AGB des Bestellers im Hinblick auf die 80-Prozent-Regelung für Abschlagszahlungen dürfte unzulässig sein.

Schließlich dürfte ein Ausweiten des Anwendungsbereichs des Anordnungsrechts in AGB des Bestellers ausscheiden, beispielsweise auf Baumstände und die Bauzeit.

##### b. AGB des Unternehmers

Ein Einschränken des Anordnungsrechts wird in AGB des Unternehmers nicht wirksam sein. Auch eine Verlängerung der 30-Tage-Frist dürfte in AGB nicht möglich sein, da die ohnehin lange Verhandlungsphase hierdurch überdehnt werden würde.

#### IV. § 650d BGB - Einstweilige Verfügung

In einem neuen § 650d ist erstmalig eine einstweilige Verfügung im BGB geregelt.

Erfolgen kann eine Eilentscheidung bei Streit der Parteien über

- zusätzliche oder geänderte Leistungen,
- Zumutbarkeit der Änderungsanordnung für den Auftragnehmer,
- Bemessung der Vergütung für die geänderte Leistung einschließlich der 80-Prozent-Regel bei Abschlagszahlungen.

Zuständig für den Erlass der einstweiligen Verfügung sind neu zu gründende Baukammern bei den Landgerichten.

#### V. Fazit

Das erstmalige Einfügen bauvertragsrechtlicher Vorschriften in das BGB zwingt die am Baugeschehen Beteiligten dazu, sich mit den neuen Regelungen auseinanderzusetzen.

In der Praxis wird abzuwägen sein, ob Verträgen weiterhin die bekannten Regelungen der VOB/B zugrunde gelegt werden oder ob – gegebenenfalls auch unter Berücksichtigung des Umstands, dass die Privilegierung der VOB/B aufgrund von Abweichungen häufig nicht greift – sich für die Vertragsgestaltung die neuen gesetzlichen Regelungen empfehlen. Diese Beurteilung wird indes auch davon abhängen, ob die Bewertung aus Sicht eines Auftragnehmers oder eines Auftraggebers vorzunehmen ist. Da es im Übrigen derzeit weder Rechtsprechung noch Erfahrungswerte hinsichtlich des neuen gesetzlichen Bauvertragsrecht gibt, bleibt abzuwarten, ob sich die vorgestellten Regelungen in der Praxis bewähren werden. ◀

# STROBEL Kiosk-App

## Ausgabe verpasst?

Ab sofort finden Sie alle Titel und alle Ausgaben aus dem STROBEL VERLAG in der neuen Kiosk-App!



Download-Link:

[www.ikz.de/app](http://www.ikz.de/app)



# Boom im Wohnungsneubau geht zu Ende - mehr Kapazitäten für Modernisierung und Sanierung

Auch im Jahr 2017 blieb der Bausektor auf Wachstumskurs. Das ist wie in den vergangenen Jahren vor allem auf den Wohnungsneubau zurückzuführen – er war der Wachstumsmotor. Weniger dynamisch war die Entwicklung im öffentlichen Bau und im Wirtschaftsbau. Das Ausbaugewerbe wuchs um 2,2 Prozent; das Bauhauptgewerbe entwickelte sich mit 3,3 Prozent das zweite Jahr in Folge überdurchschnittlich. Das Gesamtvolumen der Investitionen in energetische Sanierungen stieg 2016 auf fast 57 Milliarden Euro; das Investitionsvolumen bei der energetischen Wohngebäudesanierung stieg 2016 im Vergleich zum Vorjahr um 11,74 Prozent. Der Umsatz der deutschen Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik-Branche wuchs das achte Jahr in Folge.



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

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin hat berechnet, dass das nominale Bauvolumen (Hoch- und Tiefbau) im Jahr 2017 um insgesamt 6,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf rund 373 Milli-

arden Euro angestiegen ist (Tabelle 1). Die Baupreise erhöhten sich deutlich um 3,1 Prozent, eine der Ursachen ist laut DIW die hohe Auslastung der Bauwirtschaft.<sup>1</sup>

Preisbereinigt wuchs die Bauwirtschaft im Jahr 2017 um 3,3 Prozent. Wachstumsmotor war der Wohnungsbau mit einer Steigerung von 4,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Im gewerblichen und öffentlichen Bau war die Entwicklung weniger dynamisch: Der Wirtschaftsbau wuchs um 2,7 Prozent und im öffentlichen Bau stagnierte das Volumen gegenüber dem Vorjahr (-0,1 Prozent).<sup>2</sup>

Eine Aufschlüsselung des gesamten Bauvolumens zeigt die sehr unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Baubereiche: Nominal

lag 2016 der Anteil des Wohnungsbaus bei 57,0 Prozent, der Anteil des Wirtschaftsbaus (Hoch- und Tiefbau) bei 29,4 Prozent und der Anteil des öffentlichen Baus bei lediglich 13,5 Prozent (Diagramm 1) – die Zahlen für das Jahr 2017 lagen Anfang 2018 noch nicht vor.<sup>3</sup>

## Ausblick auf die Jahre 2018 und 2019

Auch in diesem und im nächsten Jahr wird die Konjunktur in Deutschland durch die Bauwirtschaft angeschoben werden, prognostiziert das DIW.<sup>4</sup> Das Neubauvolumen wird weiter zulegen – allerdings werden auch die Preise für Bauleistungen steigen, da die Kapazitäten der Baubranche stark ausgelastet sind. Den nominalen Steigerungen des

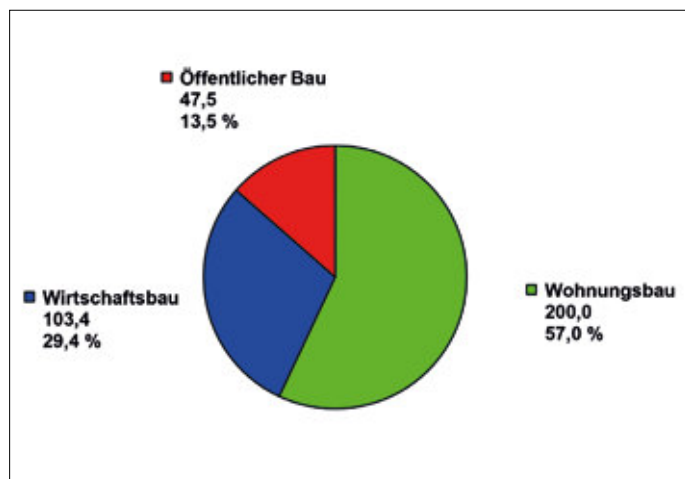


Diagramm 1: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Baubereichen im Jahr 2016 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2017

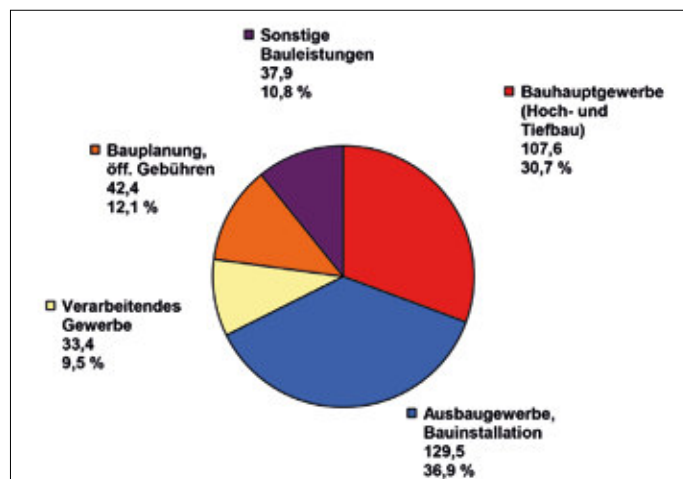


Diagramm 2: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Produzentengruppen im Jahr 2016 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2017





Bauvolumens werden daher wahrscheinlich deutlich niedrigere reale Zuwächse gegenüberstehen.<sup>5</sup> Erwartet wird 2018 ein Anstieg des nominalen Bauvolumens insgesamt um 5,1 Prozent auf ca. 392 Milliarden Euro (Tabelle 1). Preisbereinigt wäre das allerdings nur ein Zuwachs von 1,8 Prozent. Nach Baubereichen aufgeschlüsselt rechnet das DIW mit einem realen Anstieg von 3,5 Prozent im Wohnungsbau, mit einer Stagnation im Wirtschaftsbau (+ 0,2 Prozent) und einem weiteren Schrumpfen im öffentlichen Bau (-1,5 Prozent).<sup>6</sup>

Für das Jahr 2019 erwartet das DIW für den Wohnungsbau ein reales Wachstum von 3 Prozent. 2019 soll es im Vergleich zu 2018 eine etwas andere Entwicklung beim Wirtschaftsbau (+2,0 Prozent) und beim öffentlichen Bau (+0,6 Prozent) geben. Das nominale Bauvolumen insgesamt soll 2019 um 5,5 Prozent auf rund 414 Milliarden Euro steigen. Preisbereinigt wäre dies ein Anstieg um 2,4 Prozent.

Die Baupreise werden voraussichtlich 2018 um 3,2 Prozent und 2019 um 3,1 Prozent steigen.<sup>7</sup> Das DIW erwartet, dass sich Kostensteigerungen bei Löhnen, Energie, Rohstoffen und Grundstücken entsprechend stark in den Preisen niederschlagen.

### Positive Entwicklung im Ausbaugewerbe setzt sich fort

2017 wuchs das Bauvolumen für das von der Bauinstallation bestimmte Ausbaugewerbe nach Berechnung des DIW um 2,2 Prozent. Damit setzt sich die positive Entwicklung des

Tabelle 1: Entwicklung des Bauvolumens in Deutschland

	2013	2014	2015	2016	2017*	2018*	2019*
<b>In Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen</b>							
nominales Bauvolumen insgesamt	315,92	328,36	335,48	350,79	373,44	392,31	414,05
<b>real, Kettenindex 2010=100</b>							
reales Bauvolumen insgesamt	103,32	105,27	105,57	108,40	112,00	114,06	116,82
<b>Nach Baubereichen</b>							
Wohnungsbau	106,49	108,48	110,26	114,62	119,67	123,81	127,54
Wirtschaftsbau	103,43	105,12	103,84	104,00	106,82	107,02	109,19
Öffentlicher Bau	92,14	94,51	92,79	95,57	95,50	94,07	94,65
<b>Nach Produzentengruppen</b>							
Bauhauptgewerbe	108,43	112,97	112,85	116,70	120,40	122,52	124,87
Ausbaugewerbe	98,66	99,33	98,86	100,81	103,01	104,50	108,15
Sonstige Bauleistungen	104,39	105,51	107,52	110,84	114,14	116,64	118,54
<b>Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in Prozent</b>							
nominales Bauvolumen insgesamt		3,9	2,2	4,6	6,5	5,1	5,5
Preisentwicklung		2,0	1,9	1,9	3,1	3,2	3,1
<b>real, Kettenindex 2010=100</b>							
reales Bauvolumen insgesamt		1,9	0,3	2,7	3,3	1,8	2,4
<b>Nach Baubereichen</b>							
Wohnungsbau		1,9	1,6	4,0	4,4	3,5	3,0
Wirtschaftsbau		1,6	-1,2	0,2	2,7	0,2	2,0
Öffentlicher Bau		2,6	-1,8	3,0	-0,1	-1,5	0,6
<b>Nach Produzentengruppen</b>							
Bauhauptgewerbe		4,2	-0,1	3,4	3,3	1,8	1,9
Ausbaugewerbe		0,7	-0,5	2,0	2,2	1,4	3,5
Sonstige Bauleistungen		1,1	1,9	3,1	3,0	2,2	1,6

\*Schätzungen

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2017

Tabelle 2: Energetische Sanierung bestehender Gebäude im Nichtwohnbau und Wohnbau

	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	in Mrd. €*	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr	
<b>Nichtwohnbau</b>														
Bestandsvolumen Nichtwohnbau (Öffentlicher + Wirtschaftsbau)	55,59	59,30	6,67%	57,54	-2,97%	56,84	-1,22%	58,65	3,18%	58,76	-0,19%	57,75	-1,72%	
Bauvolumen energetische Sanierung im Nichtwohnbau	14,93	17,46	16,95%	17,02	-2,52%	17,17	-0,88%	17,31	0,82%	18,16	4,91%	18,86	3,85%	
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Nichtwohnbau	26,86%		29,44%		29,58%		30,21%		29,51%		30,91%		32,66%	
<b>Wohnbau</b>														
Bestandsvolumen Wohnbau	118,87	123,86	4,20%	127,24	2,73%	127,25	0,01%	129,28	1,60%	130,80	1,18%	135,69	3,74%	
Bauvolumen energetische Sanierung im Wohnbau	38,60	39,78	3,06%	37,90	-4,73%	35,99	-5,04%	35,57	-1,17%	34,06	-4,25%	38,06	11,74%	
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Wohnbau	32,47%		32,12%		29,79%		28,28%		27,51%		26,04%		28,05%	

\*Zu jeweiligen Preisen

Quelle: Modernisierungsvolumen Heinze GmbH; Bauvolumenberechnung des DIW Berlin, 2017



Tabelle 3: Branchenumsätze der Haus- und Gebäudetechnik in Milliarden Euro

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016 (Schätzung)		2017 (Schätzung)		2018 (Prognose)	
			%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
Industrie	21,07	17,60	-16,5	18,73	6,4	20,03	6,9	20,63	3,0	20,36	-1,3	20,17	-0,9	20,79	3,1							
Großhandel	14,07	13,72	-2,5	14,11	2,8	14,89	5,5	15,41	3,5	15,78	2,4	15,98	1,3	16,19	1,3							
Installierende Unternehmen	33,09	33,30	0,6	35,32	6,1	37,00	4,8	36,65	-0,9	37,86	3,3	39,20	3,5	39,60	1,0							
HKS-Branche gesamt*	46,17	44,50	-3,6	47,33	6,4	49,60	4,8	50,38	1,6	51,64	2,5	52,79	2,2	53,79	1,9	55,45	3,1	57,14	3,0	58,74	2,8	
Inland	37,20	37,22	0,1	39,32	5,6	41,20	4,8	41,36	0,4	42,68	3,2	43,71	2,4	44,19	1,1	45,37	2,7	46,69	2,9	47,98	2,8	
Ausland	8,97	7,28	-18,8	8,01	10,0	8,41	5,0	9,02	7,3	8,96	-0,7	9,09	1,5	9,60	5,6	10,07	4,9	10,44	3,7	10,76	3,1	

\* Bereinigt von Doppelzählungen infolge der Vorleistungen der jeweiligen Vertriebsstufen

Quelle: ifo-Institut im Auftrag von Messe Frankfurt, BDH, VDS und VDZ, Oktober 2017

Jahres 2016 (+2,0 Prozent) fort. Für das Jahr 2018 erwartet das DIW ein Wachstum von 1,4 Prozent und für das Jahr 2019 sogar von 3,5 Prozent.<sup>8</sup>

Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe entwickelten sich 2017 beide positiv, wenn auch unterschiedlich stark: Mit 3,3 Prozent wuchs das Bauhauptgewerbe 2017 im zweiten Jahr in Folge überdurchschnittlich (2016: +3,4 Prozent). Für 2018 erwartet das DIW im Bauhauptgewerbe ein Wachstum von 1,8 Prozent und für 2019 von 1,9 Prozent.<sup>9</sup>

### Freie Kapazitäten für energetische Sanierungen

Das DIW hat für das Bauvolumen im Hochbau auch den Anteil der Maßnahmen für energetische Sanierungen am Bestandsvolumen untersucht (Tabelle 2).<sup>10</sup> Das Gesamtvolumen der Investitionen in energetische Sanierungen stieg 2016 auf fast 57 Milliarden Euro (2015: 52,22 Milliarden Euro). Rund 29 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können laut DIW diesem Sektor zugeschrieben werden.<sup>11</sup>

Im Wohnungsbau stiegen im Jahr 2016 die Aufwendungen für die energetische Sanierung im Vergleich zum Vorjahr um 11,74 Prozent auf 38,06 Milliarden Euro – das ist das erste Wachstum seit 2011.<sup>12</sup>

Das Bauvolumen der energetischen Maßnahmen stieg im Nichtwohnbau um 3,85 Prozent auf 18,86 Milliarden Euro. Das ist zwar ein leicht geringeres Wachstum als im Vorjahr (2015: +4,91 Prozent) – die positive Entwicklung setzte sich jedoch fort.<sup>13</sup>

Für Bauleistungen an bestehenden Gebäuden insgesamt erwartet das DIW 2017

ein Plus von 4,7 Prozent im Wohnungsbau und von 2,2 Prozent im Nichtwohnungsbau. Auch für die beiden folgenden Jahre wird mit einem Zuwachs gerechnet: 6,0 Prozent für 2018 im Wohnungsbau (2019: +7,4 Prozent) und 2,3 Prozent 2018 im Nichtwohnungsbau (2019: +3,5 Prozent). Diesen Anstieg führt das DIW darauf zurück, dass die Dynamik im Wohnungsneubau nachlässt und dadurch mehr Kapazitäten in der Bauwirtschaft für Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen freiwerden. Außerdem würden die steigenden Energiepreise energetische Sanierungen wieder attraktiver machen.<sup>14</sup>

### TGA-Branche wächst auch im achten Jahr in Folge

Das ifo-Institut München hat Marktdaten zusammengestellt, aus denen aktuelle Informationen zur wirtschaftlichen Entwicklung der TGA-Branche hervorgehen (Tabelle 3). Die Zahlen beziehen sich auf Schätzungen vom Oktober 2017.<sup>15</sup> Aufgrund kontinuierlich sinkender Teilnehmerzahlen hat das ifo-Institut München das SHK-Konjunkturbarometer im Jahr 2017 einstellen müssen. Aktuelle Konjunkturdaten und -prognosen für die installierenden Unternehmen, die Industrie und den Großhandel liegen deshalb nicht mehr vor.

Die gesamte deutsche HKS-Branche wuchs im Jahr 2017 auf 57,14 Milliarden Euro. Diese um Doppelzählungen bereinigte Wachstumsrate stieg im Vergleich zum Vorjahr um 3 Prozent (2016: 55,45 Milliarden Euro). Damit wuchs der Umsatz der HKS-Branche bereits das achte Jahr in Folge. Für 2018 prognostiziert das ifo-Institut ein Wachstum der Branche um 2,8 Prozent auf 58,74 Milliarden Euro.

Der Inlandsumsatz der gesamten HKS-Branche stieg 2017 auf 46,69 Milliarden Euro (2016: 45,37 Milliarden). Auch der Auslandsumsatz nahm im vergangenen Jahr zu: Er stieg um 3,7 Prozent von 10,07 Milliarden im Jahr 2016 auf 10,44 Milliarden Euro. ◀

<sup>1</sup> DIW Wochenbericht 1+2 (2018), S. 43f.

<sup>2</sup> Ebenda, S. 43.

<sup>3</sup> Gornig, Martin u. a.: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Berechnungen für das Jahr 2016. Endbericht im Auftrag des BMUB und des BBSR, BBSR-Online-Publikation 15 (2017), S. 11.

<sup>4</sup> Wie Anm. 1, S. 34.

<sup>5</sup> Pressemitteilung „Prognose des Bauvolumens: Der Boom im Wohnungsneubau geht zu Ende“ des DIW vom 10.01.2018.

<sup>6</sup> Wie Anm. 2.

<sup>7</sup> Ebenda.

<sup>8</sup> Ebenda.

<sup>9</sup> Ebenda.

<sup>10</sup> Wie Anm. 3, S. 26.

<sup>11</sup> Ebenda, S. 25.

<sup>12</sup> Ebenda, S. 26.

<sup>13</sup> Ebenda.

<sup>14</sup> Wie Anm. 1, S. 40f.

<sup>15</sup> ifo-Institut im Auftrag von Messe Frankfurt, BDH, VDS und VDZ, Oktober 2017.

# IKZ<sub>plus</sub> – das neue Mehrwert-Konzept



**IKZ-ENERGY** berichtet über den Einsatz von Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in Gebäuden. Dabei stehen insbesondere die ganzheitliche Betrachtung der Gebäude und deren Nachhaltigkeit im Vordergrund.

Das Themenspektrum reicht von der Photovoltaik über die Solarthermie, Bioenergie, Geothermie, energieeffiziente Heiztechnik bis hin zur Systemintegration, Gebäudeautomation und weiteren EE-Themen.

Erscheinungsweise: 4 x jährlich



**IKZ-KLIMA** informiert nicht nur über die zentralen und dezentralen Kälte- und raumlufttechnischen Lösungen. Der technischen Entwicklung und den Markttrends folgend werden auch alternative Raumkonditionierungskonzepte aufgezeigt, beispielsweise die Kühlung über Raumflächen mittels reversibler Wärmepumpen, die adiabatische Kühlung oder die Erzeugung von Kälte mittels Solarenergie oder industrieller Abwärme.

MSR, Anlagen-Monitoring sowie Möglichkeiten der Anlagenoptimierung runden die Themenbereiche inhaltlich ab.

Erscheinungsweise: 3 x jährlich



**IKZ-DIGITAL** befasst sich mit allen Aspekten der Digitalisierung in der Haus- und Gebäudetechnik.

Im Fokus stehen aktuelle Entwicklungen zu den Anwendungsmöglichkeiten, Komfort-, Sicherheits- und Planungslösungen.

Die redaktionellen Inhalte reichen von der Gerätesteuerung über Technologien wie Smart Home und Vernetzung im Gebäude sowie der Energieversorgung bis hin zu Software für Planer und Installateure. Ebenso wird das Thema BIM ausführlich behandelt.

Erscheinungsweise: 2 x jährlich

## Das kleine *plus* mit großem Mehrwert.



STROBEL VERLAG GmbH & Co KG  
Leserservice IKZplus  
Zur Feldmühle 9-11, 59821 Arnsberg  
Tel. 02931 8900 0, Fax 02931 8900 38  
www.strobel-verlag.de

Jetzt kostenlose  
Ansichtsexemplare  
anfordern!

# UNSER SPEZIALGEBIET: ALLES

**Die Zukunft der Haustechnik ist ganzheitlich: Strom und Wärme wachsen zusammen.**

Das eröffnet Ihren Kunden vollkommen neue Energiesparpotenziale. Setzen Sie daher bei Ihren Bauvorhaben auf einen Partner, der alle Komponenten perfekt aufeinander abgestimmt zur Verfügung stellt. Entdecken Sie das Viessmann Komplettangebot – und finden Sie alle wichtigen Informationen über das umfassende Viessmann Serviceangebot für Marktpartner auf [www.viessmann.de/alles](http://www.viessmann.de/alles)